

Überleben am Rande der bewohnbaren Welt

Dissertation

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard Karls Universität Tübingen
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von

Diplom-Ernährungswissenschaftlerin Elvira Martin, B.A.
aus Breisach/Rhein

Tübingen

2021

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen.

Tag der mündlichen Qualifikation:

11.4.2022

Dekan:

Prof. Dr. Thilo Stehle

1. Berichterstatter/-in:

Prof. Dr. Harald Floss

2. Berichterstatter/-in:

Prof. Dr. Nicholas J. Conard

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Harald Floss für die unvoreingenommene Zustimmung zur gewählten Thematik, die Betreuung meiner Arbeit, sowie unsere fortlaufenden Gespräche.

Herrn Prof. Nicholas Conard danke ich für seine Unterstützung meines Dissertationsvorhabens.

In meinem privaten Umfeld gebührt der größte Dank meinem Mann Theo Martin, der das Projekt all die Jahre in großer Geduld und mit Interesse mitgetragen hat.

Ebenso gilt mein Dank für die technische Unterstützung meinen Kindern Elias Martin und Noemi Martin.

Für das Korrektur lesen, die guten Ratschlägen und Aufmunterung danke ich Dr. Marina Riethmüller.

Besondere wissenschaftliche Unterstützung, für die ich sehr dankbar bin, erhielt ich von Prof. Ran Barkai (Universität Tel Aviv), Prof. Terje Doomas Josefson (Universität Nord-Norwegen) und Prof. Gerhard Seckmeyer (Universität Hannover).

Abkürzungen

AMH: anatomisch moderner Mensch

NT: Neandertaler

Mp: *Mammuthus primigenius*, *M. primigenius*

Rt: *Rangifer tarandus*, *R. tarandus*

Ce: *Cervus elaphus*, *C. elaphus*

Bos: *Bos sp.*,

Equus: *Equus sp.*

Mg: *Megaloceros giganteus*, *M. giganteus*

Ca: *Coelodonta antiquitatis*, *C. antiquitatis*

St: *Saiga tatarica*, *S. tatarica*

Lepo: *Leporidae*

Ci: *Capra ibex*, *C. ibex*

Aa: *Alces alces*, *A. alces*

A.E.Y: African Elephant Years nach Haynes 1991

SFA: Saturated Fatty Acids = gesättigte Fettsäuren

MUFA: Monounsaturated Fatty Acids = einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids = mehrfach ungesättigte Fettsäuren

VLCPUFA: Very long-chained polyunsaturated Fatty Acids

EPA: Eicosapentaenic Acid = Eicosapentaensäure

DHA: Docosahexaenic Acid = Docosahexaensäure

Anmerkungen

Werden im Text Personen angesprochen, sind jeweils die weibliche als auch die männliche Form gemeint. Der einfachen Lesbarkeit wegen, ist aber meist nur die männliche Form ausgeschrieben, z.B. Neandertaler, Kollegen, Mitarbeiter.

Einige englische Fachausdrücke werden nicht übersetzt, da keine exakten Übersetzungen zur Verfügung stehen. Sie werden, gemäß der neuen deutschen Rechtschreibung, großgeschrieben.

Die Fundorte im äußersten Osten liegen teilweise auf der Halbinsel Krim. Zu dem Zeitpunkt, da die Fundorte gegraben und die Ergebnisse publiziert wurden, gehörte die Krim zur Ukraine. Dies wird hier als Länderbezeichnung beibehalten.

Die Zitierweise erfolgt in Citavi 5.1 Naturwissenschaften.

“It is nonetheless important to evaluate dietary contributions because subsistence is one of the most fundamental aspects of human interaction with environment.”

Reitz et al. (1999: 229), Zooarcheology

Inhalt

Kapitel I: Einleitung und Fragestellung	12
1 Die Ernährung unserer nächsten lebenden Verwandten	13
2 Mittelpaläolithikum und Jungpaläolithikum	15
3 Fragestellungen	16
4 Was untersucht die Ernährungswissenschaft?	19
4.1 Tierische Ressourcen	20
4.2 Pflanzliche Ressourcen	20
5 Vorgehensweise	22
Kapitel II: Die Ökologie des Weichsel/Würm Glazials mit Schwerpunkt OIS 3	25
1 Einleitung	25
1.1 Räumliche Eingrenzung des Arbeitsgebietes.....	25
1.2 Zeitliche Eingrenzung des Arbeitsgebietes	26
1.3 Datierungsprobleme	26
1.4 Forschungsgeschichte: Eiszeiten	27
1.5 Andere Einteilungen des Weichsel/Würm-Glazials	31
1.6 Das Stage 3 Projekt (van Andel 2003)	32
2 Überblick über das Klima in der OIS 3.....	33
2.1 Temperaturen	33
2.2 Klimadaten der OIS 3 in verschiedenen Breiten Mitteleuropas	36
2.3 Niederschläge.....	38
3 Meeresspiegel und Küstenlinien im Weichsel/Würm Glazial	40
3.1 Ausdehnung der Vereisung	41
3.2 Permafrost	43
4 Vegetation	43
4.1 Die Vegetation während der Glaziale.....	43
4.2 Die Vegetation während der Interglaziale	34
4.3 Pflanzenbiome	45
5 Säugetierfauna.....	46
5.1 Gebietsanalysen	46
5.2 Räumliche Verteilung der Säugetierfauna in Europa während der OIS 3	49
5.3 Zeitliche Verbreitung der Säugetiertaxa	50
6 Demographie und Populationsentwicklung.....	51

Kapitel III: Die Protagonisten	58
1 Neandertaler	58
1.1 Zeitliche und geografische Verbreitung	58
1.2 Anatomie und Morphologie.....	58
1.3 Life History	60
1.4 Technologie.....	61
1.5 Symbolisches Verhalten	61
1.6 Jagdmethoden.....	61
2 Der anatomisch moderne Mensch (AMH)	64
2.1 Zeitliche und geografische Verbreitung	64
2.2 Anatomie und Morphologie.....	64
2.3 Life History	65
2.4 Technologie.....	65
2.5 Symbolisches Verhalten	66
2.6 Jagdmethoden.....	66
3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Ernährungsweise von Neandertaler und AMH.....	67
3.1 Ernährungsverhalten von Neandertalern	69
3.2 Ernährungsverhalten des AMH.....	70
Kapitel IV: Die Ernährung des „Menschen“	73
1 Einleitung	73
2 Evolution des Stoffwechsels.....	73
2.1 Die Celluloseverdauung: evolutionäre Unterschiede.....	74
2.2 Stoffwechsel und Bioenergetik	75
2.3 Der Energiestoffwechsel oder was braucht der Mensch zum Leben?	77
2.4 Gesamtenergiebedarf paläolithischer Menschen.....	81
2.5 Kinderernährung – Das 1000 Tage Fenster.....	89
2.6 Energiebedarf des Gehirns	90
2.7 Nährstoffe	92
3 Die Makronährstoffe und ihre Bedeutung.....	93
3.1 Proteine	91
3.2 Kohlenhydrate.....	107

3.3 Lipide	113
3.4 Die Fettsäuren	118
4 Mikronährstoffe	134
4.1 Funktionen	135
4.2 Vitamine.....	135
4.3 Funktionen	136
4.4 Funktionen der Vitamine und Mangelerscheinungen bei Defiziten.....	138
4.5 Mineralstoffe und Spurenelemente.....	142
5 Zusammenfassung.....	149
6 Ernährungsökologie (Jenike 2001)	150
6.1 Feuer und Kochen	152
6.2 Vom Muskel zum Fleisch: Fleischreifung.....	155
6.3 Zwischen Fleischreifung und Fleischverderb.....	157
7 Zusammenfassung.....	167
Kapitel V: Methoden und Quellen I: Fleisch, Knochenmark und Knochenfett .	170
1 Modelle, die das Handeln von Menschen bezüglich der Nahrungsakquise erklären.	170
1.1 The Foraging Theory (Optimalitätsmodell) (Kelly 1995: 75 -78; Parker and Hawkes 2018)	170
1.2 Broad Spectrum Revolution.....	171
1.3 Forschungsgeschichte: Fleischaneignung durch Neandertaler.....	172
2 Fleisch.....	175
2.1 Fleisch als Nahrungsbestandteil.....	175
2.2 Forschungsgeschichte I: Modelle zur Nutzung von tierischen Ressourcen	176
2.3 Taphonomische Aspekte.....	178
2.4 Wer war der Jäger? Ermittlung des Erstzugangs zur Faunenquelle.....	178
3 Quantitative Methoden der Archäozoologie	179
3.1 Größenklassen	179
3.2 NISP (Number of Identified Specimen)	180
3.3 MNI (Minimal Number of Individuals)	181
3.4 MNE (Minimal Number of Elements).....	183
3.5 Das Knochengewicht als Korrekturhilfe.....	183
3.6 Indikatoren des Nahrungserwerbs.....	184

3.7 Knochengewicht und Fleischgewicht.....	184
4 Umgang mit der Jagdbeute	185
4.1 Transport von großer Jagdbeute.....	185
4.2 Verschiedene Arten der Ausbeutung des Tierkörpers.....	186
5 Archäozoologische Methoden der Beurteilung von Faunenmaterial	192
5.1 Altersbestimmung von Tieren.....	192
5.2 Jagdsaison.....	192
5.3 Monospezifische Jagd	193
5.4 Schlacht-, Schnitt- und Schlagspuren	193
5.5 Knochenbearbeitung durch Menschen oder Carnivoren.....	196
5.6 Schädelverwertung	196
5.7 Brandspuren	197
5.8 Nutzung eines Fundplatzes durch Carnivoren	198
5.9 Jagd auf Carnivoren und Raubtiere	199
5.10 Fleischgewicht	199
6 Fett, Knochenmark und Knochenfett	200
6.1 Knochenmark und Knochenfett.....	200
6.2 Knochenfett.....	202
6.3 Fett im Tierkörper	202
6.4 Knochenfettgewinnung	203
6.5 Hinweise für das Ausbeuten von Knochenfett im archäologischen Kontext...	207
7 Kriterien für die Aneignung der Ressource Fleisch und Knochenmark	212
7.1 Grundvoraussetzungen	212
7.2 Untersuchte Merkmale	212
7.3 Einschränkungen.....	215
Kapitel VI: Fundstellen der Faunenanalyse.....	217
1 Einleitung	217
2 Fundstellen der frühen Warmphase von 60 ka bis 45 ka	217
3 Fundstellen der Übergangsphase mit vielen kalten Ereignissen, 44 ka bis 37 ka	234
4 Fundstellen der Phase der langsamen Abkühlung hin zum LGM 36 ka bis 27 ka	247
5 Zusammenfassung.....	273

Kapitel VII: Ergebnisse I: gegliedert nach den drei klimatischen Zeitperioden der OIS 3	276
1 Einführung.....	276
1.1 Räumliche Verteilung	276
1.2 Räumliche Verteilung gekoppelt mit zeitlicher Periode.....	277
2 Ergebnisse für die Fauna der Periode I (60 – 45 ka, 34 Schichten)	279
2.1 Dominante Taxa (Herbivoren).....	279
2.2 Vorkommen Kleiner Tiere	280
2.3 Monospezifische Jagd.....	282
2.4 Jagdmuster	283
2.5 Skeletteilrepräsentanz	284
2.6 Anthropogene Spuren und Befunde	285
2.7 Jagdsaison.....	286
2.8 Mammuta.....	289
2.9 Höhlenbären als Nahrung	290
3 Ergebnisse für die Fauna der Periode II (44 – 37 ka, 21 Schichten)	292
3.1 Dominante Tierart.....	293
3.2 Vorkommen von Kleinen Tieren	293
3.3 Monospezifische Jagd.....	295
3.4 Jagdmuster	297
3.5 Skeletteilrepräsentanz	297
3.6 Anthropogene Spuren und Befunde	289
3.7 Jagdsaison.....	300
3.8 Mammuta.....	302
3.9 Höhlenbären und Carnivoren als Nahrung.....	303
4 Ergebnisse für die Fauna der Periode III (36 – 27 ka, 44 Schichten).....	304
4.1 Dominante Tierart.....	304
4.2 Vorkommen Kleiner Tiere	305
4.3 Monospezifische Jagd.....	310
4.4 Jagdmuster	311
4.5 Skeletteilrepräsentanz	312
4.6 Anthropogene Spuren und Befunde	313
4.7 Jagdsaison.....	315

4.8 Mammuta.....	317
4.9 Höhlenbären.....	319
5 Vergleich der drei Zeitperioden.....	322
5.1 Dominante Tierart.....	322
5.2 Kleine Tiere.....	323
5.3 Jagdmuster.....	324
5.4 Skeletteildominanz.....	325
5.5 Anthropogene Spuren und Befunde.....	326
5.6 Jagdsaison.....	327
6 Zusammenfassung.....	329
7 Vergleich der Klimaperioden der OIS 3 mit Hilfe statistische Methoden.....	330
7.1 Vergleich der drei Perioden (Gleichmäßigkeit und Diversität der Taxazusammensetzung, dominante Tierarten).....	331
7.2 Nischenüberlappung in der Ressourcennutzung zwischen den drei verschiedenen Perioden.....	323
7.3 Unterschiede zwischen Höhle, Abri und Freiland (dominante Taxa).....	335
Kapitel VIII: Ergebnisse II nach archäologischen Kulturen.....	338
1 Mittelpaläolithikum (53 Schichten).....	338
1.1 Dominante Taxa.....	338
1.2 Vorkommen Kleiner Tiere.....	339
1.3 Monospezifische Jagd.....	340
1.4 Jagdmuster.....	340
1.5 Skeletteilrepräsentanz.....	341
1.6 Anthropogene Spuren und Befunde.....	342
1.7 Jagdsaison.....	343
1.8 Mammuta.....	346
1.9 Höhlenbären.....	346
2 Aurignacien (21 Schichten).....	346
2.1 Dominante Taxa.....	346
2.2 Kleine Tiere.....	347
2.3 Monospezifische Jagd.....	348
2.4 Jagdmuster.....	348
2.5 Skeletteilrepräsentation.....	349

2.6 Anthropogene Spuren und Befunde	350
2.7 Jagdsaison.....	351
2.8 Mammuta.....	353
2.9 Höhlenbären	354
3 Gravettien (25 Schichten).....	354
3.1 Dominante Taxa	354
3.2 Kleine Tiere.....	355
3.3 Monospezifische Jagd.....	356
3.4 Jagdmuster	356
3.5 Skeletteilrepräsentanz	357
3.6 Anthropogene Spuren und Befunde	358
3.7 Jagdsaison.....	359
3.8 Mammuta.....	361
3.9 Höhlenbären	361
4 Vergleich der archäologischen Perioden: Mittelpaläolithikum, Aurignacien und Gravettien.....	362
4.1 Dominante Tierart.....	363
4.2 Vorkommen Kleiner Tiere	364
4.3 Monospezifische Jagd.....	365
4.4 Jagdmuster	366
4.5 Skeletteilrepräsentanz	367
4.6 Anthropogene Spuren und Befunde	368
4.7 Jagdsaison.....	369
5 Zusammenfassung.....	371
6 Vergleich der archäologischen Kulturepochen mit Hilfe statistischer Methoden	372
6.1 Gleichmäßigkeit und Diversität der Taxazusammensetzung, dominante Tierarten.....	372
6.2 Nischenüberlappung in der Ressourcennutzung zwischen verschiedenen Kulturepochen.....	373
6.3 Unterschiede zwischen Höhle, Abri und Freiland (dominante Taxa).....	375
Kapitel IX: Modellkalkulationen zu Fleisch, Knochenmark und Fett	378
1 Grundannahmen	378
1.1 Warum diese Jagdtiere?	380
2 Rentiere	381

2.1 Rentiernährwerte	381
2.2 Wie viele Personen ernährt ein Rentier?	382
2.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinmenge sein?	382
2.4 Wie hoch ist das Energiedefizit durch die Begrenzung der Proteinaufnahme?	383
2.5 Wie könnte das Energiedefizit durch Kohlenhydrate und Fette gedeckt werden?	384
2.6 Für wie viele Personen ließe sich der Fettbedarf durch einer Rentierkarkasse decken?	386
2.7 Mikronährstoffe	388
2.8 Zusammenfassung: Rentierfleisch ist eine mangelhafte Ressource	401
3 Modellkalkulationen: Pferde	402
3.1 Nährwerte für Pferdefleisch	402
3.2 Wie viele Personen ernährt ein Pferd?	403
3.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme sein?	404
3.4 Wie hoch ist das Energiedefizit durch die Begrenzung der Proteinaufnahme?	405
3.5 Wie könnte das Energiedefizit durch Fette aus dem Pferdekörper gedeckt werden?	406
3.6 Mikronährstoffe	413
3.7 Zusammenfassung	421
4 Boviden	422
4.1 Bovidennährwerte	422
4.2 Wie viele Personen ernährt ein Bovide?	423
4.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme sein?	423
4.4 Fettquellen im Bovidenkörper	425
4.5 Mikronährstoffe	428
4.6 Zusammenfassung	435
5 Mammuta	336
5.1 Daten zu Elefantenprodukten	427
5.2 Proteine	437
5.3 Intramuskuläres und subkutanes Fett	438
5.4 Fettgehalt von Gehirnen	438
5.5 Essentielle Fettsäuren in Elefantenprodukten	438
5.6 Vitamine	439

5.7 Geschmack.....	439
6 Zusammenfassende Bewertung der ernährungsphysiologischen Relevanz der dominierenden Jagdtiere	440
6.1 Proteine	440
6.2 Fette	440
6.3 Essentielle Fettsäuren.....	441
6.4 Vitamine.....	441
7 Überblick.....	442
7.1 Fettlösliche Vitamine	443
7.2 Wasserlösliche Vitamine	443
7.3 Mineralstoffe und Spurenelemente.....	444
7.4 Mangelsituation.....	445
Kapitel X: Brückenschlag zwischen tierischen und pflanzlichen Ressourcen .	447
1 Isotopenanalysen zur Ernährungsrekonstruktion	447
1.1 Einführende Bemerkungen.....	447
1.2 Auswertung	447
1.3 Stabile Isotope.....	447
2 Isotopenverhältnisse während der OIS 3	452
2.1 Bayesian Mixing Models.....	453
2.2 Ernährungsrekonstruktion für Neandertaler.....	453
2.3 Ernährungsrekonstruktion für den AMH	456
2.4 Späte Neandertaler, 2016	458
2.5 Weitere Daten für den AMH	462
3 Die Wende, 2016?: eine neue Methode zur Detektion von Pflanzennahrung (Naito et al. 2016).....	463
Kapitel XI: Rekonstruktion der Pflanzenökotope während der OIS 3.....	468
1 Einleitung	468
2 Die Pflanzen der OIS 3.....	469
2.1 Grundlage: Pollenanalysen	469
2.2 Die Mammut Steppe.....	470
2.3 Die Vegetation nach dem Stage 3 Projekt.....	471
2.4 Von Pollentaxa zur Biomisation.....	472
2.5 Ergebnisse der Biomisation des Stage 3 Projektes	474
2.6 Ergänzungen zur Vegetationsrekonstruktion des Stage 3 Projektes	480

2.7 Datierte Pollendaten von archäologischen Fundorten im nördlichen Europa während der OIS 3.....	485
3 Traditionelle Pflanzennutzung indigener Völker nördlicher Regionen	492
Vergleich der PFT aus dem Stage 3 Projekt mit der Datenbasis für Nahrungspflanzen.....	495
4 Nährstoffbeitrag durch Pflanzen.....	502
5 Zusammenfassung.....	502

Kapitel XII: Direkter Nachweis von Pflanzen der OIS 3 im archäologischen Kontext

505

1 Probleme und Voraussetzungen bei der Pflanzennutzung für den paläolithischen Menschen.....	505
1.1 Identifikation von Pflanzen.....	505
1.2 Saisonaler Zugang zu Pflanzen.....	505
1.3 Sekundäre Pflanzenstoffe (Phytochemicals): Gesundheitsfördernd oder toxisch?	
2 Nachweisbarkeit von Pflanzen im archäologischen Kontext	513
2.1 Einleitung.....	513
2.2 Zugang zu Pflanzenresten im archäologischen Kontext.....	514
3 Koprolithen.....	515
4 Makropflanzenreste.....	515
4.1 Fundorte mit Makropflanzenresten.....	516
5 Archäologische Stärke.....	519
5.1 Aufbau und Verhalten von Stärke.....	520
5.2 Grenzen der Stärkeanalyse	522
5.3 Identifikation von Stärke.....	523
5.4 Identifikation von Pflanzen aus Stärkekörnern	524
5.5 Stärke in Zahnstein (Dental calculus)	524
5.6 Erhaltungsbedingungen für Stärkekörner im Zahnstein.....	525
5.7 Kontamination mit moderner Stärke.....	525
5.8 Stärkekörner in Koprolithen	526
5.9 Stärkenachweis im Dental calculus.....	526
5.10 Stärke auf Steinwerkzeugen	528
5.11 Methodik der Stärkegewinnung von Steinwerkzeugen.....	529
6 Gebrauchsspurenanalyse an Ground stone tools in Kombination mit Stärkeanalyse	532

6.1 Definition: Was sind Ground stone tools (GST)?.....	533
6.2 Was ist eine Gebrauchsspur?.....	533
6.3 Analyse und Untersuchungsmethoden für GST	534
7 Dental Microwear Analyse – eine Methode für alle Nahrungsbestandteile	538
7.1 Abnutzung menschlicher Zähne	538
7.2 Forschungsgeschichte.....	539
7.3 Derzeitige Analysemethoden	542
7.4 Statistische Analysen	543
7.5 Occlusal Fingerprint Analysis (OFA).....	534
7.6 Bestandsaufnahme.....	544
7.7 Beurteilung der Methode.....	547
8 Die Rekonstruktion von Pflanzen aus Sedimenten: Umwelt-DNA (environmental DNA)	548
9 Kohlenhydratbomben- USO	550
10 Zusammenfassung und abschließende Bewertung	551
Kapitel XIII: Modellkalkulationen für pflanzliche Nahrung	554
1 Bedarfsdeckung mit Kohlenhydraten	555
1.1 Realistische und physiologisch akzeptable Verzehrsmengen	556
1.2 Ballaststoffe	558
2 Proteine.....	558
3 Fette.....	559
4 Mikronährstoffe	564
4.1 Blätter, Stängel, Nadeln	565
4.2 Greens, Salatpflanzen.....	566
4.3 Innere Rinde, Cambium	566
4.4 Samen, Nüsse, fetthaltige Körner.....	567
4.5 Wurzeln, Knollen	568
4.6 Früchte, Beeren.....	569
4.7 Poaceae (Süßgräser), Gräser Samen.....	571
5 Bewertung der Mikronährstoffversorgung.....	574
5.1 Defizitäre Vitamine durch ausschließliche Fleischnahrung.....	575
5.2 Teilweise defizitäre Mineralstoffe durch ausschließliche Fleischnahrung.....	576
5.3 Keine Daten für tierische und pflanzliche Ressourcen.....	577

5.4 Abschließende Bewertung der Mikronährstoffversorgung durch tierische und pflanzliche Ressourcen	580
6 Die Problematischen: Jod und Vitamin D.....	582
6.1 Jod (TB: 150 – 200 µg).....	582
6.2 Warum wäre eine mangelhafte Jodversorgung so problematisch?.....	583
6.3 Vitamin D (TB: 4 – 20 µg je nach Lebensalter und Sonnenexposition)	584
6.4 Vitamin-D-Bildung beeinflussende Faktoren.....	585
6.5 Fragen zur UVB-Strahlung während der OIS 3 im nördlichen Europa und damit zur Möglichkeit der Vitamin-D ₃ -Bildung durch die dort lebenden Hominiden.	588
7 Verfügbarkeit der Nahrungspflanzen im Jahresverlauf.....	593
7.1 Kohlenhydrate.....	608
7.2 Mikronährstoffe	609
8 Zusammenfassung und Ausblick	610
8.1 Mikronährstoffe	610
8.2 Fortpflanzung und Mikronährstoffe.....	611
8.3 Welche Folgen ergeben sich daraus? Calcium, Jod, Folsäure, Vitamin D	612
Kapitel XIV: Zusammenfassung.....	616
Fazit	629
Ausblick.....	630
Exkurse	633
Abbildungsverzeichnis	634
Tabellenverzeichnis.....	637
Literatur	644

Kapitel I: Einleitung und Fragestellung

Obwohl die Nahrung das Überleben einer Art sichert, spielen Ernährung und Nahrung in der Archäologie eine eher untergeordnete Rolle. Themen, wie etwa die Aneignung der Nahrung, Jagdmethoden, Arbeitsteilung, Technologie, Steinartefakte, die zur Zerteilung von Beute genutzt wurden, spielen bei allen Publikationen die dominierende Rolle. Aber ohne eine Existenzsicherung durch Nahrung sind die anderen Themen nicht denkbar.

Die meisten Publikationen zur Thematik Ernährung tragen den Ausdruck „subsistence“ in ihrem Titel. Die Tagung „Beyond Subsistence“ (Tübingen, Oktober 2019) zeigte in ihren Diskussionen, dass der „subsistence“ Begriff nicht gut definiert ist, bzw. viele sehr unterschiedliche Definitionen möglich sind. Subsistence umfasst sehr viel mehr als nur Nahrung. Hier möchte ich mich aber ausschließlich auf die Erfassung der Nahrung fokussieren.

Schon 1952 befasste sich Clark (1952) mit der Beurteilung von Ernährung im archäologischen Kontext.

»The economy of any community may be considered as an adjustment to specific physical and biological conditions of certain needs, capacities, aspirations and values. There are thus two sides to the equation – on the one hand the character of the habitat itself, to a greater or less degree influenced or even conditioned by culture, and on the other the kind of life regarded as appropriate by the community and the resources, in the form of knowledge, technical equipment and social organization, available for its realization. The relationship between man and external nature is thus a dynamic one and the development of culture viewed in its economic aspect is indeed one of man's growing knowledge of and control over forces external to himself. [...] Yet it remains true that the economy of any community at any moment of time is necessarily the product of an adjustment between culture and envioning nature.« (Clark 1952:7).

Obwohl mir diese gegenseitige Abhängigkeit von Kultur und Natur bewusst ist, finde ich es sehr schwierig, den Kulturanteil beim zustande kommen einer Ernährungsweise aus den archäologischen Hinterlassenschaften zu bestimmen, denn die ernährungsphysiologischen Anforderungen sind evolutionsbiologisch entstanden und legen den Organismus in engen Grenzen fest.

Die archäologischen Hinterlassenschaften bezüglich Nahrung und Nahrungsaneignung sind dabei unterschiedlich aussagekräftig. Während sich tierische Überreste reichlich an archäologischen Fundplätzen finden lassen und sich daraus Aussagen zu genutzten Tierarten machen lassen, sind pflanzliche Überreste nur schwierig aufzufinden.

Pflanzliche Überreste sind schwer zu detektieren, aber in den letzten beiden Jahrzehnten sind doch Methoden entstanden, die diese Lücke zu schließen versuchen. Dennoch herrscht immer noch in den Köpfen vieler Archäologen die Doktrin, dass die Ernährung der eiszeitlichen Jäger und Sammler ausschließlich aus Fleisch bestand. Die quantitative

Analyse der Fauna von Fundplätzen (vgl. Kap. VII) und die Isotopenanalysen (vgl. Kap. X) von Neandertalerknochen und -zähnen lässt auch den Schluss zu, dass ganz beträchtliche Mengen an Fleisch, auch sehr großer Tiere, verzehrt wurden.

Eine in der prähistorischen Archäologie auch weit verbreitete Forschungsmethode ist die Betrachtung einer Analogie mit heute lebenden Ethnien in ähnlichen Verhältnissen, Klimazonen und ökonomischen Praktiken. Daher möchte ich hier zunächst einen scheinbar sehr weit hergeholten Vergleich zwischen eiszeitlichen Hominiden und heute lebenden Primaten anführen.

1 Die Ernährung unserer nächsten lebenden Verwandten

Im Laufe der Evolution haben sich unsere nächsten verwandten Primaten von einer eher spezialisierten Ernährung, einer sogenannten Ernährungsnische, wie man sie bei den meisten Tieren vorfindet, hin zu einem diversen Nahrungsspektrum entwickelt.

Menschenaffen ernähren sich saisonabhängig von verschiedenen Pflanzengruppen: Blätter, Stängel, Blüten, Früchte, Knollen, Rhizome, Baumrinde, Samen, Pflanzengummis und Insekten und teilweise kleinen Säugetieren (Lambert 2010).

Die am weitest verbreitete Pflanzenfaser in der Natur und in allen Klimazonen ist Cellulose. Aber genau sie ist für alle Vertebraten eigentlich unverdaulich, d.h. die Enzyme fehlen, um diese hochpolymeren Kohlenhydratverbindungen aufzuspalten, um auf diese Weise erst resorbierbar zu werden (Stier 2000). Dennoch haben sich Primaten durch ihre evolutionäre Geschichte immer stark genau auf Pflanzen und auf diese Pflanzenfasern verlassen, deren Energie sie ohne entsprechende Verdauungsenzyme eigentlich nicht verfügbar machen konnten (Milton 1987). Es fand daher eine Coevolution zwischen dem Verzehr cellulosereicher Pflanzen und der Entwicklung einer Darmmikrobiota statt, die diese Fasern abbauen konnte (vgl. Kap. IV 2.1).

Unsere nächsten Verwandten, die Schimpansen, essen überwiegend und mit Vorliebe Früchte, aber Blätter, Insekten und Blüten sowie Fleisch werden nicht verschmäht. In allen beobachteten Schimpansen Populationen werden über 100 verschiedene Pflanzenspezies konsumiert. Taï Schimpansen verspeisen regelmäßig 223 verschiedene Pflanzenspezies aus 51 verschiedenen Pflanzenfamilien, mit einer durchschnittlichen Pflanzenspeziesvariation von 36 verschiedenen pro Monat während des ganzen Jahres (Boesch et al. 2011). Den überwiegenden Anteil der Nahrung bei Schimpansen machen daher Pflanzen aus.

Schimpansen jagen mittelgroße, vorwiegend arboreal lebende Vertebraten. Größere Tiere werden nicht gejagt, wahrscheinlich, weil zu ihrer Zerlegung Werkzeuge notwendig wären. Auch Tiere in der offenen Savanne werden von Schimpansen nicht gejagt, da Schimpansen dazu zu langsam wären (Anderson et al. 2006).

Jones (2007) beschreibt im ersten Kapitel seiner Monographie „Feast“ den Vorgang des Jagens durch Schimpansen. Den zeitlich weitaus größten Teil des Verzehrs der Beute nimmt ein komplizierter Prozess der Beuteverteilung, gemäß sozialer Beziehungen, ein. Insgesamt dauerte die Verteilung in dem von Jones beschriebenen Fall etwa 9 Stunden und umfasst viele Gruppenmitglieder. Dabei fällt für das einzelne Gruppenmitglied nur eine geringe Menge an Fleisch ab, was ernährungsphysiologisch keinen großen Beitrag bedeutet. Das wenige Fleisch wird aber offenbar mit Genuss verzehrt und ist sehr begehrt.

Stanford und Bunn (2001) geben an, dass Schimpansen in Gombe zu Spitzenzeiten bis zu 500 g Vertebratenfleisch pro Woche verzehren. Dennoch sind auch sie der Meinung, dass das Jagen und Essen eher eine soziale als eine ernährungsphysiologische Komponente darstellt. Das Jagen selbst scheinen die Tiere nicht weit im Voraus zu planen, sondern es wird nur ausgeübt, wenn Beute sichtbar und leicht zu fangen ist, während der routinemäßigen Nahrungssuche.

Bevor Schimpansen das verhältnismäßig zähe Muskelfleisch essen, verzehren sie die weichen Teile der Karkasse. Die Leber, Niere, Nebenniere, Gehirn und Augenlinsen sind ausgezeichnete Lieferanten für viele Vitamine (Biesalski 2015: 139, 140).

Nur Schimpansen essen nennenswerte Mengen an Vertebratenfleisch, wenn sie die Gelegenheit dazu haben. Auf Gorillas, Bonobos und Orang-Utans scheint dies nicht zuzutreffen (Russon 2014; Schoeninger et al. 2001).

Während Jagd und Fleischverzehr bisher als solitär für Schimpansen galt, wurden ab 2008 (Schuster et al. 2008; Stewart 2010; Russon 2014) Berichte veröffentlicht über den Verzehr aquatischer Ressourcen (Muscheln, Limpets, Krabben, Würmer, Oktopusse, Amphibien, Fischeier) durch Primaten. Russon (2014) überraschte 2014 mit Fotos und einer Studie dazu über Orang-Utans, die in seichten Tümpeln Fische fingen und verspeisten.

Unter den 40 Primatenspezies, die aquatische Ressourcen als Nahrung nutzen, sind auch 8 Spezies, die Fisch essen, und 9 weitere, bei denen Fischverzehr als wahrscheinlich gilt. Dennoch ist der Fischverzehr insgesamt eher selten bei Primaten (Russon 2014).

Werkzeuggebrauch durch Menschenaffen – aber auch bei vielen anderen Tieren – ist weit verbreitet und vielfältig nachgewiesen.

Allerdings tritt Werkzeuggebrauch bei Menschenaffen fast ausschließlich in Zusammenhang mit Nahrungserwerb und Nahrungsverarbeitung auf:

- Insektenextraktion, Termiten- bzw. Ameisenfischen
- Termitenzerstoßen
- Honigextraktion
- Trinkschale aus einem Blatt
- belaubter Ast als Wasserschöpfer
- Blätterschwamm
- Nüsse aufschlagen mit Steinen
- Palmsaftextraktion

- Sammeln von Treiberameisen

(Beck 1980; Boesch und Boesch 1983, 1990; Becker 1993; Schick et al. 1999; Fox und bin Muhammad 2002; Schuster 2009; Stolarczyk 2009).

Diese kurze Übersicht zeigt, dass heute lebende Menschenaffen alle Arten von tierischer und pflanzlicher Nahrung in ihr Nahrungsspektrum aufgenommen haben. Selbst die Nutzung von Werkzeugen bei der Nahrungsgewinnung und -verarbeitung ist bei ihnen gebräuchlich. Daraus darf man schließen, dass auch die Ernährung unserer gemeinsamen Vorfahren von diesen beiden Aspekten gekennzeichnet war:

- Nutzung aller zur Verfügung stehenden Nahrungsressourcen (pflanzlichen und tierischen Ursprungs), wenn auch in sehr unterschiedlichen Quantitäten und Qualitäten.
- Nutzung von Werkzeugen zur Gewinnung von Nahrung und zur Nahrungsverarbeitung.

Beide Strategien tragen zur Nahrungssicherheit bei und damit zum Überleben und zur Fortpflanzung.

Das einzigartige Kennzeichen der Ernährung von Primaten und Hominiden ist, dass sie bezüglich ihrer Ernährung nicht mehr an Nischen gebunden sind, an einige wenige Nahrungskomponenten, sondern aus einer Vielzahl zur Verfügung stehender Nahrung auswählen und überleben können.

Da ich mich auf die Ernährungsgrundlagen, während der OIS 3 im nördlichen Europa konzentrieren möchte, sind die beiden Hominiden *H. sapiens* und *H. Neanderthalensis* Gegenstand der Untersuchung.

2 Mittelpaläolithikum und Jungpaläolithikum

Der Übergang vom Mittelpaläolithikum zum Jungpaläolithikum in Europa wird an den unterschiedlichen Verhaltens- und Lebensweisen von Neandertalern und anatomisch modernem Menschen festgemacht. Folgende Veränderungen gelten als gesichert:

- Wechsel von einer Abschlag- zu einer Klingentechnologie bei den Steinartefakten.
- Breiteres Spektrum und höhere Komplexität an Steinartefakten.
- Bearbeitung von Knochen, Geweih und Elfenbein nicht nur gelegentlich, sondern in großem Ausmaß und zur Herstellung von Werkzeugen, Kunst und Schmuck.
- Zunahme der Populationsdichte.
- Größere Anzahl an Individuen in Gruppen.
- Strukturiere Besiedlung.
- Einsatz von Schmuck und Ocker.
- Nutzung von Schnecken und Tierzähnen als Schmuck.
- Spezialisierte Jagd und wenig Scavenging.

(Mellars 1973)

Während die meisten der oben aufgeführten Punkte auch heute noch bestätigt werden, sieht es im Falle der Subsistenz, Jagd und Ernährung diverser aus. Zu dem Zeitpunkt zu dem Mellars diese Aussagen getroffen hat, existierten nur die klassischen archäozoologischen Methoden, um Ernährungsfragen klären zu können. Heute steht ein größeres Spektrum an naturwissenschaftlichen Methoden zur Verfügung. Mellars führte damals nur eine spezialisierte Jagd und „wenig Scavenging“ für den *H. sapiens* im Vergleich zum Neandertaler an.

Die heute bekannten Unterschiede im Ernährungsverhalten von *H. sapiens* und Neandertaler werden im Kapitel III ausführlicher besprochen.

3 Fragestellungen

Ein Fach, das mich während des Studiums besonders ansprach, war die Quartärökologie. Dort lernte ich, wie das Klima, aber vor allem die klimatischen Veränderungen, die Lebensumwelt der Menschen veränderten und wie diese im Laufe der Zeit auch mit einer Ursache für die Evolution des Menschen waren.

Alles scheint immer abhängig davon zu sein, welchen Einfluss das Klima auf die Ökologie nahm: Verfügbarkeit und Art von Nahrung, Notwendigkeit von Kleidung, Entwicklung von Werkzeugen und Jagdstrategien, Populationsdichte und Wanderbewegungen.

Dadurch wurde klar, dass sich auf Grund dieser sich ändernden Umwelt die Nahrungsgrundlagen für die Hominiden immer wieder änderten und sie sich dem anpassen mussten. Und hier entsteht wieder die Frage danach, ob die Natur oder die Kultur den entscheidenden Einfluss darauf hatte, was gegessen wurde. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Die Entstehung des trichromatischen Sehens, ermöglichte es den Primaten, reife von unreifen Früchten zu unterscheiden oder Farbsignale, die Paarungsbereitschaft anzeigten, zu erkennen. Die reifen Früchte enthielten hohe Mengen an Carotinoiden, die wiederum ein Teil des Photopigmentes im Auge sind (Biesalski 2015: 36-40).
- Vor 30 - 40 Mio. Jahren ging bei unseren Vorfahren der letzte Schritt in der Synthese des Vitamin C (Ascorbinsäure) verloren. Fortan musste ausreichend Vitamin C für die Kollagensynthese, die Synthese von Neurotransmittern und für den Schutz des Gehirns vor oxidativen Prozessen in ausreichender Menge mit der Nahrung aufgenommen werden (Biesalski 2015: 40-44).

Diese beiden Veränderungen ereigneten sich auf der Basis der Biologie und damit der Natur. Aber sie zwangen im weiteren Verlauf die Primaten dazu, sich ganz bestimmten Nahrungsressourcen zuzuwenden und diese gezielt auszuwählen, diese Informationen sozial an ihre Nachkommen weiterzugeben, was wiederum eine eher kulturelle Leistung darstellt.

Während sich bedeutende Schritte in der Evolution der Ernährung der Hominiden in warmen Klimazonen mit hoher Dichte (nicht im Regenwald) an pflanzlicher und tierischer Nahrung in Afrika abspielten, drängte sich mir immer wieder die Frage auf, wie sich die Ernährung gestaltete in den nördlichen Regionen der Erde, die seit dem *H. erectus* bewohnt wurden und vor allem, wie eine Nahrungssicherung während der Eiszeiten möglich war.

Zunächst war das Stage 3 Projekt: „Neanderthals and modern Humans in the European landscape during the last glaciation“ (van Andel und Davies 2003) eine gute Informationsquelle, aber am Ende blieben Fragen bezüglich der Ernährung offen, denn das Stage 3 Projekt fokussierte sich in erster Linie auf das sich ändernde Klima und seine Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt und die Hominiden während der OIS 3.

Folgende Fragestellungen ergaben sich für mich:

- Gibt es Unterschiede in der Nahrungsaneignung, die bedingt sind durch die klimatischen Bedingungen in den drei Abschnitten der OIS 3?
- Sind Unterschiede zwischen den beiden Hominidenarten zu erkennen bezüglich Nahrungsauswahl und Nahrungsverarbeitung? Ist für den AMH eine größere „Diet breadth“ nachweisbar?
- Wie war es für die Menschen, die im nördlichen Europa lebten, aus Sicht der Ernährungsphysiologie während der letzten Eiszeit möglich zu „überleben“?
- Was genau wurde gegessen? Wie wurde ausgewählt?
- Gab es genügend Nahrung oder war Hunger ein täglicher Begleiter?
- Welche Art von Nahrung dominierte?
- War die Ernährung bedarfsdeckend und eine Grundlage für ein gesundes Leben?
- Gab es Nährstoffe, die im Überfluss konsumiert werden konnten oder gab es Nährstoffe, die nur begrenzt verfügbar waren?
- Welche Folgen für die Gesundheit und die Fortpflanzungsfähigkeit, und damit der Erhaltung der Art, haben begrenzt verfügbare Ressourcen?

Die OIS 3, als die letzte Periode innerhalb der Weichselkaltzeit vor dem LGM, schien mir ein geeigneter Untersuchungszeitraum. Denn innerhalb dieses Zeitabschnittes lebten zunächst Neandertaler und später auch AMH im nördlichen Europa. Dabei verschlechterten sich die klimatischen Bedingungen hin zum LGM immer mehr. Damit einhergehend mussten sich auch die Nahrungsgrundlagen für die beiden Menschenarten verändert, vermutlich verschlechtert haben. Haben sie diesen klimatischen Druck anders verarbeitet? Die Neandertaler gaben dieses nördlichst gelegene Revier irgendwann auf, wanderten immer weiter nach Süden und starben schließlich aus (Finlayson et al. 2006).

Es fiel mir auf, dass häufig die Ergebnisse einer einzigen Publikation, eines einzigen Fundplatzes, übertragen werden auf die gesamte Epoche, in der sie sich ereigneten, oder auf andere Regionen als der, in der sie sich ereigneten. Das ergibt immer ein Bild, das meines Erachtens verzerrt ist.

Ein Beispiel: Hardy und Mitarbeiter (Hardy et al. 2011) werden häufig zitiert, wenn es darum geht, dass Neandertaler Jagd auf Vögel, Säugetiere und Fische machten, aber auch stärkehaltige Pflanzen und Holz nutzten. Daraus wird dann eine Nutzung dieser Ressourcen durch Neandertaler allgemein angenommen, mit einem Hinweis, dass sie sich nicht vom modernen Menschen unterscheiden und ähnliche kognitive Fähigkeiten hatten.

An den Ergebnissen von Hardy zweifle ich nicht, für den Fundplatz und den Zeitrahmen stimmen seine Angaben. Aber ich zweifle daran, ob es zulässig ist, diese Ergebnisse zu

verallgemeinern. Dies veranlasste mich, es mit einer Metaanalyse von vielen Fundplätzen in den drei klimatisch unterschiedlichen Perioden der OIS 3 und den drei unterschiedlichen archäologischen Kulturen Mittelpaläolithikum, Aurignacien und Gravettien zu versuchen.

Metaanalysen sind in der Ernährungswissenschaft ein seit Jahrzehnten erprobtes Mittel, um unterschiedliche und teils widersprüchliche Ergebnisse, von experimentell durchgeführten Studien zu einer Fragestellung zu überprüfen.

Da die einzelnen Studien, deren Ergebnisse überprüft werden sollen, im Studiendesign nur wenig standardisiert sind, ist es notwendig, Ergebnisse einzelner Studien auszuschließen (wegen schlechtem Studiendesign, zu geringer Probandenzahl, fehlenden Vergleichsgruppen...) und die übrigen in eine halbwegs einheitliche Form zu bringen.

Von Seiten der Archäologie gibt es unzählige Veröffentlichungen zur Fauna mittel- und jungpaläolithischer Fundplätze. Es existiert kaum Standardisierung, denn die geologischen Bedingungen einer Grabung, Ort und Zeitpunkt einer Grabung, Datierungsmethoden, örtliche und finanzielle Einschränkungen spielen eine große Rolle dabei, welche Befunde erhoben wurden, welche Funde ausgewertet wurden, wie und was von einem Fundplatz publiziert wurde. Trotz dieser Einschränkungen finde ich es immer schade, dass aus den unzähligen publizierten Daten so wenig gemacht wird. Sie dienen meist nur dem regionalen Vergleich von Fundplätzen.

Daher habe ich mich entschlossen, sowohl die Fauna der OIS 3 im nördlichen Europa als auch das Vorkommen von Pflanzen in dieser Region zu untersuchen.

Zur Beantwortung dieser Fragen schien es mir notwendig, eine so weit als mögliche „Standardisierung“ zu treffen. Es wurde daher die Region - 4° westlicher Länge bis ca. 34° östlicher Länge und 43° nördlicher Breite bis 52° nördlicher Breite ausgewählt. In dieser Region befinden sich die am weitesten nördlich gelegenen Fundplätze in Europa und sie liegen alle nördlich der großen Gebirgsketten, Pyrenäen, Alpen und Karpaten.

Es wurden nur Fundplätze mit einer maximalen Höhe von 800 m ü.N.N. ausgewählt. Weiter wurde bei den Fundstellen unterschieden zwischen Freiland, Abri und Höhle. Damit war der Naturraum eingegrenzt.

Zeitlich wurde die o.g. Region für den Zeitrahmen der OIS 3 von ca. 60 ka und 27 ka, also dem Mittelpaläolithikum, dem Aurignacien und dem Gravettien eingegrenzt (die Angaben, wann das LGM begann, sind unterschiedlich). Innerhalb dieser Perioden herrschten unterschiedliche Klimabedingungen. Insgesamt wurde es immer kälter, bis zum LGM.

Für die Fauna wurde ein Score System entwickelt, welches die Aussagen zur Fauna eines Fundortes bezüglich der Nahrung einschätzt.

Folgende Kategorien wurden dabei untersucht:

- Dominanz der genutzten Taxa.
- Hinweise zur monospezifischen Jagd.

- Vorkommen sogenannter „Kleiner Tiere“ (Vögel, Fische, Hasenartige, Murmeltiere, werden in den nachfolgenden Textteilen immer großgeschrieben als Überbegriff) am Fundplatz.
- Nachweise für die Jagd auf bestimmte Jagdmuster.
- Dominanz einzelner Skeletteile, die auf Nahrungsgewinnung zurückzuführen ist.
- Schlacht- und Schnittspuren am Knochenmaterial sowie Brandspuren am Knochenmaterial.
- Hinweise auf Knochenmarkgewinnung.
- Jagdsaison.
- Vorkommen von Herden, Aschelinsen oder sonstigen „Combustion features“ in der gleichen Schicht, in der das Faunenmaterial lag.

Bei der Einschätzung der o.g. Faktoren habe ich mich auf die jeweilige Meinung der Bearbeiter der Fauna verlassen.

Nicht in die Analysen einbezogen wurden Fundplätze, die nicht eindeutig physikalisch datiert waren und Fundplätze deren Carnivorenanteil über 20% liegt, da die dort vorgefundene Fauna dann nicht von Menschen akkumuliert wurde, sowie Fundplätze oder Schichten, in denen keine Steinartefakte zusammen mit den faunistischen Hinterlassenschaften vorkamen. Damit fielen viele bekannte und in früheren Zeiten ergrabene Fundplätze leider weg.

Eine physikalische Datierung der Schichten schien mir wichtig, um eventuell eine Abhängigkeit der vorkommenden Fauna bezüglich der klimatischen Veränderungen erkennen zu können. Dahinter steht die Frage, inwieweit sich die beiden Hominidenarten der veränderten Fauna anpassten oder auch nicht. Als Hintergrund dienten mir auch hier die Daten des Stage 3 Projektes.

Eine weitere Fragestellung ergab sich für mich durch das weithin bekannte Konzept der Paleo Diet. Die Paleo Diet beansprucht, eine Ernährung zu sein, an die wir moderne Menschen evolutionsbiologisch angepasst sind und die uns Gesundheit und Schutz vor den weitverbreiteten Zivilisationskrankheiten, wie Übergewicht, metabolischem Syndrom, Tumorerkrankungen und Allergien verspricht (Cordain et al. 2000; Cordain 2002; Cordain et al. 2005; Worm 2008). Daraus entsteht die Frage danach, ob es eine evolutionsbiologische Anpassung an eine bestimmte Art der Ernährung des modernen Menschen gibt.

4 Was untersucht die Ernährungswissenschaft?

Ernährungswissenschaft ist die Wissenschaft der Nahrung, der Nährstoffe und der Substanzen in ihnen, ihre Interaktionen, Wirkungen und das Gleichgewicht in Beziehung zu Gesundheit und Krankheit und die Prozesse, mit denen der Organismus verdaut, resorbiert, transportiert, verwertet und die Nahrungsinhaltsstoffe ausscheidet (Dörr und Martin 2016; Hahn et al. 2015; Groot 2011).

Eine der wichtigsten Forschungsfragen ist die, ob ein bestimmter Lebensstil oder eine bestimmte Ernährungsweise, die in der heutigen Zeit praktiziert wird, „bedarfsdeckend“ ist

(Deutsche Gesellschaft für Ernährung et al. 2019, im Folgenden DGE). Darunter versteht man eine dem Alter, Geschlecht, Körpergröße und körperlichen Beanspruchung angepasste Versorgung des Organismus mit den Makronährstoffen: Proteine, Kohlenhydrate und Fette, sowie mit den Mikronährstoffen: Vitamine (13 verschiedene) und Mineralstoffe (16 verschiedene). Es sind dies die Substanzen, die dem menschlichen Körper von außen zugeführt werden müssen, da er sie nicht oder nur teilweise selbst herstellen kann (vergl. dazu Kapitel IV,4).

4.1 Tierische Ressourcen

Aus der Menge der Fauna einer Fundschicht ließe sich theoretisch die Menge an Fleisch, Fett und Knochenmark ermitteln. Allerdings wurden die Schichten meist über einige tausend Jahre gebildet und damit ist eine quantitative Aussage zur Nahrungsmenge einfach nicht mehr möglich.

Will man aber wissen, ob die vorhandene Nahrung ausreichend, üppig oder nur mäßig war, benötigt man quantitative Angaben zum Nahrungsverbrauch. Daraus lassen sich dann auch Berechnungen bezüglich der Nährstoffe und dadurch zum Gesundheitszustand durchführen.

Diese Vorgehensweise ist nur möglich, wenn man für die beiden, während der OIS 3 in Europa ansässigen Menschenarten annimmt, dass deren Metabolismus und Physiologie dem des heute lebenden *H. sapiens* gleicht. Überlegungen und Berechnungen dazu finden sich in Kapitel IV,2.2 bis 2.6).

Die wichtigste Aussage dazu ist die Tatsache, dass heute lebende Menschen eine maximale obere Grenze der Proteinverwertung von 3 g/kg Körpergewicht besitzen (Kapitel IV, 3.1). Daraus lässt sich ein maximal verträglicher Konsum von Fleisch ermitteln, was zusammen mit der Kenntnis des Gesamtenergiebedarfs (total energy expenditure = TEE) Berechnungen bezüglich der notwendigen Kohlenhydrat- und Fettmenge zulässt. Eine Bedarfsdeckung mit Makronährstoffen allein sichert das Überleben aber nicht, es muss auch eine Bedarfsdeckung der Mikronährstoffe sichergestellt werden (DGE 2019).

Für einige Tierarten, die in der OIS 3 gelebt haben und als Nahrung gedient haben und die auch heute noch vorhanden sind, liegen Nährstoffanalysen vor. Das Gleiche gilt auch für einige Pflanzen. Allerdings ist die Datenlage nicht üppig.

Die Ergebnisse der Modellkalkulationen zum Fleischkonsum zeigen, dass eine Ernährung aus rein tierischen Quellen nicht bedarfsdeckend im Sinne der Ernährungswissenschaft ist. Es fehlen wichtige Makro- und Mikronährstoffe (vgl. Kapitel IV, 3 und 4).

4.2 Pflanzliche Ressourcen

Auf Grund der fehlenden Makro- und Mikronährstoffe durch eine alleinige Ernährung mit Muskelfleisch, Innereien und Knochenmark war es notwendig, die pflanzlichen

Nahrungsressourcen während der OIS 3 zu ermitteln, um deren Beitrag zur Bedarfsdeckung zu prüfen. Das ist weit schwieriger, als die tierische Nahrung zu erfassen, weil Pflanzen im archäologischen Kontext kaum Spuren hinterlassen.

Während es zur Erfassung tierischer Ressourcen an archäologischen Fundplätzen zwei Methoden gibt, die klassische Archäozoologie und die Untersuchung der stabilen Isotope im Knochenkollagen der Fauna und der Hominiden, existieren bei der Suche nach Pflanzen an archäologischen Fundplätzen eine ganze Reihe naturwissenschaftlicher Methoden (Pollenanalysen, Makropflanzenreste, Untersuchung der Rückstände im Dental calculus, Stärkeanalyse auf Werkzeugen und Zähnen, Untersuchung der Dental microwear, Mikrogebrauchsspuren auf Werkzeugen). Daher ist ein multimethodischer Ansatz notwendig. Die Methoden sind teilweise sehr speziell und nicht gut miteinander vergleichbar (vgl. Kapitel XII). Gemeinsam mit den Methoden zur Untersuchung der tierischen Ressourcen haben sie, dass sie keine quantitative Abschätzung des Verzehrs zulassen.

Es lag in meinem Interesse, möglichst viele dieser Methoden zu betrachten und sie hinsichtlich ihrer Ergebnisse, wo möglich, zu vergleichen, aber auch ihre zeitliche Aussagekraft zu beurteilen. Die meisten dieser Methoden geben nur Hinweise auf das Vorkommen bestimmter essbarer Pflanzen, oder das Vorkommen des wichtigsten pflanzlichen Kohlenhydrates, der Stärke (vgl. Kap. IV, 3.2). Eine quantitative Abschätzung der Mengen an Pflanzen, die konsumiert werden mussten, damit der Bedarf der Hominiden gedeckt ist, lässt sich nur über den Umweg der Erfassung der Proteine in der tierischen Nahrung feststellen.

Für die Fauna war es wichtig, die drei großen Zeitabschnitte der OIS 3 (Periode I: stabile Warmphase, Periode II: Phase der starken Klimaschwankungen, Periode III: kälter werdendes Klima bis hin zum LGM) zu unterscheiden, um etwaige Klimaeinflüsse erfassen zu können und Unterschiede zwischen den archäologischen Kulturen (Mittelpaläolithikum, Aurignacien, Gravettien) feststellen zu können. Dies ist nur möglich auf Grund der physikalischen Datierung der Schichten, in denen die Fauna gefunden wurde. Die archäologischen Kulturen sind nicht kongruent mit den o.g. klimatischen Perioden. Aus diesem Grund wird eine Auswertung für beide Einteilungen (klimatische Perioden und archäologische Kulturen) angestrebt.

Bei den Pflanzen ist diese zeitliche Erfassung in die drei Abschnitte nicht möglich. Das liegt zum einen daran, dass man pflanzliche Überreste sehr selten an archäologischen Fundplätzen findet. Die sich daraus ergebenden Daten würden ein sehr dürftiges Ergebnis liefern. Das weitaus größere Problem ist, dass man es bei den Pflanzen mit mehreren hundert essbaren Taxa zu tun hat, während es bei den Tieren nur etwa ein Dutzend verschiedene Taxa zu unterscheiden gibt.

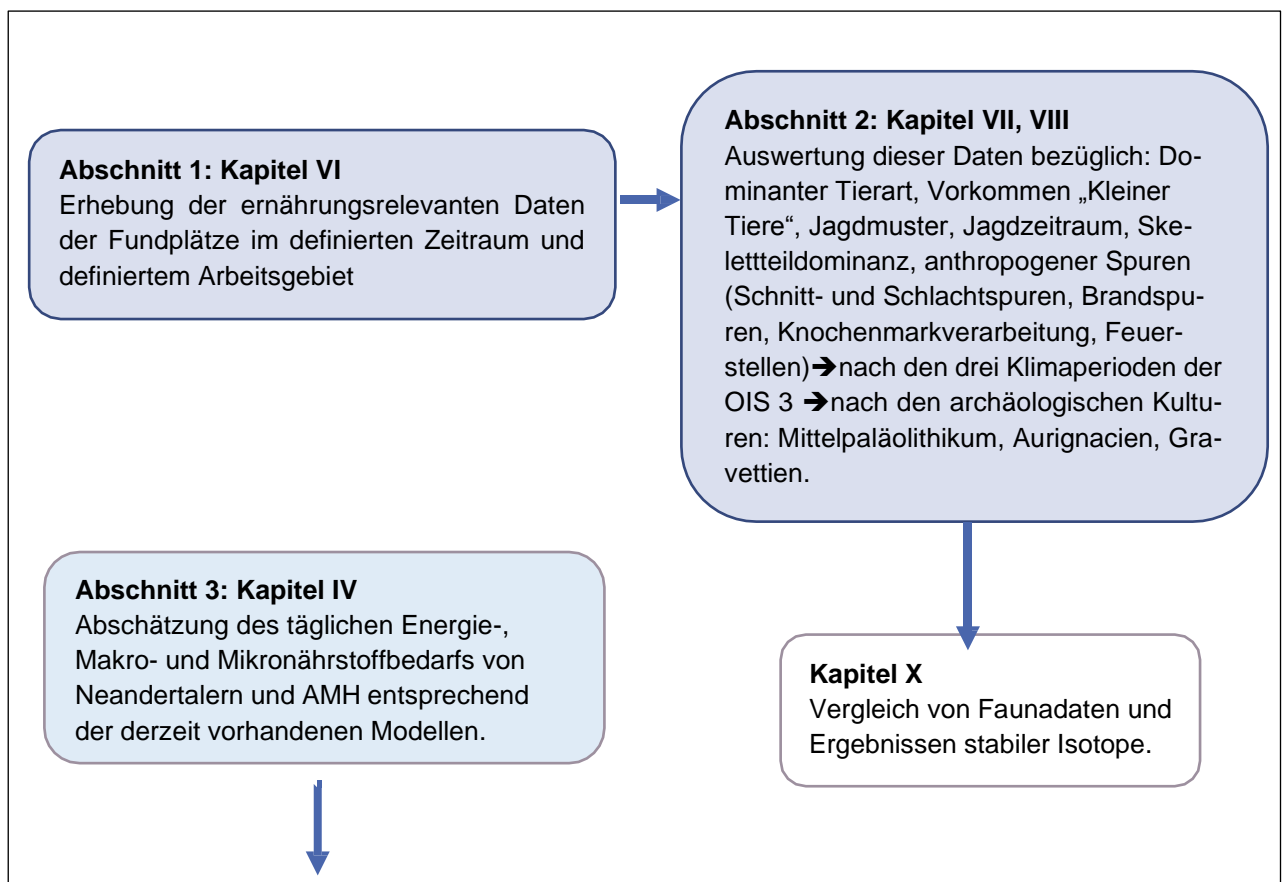
Während reines Muskelfleisch bei den herbivoren Arten eine sehr ähnliche Zusammensetzung bezüglich der Makro- und Mikronährstoffe besitzt, unterscheiden sich die verschiedenen essbaren Pflanzenkategorien in dieser Hinsicht sehr stark (vgl. Kap. XIII).

Es wurde daher für Pflanzen eine Modellkalkulation durchgeführt, um abzuschätzen, welche Mengen von den verschiedenen Kategorien (Samen, Nüsse, Blätter, Greens, Knollen)

konsumiert werden müssen, damit die Ernährung bedarfsdeckend wird, aber es lassen sich keine Aussagen machen, weder bezüglich des zeitlichen Vorhandenseins der Pflanzen außer, dass sie während der OIS 3 vorkamen – noch bezüglich des Konsums durch Neandertaler oder AMH.

Es ist aber möglich, aus dem Zusammenführen der tierischen und pflanzlichen Ressourcen eine Aussage dahingehend zu treffen, ob durch sie die beiden Hominidenarten gesund und leistungsfähig zu ernähren waren und sie ihre Reproduktion sichern konnten.

5 Vorgehensweise





Abschnitt 3: Modellkalkulationen

Fleisch, Knochenmark, Fett: Kapitel IX

Kalkulation der täglich verzehrbaren Fleischmenge, entsprechend des Energiebedarfs und der maximal möglichen Proteinmenge durch die dominanten Jagdtiere
→ Ergebnisse

Abschnitt 3: Modellkalkulationen, Kapitel IX

Ableitung der Menge an Kohlenhydraten und Fetten, die notwendig sind, um den täglichen Energiebedarf zu decken. Ableitung der möglichen Mengen an essentiellen Fettsäuren und Mikronährstoffen die in Fleisch, Knochenmark und Fett vorhanden sind.

Abschnitt 4: Kapitel XI

Erfassung der in der OIS 3 verfügbaren Nahrungspflanzen mit Hilfe der im Stage 3 durchgeführten Biomisation. Abgleich mit Pollendaten von Fundplätzen im gewählten Zeitraum und geografischen Gebiet.

Abschnitt 5: Kapitel XII

Ergebnisse des direkten Nachweises von Pflanzen der OIS 3 im archäologischen Kontext.

- Makropflanzenreste
- Stärke aus Dental Calculus
- Stärke auf Steinartefakten und GST
- Gebrauchsspurenanalyse von Werkzeugen und Rückstände, die Nahrungszubereitung angeben.
- Dental Microwear Analyse
- Pflanzen DNA aus Sedimenten
- Nachweis von Underground Storage Organs (USO)

Abschnitt 6: Kapitel XI

Erheben von Nährwertangaben von Pflanzen aus der OIS 3, anhand von Analysen der heute noch verfügbaren Pflanzen.

Abschnitt 7: Kapitel XIII

Modellkalkulation für Makro- und Mikronährstoffe sowie essentielle Fettsäuren aus der verfügbaren Pflanzenbasis → ernährungsphysiologische Beurteilung.

Zusammenfassung: Kapitel XIV

Beurteilung und Diskussion der Ergebnisse.

Kapitel II: Die Ökologie des Weichsel/Würm Glazials mit Schwerpunkt OIS 3

1 Einleitung

Mit dem Begriff Humanökologie werden Wechselwirkungen zwischen Natur, also Vegetation, Fauna, Klima, Gewässer, und dem Menschen, insbesondere dessen Bevölkerungsentwicklung, bezeichnet (Bick et al. 1991).

Der Mensch ist seinerseits ein Teil der Natur, er beeinflusst die Natur aber auch in Form seiner Daseinsgestaltung durch Eingriff in die natürlichen Ressourcen wie lithische und andere Rohmaterialien, Nahrung, Kleidung, Brennmaterial und durch seine Bevölkerungszahl.

In der Archäologie wird für die Erforschung des Eiszeitalters eher der Begriff Quartärökologie (Delcourt and Delcourt 1991) gewählt. Dies zeigt nicht nur an, dass es sich um die Ökologie vergangener Zeiten handelt, sie klammert in diesem Begriff auch den Menschen zunächst aus, weil sein Einfluss auf die Ökologie als noch gering angesehen wird, bzw. Hominiden eher als der Natur ausgeliefert gelten, die es gilt, zu bewältigen.

Im Folgenden möchte ich diese Faktoren, die den Menschen und seine Entwicklung beeinflussenden Faktoren der Ökologie in der OIS 3, beschreiben.

1.1 Räumliche Eingrenzung des Arbeitsgebietes

Das Erhebungsgebiet für den Vergleich der Ernährung von Neandertalern und AMH soll für folgenden geografischen Raum untersucht werden:

Tab. II- 1 räumliche Eingrenzung des Arbeitsgebiets, festgelegt nach www.favicate.de/geo-laengen-breitengrade, 23.10.2020

Südgrenze	Nordgrenze
Pyrenäen $\approx 0^\circ$ westl. Länge, 43° nördl. Breite	Britische Inseln $\approx -4^\circ$ westl. Länge, 54° nördlicher Breite
Alpen $\approx 6^\circ$ - 13° östl. Länge, 45° nördl. Breite	Russland $\approx 33^\circ$ östl.Länge, 54° nördlicher Breite

Karpaten $\approx 19^\circ$ - 26° östl. Länge, 45° nördl. Breite	
---	--

1.2 Zeitliche Eingrenzung des Arbeitsgebietes

Die zeitliche Eingrenzung des Erhebungsgebietes bildet das Weichsel /Würm-Glazial. Innerhalb des Weichsel/Würm-Glazials wird die OIS 3 von 59 000 bis 27 000 BP gewählt. Dieser Zeitrahmen umspannt die späten Neandertaler und deren Aussterben bis ca. 30 000 BP und das Einwandern des AMH nach Europa nördlich der Alpen ab ca. 45 000 BP (Stewart 2004). Ganz bewusst wird das LGM nicht mehr mit einbezogen, da es zum Zeitpunkt dieser extremen Klimabedingungen keine Neandertaler in Europa mehr gab, und die Lebensbedingungen auch für den AMH ausgesprochen schwierig waren.

Diese zeitliche und räumliche Eingrenzung erfolgt, weil für den Vergleich der Ernährungsweise beider Menschenarten möglichst gleiche ökologische Bedingungen herangezogen werden sollen. Dies bedeutet, dass von einer nahezu ähnlichen Ressourcensituation bezüglich pflanzlicher und tierischer Nahrung hinsichtlich deren Vergleichbarkeit ausgegangen werden soll.

1.3 Datierungsprobleme

Die klimatischen Bedingungen, wie sie im Folgenden für die OIS 3 beschrieben werden, beziehen sich auf naturwissenschaftliche Methoden, die mit absoluten Zeitskalen d.h. mit Sonnenjahren oder Kalenderjahren arbeiten.

Die meisten Veröffentlichungen über archäologische Fundplätze in diesem Zeitrahmen beziehen sich in der Datierung auf die Radiocarbonmethode, die ihre Ergebnisse nicht in Kalenderjahren angibt. Wo möglich, wurde die ^{14}C -Kurve daher kalibriert. Dennoch gibt es im genannten Zeitrahmen Datierungsprobleme.

Die ^{14}C Zeitskala endet nach 6–7 Halbwertszeiten um ca. 40 – 30 ka BP (Conard and Bolus 2008). Dieser Zeitpunkt liegt innerhalb der OIS 3 und auch innerhalb der so bedeutenden Frage nach dem Zeitpunkt der Einwanderung des *H. sapiens* nach Europa und dem letzten Auftreten des Neandertalers in Europa.

Andere Datierungsmethoden (Thermolumineszenz, Optische Lumineszenz, Elektronenspinresonanz, Uran/Thorium Serie), die dieses Problem umgehen, stehen zwar zur Verfügung, aber nur ein kleiner Teil der Fundorte wurde mit einer dieser Methoden datiert. Das Stage 3 Projekt (van Andel 2003; van Andel and Davies 2003) versucht, diese Probleme mit einer eigenständigen Kalibrierungsmethode zu umgehen (van Andel et al. 2003).

Radiocarbonaten variieren je nach Aufarbeitungsmethode der Proben, dem Probenmaterial (Holzkohle, Knochen) und dem Erhaltungszustand.

Der ^{14}C Gehalt der Atmosphäre war nicht immer gleich hoch. Er ist abhängig:

- von der Stärke des Erdmagnetfeldes. Dieses hat Einfluss auf die kosmogene Isotopenproduktion.
- der Variation der kosmischen Strahlung der Sonne.
- dem Austausch des Kohlenstoffes mit den Reservoiren auf der Erde. Hier sind die Ozeane die größten Speicher. Ihre Speicherkapazität ändert sich mit den Meeresströmungen.

(Conard and Bolus 2008; Talamo et al. 2012).

Diese Umstände wurden als Ursache einer Anomalie zwischen 30 ka BP und 40 ka BP angenommen (Conard and Bolus 2003, 2008; Richter et al. 2000).

Diese Schwierigkeiten versuchten verschiedene Teams im Laufe der letzten Jahre aufzuarbeiten (Jöris and Street 2008; Reimer et al. 2013; Talamo et al. 2012; Weninger and Jöris 2008).

Aus den genannten Gründen wurde im Folgenden bei der Aufarbeitung der Fauna immer die lithische Industrie der Fundschicht und, wo immer möglich, die Datierungsmethode genannt und bei Radiocarbonaten die kalibrierten Werte angegeben.

1.4 Forschungsgeschichte: Eiszeiten

Die letzte Eiszeit des Pleistozäns wird in Nordeuropa als Weichselglazial und im Alpenraum als Würmglazial bezeichnet und umspannt den Zeitrahmen von 115 000 - 11 700 Jahre vor heute.

Heute dienen zur Einteilung von Eiszeiten nicht allein die Ausdehnung von Grundmoränenlandschaften und der Verlauf von Endmoränen, wie Penck und Brückner (1901/1909) dies einst definiert haben. Für die Feingliederung werden heute Biostratigraphie, Chronostratigraphie, Warvenstratigraphie, Gesteinsmorphologie, physikalische Datierungsmethoden und zur Klimastratigraphie Tiefseesedimentbohrkerne, Eisbohrkerne, Pollendiagramme u.v.m. herangezogen (Ehlers 2012). Es ist dabei immer noch schwierig, die marinen Isotopenstufen mit den terrestrischen Isotopenstufen zu korrelieren.

Daher ist inzwischen klar, dass Weichselglazial und Würmglazial zeitlich nicht vollkommen deckungsgleich sind und in viele weitere Stufen mit Warm- und Kaltzeiten unterteilt werden können. Dennoch sollen sie zur zeitlichen und räumlichen Eingrenzung des zu bearbeiteten Gebietes herangezogen werden.

James Hutton hatte bereits 1795 angenommen, dass die nördlichen Teile Europas einst von einem Eisschild bedeckt wurden. Diese Idee wurde, wenn auch zögerlich, in der

Folgezeit von verschiedenen Naturforschern wie Venetz, Esmark und Bernhardt aufgriffen (Burroughs 2005: 22,23).

Der Schweizer Louis Agassiz prägte als Erster den Begriff „Eiszeit“ und veröffentlichte seine Erkenntnisse dazu 1840 in einer Monografie. Er war davon überzeugt, dass die großen Granitblöcke, mehr als 100 km von den Alpen entfernt, einst durch Gletscher dorthin transportiert worden waren (Burroughs 2005: 23-25).

In den kommenden Dekaden wurde klar, dass gewisse Geländemerkmale auf der nördlichen Hemisphäre nur durch Eiszeiten erklärbar waren. Dennoch blieb das Thema von Eiszeiten bis zum Ende des 19. Jahrhunderts umstritten (Burroughs 2005).

Penck und Brückner veröffentlichten als Erste ein Modell für vergangene Eiszeiten. Es basierte in erster Linie auf geologischen Erkenntnissen und auf Fluktuationen der Schneestände in den Alpen (Penck and Brückner 1901/1909). Die vier Eiszeiten Würm, Riss, Mindel und Günz wurden von ihnen nach Alpenflüssen benannt, die in der jeweiligen Eiszeit klare Beweise für die Vereisung erbrachten.

Seit den 1950er Jahren kamen eine ganze Reihe neuer Methoden und weitere Daten zur Klimarekonstruktion dazu: die Dendrochronologie, Pollendaten, Sediment- und Eisbohrkerne (Burroughs 2005: 26, 27, 35). 1955 konnte Emiliani zeigen, dass es an Stelle von nur vier Eiszeiten, die durch Interglaziale unterbrochen wurden, in den letzten 750 000 Jahren sieben Eiszeiten gegeben hat, die sich mit einer Rhythmik von ca. 100 000 Jahren wiederholten. Mit Pollendaten ehemals unvereister europäischer Gebiete und Daten aus Eisbohrkernen konnte Emiliani seine Ergebnisse aus den Tiefseesedimentbohrkernen weiter absichern (Burroughs 2005: 26, 27).

Aus Tiefseesedimentbohrkernen ergeben sich zwei Quellen von Klimainformationen.

- Das Verhältnis der Sauerstoffisotope $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ aus CaCO_3 in den Skeletten der Foraminiferen im Tiefseewasser. Sie sind in den Eisbohrkernen aus Grönland und aus der Antarktis eingeschlossen, in Abhängigkeit der Temperaturveränderungen.

Als der Eispanzer auf der nördlichen Hemisphäre wuchs, war der Anteil an im Eis eingeschlossenem ^{16}O proportional höher als der Anteil von ^{18}O .

Das Verhältnis der Sauerstoffisotope veränderte sich mit dem An- und Abschwellen der Eisschilde und somit mit den Temperaturveränderungen, die sich in den Ozeanen ergeben hatten. Dies bedeutet, dass die Veränderungen des $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ Verhältnisses ein Maß für das Ausmaß der Eisschilde darstellen und somit indirekt ein Maß für die Änderung der globalen Temperaturen (Burroughs 2005: 5, 26-28; Lowe and Walker 1997).

- Eine weitere wichtige Quelle für das Klima sind Ausmaß und Verbreitung von Spezies, die im Oberflächenwasser der Ozeane vorkommen. Ihr Vorhandensein bzw. ihre Abwesenheit und ihr mengenmäßiges Vorkommen können als Richtlinien für die Oberflächentemperaturen der Ozeane angesehen werden. Ganz besondere Bedeutung haben Spezies, die ausschließlich in warmem oder kaltem

Wasser vorkommen, denn sie bilden ein direktes Maß für die vorherrschenden Temperaturen (Burroughs 2005: 4, 5, 27-33).

Ein Schlüsselement bei der Interpretation der Temperaturchronologie sind die 19 Sauerstoffisotopenstufen aus Tiefseesedimentbohrkernen. Sie werden heute genutzt, um die Glaziale und Interglaziale seit der Matuyama–Brunhes Magnetfeldumkehrung vor 750 000 Jahren einzuteilen (Burroughs 2005: 28; Lowe and Walker 1997: 157-160).

Erkennbar war, dass es in den vergangenen 400 000 Jahren ein konsistentes Muster im Klima gab. Jede Eiszeit endete mit einem raschen Temperaturanstieg. Nach einem Interglazial von rund 10 000 Jahren schlug das Klima wieder zu Eiszeitbedingungen hin um. Diese Abkühlung vollzog sich langsam und umfasste rund 100 000 Jahre.

Anfang der 1990er Jahre wurden zwei Eisbohrkernprojekte in Grönland durchgeführt. Sie gingen auf über 3000 m Tiefe und lagen nur 30 km voneinander entfernt:

- das Greenland Ice Core Project Members (GRIP) 1992 und
- das Greenland Ice Sheet Project 2 (GISP2) 1993 (Burroughs 2005: 4, 5, 26-27).

Die beiden Eisbohrkerne brachten vollkommen andere Ergebnisse zum Verlauf der letzten, der Weichsel/Würm Eiszeit, zu Tage, als man erwartet hatte.

In den Eisbohrkernen waren für die letzten 130 000 Jahre chaotische Bedingungen erkennbar, wie:

- Starke Fluktuationen im Schneeniederschlag von Jahr zu Jahr.
- Plötzliche Veränderungen der Staubmengen in den höheren Breiten.
- Veränderungen des $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ Verhältnisses.

Je wärmer die Ozeane wurden, desto wärmer war die Luft über den Eispanzern, desto höher war der Anteil des leichteren ^{16}O Isotops in den Schneeniederschlägen. Das heißt, dass Warmphasen an ihrem geringeren Anteil an ^{18}O in den Eisbohrkernen erkennbar sind.

Die Grönlandeisbohrkerne zeigten extrem häufige Klimaveränderungen in Zeitspannen von Jahrtausenden, die sich von extremer Kälte bis hin zu relativ warmen Bedingungen bewegen konnten.

Diese Langzeitveränderungen wurden jedoch überlagert von dramatischen kurzzeitigen Fluktuationen. Diese Fluktuationen zeigten in Grönland Änderungen von 6–10 °C nach unten und oben innerhalb nur weniger Jahre an. Damit änderten sich die jährlichen Schneeniederschläge ebenfalls um $\frac{1}{3}$ nach unten bzw. oben (Burroughs 2005: 5, 28).

Diese Ergebnisse konnten verifiziert werden durch Daten aus dem Eisbohrkern EPICA Community Members, 2004 aus der Antarktis sowie durch weitere Quellen aus älteren Eisbohrkernen, Tiefseesedimentbohrkernen, Ablagerungen in Mooren, Stalagmiten und Stalaktiten, Wachstumsringen von Korallenriffen und Pollenberichten sowie Speleothemen (Burroughs 2005: 6, 36).

Alle diese Daten machten klar, dass während der letzten Eiszeit, der Weichsel/Würm Eiszeit, chaotische Klimaverhältnisse geherrscht hatten, und eine einfache Rhythmik von 100 000 Jahre dauernden Glazialen – unterbrochen von 10 000 Jahren dauernden Interglazialen so nicht mehr haltbar war.

Die Grönlandeisbohrkerne weisen für den Zeitraum des Weichsel/Würm Glazials ab 113 000 Jahren vor heute 23 Interstadiale auf. Sie werden als Dansgaard-Öschger-Events (DO), nach ihren beiden Entdeckern benannt. DO-Events dauern durchschnittlich 1500 Jahre.

Dansgaard-Öschger-Events beginnen mit einer abrupten Erwärmung von 5 –10 °C in Grönland während nur einiger Dekaden. Diese Erwärmung wird von einer graduellen Abkühlung während mehrerer hundert Jahre abgelöst. Diese langsame Abkühlung wird durch einen weiteren Temperaturrückgang hin zu stadialen Bedingungen beendet (Burroughs 2005: 38-39; Lowe and Walker 1997: 341-342).

Auf der anderen Seite zeigen sich jedoch auch sehr kurze, sehr kalte Phasen (durchschnittlich 750 Jahre), die sogenannten Heinrich-Events (H). Heinrich-Events ereigneten sich während Stadialen und zeigen ausgeprägt kalte Bedingungen an, mit

Abb. II- 1, Korrelation der Stadiale und Interstadiale mit den Sauerstoffisotopenstufen (Lang 1994: 292)

Tabelle 6.1-2. Korrelation der Stadiale und Interstadiale des Weichsel-Glazials in vergleichender Übe:
 Schwarze Kreise: Interglaziale und Interstadiale mit Wald (im südlichen Mitteleuropa). Schraffierte Kreise: stadiale ohne Wald (im südlichen Mitteleuropa). Weiße Kreise: Stadiale. Zuordnung zu den Isotopen-Stadien und Altersangaben (rechts) nach PISIAS & al. (1984). Vgl. auch Abb. 7.4-4. Nach BEHRE (1989), S. WEGM (1992), WEST (1988) und ZAGWIJN (1989).

ISO- TOPEN	NIEDERLANDE	NORDDEUTSCHLAND DÄNEMARK	POLEN	OSTFRANKREICH	ALPENRAUM
● 1	Holocene	Holozän	Holocene	Holocène	Holozän
○	Younger Dryas	Jüngere Dryas	Younger Dryas	Dryas récent	Jüngere Dryas
●	Allerød	Allerød	Allerød	Allerød	Allerød
○	Older Dryas	Ältere Dryas			
●	Bølling	Bølling	Bølling	Bølling	Bølling
○	Oldest Dryas	Älteste Dryas	Oldest Dryas	Dryas ancien	Älteste Dryas
○					
○	Denekamp				
○					
○	Hengelo				
○					
○	Moershoofd				
○					
○		Glinde			
○		Ebersdorf		Lanterne II?	
○		Oerel		Ognon	3. Int.-St., Dürnten
○		Schalkholz		Lanterne I	3. St., Bifig
○					
● 5a	Odderade	Odderade	Rudunki	Saint Germain 2	2. Int.-St., Ufhusen
○ 5b		Rederstall		Melisey 2	2. St., Mühle
●	Brørup				
○ 5c		Brørup s.l.	Amersfoort s.l.	Saint Germain 1b	1. Int.-St., Huttwil 2
●	Amersfoort			1a	
○ 5d		Herning		Melisey 1	1. St., Seilern

einem weiteren Temperaturrückgang von 3 – 6 °C in Grönland, während einer ohnehin schon kalten Phase.

Heinrich Events konnten bisher nur für die letzte Eiszeit belegt werden. Sie werden mit H6 bis H1 bezeichnet, wobei H6 das älteste Ereignis ist. Mit Hilfe von Pollendiagrammen konnte gezeigt werden, dass Heinrich Events mit kalten, ariden Bedingungen in Europa korrelieren (Burroughs 2005; Lowe und Walker 1997: 341- 342).

Auf der nördlichen Hemisphäre änderten sich Ausmaß und Dauer dieser Klimaänderungen jedoch örtlich sehr stark. Für die Erforschung der Klimaänderungen in den nördlichen Breiten der nördlichen Hemisphäre eignen sich die Daten der Grönlandeisbohrkerne.

Sie zeigen für die Sauerstoffisotopenstufe 3 (fürderhin OIS 3, 59 000–27 000 Jahre vor heute) fünf Interstadiale:

- Oerel: 58 000 – 54 000 BP
- Glinde: 51 000 – 48 000 BP
- Moershoofd: 46 000 – 44 000 BP
- Hengelo: 39 000 – 36 000 BP
- Denekamp: 30 000 –28 000 BP

Die Sommer in den Interstadialen waren auffallend warm, am stärksten war der Temperaturrückgang während des Winterhalbjahres. In diesen 60 000 Jahren vor Beginn des Holozäns war das Klima durch extreme Variabilität der Temperaturen, der Windstärke und damit der Staubintensität, der Trockenheit der Kontinentalregionen in den mittleren Breiten gekennzeichnet. Das Klima innerhalb dieser Zeit war wenig vorhersehbar, innerhalb weniger Jahre konnte es viel kälter oder viel wärmer werden (Burroughs 2005: 26, 39 ,72-73).

1.5 Andere Einteilungen des Weichsel/Würm-Glazials

Biostratigrafische Befunde lassen eine Unterteilung des Weichsel/Würm-Glazials in drei Untereinheiten zu, die sich hinsichtlich Klima und Vegetation erheblich unterscheiden (Lang 1994: 292).

- Frühes Weichsel/Würm-Glazial: 115 000 bis 75 000 BP mit zwei langen, warmen Interstadialen mit Waldcharakter.
- Mittleres Weichsel/Würm-Glazial (= Pleniglazial): 75 000 bis 15 000 BP, das in manchen Gebieten durch Interstadiale weiter gegliedert werden kann. In diesen Abschnitt fällt die kälteste Periode mit der maximalen Eisausdehnung von 24 000 bis 14 500 BP, wobei um 20 000 BP die tiefsten Temperaturen erreicht wurden.
- Spätglazial: 15 000 bis 11 700 BP (Koenigswald 2002; Probst 2010).

In der Übersicht, die Lang (1994: 292) anbietet, werden die Stadiale und Interstadiale des Weichsel/Würm-Glazials mit Sauerstoffisotopenstufen korreliert und umfassen die Stadien OIS 5d bis OIS 2.

1.6 Das Stage 3 Projekt (van Andel 2003)

Die meisten Daten, anhand derer Klimabedingungen in der Vergangenheit beschrieben wurden, stützen sich auf die Grönlandeisbohrkerne, marine Sedimente und Warvenbildung, Pollenstratigrafien, Faunenverteilung, Lössschichten und Lössdicke. Davon ausgehend wird dann die Paläoumwelt rekonstruiert.

1995 startete in Cambridge das „Stage 3 Projekt“. Es stand unter der Leitung von Sir N.J. Shackleton und T.H. van Andel vom Godwin Institute for Quaternary Research an der Universität Cambridge (van Andel 2003). Fortan arbeiteten 30 Wissenschaftler aus 10 Ländern und drei Kontinenten weitgehend auf freiwilliger Basis. Unter ihnen waren Experten für Paläoklimatologie, Quartärgeologie, Paläoozeanographie, Archäologie, Anthropologie und menschliche Physiologie.

Für die Arbeitstechniken und -strategien übernahmen sie Ergebnisse des Earth System Center der Pennsylvania State University.

Die Input Daten zur Entwicklung von Klimamodellrechnungen und Simulationen kamen aus:

- Pollendaten
- Permafrostmerkmalen
- Lösssedimenten
- Fluss- und Windsedimenten
- den Grönlandeisbohrkernen GIPS und GRIP
- Coleopteradaten

Die Daten kamen aus ganz Europa, waren aber nicht in allen Gebieten gleich gut vertreten bzw. waren nicht für alle Gebiete erhoben worden.

Das Ziel des „Stage 3 Projektes“ war es, die Klimabedingungen in der OIS 3 so genau wie möglich zu beschreiben, und zwar auf Grund sehr vieler verschiedener Ergebnisse aus verschiedenen Disziplinen.

Das weitere und eigentliche Ziel für diese aufwändige Klimarekonstruktion war es, Aussagen treffen zu können zur Vegetation, zur Fauna und zu der Frage, ob das Aussterben der Neandertaler in diesem Zeitraum eine normale Entwicklung im Rahmen der ausgestorbenen Fauna war (Stewart 2005, 2007; van Andel and Davies 2003).

Das Stage 3 Projekt produzierte umfangreiche Ergebnisse auf einer einheitlichen Basis. Die Ergebnisse wurden durch Computersimulationen gewonnen. Teilweise kam es zu „un glaublichen“ Ergebnissen oder zu Daten, die nach Ansicht der Beteiligten

nicht stimmen konnten. Dies wird aber ausdrücklich an der jeweiligen Stelle vermerkt. Obwohl die Daten nun schon 18 Jahre alt sind, habe ich mich entschlossen, diese Daten für die Umweltrekonstruktion zu nutzen.

2 Überblick über das Klima in der OIS 3

2.1 Temperaturen

Die Jahresdurchschnittstemperatur in der jetzigen Warmzeit liegt in Deutschland bei + 8 °C. In der Weichselkaltzeit lag sie in Norddeutschland zwischen -6 °C und -8 °C und in Süddeutschland bei -4 °C.

Tab. II-2, Sommer- Wintertemperaturen im Vergleich (Liedke 2003)

	Weichselkaltzeit	Würmkaltzeit	heute
Durchschnittliche Sommertemperaturen	3 °C bis 5 °C	7 °C bis 9 °C	18 °C
Durchschnittliche Wintertemperaturen	-20 °C bis -22 °C	-6 °C bis -8 °C	-0,5 °C bis +2 °C

Ausführlichere Angaben zu durchschnittlichen Temperaturen findet man in (Burroughs 2005: 87, Tab. 3.1). Interessant sind dabei in erster Linie die Daten in den Interstadialen, die für Südwestfrankreich bei ca. 2 °C im Winter und 10 °C im Sommer lagen. Auf Höhe von 50° nördlicher Breite lagen die Wintertemperaturen bei -14 °C und die Sommertemperaturen bei 16 °C bis 20 °C. Diese Daten stammen aus der Simulation des Stage 3 Projekts (dazu im Folgenden mehr) und zeigen, dass die Temperaturen während der Interstadiale der OIS 3 sich zwar nicht auf dem Niveau des Holozäns befanden, jedoch weit höher lagen als während des LGM.

Die nachfolgende Abbildung ist eine vereinfachte Darstellung des Klimas des Weichsel/Würm Glazials mit Übergang zum Holozän. Aus den Isotopenwerten wurden die Temperaturen berechnet.

Die Daten der Sediment- bzw. Eisbohrkerne lassen sich nicht 1:1 auf das Klima in Mitteleuropa übertragen, aber sie lassen die globalen Trends erkennen und liefern damit erst einmal einen Einstieg und eine übersichtliche Struktur. Darauf aufbauend können dann weitere Klimaindikatoren hinzugezogen werden.

Lahr und Foley (2003) haben für die OIS 3 vier verschiedene Klimastufen unterschieden:

- extrem kalt = die $\delta^{18}\text{O}$ Werte sind nie mehr als 20 % unter denen des LGM

- kalt = die $\delta^{18}\text{O}$ Werte liegen zwischen 20 % und 40 % unter denen des LGM
- kühl = die $\delta^{18}\text{O}$ Werte liegen zwischen 40 % und 60 % unter denen des LGM
- warm = die $\delta^{18}\text{O}$ Werte liegen bei mindestens 60 % weniger als während des LGM

Insgesamt kann gesagt werden, dass die OIS 3 immer viel wärmer ist als das LGM. Nur während zweier Zeitabschnitte kommen die Temperaturen denen im LGM nahe: 64–63 ka BP und 44–43 ka BP.

Obwohl die Temperaturen während der OIS 3 niemals an die des Holozäns herankommen, besitzt dieser Zeitabschnitt lange Phasen mit vergleichsweise warmen Temperaturen.

Von den 35 ka, die die OIS 3 dauert, fallen:

- 37 % auf das, was oben als warm definiert wurde
- 23 % auf das, was als kalt definiert wurde
und nur
- 6 % auf das, was als extrem kalt definiert wurde.

Von Beginn der Periode an gibt es einen Trend zu wärmerem Klima, das sich zwischen 50 ka und 35 ka BP stabilisiert. Danach folgt ein langsamer Abfall hin zum LGM. Nach 33 ka BP ereignen sich keine Warmphasen mehr.

Das verblüffende und außergewöhnliche an der OIS 3 ist aber ihre enorme Variabilität.

Dabei verzeichnet der Abschnitt von 45 ka bis 40 ka BP die höchste Bandbreite an verschiedenen Klimazuständen und die meisten Veränderungen. Ebenso ist der Abschnitt zwischen 40 ka und 30 ka BP noch verhältnismäßig variabel.

Während der gesamten 35 ka ereignen sich mindestens 22 klimatische Veränderungen, selten bleibt das Klima für mehr als 1000 Jahre gleich. Die längste stabile Phase dauert je 4000 Jahre und ereignet sich zwischen 50 ka und 46 ka BP (warm) und zwischen 30 ka und 26 ka BP (kalt) (Lahr and Foley 2003).

Das Weichsel/Würm-Glazial ist die vorläufig letzte Eiszeit in Europa. Aber sie war keineswegs so kalt und unwirtlich, wie man früher annahm. Es konnten zu manchen Zeiten in Europa Menschen nördlich der Pyrenäen-Alpen-Karpaten Linie und südlich des Fennoscandischen Eisschildes leben. Es gab immer wieder Unterbrechungen der glazialen Perioden durch längere, mildere Intervalle den sogenannten Dansgaard-Öschger-Ereignissen. Die Daten der Eisbohrkerne GRIP und GISP2 offenbarten, dass es während der pleniglazialen Periode 15–20 Ereignisse gab, die signifikant wärmer waren, nämlich bis zu 7 °C wärmer als während der Kaltphasen und nur 2 °C kühler als während des Holozäns. Diese sogenannten Dansgaard-Öschger-Events waren während der zweiten Hälfte des Glazials sehr häufig und kamen offenbar sowohl zu Beginn als auch zum Ende des Glazials nicht vor (van Andel 2003).

Innerhalb des Weichsel/Würm-Glazials umfasst die OIS 3 den Zeitraum von 59 ka bis ca. 27 ka BP. Dieser Zeitraum stellt die zeitliche Eingrenzung der Arbeit dar.

Auf Grund der o.g. Daten kann die OIS 3 in drei Phasen eingeteilt werden:

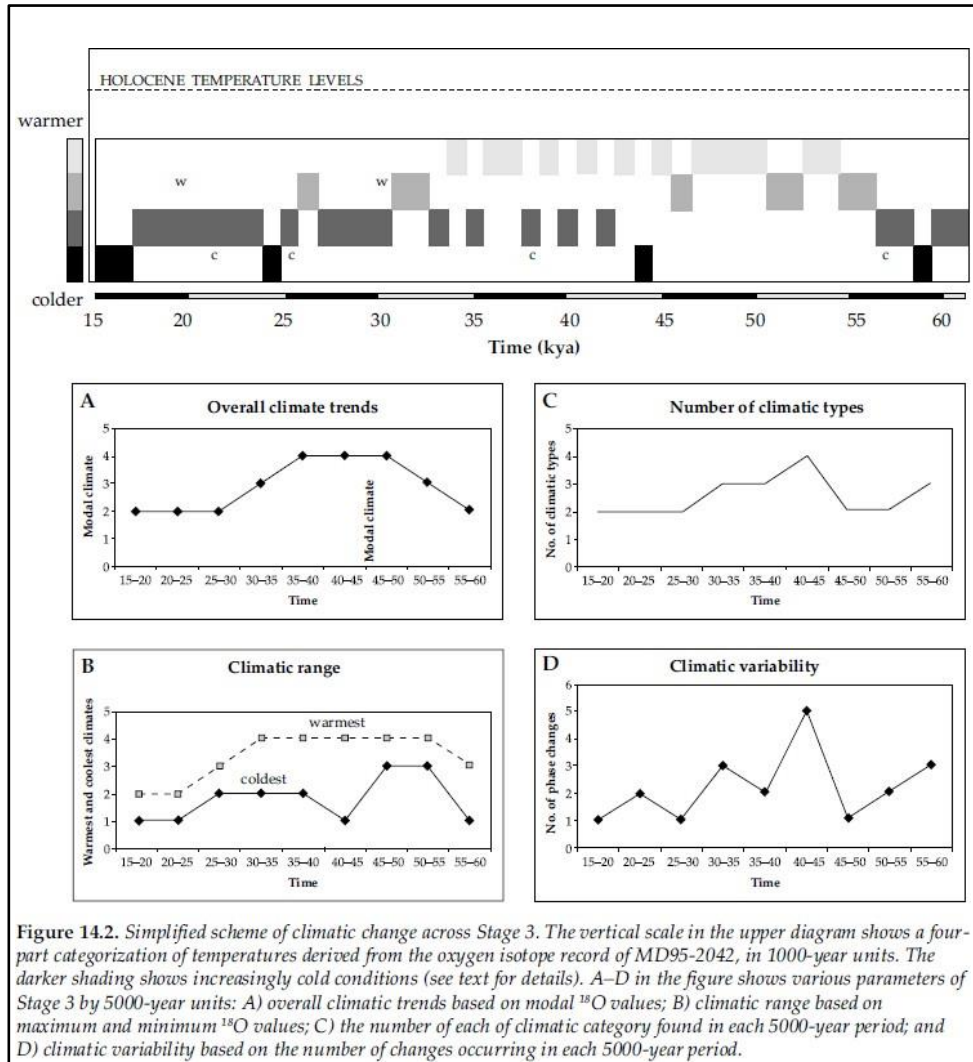


Figure 14.2. Simplified scheme of climatic change across Stage 3. The vertical scale in the upper diagram shows a four-part categorization of temperatures derived from the oxygen isotope record of MD95-2042, in 1000-year units. The darker shading shows increasingly cold conditions (see text for details). A–D in the figure shows various parameters of Stage 3 by 5000-year units: A) overall climatic trends based on modal ^{18}O values; B) climatic range based on maximum and minimum ^{18}O values; C) the number of each of climatic category found in each 5000-year period; and D) climatic variability based on the number of changes occurring in each 5000-year period.

Abb. II-2, vereinfachtes Schema der klimatischen Veränderungen während der OIS 3, (van Andel 2003)

Tab. II-3, die drei Klimaphasen der OIS 3

Phase 1	60–45 ka BP	frühe Phase, warm
Phase 2	44–37 ka BP	Übergangsphase, viele Ereignisse mit kühlen Temperaturen, starke Schwankungen

Phase 3	37–27 ka BP	langsame Abkühlung in Richtung des LGM
---------	-------------	--

Die warmen Phasen innerhalb der OIS 3 in Europa nördlich der Pyrenäen–Alpen–Karpaten Linie sind nach den Interstadialen: Oerel, Glinde, Hengelo, Moershoofd und Denekamp benannt (Barron et al. 2003).

Marine Sedimente bestätigen die Daten aus den Grönland Eisbohrkernen bezüglich der Oszillation des Klimas im Nordatlantik bis zu einer nördlichen Breite von 30°. Ebenfalls genutzt zur Korrelation zwischen den Eisbohrkernsequenzen und den nordatlantischen Sedimentkernen werden die Heinrich-Events.

Wie weit die Ergebnisse der Grönlandeisbohrkerne mit dem Klima in Europa korrelieren, musste erst noch gezeigt werden. Dazu nutzte man lokale Daten von Pollen, Lössablagerungen, Makropflanzenresten, Faunaresten und Coleopteravorkommen. Detaillierte Korrelationen konnten gefunden werden für Iberia, Italien, Südfrankreich, die atlantischen und mediterranen Meeresregionen und Nord-West-Europa. Dagegen ist die Datenlage für Zentraleuropa, Osteuropa und Südosteuropa nicht gut (van Andel 2002).

Eine Auflösung von Klimadaten von weniger als 1000 Jahren ist nicht verlässlich. Es kann nur gesagt werden, dass das Klima in Westeuropa nördlich der Pyrenäen–Alpen Grenze zwischen kalten und milden Phasen mit 1000 – 1500 Jahren oszillierte. Dieses Muster ist aber auch in anderen Teilen Europas aufgetreten.

2.2 Klimadaten der OIS 3 in verschiedenen Breiten Mitteleuropas

Im Folgenden sollen hier genauere Klimadaten, welche die Simulation des Stage 3 Projektes geliefert hat, zusammenfassend für verschiedene Regionen in Mitteleuropa, dargestellt werden (Barron et al. 2003).

2.2.1 Von West nach Ost

Bei 53° nördlicher Breite machte sich im Westen der atlantische Einfluss bemerkbar. Hier schwankten die Temperaturen ganzjährig von kurz über dem Nullpunkt im Winter und bis zu etwa 12 °C im Sommer. Je weiter man nach Osten kam, umso stärker weitet sich die Temperaturkurve im Jahresverlauf, mit einem Minimum von 10 °C im Winter bis zu einem Maximum von knapp 25 °C im Sommer (Kasse et al. 2003).

Auch weiter im Süden ergab sich für den Westen ein ähnliches Muster wie bei 53° nördlicher Breite: Es gab ein geringes Temperaturintervall zwischen 7 °C im Winter bis zu 12 °C im Sommer. Im Osten dagegen schwankten die Temperaturen von –5 °C im Winter bis zu 25 °C im Sommer (Barron et al. 2003).

Auch in der kühlen Phase der OIS 3 schwankten die Temperaturen im Westen nur wenig von knapp über 0 °C im Winter bis zu nur 5 °C im Sommer, waren aber deutlich kühler als im vorangegangenen Abschnitt. Im äußersten Osten dagegen schwankten die Temperaturen von -15 °C im Winter bis zu 23 °C im Sommer. Auch hier war es deutlich kühler als im vorangegangenen Abschnitt der OIS 3.

Weiter im Süden ergab sich das gewohnte Muster mit wenig Schwankungsbreite innerhalb des Jahresverlaufs im Westen von 5 °C im Winter bis 10 °C im Sommer. Die Kurven von West nach Ost schwankten in diesem Zeitabschnitt beträchtlich und erstreckten sich im äußersten Osten von -2 °C im Winter und bis zu 25 °C im Sommer (Barron et al. 2003).

2.2.2 Von Nord nach Süd

Erwartungsgemäß lagen die Temperaturen bei 0° östlicher Länge im Süden ganzjährig höher als im Norden. Sie schwankten nur wenig. Dagegen war das Temperaturspektrum im Norden mit bis zu 28 °C Differenz zwischen Winter und Sommer beträchtlich.

Tab. II-4, Sommer- und Wintertemperaturen, im Westen

	Süden, 0° östlicher Länge	Norden, 0° östlicher Länge
Winter	10 °C	-23 °C
Sommer	18 °C	5 °C

Tab. II-5, Sommer- und Wintertemperaturen im Osten

	Süden, 25° östlicher Länge	Norden, 25° östlicher Länge
Winter	um 0 °C	-22 °C
Sommer	um 20 °C	9 °C

In der kühleren Phase der OIS 3, ab 37 ka BP, waren die Temperaturen sowohl im Süden als auch im Norden deutlich niedriger, sowohl im Winter als auch im Sommer. Ausgeprägt kalt war es im Norden bei 0° östlicher Länge mit Wintertemperaturen um -23 °C.

Wie nicht anders zu erwarten, lagen die Wintertemperaturen im Norden deutlich im kalten Bereich. Sie waren so weit im Süden zwar auch im Sommer nicht üppig, und kühlten zum Winter hin noch weiter ab (Barron et al. 2003).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Oberflächentemperaturen in der stabilen Warmphase zu Beginn ähnlich den heutigen Temperaturen waren. Ostwärts kühlten sie um 4–6 °C ab. Dies ist ein Trend von Nordwest nach Südost.

Im Westen betrug die mittleren Sommertemperaturen nicht weiter nördlich als Spanien und dem westlichen Mittelmeergebiet nur 18 °C.

Die 20 °C Isotherme breitete sich nordostwärts fast bis zu 60° nördlicher Breite aus.

Im Vergleich dazu waren die Sommertemperaturen in der kühlen Phase viel extremer. Alle Isothermen rutschten im Vergleich zur stabilen Warmphase um 5° nach Süden (Barron et al. 2003).

2.3 Niederschläge

Klima wird nicht allein durch Temperaturen beschrieben, sondern auch durch Niederschläge und Windgeschwindigkeiten. Die Niederschlagsmengen haben einen Einfluss auf das Ausmaß und das Wachstum der Vegetation.

Die Niederschlagsprofile der Stage 3 Simulation zeigen ein viel komplexeres Muster als das der Temperaturen. Die Winterniederschläge während der stabilen Warmphase waren ähnlich wie heute oder übertrafen sie um 0,5–1 mm/Tag im überwiegenden Teil von West- und Mitteleuropa. Die Winterniederschläge waren auf den Britischen Inseln am ausgeprägtesten, und in Frankreich regnete es im Herbst am meisten. In Mitteleuropa fielen 3 mm Niederschläge/Tag, in Osteuropa war es trockener.

Das Muster in der kühlen Phase der OIS 3 hinsichtlich der Niederschläge ähnelte dem in der stabilen Warmphase. Von West nach Ost gab es immer weniger Niederschläge.

Die Unterschiede in den Niederschlägen von Süden nach Norden zwischen der stabilen Warmphase und der kühlen Phase waren ausgeprägter als von West nach Ost.

Bei 43° nördlicher Breite (Pyrenäen) gab es ein Maximum der Niederschläge mit 14 mm/Tag. Ansonsten lagen die durchschnittlichen Niederschläge bei 2–3 mm/Tag.

In Osteuropa waren die Niederschläge in der Kaltphase niedriger als in der Warmphase. 1–3 mm/Tag bis zu 5 mm/Tag in den Bergen der Balkanregion (1 l/m² entspricht 1 mm Niederschlagsmenge).

Insgesamt waren die Winter trockener, aber nicht aride. Die meisten Niederschläge fielen zwischen Juni und Oktober (Barron et al. 2003: 77).

2.3.1 Schnee, Schneetage, Schneebedeckung

Von West nach Ost

Stabile Warmphase

Ganz im Westen, am Atlantischen Ozean, in Höhe von 53° nördlicher Breite, wo die Temperaturen im Winter um den Gefrierpunkt lagen, gab es eine sehr dünne Schneedecke von 0–15 cm, aber wahrscheinlich war sie nur ungleichmäßig und nicht durchgehend verteilt. Diese schneebedeckte Oberfläche kam nur zwischen 10 und 60 Tagen vor, sie konnte aber bis in den Mai hinein dauern.

Weiter östlich konnte die Schneebedeckung höher sein, weil es noch im April heftig schneien konnte. Aber ganz weit im Osten, bei 35° östlicher Länge, zog der Frühling entsprechend dem kontinentalen Klima früher ein.

Weiter südlich bei 48° nördlicher Breite, war der Rest des heutigen Frankreichs meist schneefrei. Obwohl es bis zu 120 Tage im Jahr Schneefall geben konnte, blieb der Schnee nicht liegen.

Es waren in der stabilen Warmphase also milde, nasse Winter mit weniger Niederschlag oberhalb von Gefriertemperaturen.

Weiter im Osten ab 30° östlicher Länge und bei 48° nördlicher Breite konnte die Schneebedeckung ein halbes Jahr andauern (Barron et al. 2003).

Kaltphase

Der 53. Breitengrad schneidet die südlichen Ausläufer des Britischen und Fennoskanischen Eisschildes, der eine Schneebedeckung von mindestens 500 cm Höhe besaß.

Im Gegensatz dazu, war die offene Landschaft südlich des Eisschildes nicht schneebedeckt, zum einen, weil die Niederschläge im Winter nur um die 1 mm/ Tag betragen, zum anderen, weil bei Temperaturen von mehr als -15°C und klarem Himmel die Sublimationsrate sehr hoch ist (Barron et al. 2003).

Von Süden nach Norden

In der stabilen Warmphase war die Landschaft im Westen des Südens nahezu schneefrei. In Höhe der Britischen Inseln gab es bei 0°C nur maximal 20 cm Schnee und der Schneefall im Frühling war ausgeprägter als im Winter.

Bei 25° östlicher Länge lag eine Schneedecke, die sich nach Norden hin vergrößerte und in der Tiefe verstärkte. Nahe am Fennoskanischen Eisschild bei 55° nördlicher Breite konnte die Schneedecke auf 4 m Höhe anwachsen (Barron et al. 2003).

Zusammenfassend kann daher zur OIS 3 gesagt werden:

- Die OIS 3 war immer viel wärmer als das LGM. Nur zwei Zeitabschnitte kommen den Temperaturen im LGM nahe: 64 – 63 ka BP und 44 – 43 ka BP.
- Das außergewöhnliche an der OIS 3 aber war ihre hohe Variabilität. Dabei wies der Zeitraum von 45 – 40 ka BP die höchste Bandbreite von verschiedenen Klimazuständen mit den meisten Änderungen auf.
- Der Zeitraum von 40 – 30 ka BP war ebenfalls relativ variabel.
- Während der 35 ka andauernden Periode der OIS 3 ereigneten sich 22 Veränderungen des Klimas, selten blieb es mehr als 1000 Jahre gleich. Die längste stabile Phase dauerte 4000 Jahre und lag zwischen 50 ka und 46 ka BP (warm) und zwischen 30 ka und 26 ka BP (kalt).
- Während die Zeit von 50 – 46 ka BP die längste stabile Phase darstellt, sind die darauffolgenden 5000 Jahre durch den höchsten Grad der Variabilität gekennzeichnet.

(Lahr and Foley 2003).

3 Meeresspiegel und Küstenlinien im Weichsel/Würm Glazial

Durch die ungeheuren Mengen an gebundenem Wasser in den Vereisungen lag der Meeresspiegel im Hochglazial um 100 m bis 120 m tiefer als heute, und Flachmeere, wie die Nordsee, fielen trocken. Dies bescherte Mitteleuropa ein kontinentales Klima im Gegensatz zu den Warmzeiten, in denen ein gemäßigtes maritimes Klima vorherrschte. Das Klima war geprägt von kalten, trockenen Wintern mit wenigen Niederschlägen von nur 100 – 300 mm pro Jahr (im Vergleich: heute sind es rund 600 mm – 900 mm/Jahr) (Liedke 2003; Lowe and Walker 1997: 53-60).

Während der OIS 3 sank der Meeresspiegel langsam stetig ab, von 60 m weniger als heute, mit vielen Fluktuationen bis zu 120 m weniger als heute, am Ende des LGM (OIS 2). Dies veränderte die Geografie und die Topografie komplett hinsichtlich der kontinentalen Ränder. Dazu kamen die tektonischen Bewegungen durch das An- und Abschmelzen des Eises und den damit verbundenen Veränderungen des auf den Kontinenten lastenden Gewichtes. Auch dies hatte Effekte auf den Verlauf der Küstenlinien und somit auch auf die Auffindbarkeit von möglichen Fundorten (Burroughs 2005: 57-63).

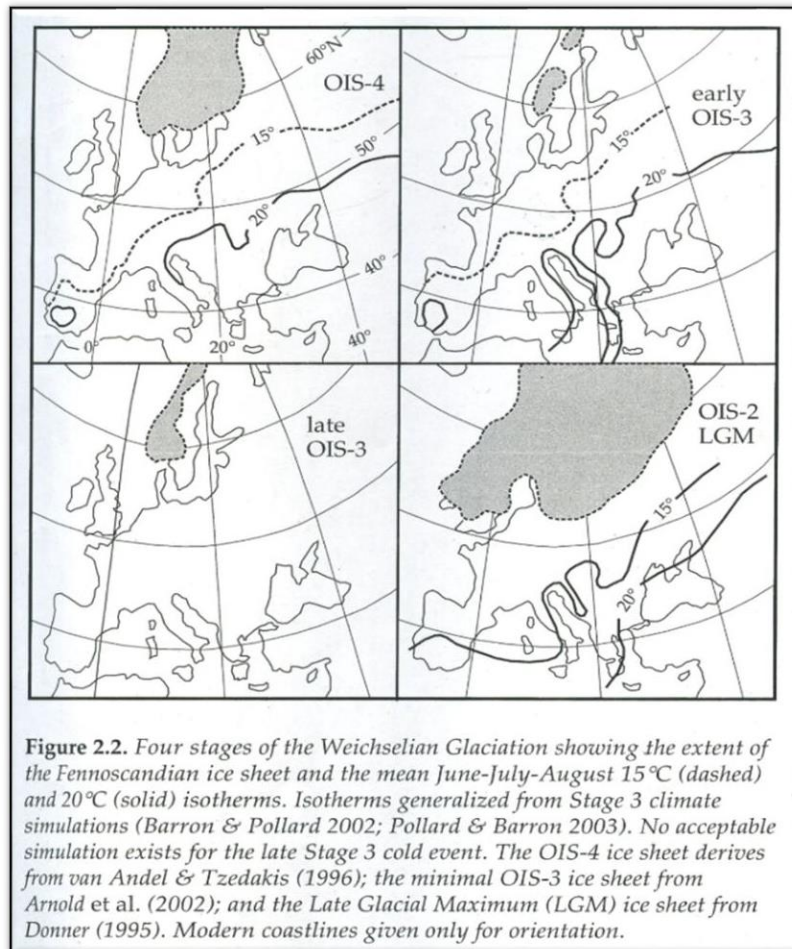


Abb. II-3, die Ausdehnung des fennoskandischen Eisschildes in verschiedenen Zeitabschnitten des Weichsel/Würm-Glazials

3.1 Ausdehnung der Vereisung

Die nördliche Begrenzung der Besiedlung, und damit des Arbeitsgebietes, bildet der Fennoskandische Eisschild. Zur Zeit des Kältemaximums gehörte dazu der nördliche und mittlere Teil der Britischen Inseln, die Nordsee bis zur Doggerbank, ganz Skandinavien und die Ostsee bis Finnland und dem angrenzenden Russland. Das Inlandeis des Fennoskandischen Eisschildes breitete sich unterschiedlich weit nach Süden aus.

Die südliche Begrenzung Mitteleuropas bildeten die Alpengletscher, deren Eiszungen weit in das Alpenvorland reichten. Ebenfalls vergletschert waren die Mittelgebirge, Schwarzwald, Vogesen, Harz, Bayerischer Wald und Böhmerwald (Koenigswald 2002).

Zwischen der nördlichen und südlichen Vergletscherung war zum Zeitpunkt des Kältemaximums ein Korridor von nur 600 km eisfrei. Eisfrei war der Westen Europas bis zur Atlantikküste, wobei das Meerwasser bis in die nördliche Biscaya gefroren war. Die Pyrenäen im Südwesten waren ebenfalls vereist.

Die eisfreien Gebiete waren geprägt von Permafrostböden, deren sommerliche Auftauschicht kaum 2 m tief reichte (Ehlers 2012: 188). Die OIS 3 endet etwa um 27 ka BP und somit vor dem LGM, dessen Höhepunkt um 20 ka BP liegt. Im LGM hatte Europa die größte Landmasse, da der Meeresspiegel um ca. 120 m unter dem heutigen Niveau lag. Das bedeutet, dass potenzielle Fundorte heute unter Wasser liegen. Gleichzeitig war aber zur Zeit des LGM die Ausdehnung des Fennoskandischen Eisschildes und der Gebirgsgletscher im Süden Europas am größten, was die verfügbare Landmasse verringerte.

Während des LGM lebten keine Menschen in Mitteleuropa, selbst über den Faunenbestand kann wenig gesagt werden. Es wird angenommen, dass in dem schmalen Eiskorridor der o.g. Gletschergebiete zu wenig Vegetation für große Tierpopulationen vorhanden war (Koenigswald 2002). Aus Pollenanalysen ist bekannt, dass der Periglazialraum eine waldlose Tundra mit Steppenflora aufwies. Folgende Pflanzenarten dominierten: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae* und die *Brassicaarten*: *Alyssum saxatile*, *Arabis nova*, *Draba nemorosa* (Lang 1994).

In den Glazialen war der Meeresspiegel tief, da viel Wasser in den Gletschern gebunden war. Die wasserfreien Flächen der nördlichen Kontinente waren größer, und daher herrschte in dieser Zeit ein kontinentales Klima. In den Interglazialen und Interstadialen dagegen war der Meeresspiegel hoch und es herrschte maritimes Klima vor. So hatten nicht allein die Temperaturen, sondern das Gesamtklima Einfluss auf die Vegetation und die Fauna (Klostermann 2009). Insgesamt lagen 47,8 % Deutschlands unter eine Eisdecke (Liedke 2003). Die nicht vergletscherte Zone begann südlich des 52sten Breitengrads (Mangerud 1990: 308).

Abb. II-3 zeigt, dass im LGM die Ausbreitung der Eisdecke am größten war, größer als zur Zeit des OIS 4, und dass sie während der frühen und auch späten OIS 3 relativ klein war. Dies geht auch konform mit den o.g. Durchschnittstemperaturen während der Interstadiale des gleichen Zeitraums.

Abb. II-3 zeigt auch die mittleren Juni–Juli–August Temperaturen und den Verlauf des Fennoskandischen Eisschildes von vier Stadien während der Weichsel/Würm-Eiszeit. Während der OIS 4 und der frühen Stufe der OIS 3 verlief die mittlere Sommertemperatur mit der 15°C Isotherme nördlich der Pyrenäen–Alpen–Karpaten Linie, von West nach Ost von etwa 40° nördlicher Breite bis zu 55° nördlicher Breite. Leider sind für die späte Phase der OIS 3 keine guten Daten verfügbar.

Hier glitten die Temperaturen schon in Richtung des LGM ab und die 20 °C Isotherme verläuft südlich 40° nördlicher Breite im Westen, während sie im Osten bei 47° nördlicher Breite lag. Während der Dauer der OIS 3 war der Fennoskandische Eisschild nie mehr so groß wie in der vorangegangenen OIS 4 Phase und dem nachfolgenden LGM. Die skandinavischen Gebiete unterhalb von 1500 m waren eisfrei (van Andel 2003).

3.2 Permafrost

Die Grenze zwischen dauerndem und unzusammenhängendem Permafrost lag zwischen 50° und 55° nördlicher Breite in Zentral- und Westeuropa (Alfano et al. 2003).

Königswald dagegen nimmt an, dass das gesamte Gebiet zwischen dem Fennoskanischen Eisschild und den Gletschern des Pyrenäen–Alpen–Karpaten Gebietes ein Permafrostgebiet war (Koenigswald 2002).

Heute sind für durchgehenden Permafrost mittlere jährliche Lufttemperaturen (MAAT= Mean Annual Air Temperature) von –6 °C bis –8 °C notwendig, für unzusammenhängenden Permafrost sind es mindestens –1 °C. Dabei ist klar, dass nicht nur die Temperaturen für Permafrost verantwortlich sind (Alfano et al. 2003).

4 Vegetation

Vegetation reagiert sehr sensibel auf Klimaänderungen, die aber je nach geografischer Breite sehr unterschiedlich ausfallen und teilweise auch von unterschiedlicher Dauer sind. Daher sind auch die Florengemeinschaften in Mitteleuropa während der OIS 3 sehr unterschiedlich. Die Florengemeinschaften verhalten sich auch nicht alle gleich, einige überdauern kalte bzw. warme Phasen, andere wandern ein und müssen sich mit der ansässigen Flora auseinandersetzen. Obwohl das Einwandern von Pflanzen in ein neues Habitat in den Interstadialen oder Stadialen nach einem bestimmten Muster erfolgt, ergab sich am Ende für einen bestimmten Zeitabschnitt stets eine einzigartige Pflanzengesellschaft (Frenzel 1990; Klostermann 2009).

4.1 Die Vegetation während der Glaziale

In den mittleren nördlichen Breiten herrschte in den Glazialen Tundravegetation auf Dauerfrostboden, der nur im Sommerhalbjahr auftaute, sowie Steppen und Wiesen vor. Im nördlichen Eurasien waren Steppen mit Tundrainseln vorherrschend.

4.2 Die Vegetation während der Interglaziale

Kiefern-Birkenwälder mit hohem Lärchenanteil und niedrigem Fichtenanteil sind bezeichnend für die Interglaziale. Dies konnte sich bis zu Laubwäldern im Klimaoptimum der Interglaziale entwickeln. Dennoch scheint jedes Interglazial im Quartär eine eigene Vegetationsfolge gehabt zu haben (Klostermann 2009). Insgesamt war das Pleniglazial kühler als das frühe Weichsel/Würm-Glazial.

Die Interstadiale waren alle ohne Bewaldung. Im Oerel und Glinde Interstadial sind Zwergstrauchtundra mit *Betula nana* und *Calluna* vorherrschend, im Moersfeld,

Hengelo und Denekamp eine offene Tundrenvegetation (Lang 1994). In den Stadialen gab es nur im Süden und Südwesten Europas Refugialräume für Gehölze (Lang 1994).

Zur Orientierung in den Eiszeiten werden Umweltbedingungen wie Temperatur, Niederschläge, Vegetation und Fauna mit den heutigen Bedingungen verglichen und dies ist verbunden mit der Suche nach einem vergleichbaren Habitat heute.

Beliebt war und ist der Vergleich der eiszeitlichen Vegetation mit den heutigen arktischen Gebieten und der Vegetation der nordeurasischen Steppen- und Tundrengebiete (Behre 1989).

Frenzel (1967) hat aber schon in den 1960er Jahren darauf hingewiesen, dass es

„.....kein hinsichtlich der Vegetation in der letzten Eiszeit vergleichbares Habitat auf der Erde gibt“.

Denn ein einfaches Verschieben in höhere Breitengrade reicht nicht aus, um die Vegetationsbedingungen der Eiszeiten wiederzugeben. Die OIS 3 zeichnete sich im Vergleich zu heutigen arktischen Regionen durch eine Vielzahl von Unterschieden mit entsprechenden Folgen aus:

- Starke Klimaschwankungen durch zahlreiche DO- und Heinrich-Events mit der Schwierigkeit, die dazwischen liegenden Phasen vegetationsmäßig zu beschreiben.
- Teilweise extreme Trockenheit.
- Veränderungen der Temperaturen von West nach Ost, wie oben beschrieben.
- Die Sonneneinstrahlung im Mitteleuropa der Eiszeiten war viel stärker als sie in heutigen arktischen Regionen ist.
- Fehlen der eiszeitlichen Fauna mit ihren Wechselwirkungen mit der Vegetation z.B. Düngung, Pflanzenverbiss.
- Heute liegt der CO₂ Gehalt der Atmosphäre um 60 – 100 ppm höher als er das in der OIS 3 war. Dieser verringerte CO₂ Gehalt hatte zur Folge, dass die Pflanzen zur Assimilation von CO₂ ihre Stomata viel länger geöffnet halten mussten als dies heutige arktische Pflanzen tun müssen. Der Nebeneffekt der verlängerten Öffnungszeiten der Stomata ist aber der Verlust von Wasser durch Transpiration, und das unter ohnehin schon recht trockenen Bedingungen.
- In Südeuropa scheint die Vegetation sowohl während der kurzen als auch der längeren Phasen von Klimaereignissen auf diese reagiert zu haben, während sie in Nord- und Zentraleuropa nur auf längerfristige und ausgedehnte Klimaereignisse reagiert hat.

(Huntley and Allen 2003).

4.3 Pflanzenbiome

Im Stage 3 Projekt (Huntley and Allen 2003) wurden für die Simulation zwei unterschiedliche Zeiträume ausgewählt. Für eine Warmphase die Zeit um 45 ka vor heute und für eine kühle Phase die Zeit um 30 ka vor heute.

Vegetationsrekonstruktionen beruhen zum einen auf Pollenprofilen und zum anderen auf Makropflanzenresten aus der Vergangenheit.

Nach der Methode von Prentice und Kollegen (1992) wurden mittels Pollendaten Pflanzenbiome von 30 europäischen Fundorten erstellt, wobei die Daten für Osteuropa unterrepräsentiert sind (Alfano et al. 2003; Huntley and Allen 2003). Es konnten neun verschiedene Plant Functional Types (PFT) ermittelt werden. Unter einer PFT verstehen Botaniker eine breite Klasse von Pflanzen, die durch Statur, Blattform, Phänologie und klimatische Schwellenwerte definiert sind (Huntley and Allen 2003).

PFT mit maximaler Netto Plant Production (NPP) bilden die dominante Art eines Bioms.

Die Biomisation und die daraus abgeleiteten PFT mit ihren jeweiligen Arten bilden die Basis der Rekonstruktion der in der OIS 3 vorhanden gewesenen Pflanzen. (genauere Ausführungen vgl. Kap. XI und deren Eignung als Nahrungspflanzen werden im Kapitel XIII geprüft).

Für die Warmphase um 45 ka vor heute wurde ein limitiertes Vorhandensein von Baum PFT im Vergleich zu heute ermittelt.

In Südeuropa waren sommergrüne Bäume und Koniferen stark verbreitet. Boreale sommergrüne und boreale immergrüne Bäume hatten eine geringe Verbreitung im nördlichen Mitteleuropa. Das auffälligste Merkmal dieser Warmphase waren an kühle Temperaturen angepasste Kräuterpflanzen, gekoppelt mit dem Vorkommen von Gräsern der gemäßigten Klimate, holzigen Wüstenpflanzen und Steppenstauden. Keine der durch das Stage 3 Projekt ermittelten PFT überschreitet eine NPP von 600 g C/m² und Jahr. Dies ist sehr viel niedriger als heute. Erwartungsgemäß waren Baumarten in der Kaltphase um 30 ka noch weniger stark verbreitet als in der Warmphase (Huntley and Allen 2003).

Weit verbreitet waren dagegen kälteliebende Koniferen. Sommergrüne Bäume der gemäßigten Zonen waren im Süden stärker verbreitet als in der Warmphase. Aber auch in der kalten Phase waren Kräuter, Gräser, holzige Wüstenpflanzen und Steppenstauden weit verbreitet. Dieses Bild, das die Simulation zeichnet, ist verwirrend, da es kaum Unterschiede zu geben scheint. Zusätzlich erwähnen die Autoren, dass die Berechnung der NPP für die kühle Phase widersprüchliche Ergebnisse liefert und die Daten an vielen Orten nicht mit den Pollenprofilen übereinstimmen.

Dennoch wurde versucht, eine Momentaufnahme der Vegetation für die beiden Zeitabschnitte zu liefern. Dabei wird betont, dass diese Rekonstruktion keineswegs ein Abbild

aller kalten bzw. warmen Phasen innerhalb der OIS 3 darstellen soll (Huntley and Allen 2003).

5 Säugetierfauna

Basierend auf den PFT und den Biomen waren die mittleren und nördlichen Breiten Europas während der OIS 3 dominiert von einer baumlosen offenen Vegetation (Huntley and Allen 2003).

Die Daten für die Säugetierfauna beruhen auf absoluten Daten von Fundplätzen in West-, Zentral- und Osteuropa zwischen 50 ka und 20 ka BP. Sie wurden im Rahmen des Stage 3 Projekts erhoben aus der Literatur, die vor 2001 publiziert worden ist. Die Daten entstammen 294 Fundplätzen und umfassen 468 Faunenarten. Von den 1912 radiometrischen Daten sind 119 direkt datierte Säugetiertaxa.

Weiterhin ging in die Fundaufnahme ein, ob es sich um Höhlen- oder Freilandfundplätze handelt, sowie die Sedimenttypen der Fundschicht und, sofern möglich, die jeweilige archäologische Industrie.

Die Säugetiere wurden in zwei Größengruppen eingeteilt:

- Große Säugetiere: Fleischfresser (Carnivora), Huftiere (Ungulata), Rüsseltiere (Proboscidae)
- Kleine Säugetiere: Nagetiere (Rodentia), Insektenfresser (Eulipotyphla), Hasenartige (Lagomorpha)

Fehlende Taxa gehen darauf zurück, dass man sie bei der Fundaufnahme der Fauna nicht berücksichtigt hat, weil man sie für nicht relevant hielt. Eine weitere Schwierigkeit bei der korrekten Ansprache der Taxa beruht darauf, dass unterschiedliche paläontologische Schulen unterschiedliche Nomenklaturen anwenden und daher manche Taxa nicht in Übereinstimmung zu bringen sind (Stewart et al. 2003).

Für die Bestimmung der vorhandenen Säugetierarten wurden drei Zeithorizonte festgelegt, die nicht mit den drei Klimaphasen der OIS 3 übereinstimmen:

- früh: 60 – 37 ka BP
- mittel: 37 – 28 ka BP
- spät: 28 – 20 ka BP

Die Säugetiertaxa wurden in 10 Kategorien eingeteilt, basierend auf ökologischen und geografischen Kriterien, sowie deren heutigem geografischem und ökologischem Vorkommen bei rezenten Arten.

5.1 Gebietsanalysen

Die Regionen, die zur Unterscheidung der Ökologie dienen, wurden zuerst 1986 von Gamble (1986) beschrieben. Sie basieren zunächst auf drei Breitenzonen: Nord–Süd–Mediterran, die danach in neun Längenzonen aufgeteilt wurden, von denen

ich die folgenden untersuche:

- Nordwest = NW
- Zentralnord = NC
- Nordost = NE
- Alpin = A
- Südost = SE
- Südwest = SW

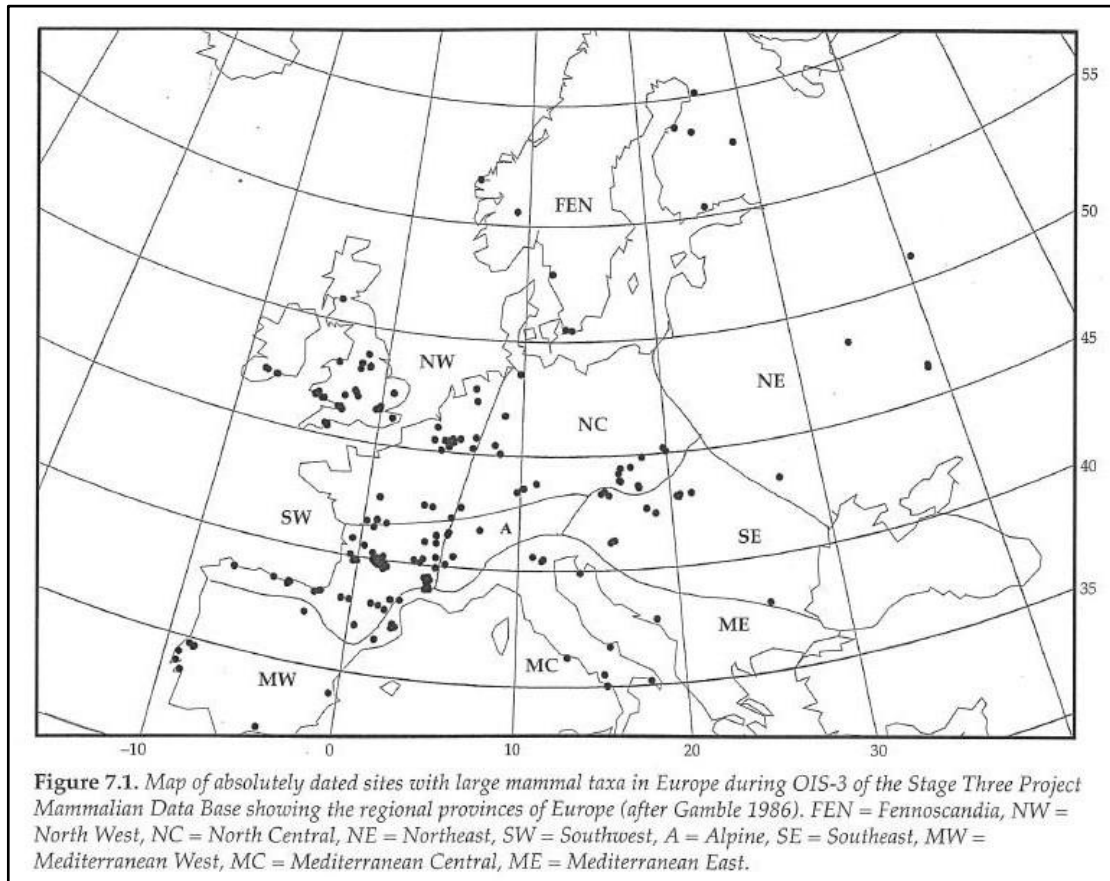


Abb. II- 4, Karte der datierten Fundplätze von großen Säugtieren während der OIS in Europa, Fundregionen nach Gamble (Stewart et al. 2003: 106, 110)

Es wurden die Fundplätze jeder Spezies gezählt, die zwischen einem Paar von Isothermen vorkommen. Folgende Einteilung der Taxa wurde getroffen:

Tab. II-6, rezente und ausgestorbene Taxa (Stewart et al. 2003)

Rezente Taxa	Ausgestorbene Taxa
a) Rezente ubiquitär vorkommende Taxa: -Wolf (<i>Canis lupus</i>) -Braunbär (<i>Ursus arctos</i>) -Rotfuchs (<i>Vulpes vulpes</i>) -Rotwild (<i>Cervus elaphus</i>)	a) Ausgestorbene kälteadaptierte Taxa -Mammut (<i>Mammuthus primigenius</i>) -Wollnashorn (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)

<ul style="list-style-type: none"> -Tüpfelhyäne (<i>Crocuta crocuta</i>) -Löwe (<i>Panthera leo</i>) -Leopard (<i>Panthera pardus</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesenhirsch (<i>Megaloceros giganteus</i>)
<p>b) Rezente kältetolerierende Taxa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rentier (<i>Rangifer tarandus</i>) -Arktischer Fuchs (<i>Alopex lagopus</i>) -Vielfraß (<i>Gulo gulo</i>) -Moschusochse (<i>Ovibus´ moschatus</i>) -Halsbandlemming (<i>Discrostonys torquatus</i>) -Norwegischer Lemming (<i>Lemmus lemno</i>) -Sibirischer Lemming (<i>Lemmus sibirica</i>) 	<p>b) Zwischeneiszeitlich Überlebende</p> <ul style="list-style-type: none"> -Europäischer Waldelefant (<i>Elaphas antiquus</i>) -Steppennashorn (<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>) -Waldnashorn (<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>)
<p>c) Rezente steppenassoziierte Taxa</p> <ul style="list-style-type: none"> -Saigaantilope (<i>Saiga tatarica</i>) -Erdhörnchen (<i>Spermophilus spp.</i>) -Hamster (<i>Cricetus sp., Cricetulus sp., Mega-scrivetulus sp.</i>) -Sandgräber /Graumulle (<i>Spalax sp.</i>) -Steppenlemminge (<i>Lagerus lagerus</i>) -Murmeltier (<i>Marmota sp.</i>) 	<p>c) <i>Equus (Asinus) hydruntinus</i> Europäischer Wildesel, ist in Steppe und Halbwüste beheimatet, sein Verschwinden liegt im frühen Holozän. <i>Equus ferus, E. caballus, E. germanica, E. sp.</i> werden zusammengefasst unter <i>E. sp.</i> da sie taxonomisch schwer unterscheidbar sind.</p>
<p>d) Rezente Arten der gemäßigten Breiten</p> <ul style="list-style-type: none"> -Waldmaus (<i>Apodemus sylvaticus</i>) -Rötelmaus (<i>Clethionomys glareolus</i>) -Wildschwein (<i>Sus scofa</i>) -Reh (<i>Capreolus capreolus</i>) 	
<p>e) Rezente Arten aus dem Bergland, bzw. höher gelegenen Regionen</p> <ul style="list-style-type: none"> -Gämse (<i>Rupicapra rupicapra</i>) -Steinbock (<i>Capra ibex</i>) -Murmeltier (<i>Marmota marmota</i>) 	

Einige der genannten Taxa sind mit Vorsicht einzuschätzen, da sie die Angewohnheit haben, in der Erde zu graben und somit die Stratigrafie unsicher wird, z.B. Hase (*Orcyctolagus cuniculus*), Dachs (*Meles meles*) und Fuchs (*Vulpes vulpes*).

5.2 Räumliche Verteilung der Säugetierfauna in Europa während der OIS 3

Für die folgenden Ausführungen liegen keine genauen Zeitangaben vor.

5.2.1 Region: Nordwest

Vorhanden waren fast alle Arten von Säugetieren, inklusive ausgestorbene Taxa, rezente kälteadaptierte Arten sowie rezente ubiquitär vorkommende Arten. Die in höher gelegenen Regionen vorkommenden Taxa, wie Gämse, Steinbock und Murmeltier, waren ebenso vertreten wie an gemäßigte Temperaturen angepasste Arten wie Igel, Maulwurf und Waldmaus.

Wildschwein und Rotwild waren in Großbritannien nicht zu finden, wohl aber in den Ardennen. An je nur einem Fundplatz in den Ardennen waren Saigaantilope und Wildpferd vertreten.

5.2.2 Region: Zentralnord

Hier waren die ausgestorbenen kälteadaptierten Arten vertreten, die rezenten ubiquitär vorkommenden Arten, sowie rezente an Bergregionen angepasste Arten. Zwischen-eiszeitlich Überlebende kamen nicht vor.

Die an gemäßigte Temperaturen angepassten Taxa, wie Waldmaus, Wildschwein und Reh waren vorhanden, waren aber nicht stark repräsentiert. Der Riesenhirsch ist nur an wenigen Orten der Region registrierbar.

Auch die Marderartigen kamen nur an wenigen Orten vor, dies könnte aber die Folge von schlechter Erhaltung sein.

Auffallend weit verbreitet war, im Vergleich zu allen anderen europäischen Regionen, der Vielfraß, der heute nur noch in nördlichen Koniferenwäldern beheimatet ist.

5.2.3 Region: Nordost

Diese Region ist arm an absolut datierten Fundplätzen. Montane Taxa sind nicht vertreten, da es sich bei dieser Region größtenteils um die russische Ebene handelt. Nachgewiesen sind: Mammut, Wollnashorn, Rotwild, Rentier, Auerochse/Bison, Saigaantilope, Moschusochse.

Nicht vorhanden waren die Überlebenden sowie die rezenten Taxa, da es wohl wegen der kalten Winter in dieser Region für sie keine Rückzugsmöglichkeiten gab.

5.2.4 Region: Südwest

Diese Region weist die größte Anzahl an sicher datierten Fundstellen auf.

Nachgewiesen sind: rezente ubiquitäre Taxa, rezente kälteangepasste Taxa, ausge-

storbene kälteangepasste Taxa, rezente in Bergregionen angepasste Arten sowie Arten, die an gemäßigte Temperaturen angepasst sind. Nicht nachgewiesen sind der Vielfraß und der Norwegische Lemming.

5.2.5 Alpen Region

Diese Region weist die wenigsten absolut datierten Fundstellen für Säugetiere auf. Nur ein Fundplatz (Schnuerloch/Schweiz) liefert Informationen für Rotwild, Gämse, Steinbock, Moschusochse, Höhlenbär, Rotfuchs, Arktischer Fuchs, Vielfraß, Rothund, Wolf, Wildkatze, Leopard, Murmeltier, Feldhase.

Diese erstaunliche Vielfalt zeigt, dass die alpine Region nicht einheitlich ist, sondern sowohl montane Arten, wie Gämse und Steinbock, als auch Tundrenarten, wie den Moschusochsen, beheimaten konnte (Stewart 2007).

5.3 Zeitliche Verbreitung der Säugetiertaxa

Stewart (2007) ermittelte das prozentuale Vorkommen der Säugetiertaxa während drei verschiedenen Zeitabschnitten (älter als 37 ka/ 37 – 28 ka/jünger als 28 ka, vgl. Tab.II-7) während der OIS 3. Die Ergebnisse sind in nachfolgenden Tabellen aufgeführt und sollen als Vergleichsgrundlage in späteren Abschnitten dienen.

Tab. II-7, prozentualer Anteil von Daten, die mit großen Säugetieren assoziiert sind und in einer der drei Zeitperioden fallen (Stewart 2007: 98, Tab.II)

Percentage number of dates associated with large mammal taxa falling in each of the three time zones defined in Table VI					
Taxon	No. of dates	% no. of dates falling per time zone			Index of change
		>37 ka	37-28 ka	<28 ka	
All taxa	1084	27.68	43.08	29.24	None
<i>Alces alces</i>	46	28.26	47.83	23.91	None
<i>Cervus elaphus</i>	540	28.52	40	31.48	None
<i>Rangifer tarandus</i>	733	22.92	44.61	32.47	None
<i>Dama dama</i>	6	16.67	66.67	16.67	Increase/Decrease
<i>Capreolus capreolus</i>	224	25.89	39.29	34.82	None
<i>Megaloceros giganteus</i>	56	33.16	44.39	22.45	None
<i>Bos / Bison</i>	665	29.32	44.06	26.62	None
<i>Rupicapra rupicapra</i>	297	34.01	34.68	31.31	None
<i>Capra</i>	415	33.01	38.31	28.67	None
<i>Ovibos moschatus</i>	52	3.92	27.45	68.63	Increase
<i>Saiga tatarica</i>	48	47.92	35.42	12.5	Decrease
<i>Sus scrofa</i>	203	37.25	35.78	26.96	None
<i>Equus ferus</i>	605	26.45	46.12	27.44	None
<i>Equus hydruntinus</i>	102	28.43	40.2	28.43	None
<i>Equus asinus</i>	11	81.82	9.09	9.09	Decrease
<i>Equus latipes</i>	55	5.45	20	74.55	Increase
<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>	15	86.67	13.33	0	Decrease
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	24	28.57	28.57	42.86	None
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	313	32.59	46.96	20.45	None
<i>Mammuthus primigenius</i>	564	24.47	52.84	22.7	None
<i>Elephas antiquus</i>	24	91.67	8.33	0	Decrease

Die meisten Daten entstammen bei allen Taxa dem Zeitraum zwischen 37 ka und 28 ka. Dabei werden reine Carnivoren und Taxa, die nur untergeordnet als Nahrung in Frage kommen, von mir ausgeklammert. Leider hat Stewart diese Untersuchung nicht für Fundplätze zwischen 59 ka und 40 ka durchgeführt.

Stewart vergleicht auch die Säugetiertaxa zwischen mittelpaläolithischen und jungpaläolithischen Fundplätzen (Stewart 2007). Werden nur einfach die Zeithorizonte ohne Zuweisung zum archäologischen Horizont verglichen, dann findet Stewart wenige Unterschiede.

Eine Zunahme über die Zeit ist sichtbar für: *Ovibos moschatus*, *Equus latipes*. Eine Abnahme im genannten Zeitraum erleben: *Saiga tatarica*, *Equus asinus*, *Stephanorhinus kirchbergensis* sowie (*Elephas antiquus*).

Wird dagegen der archäologische Horizont (Mittelpaläolithikum vs. Jungpaläolithikum) mit einbezogen, dann gibt es bei den großen Säugetiertaxa Unterschiede bezüglich der Häufigkeit vom Mittelpaläolithikum zum Jungpaläolithikum.

Für jungpaläolithische Fundplätze ist zunächst eine Zunahme und nach 28 ka BP eine Abnahme aller Säugetiertaxa erkennbar. Für mittelpaläolithische Fundplätze eine stetige Abnahme der großen Säugetierarten über den untersuchten Zeitraum. Dieser Trend gilt für alle großen Säugetiere in jung- und mittelpaläolithischen Fundplätzen (Stewart 2007).

6 Demographie und Populationsentwicklung

Jäger und Sammler sind abhängig von den Ressourcen innerhalb eines gegebenen Territoriums. Die Bevölkerungsdichte ist bei Jägern und Sammlern ein Maß der verfügbaren Ressourcen, die ihr Territorium liefert. Zur Nahrungsgewinnung wird meist ein Radius von einer Tagesstrecke abgegangen, dies bedeutet, dass das Base Camp innerhalb eines Tages zu Fuß erreichbar ist. Nahrungsressourcen werden entsprechend ihrer vorhandenen Biomasse (Biomasse = density per unit of area x accessible area) und den Kosten, die zur Erlangung aufgewendet werden müssen, ausgebeutet (Hassan 1981: 53).

Die Kosten steigen, wenn folgendes zutrifft:

- weit entfernte Ressourcen
- schwieriges Gelände,
- schwierig erreichbare Ressourcen,
- schwierig aufzufindende Ressourcen,
- gefährlich zu „erntende“ Ressourcen z.B. Wildschweine
- seltene Ressourcen,
- Ressourcen, deren Verarbeitung aufwändig ist.

Viele Nahrungsressourcen sind nicht ganzjährig vorhanden. Diese Einschränkungen bei der Gewinnung von Nahrung und anderen lebensnotwendigen Gütern beschränken ebenfalls die Bevölkerungsdichte in einem Areal (Hassan 1981: 10, 51-53).

Hassan (1981: 25, 37-38) gibt die Bevölkerungsdichte von Jägern-und-Sammlern, je nach klimatischen Bedingungen, mit 0,01 Individuen/km² bis 9,5 Individuen/km² an, das ergibt eine durchschnittliche Bevölkerungsdichte von 1,045 Individuen/km². Er nützt dabei Ergebnisse aus den 1950er bis 1970er Jahren von noch als Sammler und Jäger lebenden Ethnien. Benützt man seine Daten für Jäger und Sammler, die in nördlichen Breiten leben, dann ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 0,67 Individuen/km².

Für das Mittelpaläolithikum wird eine durchschnittliche Populationsdichte von 0,012 Individuen/km² und für das Jungpaläolithikum von 0,4 Individuen/km² angenommen (Hassan 1981: 197).

Schmidt und Zimmermann (2019) gehen durch ihre Berechnungen von weit geringeren Bevölkerungszahlen aus. Sie nehmen an, dass im späten Mittelpaläolithikum, das sie zeitlich nicht näher eingrenzen, in Mitteleuropa eine Bevölkerungsdichte von 0,0003 bis 0,0004 Einwohner/km² herrschte. Für das Aurignacien geben sie 0,00103 Einwohner/km² an.

Lokale Gruppen oder Bands umfassen 15 – 50 Personen, Regionalgruppen bestehen aus mehreren lokalen Gruppen und umfassen 200 – 800 Personen.

Die Home Range oder Catchment Territory einer lokalen Gruppe von Jägern und Sammlern ist das Gebiet, das sie regelmäßig ausbeuten. Mit einer täglichen Sammeldistanz von 10 km ergibt sich daraus ein Territorium von 260 km² bis 314 km² (Hassan 1981: 51-53, 55, 57).

Die Produktivität an Biomasse innerhalb eines Biomes wird in erster Linie begrenzt durch die Niederschlagsmenge. Die Primärproduktivität ist die Produktivität der autotrophen Pflanzen, sie wird mit Trockenmasse/m² und Jahr [g C/m²/Jahr] angegeben.

Heutige Gebiete, die denen in der OIS 3 nahekommen, haben folgende Primärproduktivität (Hassan 1981: 10, 11).

Tab. II-8, Biome und ihre durchschnittliche Primärproduktivität, verändert nach (Hassan 1981: 11, Tab.II.II).

Biome	Klimabedingungen	Bandbreite der Primärproduktivität [g C /m² / Jahr]	Pop. Dichte [Individuen /km²]
Borealer Nadelwald, Taiga	35 – 600 pptn*, gleichmäßig verteilt, viel Schnee	400–2000	k.D.

	-54 °C bis -21 °C		
Gemäßigtes Grasland	30 – 200 pptn, gleichmäßig verteilt	150–1500	0,17
Kältesteppe	5 – 20 pptn, die meisten Niederschläge im Winter, lange Trockenperiode	10–250	0,086
Tundra arktisch und alpin	Arktisch: 10 – 50 pptn Alpin: 75 – 200 pptn	10–400	k.D.

*pptn = precipitation in cm, k.D. = keine Angaben vorhanden

Die primäre Produktivität bestimmt das Ausmaß der sekundären Produktivität, d.h. die für Herbivoren und Carnivoren zur Verfügung stehende Biomasse. In der Regel wird von einer Stufe des trophischen Netzes bis zur nächsten (Vegetation → Herbivoren → Carnivoren) nur 10 % der Energie übertragen.

Tab.II-9, Beispiele für Sekundärproduktivität verändert nach (Hassan 1981)

Biome	Fauna [kg/ km ²]
mixed and deciduous forest	750
boreal forest	500
Tundra	800

Für Jäger und Sammler, welche in kalten Klimaten mit Jahrestemperaturen zwischen 0 °C und 10 °C beheimatet sind, sind die Hauptnahrungsquellen Fisch und Meeressäuger. In Jäger- und Sammlergesellschaften, die in milden bis heißen Klimaten leben, überwiegt die Sammeltätigkeit (Hassan 1981: 15).

Kelly gibt für Ethnien, die in Gebieten mit bis zu 10 °C durchschnittliche Jahrestemperatur leben, ein etwas differenzierteres Bild an. Ihr Jagdanteil liegt zwischen 15 % und 70 %, der Fischereianteil zwischen 10 % und 70 % und der Sammelanteil zwischen 0 % und 20 % (Kelly 1995: 67). Es sind daher nicht nur die Temperaturen, die den Ernährungsstil beeinflussen.

Demographische Entwicklung nach dem Stage 3 Projekt

Lahr und Foley (2003) haben die Anzahl der mittelpaläolithischen und jungpaläolithischen Fundplätze je 1000 Jahren in Europa ermittelt. Daraus haben sie Trends für die Bevölkerungsdichte abgeleitet.

Es ist daraus Folgendes ersichtlich:

- Die Bevölkerung im Mittelpaläolithikum war nie so groß wie im Jungpaläolithikum.
- Ab 60 ka vor heute, zu Beginn der OIS 3, steigt die mittelpaläolithische Bevölkerung bis zu einem Maximum an bei 56 ka, fällt danach bis 51 ka vor heute auf einen Tiefstand und steigt danach wieder an. Nach 24 ka vor heute werden keine mittelpaläolithischen Fundplätze mehr ausgemacht.
- Die jungpaläolithische Bevölkerung setzt ab 44 ka vor heute ein und steigt danach in einem Maß an, wie man es bei der mittelpaläolithischen Bevölkerung zu keinem Zeitpunkt beobachtet.
- Der Verlauf der Bevölkerungsentwicklung, gemessen an mittelpaläolithischen Fundplätzen und an jungpaläolithischen Fundplätzen, ist sich ähnlich, allerdings unterscheiden sie sich beträchtlich im numerischen Niveau.

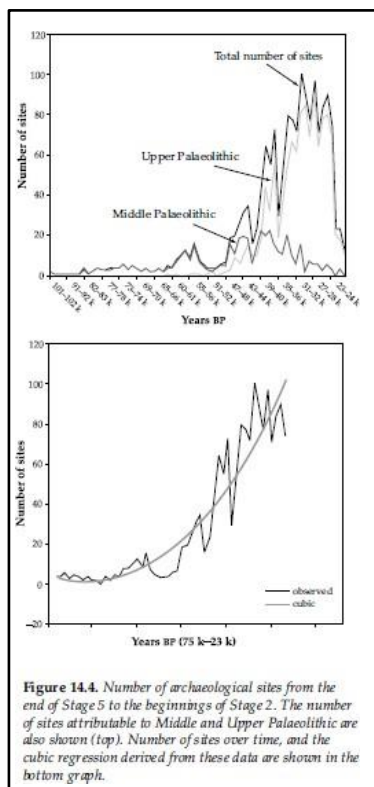


Figure 14.4. Number of archaeological sites from the end of Stage 5 to the beginnings of Stage 2. The number of sites attributable to Middle and Upper Palaeolithic are also shown (top). Number of sites over time, and the cubic regression derived from these data are shown in the bottom graph.

Abb. II- 5, Anzahl der archäologischen Fundplätze in Europa in ihrer zeitlichen Abfolge vorausberechnet werden) (Lahr And Foley 2003).

Im Zeitverlauf zwischen 75 ka bis 23 ka vor heute kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 88 % die Anzahl aller archäologischen Fundplätze in Europa in ihrer zeitlichen Abfolge vorausberechnet werden (vgl. Abb. II.-5).

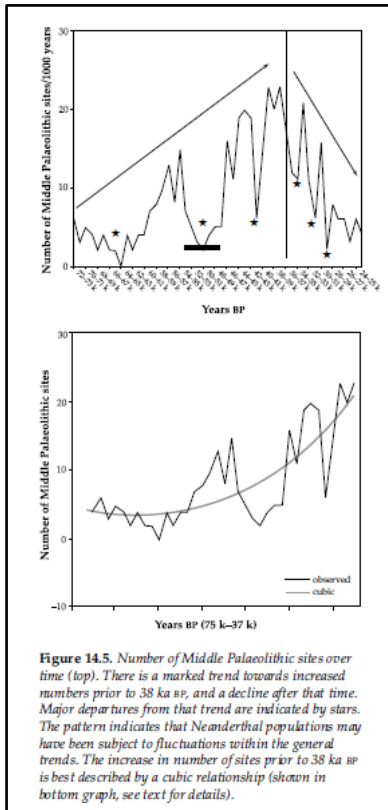
Lahr und Foley (2003) konnten für den genannten Zeitabschnitt keine Beziehung zwischen Klima und Anzahl der Fundplätze finden. Ihnen zufolge muss es für die viel niedrigere Bevölkerungsdichte im Mittelpaläolithikum andere Ursachen geben. Die mittelpaläolithische Bevölkerung Europas war wohl nie eine ernsthafte Gefahr für die dort ansässigen Beutetierpopulationen.

Schaut man sich allein die mittelpaläolithischen Fundplätze an, dann ist eine geringe, aber stete Zunahme zwischen 75 ka und 38 ka erkennbar, wenn auch mit starken Fluktuationen. Nach 38 ka findet ein Bevölkerungsrückgang statt, der mit einer linearen Beziehung beschrieben werden kann.

Die Ursache für den Tiefpunkt der Bevölkerungsdichte im Mittelpaläolithikum erklären die Autoren mit Abwanderungen in folgenden Zeitabschnitten:

-54 – 49 ka BP, signifikantester Abfall der Bevölkerung

- 44 – 40 ka BP
- 38 – 36 ka BP
- 34 – 33 ka BP



Auch für die mittelpaläolithischen Fundplätze kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 61 % deren Anzahl vorausberechnet werden.

Die Autoren sind der Meinung, dass der Grad der klimatischen Änderungen innerhalb einer 1000 Jahresperiode die Neandertalerpopulation negativ beeinflusst hat.

Abb. II- 6, Erwartete und tatsächliche Bevölkerungsentwicklung, (Lahr and Foley 2003).

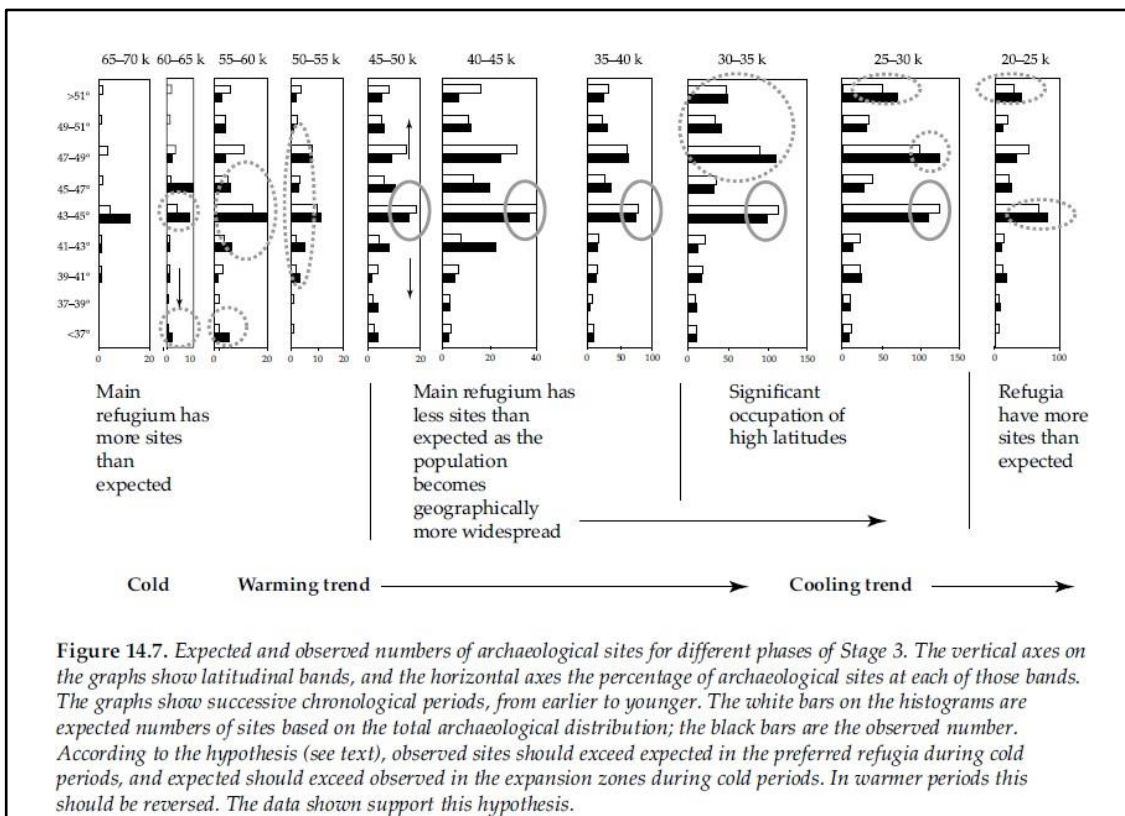


Abb. II-7, Erwartete und tatsächliche Bevölkerungsentwicklung (Lahr and Foley 2003)

In dieser Grafik sind die erwartete Anzahl der archäologischen Fundplätze und die tatsächliche Anzahl der archäologischen Fundplätze für je einen Zeitraum von 5000 Jahren innerhalb der OIS 3 aufgeführt.

Die vertikale Achse gibt die verschiedenen Breitengrade innerhalb Europas an.

Die horizontalen Achsen geben den prozentualen Anteil von archäologischen Fundplätzen innerhalb der jeweiligen Breitengrade an.

Die weißen Säulen im Histogramm stehen für die Anzahl der zu erwartenden Fundplätze. Unklar bleibt dabei allerdings, wie bisher noch nicht entdeckte Fundplätze die Werte beeinflussen werden. Die schwarzen Säulen repräsentieren die tatsächlich gefundene Anzahl der Fundplätze. Die durchgezogenen Ovale bezeichnen Bereiche, in denen die Anzahl der erwarteten Fundplätze die der tatsächlichen übertrifft, die gepunkteten Ovale die gegenteilige Situation.

Sowohl die berechnete als auch die tatsächliche Anzahl der Fundplätze ist am höchsten zwischen dem 43. und 45. Breitengrad. Dies ist eine klimatisch günstige Zone. Die Autoren nennen es deshalb das Hauptverbreitungsgebiet. Zwischen 60 ka und 55 ka existieren in dieser klimatisch günstigen Zone mehr Fundplätze als erwartet.

Nach 50 ka gibt es auch in höheren Breiten mehr Fundplätze und die Anzahl der tatsächlichen Fundplätze im Hauptverbreitungsgebiet ist niedriger als erwartet, weil ein Teil der Bevölkerung in andere Gebiete abgewandert ist. Dies betrifft den Zeitrahmen mit eher wärmerem Klima.

Ab 35 ka, mit der Einwanderung des *Homo sapiens*, werden auch die höheren Breiten stärker besiedelt als erwartet. Dieser Trend bricht aber ab 25 ka vor heute mit Beginn des LGM ab und die gemäßigeren Breiten werden wieder stärker besiedelt als erwartet. Es sind daher klimabedingte Trends bei der Bevölkerungsbewegung innerhalb Europas erkennbar. Ob die Menschen den Tierwanderungen folgten oder ob sie sich aktiv günstigeren Klimazonen zuwandten, ist damit nicht erklärbar.

Kapitel III: Die Protagonisten

1 Neandertaler

Die Literatur zu Neandertalern (auch Neanderthaler, da zum Zeitpunkt der Namensgebung das Neanderthal noch mit *th* geschrieben wurde.) und zum *H. sapiens* ist so umfangreich, dass hier nur ein kurzer Überblick über beide Hominidenarten, die während der OIS 3 gelebt haben, gegeben werden kann. Erwähnt werden nur die Aspekte, die einen Bezug zur Ernährung haben könnten. Hier sollen auch taxonomische Aspekte und die Frage, ob Neandertaler eine eigene Spezies bilden, entsprechend dem biologischen Spezies-Konzept, vernachlässigt werden. Im Folgenden wird der *H. sapiens neanderthalensis* nur als Neandertaler und der *H. sapiens sapiens* nur als AMH= anatomically modern human bezeichnet.

1.1 Zeitliche und geografische Verbreitung

Entsprechend der Accretion Theorie (Harvati 2008b: 1734) hat sich der Neandertaler in Europa aus dem *H. heidelbergensis* entwickelt. Ab dem Mittelpleistozän ca. 200 ka BP zeigt sich eine klare, wenn auch nicht vollständig ausgeprägte Neandertalermorphologie. Alle Neandertalermerkmale sind vorhanden im klassischen Neandertaler zwischen 70 ka – 30 ka BP (La Chapelle-aux-Saints, Shanidar, Neandertal).

Das letzte Auftreten der Neandertaler datiert um 30 ka BP. Entsprechend der schon angesprochenen mittelpaläolithischen Datierungsanomalie ist der Zeitpunkt nicht klar einzugrenzen, und der Prozess findet in Europa und dem Nahen Osten nicht zeitgleich statt. Das letzte europäische Neandertalerrefugium scheint die Iberische Halbinsel gewesen zu sein (Hoffecker and Hoffecker 2017).

Neandertaler waren einst verbreitet von West nach Ost: von der Iberischen Halbinsel über Mitteleuropa, Osteuropa bis Sibirien. Von Süd nach Nord: vom Nahen Osten über die Mittelmeerregion bis Nordeuropa ohne Skandinavien (Harvati 2007: 1721).

1.2 Anatomie und Morphologie

Neandertaler zeichnen sich aus durch ganz bestimmte morphologische Merkmale und damit durch eine eigene Anatomie. Der Unterschied in der Morphologie von Neandertalern und AMH ist größer als der Unterschied zwischen anderen eng verwandten Primatenspezies (Harvati 2008a, 2008b: 10-13).

Tab. III-1, Neandertalermorphologie nach (Finlayson 2004; Harvati 2008b: 10-13; Klein 2009: 445-462)

Cranium
mittelgesichtiger Prognathismus
Langer, niedriger, ovaler Schädel
Niedriges, zurückweichendes Os frontale
Zweigeteilter supraorbitaler Torus
Große Orbita
Schädelform: "en bombe", ovale Kontur von hinten
Occipital bun
Große Nasenapparatur
Maximale Breite des Schädels ist die Mitte des Parietale
Starker, fast transvers verlaufender occipitaler Torus
Kleiner Processus mastoideus und große juxtamastoide Eminenz
Suprainiac fossa
Gehirnvolumen: 1245–1740 cm ³
Mandibula
Kein Kinn
Retromolare Lücke
Processus coronoideus ist größer als Processus condylaris
Zähne
Taurodonitismus
Anteriore Zähne größer

Postcranium
Muskel- und Sehnenansatzstellen sind sehr groß und stark ausgeprägt
Breiter, tiefer Oberkörper, tonnenförmiger Brustkorb
Distale Extremitäten relativ kurz
Große femorale und tibiale Epiphysen
Becken mit langem Os pubis
Femurcurvatur lässt auf starke Muskulatur und damit Aktivität schließen

Die robuste Neandertalermorphologie wird meist als seine Adaptation an die eiszeitlichen Bedingungen in Europa gesehen. Eine andere Theorie besagt, dass die typischen robusten Merkmale entstanden sind als Folge der Erfordernisse des Neandertalerlebens mit einem hohen Aktivitätsniveau. Schließlich könnte die Neandertaleranatomie einfach die Folge von stochastischen Prozessen im Laufe der Evolution sein (Klein 2009: 455).

Im Allgemeinen waren Neandertaler muskulöser und wogen mehr als AMH, was sich signifikant auf ihren Energiestoffwechsel auswirkte (Dusseldorp 2009; Klein 2009: 450).

1.3 Life History

Im Vergleich zum AMH wuchsen Neandertalerkinder schneller heran und erreichten so eher das Erwachsenenalter.

Das Mortalitätsprofil unterscheidet sich vom AMH und anderen Säugetieren. Es gibt bei den Neandertalern nur einen geringen Prozentsatz an alten Erwachsenen und Kindern, dafür aber einen hohen Prozentsatz an Jugendlichen und jungen Erwachsenen (Harvati 2008a, 2008b:14). Etwa 80% der aufgefundenen Neandertalerskelette waren unter 40 Jahre (Trinkaus 1995).

Dies ist ein Hinweis auf eine geringe Lebenserwartung und kurze Lebensdauer, wahrscheinlich verursacht durch ein hohes Maß an Traumata und Umweltstress. Fast jedes aufgefundene Neandertalerskelett trägt Spuren von posttraumatischen Läsionen, häufig in der Kopf- und Nackenregion. Dies wird auf ihre Jagdmethoden und ihre damit verbundene Nähe zu sehr großen Herbivoren zurückgeführt (Harvati 2008b: 14, 15; Klein 2009).

1.4 Technologie

Die technologische Tradition in der Steinbearbeitung der Neandertaler ist das Moustérien. Das Moustérien ist gekennzeichnet durch die Levalloismethode, diskoidale Abschlagstechniken zur Produktion von Abschlägen, die in eine breite Anzahl von Formen verwandelt werden konnten. Schaber, retuschierte Spitzen, aber auch Rückenmesser, Keilmesser, gekerbte und gezähnte Stücke sowie Blattspitzen gehören zum Inventar des Moustérien (Floss 2012).

Planmäßige Klingentechnologie, die man früher erst ab dem Aurignacien vermutete, findet sich an manchen Moustérien Fundplätzen (Bolus 2004).

Außerhalb Europas existierte das Moustérien auch im Kaukasus, im Nahen Osten (wo es sowohl mit dem Neandertaler als auch dem AMH assoziiert ist) und in Nordafrika. Moustérien Fundorte datieren zwischen 130 – 30 ka BP.

Die lithischen Rohmaterialien, die Neandertaler zur Herstellung ihrer Werkzeuge nutzten, kamen überwiegend aus der unmittelbaren Nähe innerhalb einer Reichweite von 5 – 6 km (Harvati 2008b; Richards et al. 2008a). Es finden sich aber auch immer wieder Stücke, deren Rohmaterialien aus einer Entfernung von mehr als 100 km stammen (Floss 1994). Dies spricht für eine hohe Mobilität dieser Menschen.

Im Moustérien gibt es nur sehr wenige Knochenwerkzeuge, meist handelt es sich um Retuscheure. Werkzeuge aus Holz müssen angenommen werden (Bolus 2004; Klein 2009: 481-500, 525).

1.5 Symbolisches Verhalten

Die kognitiven Fähigkeiten von Neandertalern werden meist daran festgemacht, in welchem Maß sie im Vergleich zum AMH Pigmente nutzten, Schmuck und Kunst herstellten und ihre Verstorbenen bestatteten (Klein 2009: 571-573). Für Neandertaler sind die Nutzung von Ocker und Mangan nachgewiesen. Im begrenzten Raum des Châtelperronien findet man Schmuck aus durchlochenden Tierzähnen und Muscheln (Delson et al. 2000).

Klassische Neandertaler haben ihre Toten bestattet, allerdings mit keinen oder wenig Grabbeigaben (Harvati 2008b: 20; Klein 2009: 536-540).

1.6 Jagdmethoden

Lange Zeit wurde die Jagdfähigkeit des Neandertalers angezweifelt und dessen Gewinnung von Fleisch nur dem scavenging zugeschrieben. Mittlerweile ist die Jagdfähigkeit des Neandertalers belegt (Klein 2009: 564-568; Lazuén 2012).

Als frühe Jagdform wird die Treibjagd angesehen. Diese Jagdmethode ist nur unter Kooperation einer Gruppe möglich und zielt darauf ab, Herdentiere in Sümpfe, Abgründe

und Gruben zu treiben und sie dann in dieser Fallensituation zu töten (Hoffecker and Hoffecker 2017).

1.6.1 Stoßlanzen

Die Speere von Schöningen und Lehringen sind sehr präzise aus Holz gefertigt und waren Stoßlanzen. Um ein Tier damit erlegen zu können, war eine Annäherung auf wenige Meter notwendig, was ausgesprochen gefährlich sein kann. Dies scheint der Grund dafür zu sein, dass Megafauna vom Neandertaler nur gelegentlich erlegt wurde. Hölzerne Stoßlanzen gehören somit zu den ältesten Waffen der Menschheit. Die genannten Jagdformen sind nur möglich in enger Kooperation von Gruppenmitgliedern und lassen somit auf eine hohe Planungstiefe schließen (Bolus 2004).

1.6.2 Mittelpaläolithische Spitzen als ballistische Waffen

Die ersten zusammengesetzten ballistischen Waffen sind im MSA und dem Mittelpaläolithikum ab 200 000 BP nachweisbar (Klein 2009).

Mittelpaläolithische Spitzen sind bekannt aus Knochen (Deutschland, Tschechien, Polen) (Bolus 2004) und aus Stein (Bolus 2012).

Bei den Spitzen aus Stein unterscheidet Bolus (2012) neun verschiedene Typen. Manchmal ist eine Abgrenzung zu Spitzschabern nicht einfach. Es kann bei den mittelpaläolithischen Spitzen daher nicht davon ausgegangen werden, dass sie ausschließlich als ballistische Projektile verwendet wurden. Gebrauchsspurenanalysen zeigen, dass sie auch als Schneidewerkzeuge genutzt wurden.

Châtelperron-Spitzen und Segment- bzw. halbmondförmige Spitzen treten in Industrien auf, die 40 000 – 30 000 Jahre alt sind. Châtelperron-Spitzen treten in Südwestfrankreich und Nordspanien auf. Segment- und halbmondförmige Spitzen sind typisch für das Uluzzien in Italien. Längliche Levalloisspitzen kommen in großer Zahl in den Fundstellen um Brünn/Tschechien zwischen 43 000 – 36 000 Jahren vor heute vor.

Geschosspitzen müssen in irgendeiner Weise in Holzlanzen eingepasst und dort haltbar gemacht werden. Die Möglichkeit des Schäftens mit und ohne Haftmaterial ist ebenfalls für das europäische Mittelpaläolithikum nachgewiesen (Hardy et al. 2001).

1.6.3 Voraussetzungen für effektive Waffen mit Steinspitzen (Villa and Lenoir 2009)

Analysen von Steinspitzen an Schlachtplätzen haben ergeben, welche Eigenschaften eine effektive Waffe haben muss, wenn damit Großtiere getötet werden sollen:

- Die Gestaltung der Spitze entscheidet über die Durchdringungskraft und Effektivität von Geschwindigkeitswaffen.
- Scharfkantige Spitzen sind nötig, um die Haut des Tieres zu durchdringen.

- Scharfkantige Ecken sind nötig, um eine Öffnung für den Rest der Spitze zu eröffnen.
- Zu dünne Spitzen brechen leicht.
- Um die Haut durchdringen zu können, ist eine hohe Masse notwendig.
- Die TCSA (Tipp-cross-sectional-area) ist definiert als $\frac{1}{2}$ maximale Weite einer Steinspitze x maximale Dicke der Steinspitze. Je geringer der Wert für die TCSA ist, desto besser ist der Penetrationsgrad.

Um testen zu können, ob Steinspitzen als Jagdwaffen gebraucht wurden, müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Spuren einer Schäftung müssen nachweisbar sein.
- Die Steinspitze muss scharf sein (s.o.).
- Einige sollten Schlagnarben aufweisen, um zu zeigen, dass sie als Tötungswaffen genutzt wurden.

Nach diesen Kriterien wurden mittelpaläolithische Steinspitzen vom Fundplatz Bouheben/Frankreich untersucht.

Schicht	Fundort	Steinartefakte gesamt	Davon Steinspitzen	OIS
2	Bouheben	4500	12	6

Vergleicht man die TCSA von mittelpaläolithischen Spitzen von Bouheben mit den MSA Spitzen aus Sibudu/Südafrika ($117 \text{ mm}^2 - 139 \text{ mm}^2$) und von Rose Cottage/Südafrika ($78 \text{ mm}^2 - 160 \text{ mm}^2$), so fällt auf, dass die von Bouheben mit 165 mm^2 weit über den MSA Spitzen liegen. Alle MSA und mittelpaläolithischen Spitzen liegen wiederum weit über dem TCSA Wert für jungpaläolithische Spitzen, der etwa $49,2 \text{ mm}^2$ beträgt.

Pfeilspitzen

Vergleicht man die Steinspitzen von Bouheben, Sibudu und Rose Cottage, dann tragen sie folgende Schlagnarbenhäufigkeit:

- Bouheben: 5,3 %
- Sibudu: 8,9 %
- Rose Cottage: 8,3 %

Die Schlagnarbenhäufigkeit von Bouheben liegt somit unter der Häufigkeit der südafrikanischen MSA Fundplätze.

Villa und Lenoir weisen darauf hin, dass es Unterschiede geben muss zwischen Schlagplätzen, Arbeitsplätzen und Wohnplätzen in der Verteilung der Schlagnarben und führt darauf das etwas geringere Vorkommen an Schlagnarben von Bouheben zurück. Wenn die Spitzen aber ausschließlich zur Jagd genutzt wurden, müsste sich eigentlich auch eine gleiche Schlagnarbenverteilung ergeben.

Wenn auch andere Einsatzweisen für mittelpaläolithische Pfeilspitzen angenommen werden können, so darf man doch annehmen, dass sie zur Jagd genutzt wurden, aber wohl etwas weniger effektiv waren als die jungpaläolithischen Steinspitzen (Villa and Lenoir 2009).

2 Der anatomisch moderne Mensch (AMH)

2.1 Zeitliche und geografische Verbreitung

Der anatomisch moderne Mensch (AMH) entwickelte sich in Afrika aus dem *H. erectus*. Von dort breitete er sich ab 100 000 BP über alle Erdteile aus. Die Einwanderung nach Europa wird ab 45 000 BP über den Donau-Korridor (Conard and Bolus 2003) und entlang der Mittelmeerküste gesehen (Klein 2009: 647).

2.2 Anatomie und Morphologie

Die Anatomie des *H. sapiens* wird meist im Gegensatz zur Anatomie des Neandertalers gesehen. Diese Fixierung auf das äußere Erscheinungsbild ist wohl dem Überlieferungszustand geschuldet, der sich außer auf die materiellen Hinterlassenschaften eben auf Skelette und Fragmente beschränkt. Das erste sicher als *H. sapiens* eingestufte Skelett kommt aus Mladeč und wird auf ein Mindestalter von 34 – 35 ¹⁴C ka BP datiert (Wild et al. 2006).

Tab. III-2, Morphologie des *H. sapiens*, (Klein 2009: 622-631)

Cranium
Hohes, rundes Cranium
Hohes vertikales Os frontale
Schädel von hinten „en maison“
Größte Breite des Schädels, weit oben am Os parietale
Occipitale Kontur relativ rund
Relativ flaches Gesicht
Augenbrauenregion bei männlichen Individuen stärker ausgeprägt als bei weiblichen Individuen und variabel zwischen Populationen
Deutlich ausgeprägtes Kinn
Gesicht wandert unter das Neurocranium

Kein Mittelgesichtsprognatismus
Stark ausgebildeter Processus mastoideus
Keine retromolare Lücke
Gehirnvolumen: 1350 cm ³
Postcranium
Robuste Extremitätenknochen mit starken Muskel- und Sehnenansatzstellen aber nicht so stark wie beim Neandertaler
Insgesamt graziler als der NT → geht diese reduzierte Robustizität auf kulturelle Innovationen und Techniken zurück?
Längere distale Extremitäten als der Neandertaler
Kortikalis von Femur und Tibia dünner als beim Neandertaler
Auf Grund des grazileren Körperbaus geringerer Nahrungsverbrauch notwendig

2.3 Life History

Nach neunmonatiger Entwicklung im Mutterleib wird ein Kind geboren, das vollständig von Fürsorge abhängig ist. Das Heranwachsen dauert durchschnittlich 16 – 20 Jahre (Kuzawa and Bragg 2012).

Der *H. sapiens* ist die einzige Säugetierspezies (abgesehen von einigen Walarten) und auch die einzige Primatenspezies, die über eine verlängerte Lebensspanne über die reproduktive Phase der weiblichen Individuen hinaus verfügt.

Primaten, die in menschlicher Gefangenschaft leben, werden allerdings auch sehr viel älter, als ihre Artgenossen in der freien Natur (Robson and Wood 2008).

2.4 Technologie

Mit dem Jungpaläolithikum und ihrem Träger explodiert die Steinbearbeitung in Form der Klingentechnologie. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie die Rohmaterialien besser ausnützt und durch eine sehr hohe Anzahl an verschiedenen Werkzeugtypen (Floss 2012: 327-534). Das Artefaktspektrum ist über weite Regionen ausgesprochen uniform, diese unterscheiden sich aber in der relativen Häufigkeit ihres Vorkommens (Klein 2009: 672-675).

Genutzt werden aber nun auch andere Materialien wie Knochen, Geweih und Elfenbein zur Herstellung von Werkzeugen wie Aalen und Nadeln (Klein 2009: 679-681; Renfrew 2008).

2.5 Symbolisches Verhalten

In jungpaläolithischen Fundstellen finden sich regelmäßig und in großer Zahl Schmuck aus Tierzähnen, Muscheln, Schnecken, fossilisiertem Material, Perlen aus Kalkstein und Knochen sowie die Nutzung von Farbpigmenten. Im frühen Jungpaläolithikum finden sich nur selten Bestattungen, in späteren Phasen umso mehr. Die Bestattungen enthalten oft reichhaltige Grabbeigaben (Renfrew 2008). Ab dem Jungpaläolithikum treten in Europa Verhaltensweisen auf, die dem *H. sapiens* zugeschrieben werden, wie das Anfertigen von figürlicher Kunst, Parietalkunst und Musikinstrumenten (Müller-Beck et al. 2001).

2.6 Jagdmethoden

Die Jagdmethoden werden ab dem Jungpaläolithikum vielfältiger. Neben Speerschleudern sowie komplexer Projektiltechnologie kommen nun regelmäßig Netze, Fallen für kleine Tiere und Fischhaken vor (Churchill 1993; Lupo and Schmitt 2002).

2.6.1 Speerschleuder

Im späten Jungpaläolithikum wurde eine neue Jagdwaffe erfunden, die sogenannte Speerschleuder. Der Arm des Werfers wird dabei mit einem Hebel, der Speerschleuder, künstlich verlängert. Dadurch vergrößert sich der Beschleunigungsweg, die Abwurfgeschwindigkeit des Speeres erhöht sich, und – daraus resultierend – ebenfalls die Durchschlagskraft.

Die Speerschleudern sind nie vollständig erhalten, meist findet man nur die hinteren Enden, die mit einem Haken versehen sind. Sie sind überwiegend aus Rentiergeweih gefertigt. Speerschleudern wurden in Südwestfrankreich, Spanien, Deutschland und der Schweiz gefunden und stammen aus dem Magdalénien zwischen 18 000 und 10 000 BP.

Bei Speerschleudern kann man zum ersten Mal von echten Distanzwaffen sprechen, denn es ist nach modernen Versuchen möglich, damit Entfernungen bis zu 180 m zu überbrücken. Dies heißt, dass man mit einer Waffe von hoher Durchschlagskraft ein Tier aus großer Entfernung töten kann, ohne ihm dazu gefährlich nahe kommen zu müssen (Stodiek 2009).

2.6.2 Pfeil und Bogen

Pfeil und Bogen betrachten viele Forscher als eine Fortführung der Speerschleuder. Die ersten sicher datierten Exemplare sind 22 000 Jahre alt und stammen aus Spanien.

Aus dem Mesolithikum gibt es zahlreiche Bogen- und Pfeilfunde. Hier lässt sich eine Änderung der Jagdtechnik erkennen, denn es war durch die zunehmende Bewaldung am

Ende der letzten Eiszeit notwendig, von der Jagd auf große Herbivoren, die in Herden vorkamen, auf eine Jagd von kleineren Tieren, die nur einzeln im Wald lebten, umzustellen. Pfeil und Bogen eignen sich dazu besser als reine Holzspeere (Jungmanns 2009).

3 Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Ernährungsweise von Neandertaler und AMH

Bisher untersuchte und dokumentierte Unterschiede in der Ernährungsweise von Neandertalern und *H. sapiens* werden meist mit deren unterschiedlichen kognitiven Fähigkeiten erklärt.

Häufig werden die Begriffe „Broad spectrum revolution“ (vgl. Kap. V) und „Diet breadth“ benützt (Flannery 1972). Insbesondere die „Broad spectrum revolution“ (Hawkes and O’Connell 1992) wird in Verbindung mit der „Optimal foraging theory“ (Kelly 1995) gerne angewandt (Zeder 2012).

Beide Begriffe sind nicht eng definiert, sagen aber aus, dass es sich um eine Subsistenzform handelt, die reich an vielen verschiedenen Nahrungsbestandteilen ist. Meist wird das nur auf die tierischen Ressourcen bezogen und bedeutet hier, dass eine hohe Anzahl verschiedener Spezies erlegt wird.

Tab. III-3, Forschungsergebnisse zur Ernährung der beiden Hominidenarten

Neandertaler	<i>Homo sapiens</i>
<p>... sind konservativ bezüglich der Auswahl der Jagdtiere, sie jagen nur eine begrenzte Anzahl von mittelgroßen Herbivoren (Adler et al. 2006; Hoffecker 2009; Hoffecker and Hoffecker 2017; Hublin and Richards 2009)</p>	<p>...hat eine größere „Diet breadth“ als der Neandertaler. Darunter versteht man, dass es eine größere Diversität bei der Auswahl der Nahrungsmittel gibt (Drucker and Bocherens 2004; Hoffecker 2009; Hoffecker and Hoffecker 2017; Richards et al. 2008a).</p>
<p>In Südeuropa gehören kleine, langsame Tiere wie Schildkröten und Weichtiere zur Nahrung (Stiner et al. 2000; Stiner 2001).</p>	<p>...jagte und ernährte sich zunehmend auch von Vögeln, Wasservögeln, Fischen, Hasenartigen, sogenannten kleinen und schnellen Tieren mit hoher Speziesdiversität (Hoffecker 2009; Richards and Trinkaus 2009; Starkovich 2012; Stiner et al. 2000).</p>

Es gibt Beispiele von spezialisierter Jagd schon ab der frühen Weichselzeit in Europa (Gaudzinski 2006)	...war Großwildjäger (Nikolskyi and Pitulko 2013; Niven 2007)
Es sind keine saisonalen Signale bei der Jagd erkennbar (Gaudzinski and Niven 2009).	Es werden Netze, Schnüre, Fischhaken und Fallen zur Jagd genutzt (Gramsch et al. 2013; Lupo and Schmitt 2002, 2002; Soffer et al. 2000).
..... jagten Megaherbivoren (Bocherens 2009; McDonald et al. 2009) Nachweise ab OIS 13 (Dusseldorp 2009)	Während des Solutréen und Magdalénien in Südwestfrankreich bestand die Ernährung in der Hauptsache aus Huftieren von geringer Diversität und nur sporadisch aus kleinen Tieren (Rillardon and Brugal 2014).
.....jagten Robben in Südspanien (Stringer et al. 2008). Säugetiere, die im Meer leben, und Meeresfische werden in Südwesteuropa auch schon während des Mittelpaläolithikums ausgebeutet (Cortés-Sánchez et al. 2011; Zilhão et al. 2020).nutzte ab dem MSA marine Ressourcen (Marean 2010).
Monospezifische Jagd bereits ab MIS 6 bzw. Konzentration auf ein bis zwei Beutetierarten (Dusseldorp 2009; Gaudzinski 2006; Rendu et al. 2012; Richards et al. 2008b).	Intensivere Verarbeitung von Nahrung z.B. Gewinnung von Knochenfett (Manne and Bicho 2009; Nakazawa et al. 2009)
...bevorzugten Ressourcen mit hoher Nettoreturnrate (Gaudzinski 2006).	Es sind ausgeprägte Herdstrukturen vorhanden (Karkanas et al. 2004).
.....jagten „prime age adults“ im südlichen Kaukasus (Hoffecker and Cleghorn 2000)	Groundstone milling ist nachweisbar ab dem Gravettien (Ebeling and Rowan 2004; WRIGHT 1991).
Es gibt Belege für die Nutzung von mehr pflanzlichen Ressourcen in der Levante und Südeuropa im Mittelpaläolithikum (Henry et al. 2011).	
Die Ernährung der Neandertaler richtet sich eng an den klimatischen und	

ökologischen Bedingungen ihrer Umwelt aus (El Zaatari et al. 2016).	
Zum Ende des Mittelpaläolithikum verbreitet sich eine Projektiltechnologie, die das Jagen von Großwild sicherer für den Jäger macht (Churchill and Rhodes 2009).	
Es gibt vereinzelte Nachweise für die Nutzung von Fischen, Vögeln und stärkehaltigen Pflanzen im Mittelpaläolithikum (Hardy et al. 2011).	
Es gibt Unterschiede in der Subsistenz auf regionaler Ebene (El Zataari 2007).	
Es gibt Fundorte, die vom MP zum JP keinen Unterschied in der Ausbeutung von großen Huftieren zeigen (Grayson and Delpech 2008).	
Sowohl Neandertaler als auch moderne Menschen haben das gegessen, was sie saisonal und in ihrer jeweiligen Umgebung vorfanden (Bar-Yosef 2004).	

Alle Regionen und Zeiten enthalten also eine Art Gesamtpaket, wozu Neandertaler und AHM fähig waren. Im Folgenden geht es um die letzten Neandertaler und die ersten nach Europa eingewanderten AMH.

3.1 Ernährungsverhalten von Neandertalern

Im Allgemeinen werden Neandertaler als „Großwildjäger“ bezeichnet, die sich auf diese Tiergruppe spezialisiert hätten. Oder als Jäger, die eine bis wenige Beutetierarten bevorzugten und alle anderen möglichen Ressourcen vernachlässigten.

Das Problem beginnt hier schon bei den Begriffen. In der Literatur findet man „Megafauna“, „large mammals“, „big game hunters“, „large game“. Dabei ist nicht immer klar, zu welcher Größenklasse diese Tiere gehören.

Zur Megafauna kann man im pleistozänen Europa das Mammut und das Wollnashorn zählen. „large game“, „large mammals“ wären dann die nächste Größenklasse wie Pferd, Bison, Rentier und diverse Hirscharten, Steinbock und Gämse.

Als Hauptkomponente der Ernährung von Neandertalern gelten Säugetiere der zweiten genannten Größenklasse: Bison, Pferd, Rentier, Rot- und Damwild, Steinbock, Gämse.

In hohen nördlichen Breiten Mitteleuropas sind es große und mittelgroße Säuger mit wenig kleinen Tieren und einer geringen taxonomischen Diversität. In mittleren Breiten liegt der Fokus auf mittelgroßen Säugern und geringer taxonomischer Diversität. Eine größere

Bandbreite zeigt das Mittelmeergebiet mit großen und mittelgroßen Säugetieren, Fischen, Muscheln, Vögeln und marinen Säugern (Hardy et al. 2011).

Diese sehr „fleischlastige Ernährung“ wird bestätigt durch diverse Untersuchungen von stabilen Isotopen in Neandertalerknochen (Bocherens et al. 2005; Richards et al. 2008b), verdient aber im Folgenden genauere Betrachtung.

Ergebnisse zu Pflanzen als Ernährungskomponente gibt es auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes nur wenig.

Ein Überblick über den Stoffwechsel von Hominiden zeigt aber, dass ein bestimmter Prozentsatz der Ernährung aus Kohlenhydraten bestehen muss, damit der Metabolismus und vor allem die Gehirnfunktionen reibungslos verlaufen (vgl. Kapitel IV).

Die Liste zeigt aber auch, dass es keine „Generalisierung bezüglich der Nahrungsauswahl“ bei Neandertalern gibt, sondern dass die Nutzung geografisch und chronologisch sehr unterschiedlich ausfällt.

Für beide Homoarten gilt, dass sie bei den Herbivoren ausschließlich Herdentiere jagten, was eine sinnvolle Entscheidung ist, da sie in großen Mengen verfügbar sind, wenn man deren Migrationsverhalten kennt. Es gibt nur eine Fundstelle, für die die Jagd auf einzeln lebende Herbivoren bekannt ist, das ist Taubach, wo *Stephanorhinus kirchbergensis* während der OIS 6 selektiv gejagt wurde (Kahlke 1961).

Problematisch ist die Ressource Fisch archäologisch festzustellen. Fischüberreste sind sehr fragil, dünn und klein und können während der langen Lagerdauer leicht zerstört werden. Während der überwiegenden Zeit des von mir gewählten Zeitrahmens der OIS 3 lag der Meeresspiegel sehr viel tiefer als heute. Es ist somit nicht möglich, Neandertalerfundplätze mit Fischnutzung am heutigen Küstenverlauf zu finden (Dusseldorp 2009).

Große Mengen an Süßwasserfischen sind für einige Fundorte in Frankreich und dem Kaukasus nachgewiesen (Dusseldorp 2009).

Ein interessanter mittelpaläolithischer Fundplatz ist Kebara/Israel (Bar-Yosef et al. 1992), datiert auf $60 \text{ ka} \pm 6 \text{ ka}$ (das NT Skelett), bei dem alles zutrifft, was ansonsten mit der Subsistenz von AMH in Verbindung gebracht wird:

- Jagd auf mittelgroße Tiere, wie Gazelle und Rotwild, aber auch Pferd und Auerochse,
- erlegen von Prime-age adulten Tieren,
- Anlage von Herdstrukturen, Abfallzonen im Höhlenbereich,
- Aufsammeln von Schildkröten (Fleischgewicht ca. 2 kg) (langsame Beute) ist belegt, welche die dritthäufigste Tierart in Kebara ist,
- verbrannte Knochen in den Abfällen,
- Nutzung pflanzliche Lebensmittele, wie Bohnen, Linsen und Pistazien.

3.2 Ernährungsverhalten des AMH

Die wissenschaftlichen Arbeiten zur Ernährungsweise des AMH in Europa machen nur einen Bruchteil der Arbeiten zum Ernährungsverhalten des Neandertalers aus. Stets aber wird versucht, die beiden Menschenarten in ihrem Ernährungsverhalten voneinander abzugrenzen und Unterschiede festzustellen.

Auch der AMH jagte Großwild. Daneben werden aber auch Vögel, Wasservögel, Fische und Kleinwild gefangen. Insgesamt wird dem *H. sapiens* eine größere „Diet breadth“ und flexibleres Verhalten bezüglich der Ernährung zugeschrieben. Die gezielte Ausbeutung von Knochenfett und die Nutzung von Ground stone tools zur Verarbeitung stärkehaltiger Pflanzen wird ab dem Gravettien gesehen. Ebenso soll der AMH länger an einem Ort geblieben sein, und daher seien dort architektonische Strukturen wie Herde und Abfallzonen sichtbar, und es soll Arbeitsteilung bezüglich der Nahrungsbeschaffung notwendig gewesen sein (Cristiani et al. 2013; Finlayson 2004; Hockett and Haws 2003).

Kapitel IV: Die Ernährung des „Menschen“

1 Einleitung

Im Folgenden handelt es sich um gut gesicherte Forschungsergebnisse der Ernährungswissenschaft und der Humanbiochemie. Sie sollen hier erläutert werden, damit es möglich wird, abzuschätzen, wie die Ernährung der Hominiden in der OIS 3 im nördlichen Europa zu beurteilen ist.

Vertiefungen werden nur dort vorgenommen, wo es zum Verständnis der interdisziplinären Vorgehensweise notwendig ist. Keinesfalls ist es eine erschöpfende Darstellung der menschlichen Ernährung. Die Prozesse werden auch stark gestrafft dargestellt. Bei der empfohlenen Nährstoffzufuhr halte ich mich an die Referenzwerte der Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2019).

Betrachtet werden sollen nicht nur Forschungsergebnisse, wie wir sie vom modernen Menschen haben, sondern auch die besonderen Bedingungen, die sich für den Stoffwechsel ergeben unter der Ernährungssituation im paläolithischen, nördlichen Europa.

Es wird davon ausgegangen, dass der Stoffwechsel des Neandertalers sich nicht wesentlich von der des AMH unterscheidet, denn die hochkomplexen und vielfältigen Wege des Intermediärstoffwechsels gleichen sich bei heterotrophen Organismen und wurden hoch konserviert während der Evolution (vgl. nächste Abschnitt), (Biesalski 2019a; DGE 2019; Elmadfa 2019; Elmadfa and Leitzmann 2019; Hahn et al. 2016; Horn 2018; Kaspar 2014; Rehner and Daniel 2010; Schek 2017).

2 Evolution des Stoffwechsels

Nahrung dient allen heterotrophen Organismen zum einen als Brennmaterial für den Energiehaushalt, und zum anderen als Baumaterial für die organismeneigene Biosynthese. Diese Energie stammt vorrangig aus Kohlenhydraten und Fetten, kann aber in besonderen Situationen auch aus Proteinen gewonnen werden.

Nur Pflanzen und einige Cyanobakterien sind in der Lage, aus CO₂ und H₂O mittels Photosynthese Kohlenhydrate aufzubauen. Man nennt sie daher auch autotrophe Organismen.

Heterotrophe Organismen, zu denen der *H. sapiens* und der *H. neanderthalensis* gehören, sind dagegen immer auf „vorgeformte“ organische Verbindungen angewiesen. Sie konsumieren daher Pflanzen oder andere Tiere in unterschiedlichem Ausmaß. Die in den organischen Verbindungen steckende Energie nützen sie als Brennmaterial für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, als Energiesubstrat für den Stoffwechsel und für die Biosynthese neuer Stoffwechselmetaboliten.

Innerhalb der Nahrungskette gehen etwa 10 % der Biomasse der vorhergehenden Nahrungsstufe als Wärme verloren.

Organismen, die sich in erster Linie aus überwiegend pflanzlicher Nahrung ernähren, haben hohe Populationsdichten, da ihr Nahrungsangebot reichlich ist, und weil wenig Energie durch Wärmeverluste innerhalb der Nahrungskette verloren geht, z.B. Wiederkäuer, Boviden.

Am entgegengesetzten Ende der Nahrungskette stehen die Carnivoren, die sich ausschließlich von anderen tierischen Organismen ernähren. Sie kommen nie in großen Populationen vor, denn ihre Nahrungsgrundlage ist nur unregelmäßig verfügbar und muss mit hohem energetischem Aufwand gejagt werden. Carnivoren haben Zeiten kurzfristig hoher Nahrungsaufnahme, die Möglichkeit zur Speicherung von Nahrungsenergie und überstehen so auch längere Fastenperioden.

Obwohl der Verdauungstrakt der Säugetiere erhebliche anatomische Unterschiede aufweist, haben sie doch ähnliche Verdauungsenzyme: Proteasen zur Proteinverdauung, Amylasen zur Kohlenhydratverdauung und Lipasen zur Fettverdauung.

Der Stoffwechsel von Tieren, auch von Primaten bis hin zum *H. sapiens*, beruht auf den oben gemachten Aussagen. Es ist daher anzunehmen, dass auch der Stoffwechsel aller Zwischenstufen der Hominiden und auch des Neandertalers auf diesem Prinzip aufbaute. Diese Annahme ist notwendig, um die konsumierte Nahrung beider Hominidenarten hinsichtlich ihres physiologischen Wertes beurteilen zu können (Berg et al. 2013; Heldmaier and Neuweiler 2013: 1-9; Müller et al. 2019; Rasow et al. 2016).

2.1 Die Celluloseverdauung: evolutionäre Unterschiede

Pflanzen bauen nicht nur Mono- und Disaccharide auf, sondern auch Polysaccharide, die unterschiedlich verknüpft sind. Die α -1,4-glykosidisch gebundenen Glukosemonomere der Stärke werden von den Verdauungsenzymen der meisten Tiere abgebaut. Dreißig Prozent der Pflanzenmasse liegt aber in Form der β -1,4-glykosidischen Verbindungen, wie Cellulose und Hemicellulose, vor. Vertebraten sind nicht in der Lage, diese Bindungen enzymatisch zu spalten, da sie keine Cellulasen produzieren können.

Im Hinblick darauf, dass der Energiestoffwechsel auf Glukose beruht und auf die o.g. Weise enorme Mengen an Glukose gebunden sind, ist es merkwürdig, dass im Laufe der Evolution keine Cellulasen entwickelt wurden und auf diese Weise so große Energiemengen ungenutzt bleiben würden.

Die Evolution hat einen anderen Weg eingeschlagen. Die Spaltung der β -1,4-glykosidischen Bindungen wird mittels symbiontischer Mikroorganismen, die im Verdauungstrakt der Tiere (und des Menschen) angesiedelt sind, bewerkstelligt.

Die Celluloseverdauung findet entweder:

- prägastrisch in einem mehrkammrigen Magen (eigentlich kein Magen, sondern ein mehrkammeriger Ösophagus, der keine Verdauungsenzyme bildet) oder
- postgastrisch in unterschiedlich gebauten Teilen von Dünn- bzw. Dickdarm oder Caecum

statt.

Anaerobe Mikroorganismen, wie sie im Verdauungstrakt vorkommen, bauen Cellulose nicht vollständig zu CO₂ und Wasser ab, sondern zu kurzkettigen Fettsäuren, Methan, CO₂ und Wasserstoff.

Bei Ruminantiern findet eine Proteinbildung aus Stickstoff, Harnstoff oder Ammoniak durch Mikroorganismen statt. Auf diese Weise gewinnt ein Rind 100 g Proteine/Tag, und dies hilft ihm, Zeiten proteinarmer Nahrungsverfügbarkeit zu überbrücken. Diese Form der Verdauung ist auch für Colobiden und Leguren belegt.

Wie Pferde, Elefanten, einige Vögel, Beuteltiere, Nagetiere und Hasenartige betreiben auch Primaten die postgastrische Celluloseverdauung entweder

- mit großem Caecum oder
- mit großem Colon.

In diesem Verdauungsabschnitten werden keine Verdauungsenzyme produziert, somit können die Mikroorganismen überleben. Die bei der Verdauung der Cellulose durch Mikroorganismen in deren Stoffwechsel gebildeten Endstoffe sind:

- kurzkettige Fettsäuren, die resorbiert werden und eine wichtige Energiequelle darstellen
- Gase, die ausgeschieden werden.

Ein Teil der in der Cellulose gebundenen Energie dient den Mikroorganismen selbst zur Vermehrung und geht dem Wirtsorganismus verloren. Unter Bedingungen des Nahrungsmangels ist daher die prägastrische Verdauung effizienter. Dazu sind aber große Gärkammern notwendig, was zu einem großen Körper der Tiere führt. Es ist weiterhin noch anzumerken, dass einige der Vitamine Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen sind, die dem Wirtsorganismus zur Verfügung stehen (Heldmaier and Neuweiler 2013: 327).

2.2 Stoffwechsel und Bioenergetik

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden (1. Hauptsatz der Thermodynamik, Mayer 24.7.1841).

- In biologischen Systemen (Dörr and Martin 2016: 20) wird sie umgesetzt und ändert ihre Form in:
 - Wärme,
 - Bewegung,
 - chemische Verbindungen,
 - elektrisches Potential.

Alle energiereichen Moleküle werden von Pflanzen oder Cyanobakterien mittels Photosynthese hergestellt. Innerhalb geschlossener Systeme besteht Energieerhaltung. Die Muskulatur von Vertebraten enthält ein Reservoir an energiereichen Phosphatverbindungen in Form von Kreatinphosphat.



Glukose ist die wichtigste Transportform für Kohlenhydrate in Körperflüssigkeiten. Tierischen Zellen enthalten nur geringe Mengen an Glukose und müssen stets neu aus dem Blut Glukose aufnehmen, damit die Glykolyse zur Energiegewinnung ablaufen kann (Heldmaier and Neuweiler 2013: 13-16).

Für den Transport von Glukose in die Zellen stehen verschiedene membranständige Transporter zur Verfügung.

- GLUT-2-Transporter: in Leber, Pankreas, Glukoseaufnahme nur bei hohem Blutspiegel. Keine Glukoneogenese, es steht Glukose für Gehirn zur Verfügung.
- GLUT-1 und GLUT-3: sind in fast allen Säugetierzellen vorhanden, transportieren ständig Glukose in die Zellen.
- GLUT- 4: in Fettzellen und Muskulatur, hoher Insulinspiegel erhöht die Anzahl der GLUT- 4-Transporter
- GLUT- 5: Darm, resorbiert Glukose und Natrium

(Heldmaier and Neuweiler 2013: 13).

Die Glykolyse ist ein Stoffwechselweg, der schon früh in der Evolution bei Mikroorganismen ausgebildet wurde. Sie findet in allen tierischen Geweben statt, ist aber besonders aktiv in der Skelettmuskulatur. Reihenfolge der Aktivität: Skelettmuskulatur > Gehirn > Niere > Leber.

Die Haupteigenschaft der Fette als lang und gut lagerbare Energiereserve ist ihre hohe Inertität bezüglich chemischer Degradation und ihr geringer Raumbedarf innerhalb des Körpers (Heldmaier and Neuweiler 2013: 31, 34-35).

Zum Abbau der Fette ist allerdings Oxalacetat notwendig. Es existiert kein Stoffwechselweg von den Lipiden zu Kohlenhydraten. Umgekehrt können jedoch Lipide aus Kohlenhydraten gebildet werden, wenn Kohlenhydrate im Übermaß zur Verfügung stehen (Heldmaier and Neuweiler 2013: 31-34).

Für Aminosäuren existieren keine großen und langanhaltenden Speicher (Heldmaier and Neuweiler 2013: 37).

Der nutzbare Anteil aus der Nahrung (Assimilationseffizienz) ist abhängig von der Verdauungsleistung und der Qualität der Nahrung. Carnivoren haben eine Assimilationseffizienz von neunzig Prozent, beim Menschen liegt sie zwischen siebenzig Prozent und fünfundneunzig Prozent (Heldmaier and Neuweiler 2013: 302).

Die „Spezifisch dynamische Wirkung“ der Nahrung ist bei Proteinen am höchsten. Diese führen zu einer 5fachen Steigerung des Energieumsatzes (DGE 2019).

Die Nährstoffe unterliegen energieraubenden Prozessen, wie mechanische Zerkleinerung der Nahrung, Verdauung und Resorption.

Die mit der Nahrung aufgenommenen Aminosäuren steigern aber auch unmittelbar den Umsatz an Proteinen. Damit verbunden sind umfangreiche Synthese- und Abbauvorgänge, Transaminierungsreaktionen beim Abbau der Aminosäuren und der Synthese von Harnstoff (4 mol ATP für 1 mol Harnstoff), bei denen Energie in Form von Wärme abgegeben wird.

Bei endothermen Tieren wird diese genutzt, um die Körpertemperatur von ca. 37 °C aufrecht zu erhalten. Endotherme Tiere haben eine größere Masse an stoffwechselaktiven Organen mit mehr Mitochondrien pro Zelle (Heldmaier and Neuweiler 2013: 68).

2.3 Der Energiestoffwechsel oder was braucht der Mensch zum Leben?

Von den über neunzig, natürlich vorkommenden Elementen des Periodensystems wurden im Laufe der Evolution nur einundzwanzig in den menschlichen Stoffwechsel eingebaut.

Es handelt sich um Kohlenstoff und Wasserstoff, die Grundbausteine aller organischen Verbindungen, sowie um die Mengenelemente Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Phosphor, Schwefel und Chlor und die Spurenelemente Chrom, Mangan, Eisen, Kupfer, Cobalt, Zink, Selen, Fluor, Jod und Molybdän (Horn 2018: 397).

2.3.1 Der Gesamtenergiebedarf

Der Gesamtenergiebedarf (DEE= daily energy expenditure, TEE= total energy expenditure) des Menschen setzt sich zusammen aus zwei Komponenten,

- dem Grundumsatz (= GU, BMR= basal metabolic rate) und
- dem Leistungsumsatz (= LU, PAL= physical activity level) (Dörr and Martin 2016: 24, 25).

2.3.2 Der Grundumsatz

Der Grundumsatz ist definiert als die Energiemenge, die benötigt wird, um den Energiebedarf innerhalb von 24 Stunden und bei völliger Ruhe zu decken. Der Grundumsatz hängt von verschiedenen Faktoren ab und macht etwa 2/3 des Gesamtenergiebedarfs aus:

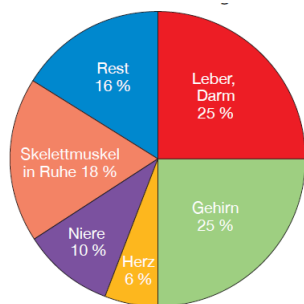
- Alter
- Geschlecht → Schwangerschaft, Stillzeit

- Körpergröße, Körperoberfläche, Body mass, Körpergewicht → Ausmaß der Muskelmasse
- Circadiane Rhythmen
- Klima, in dem ein Individuum lebt.

Diese Faktoren sind variabel. Während Alter und Geschlecht nicht beeinflussbar sind, kann sich das Körpergewicht und damit die Körperoberfläche stark ändern. Im Laufe des Erwachsenenlebens nimmt die Körpermasse an Muskulatur stetig ab. Selbst Personen mit ausgeprägtem sportlichem Verhalten nehmen im hohen Alter an Muskelmasse ab. Damit geht der Grundumsatz zurück, denn der Energieverbrauch hängt ab vom Ausmaß der vorhandenen Muskelmasse.

Das Geschlecht beeinflusst den Grundumsatz dergestalt, dass Frauen in der Regel über weniger Muskulatur verfügen als gleichaltrige Männer mit der gleichen Körpergröße. Andererseits kann der Grundumsatz bei Frauen während einer Schwangerschaft und der Stillzeit beträchtlich anwachsen. Der Energieverbrauch wird, abhängig von der Tageszeit, durch hormonelle Einflüsse gesteuert.

Menschen, die in höheren Breitengraden leben oder in Höhen mit niedriger Temperatur,



benötigen zur Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur mehr Energie als Personen, die in tropischen Gebieten leben, weil die Außentemperatur eine Abstrahlung von Körperwärme reduziert. Der umgekehrte Fall liegt vor, wenn Menschen in Gebieten leben, in denen sie durch Schwitzen eine Überhitzung des Körpers verhindern müssen, dessen Schweißbildung Energie benötigt. Menschen, die in solchen Klimaten aufwachsen, gewöhnen sich daran. Menschen, die von kühlen in sehr warme Klimate umziehen, benötigen etwa 6 Wochen zur Anpassung (Dörr and Martin 2016: 24,25; Elmadfa and Leitzmann 2019: 141; Hahn et al. 2016: 20)

Abb. IV- 1, Verteilung des Energiebedarfs auf verschiedene Organe, (Dörr and Martin 2016:24)

2.3.3 Berechnung des Grundumsatzes

Im Laufe der Jahre haben sich in der Ernährungsforschung verschiedene Methoden zur Berechnung des Grundumsatzes etabliert. Da der Grundumsatz von verschiedenen Faktoren abhängt, ist eine Berechnung mehr oder weniger genau. Exakter ist die direkte Kalorimetrie.

Studien konnten zeigen, dass die Höhe des Grundumsatzes vom Anteil der fettfreien Körpermasse (lean body mass) abhängt. Sie ist für 70 – 80 % des Grundumsatzes verantwortlich.

Bei Säugetieren korreliert der Energieverbrauch in Ruhe (Grundumsatz) mit dem Körpergewicht der Art (Dörr and Martin 2016: 26).

Kleibers Gesetz (Kleiber 1947)

Kleibers Gesetz ist ein allometrisches Skalierungsgesetz, das den Zusammenhang zwischen Körpermasse und Energieverbrauch von Tieren angibt.

$$\text{Grundumsatz} = k \cdot (\text{Körpergewicht})^n$$

k = der allometrische Koeffizient, er liegt bei Säugetieren zwischen 3,3 und 4,1 und beträgt für Primaten 3,36

n = 0,75 für Primaten

$$\text{Grundumsatz}^{\text{Mensch}} = 3,36 \cdot (\text{Körpergewicht})^{0,75}$$

Grundumsatz in kcal/24 h

Körpergewicht in kg

Harris-Benedict Gesetz

Das Gesetz nach Harris-Benedict (1919) bezieht neben der Körpermasse auch die Körpergröße, das Alter und das Geschlecht in die Berechnungen ein.

$$\text{GU(Mann)} = \left(66,5 + 13,7 \frac{1}{\text{kg}} m + 5,0 \frac{1}{\text{cm}} l - 6,8 \frac{1}{\text{a}} t \right) \frac{\text{kcal}}{24 \text{ h}}$$

$$\text{GU(Frau)} = \left(655 + 9,6 \frac{1}{\text{kg}} m + 1,8 \frac{1}{\text{cm}} l - 4,7 \frac{1}{\text{a}} t \right) \frac{\text{kcal}}{24 \text{ h}}$$

m = Körpermasse l = Körpergröße t = Lebensalter

Im Laufe der Jahrzehnte wurden weitere Formeln und Näherungsmöglichkeiten entwickelt, in die aber immer dieselben Parameter eingingen. Sie wurden geändert, um die Werte einer modernen Population mit höherem Fettanteil und geringer physiologischer Belastung anzupassen (Wang et al. 2001).

Grundumsatzsteigerung in Schwangerschaft und Stillzeit

Der Mehrbedarf, der in der Schwangerschaft für den wachsenden Fötus, Plazenta, mütterliches Blut und Gewebe entsteht, beträgt beim AMH im Mittel 255 kcal/Tag (1100 kJ/Tag).

In der Stillzeit steigt der Mehrbedarf abhängig von der sezernierten Milchmenge auf bis zu 1000 kcal/Tag (DGE 2019).

2.3.4 Leistungsumsatz (Physical activity level)

Der Gesamtenergiebedarf hängt aber auch ab vom Leistungsumsatz (= LU, PAL= physical activity level), er ist ein Maß für Dauer und Art der muskulären Belastung. Er kann daher stark variieren, macht unter alltäglichen Bedingungen aber nur $\frac{1}{3}$ des täglichen Energiebedarfs aus (Dörr and Martin 2016: 26-27; Elmadfa and Leitzmann 2019: 144; Hahn et al. 2016: 21).

Tab. IV-1, Beispiele für den durchschnittlichen täglichen Energieumsatz bei unterschiedlichen Berufs- und Freizeitaktivitäten von Erwachsenen, (DGE 2019)

Arbeitsschwere und Freizeitverhalten	PAL ¹	Beispiele
Ausschließlich sitzende oder liegende Lebensweise	1,2	Alte, gebrechliche Menschen
Ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität	1,4– 1,5	Büroangestellte, Feinmechaniker
Sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende und stehende Tätigkeiten	1,6–1,7	Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeiter
Überwiegend gehende und stehende Tätigkeit	1,8–1,9	Hausfrau, Verkäufer, Kellner, Mechaniker, Handwerker
Körperlich anstrengende berufliche Arbeit	2,0–2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Waldarbeiter, Bergarbeiter, Leistungssportler

1 für sportliche Betätigung oder für anstrengende Freizeitaktivitäten (30 – 60 Minuten, 4 bis 5mal je Woche) können zusätzlich pro Tag 0,3 PAL Einheiten zugelegt werden.

Ebenfalls variabel ist die postprandiale Thermogenese, die ein Maß des Energieverbrauchs durch Verdauung, Resorption, Transport und Verstoffwechslung der Nährstoffe darstellt. Die postprandiale Thermogenese hängt ab von Art und Menge der aufgenommenen Nährstoffe.

18 – 25 % der mit Proteinen, 4 – 7 % der mit Kohlenhydraten und 2 – 4 % der mit Fett aufgenommenen Energiemenge werden für die postprandiale Thermogenese vom Organismus ausgegeben. Nach einer Mahlzeit ist für einen Zeitraum von zwei bis sieben Stunden die postprandiale Thermogenese messbar (Dörr and Martin 2016: 27-28; Hahn et al. 2016: 23, 24).

2.4 Gesamtenergiebedarf paläolithischer Menschen

Es werden große Unterschiede in der Körpermasse zwischen Neandertalern und AMH vermutet.

Der Gesamtenergiebedarf bei Neandertalern soll um einiges höher gelegen haben als beim AMH. Folgende Faktoren werden dafür verantwortlich gemacht:

- Neandertaler haben einen anderen Körperbau und scheinen eine weniger effiziente Fortbewegungsweise zu besitzen.
- Neandertaler haben einen hohen Grad an körperlicher Belastung (Leistungsumsatz).
- Neandertaler haben eine höhere Muskelmasse als anatomisch moderne Menschen.
- Die höhere Muskelmasse isoliert besser gegen Kälte. Die höhere Muskelmasse produziert bei körperlicher Aktivität mehr Wärme, die zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur benötigt wird.
- Neandertaler – aber auch AMH – die die nördlichen Breiten bewohnten, benötigten mehr Energie zur Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur

(Snodgrass and Leonard 2009).

Verschiedene Forschergruppen haben zu den energetischen Kosten von Neandertalern gearbeitet und sich den o.g. Themen gewidmet.

Weaver and Steudel-Numbers(2005) beschäftigten sich mit den Körperproportionen von Neandertalern und dem Klima sowie Mobilitätsmustern als Ursache, Sorensen and Leonard (2001) sowie Aiello and Wheeler (2003) mit der Kältetoleranz von Neandertalern, Churchill (2006: 113-133) mit der körperlichen Aktivität der Neandertaler und ihrer Fähigkeit zur Thermoregulation, Steegmann und Kollegen (2002) mit der Fähigkeit zur Adaptation an Kälte. Kältetoleranz, bzw. die Fähigkeit zur Thermoregulation, sind eine Folge der höheren Muskelmasse von Neandertalern gegenüber dem AMH. Die höhere Muskelmasse isoliert besser gegen Kälte. Die höhere Muskelmasse produziert bei körperlicher Aktivität aber auch mehr Wärme, die zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur in kalten Klimaten wichtig ist.

Als eine Näherung zum Modell und den energetischen Kosten zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bei niedrigen Außentemperaturen dienen verschiedene, heute in nördlichen Breiten lebende Sammler-und-Jäger-Gruppen, wie Inuit, Evenki, Buryat, Yakut. Sie haben einen erhöhten Grundumsatz, bezogen auf die Körpermasse, die fettfreie Körpermasse und die Körperoberfläche als Menschen, die nicht so weit im Norden lebten. Eine Studie mit Sibiriern ergab eine Grundumsatzerhöhung von 15 % für Männer und 18 % für Frauen im Vergleich mit den errechneten bzw. erwarteten Werten, die mit den o.g. Parametern berechenbar sind (Snodgrass and Leonard 2009). Sie benötigen zwischen 15 – 18 % mehr Energie, als erwartet (Snodgrass and Leonard 2009).

Die unterschiedlichen Ergebnisse, zu denen sie kamen, sind in der nachfolgenden Tabelle gelistet. Insgesamt ist auffällig, dass der Energiebedarf von Neandertalern als weit höher eingeschätzt wird, wie sie der AMH hatte (vgl. Tab. IV-7).

Tab. IV-2, Energiebedarf der Hominiden der OIS 3

	GU/BMR [kcal/d]	LU/TEE [kcal/d]	Faktoren, die zur Erhöhung des Energiebedarfs führen	Quelle
NT/Frau	1500–1600	3000–4000	Chronischer Kältestress, postprandiale Thermogenese + 20 %, durch hohen Proteinkonsum. Maximal erreichbarer PAL von 2,5. Hohe körperliche Aktivität.	(Snodgrass and Leonard 2009)
NT/Mann	1800–1900	4000–7000	s.o.	(Snodgrass and Leonard 2009)
NT/Frau	-	3000–5500	Hohe körperliche Aktivität, PAL: 3,0	(Sorensen and Leonard 2001)
NT/Mann	-	4000–6000	Hohe körperliche Aktivität, PAL: 3,0	(Sorensen and Leonard 2001)
NT/ Frau/Mann	-	3364–4480	Kälteadaptation, Morphologie, Aktivität des braunen Fettgewebes, genetische Komponente, (ACP1*A Allel)	(Steegmann et al. 2002)

NT/ Mann/Frau	-	3500–5000	Körperform, Körperoberfläche, Kälteadaptation	(Churchill 2006)
nicht geschlechtsbezogen	Je 1 kg benötigt 13,7 kcal/d mehr bei NT gegenüber AMH	-	Körperproportionen und Kosten für Fortbewegung	(Weaver and Steudel-Numbers 2005)

Aiello und Wheeler (2003) beschäftigten sich in dieser Untersuchung weniger mit dem Energieverbrauch, sondern mit der Kältetoleranz von Neandertalern und AMH. Ausgehend von der Prämisse, dass der Organismus einen Energieverbrauch von maximal dreifachem Grundumsatz aufbieten kann, errechneten sie die Temperaturen, bei denen sich Neandertaler und AMH ohne Kleidung aufhalten konnten. Die niedrigste Temperatur, bei der Neandertaler sich ohne weitere Isolierung aufhalten konnten, berechneten sie mit 8,0 °C und für AMH mit 10,5 °C. Dieses überraschende Ergebnis kann aber nur aufrechterhalten werden, wenn davon ausgegangen wird, dass gleichzeitig eine hohe Energiezufuhr stattgefunden hat.

Es lässt aber auch darüber nachdenken, inwieweit Neandertaler in der Lage waren, sich durch Kleidung zu schützen bzw. Feuer zu machen. Aus ethnografischen Untersuchungen geht hervor, dass die Hominiden, die während der OIS 3 im nördlichen Europa lebten, eine Körperabdeckung von 80 – 90 % benötigten (Wales 2012). Moderne Jäger und Sammler in Tasmanien und in Alacuf/Patagonien sind in der Lage, bei 0 °C Außentemperatur nackt zu schlafen (Fromente 2001: 240).

Der Grundumsatz von Neandertalern und AMH unterscheidet sich nicht stark, wohl aber der Leistungsumsatz. Es ist nicht geklärt, wie weit sich der menschliche Leistungsumsatz steigern lässt. Menschen in modernen, westlichen Gesellschaften haben einen PAL von 1,73. Männliche Gambier, die als Bauern leben, sowie bolivianische Aymara, die als Bauern und Pastoralisten leben, haben einen PAL von 2,4. Die Zahlen schwanken etwas im Jahresverlauf, entsprechend den anfallenden Arbeiten. Männliche Inuit haben PAL Werte zwischen 1,8 und 2,2. Die höchsten Werte weisen Individuen auf, die nahe der ursprünglichen Lebensweise wirtschaften.

Es wird angenommen, dass ein PAL Wert von 2,5 der obere mögliche, langfristig erreichbare Level ist. Berufssportler sowie körperlich schwer arbeitende Menschen können zeitweilig aber nicht dauerhaft Werte von PAL 2,8 – 3,5 erreichen (Black et al. 1986; Diaz et al. 1991). Es ist nicht bekannt, was die maximale Stoffwechselrate begrenzt, Atmung und mitochondriale Respiration sind es nicht. Vermutlich liegt die Begrenzung im Nährstoffmetabolismus und dem Nährstofftransport (Heldmaier and Neuweiler 2013: 64).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass vier Faktoren für den höheren Energiebedarf der Neandertaler verantwortlich zu machen wären:

- höheres Körpergewicht,
- Kältestress,
- erhöhte postprandiale Thermogenese durch proteinreiche Ernährung und
- erhöhte Kosten für Mobilität durch ungünstige Körperproportionen.

Froehle und Churchill (2009) stellten ebenfalls Berechnungen an, in die neben dem Grundumsatz die mittlere Jahrestemperatur einging. Parameter waren die Temperaturen in den Zeitperioden, in denen die Neandertaler und anatomisch moderne Menschen gelebt hatten. Sie nutzten 26 männliche Neandertaler und 39 AMH aus Europa und dem Nahen Osten, um die Körpermasse und die zu deren Lebzeiten herrschenden Temperaturen zu bestimmen. Die Temperaturdaten entnahmen sie dem Stage 3 Project. Auch sie fanden einen höheren Energiebedarf für Neandertaler als für AMH, konnten den Unterschied aber hauptsächlich auf die höhere Körpermasse der Neandertaler zurückführen.

Die Temperaturen in den nördlichen Breiten haben einen erhöhenden Einfluss auf den Energiebedarf, aber diese waren in ihrer Untersuchung nicht sehr ausgeprägt. Mit ihrem Modell berechneten sie einen Unterschied von 100 – 350 kcal/Tag (420 – 1470 kJ/Tag) im Energiebedarf von Neandertalern gegenüber dem AMH, die in gleichen Klimazonen lebten.

Das Körpergewicht wird nach Ruff (1997) mit 77,8 kg für männliche und 66,4 kg für weibliche Neandertaler angegeben.

Den sehr hohen Werten von Sørensen und Leonhard widerspricht Hockett (2012), weil ein derart hoher Energiebedarf von 5500 kcal/d und mehr für Neandertalerfrauen in der Schwangerschaft negative Konsequenzen hätte.

Bei einem Grundumsatz von 1465 kcal/d für eine erwachsene Neandertalerfrau kämen weitere 400 kcal/Tag während des zweiten und dritten Trimesters der Schwangerschaft dazu. Je nach zu Grunde gelegtem Aktivitätslevel von PAL 1,5 bis 3,0 kommt auch Hockett zu sehr hohen Werten, die auch von modernen Sammlern und Jägern erreichbar wären.

Tab. IV-3, Erhöhung der BMR durch Schwangerschaft bei Neandertalern, (Snodgrass and Leonard 2009)

Table 1				
Pregnant Neanderthal women DEE's, based on BMR figures supplied in Snodgrass and Leonard (2009).				
(BMR + PR) × PAL = DEE				PAL equivalent to:
1465	400	3.0	5500	High end of intensive agriculturalist
1465	400	2.5	4660	Average of intensive agriculturalist
1465	400	2.0	3780	High end of forager
1465	400	1.8	3357	Average of modern Siberian forager

Da die Ernährung von Neandertalern in erster Linie aus tierischen Produkten zu bestehen scheint, ergäben sich bei sehr hohem Energiebedarf, der aus tierischen Produkten gedeckt werden muss, unrealistisch hohe Anteile von bis zu 60 % Proteinen. Ein derart hoher Proteinanteil in der Nahrung würde zur Vergiftung führen (vgl. Kap. VI, 3.1.7 und 3.1.8)

Gleichzeitig wären einige Mikronährstoffe in toxisch hohen Mengen und andere in nicht ausreichenden Mengen vorhanden.

Tab. IV-4, Aufnahme von essentiellen Nährstoffen für verschiedene BMR und PAL Werte bei schwangeren Neandertaler Frauen, (Hocket 2012).

Essential Nutrients																
Energy					Vitamins							Minerals				
PAL	kcal	Pro. (%CAL)	Fat	Carb	A	C	E	Thia.	Nia.	Fol	B6	Ca	Fe	Zn	K	Se
3.0	5500	784 (57%)	237	3	3740	11	11	2.3	126	395	9.8	275	102	143	8440	738
2.5	4600	634 (55%)	210	2	1870	6	9	1.8	104	262	7.7	224	83	122	6691	540
2.0	3800	569 (60%)	200	2	1870	6	8	1.5	95	244	6.9	206	75	110	5981	476
RDA	2400	46	~100	130	700	75	15	1.1	14	400	1.3	1000	18	8	4700	55
Toxic@		>35%		!!!	3000	!!!			35	!!!	100	!!!	45	***	***	400

!!! = severe under-consumption of micronutrients; *** = moderate to severe over-consumption of micronutrients that currently do not have toxic levels established but are known to be potentially damaging to internal organs (e.g., heart, liver, kidney) at high levels; Carb. = carbohydrates, Thia. = Thiamin; Nia. = Niacin; Fol. = Folate.

2.4.1 Fehler in der Berechnung des Grundumsatzes?

Die Bestimmung des Grundumsatzes wird in erste Linie bestimmt durch die Körpermasse, mit der gerechnet wird. Im Falle paläolithischer Menschen wird von der Körpergröße auf die Masse geschlossen. Die Berechnungen von Auerbach und Ruff (2004) beruhen auf der Vermessung der bi-iliacalen Breite des Beckens von modernen Menschen. Ruff und Kollegen (2005) verbesserten die Berechnungen um die Vermessung von Personen, die in hohen nördlichen Breiten leben, da deren Körperbau ein anderer ist. Daraus schloss er auf die Körpermasse von paläolithischen Menschen aus verschiedenen Zeithorizonten und Klimaten. Für in nördlichen Breiten lebende Individuen berechnete er folgende Durchschnittswerte.

Tab. IV-5, Körpergewicht von Neandertalern und AMH, (Ruff et al. 2005.)

Taxon	Gewicht [kg]
NT männl.	75,8
NT weibl.	66,4
AMH weibl.	56,2
AMH männl.	69,7

Abgesehen davon, dass der Stichprobenumfang sehr klein ist, besteht ein Masseunterschied zwischen männlichen und weiblichen Neandertalern, sowie zwischen Neandertalern und AMH.

Heynes und MacDonald (2015) legten andere Daten für Neandertaler und AMH aus verschiedenen Zeitperioden und verschiedenen Klimazonen für ihre Berechnungen zu Grunde und kamen zu ganz anderen Ergebnissen. Sie haben ein grundsätzliches Problem damit, dass eine zu geringe Anzahl an paläolithischen Skeletten für die Berechnungen zur Verfügung stand. Sie kommen für die verschiedenen Berechnungsarten zu dem Schluss, dass das Problem für die Berechnung der Körpermasse aus Skelettparametern, die sehr große Standardabweichung ist. Dies führe zu einer systematischen Unterschätzung der Variation innerhalb einer Population, sodass die meisten Individuen nur zu 20 % innerhalb der Bestimmungen für die tatsächliche Körpermasse liegen.

Eine Studie von 2017 (Will et al. 2017), die einen sehr großen Stichprobenumfang hat, gibt folgende Werte an:

Tab. IV-6, Körpergewicht und Größe von *H. sapiens* und Neandertalern, (Will et al. 2017)

	<i>H. sapiens</i> (Pleistozän)	Neandertaler
Gewicht [kg]	67,16	70,52
Größe [cm]	170,34	162,66

Interessant ist dabei, dass für den *H. sapiens* im Vergleich zum Neandertaler ein geringeres Gewicht, aber eine größere Körperhöhe angenommen wird. Dies lässt auf einen eher kompakteren Körperbau der Neandertaler schließen.

2.4.2 Ein Wort zu alten Berechnungen

Es ist bis heute üblich und wurde auch noch so in meinem Nebenfach Paläoanthropologie gelehrt: Die Beurteilung der Körperproportionen und des Energieverbrauchs wurden mittels

- Bergmann's Rule (*Innerhalb einer Art sind die Individuen einer Art in kälteren Regionen größer als in wärmeren Regionen*) und
- Allen's Rule (*Bei verwandten Säugetierarten sind die exponierten Körperteile (beim Menschen Extremitäten) in kalten Gebieten kürzer ausgebildet als in wärmeren Gebieten*)

beurteilt. Daraus abgeleitet wurde der Neandertalerkörperbau als kleiner und kompakter als der von AMH eingestuft. Heute greifen diese Regeln zu kurz, da es zahlreiche Überlagerungen gibt und die Regeln entwickelt worden waren, um Muster innerhalb einer Spezies zwischen Individuen zu erklären. Bei *H. sapiens* und *H. neanderthalensis* handelt es sich aber wohl um zwei verschiedene Spezies (Dusseldorp 2009: 19).

2.4.3 Daten für rezente Jäger und Sammler

Für den AMH kann auf Daten von rezenten Jägern und Sammlern aus hohen nördlichen Breiten oder von in größeren Höhenlagen lebenden Populationen geschlossen werden. Für die vorliegende Arbeit sind daher die Daten der Inuit und der Ache von Bedeutung (Sorensen and Leonard 2001: 486, Tab. II).

Tab. IV-7, Gesamtenergiebedarf verschiedener Jäger- und Sammler Populationen, (Sorensen and Leonard 2001: 486, Tab.II).

Population	Male wt (kg)	Female wt (kg)	TEE* (kcal/day)
Ache	56.9	51.0	3000
BaMbuti	51.3	40.4	—
Efe	43.3	40.6	2650
Etolo	—	—	2626
G/wi	51.3	40.4	2050
Hadza	53.6	47.7	—
Hiwi	57.8	48.2	2000
Inuit	65.0	55.0	3670
!Kung	46.0	41.0	2800
Machiguenga	51.8	44.5	3200
Yanomamo	—	—	—
Mean ± S.D.	53.3 ± 6.7	45.4 ± 5.4	2720 ± 607

*TEE values represent mid-sex averages.

Zusammenfassend kann aus dem Aufgeführten geschlossen werden, dass der Gesamtenergiebedarf von Individuen, die unter eiszeitlichen Bedingungen im nördlichen Europa gelebt haben, über 3600 kcal/d gelegen haben dürfte.

2.4.4 Das „Constrained Total Energy Expenditure Model“

Die oben genannten Berechnungen des Gesamtenergiebedarfs von Hominiden geht stets davon aus, dass der Energiebedarf linear ansteigt mit dem Ausmaß und der Dauer der körperlichen Betätigung (physical activity). Dies wird als „additive TEE“ oder „Factorial approach“ bezeichnet. Dabei wird der Energieverbrauch als ein Vielfaches des Grundumsatzes angegeben.

2012 veröffentlichten Pontzer und Kollegen (2012) eine Studie, die den Gesamtenergiebedarf von Hadza Jägern und Sammlern mit dem von in westlichen Gesellschaften lebenden Menschen verglich. Bis dahin nahm man an, dass der TEE der Hadza über dem der in westlichen Populationen lebenden Menschen liegen müsse, da sich die Hadza weit mehr bewegten. Die Messung des TEE wurde mit doppelt markiertem Wasser vorgenommen, was der Goldstandard ist. Verblüffenderweise zeigten die Ergebnisse, dass die beiden Populationen denselben TEE besaßen. Der TEE war in erster Linie abhängig von der Körpergröße, genauer von der fettfreien Körpermasse (FFM= fat free mass). Die anderen Faktoren, die auch den Grundumsatz beeinflussen, wie Alter, Gewicht, Geschlecht, Fettanteil der Körpermasse, hatten kaum einen Einfluss. Obwohl die Hadza viel größere tägliche Gehdistancen zurücklegten, als die Personen in westlichen Gesellschaften, unterschied sich deren TEE nicht.

Es folgten weitere experimentelle Studien (Pontzer et al. 2016; Pontzer 2017) an verschiedenen Tierarten, auch an Primaten, Zootieren und frei lebenden Tieren und weitere Feldversuche mit Populationen aus verschiedenen geografischen Regionen, unterschiedlicher Ernährungsweise und mit unterschiedlichem Lifestyle (Jäger und Sammler, Ackerbauern, moderne Gesellschaften).

Sie erhielten bei allen Studien das gleiche Ergebnis: der TEE steigt mit dem Grad der körperlichen Aktivität, nur bis zu einem gewissen Plateau an. Wird die körperliche Aktivität weiter gesteigert, kommt es nicht zum Ansteigen, des TEE. Pontzer und Kollegen nennen dies das „Constrained TEE Model“.

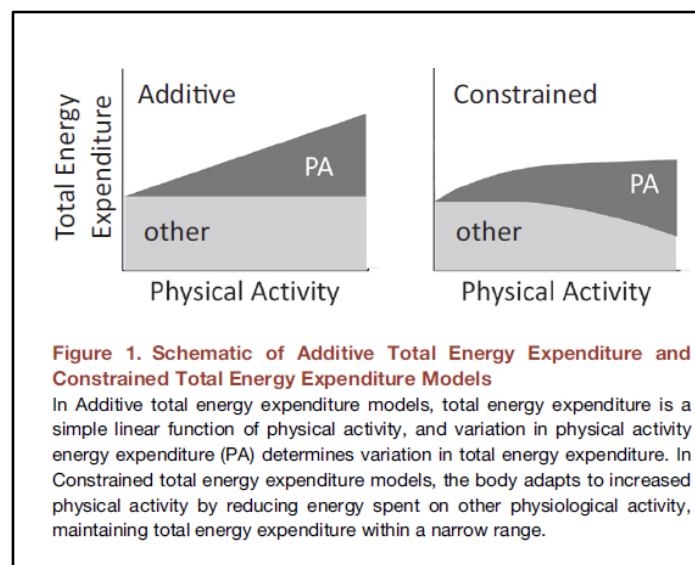


Abb. IV- 2, Energieverbrauch nach den zwei Modellen (Pontzer et al. 2016), additive und constrained physical activity

Die körperliche Aktivität maßen sie mit einem Aktivitätsmessgerät, das die Bewegungen dreidimensional erfasst, in Counts per minute pro Tag (CPM/d). Bis zu einer körperlichen Belastung von 200 CPM/d stieg der TEE kontinuierlich an. Bei weiterer Steigerung der körperlichen Aktivität bis zum Ende der Belastungsgrenze von 650 CPM/d ergab sich keine weitere Steigerung des TEE. Das Plateau stellte sich ab etwa 230 CPM/d ein. Dies widerspricht dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik. Es muss daher gefragt werden, woher nimmt der Körper die Energie bei hoher Belastung?

Pontzer und Kollegen nehmen an, dass die Energie, die bei steigender körperlicher Belastung anfällt, an einer anderen Stelle des Organismus auf der Stoffwechselebene eingespart wird: Reproduktion, Laktation, Regeneration, Organfunktionen, oder dass der Körper aus den eventuell vorhandenen Reserven lebt.

Im Tierversuch konnten sie zeigen, dass die Anzahl der Ovulationen bei steigender körperlicher Belastung zurückgeht und dass Nager in solchen Situationen ihren Nachwuchs aufessen, um keine Kosten für ihre Aufzucht zu haben. Bei Hochleistungssportlern führt

steigende körperliche Belastung zu einem Rückgang der Sexualhormone bei beiden Geschlechtern mit Amenorrhoe bei Frauen. Ebenfalls bekannt ist, dass bei Hochleistungssportlern die Regenerationsphasen länger werden und sich eine chronische Fatigue einstellt, was auf eine Reduzierung von Energie im Stoffwechsel schließen lässt, da die Energie für die körperliche Belastung benötigt wird (Pontzer et al. 2016; Pontzer 2017).

Unterschiede in den Organfunktionen bei steigender körperlicher Belastung sowie von veränderten Stoffwechselwegen sind dahingehend noch nicht untersucht worden.

Evolutionsbiologisch hat diese metabolische Anpassung an den Energieverbrauch Vorteile. Sie schützt bei hoher körperlicher Belastung, indem die Reproduktion eingestellt wird und damit das Überleben gesichert wird, während der Nachwuchs unter so schlechten Bedingungen keine Überlebenschance hätte.

Es ist bekannt, dass übergewichtige Menschen mit einer Vielzahl an entzündlichen Prozessen konfrontiert sind, die sich im Krankheitsbild des metabolischen Syndroms äußert. Unter moderater körperlicher Belastung gehen diese Entzündungsprozesse zurück. Das bedeutet, dass der Körper dafür Ressourcen einspart (Samad and Ruf 2013; Tay et al. 2019; Ying et al. 2019; Yudkin 2007).

Das Constrained TEE Modell wirft nun die Frage auf, ob die bisherigen Berechnungen zum Energiebedarf der Hominiden, die im eiszeitlichen, nördlichen Europa lebten, und allesamt nach dem Additive model erstellt wurden, nicht einer Korrektur bedürfen.

Mit Sicherheit hatten sie einen hohen Energiebedarf auf Grund ihrer Lebensweise, dazu kommt der jahreszeitliche Temperaturstress. Es ist aber auch vorstellbar, dass es Zeiten gab, in denen die Nahrung knapp war und der Energiebedarf dennoch sehr hoch. Dann wäre ein eingeschränkter TEE ein Überlebensvorteil, wenn in diesen Zeiten auch die Reproduktion und damit auch die Bevölkerungsdichte stagnieren würde.

Wie oben erwähnt, scheint der TEE zu 65 – 75 % von der Menge der fettfreien (FFM) Masse abzuhängen. Die FFM eines Menschen kann eigentlich nur direkt mit der Bioelektrischen Impedanzanalyse (Dörr and Martin 2016: 224) bestimmt werden. Dazu müsste man heute lebende Jäger-und-Sammler, die in nördlichen Breiten leben, daraufhin untersuchen.

Abschließend ist anzumerken, dass der TEE bei Hominiden nicht so hoch sein dürfte, wie die additiven Modelle es annehmen. Bei zunehmender körperlicher Aktivität und hoher FFM muss davon ausgegangen werden, dass die Energie auf der Stoffwechselebene z.B. für die Reproduktion eingeschränkt wird.

2.5 Kinderernährung – Das 1000 Tage Fenster

Zwischen Ernährung, Körpergröße und Lebenserwartung besteht ein enger Zusammenhang. Menschen, deren Ernährung in den ersten 1000 Tagen, von der Konzeption bis zum Ende des 2. Lebensjahres, nicht adäquat war, d.h. nicht alle Makro- und Mikronährstoffe in

ausreichender Menge enthielt, bleiben im Längenwachstum bis zu zwei Standardabweichungen, bezogen auf die 95 % Perzentile, hinter den adäquat ernährten Kindern zurück. Die Lebenserwartung ist ebenfalls deutlich reduziert gegenüber den adäquat ernährten (Biesalski 2015: 49-50).

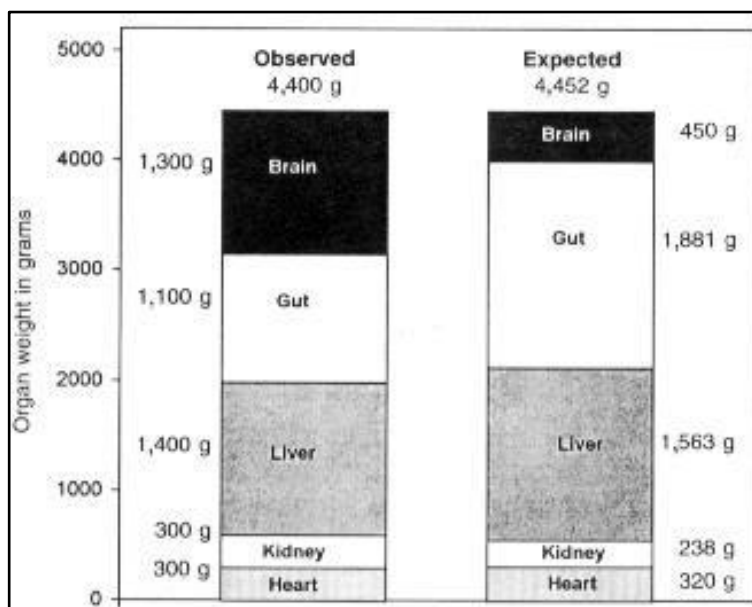
Nicht ausreichende Ernährung in frühen Entwicklungsstadien kann einen bedeutenden Einfluss auf die Kindersterblichkeit aber auch auf die Demografie einer Population haben, wenn Personen frühzeitig versterben und nicht mehr zum Fortpflanzungspool beitragen (Biesalski 2015: 49).

Mateos und Mitarbeiter (2014) kamen in ihren Berechnungen zu dem Schluss, dass Neandertalerkinder im Alter zwischen drei und sechs Jahren weniger Energie benötigen als *H. sapiens* Kinder in dieser Altersspanne. Sie führen dies auf ihre geringere Körpermasse und ihr langsames Wachstum zurück. Dies könnte ein Überlebensvorteil für Neandertalerkinder darstellen

2.6 Energiebedarf des Gehirns

Die menschliche Gehirnmasse macht 2 % der Gesamtkörpermasse aus, das Gehirn konsumiert aber 16 – 20 % der gesamten Energie. Das menschliche Gehirn ist deutlich größer als das Gehirn anderer Primaten und der Hominidenvorfahren. Wie das zustande kam und warum es eine energetisch so exklusive Position einnehmen konnte, wurde und wird vielfach diskutiert.

Entsprechend der „Expensive tissue hypothesis“ (Aiello 1997; Aiello and Wheeler 1995) hat



sich im Laufe der menschlichen Evolution die Gehirngröße und sein Energiebedarf dramatisch erhöht, auf Kosten des Energiebedarfs des Gastrointestinaltrakts, der sich morphologisch verändert und verkleinert hat. Um den Organismus mit verkleinertem Gastrointestinaltrakt weiterhin mit der gleichen Energiemenge versorgen zu können, musste dann eine qualitativ höherwertige Ernährung zugeführt werden. Die hochwertigere Nahrung sollen Proteine aus Fleisch gewesen sein.

Abb. IV- 3, tatsächliche und zu erwartende Organgewichte für einen 65 kg schweren Menschen

Figure 1 - Observed and expected organ mass for a 'standard' 65 -kg human. Expected organ masses for the heart, liver and kidneys are from Stahl (1965). Heart mass: $HW = 5.2 * M^{0.987}$ ($n = 321, r = 0.99$);

liver mass: $LW = 32.2 * M^{0.94}$ ($n = 293, r = 0.98$); kidney mass (both kidneys together): $KW = 6.3 * M^{0.87}$ ($n = 268, r = 0.95$). Expected brain size is based on the reduced major axis equation computed for higher primates (excluding humans) from data in Stephan et al. (1981). Brain mass: $\log_{10}BW = 0.72 * \log_{10}M + 1.35$ ($N = 26, r = 0.98$). Expected gut size is based on the reduced major axis equation computed for higher primates from data in Chivers and Haldik (1980, Chivers, personal communication; typesetting errors affecting data accuracy in Table 6 of Chivers and Haldik (1980) have been corrected and new species have also been added). Gut mass: $\log_{10}GM = 0.853 * \log_{10}M - 1.271$ ($N = 22, r = 0.96$). GM = gut mass in kilograms; W = other organ mass in grams; M = body mass in kilograms; n = number of individual animals; N = number of species; r = product moment correction coefficient. (After Aiello and Wheeler, 1995).

Tab. IV-8, Organgewicht und metabolische Rate von Menschen, (Aiello and Wheeler 1995)

Table I - Organ mass and metabolic rate in humans. Data are for a 65-kg male with a basal metabolic rate (BMR) of 90.6 W (Aschoff et al., 1971; after Aiello and Wheeler, 1995).

Organ	Organ mass (kg)	Body mass (%)	Mass specific organ BMR (W/kg)	Total organ BMR (W)	Total body BMR (%)
Brain	1.3	2.0	11.2	14.6	16.1
Heart	0.3	0.5	32.3	9.7	10.7
Kidney	0.3	0.5	23.3	7.0	7.7
Liver	1.4	2.2	12.2	17.1	18.9
Gastro-intestinal tract	1.1	1.7	12.2	13.4	14.8
Total	4.4	6.8		61.7	68.1
Skeletal muscle	27.0	41.5	0.5	13.5	14.9
Lung	0.6	0.9	6.7	4.0	4.4
Skin	5.0	7.7	0.3	1.5	1.7
Grand total	37.0	56.9		80.8	89.1

Unbestreitbar ist, dass das menschliche Gehirn einen hohen Energiebedarf hat, was an späterer Stelle noch diskutiert werden soll (Aiello and Wheeler 1995).

Die „Expensive tissue hypothesis“ blieb nicht unwidersprochen und es gelang auch nicht, sie für alle Organismen zu belegen (Navarrete et al. 2011; Sol 2009; Speth 2012), sie wird aber weiterhin in der Paläoanthropologie vertreten.

Wragham (2009) ist der Ansicht, dass die zusätzliche Energie für das stark energieverbrauchende, menschliche Gehirn durch den Verzehr von unterirdischen Speicherorganen (Underground storage organs = USO), die sehr kohlenhydrathaltig sind und durch das Kochen der Nahrung und der damit verbundenen Reduktion der Kosten für die Verdauung zustande kam.

Navarrete und Kollegen (2011) verglichen die Gehirnmasse von 100 Säugetierarten, darunter 23 Primatenarten, mit Organgewichten. Bezogen auf die Lean body mass fanden sie keine negative Korrelation zwischen dem Organgewicht des Verdauungstraktes und dem Organgewicht des Gehirns und anderer stark konsumierender Gewebe. Das große, stark konsumierende Gehirn des Menschen, sei eine Kombination von einer besseren Ernährung - besonders für schwangere Frauen, einer besseren Kognition beim Aufspüren von Nahrungsressourcen und verbesserter, weniger energieaufwändiger Bewegung.

2.7 Nährstoffe

„Nährstoffe sind chemisch definierte organische und anorganische Bestandteile der Nahrung, die beim Ablauf der Lebensvorgänge eines Organismus als Energielieferanten, Baustoffe und Steuersubstanzen dienen.“ (Rehner and Daniel 2010: 217).

Nährstoffe sind für den Menschen essentiell, d.h. sie können im Stoffwechsel nicht hergestellt und müssen daher mit der Nahrung zugeführt werden. (Ausnahme: vgl.Kap. IV, 3.2)

2.7.1 Makronährstoffe

Die Zufuhr von Energie erfolgt über die Aufnahme von Nahrung, die drei potentielle Energiequellen in Form der Makronährstoffe enthält. Proteine, Kohlenhydrate und Fette. Sie sind ungleichmäßig in Nahrungsmitteln verteilt.

Während Fett mit 9 kcal/g (39 kJ/g) und Kohlenhydrate mit 4 kcal/g (17kJ/g) in erster Linie zur Energieversorgung dienen, sind Proteine mit 4 kcal/g (17 kJ/g) in erster Linie Bau- und Strukturstoffe und nur unter bestimmten Bedingungen (Hunger, stark proteinreiche Ernährung) Energielieferanten (Dörr and Martin 2016: 20-115).

2.7.2 Mikronährstoffe

Neben den Makronährstoffen benötigt der Säugetierkörper weitere essentielle Substanzen, die als Bausubstanz und Regulatoren der Stoffwechselfvorgänge dienen. Das sind 16 anorganische Substanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente, sowie 13 organische Substanzen, die Vitamine.

2.7.3 Nährwertrelation

Für moderne Menschen, die in heutigen Industrienationen leben, wurde die sogenannte Nährwertrelation entwickelt. Sie beschreibt das Verhältnis der Makronährstoffe zueinander. Dieses Verhältnis stellt eine sichere Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen in den notwendigen Mengen dar (Dörr and Martin 2016). Die modernen Empfehlungen für die Nährwertrelation unterscheiden sich wenig, je nach Herkunft, die von Cordain ermittelte

Nährwertrelation für derzeitige Jäger-und-Sammler dagegen schon in allen Makronährstoffen.

Tab. IV-9, Nährwertrelationen der verschiedenen Fachgesellschaften

	D-A-CH (DGE 2019, 2019)	WHO (Ströhle 2009)	Nordic Nutrition Recomm. (Ströhle 2009)	Paleo Diet Cordain (Cordain et al. 2002b)	Tatsächliche Nährwertre- lation heute in Deutsch- land (DGE 2004) [%]
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Protein	10–12	10–15	15	19–35	13
Fett	30–35	15–30	30	22–40	37
Kohlenh.	50–60	55–75	55	28–47	45
Alkohol	-	-	-	-	5–8

3 Die Makronährstoffe und ihre Bedeutung

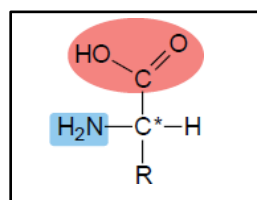
3.1 Proteine

Proteine sind Verbindungen, die aus Aminosäuren aufgebaut werden.

Alles Leben auf der Erde bedient sich derselben 21 Aminosäuren. Sie können unterschieden werden nach

- ihrem chemischen Aufbau,
- ihren Abbauwegen im Stoffwechsel oder
- ihrer Essentialität für den Menschen.

Abb. IV- 4, Grundstruktur der Aminosäuren, (Dörr and Martin 2016: 87)



Die Aminosäuren: Lysin, Valin, Leucin, Threonin, Isoleucin, Methionin, Tryptophan und Phenylalanin sind essentiell, d.h. sie können im menschlichen Organismus nicht selbst produziert werden und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Die Aminosäuren: Histidin und Cystein können im Metabolismus hergestellt werden, aber in bestimmten Situationen nicht in ausreichender Menge, z.B. Säuglingszeit.

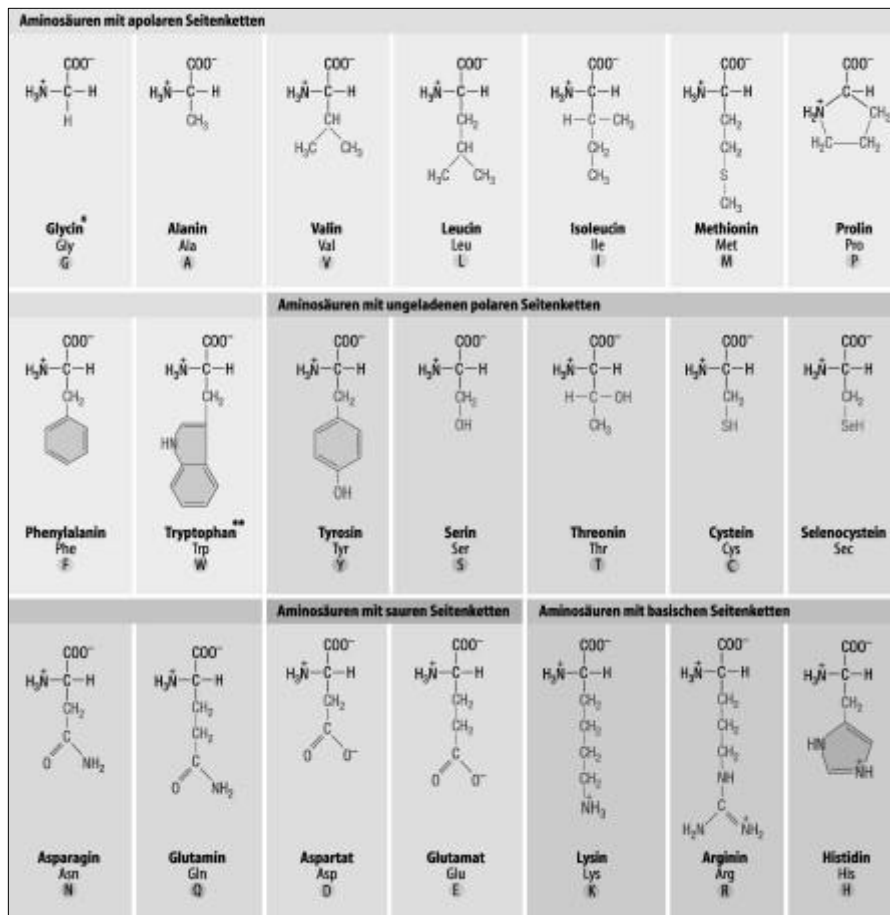


Abb. IV- 5, die proteinogenen Aminosäuren, (https://media.springernature.com/lw785/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-53488-5_13/MediaObjects/978-3-662-53488-5_13_Fig1_HTML.jpg).

Zu den für den Menschen essentiellen Aminosäuren, d.h. Aminosäuren, die der menschliche Organismus nicht selbst herstellen kann und auf deren Zufuhr er mit der Nahrung angewiesen ist, zählen: *Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin*. Daneben existieren die nicht essentiellen Aminosäuren Alanin, Asparagin, Asparaginsäure und Glutaminsäure, sowie Aminosäuren, die nur unter bestimmten Gegebenheiten essentiell sind.

Zu den glucogenen Aminosäuren gehören diejenigen, die zur Glukoneogenese (= Synthese von Glukose) herangezogen werden können (Alanin, Glycin, Serin, Cystein, Glutamin, Glutamat, Prolin, Histidin, Arginin, Valin, Methionin, Asparagin, Aspartat und Threonin). Keto-gene Aminosäuren (Leucin, Lysin) können zu Ketonköpern und damit zur Energiebereitstellung abgebaut werden (Dörr and Martin 2016: 87; Elmadfa and Leitzmann 2019: 212; Hahn et al. 2016: 107-111; Vaupel and Biesalski 2019b: 145).

3.1.1 Funktionen der Proteine

In jeder menschlichen Zelle existieren etwa 50 000 verschiedene Proteine. Diese enorme Vielfalt wird breit gefächert genutzt. Proteine werden in erster Linie vom Körper als

Bausubstanzen und als Proteine mit ganz speziellen Funktionen eingesetzt. Nur bei Mangel an Kohlenhydraten und Fetten werden sie als Energiesubstrat verwendet.

Ihre Funktionen sind:

- Aufbau und Erneuerung von Körpergewebe:
 - kontraktile Proteine = Muskelgewebe,
 - Strukturproteine = Bindegewebe, Organgewebe, Haare, Nägel, Schleimsekrete, Substanzabbau während der Schwangerschaft und des Wachstums.

Daneben haben Proteine eine Vielzahl von funktionellen Bedeutungen im Organismus:

- Transportproteine: Hämoglobin, Myoglobin, Lipoproteine, Serumalbumin,
- Signal- und Botenstoffe: Hormone, Neurotransmitter,
- Biokatalysatoren: Enzyme,
- Schutzproteine: Immunglobuline, Fibrinogen, Thrombin,
- Speicherproteine: Transferritin,
- regulatorische Funktionen: am Endothel, an der Blut-Hirn-Schranke,
- Aufbau von Purinen,
- Umbau bestimmter Aminosäuren zu Glukose zur Energiegewinnung beim totalen Fasten,
- einzelne Aminosäuren mit spezifischen Funktionen, z.B. Taurin

(Dörr and Martin 2016: 107, 108; Hahn et al. 2016: 117; Horn 2018: 76; Rehner and Daniel 2010: 226).

3.1.2 Bedarf

Für AMH wird ein Bedarf von 0,8 g/kg Körpergewicht als bedarfsdeckend angesehen. Dieser enthält einen Sicherheitsfaktor, sodass von einem niedrigeren Bedarf unter gesunden Bedingungen ausgegangen werden kann (Dörr and Martin 2016: 109; Elmadfa and Leitzmann 2019: 233; Stehle 2019: 244).

3.1.3 Stoffwechsel

Der menschliche Körper besteht zu 16 % aus Proteinen. Im Gleichgewicht (steady state) werden täglich 300 g Proteine auf- und wieder abgebaut. Dies entspricht in etwa einer Umsatzrate von 4 g/kg Körpergewicht. Dies liegt um ein Mehrfaches über der täglich notwendigen Zufuhr von 0,8 g/kg Körpergewicht und belegt das Recycling von Proteinen. Die für die Neusynthese von Proteinen notwendige Menge an Aminosäuren stammt zu 20 % aus Nahrungsproteinen; 80 % der benötigten Aminosäuren werden durch Reutilisation von abgebauten Körperproteinen gedeckt. Die Proteinsynthese findet in der Skelettmuskulatur (40 %), dem Darm (25 %) und der Leber (25 %) statt, rund 10 % entfallen auf alle anderen Organe (Elmadfa and Leitzmann 2019: 222; Vaupel and Biesalski 2019b: 153-154).

Die Stickstoffbilanz und damit die Proteinbilanz ist positiv in der Schwangerschaft und nach Muskeltraining mit Muskelzuwachs. Die Hormone Insulin, Wachstumshormon, Trijodthyronin, Thyroxin und Testosteron sind verantwortlich für eine positive Stickstoffbilanz.

Ist die Ernährung energieangepasst aber proteinfrei, verliert der Körper etwa 9,35 g Protein/kg Körpergewicht und Tag.

Proteine allein genügen nicht, es muss eine adäquate Energiezufuhr stattfinden, damit die Proteine zum Aufbau von Körpersubstanz genutzt werden können. Eine optimale Energiezufuhr, um das zu erreichen, beträgt 50 kcal/g (210 kJ/g) Protein. Eine untere Grenze von 24,3 kcal/g (105kJ/g) Protein darf nicht unterschritten werden. Unterhalb dieser Grenze werden Körperproteine zur Energiegewinnung abgebaut, unter Verlust von Körpersubstanz (Vaupel and Biesalski 2019b: 155).

3.1.4 Der Proteinbedarf des paläolithischen Menschen

Wie oben unter dem Energiebedarf schon angesprochen, dürften die paläolithischen Menschen auf Grund ihrer Lebensweise eine hohe Muskelmasse gehabt haben. Insbesondere für den Neandertaler wird diese auf Grund seiner Morphologie angenommen.

Dies würde vermuten lassen, dass sie auch einen hohen Proteinbedarf besaßen, weil Muskelmasse in der Hauptsache aus Proteinen aufgebaut wird. Dies trifft zu in der Wachstumsphase und im Muskelaufbau unter großer körperlicher Belastung. Eine alleinige überhöhte Proteinaufnahme ohne muskuläres Training führt aber nicht zum Aufbau von Muskelmasse (König et al. 2010). Dies ist darin begründet, dass der Proteinstoffwechsel sich im gesunden Zustand in einem steady state befindet, und Proteine nicht ohne große Not zur Energiebereitstellung genutzt werden.

Nur unter extremer Ausdauerbelastung wird Körperprotein als Energiequelle genutzt, was dann zu Lasten der Muskelmasse geht (Jäger et al. 2017). Im Ausdauerzustand werden die Proteinreserven nur unter vollständiger Depletion von Kohlenhydraten zur Energiebereitstellung angegriffen (Fritzen et al. 2019).

Um die muskuläre Proteinbiosynthese im Krafttraining zu erhöhen, ist eine zusätzliche Menge von 0,25 – 0,3 g/kg Körpergewicht zielführend. Dies entspricht etwa einer Menge von 15 – 25 g/Tag an zusätzlichem Protein (König et al. 2010). Diese Proteinmenge

entspricht einer Portion Fleisch von 100 –150 g/Tag.

Insgesamt ist daher für den paläolithischen Menschen aufgrund seiner Lebensweise ein leicht erhöhter Proteinbedarf anzunehmen. Ebenfalls ist es möglich, dass unter Ausdauerleistung mit Verarmung der körpereigenen Kohlenhydratreserven eine Proteinkatabolie stattfindet, weil Kohlenhydrate in der Umwelt der OIS 3 nicht leicht und in großen Mengen verfügbar waren (vgl. Kap. XIII).

3.1.5 Abbau von Aminosäuren

Stufe 1: Ammoniak entgiften

Transaminierung und Desaminierung

Während Kohlenhydrate und Fette vollständig zu CO_2 und Wasser abgebaut werden, ist beim Abbau von Aminosäuren die Eliminierung der NH_3 Gruppe mit gesonderten Stoffwechselwegen notwendig (Harnstoffzyklus). Da alle Aminosäuren eine NH_3 Gruppe tragen, fällt bei deren Abbau im Stoffwechsel Ammoniak an. Ammoniak ist für den menschlichen Organismus hochtoxisch und führt in nur geringen Mengen zu cerebralen Störungen, daher muss Ammoniak effektiv entgiftet werden. In peripheren Organen wird Ammoniak zur Entgiftung entweder auf Glutaminsäure oder Alanin übertragen. So entsteht unter Hilfe der Glutaminsynthase aus Glutaminsäure das Glutamin und aus Pyruvat das Alanin. Alanin wird vorwiegend im Muskel gebildet. Glutamin und Alanin werden an den Blutkreislauf abgegeben und dienen als „Ammoniakshuttle“. Alanin wird dann vorwiegend in der Leber transaminiert, wo das entstehende Pyruvat in die Glukoneogenese eingeschleust werden kann (Alaninzyklus). Glutamin dagegen wird überwiegend in der Niere desaminiert (Enzym: *Glutaminase*).

Während das in der Niere freigesetzte Ammoniak direkt in den Urin abgegeben wird und dort als Puffersystem fungiert, wird das in der Leber freigesetzte Ammoniak in ungiftigen Harnstoff überführt und auf diese Weise ausscheidungsfähig gemacht. Dazu verfügt die Leber über eine Ausstattung an Enzymen, die diesen Prozess in einem Stoffwechselkreis, dem Harnstoffzyklus, bewerkstelligen. Das Ziel des Harnstoffzyklus ist die Bildung von ungiftigem Harnstoff aus Ammoniak und CO_2 . Der Harnstoffzyklus ist ein stark energiebeanspruchender Stoffwechselweg.

Stufe 2: Das Kohlenstoffskelett verwerten

Der Abbau des nach der Transaminierung oder Desaminierung verbleibenden Kohlenstoffskelettes ist je nach Aminosäure mehr oder weniger komplex. Auf Einzelheiten soll hier deshalb nicht eingegangen werden.

Der Abbau der Kohlenstoffskelette kann im Gegensatz zur Harnstoffsynthese energiebringend erfolgen. Etwa 10 % der im Stoffwechsel erzeugten Energie stammt aus dem Aminosäureabbau. Die Kohlenstoffskelette werden dabei durch Reaktionen so umgeformt, dass sie in bereits bestehende Stoffwechselwege, meist den Citratzyklus, eingeschleust werden können. Dort werden sie zu CO_2 und H_2O abgebaut oder können auch zur Glukoneogenese dienen. Unter normalen Stoffwechselbedingungen werden nur geringe Mengen an Proteinen zur Energiegewinnung herangezogen.

Der Körper geht höchst effizient mit der Ressource Proteine um (vgl. Steady state). Die Aminosäuren, die für den Menschen essentiell sind, kommen tendenziell eher in tierischen Lebensmitteln vor, da sie dem menschlichen Proteinmuster eher gleichen, als in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft.

Im Laufe der Evolution standen am Anfang bei den Säugetieren Proteine aus Insekten zur Verfügung und bei den später entstandenen Primaten zusätzlich nur geringe Mengen an Proteinen aus Blättern. Die in diesem Zeitrahmen genutzten Proteinmengen sind eher gering gewesen und dies dürfte der Grund für die Entstehung des effizienten Umgangs mit Proteinen im menschlichen Stoffwechsel gewesen sein. Im Laufe der Evolution zum Menschen wurden immer mehr Proteine in Form von Fleisch aufgenommen, so dass man, wenn kein Hunger herrschte, von einer ausreichenden Bedarfsdeckung ausgehen kann (Dörr and Martin 2016: 211-218; Hahn et al. 2016: 117-127; Horn 2018: 228-234; Rehner and Daniel 2010: 454-458).

3.1.6 Bedarfsdeckung mit Proteinen im nordeuropäischen Paläolithikum

Während Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft, wie Nüsse, nicht domestizierte Hülsenfrüchte und Gräser Samen gewisse Mengen an Proteinen enthalten, kommt die Hauptversorgung mit Proteinen aus Muskelfleisch, Innereien und Knochenmark und eventuell aus Insekten und Insektenlarven, teilweise aus Eiern und aquatischen Ressourcen (vgl. Kap. VII, VIII, IX).

3.1.7 Die Proteinzufuhr des paläolithischen Menschen und die möglichen Folgen für die Gesundheit

Sowohl für den AMH als auch für den Neandertaler ist ein hoher Konsum von tierischem Protein nachgewiesen, während die energieliefernden Nährstoffe Fette und Kohlenhydrate in nur geringen Mengen für sie verfügbar waren (Koussoroplis et al. 2008).

Ben-Dor und Mitarbeiter (2016) sind der Meinung, dass der große untere Thorax von Neandertalern eine Adaptation an den hohen Proteinkonsum darstellt. Leber und Niere hätten ihr Volumen und ihren Umfang erhöht, um die größere Leistung des Proteinmetabolismus und der Proteindesaminierung sowie Harnstoffausscheidung bewältigen zu können. Allerdings ist diese Form der Anpassung, eine Vergrößerung der Organmasse, für den Menschen im Gegensatz zu Tieren nicht nachgewiesen.

Während der Proteinbedarf mit 0,8 g/kg Körpergewicht oder 12 – 15 % der Gesamtenergiezufuhr gedeckt werden kann, liegt die Proteinaufnahme bei Sammlern-und-Jägern bei 19 – 35 % (Cordain et al. 2002b), was offenbar mit dem Leben vereinbar ist. Inuit, die noch am ehesten dem paläolithischen Menschen in der OIS 3 gleichen, haben sogar eine Proteinzufuhr von 25 – 38 %. Für paläolithische Menschen wird aber eine weit höhere Proteinzufuhr von bis zu 50 % (Speth and Spielmann 1983) vermutet. Dieser Umstand wurde nur von wenigen Forschern, wie Speth und Hockett, aufgenommen. Es gibt kaum eine Beschäftigung mit dieser Thematik und kaum derzeitige Forschung zur überhöhten Proteinaufnahme.

Die paläolithischen Menschen in nördlichen Breiten konsumierten große Mengen an Fleisch, was gleichgesetzt werden kann mit einer hohen Proteinaufnahme. Dazu muss erwähnt werden, dass das Fleisch von Wildtieren einen ausgesprochen niedrigen Fettgehalt im Vergleich zu neuzeitlichen und domestizierten Tieren aufweist. Mageres, fettarmes (2 –

3 % Fett) Muskelfleisch hat einen durchschnittlichen Proteingehalt von 22 % (Cordain et al. 2002b).

Die überhöhte Zufuhr von Fetten und Kohlenhydraten führt zur Einlagerung von Fetten ins Fettgewebe. Die überhöhte Zufuhr von Proteinen dagegen kann zu einer Ammoniakvergiftung des Organismus führen, weil beim Abbau von Aminosäuren Ammoniak anfällt, der in der Leber zu Harnstoff umgewandelt und über die Niere ausgeschieden werden muss.

Vermutlich sind 300 g Proteine täglich oder etwa 50 % der täglichen Nahrungszufuhr über Proteine das äußerste Limit für die Zufuhr (Speth and Spielmann 1983).

3.1.8 Folgen einer erhöhten Proteinaufnahme

Ethnographische Hinweise

1983 erschien ein folgenschwerer Artikel von Speth and Spielmann (1983), der sich erstmals den Konsequenzen einer „exzessiven“ Proteinaufnahme bei Jägern und Sammlern in nördlichen Breiten widmete. Die in nördlichen Breiten lebenden Jäger und Sammler ernährten sich überwiegend von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, also Fleisch, Innereien, Knochenmark von Landtieren, im Falle nordischer Jäger, die die Küsten bewohnten, auch von Fisch und im Meer lebenden Säugetieren.

Eine nur aus terrestrischem Fleisch bestehende Ernährung ist sehr fettarm und proteinreich, denn terrestrische Wildtiere haben einen sehr geringen Fettgehalt im subkutanen Gewebe, der abhängig von der Jahreszeit schwankt, bzw. in den Wintermonaten einen Tiefpunkt erreicht. In den Wintermonaten ist aber die Versorgung mit pflanzlicher Nahrung ebenfalls knapp, so dass es zu Nahrungsmangel, Hungerperioden und Gewichtsverlusten der Menschen kommen kann.

Dieser Zustand wird beschrieben in vielfältigen Narrativen von nordischen Jägergesellschaften, die von Forschern im 18. und 19. Jahrhundert aufgezeichnet wurden (Speth 2012; Speth and Spielmann 1983). Ergänzt werden diese Berichte von Stefansson (Speth and Spielmann 1983), der sich einem einjährigen Selbstversuch unterzogen hat, bei dem er nur Fleisch konsumierte.

Die Folge dieser Ernährung ist ein Zustand, der nordischen Jägern gut bekannt war und der von ihnen „Rabbit Starvation“ (Hasenartige werden im Winter häufig gefangen und haben einen extrem niedrigen Fettgehalt) genannt wurde. Die Symptome sind steigender Hunger trotz mengenmäßig großer Nahrungsaufnahme in Form von Fleisch, begleitet von Magen-Darmproblemen, Durchfall, Unruhegefühl, Gewichtsverlust, Übelkeit. Es sind dies die Symptome einer Proteinvergiftung, die durch eine Proteinaufnahme, die über der möglichen Leberclearance für Ammoniak liegt, auftreten (Speth 1991; Speth 2012: 45-86, 212; Speth and Spielmann 1983).

Sie berechneten, um welche Menge mageres Fleisch es sich dabei für einen nordischen Jäger handelt. Bei einem Gewicht von 54 kg (Mann) und 46 kg (Frau) benötigten diese einen

Konsum von 1,5 kg (Frau) und bis zu 1,8 kg (Mann) an magerem Fleisch, um ihren Energiebedarf zu decken. Dabei gehen sie von einem Proteingehalt von 22 g/100 g Fleischgewicht aus. Dies wären für eine Frau eine Menge von 330 g Protein und für einen Mann 396 g Protein.

Mit einer solchen Ernährung geht eine Unterversorgung mit Kohlenhydraten und Fetten, sowie essentiellen Fettsäuren einher, die die eigentlichen Energieversorger des menschlichen Körpers sind. Des Weiteren stellen sich die bekannten Veränderungen des Hungerstoffwechsels ein.

Da sowohl heute als auch in paläolithischen Zeiten Sammler-und-Jäger in nördlichen Breiten gelebt haben, fragten sich die beiden Autoren, welche Strategien diese entwickelt hatten, um den Zustand der „Rabbit Starvation“ zu vermeiden. Sie kamen zu folgenden Ergebnissen:

- Zusätzliche Jagd auf Meeressäuger, die einen hohen Fettgehalt aufweisen.
- Anlage von Körperfettdepots in den üppigen Jahreszeiten, in denen auch pflanzliche Nahrung zur Verfügung stand.
- Extraktion von Knochenfett und Lagerung desselben, z.B. Pemmikan.
- Lagerung von getrockneter Pflanzennahrung und Fetten.
- Austausch von Fleisch mit anderen Gruppen für fett- und kohlenhydratreiche Lebensmittel.

3.1.9 Wie können diese Strategien bei paläolithischen Jägern und Sammlern in nordischen Breiten überprüft werden?

Wie anderen Orts erwähnt, scheinen Neandertaler in nördlichen Breiten wenig Fischfang und Erbeutung von Meeressäugern betrieben zu haben. Ein Beleg für die Jagd auf Meeressäuger stammt aus dem Süden der Iberischen Halbinsel (Stringer et al. 2008). Auch der Austausch mit anderen Gruppen dürfte im Fall von Nahrungsmitteln praktisch nicht überprüfbar sein. Bleibt die Untersuchung auf die Ausbeutung von Knochenfett und pflanzlicher Nahrung.

3.1.10 Maximale Proteindesaminierung

Studien am Menschen mit erhöhter Proteinaufnahme werden seit den 1970er Jahren kaum mehr vorgenommen. Dies liegt zum einen daran, dass es in den westlichen Industrienationen eine Proteinaufnahme gibt, die über dem empfohlenen Level liegt, während in den wenigsten entwickelten Ländern immer noch ein Großteil der Bevölkerung mit einer zu niedrigen Proteinaufnahme zurechtkommen muss. Studien mit exzessiver Proteinaufnahme sind daher zum einen für die Ernährungsforschung nicht interessant, zum anderen aus ethischen Gründen, wegen der Gefahr langfristiger Schäden, nicht mehr durchführbar.

Es existiert eine sehr gute Studie von Rudman und Kollegen (1973), die die maximale Harnstoffclearance der Leber experimentell am Menschen erfasste. Allerdings ist diese Studie von 1973!

Es gibt einige tierexperimentelle Ergebnisse aus diesem Bereich und Ergebnisse von Sportlern, die Proteinisolate zur Ergänzung einnehmen, um die Muskelbildung anzuregen. Von Athleten, die an der Olympiade 1936 teilgenommen haben, wird ein Proteinkonsum von 800 g Fleisch täglich berichtet. Heute wird Profisportlern eine Proteinaufnahme je nach Sportart zwischen 1,2 g – 1,8 g/kg Körpergewicht und Tag empfohlen (Bilsborough and Mann 2006).

Eine Studie des RKI von 2002 (https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsB/was_essen_wir_heute.pdf?__blob=publicationFile,_29.1.20) gibt an, dass ein Großteil der deutschen Bevölkerung den empfohlenen Richtwert von 0,8 g/kg Körpergewicht überschreitet und bis zu 2 g/kg an Proteinen aufnimmt.

Die Frage nach der maximalen Leistung der Leber bei der Desaminierung von Aminosäuren ist im Grund eine Frage danach, ob die fünf Enzyme des Harnstoffzyklus hochreguliert werden können, bei Zufuhr hoher Proteinmengen. Dieser Frage wurde im Tierversuch, mit Leberzellkulturen und im Versuch mit gesunden und leberzirrhothischen Menschen nachgegangen. Man fand, dass eine mengenabhängige Zufuhr von Proteinen die Enzyme des Harnstoffzyklus nicht hochregulieren (Dimski 1994; Husson et al. 2003; Morris 2002; Ratner 1977).

Die Untersuchungen am Proteinstoffwechsel des Menschen sind auch heute nicht einfach und nicht abgeschlossen.

Wie erwähnt, geschieht der Abbau der Aminosäuren in der Leber, bei der NH_3 (NH_4^+) anfällt. Die maximale Rate der Harnstoffbildung und Ausscheidung liegt nach Rudman bei

65 mg Harnstoff Stickstoff/Stunde und kg Körpergewicht ^{0,75}

(Minimum: 55 mg Harnstoff Stickstoff, maximal 75 mg Harnstoff Stickstoff)

Die maximale Desaminierungsrate hängt ab von der Leber, aber auch vom Körpergewicht, respektive dem Anteil des freien Wassers im Organismus, in welchem NH_3 und Harnstoff löslich sind. Tab. IV-10 modifiziert gibt die maximale tägliche Proteinaufnahme, die desaminiert werden kann, für verschiedenes Körpergewicht an (Bilsborough and Mann 2006).

Tab. IV-10, Bereich der täglichen Proteinaufnahme bezogen auf das Körpergewicht und den Algorithmus nach Rudman für die maximale Harnstoffsyntheserate

Table 1 Range of Daily Protein Intakes Based on Body Weight and the Algorithm for Maximal Rate of Urea Synthesis (MRUS) Developed by Rudman et al. (27) and Allowing for Protein Requirements Set by the RDA Where Deamination is Not Occurring

MRUS mg N · h ⁻¹ · kg ^{-0.75}	Body weight (kg)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Daily protein maximal intakes based on MRUS (g)												
55	46	78	106	131	155	178	200	221	241	261	280	lower
60	51	85	115	143	169	194	218	241	263	285	306	
65	55	92	125	155	183	210	236	261	285	308	331	mean
70	59	99	135	167	197	226	254	281	307	332	357	
75	63	106	144	179	212	243	272	301	329	356	382	upper
Daily protein intake based on RDA for structural use (g)												
	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	
Maximum daily protein intake levels (g)												
55	54	94	130	163	195	226	256	285	313	341	368	lower
60	59	101	139	175	209	242	274	305	335	365	394	
65	63	108	149	187	223	258	292	325	357	388	419	mean
70	67	115	159	199	237	274	310	345	379	412	445	
75	71	122	168	211	252	291	328	365	401	436	470	upper

Ein Teil der aufgenommenen Proteinmenge wird direkt funktionalen oder strukturellen Zwecken zugeführt, wie Gewebewachstum, Gewebereparatur, Produktion von Hormonen, Enzymen, Immunglobulinen – und muss daher nicht desaminiert werden.

Für ein 70 kg schweres Individuum läge die maximale tägliche Proteinaufnahme bei 293 g, für eine 50 kg schwere Frau nur bei 223 g. Unter einer postulierten Ernährung im Paläolithikum, die hauptsächlich aus tierischem Fleisch besteht, wäre die tägliche maximale Proteinaufnahme über Fleisch, bei einem mittleren Proteingehalt von 22 % für mageres Wildfleisch, 1,33 kg bzw. 1,01 kg.

Eine derart hohe Proteinaufnahme hat zwei Vorteile:

- a) Proteine sättigen mehr als die beiden anderen Makronährstoffe.
- b) Der thermodynamische Effekt von Proteinen ist größer als der der beiden anderen Makronährstoffe und trägt auf diese Weise zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bei, unter Schonung der bereits vorhandenen körpereigenen Ressourcen (Bilsborough and Mann 2006).

Bei Tieren ist eine Hochregulation der Aminosäurendesaminierung durch die Enzyme des Harnstoffzyklus bei hoher Proteinanflutung bekannt. Auf der anderen Seite wird die Resorption von Proteinen bei hoher Anflutung reduziert durch eine Verringerung der Magenentleerung (Bilsborough and Mann 2006). Ob es solche Regelmechanismen beim Menschen auch gibt, ist unklar. Die Resorptionsrate verschiedener Proteinressourcen (Milch, Ei, Fleisch,

Getreide etc.) liegt beim Menschen zwischen 1,3 % und 10 % pro Stunde (Bilsborough and Mann 2006).

Nicht verschwiegen werden soll hier, dass es auch einige Arbeiten gibt, die darauf hinweisen, dass eine exzessive Aufnahme von Proteinen nicht zu einer Begrenzung in der Harnstoffproduktion und -ausscheidung führt. Die Studien wurden allerdings mit sehr unterschiedlich hoher Proteinzufuhr, niemals im Bereich der Zufuhr von paläolithischen Jägern, mit verschiedenen Proteinquellen und unterschiedlich hohen Mengen an Kohlenhydraten und Fetten und teilweise nur im Tierversuch durchgeführt (Boon et al. 1999; Mouillé et al. 2004; Rafoth and Onstad 1975; van de Poll et al. 2007; Vilstrup 1980). Obwohl Tierversuche eine übliche Vorgehensweise sind, müssen sie in diesem Fall abgelehnt werden, weil der Stoffwechsel von überwiegend carnivoren Tieren, wie es Ratten, Katzen und Hunde (die bevorzugt für Studienzwecke genutzt werden) sind, sehr wohl eine Regulation der am Harnstoffzyklus beteiligten Enzyme kennt.

Lange Perioden eines exzessiven Proteinkonsums beim Menschen sind nur bekannt von arktischen Jägern. Ihr Fleischkonsum müsste daher über der von Rudman entsprechend dem Körpergewicht vorliegenden Desaminierung gelegen haben. Die beschriebenen Auswirkungen der „rabbit starvation“: Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe, cerebrale Störungen treten dann wohl bei höherem Proteinkonsum auf, unter den beschriebenen Bedingungen im Winter und mit Mangel an Fett und pflanzlicher Nahrung.

3.1.11 Physiologische Folgen eines hohen Proteinkonsums

Insgesamt sind die Folgen einer langfristig erhöhten Proteinzufuhr auf den menschlichen Organismus nur unzureichend geklärt. Folgende Veränderungen müssen jedoch in Betracht gezogen werden, ab welchen Mengen ein Proteinaufnahme schädlich wird, ist nach wie vor schwierig abzuschätzen.

- Die maximale Kapazität der Leber zur Entgiftung von Ammoniak liegt beim erwachsenen Menschen etwa bei einer Proteinzufuhr von 3 g/kg Körpergewicht und Tag. Darüber hinaus kann das Ammoniak nicht abgebaut werden und führt zu den bekannten Wirkungen wie cerebralen Störungen, Dehydration, Elektrolytimbalancen, Verlust von Körpermasse und Calcium, einhergehend mit Übelkeit, Diarrhö, Appetitverlust (Speth 1989).
- Eine Zunahme des Proteinverzehrs von 1,01 g auf 1,62 g/kg Körpergewicht und Tag führt bei gesunden Männern zu einer Zunahme der Leberfunktion bezogen auf die Stickstoffclearance (Hamberg et al. 1992). Diese Studie spricht dafür, dass sich die Leber in gewissen Grenzen der Proteinzufuhr anpasst.
- Eine hohe Proteinaufnahme führt zur Entstehung einer metabolischen Acidose (Metges and Barth 2000; Reddy et al. 2002; Remer et al. 1996).
- Eine Erhöhung der Proteinaufnahme führt stets zu einer erhöhten Ausschüttung von Insulin (Bilsborough and Mann 2006; Linn et al. 2000; Metges and Barth 2000; Remer et al. 1996).

- Eine proteinreiche Ernährung führt zu einer hohen Ausschüttung von Insulin im Organismus, damit wird eine Anabolie begünstigt. Dies bedeutet, dass mehr Fett und Muskelmasse ausgebildet werden. Interessanterweise zeigt der Neandertaler im Gegensatz zum *H. sapiens* im Laufe der Zeit eine Zunahme von Körpermasse sowie an Gehirnvolumen (Pearce et al. 2013).
- Eine stark proteinreiche Ernährung führt im Blut und im Gehirn zu veränderten Aminosäuremustern, insbesondere die verzweigtkettigen Aminosäuren waren erhöht. Verzweigtkettige Aminosäuren haben einen Einfluss auf das Verlangen nach bestimmten Nährstoffen, dies steht vermutlich in Verbindung mit der Synthese von Neurotransmittern (DGE 2019).
- Hohe Mengen an Proteinen in der Nahrung erhöhen die Calciumausscheidung mit dem Urin. Dies könnte zu Osteoporose führen (Barzel and Massey 1998; Denke 2001; Kopp and Nieß 2019).
- Ab einer Proteinaufnahme von 125 g pro Tag tritt Hyperfiltration in der Niere auf, die Nierenmasse nimmt zu, was als eine Anpassung gedeutet wird (Halton and Hu 2004).
- Ein hoher Proteinkonsum kann die Entstehung von Nierensteinen fördern (Curhan et al. 1993; Denke 2001; Massey et al. 1993).
- Eine überhöhte Proteinzufuhr ist verbunden mit einer erhöhten Ausscheidungsrate an ausscheidungspflichtigen Endmetaboliten, es kommt parallel zur Erhöhung der glomerulären Filtrationsrate und einer erhöhten Calciumausscheidung. Ob dies negative Folgen für die Nierenfunktion hat, ist nicht abschließend geklärt (DGE 2019).
- Die Ergebnisse zur negativen Beeinflussung der Nierenfunktion bei einer Proteinzufuhr über 1,5 g/kg Körpergewicht sind widersprüchlich. Einige Studienergebnisse sprechen für eine negative Auswirkung auf die Nierenfunktion, einige dafür, dass dies nur auf die geschädigte Niere eine solche Auswirkung habe (Martin et al. 2005).
- Eine Erhöhung der täglich verzehrten Proteinmenge von 1,35 g auf 2,6 g/kg Körpergewicht und Tag bei Männern mit täglichem sportlichem Training hatte keinen Effekt auf die Muskelstärke, und der Proteinturnover konnte nicht gesteigert werden (Metges and Barth 2000).
- Eine erhöhte Proteinaufnahme scheint Nierentumoren (Chow et al. 1994) sowie Prostataumoren (Vlajinac et al. 1997) zu fördern.
- Eine hohe Proteinzufuhr fördert die Insulinresistenz, d.h. die peripheren Organe und die Muskulatur bekommen weniger Glukose als sie benötigen und sind so gezwungen, Fette und Proteine zu verbrennen, was wiederum die metabolische Acidose fördert (Denke 2001; Linn et al. 2000).
- Eine Proteinaufnahme von über 2 g/kg Körpergewicht und Tag bringt eine Veränderung der Plasmakonzentrationen einzelner Aminosäuren mit sich, die in ihrem Bild an einen Stressstoffwechsel, z. B. nach schweren Verletzungen, erinnert (Wu 2016). Man hat daher eine Obergrenze von 2 g Protein/kg Körpergewicht und Tag angesetzt, um die nachteiligen Auswirkungen einer überhöhten Proteinzufuhr zu beschränken (Rehner and Daniel 2010: 225).
- Eine erhöhte Proteinaufnahme steigert die Wasser- und Harnstoffausscheidung. Dies macht eine ausreichende tägliche Wasserzufuhr notwendig (Kopp and Nieß 2019).

3.1.12 Wirkung von Proteinen auf den Hormonstoffwechsel

Postabsorptiv steigt nach einer proteinreichen Mahlzeit der Plasmaspiegel der Aminosäuren nicht an. Dies liegt an der regulierenden Funktion der Hormone Glukagon und Insulin.

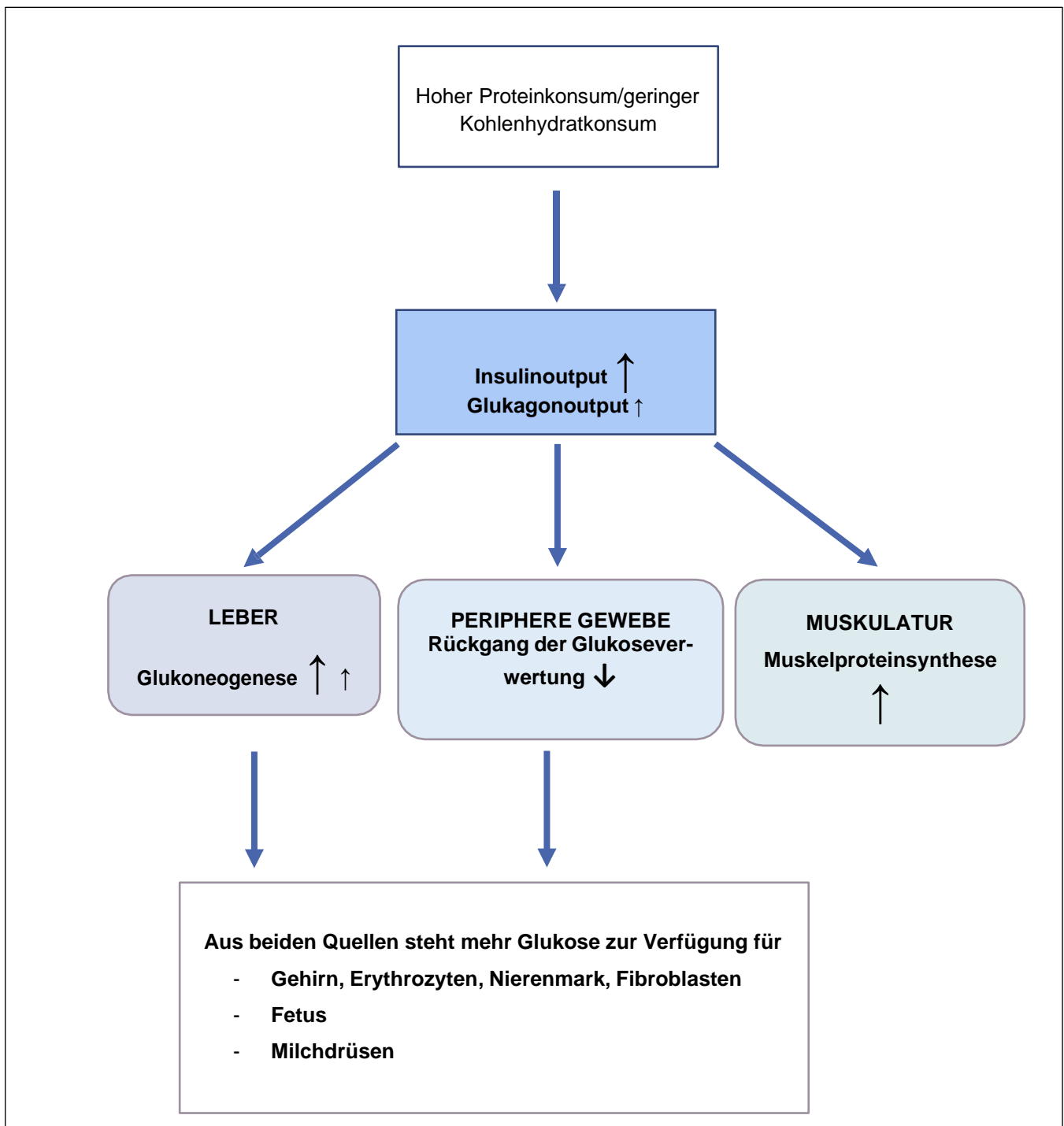
Insulin wird stimuliert durch die Aminosäuren: Arginin, Leucin, Lysin, Phenylalanin, Alanin und Isoleucin. Insulin fördert die Aufnahme der Aminosäuren in die Muskulatur und fördert damit die Muskelproteinsynthese. Glukagon wird stimuliert durch die Aminosäuren: Serin, Aspartat, Glycin, Asparagin und Phenylalanin. Glukagon fördert die Aufnahme der Aminosäuren in die Leber und stimuliert dort die Glukoneogenese (Biesalski et al. 2020: 132). Die sich daraus ergebenden Vorteile für den paläolithischen Menschen sind unter 5.5. beschrieben.

3.1.13 Vorteile einer proteinreichen Ernährung für den paläolithischen Menschen

Im Wesentlichen führt eine proteinreiche und dabei fett- und kohlenhydratarme Ernährung zu folgenden als „positiv“ für den paläolithischen Menschen anzusehenden Veränderungen:

- Proteine sättigen stärker als Kohlenhydrate und Fette (Halton and Hu 2004; Weigle et al. 2005)
- Der höhere thermodynamische Effekt von Proteinen ist im eiszeitlichen Europa ein Vorteil, denn er trägt zur Stabilisierung der Körpertemperatur bei. Allerdings sind die Daten über die Dauer dieses Effekts unklar, diese liegen zwischen 2 und 7 Stunden nach der Aufnahme einer proteinreichen Nahrung (Bilsborough and Mann 2006; Halton and Hu 2004).
- Die „Carnivore Connection Hypothese“ (Brand-Miller and Colagiuri 1994; Colagiuri and Brand Miller 2002). Seit vielen Jahrzehnten ist bekannt, dass eine hohe Proteinaufnahme mit einer hohen Insulinausschüttung verbunden ist. Bis dahin war man der Meinung, dass nur Glukose bzw. bestimmte Kohlenhydrate eine Insulinausschüttung hervorrufen. Dafür verantwortlich sind bestimmte Aminosäuren. Dies ist zunächst eine paradoxe Wirkung, denn Insulin dient eigentlich der Versorgung der Zellen mit Glukose, in dem es an den Insulinrezeptor andockt und auf diese Weise den Glukosetransport in die Zellen induziert. Unter der Ernährung, die in modernen Gesellschaften gepflegt wird, führt dies zur Insulinresistenz und der Ausbildung eines Typ 2 Diabetes (Linn et al. 2000).

Abb. IV- 6, Folgen eines hohen Proteinkonsums



Die Aminosäure Leucin führt sehr effektiv zur Insulinausschüttung und ist ein Translationsinitiator für die Muskelproteinsynthese (Paddon-Jones and Rasmussen 2009). Dieser stimulierende Effekt hätte eine positive Wirkung auf die gesamte Muskelmasse des paläolithischen Menschen gehabt. Die Folge der Glukagonausschüttung ist die Produktion von Glukose aus Aminosäuren (Glukoneogenese) in der Leber (Linn et al. 2000).

Unter den Bedingungen einer proteinreichen, aber kohlenhydratarmen Ernährung ist dies eine sinnvolle Adaptation des Stoffwechsels. Die Leber produziert aus Aminosäuren Glukose. Diese kann dem ausschließlich auf Glukose angewiesenen Gehirn, Erythrozyten und Nierenmark zur Verfügung gestellt werden. Dafür wird täglich eine Menge von 150 g Glukose benötigt. Des Weiteren kann die Glukose in die Reproduktion fließen, da sowohl der Fetus als auch die Milchdrüsen sich bevorzugt der Glukose bedienen. Beides bietet einen Überlebens- und Fortpflanzungsvorteil. Die „Carnivore Connection Hypothese“ wird heute durch die Entdeckung einiger entscheidender Genmutationen gestützt (Brand-Miller et al. 2012).

Weil Brand-Miller und Kollegen sich forschungsmäßig mit der Ernährungswissenschaft und den weitverbreiteten Folgen von Insulinresistenz und Adipositas in modernen Gesellschaften beschäftigen, haben ihre Artikel nie eine große Verbreitung gefunden und wurden von Archäologen, die sich dem nur marginal behandelten Thema der Ernährung im Paläolithikum widmen, nie beachtet.

3.2 Kohlenhydrate

Der überwiegende Teil der organischen Biomasse, die auf der Erde vorkommt, besteht aus Kohlenhydraten. Kohlenhydrate werden von Pflanzen unter Ausnutzung des Sonnenlichts gebildet und heterotrophe Organismen nutzen diese Pflanzen als Energiequelle (Heldmaier and Neuweiler 2013: 11; Lechler 2001).

Unter dem schon früh entstandenen Begriff „Kohlenhydrat“ werden eine Reihe verwandter Naturstoffe mit der allgemeinen Summenformel $C_n(H_2O)_n$ zusammengefasst. Ihr Energiegehalt beträgt durchschnittlich 4,1 kcal/g (17kJ/ g).

Kohlenhydrate kommen als Monosaccharide (z.B. Glukose), Disaccharide (z.B. Saccharose, Laktose), Oligosaccharide (z.B. Inulin) und Polysaccharide (z.B. Stärke, Glykogen) vor.

Würde der Körper Kohlenhydrate in Form von Mono- oder Disacchariden speichern, dann würde dies den osmotischen Druck in den Zellen stark erhöhen, da sie sich in der Zellmatrix lösen würden. In Form von Polysacchariden nehmen sie eine fast wasserunlösliche kristalline Struktur an und sind osmotisch unwirksam. Nur in dieser Form sind Kohlenhydrate in nennenswerten Mengen speicherbar.

Stärke, das Hauptkohlenhydrat von Pflanzen, besteht aus α -1,4-glykosidisch, sowie aus α -1,6-glykosidisch verknüpften und verzweigten Glukoseketten. Das tierische Pendant zur Stärke ist das Glykogen, das noch stärker verzweigt ist (Dörr and Martin 2016: 30-62; Elmadfa and Leitzmann 2019: 181-182; Horn 2018: 43-51; Rehner and Daniel 2010: 217-221; Vaupel and Ristow 2019: 96-107,).

Streng genommen sind Kohlenhydrate keine essentiellen Nährstoffe, da sie vom menschlichen Organismus selbst synthetisiert werden können. Der tägliche Bedarf des Organismus liegt bei mindestens 1 g/kg Körpergewicht (Vaupel and Ristow 2019: 104).

Da das Gehirn, die Erythrozyten und das Nierenmark ausschließlich Glukose verwerten können, ist eine tägliche Aufnahme von ca. 150 g Glukose notwendig, da eine Neusynthese von Glukose praktisch nur aus glukogenen Aminosäuren (sowie unter bestimmten Stoffwechseleinstellungen aus Lactat und Glycerin) möglich ist und die daraus gewinnbare Glukosemenge nicht ausreichend wäre (Dörr and Martin 2016: 206, 207).

3.2.1 Einschränkungen der Kohlenhydratverdauung

Der menschliche Dünndarm ist in der Lage, etwa 120 g Glukose pro Stunde zu resorbieren (Vaupel and Ristow 2019: 104). Der überwiegende Teil der Kohlenhydrate, die im Paläolithikum zur Verfügung standen, setzte sich aber aus komplexen Kohlenhydraten zusammen.

Exkurs: Resistente Stärke

Es gibt drei Formen „resistenter Stärke“, das ist Stärke, die nicht durch die Verdauungsenzyme angegriffen werden kann und aus der folglich auch keine Energie bezogen werden kann.

***RS1** ist Stärke, wie sie verpackt in Pflanzenzellen vorkommt. Sie ist für Verdauungsenzyme nur zugänglich, wenn die Pflanzenzellen mechanisch zerstört werden, z.B. durch Kauen.*

Stärke, die in den rohen Lebensmitteln (z.B. rohe Kartoffeln, unreife Bananen) vorkommt, kann nicht von den Amylasen angegriffen werden. Erst durch Aufquellen in Wasser und durch Erhitzen (mindestens 70 °C, teilweise bis 150 °C) ist diese Form der Stärke durch die Amylase angreifbar.

*Als **RS3** wird sogenannte retrogradierte Stärke bezeichnet. **RS3** ist zunächst gekochte, **RS2**, die wieder abkühlte und sich in einer neuen kristallinen Struktur organisiert Form der Stärke.. Diese Art der Stärke ist ebenfalls für die Amylase nicht abbaubar.*

Bei der im archäologischen Kontext nachgewiesenen Stärke, z.B. im Zahnstein oder an Steinartefakten, kann nicht entschieden werden ob es sich um für Verdauungsenzyme frei zugängliche Stärke oder eine Art von resistenter Stärke handelt (Biesalski et al. 2020: 86).

Vom menschlichen Organismus werden im Verdauungsapparat durch α -Amylasen nur α -1,4-glykosidische (Amyloseanteil der Stärke) und α -1,6-glykosidische (im Amylopektinanteil der Stärke) Verbindungen abgebaut. (Einzige Ausnahme ist die Laktose mit einer β -1,4-glykosidischen Bindung). Die wichtigste dieser Verbindungen ist die Stärke aus Pflanzen und in geringen Mengen Glykogen aus tierischer Leber.

Die α -Amylase im Speichel greift α -1,4-glykosidische Verbindungen an. Im Dünndarm spaltet neben der α -Amylase noch die Isomaltase die α -1,6-glykosidischen Bindungen der Stärke und die Saccharase die Saccharose in Monosaccharide auf.

Nicht gespalten werden β -glykosidische Verbindungen wie sie z.B. in Cellulose vorkommen, daher sind Menschen im Vergleich zu herbivoren Tieren nicht in der Lage, größere Mengen Energie aus Gras oder Blättern zu gewinnen. Sie spalten die Celluloseverbindungen mit Hilfe von Darmbakterien (Horn 2018: 535; Rehner and Daniel 2010: 210). Einschränkend wirken Tannine auf die Amylasewirkung. Tannine kommen im Pflanzenreich weit verbreitet vor und dienen dort als Verteidigung gegen Fraßfeinde (Kandra et al. 2004; Sales et al. 2012).

3.2.2 Das Amylasegen

Der Amylasegencluster ist hochkomplex und noch nicht vollständig erforscht. Die α -Amylase des Speichels wird von drei Genen AMY1A, AMY1B und AMY1C codiert, aber es existieren signifikante Variabilitäten dieser Gene. Menschen haben ungewöhnlich hohe α -Amylasewerte durch multiple Kopien des AMY1A Gens, zwischen zwei und siebzehn Kopien. Unter allen Primaten haben nur Menschen diese multiplen Kopien, Bonobos und Schimpansen verfügen nur über ein diploides AMY1. Es gibt eine starke Korrelation zwischen der Anzahl der Kopien des AMY1A Gens und dem Ausmaß der oralen Stärkeverdauung (Perry et al. 2007). Menschen profitieren daher von dieser genetischen Einstellung, indem sie Stärke schneller verdauen können und es damit zu einem rascheren Anstieg des Glukosespiegels im Blut kommt (Sonestedt 2018).

Vermutlich ereigneten sich diese Mutationen als durch eine stärkereichere Ernährung um 1,9 Mio. Jahre vor heute mehr stärkereiche, unterirdische Pflanzenteile konsumiert wurden. Weiterhin fördernd könnte sich die Nutzung von gekochten, gemahlene oder ausgelaugten stärkereichen Wurzelknollen auf die Vervielfachung des Amylasegens ausgewirkt haben (siehe nächster Absatz) (Inchley et al. 2016).

Neandertaler, Denisovianer und eine kleine Gruppe heute lebender Europäer tragen das Amylasegen nur in doppelter Ausführung und sie tragen die angestammte Form des AMY1 Gens (Hardy et al. 2015; Inchley et al. 2016). Die Veränderung des Amylasegens ereignete sich nach der Trennung der Linien von *H. sapiens* und Neandertalern (Inchley et al. 2016).

Erschwerend kommt noch dazu, dass Stärke (aufgrund ihrer räumlichen Struktur) nur dann von der α -Amylase in nennenswertem Umfang gespalten werden kann, wenn sie in Wasser aufgequollen und/oder gekocht wird (vgl. Exkurs: Resistente Stärke). Dies ist ein Hinweis darauf, dass früh in der Evolution die Verarbeitung von Nahrung mittels Zerkleinern, Quellen lassen und Kochen notwendig war, um ausreichende Mengen an Glukose zu mobilisieren (Tester et al. 2006; Wang and Copeland 2013).

3.2.3 Funktion der Kohlenhydrate

Die Hauptfunktion der Kohlenhydrate ist die schnelle Energieversorgung des Organismus. Kohlenhydrate werden daher auch als Energielieferanten der ersten Ordnung bezeichnet. Obwohl der Körper nur zu 1,5 % aus Kohlenhydraten besteht, sind sie dennoch die Hauptenergieversorger.

Alle Körperzellen haben die Ausstattung, um aus Glukose Energie zu gewinnen. Einige Gewebetypen können sogar ausschließlich aus Glukose Energie gewinnen. Dazu gehören die Erythrozyten, die Zellen des Nierenmarks, die Fibroblasten und die Gehirnzellen. Darüber hinaus haben Kohlenhydrate noch andere Aufgaben im Körper:

- Energiespeicher für einen Tag (in Form von Glykogen in Muskel und Leber),
- Ausgangssubstanz für die Bildung von Fettsäuren,
- Ausgangssubstanz für die Bildung entbehrlicher Aminosäuren,
- Bestandteile der DNA und RNA,
- Bildung von Glykoproteinen (als Bestandteile der Zellmembrane wichtig für die Zell-Zell-Erkennung, Bestandteile des Bindegewebes, im Blutplasma, Fibrinogene, Blutgruppensubstanzen),
- Bildung von Glykolipiden (ebenfalls als Bestandteil von Zellmembranen, z. B. Cerebroside, Ganglioside in hohen Konzentrationen im Nervensystem) und
- Resorption von Calcium (Dörr and Martin 2016: 51 ; Elmadfa and Leitzmann 2019: 189; Horn 2018: 111-141; Rehner and Daniel 2010: 330-334; Vaupel and Ristow 2019)

Glukose stellt die Hauptenergie für das fetale Wachstum. Geringe Glukosezufuhr gefährdet das Leben des Ungeborenen und kann zu einer Beendigung der Schwangerschaft führen. Die zur Verfügung stehende Glukosemenge bestimmt das Geburtsgewicht des Kindes (Metzger et al. 2008). Für schwangere Frauen wird daher ein zusätzlicher Bedarf von 70 – 130 g Glukose pro Tag angegeben. Während der Laktationsphase werden weitere 70 g Glukose zum Aufbau von Laktose benötigt (Baumann et al. 2002; Herrera 2000).

3.2.4 Bedarf an Kohlenhydraten, kann es Kohlenhydratmangel geben?

Hungerstoffwechsel

Da, wie erwähnt, einige Zellarten ausschließlich Glukose zur Energiegewinnung nutzen können, ist der Körper auf eine tägliche Zufuhr von etwa 150 g Glukose angewiesen. Die körpereigenen Glykogenvorräte in der Leber (10 g/100 g Lebergewebe) und der Muskulatur (1 g/100 g Muskelgewebe) von etwa 300 – 400 g sind je nach Leistungsumsatz nach 12 – 24 Stunden aufgebraucht.

Wird dem Körper dann z.B. bei vollständigem, mehrtägigem Fasten keine Glukose zugeführt, beginnt er, die glukoplastischen Aminosäuren (insbesondere Alanin) zu Glukose umzubauen, um die o. g. Gewebe mit Glukose zu versorgen. Weil der Körper einen Mangel auf diese Weise regeln kann, gibt es keinen „echten“ Kohlenhydratmangel. Langfristig ist dies

für den Körper dennoch keine Lösung, da wertvolles Muskelprotein zugunsten der Glukosegewinnung abgebaut wird. Um die Glukoneogenese zu vermeiden, sollte die Kost mindestens 25 % Kohlenhydrate enthalten.

Eine tägliche Aufnahme von mindestens 100 g Glukose ist notwendig, um die Entstehung einer Ketose zu verhindern. Dennoch scheint es eine minimale Menge von 30 – 50 g Glukose pro Tag zu geben, um die Lücke zwischen der Kapazität der Glukoneogenese und dem Bedarf des Gehirns zu schließen. Die Erythrozyten benötigen 20 g Glukose pro Tag und entnehmen sie direkt dem Blutstrom (Bier et al 1999; Keim et al. 2006; Stehle 2019; Vaupel and Ristow 2019).

3.2.5 Stoffwechsel der Kohlenhydrate

Der Stoffwechsel der Kohlenhydrate ist eigentlich ein Stoffwechsel der Glukose. Sie stellt das zentrale Molekül des Kohlenhydratstoffwechsels dar, von dem aus verschiedene Stoffwechselwege eingeschlagen werden können:

Glykogenabbau: Abbau des Glykogens zu Glukose.

Glykolyse: Abbau der Glukose zur oxidativen Energiegewinnung (= Abbau der Glukose zu Pyruvat unter Bildung von 2 Molekülen ATP pro Glukosemolekül).

Glukoneogenese: Synthese von Glukose aus Nicht-Kohlenhydratvorstufen wie Aminosäuren, Lactat, Glycerin.

Glykogensynthese: Aufbau von Glykogen aus Glukose in der Leber. Glykogen ist die Speicherform der Glukose.

Pentosephosphat-Weg: Abbau der Glukose zu CO₂ und Pentose-Phosphaten, die zum Aufbau der DNA und RNA benötigt werden.

Umbau in andere Monosaccharide (Galaktose, Mannose).

Oxidation zu Glukuronsäure und deren Bindung an Abbauprodukte (auch toxische Abbauprodukte), um diese besser löslich zu machen und zur Ausscheidung zu bringen (Dörr and Martin 2016; Hahn et al. 2016: 40-47; Rehner and Daniel 2010: 278, 414-441).

Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel sind eng verknüpft. Für den menschlichen Organismus ist es notwendig, dass stets eine relativ konstante Blutglukosekonzentration vorliegt, damit die Gewebe insbesondere das Gehirn, Erythrozyten, Nierenmark und Fibroblasten gleichmäßig mit Glukose versorgt werden können (Horn 2018: 111-157, 258-275).

3.2.6 Gehirnstoffwechsel

Wie bereits erwähnt, ist das Gehirn unter normalen Bedingungen auf Glukose als Energiequelle angewiesen. Die Theorie des „Selfish brain“ (Fehm et al. 2006; Peters et al. 2004)

besagt, dass das Gehirn stets in der Lage ist, sich auf Kosten anderer Organe mit Energie zu versorgen. Dies passt zu den Aussagen der „Expensive tissue Hypothese“ (Aiello and Wheeler 1995), wonach das Gehirn sich auf Kosten eines sich verkleinernden Verdauungstraktes vergrößert hat.

Das Gehirn von Neandertalern ist etwa um 200 cm³ größer und benötigt daher vermutlich mehr Glukose als das des *H. sapiens* mit 150 g Glukose pro Tag.

Nach neueren Untersuchungen benötigt das Gehirn nicht nur 16 % (Aiello and Wheeler 1995) sondern 20 – 25 % des Grundumsatzes (Fonseca-Azevedo and Herculano-Houzel 2012).

Das Transportsystem, das für die Aufnahme der Glukose in die Gehirnzellen notwendig ist, in erster Linie der GLUT1 Transporter, wird im Gehirn des Menschen etwa 3,5mal häufiger exprimiert als bei anderen Primaten. Dagegen wird der GLUT4 Transporter, der in erster Linie die Muskulatur versorgt, bei Primaten gegenüber dem Menschen 1,6mal häufiger exprimiert. Das Gehirn von Menschen kann also mehr und in kürzerer Zeit Glukose aufnehmen als das anderer Primaten, was für die viel größere Gehirnmasse notwendig ist (Biesalski 2015: 175-176).

Die kontinuierliche Vergrößerung des Gehirns der menschlichen Vorfahren seit dem *H. erectus* wird dem zunehmenden Konsum von Fleisch zugeschrieben.

Dies muss aus den folgenden Gründen abgelehnt werden:

- Die Gehirnmasse besteht zu $\frac{2}{3}$ aus Fetten insbesondere aus Phospholipiden und Docosahexaensäure (Innis 2000; Innis 2007).
- Muskelfleisch ist eine ausgezeichnete Quelle für Eisen, Zink, Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₁₂, Vitamin A und Vitamin D, aber nicht für essentielle Fettsäuren.
- Proteine, wie sie reichlich in Fleisch vorkommen, sind weniger geeignet für die Energieversorgung des Gehirns als Kohlenhydrate und Fette (Biesalski et al. 2020: 64-142).

3.2.7 Kohlenhydrate in der eiszeitlichen Welt der OIS 3

Seit der Einführung der Landwirtschaft und ihrer Fortentwicklung im Laufe der Jahrtausende, stehen dem Menschen Kohlenhydrate in Form von Getreide, Hülsenfrüchten, Wurzelgemüsen, Blattgemüsen und Obst in reichlichen Mengen zur Verfügung.

In der Welt der Mammut Steppe dagegen sind nur geringe Mengen verfügbar, bestehend aus Blattgemüse, Gräsern, Wurzeln, Knollen, Beeren und innerer Baumrinde. Geringe Mengen an Honig dürften noch dazu gekommen sein (Crittenden 2011).

Eine weitere Quelle ist die Leber von Jagdtieren, wenn sie nicht sehr lange gejagt worden waren, denn unter hohem körperlichem Stress, wird das Leberglykogen abgebaut. Im Ruhezustand enthält Leber bis zu 10 g Glukose/100 g Lebergewebe. Auch die tierische Muskulatur enthält, wenn sie nicht durch die Jagd entleert ist, geringe Glykogenmengen und das

Muskelfleisch direkt nach dem Erlegen der Tiere gegessen wird. Ansonsten wird Glukose zu Milchsäure abgebaut und macht auf diese Weise das Fleisch mürbe (Fleischreifung).

Als eine weitere Kohlenhydratquelle gilt der Mageninhalt der herbivoren Jagdtiere (Speth 2012) und Exkurs: Rentiermägen, Kap. XII.

3.3 Lipide

Die in der Natur am häufigsten vorkommenden Lipide sind die Neutralfette oder Triglyceride (Triacylglyceride). Sie bestehen aus Glycerin, welches mit drei meist unterschiedlichen Fettsäuren verestert wurde. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften eines Triglycerids (TG) und seine Bedeutung für die menschliche Ernährung werden durch seine Fettsäurereste bestimmt. Natürlich vorkommende Fettsäuren sind unverzweigte Monocarbonsäuren mit 4 bis 24 C-Atomen. Meist besitzen sie eine gerade Anzahl von C-Atomen. Im tierischen Körper sind Fettsäuren mit 16 und 18 C-Atomen am häufigsten vertreten (Dörr and Martin 2016: 66; Elmadfa 2019: 149-150; Horn 2018: 55, 57; Vaupel and Biesalski 2019a: 125).

3.3.1 Funktionen der Fette im Organismus

Der gesunde, normalgewichtige menschliche Körper lagert beim Mann etwa 8 – 15 kg und bei der Frau etwa 10 – 20 kg Fett ein. Diese Energiereserve kann bis auf 1 kg abgebaut werden. Als Obergrenze der Energieeinlagerung in Form von Fett werden 100 kg angenommen. Nur etwa 0,5 – 1 kg dieser Fette haben andere Funktionen als die der Energiereserve.

Fette sind mit ihrer hohen Energiedichte von 9 kcal/g (38 kJ/g) eine lagerbare Energiereserve, die im Bedarfsfall benutzt werden kann: bei sehr großer körperlicher Anstrengung, wie einem Marathonlauf, im Hungerzustand, bei schweren Infektionen oder Tumorerkrankungen.

Ferner dienen Fette zur Isolation gegen Kälte, zur Polsterung der Nieren und des Augapfels, zur Löslichkeit der fettlöslichen Vitamine im Dünndarm, als Träger von Geschmacks- und Aromastoffen der Speisen, als Bestandteil der Lipoproteine, als Baustein zum Aufbau von Zellmembranen und dadurch zur Kompartimentierung in den Zellen (Phosphoglyceride, Sphingolipide und Cholesterol), zur Isolierung von Nervenzellen in deren Zellmembranen (Cerebroside, Ganglioside), als Membrananker von Enzymen, in Form von Glykolipiden als Teil von Oberflächenstrukturen von Zellen, die notwendig sind für die Zell-Zell-Erkennung, als Vorstufen von Hormonen, Vitamin D₃ und Gallensäuren sowie zur Signaltransduktion durch Lipide (Dörr and Martin 2016: 66-86; Elmadfa and Leitzmann 2019: 169-177; Hahn et al. 2016: 80; Horn 2018: 54; Rehner and Daniel 2010: 221-224, 471-488; Vaupel and Biesalski 2019a: 131).

3.3.2 Bedarf an Lipiden

Da der menschliche Körper aus überschüssigen Kohlenhydraten Fette synthetisieren kann und diese im Fettgewebe als Energiereserve lagern kann, hat der Mensch keinen eigentlichen Bedarf an Neutralfetten, sofern ausreichend bis überschüssig Nahrung zur Verfügung steht (Dörr and Martin 2016: 82; Stehle 2019: 246).

Da in der modernen Welt kein Mangel, sondern eher ein Überschuss an Fetten in der Ernährung besteht, gibt es keinen unteren minimalen Wert für die Fettzufuhr. Es wird immer eine Begrenzung nach oben, nämlich 30 % der Energieaufnahme in Form von Fetten angegeben (Stehle 2019: 246).

Bei starker körperlicher Belastung kommt es zur Verbrennung der Fette in den Muskelzellen. Es ist aber nicht geklärt, ob eine Verarmung der Muskulatur an Fetten, eine leistungs- bzw. ermüdungsrelevante Bedeutung besitzt. Allerdings werden die Fettspeicher in der Muskulatur nach vollständiger Entleerung wieder schneller aufgefüllt (Kopp and Nieß 2019).

Die Folgen einer unzureichenden Fettzufuhr entsprechen denen einer unzureichenden Nahrungs- bzw. Energiezufuhr (Elmadfa and Leitzmann 2019: 177).

3.3.4 Stoffwechsel der Lipide

Fette dienen in erster Linie als Energiereserve, die auf vielfältige Weise genutzt werden kann.

Lipogenese = Fettsäurebiosynthese: Neusynthese von Fettsäuren aus Glukose und Aminosäuren. Der umgekehrte Stoffwechselweg, des Umbaus von Fettsäuren zu Glukose ist nicht möglich.

β -Oxidation: Abbau von Fettsäuren zur Energiegewinnung.

Ketogenese: bei Hunger werden aus Fettsäuren sogenannte Ketonkörper gebildet. Sie ersetzen dann die Glukose als Energieträger. Zu den Ketonkörpern gehören Aceton, 3-Ketobutansäure (β -Ketobuttersäure, Acetoacetat) und 3-Hydroxybutansäure (β -Hydroxybuttersäure, β -Hydroxybutyrat).

Ketonkörper entstehen immer dann, wenn im Stoffwechsel Glukose fehlt und dafür ein Überschuss an Fettsäuren herrscht. Dies ist im Hungerstoffwechsel (und beim Stoffwechsel unter Insulinmangel (bei Diabetes mellitus) der Fall.

Fettspeicherung: Bei Nahrungsüberschuss kann der Körper aus Glukose Fettsäuren aufbauen und als Triglyceride im Fettgewebe speichern. Der umgekehrte Stoffwechselweg existiert im Tierreich nicht.

Lipolyse: Spaltung von Triglyceriden in freie Fettsäuren und Glycerin (Dörr and Martin 2016: 180-181; Elmadfa and Leitzmann 2019: 156-164; Hahn et al. 2016: 87-91; Horn 2018. 164-169; Rehner and Daniel 2010).

3.3.5 Und noch einmal: Der Hungerstoffwechsel

Ein normalgewichtiger Mensch besitzt folgende Energiereserven:

- Glykogen: ca. 300 g \triangleq 1 200 kcal \triangleq 5 400 kJ
- Proteine: ca. 6 000 g \triangleq 24 000 kcal \triangleq 100 800 kJ
- Fette: ca. 15 kg \triangleq 135 000 kcal \triangleq 567 000 kJ

Diese Energiereserven werden bei absoluter Nahrungskarenz aufgebraucht. Allein von den vorhandenen Fettreserven kann ein normalgewichtiger Mensch (Tagesenergiebedarf 1 800 kcal/Tag) knapp drei Monate leben, Übergewichtige entsprechend länger. Diese Theorie wird aber dadurch begrenzt, dass einige Gewebe ausschließlich Glukose als Substrat verwerten können. Dazu gehören die Nervenzellen, die Erythrozyten, die Zellen des Nebennierenmarks und die Fibroblasten. Um diese mit Glukose versorgen zu können, könnte Glukose aus Proteinen synthetisiert werden. Der Körperbestand an Proteinen würde aber nur für etwa 15 Tage ausreichen, um die o.g. Gewebe mit Glukose zu versorgen, denn es müssen hierzu etwa 150 g Glukose täglich zur Verfügung stehen, um den Energiebedarf dieser Gewebe decken zu können (Biesalski et al. 2020: 40; Owen 2005; Rehner and Daniel 2010: 536, 539-542).

Im Hungerzustand verringert sich das Organgewicht um 40 %, das Gehirngewicht nur um 1 %. Dies spricht für die „Selfish brain Hypothese“ (Biesalski 2015: 150).

3.3.6 Der Hungerstoffwechsel

Phase 1 (1.–2. Tag): Glykogenabbau

Findet von einem Tag auf den anderen eine zu geringe oder gar keine Nahrungsaufnahme mehr statt, kann Glukose noch aus dem Abbau von Leberglykogen bereitgestellt werden.

Doch nach spätestens 48 Stunden sind diese Speicher aufgebraucht. Parallel dazu beginnt der Fettsäureabbau durch Lipolyse im Fettgewebe. Die freigesetzten Fettsäuren dienen den nichtglukoseabgängigen Geweben als Brennstoff.

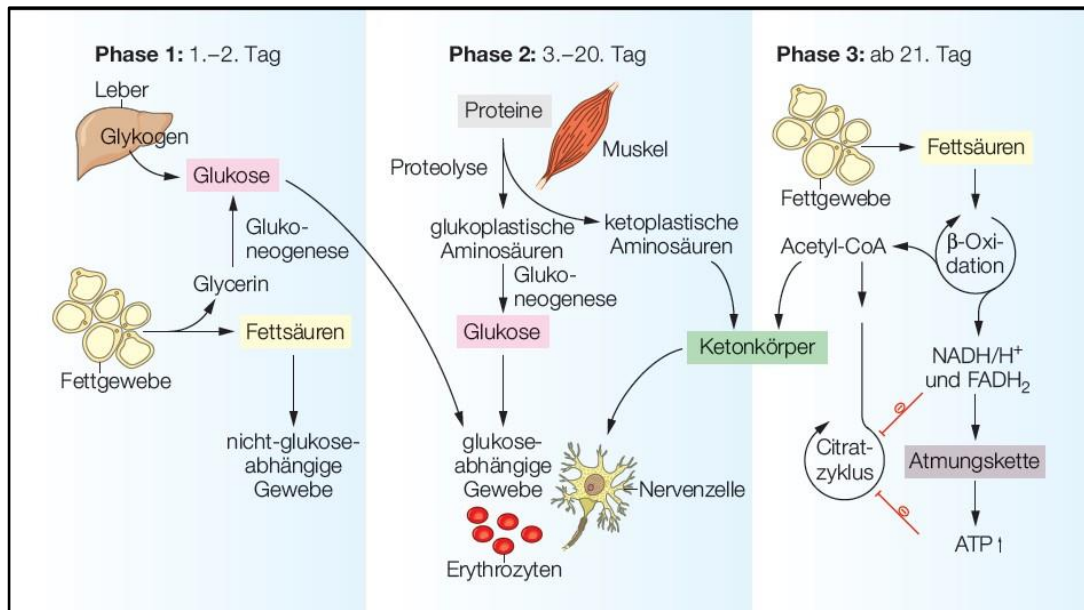


Abb. IV- 7, Die Phasen des Hungerstoffwechsels, (Dörr and Martin 2016:207)

Phase 2 (3.–20. Tag): Glukosegewinnung aus Proteinen

Nach der Erschöpfung der Glykogenvorräte muss die Glukosebildung auf anderem Weg erfolgen. Dazu steht die Glukoneogenese zur Verfügung: Hier wird Glukose aus Glycerin (aus der Lipolyse) und aus glukogenen Aminosäuren (aus dem Proteinabbau) gebildet. Die Aminosäuren hierzu stammen v. a. aus dem Abbau von Muskelproteinen und Albumin. Der Proteinbestand kann aber nur bis zu einem Gesamtbestand von 3 kg abgebaut werden. Ein niedrigerer Bestand ist mit dem Leben nicht vereinbar. Es muss also eine Reduktion der Aminosäureverwertung zugunsten der Glukosesynthese erfolgen. Dies geschieht durch die Bildung von Ketonkörpern.

Phase 3: Ketonkörperbildung

Durch den überschießenden Abbau von Fettsäuren in der β -Oxidation kommt es in den Leberzellen zur Anhäufung von Acetyl-CoA, reduzierten Coenzymen (FADH₂ und NADH/H₁) und ATP. Dies wiederum führt zur Hemmung des Citratzyklus. Als Folge sammelt sich Acetyl-CoA an, welches im gehemmten Citratzyklus kaum mehr abgebaut wird.

Gleichzeitig möchte die Leber aber den Körperzellen leicht lösliche Ersatzenergieträger anbieten können. Dies wird durch die Bildung von Ketonkörpern erreicht. Immer zwei Moleküle Acetyl-CoA reagieren dabei über das β -Hydroxy- β -methyl-glutaryl-CoA (β -HMG-CoA) als Zwischenprodukt zur 3-Ketobutansäure. Aus dieser entsteht durch spontane Decarboxylierung das Aceton oder durch Reduktion die 3-Hydroxybutansäure. So können auch wieder freie Coenzyme zurückgewonnen werden. Aceton kann nicht als Energiequelle dienen und wird unverändert abgeatmet. 3-Hydroxybuttersäure wird ans Blut abgegeben und kann in extrahepatischen Geweben als Energieträger verstoffwechselt werden. Ketonkörper sind

also Ersatzenergieträger bei Glukosemangel (Dörr and Martin 2016: 206-208; Elmadfa and Leitzmann 2019: 244-254; Horn 2018: 184-186).

3.3.7 Wirkungen einer dauerhaften Ketose

Es darf davon ausgegangen werden, dass der Stoffwechsel der eiszeitlichen Menschen mit einer Ernährung reich an Proteinen, knapp an Kohlenhydraten und nur zeitweise reich an Fetten, die o.g. Stoffwechseleinstellung, die Ketose genannt wird, angenommen haben dürfte. Welche Folgen könnte das für den Organismus gehabt haben?

- Der Herzmuskel verbrennt bevorzugt Ketone, so dass er bei Beanspruchung optimal arbeiten dürfte (Bassenge et al. 1965; Cotter et al. 2013).
- Eine Ernährung, bei der die Hauptenergie durch Ketonkörper zur Verfügung gestellt wird, hat eine positive Auswirkung auf manche, auf anderen Wegen nur schwer therapierbare Epilepsien. Die molekularen Mechanismen der Reduktion der Anfälle ist nicht geklärt (McNally and Hartmann 2012).
- Eine dauerhafte Ketose fördert die Entstehung von Nierensteinen bei 5,3 % der Personen mit ketogenem Stoffwechsel (Böhles et al.).
- Ketonkörper führen zur Erhöhung der Harnsäurekonzentration im Blut und einer erhöhten Ausscheidung der Harnsäure (Dörr and Martin 2016: 277).
- Ketonkörper vermindern die Freisetzung von Aminosäuren aus der Muskulatur (Thomsen et al. 2018; Wilkinson et al. 2008).
- Eine erhöhte Ketonkörperkonzentration kann die Reproduktion einschränken (Cahill and Veech 2003; Kim and Felig 1972; Veech 2004).
- Während der Schwangerschaft sollte die Kohlenhydratzufuhr nicht unter 40 % liegen, da ansonsten eine Ketose eintritt. Dies kann Schwangerschaftskomplikationen und Schädigungen des Embryos auslösen (Grimm 2019).

3.3.8 Gehirn im Fastenmodus

Im Verlauf des Fastens stellen sich die Nervenzellen (also v. a. das Gehirn) auf die Verwertung von Ketonkörpern um. Von dem anfänglichen Bedarf an 150 g Glukose pro Tag werden dann nur noch 40 g benötigt. Der restliche Energiebedarf wird über Ketonkörper gedeckt. Diese Anpassung dauert etwa drei Wochen. Die Ketonkörperkonzentration im Blut steigt in dieser Zeit um das 50fache an. Dies birgt die Gefahr der Übersäuerung des Blutes (Ketoacidose).

Durch diese Umstellung des Stoffwechsels benötigt der Körper weniger Proteine zur Glukosesynthese. Die Ketonkörperbildung hat damit einen proteinsparenden Effekt. Von den anfänglich 20 g/Tag geht der Stickstoffverlust bei völligem Fasten nach etwa drei Wochen auf nur noch 5 g/Tag zurück.

Die restliche Glukoneogenese läuft dann überwiegend in der Niere ab. Dabei fällt der Stickstoff aus dem Aminosäureabbau in Form von Ammoniumionen an. Diese werden benötigt,

um die im Urin erscheinenden Ketonkörper zu neutralisieren und die acidotische Stoffwechsellage zu normalisieren (Dörr and Martin 2016: 206-208).

3.3.9 Genvariante bei Nunavut und Inuit

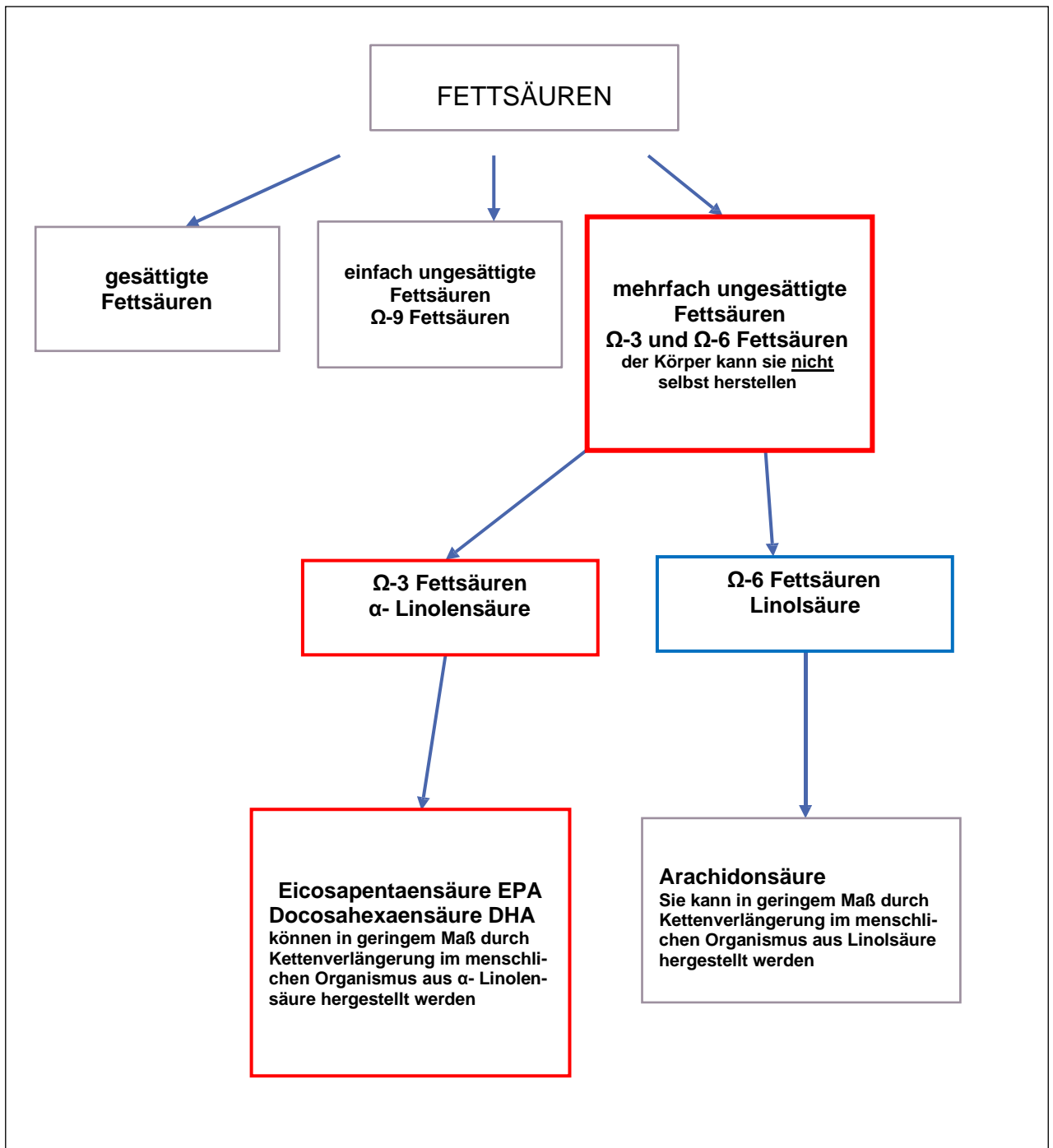
Die Genvariante CPT1A, c.1436C>T ist vorherrschend bei indigenen arktischen Völkern. Sie bewirkt, dass unter normalen Ernährungsbedingungen die Nutzung von Fettsäuren zur Energiegewinnung verbessert ist. Dies ist vorteilhaft unter den Ernährungsbedingungen mit einem hohen Gehalt an Fetten, wie es für indigene arktische Völker typisch ist. Denn diese Stoffwechseleinstellung reduziert den Bedarf an Glukose, die damit für das Gehirn zur Verfügung steht (Wang et al. 2014).

Die obigen Ausführungen gelten nur für Fette als Energieträger und nicht für bestimmte sogenannte „essentielle Fettsäuren“ die der menschliche Organismus nicht selbst herstellen kann, auf deren Zufuhr durch die Nahrung er daher angewiesen ist.

3.4 Die Fettsäuren

Die Fette in Nahrungsmitteln, in Pflanzen, Tieren und im Menschen können in drei Arten eingeteilt werden: gesättigte Fettsäuren (keine Doppelbindung), einfach ungesättigte Fettsäuren (eine Doppelbindung) und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (zwei und mehr Doppelbindungen). Im menschlichen Organismus können nur gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren hergestellt werden. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren müssen mit der Nahrung aufgenommen werden (Dörr and Martin 2016: 67-69, 80).

Abb. IV- 8, Klassifikation der Fettsäuren



Klassifikation der Fettsäuren:

SCFA = short chain fatty acids = kurzkettige Fettsäuren

MCFA = middle chain fatty acids = mittelkettige Fettsäuren

SFA= saturated fatty acids = gesättigte Fettsäuren

MUFA = monounsaturated fatty acids = einfach ungesättigte Fettsäuren

PUFA = polyunsaturated fatty acids = mehrfach ungesättigte Fettsäuren

VLCPUFA = very long chain polyunsaturated fatty acids = langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren = Fettsäuren mit mehr als 18 C-Atomen.

Essentielle Fettsäuren sind Fettsäuren, die der menschliche Organismus nicht selbst herstellen kann.

3.4.1 Die Funktionen der mehrfach ungesättigten, langkettigen Fettsäuren (VLCPUFA)

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind langkettige Fettsäuren, die in ihrem Molekül zwei bis sechs Doppelbindungen aufweisen. Diese Doppelbindungen machen die Moleküle außerordentlich flexibel und auch bei niedrigen Temperaturen sind die aus ihnen bestehenden Fette noch flüssig.

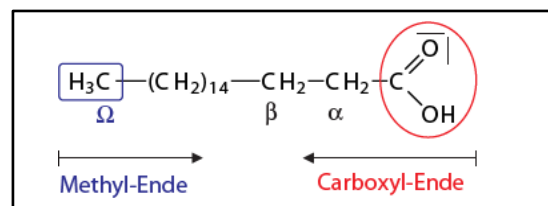


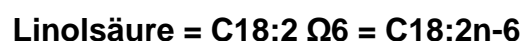
Abb. IV- 9, Aufbau einer Fettsäure (Dörr and Martin 2016: 67)

Um die Doppelbindungen zu kennzeichnen, gibt es zwei Möglichkeiten, wobei die Zählrichtung entweder vom Methyl-Ende = Ω-Ende her oder dem Carboxyl-Ende = α-Ende her erfolgt.

Zählung vom Ω-Ende her:

Das Methyl-Ende einer Fettsäure wird als das Ω-Ende bezeichnet. Von hier aus zählt man die C-Atome beginnend mit 1 (1. C-Atom) bis zur ersten Doppelbindung. Die Doppelbindung wird dann mit Ω- oder n- und der Nummer des C-Atoms bezeichnet. Mit dieser Zählweise wird die Anzahl der Doppelbindungen und die Stellung der ersten Doppelbindung angegeben.

z.B.: Linolsäure ist eine Fettsäure mit 18 C-Atomen und 2 Doppelbindungen vom Methylende her ab dem 6. C Atom



Im Folgenden wird die letzt aufgeführte Schreibweise verwendet.

Zählung vom α -Ende her:

Das Carboxyl- Ende einer Fettsäure wird als das α -Ende bezeichnet, wobei das C-Atom der Carboxylgruppe mit 1 benannt wird. Alle weiteren C-Atome werden von hier aus durchnummeriert. Die Doppelbindungen werden mit einem Δ mit hochgestelltem Index angegeben. Der Index bezeichnet das C-Atom, nach dem die Doppelbindung auftritt. Diese Art der Bezeichnung gibt die Stellung aller Doppelbindungen an.

Linolsäure (18:2), ($\Delta^{9,12}$)

3.4.2 Essentielle Fettsäuren

Als essentielle Fettsäuren werden die Fettsäuren bezeichnet, die Doppelbindungen aufweisen, die mehr als 9 C-Atome vom Carboxylende her entfernt liegen. Dem menschlichen Organismus fehlt die Enzymausstattung, um diese Fettsäuren in großen Mengen herzustellen (vgl.3.4.6). Sie müssen mit der Nahrung aufgenommen werden und werden daher als essentielle Fettsäuren bezeichnet (Dörr and Martin 2016: 80-83).

Zu diesen essentiellen Fettsäuren gehören:

- Linolsäure (C18:2 Ω 6 oder Octadecandiensäure (18:2), ($\Delta^{9,12}$)
- α -Linolensäure (C18:3 Ω 3 oder Octadecatriensäure (18:3), ($\Delta^{9,12,15}$)

Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren unterscheidet man diese der 3er Reihe und diese der 6er Reihe (vergl. oben Ω 3 und Ω 6)

- Ω -6 (= n-6) Fettsäuren haben ihre erste Doppelbindung nach dem C-6 vom Methylende her.
- Ω -3 (= n-3) Fettsäuren haben ihre erste Doppelbindung nach dem C-3 vom Methylende her.
- Ω -6 und Ω -3 Fettsäuren können nicht ineinander umgewandelt werden!
- Dem Menschen fehlt die Enzymausstattung, um Doppelbindungen nach dem C-9 vom Carboxylende her einzubauen.
- Algen und Pflanzen haben die Enzymausstattung, um Doppelbindungen einzubauen, sie sind aber nicht in der Lage, die Fettsäurekette zu verlängern (Dörr and Martin 2016: 79; Hahn et al. 2016: 73-74).

3.4.3 Bedarf und Quellen für essentielle Fettsäuren

Die folgenden Quellen für Linolsäure und α -Linolensäure sind Quellen, die erst nach der Pflanzendomestikation im Neolithikum in großen Mengen zur Verfügung standen. Das Fettsäuremuster von heutigen domestizierten Tieren korrespondiert mit dem jeweiligen Futter und unterscheidet sich vom Fettsäuremuster bei Wildtieren.

- Linolsäure: Getreidekeimöle, z.B. Sonnenblumenkernöl, Maiskeimöl, Distelöl.
- α -Linolensäure: Rapsöl und Leinöl, Salat, Spinat, Kohlrarten.

- Docosahexaensäure (DHA, eine langkettige n-3 Fettsäure): Fettfische wie Hering, Makrele, Lachs und Algen.
- Eicosapentaensäure (EPA, eine langkettige n-3 Fettsäure): Bryophyten, Samen.

Der Bedarf an mehrfach ungesättigten Fettsäuren beträgt 7 – 10 % der Gesamtfettzufuhr. Diese Angabe betrifft allerdings moderne Populationen mit einer Gesamtfettzufuhr von 30 %.

Der Bedarf an EPA und DHA wird mit 250 mg/d angegeben oder 0,5 % des Tagesbedarfs an Energie (vgl. nächste Absatz) (DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2019: 179).

3.4.6 Funktionen

Werden Linolsäure und α -Linolensäure mit der Nahrung zugeführt, so kann der Körper in begrenztem Umfang daraus höher ungesättigte, langkettige Fettsäuren sogenannte Eicosanoide herstellen. Das Enzym, das sowohl an Ω -6 als auch Ω -3 Fettsäuren weitere Doppelbindungen einführt, die Δ -6 Desaturase hat beim Menschen aber eine sehr geringe Aktivität, sodass aus der Ausgangssubstanz nur etwa 1 – 3,8 – 6 % langkettige, höherungesättigte Fettsäuren wie Eicosapentaensäure (EPA = 20:5n-3) oder Docosahexaensäure (DHA = 22:6n-3) entstehen (Tosi et al. 2014).

Erschwerend kommt dazu, dass die n-6 und die n-3 Fettsäuren um die Δ -6 Desaturase konkurrieren. Die Fettsäureart, die mengenmäßig überwiegt, wird am ehesten zu langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren weiterverarbeitet.

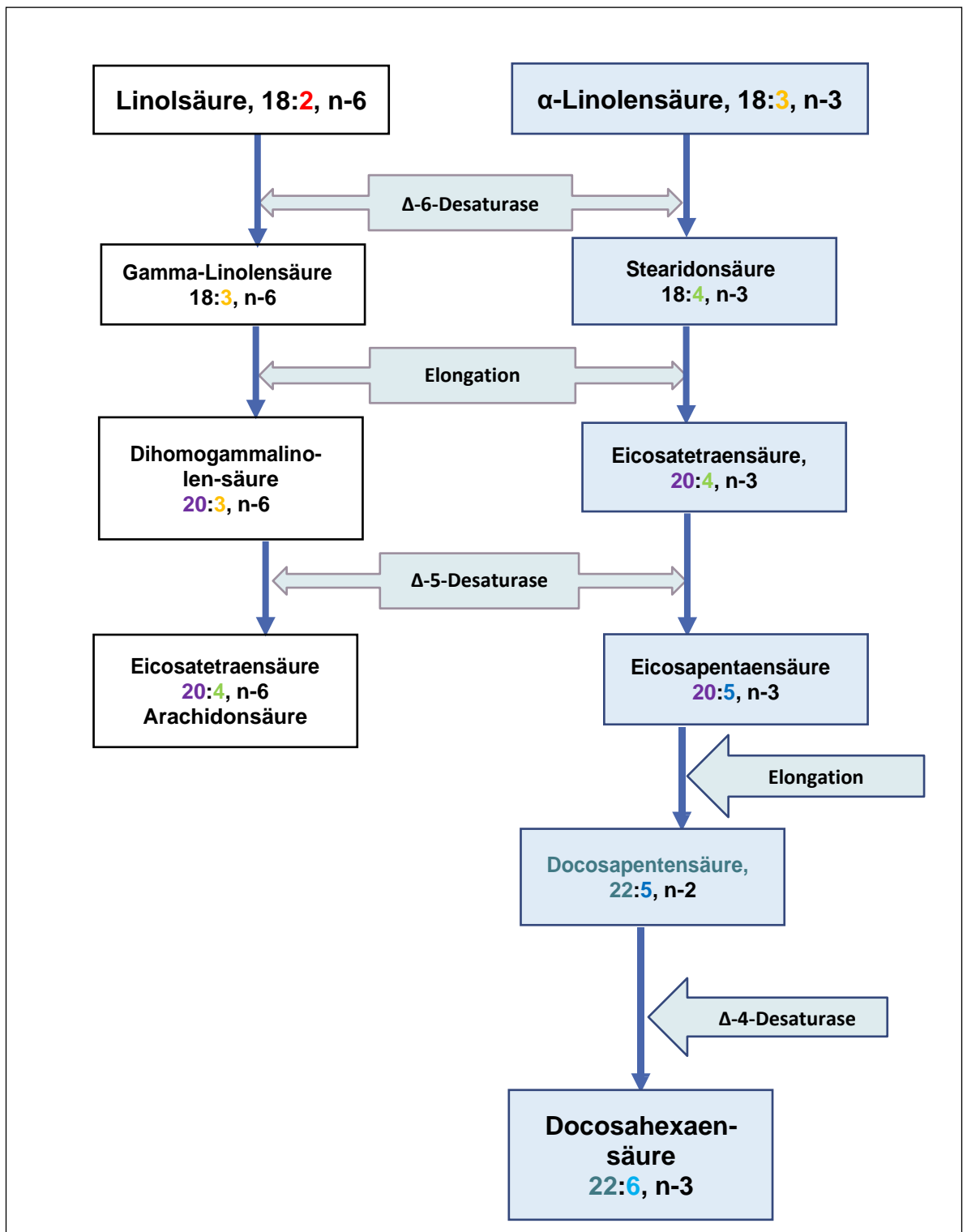
Außerdem gibt es genetisch bestimmte Unterschiede in der Aktivität des Enzyms. Die Aktivität des Enzyms, das bei *Homo sapiens* exprimiert wird, hat eine höhere Aktivität als das Enzym, das bei *H. neandertalensis* exprimiert wird (Majou 2018).

Des Weiteren gibt es einen Geschlechtsdimorphismus. Die Synthese von DHA aus α -Linolensäure liegt bei Frauen 10mal höher als bei Männern.

Die sehr kleinen Unterschiede der Kettenlänge und Zahl und Anordnung der Doppelbindungen in den Fettsäuremolekülen können zu erstaunlich unterschiedlichen Abweichungen in deren Wirksamkeit führen. Sie sind also nicht gegenseitig ersetzbar.

Problematisch ist die leichte Oxidation, der mehrfach ungesättigte Fettsäuren durch Sauerstoff ausgesetzt sind. Die Oxidationsrate ist in Gewebe geringer, d.h. dort sind sie eher geschützt. Schützend wirken sich Vitamin C und E sowie die Gluthathion Peroxidase aus. Interessant ist dabei, dass DHA angereichert ist in Geweben mit hoher metabolischer Rate und damit mit hohem O₂ Gehalt.

Abb. IV- 10, Bildung der DHA und AA aus ihren Vorstufen, verändert nach (Hahn et al. 2016:97)



3.4.7 Übersicht über die Funktionen

Die Funktionen der LCPUFA müssen in ihre zwei Hauptfunktionen, die sehr unterschiedlich sind, eingeteilt werden:

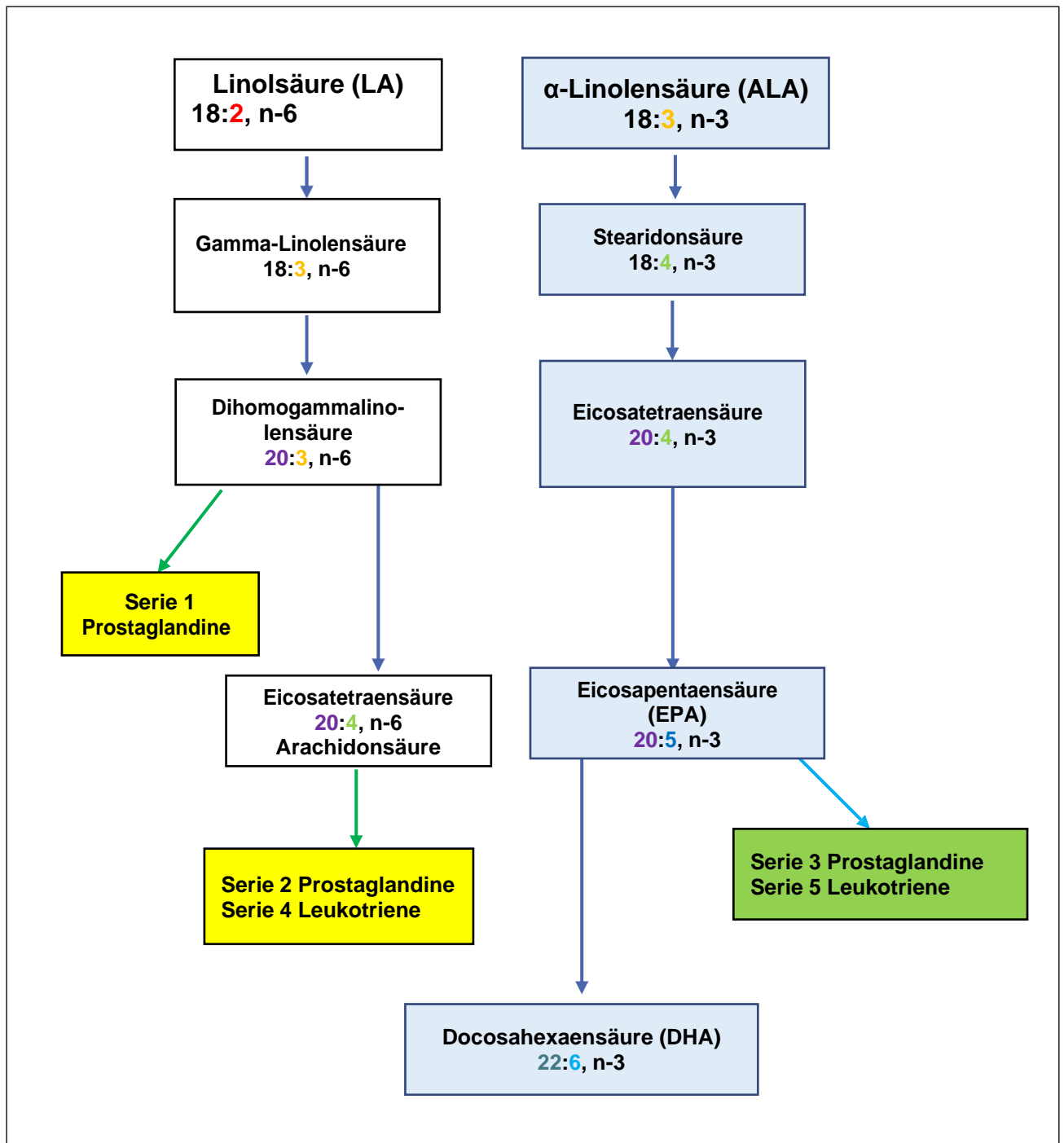
- allgemeine, immunologische und hormonelle Funktionen.
- Funktionen im Gehirn.

3.4.8 Allgemeine, immunologische und hormonelle Funktionen

Diese sehr unterschiedlichen physiologischen Bereiche und Funktionen werden erreicht durch folgende Stoffwechselwege der hochungesättigten, langkettigen Fettsäuren:

- Sie sind beteiligt am Aufbau von Zellmembranen und verantwortlich für deren Fluidität und Permeabilität und die Regulation von Ionenkanälen.
- Sie sind Liganden der Membranrezeptoren.
- Sie sind Transkriptionsfaktoren, welche die Genexpression steuern.
- Sie sind Modulatoren von Endo- und Exocytose.
- Sie modulieren hormonelle und immunologische Aktivität:
- Von besonderer Bedeutung sind diejenigen langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren, die eine Kettenlänge von C-20 haben, die sogenannten Eicosanoide. Aus ihnen werden Substanzen gebildet, die eine Wirkung als „lokale Mediatoren“ oder Gewebshormone entwickeln.
- Eicosanoide der 2er und 4er Reihe sind proaggregatorisch, gefäßverengend und entzündungsfördernd, während die Eicosanoide der 3er und 5er Reihe die gegenteiligen Effekte hervorrufen.
- Welche der beiden Substanzreihen gebildet werden, hängt von der Menge der Ausgangssubstanzen Linolsäure (LA) bzw. α -Linolensäure (ALA) ab, denn sie konkurrieren um das gleiche Enzymsystem und können sich durch ein größeres Substanzangebot gegenseitig verdrängen (Dörr and Martin 2016: 80-82; Swanson et al. 2012).
- Komponenten der Phospholipide (Phosphatidylcholin, Phosphatidylserin) im Gehirngewebe, der Retina und der Hoden sind für das frühkindliche Wachstum und die Entwicklung des Gehirns notwendig (Biesalski 2019a; Innis 2000; Innis 2007; Vaupel and Biesalski 2019a: 129).
- In der Schwangerschaft, Stillzeit und während der ersten zwei Lebensjahre ist eine bedarfsdeckende Mengen an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren notwendig, denn sie beeinflussen das Wachstum, den Metabolismus und das Immunsystem während der gesamten Kindheit (Gibson et al. 2011; Harauma and et al 2017).

Abb. IV- 11, Bildung der Prostaglandine und Leukotriene aus Linolsäure und α -Linolensäure



Tab. IV-11, Beispiele für die Wirkungsweise der Eicosanoide (Dörr and Martin 2016: 81)

Zelltyp	Arachidonsäure C 20:4 Ω 6 2er-Reihe	Eicosapentaensäure C 20:5 Ω 3 3er-Reihe
Thrombozyten	Thromboxan A2 verstärken die Thrombozytenaggregation, gefäßverengend	Thromboxan A1 geringe biologische Wirkung
Endothelzellen	Prostazyklin I2 hemmen die Thrombozytenaggregation, gefäßerweiternd	Prostazyklin I hemmen die Thrombozytenaggregation gefäßerweiternd
Leukozyten	Leukotrien B4 stark entzündungsfördernd, stark chemotaktisch, starke Kontraktion der glatten Muskulatur von Darm, Bronchien, Blutgefäßen, immunsuppressiv	Leukotrien B5 schwach entzündungsfördernd, schwach chemotaktisch, viel schwächere Aktivität als die Leukotriene der 2er-Reihe
Alle Gewebe	Prostaglandine: vielfältige gewebespezifische Wirkungen, beeinflussen Enzymaktivitäten	

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, verstärken die Eicosanoide der 2er-Reihe die Thrombozytenaggregation, sind gefäßverengend und entzündungsfördernd, während die Eicosanoide der 3er-Reihe die gegenteiligen Effekte hervorrufen und viel schwächer in ihren Wirkungen sind. Diese Effekte wirken sich positiv auf den Blutdruck, die Fließeigenschaften des Blutes und die Blutgerinnung aus und damit auf die kardiovaskuläre Gesundheit (Dörr and Martin 2016: 81).

Die Prozesse spielen außerdem eine Rolle bei Entzündungen. Sie vermindern entzündliche Prozesse und verbessern die T-Zell Funktionen, aktivieren Makrophagen und natürliche Killerzellen (Plauth and Weiss 2019: 503).

Endothelzellen und Neutrophile können aus EPA und DHA sogenannte „Specialized Proresolving Mediators“ (SPM) bilden. Sie haben eine entscheidende Funktion bei der Beendigung von Entzündungsreaktionen (die nicht mit den o.g. Entzündungsreaktionen gleichzusetzen sind) (Plauth and Weiss 2019: 503), etwa Erkrankungen wie Rheuma, Colitis ulcerosa, Neurodermitis und Arteriosklerose. Es liegt nahe, die Bildung von Eicosanoiden der 3er-Reihe durch die Ernährung zu beeinflussen, indem eine hohe Aufnahme von n-3-Fettsäuren angestrebt wird.

3.4.9 Bedeutung für den paläolithischen Menschen

Vorausgesetzt die Stoffwechselwege waren bei Neandertalern und paläolithischem *H. sapiens* die gleichen wie heute, dann haben die o.g. Wirkungen der mehrfach ungesättigten Fettsäuren die gleichen Auswirkungen auf ihren Organismus gehabt. In der eher rauen Umwelt der OIS 3 sind ein gutes Immunsystem und eine antientzündliche Kapazität des Organismus sehr hoch einzuschätzen. Es deutet sich an, dass auch für diese Wirkungen die Eicosanoide der 3er und 5er Reihe wie sie aus n-3 Fettsäuren entstehen, eine positive, schützende Wirkung haben.

3.4.10 Docosahexaensäure (DHA) und die Gehirnfunktion

DHA ist besonders wichtig für das menschliche Gehirn im Wachstum, sowie für die Retina. Von der Konzeption bis zum 18. Lebensjahr akkumuliert das Gehirn fortlaufend DHA. Besonders intensiv ist die Zeit zwischen der 27. Schwangerschaftswoche und dem Ende des 2. Lebensjahres (vgl. 1000 Tage Fenster Biesalski 2015: 49). Neugeborene konvertieren weniger als 1% α -Linolensäure in DHA. Ebenso wenig wird α -Linolensäure in nennenswerten Mengen von der Mutter an den Fetus weitergegeben (Innis 2007; Singh 2005).

Die Fette im Gehirn bestehen zu $\frac{2}{3}$ aus Phospholipiden. In sie eingelagert ist die DHA. DHA ist vorherrschend im cerebralen Kortex (ca. 40 % der ungesättigten Fettsäuren) den Membranen der Synapsen, den Mitochondrien und den Photorezeptoren der Retina (ca. 60 % der ungesättigten Fettsäuren) vorhanden. Das Gewicht der Neuronenmembrane wird zu 50 % durch DHA gestellt (Riediger et al. 2009; Singh 2005). Insgesamt bestehen 10 % der ungesättigten Fettsäuren im Gehirn aus DHA.

Muttermilch hat einen relativ hohen Gehalt an DHA, diese wird auf Kosten der Mutter dem Fetus zur Verfügung gestellt. Eine schlechte mütterliche Versorgung mit ungesättigten Fettsäuren stellt eine Mangelsituation für das Kind und dessen neuronale Funktionen dar. Im Laufe des Lebens kann die Mutter durch mehrere Schwangerschaften an DHA verarmen, wodurch für jedes nachfolgende Kind weniger zur Verfügung steht (Brenna and Carlson 2014). Die Bedeutung der ausreichenden Versorgung mit DHA liegt in deren Funktion für die kognitiven Leistungen des Gehirns, für die Produktion von Neurotransmittern, Lernen, Gedächtnis und für den Sehvorgang (Bradbury 2011; Echeverría et al. 2017; Innis 2007; McCann and Ames 2005; Riediger et al. 2009).

Allerdings ist die Bedeutung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren für die kognitive Entwicklung nicht unumstritten. Kinder von Vegetariern, die keinerlei Fisch verzehren und die nicht mit DHA supplementiert wurden, zeigten keinerlei kognitive Unterschiede zu gleichaltrigen Kindern von Fischessern (Biesalski 2015: 184).

Die bedeutendsten Quellen für langkettige essentielle Fettsäuren wie die EPA und DHA sind Fettfische und Algen.

Kognition und DHA Versorgung

Kognition umfasst folgende Fähigkeiten:

- Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis,
- Wahrnehmung,
- Sprache,
- Problemlösung,
- Verständnis,
- Urteilsvermögen, Fähigkeit zu Schlussfolgerungen,
- Abschätzungsvermögen,
- Lesen und Sprechen.

Die kognitiven Fähigkeiten des Gehirns ändern sich im Laufe des Lebens, sie entwickeln sich, sie reifen und sie altern.

Die Hälfte des Trockengewichts des Gehirns besteht aus Lipiden, die mit n-3 Fettsäuren angereichert sind, was vermuten lässt, dass sie eine Schlüsselrolle bei den o.g. kognitiven Fähigkeiten spielen. Über 90 % der n-3-Fettsäuren im Gehirn macht die DHA aus. Dort ist sie angereichert in Membranstrukturen, an den synaptischen Enden, den Mitochondrien und dem endoplasmatischen Retikulum. Die DHA beeinflusst die Membranfluidität, die Lipid-Raft-Funktion, die Freisetzung von Neurotransmittern, transmembrane Rezeptorfunktionen, Genexpression, Signaltransduktion, Myelinisation, neuronale Entzündungen, neuronale Differenzierung und neuronales Wachstum (Weiser et al. 2016).

Von der Nahrung ins Gehirn

Als essentielle Fettsäure für das Gehirn, wird nur α -Linolensäure (ALA) angesehen, da aber die Konversion in der Leber von ALA in EPA und DHA beim Erwachsenen nur 1 – 6 % beträgt, können diese beiden für das Gehirn so wichtigen Fettsäuren als bedingt essentiell angesehen werden.

Der Gehalt an DHA in Humanmilch beträgt weltweit heute 0,06 – 1,4 % DHA Anteil an den Gesamtfetten. Die Verfügbarkeit schwindet mit der Anzahl der Schwangerschaften, da die Mutter aus ihren Reserven die DHA dem Fötus zur Verfügung stellt.

Täglich werden 4 mg DHA vom Gehirn metabolisiert, das ergibt eine Halbwertszeit für DHA von 2,5 Jahren (Metzger et al. 2008; Singh 2005; Weiser et al. 2016).

Die Hälfte des DHA wird im Gehirn des Fötus während der Schwangerschaft akkumuliert, dabei nimmt das Gehirn täglich fünfmal so viel DHA auf wie bei einem Erwachsenen. Die Akkumulation verringert sich während der Kindheit und erreicht ein Plateau im frühen Erwachsenenalter.

Im Gehirn ist die lokale DHA Produktion nur sehr gering. Das Gehirn nimmt das DHA aus dem Blut auf; 0,5 % der im Blut zirkulierenden Menge wird vom Gehirn aufgenommen (Weiser et al. 2016).

In zahlreichen Studien wurde der Einfluss der DHA Aufnahme in der Schwangerschaft auf die spätere Entwicklung der Kinder getestet. Kinder von Müttern, die in der Schwangerschaft mit ausreichenden Mengen an DHA (220 mg/d) versorgt waren, zeigten ein besseres Sozialverhalten, bessere neuromotorische Scores, eine höhere verbale Intelligenz im Alter von 8 Jahren. Die Supplementation ergab auch eine niedrigere Rate an vorzeitigen Geburten.

Der DHA Gehalt in der Muttermilch ist abhängig von der Verfügbarkeit von DHA in der mütterlichen Ernährung. Er ist direkt dosisabhängig. Hohe DHA Gehalte in der Muttermilch führten bei den Kindern zu einer besseren Fähigkeit, die Veränderungen in der Umgebung wahrzunehmen, bessere mentale Entwicklung, verbesserte Hand-Augen-Koordination, verbesserte Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistung im späteren Leben (Brenna and Carlson

2014, 2014; Hashimoto et al. 2017; Metzger et al. 2008; Rogers et al. 2013; Singh 2005; Weiser et al. 2016).

Die Effekte, die DHA auf das spätere Leben hat, werden mit der Aufnahme von DHA durch das Gehirn des Ungeborenen und des Säuglings während der Stillzeit festgelegt. Eine ausreichende Zufuhr sollte daher in erster Linie für junge Frauen, Schwangere und Stillende sichergestellt werden.

Während die immunologischen Effekte der LCPUFA sehr gut dosisabhängig für den Menschen nachgewiesen sind, sind die Effekte auf das Gehirn nicht so eindeutig. Untersuchungen, die mit der Gabe von DHA aus natürlichen Quellen oder als isolierte Supplemente durchgeführt wurden, die die Auswirkungen auf Alzheimer Demenz, Morbus Parkinson, Depressionen und Schizophrenie feststellen sollten, brachten nicht die gewünschte Verbesserung der jeweiligen Krankheit. Nur wenige Studien erbrachten eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten bei Erwachsenen (Bloch and Hannestad 2012; Chiu et al. 2008; Quinn et al. 2010). Insgesamt ist die wissenschaftliche Datenlage sehr widersprüchlich, obwohl sehr viele Untersuchungen weltweit zur Thematik durchgeführt wurden und werden.

Neuere Untersuchungen (Lacombe et al. 2018; Sugasini et al. 2019) haben eine Erklärung für die widersprüchlichen Ergebnisse.

Es war aufgefallen, dass DHA Supplemente aus verschiedenen Quellen, aus Fischöl, Krillöl, Algenöl und Ethylestern sich nicht im Gehirn von Versuchstieren anreicherten, wohl aber in anderen Körpergeweben, (Chouinard-Watkins et al. 2019).

Triglyceride mit DHA als Fettsäuren werden resorbiert, wobei DHA als freie Fettsäure freigesetzt wird und in Form von Chylomikronen im Blut transportiert wird. Sie passieren so alle Gewebe, bevor sie in die Leber gelangen und dort zu Chylomikron remnants umgebaut und wieder ins Blut entlassen werden. Auf ihrem Weg wird DHA von der Muskulatur, dem Herz und dem Fettgewebe aufgenommen. Rund 80 % der aufgenommenen DHA wird über die β -Oxidation verstoffwechselt (Sugasini et al. 2019).

Damit DHA ins Gehirn aufgenommen werden kann, wird, um die Bluthirnschranke überwinden zu können, ein spezifischer Transporter (Mfsd2a) benötigt. Dieser Transporter befördert aber nicht freie DHA oder an Triglyceride gebundene DHA, sondern ausschließlich DHA, das an Lysophosphatidylcholin gebunden ist (Chouinard-Watkins et al. 2019).

In Fütterungsversuchen mit Mäusen konnte eine Verdoppelung der Anreicherung im Gehirn mit DHA nach Fütterung mit an Lysophosphatidylcholin gebundenem DHA erreicht werden.

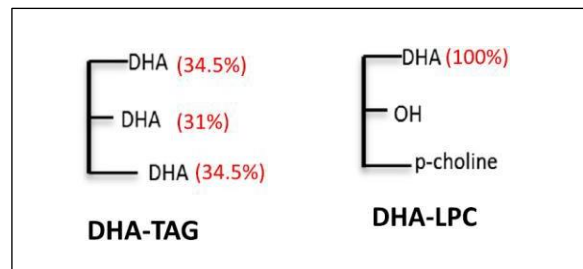


Abb. IV- 12, (Sugasini et al. 2019) DHA an Triglyceride gebunden und an Lysophosphatidylcholin gebunden

Nur sehr geringe Mengen an freier DHA können die Bluthirnschranke passieren. Dies würde erklären, warum die Gabe von DHA bei erwachsenen Menschen kaum Effekte auf das Gehirn oder kognitive Funktionen zeigt. Die einzige Quelle für DHA an Lysophosphatidylcholin gebunden für den Menschen wäre somit das Gehirn von Tieren (Sugasini et al. 2019).

3.4.12 Bedeutung für den paläolithischen Menschen

Zahlreiche Artikel von Seiten der Archäologie gehen auf die Bedeutung der hohen Gehalte an DHA von Meeresfischen und anderen aquatischen Quellen ein. Broadhurst und Mitarbeiter (2002) sowie Crawford und Kollegen (1999) sind der Ansicht, dass das Leben in einer ozeanischen Umgebung vor 600 Mio Jahren reich an DHA war, und daher keine Stoffwechselwege entwickelt werden mussten zur Eigensynthese von DHA im Säugetierorganismus.

Sie sind weiterhin der Ansicht, dass der *H. sapiens* nur daher ein so großes Gehirn ausbilden konnte, weil er sich in Regionen entwickelte, die aquatische Ressourcen aufwiesen, an der Südküste von Afrika und im seenreichen Rift-Valley, in dem ausreichende Mengen an DHA reichem Fisch und anderen aquatischen Ressourcen zur Verfügung standen, und nicht in der Savanne, da die Tiere der Savanne keine großen Mengen an DHA in ihrem Fleisch und Gehirn aufwiesen. Leider geben sie keinerlei belastbare Zahlen heutiger afrikanischer Savantentiere über deren DHA Gehalt in Fleisch, Knochenmark und Gehirn an.

Unterstützt wird die Ansicht von Broadhurst und Crawford durch die archäologischen Funde von Shellmiddens seit der OIS 5e in Südafrika (Jerardino 2010; Klein et al. 2004; Kyriacou et al. 2016; Orton et al. 2005; Parkington 2001, 2003; Will et al. 2013; Will et al. 2016; Wurz 2012), die auf einen hohen Konsum von leicht zu erhaltenden aquatischen Ressourcen hinweisen.

Sie postulieren, dass der hohe Gehalt an DHA den küstenbewohnenden Hominiden, die sich aquatische Ressourcen zu Nutze gemacht haben, zu einem kognitiven Schub und steigender Intelligenz verholfen haben und sie damit auf den Weg zum anatomisch und kulturell modernen Menschen voran gebracht haben (Broadhurst et al. 2002; Crawford et al. 1999).

Ganz klar ist die Umgebung an Meer und Seen reicher an DHA als wasserarme Habitate und damit werden Mutter und Kind, die in erster Linie von der reichlichen Zufuhr von DHA

profitieren, sehr gut versorgt. Ob dies aber einen signifikanten, kognitiven Schub erzeugte, bleibt fraglich.

3.4.13 Aus welcher Nahrung bezieht der Mensch die notwendige Menge an essentiellen Fettsäuren?

Als hochungesättigte Fettsäure ist DHA sehr anfällig für die Oxidation durch Luftsauerstoff. Damit dies im Gehirn nicht passiert, wird ein Viertel des Energieverbrauchs des Gehirns dafür verwendet, DHA vor Oxidation zu schützen.

Pflanzen

Pflanzen in trockenen Klimaten weisen als einzige n-3 Fettsäure ALA auf. Besonders blattreiche Pflanzen sind reich an ALA. In feuchten Klimaten, wie Wäldern, finden sich EPA und AA (Arachidonsäure, eine n-6-Fettsäure) in Bryophyten, wie Moosen, Farnen und Straußeifarn (Guil-Guerrero 2017; Simopoulos 2002).

Aquatische Pflanzen und Algen

Einzelliges Phytoplankton, das in den oberen Schichten der Meere lebt, ist in der Lage, unter Nutzung des Sonnenlichtes DHA zu synthetisieren. Dieses wird vom Zooplankton konsumiert und jenes wiederum von Fischen und Meeressäugern (Jónasdóttir 2019).

Im Wasser ist die Gefahr der Oxidation von DHA viel geringer als an der Luft. Daher sind sowohl in Meeres- als auch Süßwasserpflanzen und Algen hohe Gehalte an langkettigen n-3 Fettsäuren vorhanden. Sowohl Fische als auch Meeressäuger sind nicht in der Lage, DHA in großen Mengen selbst zu synthetisieren, sind also ähnlich gestellt wie Landsäugetiere (Simopoulos 2004).

Sie nutzen sie aber, um ihre Gewebe auch in kalten Gewässern flüssig/beweglich zu halten, denn hochungesättigte, langkettige Fettsäuren werden erst bei -44 °C und darunter fest (Guil-Guerrero 2017).

Landsäugetiere

In Säugetieren enthalten jene Gewebe einen hohen Gehalt an DHA, die die höchsten metabolischen Raten besitzen. Der Gehalt ist besonders hoch in neuronalen Geweben, insbesondere dem Gehirn und der Leber. Der Gehalt des Gehirns von terrestrischen Organismen an DHA ist bemerkenswert gleich durch das gesamte Tierreich, gleichgültig welche Ernährungsweise sie haben und liegt bei 10 % aller Fette im Gehirn. Dagegen schwankt der DHA Gehalt der Leber der gleichen Tierarten um das 30fache. Die Retina von Säugetieren hat ebenfalls einen sehr hohen DHA Gehalt (Biesalski 2015; Simopoulos 1998).

Fisch

Die bedeutendsten Quellen für langkettige essentielle Fettsäuren wie die EPA und DHA sind Fettfische (Salzwasserfische) aber auch in geringem Umfang Süßwasserfische (Brenna and Carlson 2014; Hashimoto et al. 2017).

3.4.14 Bedarf an DHA

Der Bedarf wird von den meisten Fachgesellschaften mit 250 – 500 mg DHA oder DHA und EPA angegeben (Kris-Etherton et al. 2009). Dies zeigt die Unsicherheit auf Seiten der Ernährungswissenschaft, bezüglich der Bedeutung von DHA für das Gehirn. Alle Untersuchungen deuten aber auf die Notwendigkeit einer guten Bedarfsdeckung hin (Singh 2005).

Tab. IV-12, Angaben zum Bedarf von EPA und DHA der verschiedenen Fachgesellschaften

Institution	Angaben zum Bedarf an EPA und DHA (g/d)
The International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) (Nettleton and Salem 2019)	0,500
The National Institute for Health (NIH) https://www.nap.edu/catalog/10490/dietary-reference-intakes-for-energy-carbohydrate-fiber-fat-fatty-acids-cholesterol-protein-and-amino-acids , 17.11.20	0,650 Min: 0,220
The National Health and Medicinical Research Council https://www.nhmrc.gov.au/health-advice/nutrition/australian-dietary-guidelines-review , 17.11.20	0,610♂ 0,430♀
European Food Safety Authority (EFSA) https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/updating-drvs-job-done-after-10-years-and-34-nutrients , 17.11.20	0,250
DACH Referenzwerte (DGE 2019)	0,250

Tab. IV-13, Gehalt an EPA und DHA verschiedener Meeresfischsorten (Kris-Etherton et al. 2009)

Quantity of EPA and DHA in selected fish (100 g, raw) [48].			
Fish	EPA, g	DHA, g	EPA:DHA
Blue fish	0.25	0.52	0.48
Atlantic cod	0.06	0.12	0.50
Pacific cod	0.08	0.14	0.57
Mackerel, Atlantic	0.90	1.40	0.64
Salmon, Atlantic			
Wild	0.32	1.11	0.29
Farmed	0.86	1.10	0.48
Salmon, Coho			
Wild	0.43	0.66	0.65
Farmed	0.36	0.82	0.44

3.4.15 Mangelercheinungen

Im Tierversuch erzeugt ein Mangel an essentiellen Fettsäuren ein reduziertes Wachstum, Dermatitis, eingeschränkte Reproduktion, Nierenabnormalitäten, Veränderungen der Mitochondrienfunktion und eine gesteigerte Fragilität der Erythrozyten.

Beim erwachsenen Menschen sind Mangelercheinungen erst nach einer vollständigen Entleerung der Speicher zu beobachten. Säuglinge, die mit Milch ernährt wurden, die nur 1 % des Gesamtenergiebedarfs an essentiellen Fettsäuren enthielt, zeigten Wachstumsstörungen und Hautverdickungen (Vaupel and Biesalski 2019a: 132-134).

Ein Defizit an n-6-Fettsäuren erzeugt Wachstumsverzögerungen, gestörte Wundheilung, Fertilitätsstörungen, Fettleber, Anämie und Thrombozythopenie. Ein Defizit an n-3-Fettsäuren führt zu verminderter Lernfähigkeit, verminderter Sehschärfe, Hautläsionen, Störungen der Oberflächen- und Tiefensensibilität, Muskelschwäche und Zittern (Elmadfa and Leitzmann 2019: 178).

3.4.16 Essentielle Fettsäuren im eiszeitlichen Europa

Da die o.g. Fettsäuren essentiell sind, ist anzunehmen, dass sie während der frühen Evolution der Tiere in der Umgebung ausreichend vorhanden waren, da sich sonst im tierischen Organismus ein Stoffwechselweg dafür gebildet hätte. Wie oben erwähnt, kommen Linolensäure und α -Linolensäure in domestizierten Landpflanzen sowie in Nüssen und Samen vor, die es aber im eiszeitlichen Europa nur in geringen Mengen gab.

Die langkettigen, essentiellen Fettsäuren, wie EPA und DHA, können zwar in geringen Mengen aus α -Linolensäure gebildet werden, weitgehend war der Organismus aber auf deren Zufuhr durch Algen und Fettfische angewiesen. In kleinen Mengen enthalten das Fettgewebe von Landtieren und die Gehirne von Herbivoren auch EPA und DHA.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass Neandertaler sich nicht in bedeutenden Mengen mit Fischen versorgt haben, sodass ihnen im Vergleich zum AMH diese Quelle nicht zur Verfügung stand. Es kann nur spekuliert werden, ob dies einen Einfluss auf ihre kognitiven Leistungen hatte.

In den Fettgeweben (subkutanes Fettgewebe, Gehirn, Knochenfett) von Tieren kommen geringe Mengen an mehrfach ungesättigten Fettsäuren vor. Der Fettgehalt des Muskelgewebes von Wildtieren ist sehr gering. Der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist bei ihnen am höchsten im Muskelgewebe (28,67 – 31,27 % des Gesamtfettgehaltes), gefolgt von Gehirn (21,44 – 22,33 % des Gesamtfettgehaltes), Knochenmark (5,75 – 6,24 % des Gesamtfettgehaltes) und als letztem dem Fettgewebe (damit ist stets das subkutane Fettgewebe gemeint) (3,11 – 4,83 % des Gesamtfettgehaltes). Dabei muss aber beachtet werden, dass der Gesamtfettgehalt des Muskelfleisches von Wildtieren 2 –3 % selten übersteigt (Cordain et al. 2002a).

Es gibt einen deutlichen Unterschied im Fettsäuremuster des Fettgewebes von Tieren mit einem einkammrigen Magen (Pferd, Rhinoceros, Mammot, Elefant) und Tieren mit mehrkammrigen Mägen (alle Ruminantier: *Rangifer tarandus*, *Bison sp.*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*). Tiere mit einkammrigen Mägen haben den höchsten Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in ihren Fettdepots (Guil-Guerrero 2017).

Pferde haben einen einkammrigen Magen, und das erlaubt ihnen, die mit dem Futter aufgenommenen Mengen an n-3-Fettsäuren direkt in ihren Fettdepots abzulagern (bei mehrkammrigen Tieren werden die Fettsäuren in den nachgastrischen Mägen teilweise um- und abgebaut).

Das „Galizische Pferd“ (auch keltisches Pony) ist ein Nachkomme des eiszeitlichen Pferdes *Equus gracilis*. Es lebt heute noch wild in den nordspanischen Bergen. (Guil-Guerrero et al. 2013) untersuchten die Fettdepots und fanden einen hohen Gehalt an α -Linolensäure im subkutanen Fettgewebe von 24,3 %. Er ergibt sich aus dem α -Linolensäuregehalt des Grases, das diese Pferde verzehren. Der Gesamtfettgehalt eines Pferdegehirns geben sie mit 8 % an, davon sind 8 % DHA oder 1,28 g gesamt. Dies würde den Tagesbedarf von 3–4 Personen decken. Insgesamt scheinen Pferde eine gute Ressource für mehrfach ungesättigte Fettsäuren zu sein, wenn auch nur 1 % des hohen α -Linolensäuregehaltes in EPA bzw. DHA umgewandelt werden würde. Wichtig ist dabei, dass die Fette aus dem Schlachttierkörper möglichst rasch verzehrt werden, da sie bei Temperaturen über 4 °C oxidieren. Dies betrifft vor allem die mehrfach ungesättigten Fettsäuren. In oxidiertem Zustand erfüllen sie nicht mehr die für den Körper so notwendigen Funktionen.

4 Mikronährstoffe

Alles, was bisher gesagt wurde, betrifft ausschließlich die Makronährstoffe. Der menschliche Stoffwechsel funktioniert aber nicht ohne die Mikronährstoffe.

Zu den Mikronährstoffen gehören 16 anorganische Substanzen (Mineralstoffe und Spurenelemente) und 13 organische Substanzen (Vitamine), die Menschen mit der Nahrung aufnehmen müssen, weil deren Eigensynthese im Laufe der Evolution auf Grund einer guten Versorgungslage nicht entwickelt werden musste.

4.1 Funktionen

Der Citrat-Zyklus (auch Krebs-Zyklus oder Tricarbonsäurezyklus vergl. Abb. IV-13) ist ein zyklisch ablaufender Prozess im Stoffwechsel, der die gemeinsame oxidative Endstrecke im Abbau von Fetten, Kohlenhydraten und Aminosäuren bildet. In ihm werden ein Großteil der Mineralstoffe und Vitamine als Cofaktoren der Enzyme benötigt.

Die einzelnen Stoffwechselschritte werden von Enzymen katalysiert, deren Coenzymanteil verschiedene Vitamine und Mineralstoffe benötigt. Der Intermediärstoffwechsel ist bei den meisten Lebewesen gleich und im Laufe der Evolution hoch konserviert (Horn 2018: 88). Die für den menschlichen Organismus notwendigen Mikronährstoffe sind Substanzen, die offenbar im Laufe der evolutionären Entwicklung zur Verfügung standen und daher nicht mehr selbst synthetisiert werden mussten. Dennoch ist es nicht immer möglich, die Versorgung mit Mikronährstoffen sicherzustellen, das bedeutet, sie in den Mengen aufzunehmen, dass Überleben und Fortpflanzung möglich sind (Dörr and Martin 2016: 116,118-120).

4.2 Vitamine

Vitamine sind organische Substanzen, die im Stoffwechsel von Mikroorganismen gebildet werden. Sowohl einzellige Protozoen als auch Evertebraten und Vertebraten sind auf die Zufuhr von Vitaminen angewiesen. Es wird daher angenommen, dass sich diese Tiere am Beginn ihrer Evolution als Planktonfiltrierer ernährt haben, und so durch Cyanobakterien und Bakterien in ausreichender Menge mit Vitaminen versorgt wurden.

Tab. IV-14, Einteilung der Vitamine

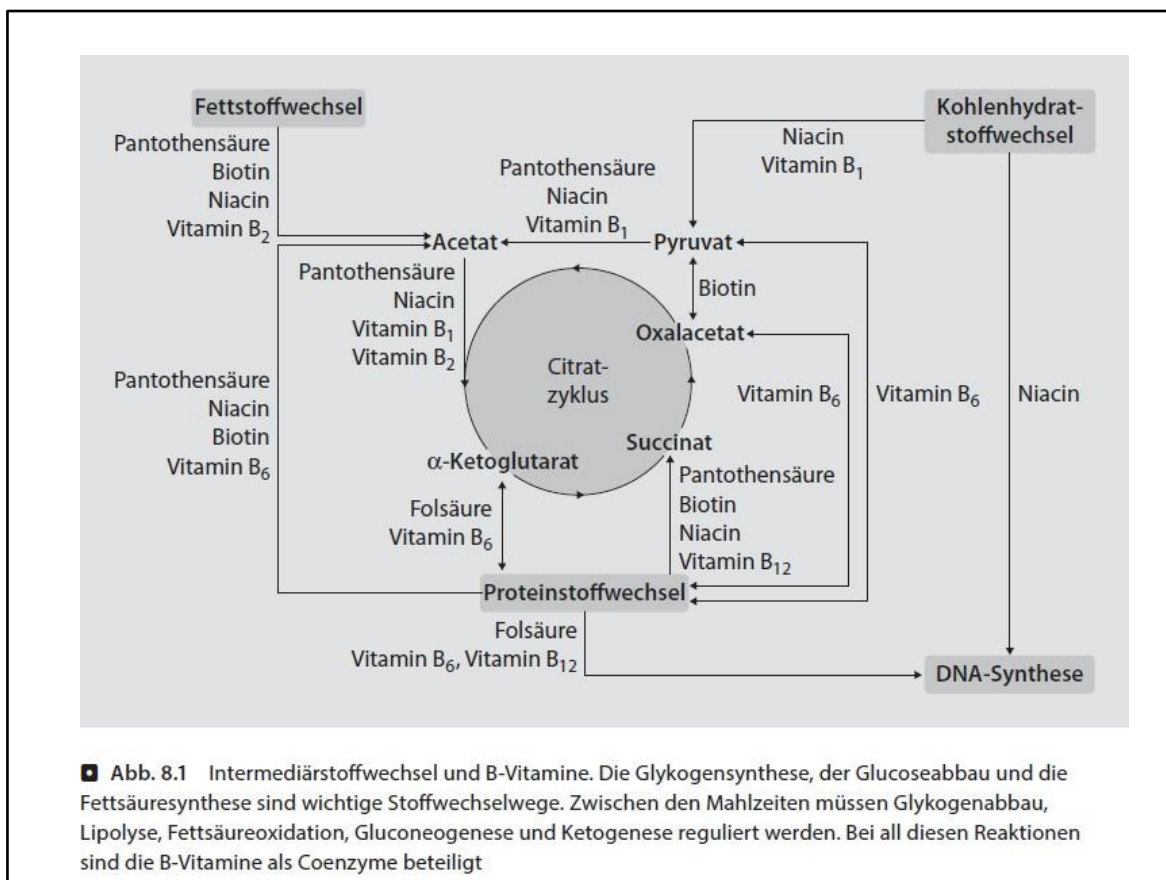
Fettlösliche Vitamine	Wasserlösliche Vitamin
<ul style="list-style-type: none">- Vitamin A (Retinol, Retinal, Retiylester)- Vitamin D (Calciferole)- Vitamin E (Tocopherole, Tocotrienole)- Vitamin K (Phyllochinone, Menochinone)	<ul style="list-style-type: none">- Vitamin B₁ (Thiamin)- Vitamin B₂ (Riboflavin)- Vitamin B₆ (Pyridoxin)- Vitamin B₁₂ (Cobalamin)- Pantothensäure- Niacin- Biotin- Folsäure- Vitamin C (Ascorbinsäure)

4.3 Funktionen

4.3.1 Vitamine als Coenzyme

Die Hauptaufgabe vieler Vitamine ist ihre Beteiligung am Stoffwechsel in Form von Coenzymen. Dazu zählen: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Folsäure, Biotin, Pantothersäure, Pyridoxin, Cobalamin und die Phyllochinone.

Abb. IV- 13, Der Intermediärstoffwechsel der B- Vitamine (Biesalski 2015: 145)



Tab. IV-15, Funktionen der Mikronährstoffe im Energiestoffwechsel, (Biesalski 2015: 146)

■ Tab. 8.1 Funktionen von Mikronährstoffen im Energiestoffwechsel	
Mikronährstoff	Funktion
Vitamin B ₁	Cofaktor für die Konversion von Kohlenhydraten in Energie wichtig für eine gute Muskelfunktion
Vitamin B ₂	Cofaktor für die Bildung von energiespeichernden Verbindungen (ATP) aus der Nahrung
Niacin	Cofaktor für die Bildung von energiespeichernden Verbindungen (ATP) aus der Nahrung wichtig für Oxidationsreaktionen in allen Zellen
Vitamin B ₆	Cofaktor für die Freisetzung von Energie aus Nahrung; vorwiegend Proteinstoffwechsel
Vitamin B ₁₂	Unentbehrlich bei der Metabolisierung von Fett und Kohlenhydraten
Folsäure	Cofaktor von Vitamin B ₁₂
Biotin	Cofaktor für den Fett- und Proteinstoffwechsel
Pantothensäure	Unentbehrlich im Citratzyklus
Vitamin C	Unentbehrlich für die Bildung von Transportern für Fett in die Mitochondrien
Calcium	Zusammen mit Magnesium Cofaktor für Transporter des ATP in den Mitochondrien
Phosphor	Komponente des ATP (energiereiche Verbindung)
Magnesium	Cofaktor für viele Enzyme, vorwiegend in der Nährstoffmetabolisierung
Kupfer	Cofaktor in der mitochondrialen Energietransformation
Eisen	Unentbehrlich für den Sauerstofftransport
Mangan	Cofaktor im Kohlenhydratstoffwechsel
Zink	Cofaktor für viele Enzyme im Energiestoffwechsel

4.3.2 Vitamine in speziellen Zellen

Zu den Vitaminen, die den Aufbau spezieller Gewebe (Knochen, Zähne, Blutkörperchen, Muskel- und Bindegewebe, Haut) steuern, gehören: Retinole, Ascorbinsäure, Calciferole und Tocopherole.

4.3.3 Vitamine mit Schutzfunktion

Einige Vitamine sind aufgrund ihrer chemischen Struktur in der Lage, sogenannte „freie Radikale“ abzufangen. Freie Radikale entstehen überall im Körper, aber besonders in der Haut durch UV-Einstrahlung, sauerstoffabhängige Reaktionen in den Mitochondrien (sogenannter oxidativer Stress), Entzündungen, Schadstoffe, Rauchen, enzymatische Reaktionen, Schwefelverbindungen und Eisenkomplexe (Dörr and Martin 2016: 117-118).

Freie Radikale sind Moleküle, denen ein Elektron entrissen wurde. Dies ist der Beginn einer Kettenreaktion, in der freie Radikale ihrerseits anderen Molekülen wieder ein Elektron entreißen. Sie sind also ausgesprochen aggressive Moleküle und reagieren leicht mit den

Fettsäuren aus den Zellmembranen, inaktivieren Enzyme, zerstören Rezeptoren und lagern sich leicht an die DNA an. Die Schäden, die die freien Radikale anrichten, sind Störungen der Zellmembran, Oxidation von Cholesterol mit der Folge von Arterioskleroseförderung, Tumorentstehung und Untergang der Zelle bei einer Schädigung der DNA.

Wichtig für den Organismus sind also Substanzen, die diese Kettenreaktion unterbrechen können. In dieser Weise wirksam sind: β -Carotin, Ascorbinsäure und Tocopherol (Dörr and Martin 2016: 118).

4.4 Funktionen der Vitamine und Mangelercheinungen bei Defiziten

Es würde zu weit führen, die genauen Stoffwechselfunktionen der Vitamine und die Entstehung von Mangelercheinungen ausführlich zu betrachten. Es soll hier nur in tabellarischer Form auf das Wichtigste hingewiesen werden, um die Versorgungslage der eiszeitlichen Hominiden beurteilen zu können.

Tab. IV-16, Funktionen, Mangelercheinungen und Speicherkapazität von Vitaminen

Vitamin	Funktion	Mangelercheinungen a) extrem b) leichter Mangel	Speicherkapazität
A	Das aus Vitamin A gebildete Retinal ist mit dem Protein Opsin des Rhodopsins (Sehpurpur) verbunden, Rhodopsin ist wesentlich für den Sehvorgang, aber auch für die Expression von Genen, die Steroidhormone codieren, die Immunfunktion und Morphogenese in der Embryonalentwicklung.	a) Nachtblindheit, Xerophthalmie b) Infektlabilität	6–12 Monate, andere Quelle: β -Carotin
D	Bildung Calciumbildender Proteine im Dünndarm, Absorption von Calcium zur Skelettbildung, Signalmolekül,	a) Rachitis, Osteomalazie b) diffuse Knochen- und Muskelschmerzen, eingeschränkte Mobilität, Infektlabilität	Synthese in der Haut möglich bei entsprechender UV-B Strahlung

	Expression von Genen, die Steroidhormone codieren, Immunfunktion, Synergismen mit Vit. A, Bildung antimikrobieller Peptide		
E	Membranbestandteil, Antioxidans	Mangel kommt selten vor, durch Anhäufung von Sauerstoffradikalen, Ausfallserscheinungen an den Zellmembranen	Kaum
K	Vitamin K ist als Coenzym beteiligt an der Bildung von Blutgerinnungsfaktoren (II, VII, IX, X) und Knochenproteinen (COOH-Übertragung), Regulation der Knochenbildung	Blutgerinnungsstörungen. Mangel kommt bei gesunden Personen selten vor. Bei Neugeborenen kritisch.	Kaum, da Bildung durch die Mikrobiota des Darmes.
Thiamin	Coenzym im Kohlenhydratstoffwechsel, ATP Bildung	a) Beriberi b) Appetitlosigkeit, Magen-Darmstörungen, Muskelschwäche, Nervenschäden, Müdigkeit, Konzentrationschwäche	Kaum, Vitamin C verbessert Status
Riboflavin	FMN, FAD Redoxsysteme im Intermediärstoffwechsel (H ⁺ -Überträger), Pyridoxin (PLP) Pyridoxalphosphat im Aminosäurestoffwechsel,	a) Glossitis, Dermatitis, periphere Neuropathien, hepatische Steatose. b) Appetitverlust, Muskelschwäche	Kaum, verbessert die Eisenabsorption, Mobilisierung von Eisenspeichern.

	DNA Reparatur, Proteinfaltung,		
Niacin	NAD, NADP Redoxsysteme im Intermediärstoffwechsel (H ⁺ -Überträger)	a) Pellagra	Kann teilweise durch Tryptophan ersetzt werden
Pyridoxin	PLP, im Aminosäurestoffwechsel (NH ² -Übertragung)	Glossitis, Neuropathien, Hautentzündungen im Augen-Mund-Nasenbereich, mikrozytäre, hypochrome Anämie, Mangel tritt selten auf	Kaum
Pantothensäure	Coenzym-A, aktiviert Stoffwechselprodukte, z. B. Acetyl wird aktiviert zu Acetyl-Coenzym A, Acyltransfer	Burning-feet Syndrom schlechte Wundheilung, Hypotonie, unkoordinierte Motorik, Mangel tritt bei gesunden Personen selten auf.	Kaum
Biotin	Beteiligt am Protein-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel, Carboxylierung	Proteinschädigung, entzündliche Hautveränderungen, Anorexie, Alopezie. Mangel tritt bei gesunden Personen selten auf.	Kaum
Folsäure	Beteiligt an der DNA-Synthese, Purin-Synthese, DNA-Methylierung, Hämatopoese	Megaloblastäre Anämie, gestörte DNA-Synthese, Neuralrohrdefekte beim Fetus	Kaum, Zerstörung durch UVA und UVB Strahlung
Cobalamin	Entgiftung von Homocystein,	a) perniziöse Anämie funikuläre Myelose b) Kraftlosigkeit	Speicherung über 1–3 Jahre

	Abbau einzelner Fettsäuren, Blutbildung		
Vitamin C	Antioxidans, Kollagenbildung, Hormonsynthese	a) Skorbut b) Zahnfleischentzündungen, Muskelschmerzen, schnelle Erschöpfung	kaum

Zusammengestellt nach: (Biesalski 2015, 2019a; Dörr and Martin 2016; Elmadfa and Leitzmann 2019)

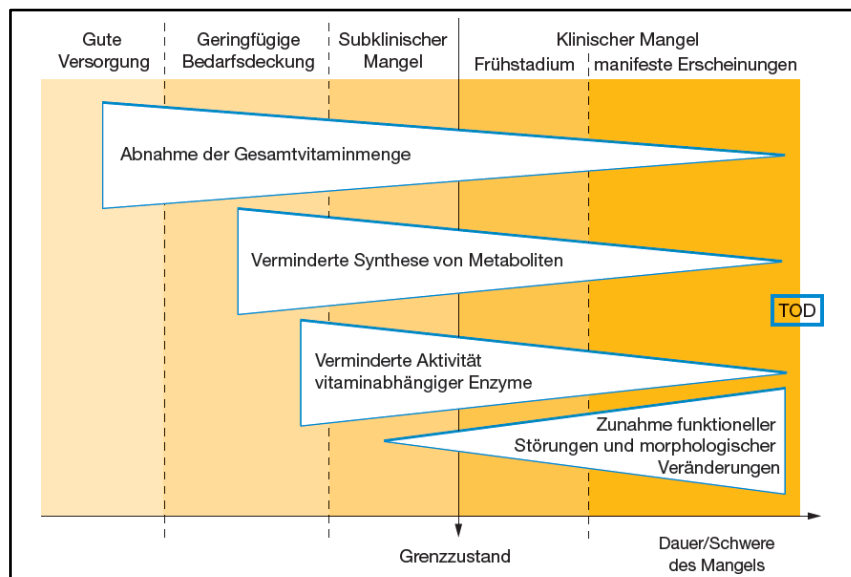
Diese Tabelle gibt nur die wichtigsten Funktionen und Mangelercheinungen bei den jeweiligen Vitamindefiziten wieder. In der modernen Welt ist bei ausreichend ernährten und gesunden Personen nicht mit Mangelercheinungen zu rechnen.

Vitaminmangel ist ein Geschehen, das sich über einen längeren Zeitraum entwickelt. Aus einem Zustand von zunächst ausreichender Versorgung mit gutem Status in den Geweben kommt es zu einer langsamen Verarmung des Organismus an Vitaminen (z. B. durch totales Fasten, schwere Malabsorptionsstörungen, Schwangerschaft).

Da auch die Vitamine einem ständigen Stoffwechsel unterliegen, werden sie auch teilweise über Harn und Stuhl ausgeschieden. In diesem Stadium kann eine verminderte Synthese von vitaminabhängigen Enzymen nachgewiesen werden. Das Stoffwechselgeschehen verlangsamt sich, weil Enzyme nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Nun kommt es für den Betroffenen zu ersten, noch recht unspezifischen Symptomen, wie Müdigkeit, Leistungsschwäche, erhöhter Infektanfälligkeit. Diesen Zustand nennt man Hypovitaminose.

Hält diese Mangelversorgung weiter an, dann bilden sich je nach betroffenem Vitamin spezifische Krankheitssymptome aus (siehe bei den einzelnen Vitaminen). Dies nennt man eine Avitaminose. Schwerer und langandauernder Vitaminmangel führt zu Veränderungen, die nicht mehr rückgängig gemacht werden können, wie z. B. Erblindung bei Vitamin-A-Mangel, und die in Einzelfällen zum Tod führen können. Unerwähnt bleiben soll hier der Einfluss einer mangelhaften Vitaminversorgung bei der Krebsentstehung, Demenz, Herzkrankheiten, Blutdruck, Immunsystem, Schlaganfall, Depressionen (Dörr and Martin 2016:120).

Abb. IV- 13, *Schleichende Entwicklung eines Vitaminmangels*, (Dörr and Martin 2016)



4.5 Mineralstoffe und Spurenelemente

Mineralstoffe und Spurenelemente sind anorganische Substanzen, die der menschliche Organismus nicht selbst produzieren kann. Sie sind daher wie die Vitamine essentiell und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Sie versorgen den Organismus nicht mit Energie, sondern haben aufbauende, steuernde und schützende Funktionen.

4.5.1 Einteilung: Mengenelemente und Spurenelemente

Mineralstoffe werden aufgrund ihrer Konzentration im Organismus in Mengenelemente und in Spurenelemente eingeteilt.

Mengenelemente kommen in einer Konzentration von > 50 mg/kg Körpergewicht vor, Spurenelemente in Konzentrationen von < 50 mg/kg Körpergewicht. Eine Ausnahme bildet das Eisen, das in einer Konzentration von 60 mg/kg Körpergewicht vorkommt und dennoch zu den Spurenelementen zählt (Dörr and Martin 2016: 139).

Tab. IV-17, *Einteilung der Mineralstoffe*

Mengenelemente	Spurenelemente
- Natrium	- Eisen
- Kalium	- Jod
- Calcium	- Fluorid
- Phosphor	- Zink
- Schwefel	- Kupfer
- Chlor	- Mangan
	- Chrom
	- Kobalt

	<ul style="list-style-type: none"> - Molybdän - Selen
--	---

4.5.2 Überblick über die Funktionen

Die vielfältigen Aufgaben der Mineralstoffe im Körper umfassen folgende Bereiche:

- Aufbau und Erhalt von Knochen und Zähnen (Calcium, Phosphor, Fluorid, Magnesium).
- Regulation und Homöostase der Gewebespannung, des Wasserhaushalts, des pH-Werts, des osmotischen Drucks (Natrium, Kalium, Chlor).
- Aktivierung und Bestandteil von Enzymen (Magnesium, Mangan, Zink, Kalium, Molybdän).
- Strukturbestandteil von nicht-enzymatischen Verbindungen, zur Bindegewebsbildung (Mangan).
- Cofaktor für den Transporter von ATP in den Mitochondrien (Calcium, Magnesium)
- Bestandteil von Vitamin B₁₂ (Kobalt).
- Bestandteil des Schilddrüsenhormons Thyroxin (Jod).
- Bestandteil von Hämoglobin und Myoglobin (Eisen).
- Zur Aktivierung von Hormonen, Cofaktor von Enzymen im Energiestoffwechsel (Zink).
- Zur Reizübertragung im Nervensystem (Calcium, Natrium, Kalium).
- Bestandteil der Magensäure (Chlor).
- Cofaktor in der mitochondrialen Energietransformation (Kupfer).

(Dörr and Martin 2016: 141)

Exkurs: Häm-Eisen

Das Häm-Eisen (=Fe²⁺), wie es in tierischen Lebensmitteln vorkommt, wird etwa 10mal stärker resorbiert als das Nicht-Häm-Eisen (=Fe³⁺), das in Lebensmittel pflanzlicher Herkunft vorkommt.

Schwefelhaltige Aminosäuren – auch in Fleisch vorkommend und Vitamin C können die Umwandlung von Fe³⁺ in Fe²⁺ begünstigen (Biesalski 2015)

4.5.3 Vorkommen von Mikronährstoffen in Lebensmitteln

Die Speicherkapazität des Organismus für Mikronährstoffe ist sehr unterschiedlich. Solche mit geringer Speicherkapazität und kurzen Halbwertszeiten müssen regelmäßig mit der Nahrung aufgenommen werden. Sie müssen in der Nahrung unserer Vorfahren in größeren Mengen vertreten gewesen sein, nur so ist erklärbar, dass sie kaum gespeichert werden.

Mikronährstoffe, die gute Speicherkapazitäten sowie lange Halbwertszeiten haben, werden seltener konsumiert, da ihre Verfügbarkeit in der Nahrung geringer ist.

Mikronährstoffe mit kurzer Halbwertszeit und geringer Speicherkapazität kommen vorwiegend in Blättern, Früchten, Wurzeln und Knollen vor, während die mit langer Halbwertszeit und guter Speicherkapazität in Fleisch zu finden sind. Dies ist ein wichtiger Aspekt und deutet darauf hin, dass sich in der menschlichen Entwicklung der Fleischkonsum aus anfänglich kleinen Mengen entwickelt hat (Biesalski 2015: 135-141).

Für Neandertaler und AMH stellt sich die Frage, ob die Versorgung mit Mikronährstoffen, die vorwiegend in Pflanzen vorkommen und in den kalten Klimazonen gering verfügbar waren, sichergestellt war.

4.5.4 Funktionen und Mangelerscheinungen bei Defiziten an Mineralstoffen

Tab. IV- 18, Funktionen und Mangelerscheinungen von Mineralstoffen, (zusammengestellt nach (Biesalski 2015, 2019a, 2019a, 2019b; Dörr and Martin 2016; Elmadfa and Leitzmann 2019)

Mineralstoff	Funktionen	Mangelerscheinungen	Interaktionen/Speicher
Calcium	Knochenaufbau, Signalmolekül bei der Muskelkontraktion, Reizübertragung im Nervensystem, Sekretion von Insulin, Aktivierung des Blutgerinnungssystems, Cofaktor einiger Enzyme	a) Osteoporose → Knochenbrüche b) gestörte Nebenschilddrüsenfunktion	Zahlreiche Interaktionen mit Nahrungsbestandteilen. Oxalat und Phytinsäure aus Pflanzen hemmen die Resorption.
Magnesium	Cofaktor von 300 Enzymen, Reparatur der DNA, Synthese antioxidativer Enzymsysteme, Calciumantagonist	Müdigkeit, neurologische und muskuläre Symptomatik.	Interaktionen mit Calcium
Natrium/Chlorid, Kalium	Zelluläre und extrazelluläre Salz-Wasser-Homöostase	Beim Fasten, Störungen im Salz-Wasser-Haushalt, Hypertonie,	

Kalium	Gewebespannung, Reizweiterleitung, Regulation des Wasserhaushaltes	Funktionsstörungen des Herzens, Muskelschwäche.	
Eisen	Zentralatom des Hämoglobins/Myoglobins, Sauerstofftransport Immunabwehr, DNA- Synthese, Bestandteil der Elektronentransportkette, Bestandteil der Synthese von Eicosanoiden, Kollagen und Neurotransmittern.	Hypochrome mikrozytäre Anämie, Kopfschmerz, Schwindel, Müdigkeit, Erschöpfung, Infektanfälligkeit.	Mit Kupfer, Vitamin C fördert die Resorption von Häm-Eisen (Fe-II) aus tierischen Lebensmitteln, Nicht-Häm-Eisen (Fe-III) aus pflanzl. Lebensmitteln
Zink	Cofaktor vieler Enzyme, Immunsystem, Transkriptionsfaktor	Wachstumsverzögerung, Appetitlosigkeit, Infektlabilität, verminderte Wundheilung.	Keine Körperspeicher
Jod	Cofaktor der Schilddrüsenhormone, Wachstum und Differenzierung von Geweben → Gehirnentwicklung, Expression von β -adrenergen Rezeptoren, Wirkung auf die Mitochondrien	a) Ungeborene: Kretinismus b) Neugeborene: Kropf, Taubheit c) Erwachsene: Kropf, Zyklusstörungen, Depressionen.	
Kupfer	Elektronentransfer, Bestandteil von Oxidasen, die Elastin und Kollagen im Bindegewebe	Anämie, erhöhte Knochenbrüchigkeit, kardiovaskuläre Erkrankungen.	Interaktionen mit Eisenstoffwechsel

	vernetzen, beteiligt am Eisenstoffwechsel, Bildung von Phospholipiden, Neurotransmittern und Melatonin		
Phosphor	Strukturkomponente des Knochens, als Phospholipide in der Zellmembran, Bestandteil der DNA, Säure-Base-Gleichgewicht	Wegen der ubiquitären Verbreitung von Phosphor kommt kein Mangel vor, nur nach langem Fasten, Knochenschmerzen.	

4.5.5 Einfluss von Makro- und Mikronährstoffen auf die Reproduktion und das kindliche Wachstum

Wie bereits beschrieben, ist eine mangelhafte Nahrungsversorgung mit einem Rückgang von Wachstum und erfolgreicher Fortpflanzung verbunden, da eine ausreichende Energieversorgung für die Aufrechterhaltung des Überlebens benötigt wird.

Für eine erfolgreiche Fortpflanzung sind gelungene Konzeption, ein störungsfreier Verlauf der Schwangerschaft und damit die mütterliche Versorgung sowie ein Überleben in der Säuglingszeit notwendig.

Zunächst ist eine ausreichende Energiebereitstellung und mit ihr ausreichende Mengen der Makronährstoffe notwendig.

Kinder, deren Mütter hungern und die auch selbst in den ersten beiden Lebensjahren nicht ausreichend mit Nahrung versorgt wurden, leiden an „stunting“, dies bezeichnet ein unzureichendes Längenwachstum (Abweichung um zwei Standardabweichungen gegenüber Gleichaltrigen) häufig in Kombination mit nicht altersgerechter kognitiver Entwicklung. Diese Defizite können in späteren Lebensabschnitten mit guter Versorgung nicht mehr aufgeholt werden (Biesalski 2015: 48-50).

Zeit der Präkonzeption

Der Mangel an Mikronährstoffen hat Einfluss auf die

- a) Entwicklung der weiblichen und männlichen Keimzellen
- b) und die Implantation der Eizelle in der Gebärmutterschleimhaut.

Tab. IV-19, Mikronährstoffe, die die Konzeption beeinflussen, verändert nach (Biesalski 2015: 21, 23-25)

Mikronährstoff	vulnerable Phase
Vitamin A	Spermatogenese
Vitamin D	Stimulation der Sexualhormonbildung bei der Frau, Reifung der Spermien
Vitamin E	Implantation der Eizelle
Vitamin B ₁₂	Spermienentwicklung und Aktivität
Calcium	Implantation der Eizelle
Zink	Spermienentwicklung und Aktivität

Zeit der Schwangerschaft

Folgende Mikronährstoffe sind für eine gesunde Entwicklung des Fötus in utero, eine vollständig terminierte Schwangerschaft und für das Kind nach der Geburt und die Stillzeit notwendig.

Während des dritten Trimenon wächst das Gehirn des Fetus am stärksten, es findet ein vermehrtes Wachstum von Gliazellen und Synapsen statt. Während der ersten beiden Lebensjahre wächst das Gehirn auf 80 – 90 % seines endgültigen Gewichtes und ist besonders empfindlich gegenüber einem Mangel an Mikronährstoffen (Biesalski 2019b: 250-251).

Tab. IV-20, Mikronährstoffe, die die Fetalzeit beeinflussen, verändert nach (Biesalski 2015: 24,25)

Mikronährstoff	a) vulnerable Phase: -Fetalzeit -Säuglingszeit b) Folgen eines Mangels	Früh- und Fehlgeburt möglich bei Mangel
Vitamin A	<i>Schwangerschaft:</i> Teratogene Missbildungen des Hörorgans, des Gastrointestinal- und Urogenitaltraktes, Störung der fetalen Morphogenese und Hirnentwicklung, intrauterine Wachstumshemmung, niedriges Geburtsgewicht	niedriges Geburtsgewicht
Vitamin A	<i>Neugeborene:</i> Bronchopulmonale Dysplasie	

Vitamin K	<i>Neugeborene</i> werden mit einem Mangel geboren, Muttermilch ist Vit. K arm	Tod in den ersten Lebenstagen durch Gehirnblutung
Vitamin D	Störungen des Wachstums und der fetalen Hirnentwicklung, Präeklampsie	Frühgeburten
Vitamin E	Fetale Anämie	
B ₁	Neurologische- und Entwicklungsstörungen	
B ₂	gestörtes fetales Wachstum	
B ₆	<i>Neugeborene</i>	
Niacin	Fetale Wachstumsstörungen	
Pantothensäure	Fetale Wachstumsstörungen	
Folsäure	Mangel führt zu Neuralrohrdefekten beim Embryo und Abort	Früh- und Fehlgeburten
C	gestörte fetale Bindegewebsbildung, Störung des Immunsystems	
Eisen	Störungen der frühen Gehirnentwicklung 6 Monate– 2 Jahre	Frühgeburt, erhöhte Müttersterblichkeit
Jod	Kropfbildung, Kretinismus, angeborene Taubheit, bis zur 20. Schwangerschaftswoche ist der Fetus auf die mütterliche Hormonproduktion angewiesen, danach auf eine ausreichende Jodzufuhr	
Calcium	Plazentabildung, Wachstumsstörungen	Frühgeburt

Die Unterversorgung mit den Mikronährstoffen Vitamin C, Folsäure, Vitamin E, Vitamin D, Vitamin A führt zu vermindertem Wachstum. Es werden kleine, schwache Kinder geboren. Folsäure- und Vitamin A Mangel können zu Missbildung führen.

Diese unter Mangelernährung der Mutter geborenen Kinder, die klein, schwach oder behindert sind, wären für eine Gruppe paläolithischer Jäger-und-Sammler eine große Belastung, und ihr Überleben wäre nicht gesichert.

4.5.6 Einfluss der Nährstoffe auf Gesundheit und Überlebensfähigkeit

Wie bereits ausführlich erwähnt, hat der Mangel an Mikronährstoffen Folgen für die Gesundheit und Fortpflanzungsfähigkeit und beeinflusst die Lebensdauer.

Ein Mangel an Vitamin A, Vitamin D, Eisen und Zink beeinträchtigt das Immunsystem derart, dass es zu erhöhter Infektanfälligkeit führt. Damit verbunden sind Diarrhö und erhöhte Sterblichkeit. Ein Mangel an Vitamin B₁₂ beeinträchtigt die Beweglichkeit. Alles Folgen, die das Überleben in der eiszeitlichen Welt begrenzen (Biesalski 2015: 21).

Exkurs: Taurinbedarf von Neugeborenen

Taurin ist eine nicht proteinogene Verbindung im Fleisch, die aus den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein gebildet wird. Für Erwachsene ist sie nicht essentiell. Für Feten und Neugeborene ist Taurin dagegen essentiell, weil sie die beiden genannten Aminosäuren noch nicht selbst produzieren können. Sie sind in dieser Zeit auf die Zufuhr durch die Mutter angewiesen. Über die Placenta erhält der Fetus Taurin und der Säugling über die Muttermilch. Der Tauringehalt im Gehirn von Feten und Neugeborenen liegt etwa 4 – 5mal höher als beim Erwachsenen oder bei anderen Primaten.

Obwohl noch nicht alle Funktionen des Taurin bekannt sind, scheint es für die Gehirnentwicklung wichtig zu sein. Taurin und die beiden o.g. Aminosäuren kommen in Muskelfleisch, Muscheln und Fisch in großen Mengen, aber kaum in pflanzlichen Lebensmitteln vor. Taurin hat verschiedene Aufgaben im Organismus, dient als Neurotransmitter, hat Einfluss auf die Calciumhomöostase und auf die Membranstabilität, kann Signalübertragungen im Gehirn hemmen oder verstärken. Obwohl noch nicht alle Funktionen des Taurin bekannt sind, scheint es für die Gehirnentwicklung wichtig zu sein.

Beim Neugeborenen hat Taurin Einfluss auf die Entwicklung der Neurone der Retina und die Reifung von Neuronen. Taurin ist notwendig für die Entwicklung des Nervenstützgewebes und daher mitverantwortlich für das Größenwachstum des Gehirns (Biesalski 2015: 180-181).

5 Zusammenfassung

Hier werden die wichtigsten Aspekte der Ernährung des paläolithischen Menschen im nördlichen Europa unter eiszeitlichen Bedingungen zusammengefasst.

- Der Energiebedarf von Neandertalern und AMH in der OIS 3 im nördlichen Europa war sehr hoch (3600 kcal/d). Die vorliegenden Berechnungskonzepte deuten aber eine sehr große Bandbreite zwischen 3600 kcal/d und 7000 kcal/d an.
- Die Nahrungszufuhr war vermutlich energiemäßig nicht immer gesichert.
- Hauptnährstoff waren Proteine und Fette.
- Die Ernährung war arm an Kohlenhydraten.
- Die Ernährung enthielt nur saisonal große Mengen an Fett.
- Die Folgen einer solchen Ernährung sind: Glukose für die Gehirnfunktion wird zunächst aus Aminosäuren bereitgestellt (Glukoneogenese). In diesem Zeitraum werden Aminosäuren aus dem Muskelgewebe entnommen, dies führt zur Gewichtsreduktion.
- Im Verlauf einer längeren Periode an Glukosemangel stellt das Gehirn auf Ketonkörper aus Fetten als Energiequelle um, dies reduziert die Glukosegewinnung aus Aminosäuren und schont auf diese Weise die Muskelmasse. Eine langfristig ketogene Stoffwechsellage vermindert die Reproduktion.
- Ein exzessiver Proteinverzehr hat seine natürliche Obergrenze bei etwa 3 g/kg Körpergewicht und Tag. Darüber hinaus ist die Leber nicht in der Lage, den anfallenden Ammoniak in Harnstoff umzuwandeln.
- Ein exzessiver Proteinverzehr hat ungünstige Auswirkungen auf die Physiologie, wie Azidose, Nierensteine, erhöhte Calciumausscheidung.
- In Hungerphasen stellt der Körper auf die Verwertung von Ketonkörpern um. Dies hat einen Abbau der körpereigenen Fettreserven zur Folge. Die ketogene Ausrichtung des Stoffwechsels hat negative Auswirkungen auf die Gesundheit.
- Neben den Lipiden, die der Energieversorgung dienen, benötigt der Körper auch essentielle Fettsäuren, die ihm mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Diese sind besonders wichtig für die kindliche Gehirnentwicklung.
- Eine Ernährung, die durch zeitweisen Energiemangel geprägt ist, beeinträchtigt das kindliche Wachstum, die Lebensdauer und die Fertilität und gefährdet auf diese Weise das Überleben von Populationen.
- Der Mangel an Mikronährstoffen betrifft die gesamte Physiologie. Der Ersatz eines mangelhaft verfügbaren Mikronährstoffes durch einen anderen, üppig verfügbaren Mikronährstoff ist nicht möglich. Der Mangel an Mikronährstoffen hat Auswirkungen auf die Lebensdauer, die Fertilität, das Überleben der Föten, die Säuglingssterblichkeit und die Gesundheit und Immunität von Erwachsenen.

6 Ernährungsökologie (Jenike 2001)

Ernährungsökologie ist die Interaktion von Ernährung, physiologischen Bedürfnissen, Bewegungsverhalten, pathogenen Substanzen und deren Beziehung zu Wachstum, Entwicklung und Körperfunktionen in einer einschränkenden politischen, sozialen und natürlichen Umwelt (Jenike 2001: 207).

Jäger und Sammler können nicht an Hand ihrer Biologie charakterisiert werden, sie werden definiert an Hand ihres Lebensstils, insbesondere durch ihre Beziehungen zur Natur, die wiederum ihre Kultur bestimmt (Fromente 2001: 239).

Unter Sammlern-und-Jägern gab und gibt es eine hohe Diversität bezüglich der Ernährung, der Energiezufuhr, der Körperkonstitution und der pathogenen Einflüsse auf ihre Gesundheit. Sie sind in ihrer Diversität aber auch ein Beleg für eine erfolgreiche Besetzung verschiedener ökologischer Nischen im Laufe der Evolution.

Hier sollen nur arktische Jäger und Sammler als Vergleichsbasis herangezogen werden für die mittel- und jungpaläolithischen Populationen im nördlichen Europa. Für sie ist belegt, dass sie fast ausschließlich von tierischen Ressourcen lebten. Der große Unterschied von paläolithischen Jägern und rezenten Jägern in arktischen Regionen ist, dass letztere Meeressäuger jagen und auf diese Weise zu ausreichend Fett kommen (Draper 1977; Speth 1989; Speth and Spielmann 1983).

In den ökologisch weniger prekären Breiten herrscht eine Saisonalität der Nahrungsressourcen vor, die man für die nördlichen Breiten nicht erkennen kann. In gemäßigteren Breiten stehen saisonal Insekten, Honig, pflanzliche Nahrung sowie aquatische Produkte zur Verfügung (Jenike 2001: 213).

Welche Strategien stehen den paläolithischen Jägern unter eiszeitlichen Bedingungen dann noch zur Verfügung?

- Saisonales Hungern mit Gewichtsverlust.
- Saisonale Reduktion der körperlichen Aktivität.
- Ausbeutung aller verfügbaren Fette.
- Anlegen von Nahrungsvorräten, z.B. Meat caches.
- Methoden, Nahrung zu garen und auf diese Weise, Energieeinsparung bei der Verdauung.
- Langfristig: Entwicklung geringer Körpergröße und Masse.

Die Folgen einer solchen Ernährungsweise sind:

- Einfluss auf die Gesundheit, Immunstatus, Überleben.
- Mangelkrankheiten: Osteoporose, Anämie, Jodmangelstruma.
- Einfluss auf Wachstum von Kindern.
- Einfluss auf den Verlauf von Schwangerschaften.
- Einfluss auf Reproduktivität und Populationsgröße.
- Einfluss auf Lebenserwartung.
- Einfluss auf die kognitiven Funktionen.

Einen positiven Einfluss auf die Gesundheit hat eine geringe Populationsdichte von weniger als einem menschlichen Individuum pro km², weil der Kontakt zwischen den Gruppen so selten ist, dass sie keine ansteckenden Krankheiten übertragen können (Fromente 2001: 241).

6.1 Feuer und Kochen

Eine der wichtigsten, in der Altsteinzeitarchäologie diskutierten Fragen, ist der Zeitpunkt, ab dem Hominiden in der Lage waren, kontrolliert Feuer zu machen. Feuer bedeutet Schutz vor wilden Tieren, Wärme, Licht und die Möglichkeit, Nahrung zu garen (Gowlett 2016). Die kontrollierte Nutzung von Feuer brachte evolutive Vorteile, und soll sich auf das Sozialleben ausgewirkt haben (Jones 2007; Wragham 2009).

Die Schwierigkeit, zu datieren, wann Menschen zum ersten Mal intentionell und kontrolliert Feuer gemacht haben, liegt darin, dies von natürlich entstandenen Feuern, die z.B. durch Blitze entstehen, zu unterscheiden. Thermolumineszenz, Fourier transform infrared microspectroscopy (mFTIR) und Mikromorphologie sind neuere Methoden, mit deren Hilfe es möglich geworden ist, „Combustion features“ eindeutig zu erkennen. Dennoch gelten auch heute noch die eher mit dem Auge sichtbaren Befunde und Funde für Feuernutzung, wie rotverfärbte Sedimente, Holzkohle, verbrannte Knochen, erhitzte Steinartefakte (Roebroeks and Villa 2011).

Der momentan älteste Nachweis von intentionellem Feuer ist 1 Mio Jahre alt und wurde in der Wonderwerk cave in Südafrika festgestellt. Offenbar wurden Gräser und andere Vegetationsteile tief in die Höhle eingebracht und dort entzündet. Ebenso fand man verbrannte Knochen (Berna et al. 2012).

Die Produktion von Feuer benötigt aber nicht nur Kenntnisse, sondern auch Brennmaterial, das im eiszeitlichen nördlichen Europa in jeder Hinsicht Mangelware war. Es gab keine nennenswerten Baumbestände, getrocknetes Pflanzenmaterial brannte nur kurzzeitig, eventuell gab es oberflächlich liegende Kohle und das Fett in Tierknochen war nicht nur als Brennmaterial sondern auch als Nahrung begehrt.

Ab dem Zeitpunkt von 400 000 Jahren vor heute sind Anzeichen von Feuer durch Menschen häufiger in Europa, dem Mittleren Osten, Afrika und Asien. Neben Herden, Feuerstellen, Combustion features findet man verbrannte Knochen, verbrannte Muscheln und gebrannten Flint (Gowlett 2016; Roebroeks and Villa 2011).

Dennoch bleibt die Anzahl der Anzeichen für intentionelle Feuer hinter der zu erwartenden Anzahl zurück (Henry 2017).

Auch Kochgruben sind nicht in dem zu erwartenden Ausmaß vorhanden. Das Erhitzen von Nahrung mittels in Feuer erhitzten Steinen scheint nicht vor dem Gravettien häufig genutzt worden zu sein. Mit in Betracht zu ziehen ist aber auch, dass Combustion features durch taphonomische Prozesse nicht immer für den Archäologen auffindbar sein dürften.

Noch keine Beachtung hat die Tatsache gefunden, dass Feuerstellen in Höhlen – die zu den am häufigst ausgewerteten archäologischen Fundstellen gehören – zu starker Rauchentwicklung führen und die Lungengesundheit beeinträchtigen. Dies dürfte auch den paläolithischen Menschen bekannt gewesen sein. Daher ist die Suche nach Feuerstellen im Umkreis der Höhle oder im Freiland sinnvoller. Der Nachweis für Feuernutzung an

Freilandfundstellen leidet daran, dass in einer offenen Umgebung durch Wind und Wasser die vorhandenen Spuren entfernt wurden (Roebroeks and Villa 2011).

Die Diskussion der vergangenen Jahrzehnte hatte ihren Fokus darauf, ob Neandertaler in der Lage waren, intentionell Feuer zu machen. Die Meinungen dazu gehen weit auseinander (Sandgathe 2017).

Einige Forscher (Théry- Parisot and Meignen 2000; Théry-Parisot 2001) zeigten mit ihren sehr elaborierten Versuchen, dass es möglich ist, zwischen frischem, getrocknetem und verfaultem Holz zu unterscheiden und, dass die genannten Materialien einen unterschiedlichen Brennwert haben und sich daher unterschiedlich gut für verschiedene Bedürfnisse eignen. So konnten sie zeigen, dass sowohl Neandertaler als auch AMH trockenes Holz nutzen und keine Auswahl bei der Baumart trafen.

Neandertaler nutzten in einzelnen Fällen auch Kohle vermischt mit Holz. Diese Mischung eignet sich besonders gut zum Erhitzen von kompakten Materialien, z.B. Gargut. Mischungen aus Holz und Knochen dagegen ergeben eine längere Brenndauer als Holz.

Betrachtet man Feuer als eine notwendige Maßnahme zur Zubereitung von Nahrung, sind folgende Vorgehensweisen vorstellbar:

- Direktes Rösten von Nahrung über dem Feuer oder im Feuer.
- Erhitzen von Steinen im Feuer und verbringen dieser Steine in eine zu erhitzende Flüssigkeit, in der sich auch das Nahrungsmittel befindet (stone boiling).
- Erhitzen von Steinen und dem Kochgut zusammen in Gargruben.
- Erhitzen eines „nicht feuerfesten“ Behälters, wie z.B. einem Lederbeutel, in dem sich Flüssigkeit und das zu garende Nahrungsmittel befindet (wet cooking, boiling) (Speth 2015).

Die Funktion des Kochens/Erhitzens von Nahrung liegt auf mehreren Ebenen:

- Enttoxifizieren und deaktivieren von giftigen und antinutritiven Pflanzenbestandteilen, z.B. Lektinen, Tanninen, Saponinen, Lipoxigenasen, Alkaloiden.
- Entkeimung von pathogenen Mikroorganismen.
- Nahrung wird weicher und besser kaubar. Primaten, die nur rohe Nahrung zu sich nehmen, brauchen täglich 6 Stunden an Kauarbeit, um ihre Nahrung verdaubar zu machen.
- Kürzere Verdauungszeiten, da z.B. die Proteine im Fleisch durch das Erhitzen geronnen sind und daher bereits vorverdaut, was ansonsten die Magensalzsäure als Verdauungsleistung erbringen müsste.
- Verdaubar machen von stärkereichen Pflanzen, da die α -Amylase nur in Wasser gequollene und durch Kochen ($> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) in seiner Struktur aufgelockerte Stärke angreifen kann.
- Herstellung von Pflanzenaufgüssen.
- Gewinnung von Knochenfett.

Diese Vorgehensweise macht Nahrung sicherer und steigert ihre Verdaulichkeit.

Meist wird angenommen, dass es sich um eine der beiden ersten Methoden zum Garen von Nahrung handelt. Viele Fundplätze weisen verbrannte Knochen auf, die für ein direktes Verbringen von Fleischteilen ins Feuer sprechen.

Speth (2015) plädiert dafür, das sogenannte „Wet cooking oder Boiling“ für das Paläolithikum in Betracht zu ziehen. Dabei handelt es sich um Behälter aus begrenzt haltbaren Materialien wie Baumrinde, Tierdärme, Lederbeutel, die eine Flüssigkeit enthalten und die direkt über den offenen Flammen platziert werden. Solange sich in den Behältern Flüssigkeit befindet, an die die von den Flammen erzeugte Wärme weitergegeben werden kann, werden diese Materialien, die ansonsten brennbar sind, nicht verbrennen. Dies lässt sich bekanntlich mit in Papierbehältern befindlichem Wasser zeigen.

Diese Vorgehensweise hat gegenüber dem „Stone Boiling“ den Vorteil, dass weniger Brennmaterial benötigt wird, da die Wärme direkt über die Flüssigkeit an das Gargut weitergegeben wird. Das Einbringen zuvor im Feuer erhitzter Steine bringt diese Steine zum Platzen, weswegen ständig erneut Steine erhitzt werden müssen (Dittmann 1990).

Die oben allgemein für das Erhitzen von Nahrung aufgeführten Vorteile kommen für das Wet cooking in besonderem Maß zum Tragen. Das Wet cooking aber hat den Nachteil, dass es im archäologischen Kontext praktisch nicht nachweisbar ist. Die fehlenden Nachweise für Feuer, dort wo man es im archäologischen Kontext erwartet hätte, mögen hierdurch teilweise erklärbar sein.

Interessant dazu ist die Arbeit von Nelson (2010), die die Kochstrategien und Behälter von verschiedenen derzeitigen Ethnien in Afrika, Nord- und Südamerika untersucht hat. Sie fand zwei grundsätzlich verschiedene Arten des Energietransfers beim Kochen:

- Moist heat cooking: Hitze wird durch eine Flüssigkeit an das Gargut weitergegeben, und
- Dry heat cooking: Hitze wird durch Luft an das Gargut weitergegeben.

Daneben erwähnt sie das Kochen mittels Kochsteinen und betont dessen energetische Ineffektivität.

Überraschenderweise fand sie Unterschiede in der Nutzung des Kochens mit Kochsteinen, und zwar in der geografischen Verbreitung dieser Garmethode. Der nördlichste Rand der Nutzung von Kochsteinen liegt bei 58° nördlicher Breite und der südlichste Rand bei 41° nördlicher Breite (Daten für die Südhalbkugel standen nicht zur Verfügung).

Stone boiling wird nicht genutzt in Regionen, in denen die effektive Umgebungstemperatur 10,31 °C übersteigt und in Gegenden, in denen die Niederschlagsmenge mehr als 100 mm/Jahr beträgt. Diese genannten Verhaltensweisen führt Nelson auf limitierten Zugang zu Brennmaterial und den damit verbundenen Arbeitsaufwand beim Herbeischaffen dieser Materialien zurück.

Dieses Beispiel mag sehr abwegig klingen, aber es zeigt, dass menschliches Verhalten häufig eine Anpassung an äußere, in diesem Fall ökologische Bedingungen darstellt, die auf den ersten Blick nicht immer erkennbar sind.

6.2 Vom Muskel zum Fleisch: Fleischreifung

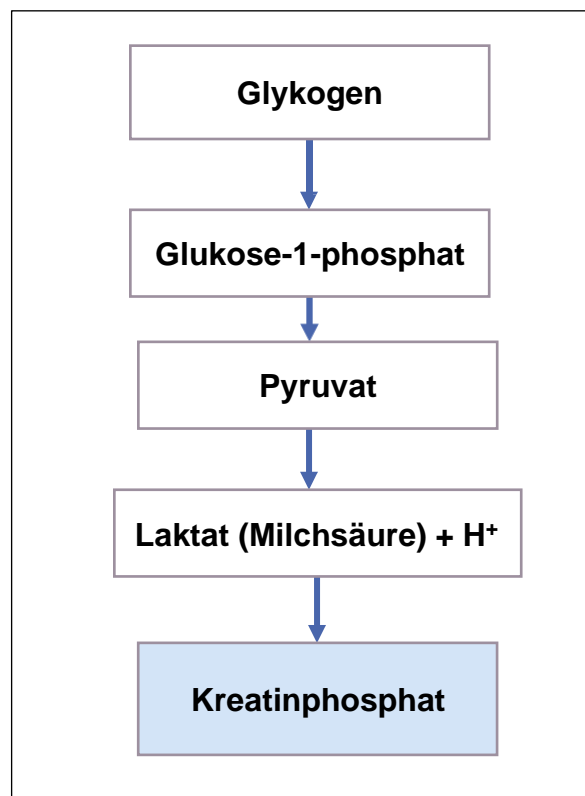
In der gesamten archäologischen Literatur zur Thematik der Fleischgewinnung zu Nahrungszwecken, die ich im Laufe der Zeit kennen gelernt habe, wird nirgends ein wichtiger Umstand erwähnt, der sich auf die Behandlung, die Verarbeitung und auf den Transport von Tierkarkassen auswirkt.

6.2.1 Fleischreifung

Es ist dies zunächst das Ausbluten der Tierkarkasse und damit beginnend die „Fleischreifung“, die sämtliche biochemischen Prozesse in der tierischen Muskelzelle beschreibt, die nach dem Ableben des Tieres ablaufen. Sie haben einen großen Einfluss auf die Konsumierbarkeit des Fleisches. Beide Prozesse, insbesondere aber die Fleischreifung, benötigen Zeit (mehrere Tage bis Wochen) und einen geschützten Ort, an dem das Fleisch abgehängt also unter kontrollierten Bedingungen aufbewahrt werden kann.

Wenn das Tier stirbt, und der Kreislauf zum Erliegen kommt, dann wird auch kein Sauerstoff mehr transportiert. Glukose und Enzyme im Muskel sind aber noch aktiv.

Abb. IV- 14, Glykogenabbau im Fleisch



Der Mangel an Sauerstoff lässt den Kohlenhydratstoffwechsel unter anaeroben Bedingungen zu Milchsäure ablaufen und nicht wie unter aeroben Bedingungen über den Citrat Zyklus. Die dabei gebildeten überschüssigen Phosphorylgruppen ($\approx P_i$) werden in der Wirbeltiermuskulatur von ATP auf Kreatininphosphat übertragen. Da die anfallende Milchsäure, wegen des zum Erliegen gekommenen Kreislaufes nicht abtransportiert wird, kommt es zu einem Abfall des pH- Wertes auf 5,8 – 5,4.

Nachdem alles muskuläre Glykogen abgebaut ist und die ATP Bildung zum Stillstand kommt, entsteht Inosin und nach Verlust der Ribose die Purinbase Xanthin, die ebenfalls wegen Sauerstoffmangels nicht weiter zur Harnsäure abgebaut werden kann (SHIMOKO-MAKI et al. 1972).

6.2.2 Rigor mortis

Nach dem Schlachten tritt der Rigor mortis erst ein, wenn alles ATP verbraucht ist, denn dann können keine Calciumionen ins sarkoplasmatische Retikulum zurückresorbiert werden. Dies führt zur irreversiblen Verknüpfung von Actin- und Myosinfilamenten. Dies tritt üblicherweise bei einem pH-Wert von 5,9 ein, was zu einem Verlust der Dehnbarkeit der Muskulatur, dem Rigor mortis, führt.

Dieser Zustand bleibt so lange bestehen, bis proteolytische Enzyme im Verbund mit der Milchsäure die geordneten Strukturen der Myofibrillen auflösen (ausführlich bei (Huff Loner-gan et al. 2010)). Erst danach ist Fleisch für den Menschen genießbar, im Sinne von kaubar.

Bei verschiedenen Tierarten verläuft dieser Prozess temperaturabhängig unterschiedlich schnell. Unter Kühltemperaturen bis zu 7°C benötigt die Fleischreifung mindestens,

- 36 Stunden bei Geflügel
- 60 Stunden beim Schwein
- 7 Tage beim Kalb
- 14 Tage beim Rind

Innerhalb der Zellen spielt sich der Vorgang der Fleischreifung durch proteolytische Enzyme ab. Dabei werden die gelösten Proteine sowie die strukturgebenden myofibrillären Proteine von den Proteasen, in erster Linie Calpaine und Kathepsine, abgebaut. Kathepsine sind Proteasen, die in den Lysosomen der Säugetierzellen vorkommen und bei der lebenden Zelle dort eingeschlossen sind. Ihre Konzentration hängt von der Tierart und der Muskelpartie ab. Mit abfallendem pH-Wert zerfällt die lysosomale Zellmembran und die Kathepsine werden frei. Es ist noch nicht endgültig geklärt, welchen Anteil an der Fleischreifung die Calpaine und welchen die Kathepsine haben. Das Auflösen der myofibrillären Struktur beendet den Rigor mortis und macht das Fleisch „zart“, d.h. es wird besser kaubar. Während der Fleischreifung entstehen auch Geschmacksstoffe, wie wir sie mit Fleischgeschmack verbinden. Der Vorgang der Fleischreifung wird durch das Abhängen des ganzen Tieres unterstützt (Honikel 2004).

Die Fleischreifung ist im Wesentlichen abhängig von der Kühlgeschwindigkeit und der Lagertemperatur nach dem Schlachten. Wird Fleisch sehr rasch abgekühlt unterhalb von 15 °C stellt sich eine schnelle Verkürzung der Muskulatur ein. Bei diesen niedrigen Temperaturen arbeitet die Calciumionenpumpe unabhängig vom Vorhandensein von ATP nur sehr langsam. Diesen Vorgang nennt man „Cold shortening“ und er führt zu einer erheblichen Zähigkeit des Fleisches, unabhängig vom Rigor mortis. Aufgrund dieser Beobachtung empfahl man seit den 1970er Jahren, dass 10 °C nicht vor Ablauf von 10 Stunden unterschritten werden sollte (Binke 2003).

Ein frisch erlegtes Tier bietet zunächst nur innere Organe zum Sofortverzehr. Das Muskelfleisch benötigt je nach Tierart und Tiergröße von wenigen Tagen bis mehrere Wochen bis es so weich ist, dass es für den Menschen kaubar ist, d.h. den notwendigen Zartheitszustand erreicht hat.

Die Fleischreifung kommt zum Ende, wenn keine ATP Bildung mehr stattfindet. Zu diesem Zeitpunkt befinden sich immer noch Glukose und andere energiereiche Substanzen im Fleisch, die durch Mikroorganismen verwertet werden können. Tief im Muskel ist Fleisch in der Regel frei von Mikroorganismen, sofern das Tier gesund war und bei der Schlachtung, Enthäutung hygienisch gearbeitet wurde (Lambert et al. 1991).

6.3 Zwischen Fleischreifung und Fleischverderb

Die genannten proteolytischen Enzyme beginnen nach 10 – 14 Tagen auch extrazellulär zu wirken. Der Muskel ist von elastischem Bindegewebe umschlossen, das bei jungen Tieren noch wenig Quervernetzungen aufweist. Bei älteren Tieren bildet das stark quervernetzte Bindegewebe eine hohe Festigkeit aus und ist daher zäh. Hier haben es die proteolytischen Enzyme schwer, das Bindegewebe aufzulösen (Honikel 2004).

Unter modernen Bedingungen in einer westlichen Industrienation ist der Umgang mit Frischfleisch streng geregelt, weil Fleisch ein höchst verderbliches Gut ist.

Aus der ethnografischen Literatur hat Speth (2017) eine überwältigende Anzahl von Berichten gesammelt, die den Umgang und Verzehr von „verdorbenem“ Fleisch, Fisch und ange-dautem Mageninhalt von Jagdtieren beschreibt. Er hält dies für eine Nahrungsressource, die der paläolithische Mensch genutzt hat. Er nennt diese Nahrungsressource nicht verdorben (putrid), sondern fermentiert (durch Enzyme abgebaut) und nimmt an, dass dies nur von in nördlichen Breiten lebenden Jägern und Sammlern genutzt wurde.

"Some of them [Big Bellies] invited us to their huts to eat, in expectation of receiving a bit of tobacco, but we found it impossible to taste their dried meat; it was so nearly putrid that the pieces would scarcely hold together. This, however, is entirely to their liking; they seldom use meat till it is rotten; they keep it in their huts, unexposed to the air, till it is almost impossible for a stranger to remain indoors on account of the stench arising from putrefaction." (Coues 1897: 356-357)

"They will, with so great an Appetite and Greediness, feed upon the rotten and stinking Seal Flesh, that it turns the Stomach of any hungry Man, who looks upon them." (Egede 1745: 135)

"In Spring and Summer they catch a large Quantity of Fish, and digging Holes in the Ground, which they line with the Bark of Birch, they fill them with it, and cover the Holes over with Earth. As soon as they think the Fish is rotten and tender, they take out some of it, pour Water upon it, and boil it with red-hot Pebbles...and feed upon it, as the greatest Delicacy in the World. This Mess stinks so abominably, that the Russians who deal with them, and who are none of the most squeamish, are themselves not able to endure it." (Mueller 1761: ix)

"...in autumn the Karelians buried wild reindeer meat in a swamp and left it there until winter came...and the Kola Lapps threw young reindeer into a lake or river, where they were left until they had a slightly 'bad smell'." (Eidlitz 1969: 108)

"Meat is frequently kept for a considerable length of time and some times until it becomes semiputrid. At Point Barrow, in the middle of August, 1881, the people still had the carcasses of deer which had been killed the preceding winter and spring. This meat was kept in small underground pits, which the frozen subsoil rendered cold, but not cold enough to prevent a bluish fungus growth which completely covered the carcasses of the animals and the walls of the storerooms." (Nelson 1899: 267)

“...the owner also kept fish heads under water by hanging them on a line attached to the cutting table, one step in preparing a fermented fish dish commonly called ‘stink heads.’” (Fall et al. 2010: 61)

“They [Carrier] all prefer their meat putrid, and frequently keep it until it smells so strong as to be disgusting. Parts of the salmon they bury under ground for two or three months to putrefy, and the more it is decayed the greater delicacy they consider it.” (Wilkes 1851: 452)

Alle Zitate: (Speth 2017: 52-58)

Fermentieren von Fleisch und Fisch stellt nach Speth eine andere Art des Garens dar. Sie bringt folgende Vorteile:

- Der Abbau der Proteine in Fleisch und Fisch erbringt eine bessere Kaubarkeit der Nahrung ohne Kochen.
- Bereits abgebaute Proteine benötigen geringere metabolische Kosten bei der Verdauung.
- Keine Kosten für Brennmaterial.
- Durch das Anlegen von Vorratsspeichern in der Landschaft eine flexiblere Mobilität.
- Nutzung als Fallback food in Hungerzeiten.
- Eventueller Befall der Nahrung durch Fliegenlarven könnten eine zusätzliche Möglichkeit geschaffen haben, um Fette zu akkumulieren, da Larven sehr fettreich seien.

In der ethnografischen Literatur werden Vorratsspeicher für Fleisch und Fisch von verschiedener Art erwähnt: Gruben, die mit Holz und Steinen vor Tieren geschützt wurden, Beutel aus Tierfellen, Vorräte in Seen oder Mooren. Gerade die letztere Art der Bevorratung schützt vor Frassfeinden, ist sauerstoffarm und kontrolliert die Fermentation durch Gerbsäuren.

Durch die Befunde in dem Paleoindiansite Heisler in Nordamerika angeregt, in dem vermutlich ein Fleischspeicher angelegt wurde aus Teilen eines Mastodons, führte Fischer (1995) ein Experiment durch. Er nutzte den Körper eines 28jährigen Pferdes, das im Februar an Altersschwäche gestorben war und 650 kg wog. Die Karkasse wurde in Teile von 13 kg bis 78 kg Größe zerteilt und in einem flachen Teich deponiert. Zur Verankerung dienten zwei Steinanker (Steine in Gedärmen), sowie mehrere zwei Meter lange Darmabschnitte des Tieres, die nicht von ihrem Inhalt entleert worden waren.

Die Fleischteile wurden alle zwei Wochen kontrolliert, bis zur Sommermitte. Solange der Teich vereist war, blieb die Qualität des Fleisches frisch. Ab März mit dem Auftauen wurde das Fleisch „säuerlich“ und hatte einen käseartigen Geruch. Ab April war die intramuskuläre CO₂ Bildung so hoch, dass die Fleischteile an der Oberfläche schwammen und sich mit Algen überzogen. Dennoch schien die Aktivitäten der *Laktobacilli*, die der putrifizierenden Bakterien zu übersteigen. Im Juni waren Fleisch und Fett noch essbar, wenn auch stark riechend und von saurem Geschmack. Ab Juli/August löste sich das Fleisch von den Knochen und desartikulierte.

Leider berichtet Fischer hier nichts über den Temperaturverlauf des Wassers während der Zeit des Experimentes. Ebenfalls fraglich ist seine Aussage, dass Lactobacillen die Oberhand über andere potentiell pathogene Bakterien gewannen. Dies hätte mit Stichproben überprüft werden müssen. Dennoch liefert das Experiment einen Hinweis darauf, dass Fleischspeicher in der natürlichen Umwelt in kühlen Temperaturzonen eine Möglichkeit der Bevorratung darstellen.

Speth unterscheidet zwischen pathogen-verdorbenem und fermentiertem Fleisch. Beide Prozesse führen zur Bildung von flüchtigen Stoffen, die von modernen Menschen als „ekel-erregend“ und „stinkend“ bezeichnet werden. Es wird angenommen, dass gerade diese Gerüche Menschen auf den verdorbenen Charakter des Fleisches hinweisen und sie davon abhalten, dieses Fleisch zu konsumieren.

Um diese außergewöhnliche Hypothese des Verzehrs von fermentiertem Fleisch und Fisch beurteilen zu können, ist es zunächst notwendig, sich zu überlegen, welche biochemischen Vorgänge zum Fleischverderb führen. Eine entscheidende Rolle spielen dabei Bakterien, die den Tierkörper besiedeln oder in dessen Umgebung (Boden, Luft, Futterpflanzen) und im Verlauf der Schlachtvorgänge auf dem Fleisch verteilt werden. Ob diese Bakterien im Paläolithikum die gleichen waren, wie sie heute feststellbar sind, kann nicht beantwortet werden.

Wie bereits beschrieben, dauert die Fleischreifung je nach Tierart und Kühlung bis zu zwei Wochen. Auf dem Tierkörper breiten sich danach Bakterien aus der Lebensumgebung der Tiere, insbesondere Milchsäurebakterien (LAB) der verschiedenen Arten, aus.

Entscheidend für den Verderb sind die Bedingungen unter denen Mikroorganismen sich gut vermehren können. Dies sind:

- reichlich Nährstoffe,
- Wasser,
- günstige Temperaturen,
- günstiger pH-Wert,
- An- bzw. Abwesenheit von Sauerstoff (Dörr and Martin 2016: 323).

Ebenfalls entscheidend ist das Ausmaß des bakteriellen Besatzes zu Beginn der Lagerung und die jeweiligen anderen konkurrierenden Bakterienstämme und deren Interaktionen, die das Fleisch oder den Fisch zu Beginn der Lagerung besiedelt haben (Ouattara et al. 1997).

Die genannten Bedingungen unterscheiden sich bei den vielfältigen Bakterienstämmen erheblich. Für Mikroorganismen, die sich in gelagertem Fleisch im Paläolithikum vermehren konnten, mussten folgende Bedingungen gelten:

- Reichlich Nährstoffe,
- Wasser (Wassergehalt von Fleisch: 73 %),
- pH-Wert zwischen 5,9 und 5,4,
- Temperaturen unter 10 °C,
- Vermutlich sauerstoffarme Lagerung in Seen, Teichen, Mooren.

Tab. IV- 21, (Casaburi et al. 2015: 84, Tab. I) Bakterienstämme, die in rohem Fleisch vorkommen und die bei verschiedenen Bedingungen gelagert werden. MAP= modified atmospheric packing, spielt in paläolithischer Umgebung keine Rolle, VP = vaccum packing und kann mit sauerstoffarmer Umgebung gleichgesetzt werden. Dabei wird sichtbar, dass nicht alle Stämme in der Lage sind, sich unter sauerstoffarmer Atmosphäre zu vermehren. Ausführlicher unter (Doulgeraki et al. 2012)

Gram-positive	Storage conditions			Gram-negative	Storage conditions		
	Air	MAP	VP		Air	MAP	VP
<i>Bacillus</i>	+		+	<i>Achromobacter</i>	+		
<i>Brochothrix</i>	+	+	+	<i>Acinetobacter</i>	+	+	+
<i>Carnobacterium</i>	+	+	+	<i>Aeromonas</i>	+		+
<i>Corynebactenum</i>	+			<i>Alcaligenes</i>	+	+	+
<i>Clostridium</i>			+	<i>Alteromonas</i>	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	+	+		<i>Campylobacter</i>	+		
<i>Kocuria</i>	+			<i>Chromobacterium</i>	+		
<i>Kurthia</i>	+			<i>Citrobacter</i>	+	+	
<i>Lactobacillus</i>	+	+	+	<i>Enterobacter</i>	+	+	
<i>Lactococcus</i>	+			<i>Escherichia</i>	+		
<i>Leuconostoc</i>	+	+	+	<i>Flavobacterium</i>	+		
<i>Listeria</i>	+	+		<i>Hafnia</i>	+	+	+
<i>Microbacterium</i>	+	+	+	<i>Klebsiella</i>	+		
<i>Micrococcus</i>	+	+		<i>Kluyvera</i>	+		
<i>Paenibacillus</i>	+			<i>Moraxella</i>	+		
<i>Staphylococcus</i>	+	+	+	<i>Pantoea</i>	+		+
<i>Streptococcus</i>	+	+		<i>Proteus</i>	+	+	
<i>Weissella</i>	+	+	+	<i>Providencia</i>	+	+	+
				<i>Pseudomonas</i>	+	+	+
				<i>Serratia</i>	+	+	+
				<i>Shewanella</i>	+		
				<i>Vibrio</i>	+		
				<i>Yersinia</i>	+		+
				<i>Moraxella</i>	+		

Bedeutend beim Fleischverderb sind *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Shewanella putrefaciens*, *Lactic acid bacteria*= LAB; Clostridien, *Brochotrix thermosphacta*), die je nach Bedingungen dominieren.

„Meat spoilage is a complex event, in which a combination of biological and chemical activities may interact and render the product unacceptable for human consumption.“ (Gram et al. 2002)

Verderb wird definiert durch die Wahrnehmung und Interpretation von sensorischen Stimuli (ekelerregender Geruch, schleimige Oberfläche, saurer pH-Wert, veränderte Farbe) und ist daher der menschlichen Wahrnehmung unterworfen, gleichwohl ist Verderb verbunden mit einem veränderten mikrobiellen Muster und der Konzentration bestimmter Substanzen. Verderb von Fleisch und Fisch, wie er wahrgenommen wird, ist nicht gleichzusetzen mit „pathogen für den Menschen.“

LAB bilden eine kontrovers agierende Gruppe von Mikroorganismen, die einerseits Metaboliten bilden können, die zur Auflösung von Fleisch und dessen struktureller Integrität führen, zur Bildung flüchtiger Substanzen, die Menschen als ekelerregend empfinden und zur Bildung von Essigsäure, die das Fleisch sauer schmecken lässt.

Andererseits gibt es LAB Stämme, die bioprotektive Agentien produzieren, die zu einem reduzierten Verderb von Fleisch führen. Allein schon die Produktion von Milchsäure hat einen konservierenden Effekt, dergestalt, dass sie das Wachstum von Gram-negativen Bakterien verhindert.

Manche LAB Stämme bilden Bacteriocide (Nisin, Pediocin), die effektiv gegen für den Menschen pathogene Bakterien wie *Listerien* wirken, einige wenige wirken bactericid gegen *Bacillus*, *Clostridium* und *Staphylokokkus* (Doulgeraki et al. 2012). Bei der Reifung mancher Rohfleischwürste werden sie gezielt eingesetzt, da sie einen erwünschten Effekt auf den Geschmack der Würste haben (Lücke 2000). Hohe Keimzahlen an LAB führen daher nicht notwendigerweise zu Qualitätsverlusten (Pothakos et al. 2015).

Das Wachstum von Bakterien auf Fleisch wird begünstigt durch den hohen Wassergehalt, den Fleisch besitzt, durch den pH-Wert der sich durch die Milchsäuregärung in den Zellen (Fleischreifung) eingestellt hat, durch Sauerstoff und durch die Lagertemperatur. Diese Bedingungen erlauben einer großen Bandbreite an Bakterien ein gutes Wachstum. Das Verderbnispotential einzelner Bakterienstämme hängt davon ab, welche Bakterien dominieren, deren Fähigkeit, die Fleischmatrix zu zerstören und ihrer Fähigkeit Substanzen zu bilden (Ketone, Alkohole, Aldehyde, Schwefelverbindungen, volatile Fettsäuren), die als ekelerregend von Menschen empfunden werden. Neben der Bildung von flüchtigen Stoffen, kann es zur Schleimbildung auf der Oberfläche und zu Farbveränderungen auf dem Fleisch führen. Welche Bakterien dominieren, hängt ab von der Verfügbarkeit der Nährstoffe: Glukose, Glukonate, Laktat, Ribosen, Acetat, **Diacetylacetat**, Isovaleriansäure, Ethanol, Aminosäuren, Nucleotide u.v.m.). Je nachdem, welche dieser Ausgangsubstanzen genutzt werden, kommt es zur Bildung volatiler Substanzen von sehr unterschiedlicher Art, wie (Casaburi et al. 2015) sie ausführlich beschreiben.

Diese Substanzen sind einerseits die Ursache für den als übel eingestuften Geruch, andererseits kommen sie natürlicherweise in Lebensmitteln (Milchprodukte, Fleischbrühe, Obst, Pilze, Hefe, Alkohol) vor bzw. werden in Lebensmitteln erzeugt, die Fermentations-

prozessen unterworfen werden, wie Wein, Käse, andere Milchprodukte, Salami, eingelegte Gemüse, Sojasoße, Tofu, Hefeextrakt.

Abb. IV- 15, Gerüche und Geschmacksnoten die bei Lagerung und Verderb von Fleisch entstehen, (Casaburi et al. 2015:98, Abb. II)

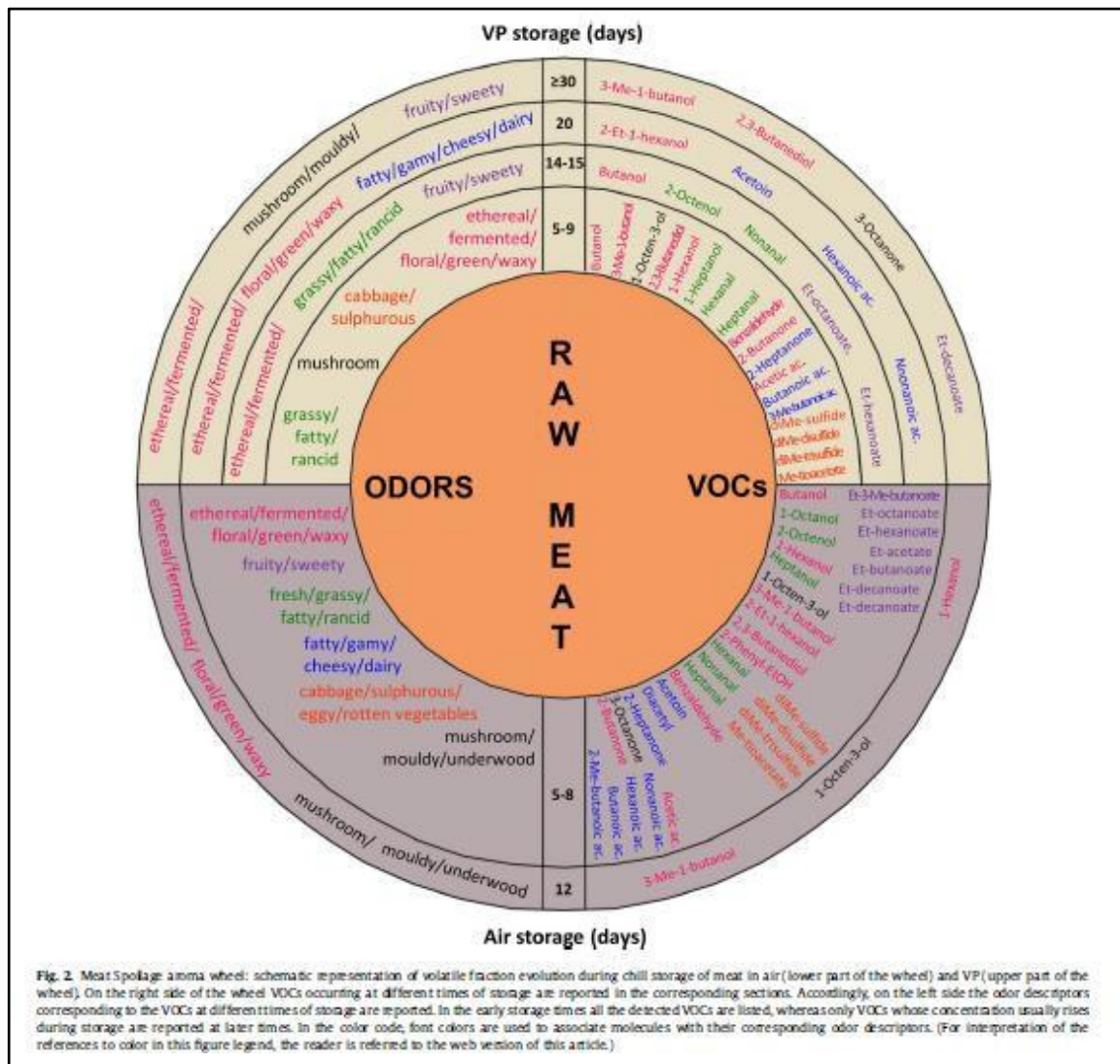


Fig. 2. Meat Spoilage aroma wheel: schematic representation of volatile fraction evolution during chill storage of meat in air (lower part of the wheel) and VP (upper part of the wheel). On the right side of the wheel VOCs occurring at different times of storage are reported in the corresponding sections. Accordingly, on the left side the odor descriptors corresponding to the VOCs at different times of storage are reported. In the early storage times all the detected VOCs are listed, whereas only VOCs whose concentration usually rises during storage are reported at later times. In the color code, font colors are used to associate molecules with their corresponding odor descriptors. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Eine weitere Substanz, die gebildet wird und die Fleischmatrix angreift, ist die Essigsäure, die auch den Geschmack des Fleisches beeinträchtigt.

Neben dem Vorhandensein der oben genannten Nährstoffe für das Wachstum von Bakterien hat die Lagertemperatur von Fleisch einen bedeutenden Einfluss. Im modernen Umfeld wird eine Lagerung unter 10 °C, in Deutschland unter 7 °C empfohlen. Ebenfalls konservierend wirkt eine möglichst sauerstoffarme Umgebung (Pothakos et al. 2015).

Die Arbeitsgruppe von Jones (2008) untersuchte 75 LAB Stämme, die sie von gekühltem Fleisch gewonnen hatten, auf ihre potentielle Fähigkeit, pathogene und verderbende Mikroorganismen auf Fleisch zu inhibieren.

Tab. IV- 22, pathogene und verderbniserregende Mikroorganismen im Fleisch, verändert nach (Jones et al. 2008)

Pathogene Mikroorganismen	Verderbniserregende Mikroorganismen
7 verschiedene <i>E. coli</i> Stämme	<i>B. thermospacta</i>
3 verschiedene <i>L. monocytogenes</i>	<i>C. estertheticum</i>
<i>S. Hadar</i>	<i>S. liquefaciens</i>
<i>S. Menston</i>	<i>E. aerogenes</i>
<i>S. Typhimurium</i>	
2 verschiedene Stämme <i>Y. enterocolitica</i>	
2 verschiedene Stämme <i>C. jejunii</i>	

Die in der Tabelle genannten 21 Bakterienstämme waren die Zielorganismen, deren Bekämpfung durch LAB untersucht wurde. Von den 75 aus gekühltem Fleisch isolierten LAB Stämmen entwickelten 6 Stämme hohe Level an antimikrobieller Aktivität.

Tab. IV-23, *Lactobacillus*stämme, die gegen verderbniserregende Bakterien wirksam sind.

LAB Stamm	Wirksam gegen
<i>L. sakei</i> Lb 706	Alle drei Stämme <i>L. monocytogenes</i>
<i>L. sakei</i> 44	<i>C. estertheticum</i> 2 Stämme <i>C. jejunii</i>
<i>Lactococcus garvieae</i> 69 <i>L. sakei</i> 63	<i>C. estertheticum</i> 2 Stämme <i>C. jejunii</i>
<i>L. sakei</i> 63	Alle drei Stämme <i>L. monocytogenes</i>

Die antimikrobielle Aktivität ist auf bakteriozide Substanzen, auf zellgebundene Moleküle oder Moleküle, die diese Mikroorganismen in ihre Umgebung freisetzen, zurückzuführen. Den Autoren scheint eine wirksame Unterdrückung von pathogenen Bakterienstämmen

durch o.g. LAB möglich. Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine französische Studie von 2006 (Ammor et al. 2006).

6.3.1 Biogene Amine

Einige Bakterienstämme, z.B. *Lactobacillus sake,i* bilden aus Aminosäuren sogenannte biogene Amine. Biogene Amine werden in großer Anzahl endogen im menschlichen Körper gebildet und dienen zur Signalübertragung, als Neurotransmitter, Hormonvorstufen, Bausteine für Ribosomen, Vorstufe für Cholin.

6.3.2 Gesundheitlich bedenklich?

Beim Verderb von Fleisch können *Enterobacteriaceen*, *Streptokokken* und *LAB*, biogene Amine wie Putrescin und Cadaverin bilden, die auch für den schlechten Geruch verantwortlich sind und auch als „Leichengift“ bezeichnet werden. Putrescin dient im Körper zur Herstellung von Spermin (wird in allen Säugetierzellen gebildet, sorgt für die Proliferation und Differenzierung von Zellen) und Spermidin und als Baustein für Ribose.

Toxisch im eigentlichen Sinn sind biogene Amine nicht. Exogen aufgenommene biogene Amine werden im Magen-Darm-Trakt von den Enzymen Monoaminoxidase und Diaminoxidase abgebaut, daher kommen nur geringe Mengen biogene Amine ins Blut. Viele Gewebe, wie Leber, Niere, Nervengewebe, Blutgefäße, Herz sind ebenfalls in der Lage, Amine abzubauen.

Biogene Amine werden bei der Fermentation von Wein, Bier, Käse, Trockenwurst, Sauerkraut, fermentierten Sojaprodukten oder der Lagerung von Fisch und Fleisch gebildet. Putrescin und Agmatin werden im Magen-Darm-Trakt durch die normale Darmflora gebildet, wenn hohe Mengen an Cellulose- oder stärkereicher Nahrung aufgenommen werden. Makrelenartige unter den Fischen enthalten hohe Mengen an Histidin und bilden bei Lagerung Histamin. Empfindliche Menschen reagieren mit Hautjucken, Hitzegefühl und Hypersalivation, in schweren Fällen mit Erbrechen, Kopfschmerz, Schwindelgefühlen und Blutdruckabfall auf biogene Amine. Unklar ist die Ursache für die Empfindlichkeit auf biogene Amine, am wahrscheinlichsten ist ein unzureichender Abbau durch Monoaminoxidase und Diaminoxidase im Magen-Darm-Trakt (Weiß 2009).

6.3.4 Wann wird „fermentiertes“ Fleisch schädlich? Fleischvergiftung

Überträgt man die o.g. Ergebnisse des Fleischverderbs bzw. der Fleischfermentation auf eiszeitliche Bedingungen und verknüpft sie mit den Berichten von nordischen Sammlern- und Jägern, wie Speth sie gesammelt hat, dann ist es durchaus vorstellbar, dass dieses Fleisch konsumiert werden konnte.

In Gewässern, Sümpfen, Mooren und eingenäht in Tierhaut war das Fleisch weitgehend vor Sauerstoff geschützt. Des Weiteren waren die Temperaturen fast ganzjährig in einem sehr

niedrigen Bereich. Diese Umstände verhindern die Fermentation nicht, aber sie verlangsamen die Prozesse stark, so dass das Produkt länger haltbar war.

Einige Mikroorganismen bilden neben den o.g. volatilen Substanzen, Säuren und biogenen Aminen auch Toxine. Dabei unterscheidet man Bakterien, die Toxine schon in Lebensmitteln entwickeln und solche, die die Toxine erst im Magen-Darm-Trakt des Menschen bilden.

Zur Gruppe der Bakterien, welche Toxine in Lebensmitteln bilden, gehören: *Salmonella spp.*, *Listeria spp.*, *Camphylobacter spp.*. Obwohl sie Erkrankungen auslösen können, sollen sie hier nicht weiter besprochen werden, weil ihr pH-Optimum und ihre optimale Wachstumstemperatur, sowie die notwendige Anwesenheit von Sauerstoff, nicht in dem Bereich liegen, der für die Fleischbevorratung im Paläolithikum des nördlichen Europas angenommen werden muss. Die Folgen einer etwaigen Vergiftung mit o.g. Keimen sind allenfalls Fieber, Diarrhoen, Erbrechen und gelten nur bei immungeschwächten Personen als eine tödliche Gefahr.

Bakterien, die beim Menschen erst eine Infektion und danach eine Vergiftung durch Toxinbildung verursachen, sollen hier besprochen werden, da sie potentiell extrem toxisch sein können und sich unter eiszeitlichen Bedingungen gebildet haben könnten.

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum ist ein obligat anaerob wachsender, Sporen bildender Keim, der in der Natur weit verbreitet ist. Sporenbildende Bakterien sind gegenüber Umwelteinflüssen extrem resistent. Alle *C. botulinum* Stämme bilden Neurotoxine, die zu Benommenheit, Sehstörungen, Schluck- und Atembeschwerden führen.

In einer Konzentration von 1,0 µg/kg Körpergewicht sind die Botulinustoxine tödlich, der Tod tritt durch Atemlähmung ein.

Unter eiszeitlichen Bedingungen könnte es zu einer Infektion mit *C. botulinum* gekommen sein, wenn das Fleisch absolut sauerstoffarm gelagert wurde, oder wenn es sich um sehr große Fleischteile handelte, in deren Innerem sich ein sauerstoffreies Milieu einstellen konnte. Gefriertemperaturen sowie sehr tiefe Lagertemperaturen bringen Clostridien nicht zum Absterben (Dörr and Martin 2016: 326).

Escherichia coli

Verschiedene *Escherichia coli* gehören zur normalen Darmflora von warmblütigen Tieren und Menschen. Sie gelangen über den Kot in die Umwelt und so auch auf den Schlachtkörper. Von den toxinbildenden Stämmen sind die *EHEC* (*enterohämorrhagische E. coli*) am bedeutendsten, da sie die schwersten Erkrankungen auslösen.

EHEC wächst unter geringen Nährstoffansprüchen ab 18 °C. Gefriertemperaturen werden über Monate überlebt. Für eine Infektion ist schon eine minimale Dosis von 100 KbE (=kolonienbildende Einheiten) ausreichend. Nach Aufnahme der Bakterien vermehren sich diese im Darm, heften sich an die Darmmukosa an und bilden Toxine, die im ganzen Körper

wirken. Es kommt zu blutigen Durchfällen und einem hämolytisch urämischem Syndrom (HUS) mit Nierenversagen. Bei Kindern kann die Infektion zum Tod führen (Bundesinstitut für Riskobewertung 2006).

6.3.5 Ranziges Fett

Die oben genannten mikrobiellen Vorgänge beziehen sich auf die Verwertung von Monosacchariden und Proteinen als Nährstoffe für die genannten Bakterien in Fleisch und Fisch. Der Verderb kann aber auch Fette betreffen.

Es sind im Wesentlichen drei Prozesse, die Fette oxidieren und damit verderben lassen. Zunächst

- die rein physikalisch-chemische Oxidation der Fettsäuren durch Luftsauerstoff,
- die nicht enzymatische Oxidation durch freie Radikale und
- die enzymatische Oxidation durch im Fett vorhandene Lipasen.

Die Prozesse sind allesamt temperaturabhängig.

Schimmelpilze, Hefen und einige Bakterien produzieren Lipasen, die Fette abbauen. Dabei entstehen Ketone, Aldehyde, Säuren, Peroxide, Hyperperoxide, Cholesterolester, Epoxide u.v.m.. Einige dieser oxidierten Produkte sind geruchs- und geschmacksintensiv und hinterlassen beim Verzehr den Eindruck von Ranzigkeit und Seifigkeit. Durch Kühlung kann der Vorgang gebremst aber nicht vollständig unterbunden werden (Keweloh 2008).

Die genannten oxidierten Fettprodukte greifen im menschlichen Körper Proteine, Kohlenhydrate und Nukleinsäuren an und bilden weitere freie Radikale. Diese Produkte stören feine Strukturen von Zellmembranen, stören die Biofluidität, modifizieren das LDL-Cholesterin und gelten als cancerogen und mutagen (Niki 2009).

Daraus ist zu schließen, dass Fette, die nicht bei Kühltemperaturen und lange gelagert werden, nicht nur Substanzen sind, die schlecht riechen und schmecken, sondern auch nicht gesundheitsförderlich sind.

7 Zusammenfassung

Die intentionelle Nutzung von Feuer u.a. zum Garen und Erhitzen von Nahrungsmitteln scheint sich ab 400 ka vor heute in Europa etabliert zu haben. Sie bringt Vorteile hinsichtlich der körpereigenen Energienutzung, da gegarte Nahrung leichter verdaubar ist, rascher gekaut werden kann und die Versammlung zum Essen um ein Feuer die sozialen Fähigkeiten der Individuen verbesserte.

Die von Speth in die Diskussion gebrachte Möglichkeit, im Paläolithikum Fleisch zu bevorzugen, halte ich für möglich. Die Bildung von ekelregenden Gerüchen darf dann kein Hinderungsgrund für den Verzehr gewesen sein, da diese Substanzen nicht gesundheitsgefährlich sind.

Ausgeschlossen kann aber nicht die Bildung von biogenen Aminen, die leichte Gesundheitsbeschwerden auslösen können, aber auch die Bildung von potentiell pathogenen und tödlichen Toxinen (Botulinustoxin) im Fleisch. Überraschenderweise bilden gerade *Clostridien* keinen durch Geruch wahrnehmbaren Verderb, aber tödlich wirkende Toxine.

Kapitel V: Methoden und Quellen I: Fleisch, Knochenmark und Knochenfett

1 Modelle, die das Handeln von Menschen bezüglich der Nahrungsakquise erklären.

1.1 The Foraging Theory (Optimalitätsmodell) (Kelly 1995: 75-78; Parker and Hawkes 2018)

Die „Foraging Theory“ (oft auch: The Optimal Foraging Theory) geht auf Konzepte aus der humanen Verhaltensökologie aus den 1980er Jahren zurück. Sie versucht zu erklären, wie menschliche Jäger und Sammler Entscheidungen treffen bezüglich der Aneignung von Nahrung.

Dabei gehen die Autoren davon aus, dass in der Landschaft, in der Jäger und Sammler leben, verschiedene Ressourcen verteilt sind. Diese haben unterschiedliche Dichte in der Landschaft, sind von unterschiedlichem Wert hinsichtlich der Energie und benötigen unterschiedlichen Einsatz (Kosten), um die jeweilige Ressource zu erlangen (Kosten-Nutzen-Analyse).

Die Autoren sind der Ansicht, dass Individuen und Gruppen diejenigen Ressourcen bevorzugen, die ihnen bei möglichst geringem Einsatz (low cost) den höchsten Ertrag (high ranked netto return) einbringen.

- Kosten: Energie und Zeit, die benötigt werden, um an eine Ressource zu gelangen, diese eventuell gegen andere Nahrungskonkurrenten zu verteidigen und zu verarbeiten.
- Nutzen: Energie und essentielle Nährstoffe, die aus der Ressource bereitgestellt werden.

Dabei gibt es zwei Möglichkeiten, um Kosten und Nutzen in ein optimales Verhältnis zu setzen.

- Maximierung der Aufnahme rate oder Quantität: es wird sehr viel Nahrung aufgenommen, die sich reichlich in der Landschaft befindet, aber keinen so großen energetischen Wert hat.
- Maximierung der Effizienz der Qualität: es muss mehr Energie aufgewendet werden, um seltene, aber hochrangige Nahrungsressourcen zu erhalten.

Verändern sich die Umweltbedingungen, und Nahrung wird knapp, dann werden Jäger- und Sammler auch auf andere Ressourcen zurückgreifen, die einen weniger hohen Ertrag einbringen (Krebs and Davies 1981; Stephens and Krebs 1986).

Die Optimal Foraging Theory wurde aber auch kontrovers diskutiert (Pierce and Ollason 1987; Rhode et al. 1999; Smith et al. 1983).

Eine weitere Fortführung der Optimal Foraging Theory ist der „High Utility Index“ von Fleisch, je nach Körperteil im Tierkörper (high ranked body parts).

In Anlehnung an den GUI (General Utility Index) von Binford (1978) fand man, dass manche Körperteile von Jagdtieren eine unterschiedliche Menge an Fleisch zur Verfügung stellen. Die Teile mit dem höchsten Fleischanteil sind von hochrangigem Nutzen (high utility).

Wenn man nach Stiner (1991b) den Tierkörper in neun anatomische Einheiten einteilt: Horn/Geweih, Schädel, Hals, Axialskelett, obere Vorderextremitäten, obere Hinterextremitäten, untere Vorderextremitäten, untere Hinterextremitäten, Füße, sind die Teile mit dem höchsten Fleischanteil in absteigender Reihenfolge: obere Hinterextremitäten > Axialskelett > untere Hinterextremitäten > obere Vorderextremitäten > Hals > untere Vorderextremitäten > Schädel > Füße. Dabei muss beachtet werden, dass für einen Jäger nicht nur die fleischreichen Teile eines Tierkörpers interessant sein könnten.

1.1.1 Prey Choice Modell

Das „Prey Choice Model“ ist inkludiert in die Optimal Foraging Theory. Jäger-und-Sammler nutzen in ihrer jeweiligen Umwelt immer die Nahrungsressource mit dem höchsten Ertrag. Nur wenn die hochrangigen Nahrungsressourcen selten sind, nutzen sie auch die Nahrungsressourcen mit wenig Ertrag (Krause and Skopos 2017).

1.1.2 Central Place Foraging Modell

In dem Maß, wie der Abstand zu einer Nahrungsressource steigt, transportieren Jäger-und-Sammler diejenigen Ressourcen mit hohem Ertrag verstärkt zum Siedlungsplatz (Houston 2011).

1.1.3 Patch Choice Modell (Kelly 1995: 90-97)

In einer Umgebung, in der hochrangige Erträge bei der Nahrungsakquise zu erwarten sind, verbringen Jäger und Sammler mehr Zeit. Sie wandern nur weiter in wenig ertragreiche Reviere, wenn die Gebiete mit hochrangigen Ressourcen ausgenützt sind. Die o.g. Modelle entspringen alle der „Evolutionären Ökologie“ bzw. der Verhaltensökologie.

1.2 Broad Spectrum Revolution

Ende der 1960er Jahre erklärte Flannery (1969), dass das Neolithikum im Vorderen Orient die Folge einer breiteren Nahrungsbasis gewesen sei. Diese hätte sich zum Ende der letzten Eiszeit ergeben und hätte zu einem Bevölkerungsanstieg geführt.

Jäger-und-Sammler hätten sich nur auf wenige Hauptnahrungsmittel spezialisiert, während es im Zuge der Neolithisierung zu einer Nutzung von vielen verschiedenen Tier- und Pflanzenarten gekommen sei, sowie zu einer gleichmäßigen Nutzung aller Ressourcen (Diet Breadth).

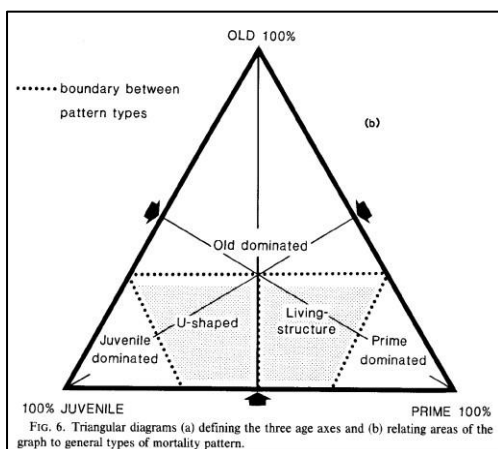
Dieses Konzept war ursprünglich dazu gedacht, den Beginn der produzierenden Lebensweise in Südwestasien zu erklären. Es wurde und wird aber auch genutzt, um die Bandbreite der Ernährungsweise in anderen Epochen zu betrachten, z.B. der Middle to Upper Palaeolithic Transition (Stiner and Munro 2002).

1.3 Forschungsgeschichte: Fleischaneignung durch Neandertaler

In der frühen Forschung ging es in erster Linie um die Frage, ob sich Neandertaler bzw. MSA Hominiden ihre Fleischrationen aktiv erjagt oder durch Scavenging angeeignet haben.

In Neandertalerfundplätzen wurde ein hoher Anteil an Schädeln, Metapodien und Phalangen gefunden. Diese Skelettelemente gelten als minderwertig, da sie nur einen geringen Fleischanteil haben. Daraus wurde geschlossen, dass sich Neandertaler nur die geringwertigen Anteile eines bereits toten Tieres durch Scavenging aneignen konnten. Zum damaligen Zeitpunkt gab es noch wenig Forschung zur Taphonomie von Knochen. Spätere Untersuchungen ergaben, dass Schädel, Metapodien und Phalangen sehr stabile Knochenteile sind, weil sie eine hohe Dichte haben, während Langknochen und die Wirbelsäule – fleischreich aber mit einem hohen Anteil an Spongiosa – dies nicht waren. Sie blieben daher weniger gut erhalten, sowohl durch Abriebprozesse im Sediment als auch durch das Benagen der Knochen durch Carnivoren (Marean and Cleghorn 2003). Die Verschiebung des Faunenmaterials zugunsten von Schädeln, Metapodien und Phalangen führte zu einem falschen Schluss bezüglich der Jagdfähigkeit von Neandertalern.

In den 1970er Jahren entstand die Ansicht, dass Neandertaler Großwildjäger waren (Geist 1978; Mellars 1973).



Die Jagd auf eine bestimmte Tierart, die dann im Faunenmuster einer Fundstelle dominiert, galt lange als ein Spezifikum des Jungpaläolithikums und damit des modernen Menschen. Die Akkumulation von „monospezifischer Fauna“ weist aber darauf hin, dass verschiedene Jagdstrategien angewandt wurden, die Jäger somit sehr flexibel in ihren Methoden waren (Gaudzinski 2006).

Abb. V- 1, dreipoliger Graf zur Altersverteilung nach Stiner 1990

Stiner (1990) teilte die aufgefundene Fauna in drei Alterskohorten (juvenil – prime age adults – alt) ein, gemessen an der Zahneruption und Zahnabrasion. Diese Alterskohorten stellte sie in einem dreipoligen Graphen einander gegenüber.

Auf diese Weise ist es möglich, eine Faunenansammlung zu vergleichen bezüglich der Mortalitätsprofile oder bezüglich der Jagdmethode. Sie konnte damit zeigen, dass Neandertaler dieselben Jagdmethoden benützten wie jungpaläolithische und derzeitige Jäger.

Neben dem Großwild konnte für Neandertaler aber auch nachgewiesen werden, dass sie kleine Tiere nicht verschmähten. Sie widmeten sich dem Sammeln von kleinen, sich langsam bewegenden Tierarten wie Schildkröten, Muscheln, Schnecken.

Kleine, schnelle Tiere, wie Hasen, wurden gelegentlich gefangen. Diese Ergebnisse gelten vorläufig nur für den Mittelmeerraum (Stiner et al. 2000; Stiner 2013).

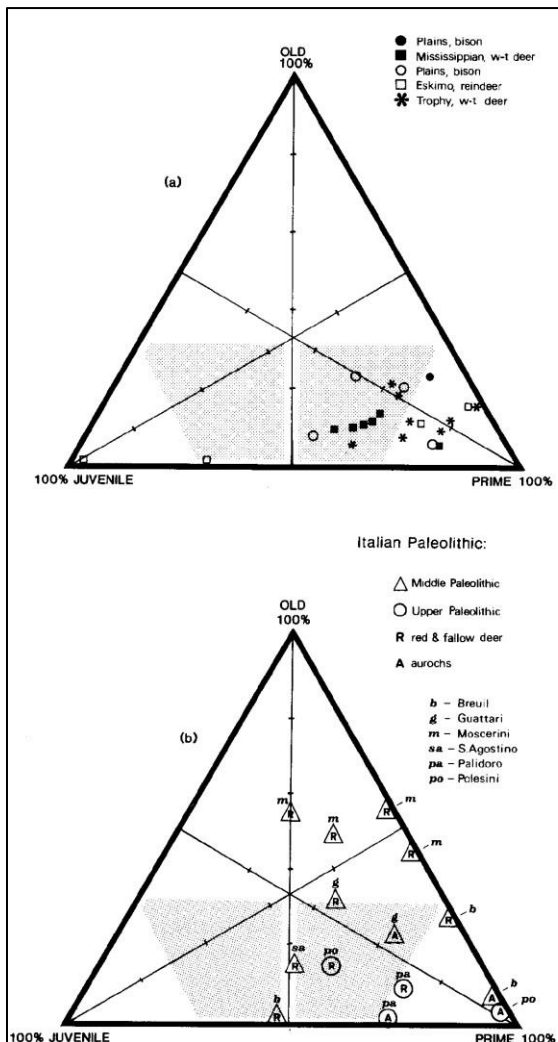


Abb. V- 2, Beispiele für dreipolige Grafen zur Altersverteilung nach Stiner, 1990

1.4 Ethnographische Quellen: Jagd auf Rentiere/Karibu

Methoden der Jagd auf Rentiere/Karibu entstammen neuzeitlichen Aufzeichnungen von Ethnologen, Forschungsreisenden und Missionaren.

Insgesamt erstellte Spiess (1979) von verschiedenen Inuit Gruppen in Nordamerika und Jäger- und-Sammler-Gruppen in Sibirien deren Methoden der Jagd auf Rentiere zusammen.

Dabei konnten verschiedene Methoden mit zahlreichen Abwandlungen festgestellt werden.

- Auflauern von Einzeltieren.
- Fallen für Einzeltiere.
- Mit Speeren jagen von Einzeltieren.
- In Fallen locken.
- In Fallgruben im Schnee treiben.
- Netzfallen auslegen.
- In Fangzäune/Treibnetzte treiben.
- In Steinumfriedungen treiben.
- In natürliche Sackgassen treiben.
- Bei in Wassernähe lebenden Gruppen: ins Wasser treiben und von Kanus aus einkreisen und erlegen.

Es existieren unterschiedliche Methoden, je nach Gruppe, Jahreszeit, und Terrain. Es werden in der Regel von einer Gruppe mehrere Methoden angewandt. Der größte Unterschied

besteht darin, ob Einzeltiere erlegt werden sollen oder eine Massenjagd veranstaltet wird. Für Einzeltiere sind ein bis wenige Jäger ausreichend. Die Treibjagd in Umzäunungen, ins Wasser oder Großfallen benötigt 30 – 50 Personen. Einzeltiere werden mit Pfeil und Bogen erlegt. In Umzäunungen getriebene Tiere werden ebenfalls mit Pfeil und Bogen erlegt. Dabei ist einkalkuliert, dass Tiere entkommen. Die erlegten Tiere werden vor Ort geschlachtet.

Aus der Jagd auf einzelne oder sehr viele Tiere ergeben sich einige Rückschlüsse auf die Jägergruppe.

Tab. V- 1, Unterschiede zwischen Massenjagd und Einzeltierjagd

Massenjagd	Einzeltierjagd
Gruppen von 50 bis 400 Personen notwendig	Einzelpersonen, Kleingruppen
<ul style="list-style-type: none"> - Juvenile Tiere werden im Frühling gejagt - Herde: Kühe, Jungtiere, Bullen, werden im Herbst und Winter gejagt 	Einzelpersonen und Kleingruppen jagen nur ab und zu diese Tierart.
Die Jagd ist nicht alters- und geschlechtsselektiv	Die Jagd ist alters- und geschlechtsselektiv. Die „besten“ Tiere werden erlegt.
Die Gruppe ist abhängig von der Jagd auf eine Tierart, hier Rentier/Karibu.	Die Gruppe ist nicht abhängig von dieser Tierart.

Die Art der Jagd lässt laut Spiess Rückschlüsse auf die Ökologie zu. In Territorien, in denen die Fauna sehr vielfältig ist, sind die Gruppen von Herdentieren kleiner als in Territorien, in denen die Fauna nicht so divers ist. In Gebieten, in denen die Fauna divers ist, ist die Abhängigkeit einer Jagdgruppe von einer einzelnen Tierart nicht so groß. Umgekehrt gilt das Gleiche. Bei wenig vielfältiger Fauna ist die Abhängigkeit von einer Tierart für eine Jägergruppe groß (Spiess 1979: 132-137).

Die genannten Jagdmethoden sind erst für das Jungpaläolithikum nachgewiesen, dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie nicht schon im Mittelpaläolithikum bekannt waren. Die Beispiele zeigen aber, dass die Jagdmethode auch abhängig ist von der *Verfügbarkeit einer Tierart* in einem Territorium und von der *Gruppengröße der Jäger*. Vielfach wird davon ausgegangen, dass die elaborierteren Jagdmethoden im Jungpaläolithikum den verbesserten kognitiven Fähigkeiten des *Homo sapiens* gegenüber dem Neandertaler geschuldet sind. Das hier Beschriebene zeigt aber auch andere Möglichkeiten auf, wie die Jagd organisiert sein konnte.

2 Fleisch

2.1 Fleisch als Nahrungsbestandteil

Von heute lebenden Primaten ist bekannt, dass sie andere Vertebraten jagen (Schoeninger et al. 2001). Das hierbei zum Verzehr anfallende Fleisch ist dabei denkbar wenig (Jones 2007). Gleichzeitig sind nur wenige Beispiele für Scavenging durch Primaten in der Literatur belegt (Hasegawa et al. 1983; Watts 2008) Dennoch wird angenommen, dass es zwischen aktiver Jagd und einer rein pflanzlichen Ernährung im Laufe der Evolution das Stadium des Scavenging gegeben hat (Domínguez-Rodrigo 2002).

Frühe Hominiden haben sich an den Resten natürlich verendeter Tiere sowie an Resten, die Raubtiere hinterlassen haben, gelabt (hier und fortan als „Scavenging“ bezeichnet, weil es keine geeigneten und wertfreien Begriffe im Deutschen dafür gibt). Im Zuge dieses Verhaltens kam es zur Herstellung der ersten Steinwerkzeuge, da das Entfernen von Fleisch von Knochen und das Aufschlagen von Knochen, um an das Knochenmark gelangen zu können, nicht mit bloßen Händen und Zähnen zu bewerkstelligen war (Stanford and Bunn 2001).

Das Scavenging von verwesendem Fleisch birgt aber auch Gesundheitsrisiken durch Keime bzw. führt zum Kompetenzstreit um die Ressource mit Carnivoren.

Andererseits kann man sich Scavenging gut vorstellen als eine Nahrungsressource, auf die zufällig im Rahmen der Nahrungssuche getroffen wird und opportunistisch genutzt wird, z.B. wenn das Fleisch noch nicht verwest ist (O'Connell et al. 1988).

Das Mittelpaläolithikum Europas ist, verglichen mit der Savanne Afrikas, relativ kühl, und eine Fleischkonservierung von getöteten oder natürlich verendeten Tieren scheint eher möglich (vgl. Kapitel IV, 6.3).

Über die nach Nordamerika eingewanderten Jäger-und-Sammler ist berichtet worden, dass sie Tiere gejagt und deren Kadaver in mit Eis bedeckten Gruben gelagert hätten (Hendrikson 2003).

Sowohl für das MSA in Afrika als auch für das Mittelpaläolithikum ist die aktive Jagd auf Tiere nachgewiesen (Stiner 1994; Villa and Lenoir 2006).

Dennoch ist es nicht leicht zu belegen, dass das Faunenmaterial eines archäologischen Fundplatzes ausschließlich anthropogenen Ursprungs ist, denn eine Reihe von Carnivoren haben stets mit Hominiden um verzehrbare Fauna konkurriert. Insbesondere Hyänen haben ein ähnliches Verzehrsmuster wie Neandertaler (Stiner 1994).

2.2 Forschungsgeschichte I: Modelle zur Nutzung von tierischen Ressourcen

Die gezielte Nutzung der vorherrschenden Fauna in einem Gebiet, in dem Menschen des MSA oder MP gesiedelt haben, wurde im Laufe der Forschungsgeschichte vielfach angenommen. Es ist auffällig, dass sich die Modelle stets auf die Unterschiede im Intellekt von Neandertalern und *H. sapiens* beziehen. Je mehr im Laufe der Zeit über den Neandertaler und seine Fähigkeiten bekannt wurde, desto mehr traute man Ersterem aktive Jagd zu. Sie beruhte teilweise noch stark auf Scavenging an Stelle von aktiver Jagd.

Hier sollen die Modelle, die in den letzten Jahrzehnten in der Archäologie zur Nutzung tierischer Ressourcen als Nahrung aufgestellt wurden, kurz dargestellt werden.

2.2.1 Obligat Scavenging Modell

Dieses Modell wurde von Binford (1985) formuliert. Er bezieht sich dabei auf Fundplätze in Frankreich und Südafrika. Binford ist der Ansicht, dass es ab der OIS 6 in Europa Scavenging gab und dies die Hauptquelle zur Versorgung mit tierischer Nahrung war. Im Laufe der Zeit habe die Jagdtätigkeit zugenommen.

Nach 35 000 BP wurden üblicherweise mittelgroße Tiere gejagt. Das Fleisch sehr großer Tiere konnte nur in Form von Scavenging erlangt werden.

2.2.2 Flexibles Jäger-Scavenger-Modell

Stiner (1991b) bezieht sich für ihr Modell auf Fundplätze in Italien, meist in der Küstenregion. Sie nimmt an, dass Neandertaler sowohl Jagd als auch Scavenging betrieben, je nachdem, was die Umwelt ihnen bot. In Zeiten, in denen pflanzliche Nahrung üppig vorhanden war, hätten sie sich eher dem Scavenging zugewandt als der Jagd. In Zeiten, in denen die pflanzliche Nahrung knapp war, hätten sie gejagt. Wenn alte Tiere in Kombination mit Schädeln in einer Ansammlung dominierten, dann sei das typisch für Scavenging.

2.2.3 Less-Adept-Hunter-Modell

Richard Klein (1994, 1995, 1998) formulierte sein Modell auf der Grundlage von südafrikanischen MSA Fundplätzen. Er nimmt an, dass die MSA Hominiden in erster Linie Jäger waren, aber weniger effektiv in ihren Jagdstrategien als moderne (neuzeitliche) Jäger. Um 50 000 BP hätte sich eine neuronale Veränderung im Gehirn ereignet, die den Hominiden einen modernen Intellekt gegeben hätte. Die daraus resultierenden Fähigkeiten habe es diesen Hominiden erlaubt, anspruchsvollere und ausgeklügelte Jagdstrategien anzuwenden.

2.2.4 Fully-Adept-Hunter-Modell

Dieses Modell von Chase (1986, 1988) wurde als Gegenmodell zu Binford's Vorstellungen formuliert. Er argumentiert, dass die Skelettelementrepräsentation der französischen Fundstellen – je nach Kontext – mehrere und verschiedene Interpretationen zulassen als nur das Obligate Scavenging. Seiner Meinung nach sind die Skelettelementhäufigkeit und die Schnittspuren vereinbar mit Jagd. Auch der geringe Artenreichtum in den europäischen Fundorten spräche für Jagd.

Spätestens seit der Entdeckung der Schöninger Speere und dem Pferdeschlachtplatz (Thieme 2007), dürfte es keinen Zweifel mehr an der Jagdfähigkeit von Hominiden seit dem *H. erectus* geben.

Die unterschiedlichen Ergebnisse, welche die Forscher präsentieren, dürften unter anderem durch die sehr verschiedenen Fundregionen in Afrika und Europa zu erklären sein.

Laut Marean und Assefa (1999) beruhen diese unterschiedlichen Resultate aber auch auf sehr unterschiedlichen zooarchäologischen Methoden. Bei einigen der südafrikanischen Fundplätze wurden sehr kleine Fragmente der Langknochen schon auf der Grabung verworfen. Man behielt nur die Fragmente, die Epiphysen enthielten. Die mittleren Teile eines Langknochens sind die dichtesten und haben den geringsten Anteil an fetthaltigem Knochenmark. Wenn Menschen Knochenmark verarbeiten, trennen sie die mittigen Langknochenanteile von den fetthaltigeren Knochenenden. Carnivoren und postdepositionale Prozesse entfernen die fetthaltigen und weniger dichten Langknochenenden und lassen die mittigen Teile der Langknochen übrig. Sie kommen zum folgenden Ergebnis:

„When we refit the shafts and include shafts in the estimates, the result is a skeletal element pattern so far unique in the Middle Palaeolithic and Middle Stone Age: High- utility long bones are abundant and the long bones show a positive utility curve.” (Marean and Assefa 1999).

Diese Beispiele zeigen, dass die zooarchäologische Methodik von entscheidender Bedeutung dafür ist, wie Ergebnisse interpretiert werden, und was für ein Bild wir uns von der jeweiligen Epoche und deren Vertretern machen.

Neben unterschiedlichen Erhaltungsbedingungen für Knochen, je nach Sediment und Lage des Fundplatzes, sowie unterschiedlicher Zeittiefe von mittelpaläolithischen und jungpaläolithischen Fundplätzen, besitzen Grabungen aus dem 18. und 19. Jahrhundert eine besondere Problematik.

Sehr häufig wurde bei diesen Grabungen die Fauna nicht dokumentiert oder archiviert. Das Inventar wurde nicht mit enger Maschenzahl gescreent bzw. geschlämmt, sodass kleine Knochenfragmente oder Knochenfragmente kleiner Tiere, gerade auch von Nichtsäugetieren, nicht erfasst wurden.

Nachfolgend sollen daher einige Kriterien und archäozoologische Methoden für die Nutzung von Fleisch, Knochenmark und Knochenfett erläutert werden. Sie sind Voraussetzung dafür, eine sichere Aussage machen zu können, ob und in welcher Weise Tiere als Nahrung von Menschen verwertet wurden.

2.3 Taphonomische Aspekte

Erst in modernen Analysen des Faunenmaterials eines Fundplatzes wird vermerkt, in welchem Zustand sich die Fauna befindet, welchen Einflüssen aus der Natur sie während der Liegezeit ausgesetzt war und ob Fundschichten einer Vermischung und Störungen unterliegen. Diese Prozesse werden ausführlich von Lyman abgehandelt (1994). In der älteren Literatur finden sich dafür kaum Hinweise. Daher wird auch bei diesen Altgrabungen der Zustand der Fauna von mir nicht erwähnt.

Dabei muss klar sein, dass gerade bei Höhlenfundplätzen die Fauna sich über einen längeren Zeitraum ansammelt, sodass

„Thanatocoenosen grundsätzlich als Palimpseste aufgefasst werden können, die von autochthonen und allochthonen Elementen unterschiedlichster Lebensgemeinschaften konstituiert werden können.“ (Kindler 2012: 73)

Tierreste können durch Hominiden, Raubtiere, Raubvögel aber auch fluviatile Prozesse in die Höhle verbracht worden sein. Diese Prozesse von einem aktiven Eintrag durch Hominiden abzugrenzen, ist nicht immer möglich (Kindler 2012).

2.4 Wer war der Jäger? Ermittlung des Erstzugangs zur Faunenquelle

Archäologische Fundplätze waren seinerzeit nicht nur Aufenthaltsort für Menschen, sondern auch für Tiere, insbesondere für Carnivoren, kleine Nager und Raubvögel. Carnivoren sind gleichzeitig auch die größten Nahrungskonkurrenten der Menschen. Es muss bei der Auswertung der Fauna – insbesondere von Höhlenfundplätzen – so weit als möglich sichergestellt werden, ob Menschen oder Carnivoren den Erstzugang zur Ressource hatten. Dazu kommt, dass verschiedene Carnivoren unterschiedlich vorgehen und daher jeweils andere Muster hinterlassen. Hyänen und Wölfe transportieren häufig ihre Beute, zum einen, um an einem ungestörten Ort fressen zu können, zum anderen um wahrscheinlich ihre Jungen füttern zu können (Stiner 1991b).

Um Carnivoren von menschlichen Jägern unterscheiden zu können, eignen sich folgende Kriterien:

- Vorkommen von Carnivoren in % der totalen MNI in der Ansammlung: Liegt dieser Wert bei 20 % oder darüber, dann ist davon auszugehen, dass Carnivoren die vorgefundenen anderen Tiere eingeschleppt haben (Cruz-Urbe 2013; Pickering 2002).

Bei Hyänen in Afrika ist sogar ein Prozentsatz von über 50 % der totalen Anzahl der MNI gefunden worden. Fundplätze mit einem Carnivorenanteil von über 20 %, z.B. Les Auzières/Frankreich, werden daher nicht in die Auswertung aufgenommen.

- Der Grad der Zerstörung von Knochen, insbesondere das Fehlen von Epiphysen bei Langknochen, weist auf Zerstörung durch Carnivoren hin.
- Repräsentanz von Skeletteilen der Beutetiere kann Hinweis auf den Jäger sein. Hyänen beispielsweise transportieren bei großen Huftieren postcraniale Skeletteile und kleine Huftiere insgesamt.
- Das Mortalitätsprofil der Carnivoren.
- Das Mortalitätsprofil der Beutetiere (Attritional Profile vgl. 4.2.8) kann ein Hinweis auf den Jäger sein. Allerdings ist es im Fall des „Attritional Profile“ nicht immer ohne zusätzliche Informationen möglich, zwischen menschlichen und tierischen Jägern zu unterscheiden.
- Diejenigen Jäger (Mensch oder Tier), die den Erstzugang zu einer Beute haben, wählen immer die Teile, die den höchsten Nährstoffgehalt besitzen. Carnivoren transportieren fettreiche und fleischreiche Langknochen.
- Der Grad des Knochenverbisses durch Carnivoren kann ein Hinweis darauf sein, dass sie die Beute erlegt haben. Allerdings muss betont werden, dass ein Carnivorenverbiss von 1 – 2 % der NISP auch an von Menschen dominierten Fundplätzen vorhanden ist.

(Klein 1994; Niven 2006; Stiner 1991a, 1991b)

3 Quantitative Methoden der Archäozoologie

Die Archäozoologie ist eine Wissenschaft, deren Ziel es ist, die Überreste von Tieren in archäologischen Fundplätzen zu erfassen, zu analysieren und zu bewerten. Dabei geht es darum, zu verstehen, wie Mensch und Tier, sowie Tier und Umwelt in der Vergangenheit interagiert haben, in welcher Weise der Mensch Tiere gejagt, genützt und verwertet hat. An- und Abwesenheit bestimmter Tiere in einem archäologischen Horizont können Informationen für Umweltbedingungen liefern und als Klimaindikatoren dienen.

Jede der im Folgenden vorgestellten Methoden wurde im Laufe der vergangenen Jahrzehnte kontrovers diskutiert (Grayson 1984; Klein 1994; Reitz and Wing 1999).

3.1 Größenklassen

Hier soll die Nutzung von Tieren zur Ernährung des Menschen untersucht werden. Dazu können Tiere nach ihrer Größe, nach ihrem Vorkommen in der Landschaft, nach Taxa oder notwendiger Jagdmethode unterschieden werden.

Sind Tiere nicht auf Speziesebene bestimmbar, bleibt noch die Bestimmung nach Größenklassen. Auch einige Arten der Auswertung beziehen sich auf Größenklassen. Die Größenklassen beziehen sich auf das durchschnittliche Körpergewicht der Tiere.

Tab. V- 2, Größenklassen der Fauna nach (Brain 1981)

Größen- klasse	Gewicht [kg]	Tierarten
1	4 – 30	Hase, Fuchs, Vielfraß, Dachshund, Biber, Murmeltier
2	30 – 100	Kleine Feliden, Wolf, kleine Artiodactyla
3	100 – 300	Hyänen, Rotwild, Rentier, Moschusochse
4	300 – 1000	Große Boviden, Pferd, Höhlenbär
5	2000 –3000	Megafauna: Mammut, Nashorn

In der Literatur von Grabungen aus dem 18. und 19. Jahrhundert sind vielfach einfach die identifizierten Tierarten benannt, aber nicht deren Häufigkeit beziffert.

Um nicht nur tendenzielle, sondern auch quantitative Aussagen zu einzelnen Tierarten und ihrer relativen Häufigkeit vornehmen zu können, wurden verschiedene Erfassungsmethoden entwickelt. Im Laufe der Jahrzehnte archäozoologischer Forschung haben sich häufig genutzte Methoden herauskristallisiert, deren Wert für die Analyse des Faunenmaterials von verschiedenen Forschern und Anwendern sehr unterschiedlich beurteilt wird.

3.2 NISP (Number of Identified Specimen)

Mit *specimen* kann Verschiedenes gemeint sein: ein einzelner Knochen, ein einzelnes Skelettelement oder ein Knochenfragment. Wie gezählt wird, bzw. bis zu welcher Fragmentgröße erfasst wird, ist nicht international festgelegt.

Welchen Zustand das zu erfassende Skelettmaterial hat, ist abhängig von zahlreichen Faktoren wie: Taphonomie, chemische und physikalische Einwirkungen des Sedimentes auf Knochenmaterial, Erhaltungszustand und Identifizierungsgrad von Skelettelementen, Ausgrabungsmethoden und -techniken, Labormethoden, dem Umstand, dass unterschiedliche Taxa aber auch unterschiedliche Skelettelemente sich unterschiedlich gut erhalten.

Dazu kommen mögliche Veränderungen des Skelettmaterials durch den prähistorischen Menschen, wie Erhitzen, Knochenmarksgewinnung oder Verwendung als Grundlage zur Fabrikation von Werkzeugen. Gerade diese Veränderungen sind wichtige Hinweise darauf, dass Tiere als Nahrung genutzt wurden.

Wie viele Skelettelemente identifiziert werden können, hängt ab von der Maschengröße beim Schlämmen, aber auch von den Fertigkeiten des Analysten und der Etablierung eines Index für die Fragmentierung (Lyman 1994: 100-102; Lyman 2008: 27-28).

Vorteile der NISP:

- Identifikation der Knochenfragmente und Quantifizierung können in einem Arbeitsschritt erledigt werden.
- NISP Werte sind additiv. Sie können also leicht ergänzt werden, wenn Faunenmaterial aus neuen Grabungsarealen dazu gefügt werden muss.
- Die NISP eignet sich besonders für Vergleiche innerhalb einer Tierart oder innerhalb von Größenkategorien.

Nachteile der NISP:

- Die Erfassung nach NISP ignoriert die Tatsache, dass die Anzahl der Skelettelemente von verschiedenen Arten nicht gleich ist. So kann es passieren, dass eine Spezies häufiger vorhanden zu sein scheint als eine andere.
- Bei stark fragmentiertem Knochenmaterial kann die NISP eine sehr große Zahl annehmen, ohne dass daraus ablesbar wäre, dass dieses Taxon dominant im Faunenmaterial vorhanden ist. Aber der Grad der Fragmentierung ist nicht bei allen Taxa und nicht bei allen Skelettelementen gleich und kann auch von Fundschicht zu Fundschicht variieren. Nicht alle Skeletteile sind gleich empfindlich gegenüber anthropogenen Einflüssen wie z.B. Schlachtvorgänge. Große Tiere werden beim Schlachten häufiger in kleinere Teile zerlegt als kleine Tiere. Dies beeinflusst ebenfalls die mögliche Anzahl.
- Die Anzahl der identifizierbaren Skelettelemente ist bei großen Tieren wahrscheinlicher als bei kleinen Tieren, auf Grund taphonomischer Prozesse. Dies kann zu einer verfälschten Anzahl bei den kleinen Tieren führen.
- Zähne erhalten sich besser als Knochen, große Knochen besser als kleine Fragmente, was ebenfalls die Anzahl der NISP beeinflusst.
- Bei gleicher NISP kann es sich um die gleiche Anzahl von Skelettelementen von einem oder von mehreren Tieren handeln.
- Die gleiche Anzahl von Skelettelementen verschiedener Taxa gibt keine Auskunft darüber, wie wichtig sie für die Ernährung waren.
- Es gibt keine Möglichkeit, Skelettelemente, Knochenfragmente oder Zähne einer Knochenansammlung einzelnen Individuen in der Sammlung zuzuweisen.
- Mit der NISP ist es nicht möglich, verschiedene Spezies untereinander zu vergleichen (Lyman 1994: 101; Lyman 2008: 28).
- Diese Nachteile machen es unmöglich, die NISP als einziges Maß für die Häufigkeit einer Art zu benutzen (Cruz-Urbe and Klein 1994).
- Grayson (Grayson 1984) ist sogar der Meinung, dass NISP Werte sich nicht dazu eignen, statistische Auswertungen damit vorzunehmen.

3.3 MNI (Minimal Number of Individuals)

MIZ = Mindestindividuenzahl

MIND, NMI sind ebenfalls gebräuchliche Abkürzungen

Auch bei dieser Aufnahmemethode und Zählung der Fauna ergeben sich Verzerrungen. Das Ziel ist es, die Anzahl der Individuen einer Art zu erfassen. Verschiedene Forscher definieren die so einfach erscheinende Mindestindividuenzahl auf unterschiedliche Weise, die jeweilig angewandte Methode wird in den Publikationen häufig nicht genannt (Grayson 1984; Klein 1994; Reitz and Wing 1999).

Bei Vertebraten spielt die Symmetrie der meisten Skelettelemente eine entscheidende Rolle. Man bezieht sich dabei auf die paarigen Skelettelemente, auch wenn sie biologisch nicht vom gleichen Individuum stammen. Um das beweisen zu können, müssten auch jeweils Alter, Geschlecht und osteometrische Daten erhoben werden.

Die MNI bezieht sich auf die identifizierbaren Skelettelemente eines Tieres und gibt damit eine mögliche untere Anzahl an.

Vorteile der MNI:

- Die MNI ist unabhängig von der Fragmentierung des Knochenmaterials.
- Der eindeutige Vorteil der MNI im Vergleich zur NISP ist, dass ein Vergleich zwischen verschiedenen Taxa möglich ist.

Nachteile der MNI:

- Die Methode ist aufwändiger als die Bestimmung der NISP.
- Wie erwähnt, folgen die Bearbeiter bei der Erfassung der MNI nicht dem gleichen Procedere. Vielfach wird die Vorgehensweise in der Publikation nicht erwähnt. Das macht Vergleiche schwierig.
- MNI ist ungeeignet für kleine Inventare (Lyman 2008: 45).
- Die Bestimmung der MNI auf Speziesebene ist bei stark fragmentiertem Material nicht möglich (Grayson 1984; Klein 1994).

Die MNI ist abhängig davon, ob verschiedene Grabungsareale in einer Schicht solitär oder gemeinsam einer Auswertung zugeführt werden, aber auch davon, ob in stratigrafischen Einheiten oder nach metrischem Level gegraben wird (Reitz and Wing 1999).

Ebenfalls einen Einfluss auf die MNI hat der taxonomische Level, nach dem eine Tierart bestimmt werden kann. Am besten sind Ergebnisse, die Gattung und Art angeben (Uerpmann 1973).

NISP und MNI messen unterschiedliche Aspekte innerhalb einer Knochenansammlung. Die NISP minimiert die Bedeutung der Arten, die nur durch wenige Skelettelemente repräsentiert werden und betont die Wichtigkeit von Arten, deren Skelettelemente leicht bestimmbar sind, insbesondere bei insgesamt starker Fragmentierung oder schlechter Erhaltung.

Auf der anderen Seite betont die MNI die Bedeutung von seltenen Tierarten in kleinen und gut erhaltenen Knochenansammlungen. Ein einziges Fragment repräsentiert u.U. mindestens ein einziges Individuum (Payne 1985).

Die Korrelation zwischen NISP und MNI ist mit 90 % dennoch hochsignifikant (Kitagawa 2014).

Klein und Cruz-Uribe (1994) schlagen daher vor, dass die

- MNI einen Mindestschätzwert der Individuenzahl eines Taxons und
- NISP die maximale Anzahl einer Spezies angibt.

Die tatsächlich vorhanden gewesene Anzahl liegt irgendwo dazwischen und ist nicht ermittelbar (Reitz and Wing 1999).

3.4 MNE (Minimal Number of Elements)

Wo möglich, wird die MNE im Faunenmaterial erfasst. Gemeint sind mit den „elements“ zusammengehörige Skelettelemente. Sie können genutzt werden, um eine Aussage bezüglich der Skelettrepräsentanz machen zu können. Sie sind wiederum ein Hinweis auf den Jäger der Beute oder die Verarbeitung der Beute.

Die MNE Daten können in neun anatomische Regionen zusammengefasst/eingeteilt werden und das tatsächliche Vorkommen von Skelettregionen mit denen der zu erwartenden Skelettregionen der jeweiligen Tierart verglichen werden (Stiner 1991b).

Kommentar von Marean und Mitarbeitern (2001) zu den o.g. Methoden der Faunenerfassung.

„Most zooarchaeologists employ some type of derived measure of skeletal element abundance in their analyses of faunal data. The minimum number of individuals (MNI) and the minimum number of animal units (MAU) are two of the most popular derived measurements, and each is based on a prior estimate of the minimum number of elements (MNE). Thus, the estimate of MNE from fragmented faunal fragments is the essential foundation for all inferences emanating from MNI and MAU estimates of skeletal element abundance. Estimating the MNE represented by a sample of faunal fragments is a complicated procedure that involves various assumptions, possible mathematical manipulations, and subjectivity. Unfortunately, the reasoning and methods underlying this procedure are unstandardized in zooarchaeology, and even worse, rarely made explicit.“

3.5 Das Knochengewicht als Korrekturhilfe

Eine Möglichkeit, die o.g. Begrenzungen der NISP zu umgehen, ist die Erfassung des Knochengewichts. Es korreliert mit der NISP und korrigiert diese bei starker Fragmentierung. Damit wird es möglich, die Häufigkeit einer Art unabhängig vom Grad der Fragmentierung zu betrachten und die Ergebnisse mehrerer Fundplätze zu vergleichen (Uerpmann 1973).

3.6 Indikatoren des Nahrungserwerbs

Als Nahrung auf der Basis von Tieren gelten: Fleisch, Knochenmark aus den Markhöhlen der Langknochen sowie Knochenfett aus der Spongiosa fast aller Skelettelemente.

3.7 Knochengewicht und Fleischgewicht

Knochen machen etwa 6 – 9 % des Körpergewichts bei Säugetieren aus. Knochen können daher proportional für das zur Verfügung stehende Fleischgewicht stehen (Lyman 2008: 94).

Allerdings zeigen neuere Forschungen, dass der Zusammenhang nicht immer so einfach ist. Die Zahlen von Knochengewicht in Prozent des Körpergewichts variieren zwischen 3,5 % und 11 % (Kitagawa 2014).

Einschränkend muss gesagt werden, dass taphonomische Prozesse und Liegebedingungen einen Einfluss auf das Knochengewicht nehmen können (Kitagawa 2014).

Zwischen Knochengewicht und Fleischgewicht besteht eine allometrische Beziehung und diese ist nicht linear im Laufe des Heranwachsens eines Tieres. Änderungen des Knochengewichts einer Art bestehen auch bezüglich des Geschlechtes, der Jahreszeit sowie des Alters der Tiere und kann sogar innerhalb einer Population unterschiedlich sein (Lyman 2008: 89).

Außerdem haben große Tiere im Vergleich zu kleinen Tieren eine höhere Körpermasse. Schließlich kann aus dieser Beziehung nur die zur Verfügung stehende Fleischmasse berechnet werden, ob diese Menge auch von Menschen ausgebeutet wurde, ist dabei nicht klar zu benennen (Klein 1994).

Um die angesprochenen Probleme zu umgehen, gibt es drei Methoden, um zu verlässlicheren Werten zu gelangen.

- a) Bestimmung des Fleischgewichtes einer Art durch Vergleich mit Referenzsammlungen. Dies ist nur möglich für nicht ausgestorbene Arten.
- b) Bestimmung des totalen Fleischgewichts mittels linearer Allometrie und folgender Formel

$$Y = a X^b$$

oder

$$\log_{10}Y = \log_{10} a + b \log_{10}X$$

Die Umwandlung in logarithmische Werte ergibt eine lineare Beziehung.

Wobei gilt:

Y = das berechnete Fleischgewicht

X = die größte Breite des Femurkopfes

a= y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden

b= die Steigung der Regressionsgeraden

Die Konstanten a und b müssen aus entsprechenden Tabellen (vgl. Reitz and Wing 1999) entnommen werden.

Diese Methode ist nur anwendbar, wenn der Femurkopf des Individuums erhalten ist und Referenzdaten für die Konstanten zur Verfügung stehen.

- c) Fleischgewicht, hergeleitet von einem Prozentsatz des Gesamtgewichts und der MNI. Bei dieser Methode werden neben dem Knochengewicht noch experimentelle Daten der bekannten Beziehung zwischen Bindegewebe sowie Hautgewebe und Fleischgewicht herangezogen. Für Vögel und „kurzbeinige“ Säugetiere beträgt das nutzbare Fleischgewicht 70 %, für langbeinige Säugetiere 50 % (Reitz and Wing 1999).

**Fleischgewicht = Gesamtgewicht eines Tieres • 50 %
(für große/langbeinige Säugetiere)**

Gesamtfleischgewicht = Fleischgewicht • MNI

4 Umgang mit der Jagdbeute

4.1 Transport von großer Jagdbeute

Nach Modellen des Optimal Foraging (Stephens and Krebs 1986) bevorzugen Jäger- und Sammler zum Transport von Jagdbeute vom Jagdplatz zur Home base die Körperteile mit dem höchsten Energiegehalt. Ethnografische Untersuchungen von Binford (1978) zeigen, dass am Schlachtplatz der gesamte Tierkörper zerlegt wird, und nur die hochwertigsten Stücke im Sinne des Energiegehaltes transportiert werden.

Ob Karkassen oder Knochen transportiert werden, hängt laut Binford auch davon ab, wie viel Nutzen aus ihnen gezogen werden kann. Die Nutzung ist abhängig vom Fleischanteil, Knochenmark und Knochenfett, das aus einem Skeletteil gewonnen werden kann. Daraus leitete Binford den GUI = General Utility Index eines Skelettelementes ab. Schlachtmethode können dazu führen, dass Low Utility Teile mit den High Utility Teilen mittransportiert werden. Daraus ergibt sich der MGUI = Modified General Utility Index.

Zu den Skelettelementen mit Low Utility gehören: Schädel, Atlasregion und Wirbelsäule. Finden sich die o.g. Skeletteile vermehrt an einem Fundort, dann deutet das darauf hin, dass die High Utility Teile entfernt und an einem anderen Ort verarbeitet wurden (Cruz-Urbe and Klein 1994).

Nach Untersuchungen von Bunn und Mitarbeitern (1988) werden Transportentscheidungen auch nach folgenden Kriterien getroffen: Größe der Beute, Distanz zwischen Jagdplatz und Home base, auf dem Transportweg zu vermutende, angreifende Carnivoren, Wetter, Schneetiefe, Tageszeit und Anzahl der Jäger, die zum Transport zur Verfügung stehen. Dies sind sehr komplexe und vor allem nicht planbare Entscheidungen, die nur vor Ort und in der jeweiligen Situation zum Tragen kommen. Daher sind dominante Skeletteile im Faunenmaterial stets im Kontext der anderen Ergebnisse zu betrachten.

4.2 Verschiedene Arten der Ausbeutung des Tierkörpers

4.2.1 Übersicht über den Tierkörper

In dieser Arbeit werden immer wieder Teile der Tierkörper genannt, ihre schematische Darstellung folgt hier und wird nach dieser Darstellung benützt. In der englischsprachigen Literatur wird häufig der Begriff „Hind Limb“ bzw. „Upper Limb“ benutzt, damit sind jeweils die gesamten vorderen oder hinteren Extremitäten gemeint, z.B. Humerus, Radius, Ulna, Carpalia, Metacarpalia und die Digiti bzw. Phalangen. In wenigen Ausnahmen gehören bei manchen Autoren Scapula und Pelvis dazu. Neben dem Cranium wird meist die Mandibula noch einzeln aufgeführt.

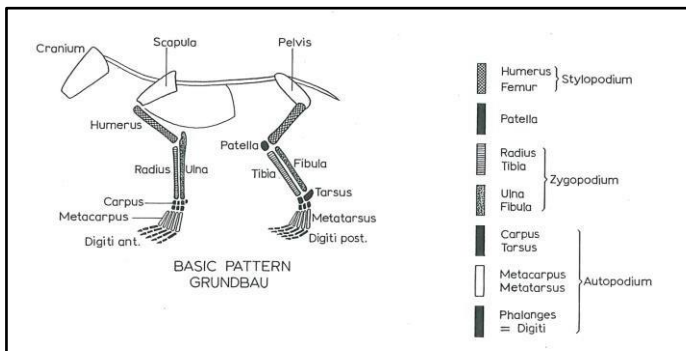


Abb. V- 3, die Skelettregionen der Schlachttiere, (Schmid 1972: 71)

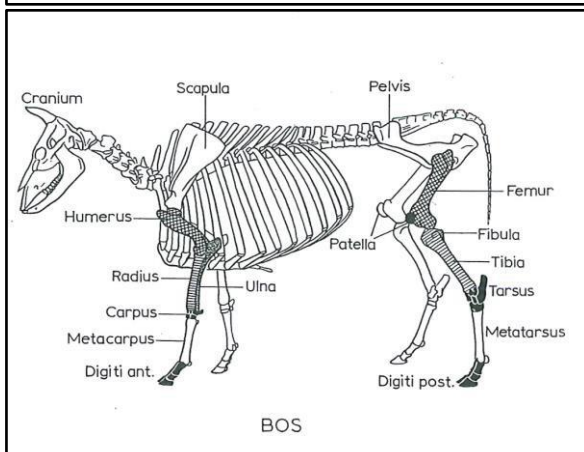
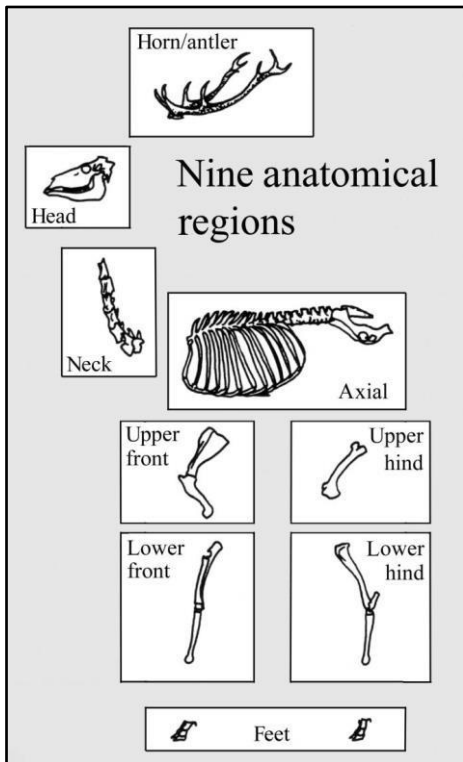


Abb. V- 4, Übersicht über den Tierkörper, (Schmid 1972:71)

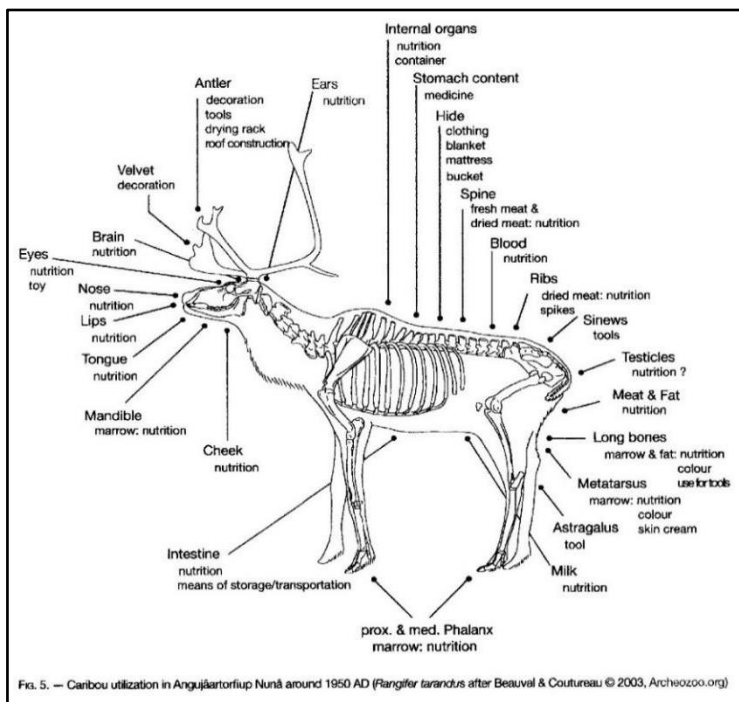


Die Abbildungen V-3 ,4, 5 geben einen Hinweis darauf, welche Teile am Tierkörper fleischreich sind und daher von den paläolithischen Jägern bevorzugt ausgebeutet wurden. Bei den meisten Tieren liefern die vorderen und die hinteren, oberen Extremitäten die Stücke mit dem meisten Muskelfleisch. Hals und Axialskelett stehen an zweiter Stelle bei der Fleischmenge. Wenig Fleisch bietet der Schädel, wenn von der Zunge abgesehen wird und die unteren Extremitätenelemente.

Abb. V- 5, Skelettregionen nach *Utilität (Stiner 2002: 981, Fig.1)*

4.2.2 Der Wert einzelner Teile des Tierkörpers für den Menschen

Dennoch ist für den modernen Menschen kaum vorstellbar, in welcher Weise der paläolithische Mensch den Tierkörper ausgebeutet hat. Ein anschauliches Beispiel stammt von Pasda (2013). Sie erfragte von heutigen grönländischen Jägern zwischen 26 und 86 Jahren, wie eine Rentierkarkasse vor 1950 verwertet wurde und stellte dies in einer Zeichnung dar.



Die Ausnutzung des Tieres war keineswegs ausschließlich für die Ernährung bestimmt, sondern sie erfüllte vielfältige Zwecke im täglichen Leben bis hin zur Nutzung als Schmuckgegenstände.

Nur ein geringer Teil des Fleisches und des Knochenmarks, Knochenfettes und weiterer essbarer Körperteile sind archäologisch nachweisbar. Es ist daher äußerst schwierig, die Subsistenz mengenmäßig zu erfassen,

Abb. V- 6, Nutzung der Skeletteile von Rentieren durch die Nunâ (Pasda 2013)

FIG. 5. — Caribou utilization in Angujãrtorluup Nunã around 1950 AD (Flangjãr tarandus after Beauval & Coutureau © 2003, Archeozoo.org)

weil nicht alle Anteile für den Archäologen sichtbar sind.

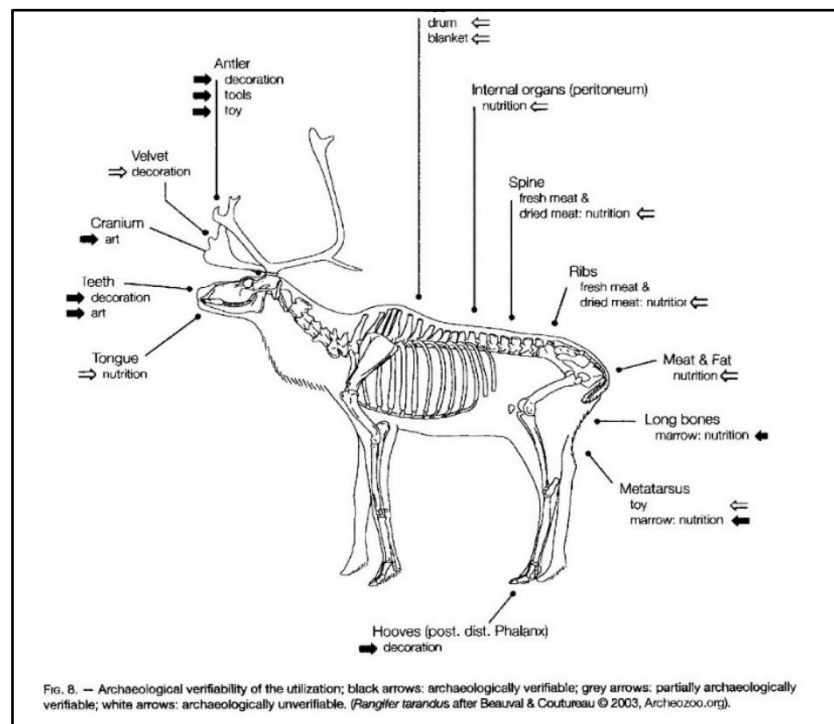


Abb. V- 7, archäologische Nachweisbarkeit der Nutzung der Skelettregionen von Rentieren (Pasda 2013)

4.2.3 Skeletteilrepräsentanz

Nachdem aufgefallen war, dass an einer archäologischen Fundstätte die Repräsentanz der tierischen Skeletteile sehr unterschiedlich ausfallen kann, entstand natürlich die Frage nach dem Warum bzw. dem Verhalten der Jäger.

White (1953) war der Ansicht, dass nur „brauchbare“, d.h. für ihn Skeletteile mit hohem Nährwert/Fleischanteil, vom Ort des Erlegens zum Camp gebracht werden würden.

Darauf aufbauend waren Perkins und Daly (1968) der Meinung, dass die Größe des Tieres und die Länge der Strecke zwischen Campsite und Killsite über den Transport entscheiden würden. Je größer das Tier und je weiter die Entfernung, desto weniger Tiermaterial würde zur Campsite verbracht.

Binford (1978) beschäftigte sich als Erster damit, welchen Prozessen eine Karkasse unterworfen wird, damit sie genutzt werden kann. Schlachten, Bevorratung und Transport bezog er in seine Überlegungen mit ein und kreierte daraus den GUI (General Utility Index). Dabei ging er von der gleichen Überlegung aus, wie seine Vorgänger, dass es stets um eine möglichst umfassende Ausbeutung der Karkasse geht, im Verhältnis des dazu notwendigen Arbeitsaufwandes, entsprechend der Optimal Foraging Theory.

Den GUI entwickelte Binford weiter zum MGUI. Diese Maße zum Berechnen des Ertrages einzelner Tierarten untersuchte er experimentell für das Schaf und für Karibu. Daraus

erstellte er Tabellen. Diese Versuche, den Nützlichkeitsgrad einzuschätzen, wurden heftig diskutiert und von verschiedenen Forschern modifiziert und ausgebaut. Ebenso wurden weitere Tierarten untersucht.

Insgesamt haben sich diese Maße für die Ermittlung des Nährwertes eines bestimmten Fleischlieferanten aber nicht durchgesetzt. Sie werden in der Literatur wenig angewandt. Das liegt vermutlich auch daran, dass die „scheinbar“ exakten Aussagen zu verwertbaren Mengen, deren Nützlichkeit für den menschlichen Konsumenten (Utility Indices) auf Durchschnittswerten des Energie- und Nährwertgehaltes von rezenten Tierarten beruhten. Tatsächlich wurde häufig nur eine Stichprobe von vier Tieren zur Gewinnung der Ergebnisse genutzt (Lyman 1994: 97-99,110).

4.2.4 Vollständigkeit eines Skeletts – Dominanz von Skeletteilen

Der Grad der Vollständigkeit eines Skelettes kann Hinweise geben auf taphonomische Prozesse, menschliche oder tierische Jäger, Schlachtvorgänge, Transport, Nahrungsverarbeitung und Funktion des Fundplatzes.

Tiere, die eines natürlichen Todes gestorben sind und bald danach begraben werden, sind üblicherweise vollständig, in einem Grad, der o.g. Nutzungen ausschließt. Tiere, die in unmittelbarer Nähe eines archäologischen Fundplatzes heimisch waren, sind ebenfalls vollständig vorhanden, weil sie nur über kurze Distanzen transportiert werden müssen. Sehr große Tiere jedoch müssen stets in Teilen transportiert werden, daher werden auch sie in der Home Base sowie an Schlachtplätzen meist nicht vollständig vorhanden sein (s.o.). Skeletteile, mit geringem Fleischanteil werden eher nicht transportiert, wie z.B. Tibia, Fibula, Carpi, Metacarpi, Phalangen, Pelves, Columna vertebralis und Cranium. Sie kommen eher als Teile, die mit den bevorzugten Skeletteilen verbunden waren, an den Fundplatz. Dies ist unter dem Namen Schlepp-Effekt bekannt (Perkins and Daly 1968).

Andererseits ist eine Dominanz dieser Skeletteile nicht voreilig zu beurteilen, weil sie die Knochenelemente sind, die sich am besten erhalten. Metatarsalia und Metacarpalia von Herbivoren enthalten viel Knochenmark und sind daher ebenfalls als Ressource zu betrachten.

Eine Dominanz an Zähnen deutet auf eine Ausbeutung von Schädeln hin. Da sie sich besser erhalten als Knochenmaterial, ist es schwierig, zu beurteilen, ob somit auch eine Dominanz an Schädeln vorliegt.

Crania haben einen geringen Fleischanteil, enthalten aber das nährstoff- und fettreiche Gehirn. Der Schädel kann aber auch von Interesse sein, da er als Gefäß genutzt werden kann.

Meist resultiert eine Dominanz an Schädeln aus den sich sehr gut erhaltenden Zähnen. Dies wiederum führt häufig zu einer Überrepräsentanz von Schädeln gegenüber postcranialen Anteilen. Daher ist es sinnvoll, auch knöchrige Schädelanteile, wie Condylen, das Pars petrosus oder die Maxilla zu betrachten, wenn eine Dominanz von Schädeln wahrscheinlich scheint (Klein 1994).

Lange Zeit wurde die Dominanz von Schädeln in einer Ansammlung als Folge des Scavenging angesehen. Schädel bieten nur wenig Fleisch und sind schwer sowie schwer zu transportieren, weswegen sie von tierischen Jägern liegengelassen werden. Schädel sind für menschliche Jäger aufwändig in der Verarbeitung. Dennoch können sie für menschliche Jäger von beträchtlichem Wert sein. Schädel enthalten das Gehirn, das viel Fett liefert mit einem interessanten Fettsäuremuster. Selbst bei massivem und langandauerndem Nahrungsmangel verringert sich die Masse aller Körperteile und Organe bei Säugetieren, nicht aber die des Gehirns (Peters 2012). Die fettreichen Myelinschichten, die die Nerven des Säugetiergehirns einschließen werden auch im Hungerzustand nie zu Energie verstoffwechselt (Peters 2012).

Daher enthalten die Gehirne von Wildtieren in den Jahreszeiten, die von Nahrungsmangel geprägt sind, Winter und der frühe Frühling, eine wertvolle Fettreserve für menschliche Jäger. Insbesondere stillende Mütter und Säuglinge würden davon profitieren. Säuglinge in der Abstillphase hätten damit eine exzellente Ressource an Nahrung, die nicht gekaut werden muss.

Eine Dominanz von Geweih- und Hornmaterial weist auf Hyänen als Jäger hin, da sie im Gegensatz zu Menschen auch diese Materialien verdauen und energetisch nutzen können (Stiner 1991b).

Tiere, die nicht der Nahrungsgewinnung gedient haben, sind meist vollständiger erhalten. Dagegen sind Tiere, die einer Mehrfachnutzung unterliegen (Nahrung, Fell, Zähne, Werkzeugherstellung), weniger gut erhalten (Klein 1994).

4.2.5 Fleischreiche Skeletteile

Die fleischreichsten Regionen des Herbivorenkörpers sind die oberen Extremitäten des vorderen und hinteren Skeletts: Humerus und Femur. Schon die unteren Teile der Extremitäten enthalten wenig Fleisch, wie auch die Wirbelsäule. Der Rippenkasten wird unterschiedlich beurteilt.

Da der Wildtierkörper nur um die 2 % Fett enthält, kann das Fleisch in erster Linie als Proteinressource angesehen werden.

4.2.6 Knochenmarkreiche Skeletteile

Fast alle Knochen des Herbivorenkörpers, insbesondere die Röhrenknochen, beinhalten Knochenmark, das in der Region der Diaphyse liegt. Es gilt als proteinreiche Ressource, wie das Fleisch.

4.2.7 Knochenfett

Vom Knochenmark streng zu unterscheiden ist das Knochenfett, das sich zwar ebenfalls innerhalb der Röhrenknochen befindet, aber nicht im Bereich der Diaphysen, sondern im Bereich der artikulären Enden liegt. Sie sind eine wichtige Fettressource. Den höchsten Anteil an Knochenfett haben Röhrenknochen, nicht nur die sehr großen, wie Femur und Humerus, sondern auch Metacarpalia, Metatarsalia und Phalangen. Der Fettgehalt der einzelnen Knochenelemente ist sehr unterschiedlich und er unterscheidet sich auch bei den verschiedenen Tierarten (Nieminen and Laitinen 1986; Ratcliffe 1980).

4.2.8 Mortalitätsprofile der Beutetiere

Todesarten können im archäologischen Kontext auf verschiedene Umstände hinweisen. Tiere können sterben auf Grund ihres Alters, auf Grund hoher Bevölkerungsdichte, auf Grund von Krankheit, auf Grund von Konkurrenz um Ressourcen, auf Grund von Predationsdruck durch Räuber. Zu diesen natürlichen Todesarten kommen die Todesarten, die durch den Menschen zustande kommen und von dessen Entscheidungen abhängig sind. Sie könnten Tiere selektieren auf Grund des Alters, des Geschlechts, des körperlichen Zustandes, der Verbreitung in der Landschaft, ihres Gefahrenpotentials für den Jäger.

Die Untersuchung des Altersprofils einer Art kann Auskunft darüber geben, wie die Tiere gestorben sind, und ob es sich um einen natürlichen Tod oder einen durch menschliche oder tierische Jäger verursachten Tod handelt.

- Catastrophic Profile (oder Living Structure Pattern): Alle Altersstufen sind vertreten, dabei nimmt die Anzahl mit dem Alter der Tiere ab. Dieses Muster deutet auf eine Umweltkatastrophe hin, welche die gesamte Tierpopulation getötet hat. Es könnten sich dahinter aber auch menschliche Jäger verbergen, die eine gesamte Population in Fallen getrieben hat (Stiner 1990, 1991c).
- Attritional Profile (oder U-shaped Pattern): es sind viele junge und viele alte Tiere enthalten. Dies kann durch Jagd durch Carnivoren oder menschliche Jäger verursacht sein. Junge und alte Tiere sind anfällig für Unfälle, Hunger, Krankheiten und können, auf diese Weise geschwächt, eher von Carnivoren erlegt werden. Das Profil kann aber auch auf Jagdmethoden hinweisen, bei der nur junge, unerfahrene und alte, schwache Tiere erlegt werden können. Die beiden o.g. Muster beschreiben eher die Altersstruktur einer „toten“ Population als die Todesursachen in dieser Population (Stiner 1990, 1991b).

Wie bereits erwähnt, konkurrieren Carnivoren mit Menschen um Jagdbeute. Daher ist es interessant, auch einen Blick auf die Jagdmuster von Carnivoren zu werfen.

Die meisten von ihnen sind unterscheidbar in Hetzjäger und Lauerjäger. Hetzjäger jagen in offenen Landschaften. Zu ihnen gehören Wölfe, wilde Hunde und Tüpfelhyänen. Der Erfolg liegt in der Ausdauer von Beute und Jäger. Junge, schwache und alte Individuen sind schneller zu erlegen aufgrund ihrer geringen Erfahrung bzw. körperlichen Einschränkung. Dies erzeugt ein Attritional Profile.

Lauerjäger jagen in Habitaten, die Verstecke in der Vegetation bieten. Zu ihnen gehören die Feliden, außer den Löwen, die in Kooperation jagen. Der Erfolg dieser Jagdstrategie hängt vom Überraschungsmoment für die Beute und der Schnelligkeit des Jägers ab. Dies resultiert meist in einem Catastrophic Profile.

Es muss allerdings betont werden, dass sich die Muster nicht immer so scharf abzeichnen, wie beschrieben. Es kann Überlappungen geben auch mit dem:

- Prime age dominated Profile: in der Ansammlung kommen vorwiegend adulte Tiere im besten Alter vor. Dieses Mortalitätsprofil ist in der Natur unüblich, kommt aber vor bei Cerviden, Boviden und Equiden an archäologischen Fundplätzen. Dies deutet auf menschliche Jagd hin, bei der nur die Tiere mit dem höchsten Output (Optimal Foraging Theory) gejagt werden. Ethnographische Untersuchungen assoziieren dieses Mortalitätsmuster mit selektiver Jagd durch Lauerjäger. In diese Gruppe fallen im Pleistozän Mitteleuropas die Feliden.

Untersuchungen bei modernen Jägern ergaben, dass in allen Fällen, in denen adulte Tiere im Fokus der Jäger standen, es sich um eine geplante und kooperative Jagd und Verarbeitung der Beute handelte (Klein and Cruz-Urbe 1984; Steele 2003; Stiner 1990, 1991c).

5 Archäozoologische Methoden der Beurteilung von Faunenmaterial

5.1 Altersbestimmung von Tieren

Die Bestimmung des Sterbealters von Tieren erfolgt über verschiedene Methoden. Am verbreitetsten ist die Bestimmung nach dem Zahnstatus. Dabei werden der Zahndurchbruch, sowie die Abrasion von Zähnen als Bestimmungsmerkmale genutzt. Es ist aber auch eine Bestimmung nach der Epiphysenverschmelzung des Skeletts zur Altersbestimmung möglich. Wichtig sind dabei die Kenntnis des Knochenwachstums rezenter Tierarten und deren Life History. Nur mit Kenntnis der Life History ist es möglich die einzelnen Altersgruppen sicher voneinander zu trennen (Lyman 1994: 127-135).

5.2 Jagdsaison

Unter der Annahme, dass der Verlauf der Schwangerschaft bei einer derzeit lebenden oder rezenten Tierart der einer ausgestorbenen Art entspricht, kann über die Bestimmung des Gestationsalters von Föten im Fundmaterial ein Jagdzeitraum festgelegt werden (Lyman 1994: 132).

5.3 Monospezifische Jagd

Unter monospezifischer Jagd versteht man die punktuelle und konzentrierte Ausbeutung einer bestimmten Tierart (Kindler 2012: 237).

Fundplätze mit einer monospezifischen Fauna sind gekennzeichnet durch eine hohe Dominanz einer einzigen Spezies. Die Mindestindividuenzahl beträgt über 100 Tiere, verbunden mit lithischen Artefakten (Gaudzinski 2006).

Solche Fundplätze finden sich seit dem Eem in Europa, z.B. Boviden in Mauran/Frankreich, Boviden in Wallertheim, Nashörner in Taubach, Rentiere in Salzgitter-Lebenstedt. Unbestreitbar waren dies Jagdplätze, bei denen es die menschlichen Jäger wiederholte Male auf eine ganz bestimmte Tierart abgesehen hatten. Dennoch finde ich die Mindestindividuenzahl von über 100 als problematisch, weil nur in wenigen Fällen bekannt sein dürfte, in welchem Zeitraum diese Anzahl an Tieren akkumuliert wurde. Besser wäre eine prozentuale Angabe oder eine NISP in Relation zur Grabungsfläche.

5.4 Schlacht-, Schnitt- und Schlagspuren

Eine tierische Karkasse kann in unterschiedlicher Weise ausgebeutet werden. Entbalkung zur Erlangung von Fell/ Pelz, von Fleisch, Knochenmark und Knochenfett als Nahrung und von Knochen zur Werkzeugherstellung.

Binford (1981: 47) unterscheidet drei Kategorien von Aktivitäten, durch die Schnittspuren entstehen:

- Entbalken ergibt Schnittspuren um die Knochenschäfte der unteren Extremitäten und Phalangen, sowie entlang des unteren Endes der Mandibula oder dem Schädel.
- Zergliedern des Tierkörpers ergibt Schnittspuren an den artikulären Oberflächen und Enden der Langknochen und auf der Oberfläche der Wirbelsäule und des Beckens.
- Filetieren des Fleisches ergibt Schnittspuren, die parallel zur Längsachse des Knochens verlaufen.

Schlachtspuren, die beim Entbalken entstehen und diejenigen, die durch das Zerlegen des Tierkadavers entstehen, sind oft so ähnlich, dass sie sich nicht unterscheiden lassen. Die Position der Entbalkungsspuren sind erkennbar daran, dass der Wunsch besteht, das Fell unbeschädigt zu erhalten. Diese befinden sich an der Schnauze, der Mandibula, an der Basis von Ohren, Geweih oder Hörnern sowie an den Metapodien und Phalangen. An den genannten Stellen ist die Haut stark mit dem darunter liegenden Bindegewebe verwachsen, und das Lösen der Haut hinterlässt Schäden auf diesen Knochen. Manchmal werden die Metapodien aber auch am Fell belassen, z.B. bei Bären (Reitz and Wing 1999).

Niven (2006) erläutert, dass Schnittspuren an artikulären Enden der Exartikulation dienen und damit sowohl Fleisch als auch Knochenmark gewonnen werden kann. Schnittspuren an Langknochenschäften sind ein Zeichen für Entfleischung, Schnittspuren an den unteren

appendikulären Elementen der Extremitäten dienen der Vorbereitung auf die Knochenmarksgewinnung.

Der Schlachtvorgang folgt einer standardisierten Vorgehensweise, wobei angenommen wird, dass der am wenigsten widerstandsfähige Teil der Karkasse zuerst angegangen wird.

Noe-Nygaard (1989) definierte fünf Arten von Schlachtspuren, die Menschen hinterlassen:

- Schnittspuren,
- Kratz- und Schabespuren,
- Hackspuren,
- Stoßspuren,
- (Sägespuren, die im paläolithischen Kontext nicht vorkommen.).

Zerlegungsspuren zur Fleischgewinnung zeigen, auf welche Weise der Tierkörper in kleine Einheiten zerlegt wurde, damit man an die fleischreichen Teile gelangen konnte (Bratlund 1999). Dies äußert sich in Hackspuren. Sie sind tief, unsymmetrisch und V-förmig. Diese gruppieren sich häufig um große Gelenke. Schnitt- und Hackspuren an Gelenkenden von Langknochen dienen der Durchtrennung von Sehnen. Dies macht das Zerlegen an den Gelenken möglich.

Schnittspuren werden als die häufigsten anthropogenen Modifikationen von Knochenmaterial angesehen. Schnitt- und Kratzspuren entstehen, wenn Fleisch vor oder nach dem Kochen vom Knochen entfernt wird, z.B. beim Filetieren. Stoßspuren entstehen durch stumpfen Schlag auf den Knochen zur Markgewinnung. Schlagspuren zeigen sich an Knochen in Form von Schlagnarben oder Schlagbrüchen. Diese können unterschiedliche Formen annehmen: Kerben, Splitter, Schuppen oder die Form eines Konus. Zerschnittene und zerbrochene Skelettelemente deuten ebenfalls auf die Knochenmarksgewinnung hin (Reitz and Wing 1999).

Knochen können einer Gebrauchsspurenanalyse unterzogen werden. Einfache Abschlüge produzieren V-förmige Spuren auf Knochen. Retuschierte Abschlüge dagegen produzieren U-förmige Spuren auf der Knochenoberfläche (Lyman 1994). Schnittspuren haben ein niedriges Verhältnis von Breite zu Höhe mit tiefem V-förmigem Profil. Die darunter liegende Oberfläche trägt longitudinale Mikrostriae und zeigt keine eingedrückte Oberfläche. Häufig sind Schnittspuren parallel angeordnet. Kratzspuren verlaufen meist parallel zur Achse der Langknochen und sind nicht sehr tief und zeigen Grübchen (Blumenshine et al. 1996).

Bunn und Kollegen (1988) sind der Ansicht, dass Schnittspuren an unterschiedlichen Skeletteilen ein direkter Hinweis auf die jeweiligen Art der Behandlung (entbalken, filetieren, desartikulieren) seien.

Auch Shipman und Rose (1983) sind der Ansicht, dass Schnittspuren an fleischreichen Teilen auf das Filetieren und Entfleischen hindeuten. Schnittspuren nahe der Gelenkverbindungen deuten auf Desartikulation hin und Schnittspuren an den Metapodien seien ein Hinweis auf Entbalken.

Schlachtpuren hinterlassen breite keilförmige Vertiefungen, wenn sie mit einem Faustkeil/Cleaver ausgeführt wurden. Frische Brüche (Green breakage) produzieren schräge und glatte Bruchflächen oder helikale Bruchkonturen (Kitagawa 2014; Lyman 1994: 315, 324).

Schlachtpuren müssen von Carnivorenverbiss abgegrenzt werden (Lyman 1987). Hominiden zerlegen beispielsweise die Mandibula in transversal verlaufende Segmente und splitten danach den Ramus horizontal ab. Dabei entstehen verhältnismäßig saubere, gerade Brüche. Carnivoren dagegen nagen die Mandibula rundherum an. Wenn Hominiden einen Tierkörper in kleinere Einheiten zerlegen, dann hacken sie Knochen durch oder durchtrennen die Sehnen an den Gelenken. Carnivoren zernagen die Epiphysen von Langknochen. Viele Extremitätenknochen in einer Ansammlung deuten auf Knochenmarkgewinnung hin (Stiner 1994).

Bisspuren von Carnivoren ergeben ein rundliches Profil und verlaufen mit der Knochenkontur, während Schnittspuren ein V-förmiges Profil hinterlassen und vertieft liegende Teile des Knochens überspringen (Binford 1981; Lyman 1994: 318-324). Bisspuren haben ein großes Verhältnis von Breite zu Tiefe mit flachem U-förmigem Durchschnitt. Die darunter liegende Oberfläche erscheint eingedrückt. Sie sind häufiger an kortikalen und medullären Oberflächen (Blumenshine et al. 1996).

Schlachtpuren, die durch Hammersteine und Amboss entstehen, haben ein hohes Verhältnis von Breite zu Höhe für Vertiefungen und Furchen, aber die darunter liegende Oberfläche weist keine Eindrucksuren auf, wie beim Carnivorenverbiss. Flache Mikrostriae gehen von den Vertiefungen und Furchen aus. Sie sind transversal zur Langknochenachse orientiert und treten in dichten oberflächlichen Flecken auf, meist innerhalb 5 mm von der Frakturgrenze und beschränkt auf die kortikale Oberfläche (Blumenshine et al. 1996; Lyman 1994: 325).

Quantifizierung von Schnittspuren

Schnittspuren sind nicht leicht zu quantifizieren, weil der Grad der Häufigkeit von Schnittspuren nicht mit dem Grad der Schlachtaktivitäten korreliert (Egeland 2003).

Der Nachweis von menschlichem Einfluss auf eine Ansammlung von Tierknochen, die klare Belege für Schlachten und Knochenmarkgewinnung zeigen, sind gering. Man geht davon aus, dass sie selten über 10 % des Gesamtmaterials, aber meist unter 5 % liegen dürften (Valde-Nowak et al. 2003).

Binford (1986) ist der Ansicht, dass eine hohe Anzahl an Schnittspuren an Langknochen auf einen schwierigen Zerlegungsprozess hinweisen von bereits getrockneten Extremitätenteilen, die zuvor von Carnivoren zerlegt worden waren.

Insgesamt muss man annehmen, dass der Nachweis von Schnittspuren auf Knochen wenig auffindbar ist, wenn das Faunenmaterial diagenetischen Prozessen, Verwitterungsprozessen, Abrasion und Zerstampfen von Knochen in Höhlen ausgesetzt war. Je kleiner die Knochenfragmente sind, desto schwieriger sind anthropogene Einflüsse aufzuspüren (Wojtal

2007). Wojtal geht von einem Verlust anthropogener Veränderungen an Knochen von rund 70 % aus. Auch Marean and Assefa (1999) weisen darauf hin, dass je höher der Fragmentationsgrad von Knochen ist, desto schwieriger bis unmöglich es sein dürfte Schnittspuren zu identifizieren.

Dazu kommt, dass das Schneiden von weichem Gewebe keinerlei Schnittspuren hinterlässt. Dies gilt besonders für Megaherbivoren (Shipman and Rose 1983).

Cruz-Urbe und Klein (1994) sowie Lyman (1994: 350) gehen davon aus, dass die paläolithischen Jäger auch ihre Werkzeuge schonen wollten und daher deren Verlust oder deren Beschädigung vermieden.

Münzel und Conard lehnen eine allein auf anthropogenen Spuren beruhende Unterscheidung von Aneignungsstrategien der Fauna durch den pleistozänen Menschen ab (Münzel and Conard 2004).

Neben dem Verbiss durch Carnivoren gibt es auch den wenig beachteten Verbiss durch Herbivoren. Dieser ist unter Herbivoren verbreitet und ist ein Ausdruck für Phosphatmangel, das für den Knochenaufbau benötigt wird. Der Phosphatmangel scheint sich als Folge von Überschuss an Calcium, Eisen oder Aluminium in der Nahrung der Tiere auszubilden. Der Verbiss von Herbivoren an Knochen unterscheidet sich von dem, den Carnivoren zeigen. Die Knochenfragmente oder Knochenenden werden benagt, woraus sich ein zick-zack-förmiger Umriss an den sich verjüngenden Knochenenden bildet (Gaudzinski 1999).

5.5 Knochenbearbeitung durch Menschen oder Carnivoren

Die Unterscheidung von frisch und trocken gebrochenen Knochen erleichtert die Unterscheidung zwischen intentionellem Bruch und „Trampling“. Beim Zerkauen von Knochen durch Carnivoren gibt es zwei Herangehensweisen der Tiere.

Sie kauen zunächst die Epiphysenenden der Knochen ab, dies schwächt die strukturelle Stabilität der Knochen. Anschließend zerkauen sie den diaphysalen Teil der Langknochen, die dann in langen, rechtwinkligen Splittern entlang des Verlaufs der Kollagenfasern brechen. An den Epiphysenenden sind Kauspuren in Form von Furchen und Rillen, an den Diaphysen in Form von Grübchen erkennbar.

Die andere Methode, die Carnivoren anwenden, ist das Zerkauen des gesamten Knochens, beginnend mit der Diaphyse, mit erheblichem Kraftaufwand, bis der Knochen bricht (Lyman 1994: 325).

5.6 Schädelverwertung

Schädel von großen Tieren sind sehr schwer zu transportieren und haben, abgesehen von der Zunge, keinen hohen Fleischanteil. Dennoch findet man Fundplätze (z.B. Krems-Wachtberg) mit Schädeln von Proboscidea, wobei Jagdplatz und Camp räumlich voneinander

entfernt liegen (Fladerer 2001). Schädel waren trotz geringem Fleischanteil von besonderer Bedeutung für die Ernährung, da Gehirne einen hohen Fettanteil aufweisen, auch in Zeiten, in denen die Tiere hungern mussten oder mangelernährt waren.

Normalerweise haben Säugetiere einen hohen Fettanteil der Muskulatur und des Knochenmarks im Herbst, wenn sie über den Sommer üppig mit Nahrung versorgt waren. Im Laufe des Winters verlieren diese Körperdepots an Fett. Das Gehirn dagegen behält seinen hohen Fettanteil gleichbleibend bei, weil der gesamte Organismus auf seine Funktionen angewiesen ist (Stiner 1993: 53). In diesem Kontext sind Mammutschädel mit ihrem großen Gehirnvolumen von besonderer Bedeutung.

Weiterhin haben folgende Organe in Zeiten guter Futtermittellversorgung einen ausgesprochen hohen Fettanteil: Thymusdrüse bei Jungtieren, Zunge und Pankreas.

Der Nachteil der Ausbeutung von Schädeln ist ihre Unhandlichkeit und der schwierige Transport sowie der relativ hohe Aufwand bei ihrer Verarbeitung (Stiner 1993).

5.7 Brandspuren

Brandspuren an Knochen deuten darauf hin, dass die Knochen gekocht, dem Feuer ausgesetzt wurden oder als Brennstoff gedient haben (Costamagno et al. 2005; Wojtal 2007).

Brandspuren sind aber nicht ausschließliche Anzeiger für Nahrungszubereitung mittels Feuer. Die meisten verbrannten Knochen sind das Resultat davon, dass sie als Abfall ins Feuer geworfen wurden, Knochen als Brennmaterial genutzt wurden oder ein Feuer auf altem Faunenmaterial entzündet wurde (Stiner 1994).

Verbrannte Knochen sind zunächst erkennbar daran, dass sie kleiner sind als das unverbrannte Pendant. Je nach Grad der Temperatur, die auf den Knochen eingewirkt hat, hinterlässt dies unterschiedliche Spuren. Bei Temperaturen ab 300 °C erscheint der Knochen schwarz, weil alle organischen Materialien (in erster Linie das Kollagen) verkohlt sind. Diese schwarzen Knochen nennt man „carbonized“. Noch höhere Hitzeeinwirkung macht Knochen brüchig und er erscheint weiß bis bläulich. Bei Temperaturen über 600 °C oxidiert der Kohlenstoff, übrig bleibt das Hydroxylapatit und das Calciumphosphat der Knochenmatrix. Diese Knochen nennt man „kalziniert“ (Lyman 1994: 384-389; Reitz and Wing 1999; Stiner et al. 1995).

Je kleiner das Knochenfragment ist, desto höher ist der Grad der Carbonisierung und Calcinierung.

Die Interpretation des Anteils von verbrannten Knochen in einem Inventar wird bei alten Grabungen dadurch beeinflusst, dass man damals verbrannte Knochen als nicht identifizierbar einstufte und daher wegwarf (Wojtal 2007).

Calzinierte Knochen sind ein Hinweis dafür, dass der Knochen direkt dem Feuer ausgesetzt worden ist, da nur dadurch die erforderlichlich hohen Temperaturen zustande kommen. In

Flüssigkeit gekochte Knochen erreichen dagegen maximal eine Temperatur von 100 °C, was nicht ausreicht, um den Knochen zu karbonisieren. Eine Unterscheidung, ob ein Knochen als Brennmaterial genutzt, per Zufall in die Flammen geraten ist oder über dem Feuer gebraten oder in Flüssigkeit gekocht wurde, ist daher nicht möglich.

Fossile Knochen können aber nicht allein auf Grund der Farbe „schwarz“ als verbrannt eingestuft werden, da es noch andere Prozesse gibt, die Knochen schwarz werden lassen, wie Mineralien, welche die Knochen verfärben, insbesondere Manganoxide. Shahack-Gross und Mitarbeiter (1997) haben Experimente unternommen, um die Schwarzfärbung eindeutig einem Brandereignis zuweisen zu können. Dies gelang ihnen, hat sich aber in der Folgezeit nicht etabliert.

Lyman (1994: 388) stellt die verschiedenen Herangehensweisen von Forschern bezüglich der Verbrennung von Knochen im Laufe der vergangenen Jahrzehnte dar. Es entstanden dabei keine einheitlichen Ergebnisse was die Farbveränderung entsprechend dem Temperaturverlauf betrifft. Man ist sich nur einig, dass weiß-bläuliche Knochen calciniert sind, und bei schwarzen Knochen das organische Material verbrannt ist.

Die Unterschiede scheinen in verschiedenen Versuchsanordnungen, mit unterschiedlichem Material, das den Brand in Gang setzte, verschiedenem Tiermaterial, trockenen und frischen Knochen, mit und ohne Fleischanteil, verwendeter Knochengröße und Einwirkungszeit zu liegen.

Eine weitere Schwierigkeit, verbrannte Knochen zu beurteilen liegt an der Brüchigkeit von calcinierten Knochen und deren leichterem Löslichkeit in saurem Boden im Vergleich zu frischem, unverbranntem Knochenmaterial (Lyman 1994: 384-392).

5.8 Nutzung eines Fundplatzes durch Carnivoren

In den nordeuropäischen Höhlenfundplätzen sind Hyänen teilweise stark vertreten, so dass es notwendig wird, deren Aktivitäten von den menschlichen Aktivitäten abzugrenzen.

Liegt der Anteil an Carnivorenknochen über 20 % oder der Anteil von Carnivoren und Boviden über 10 %, dann ist anzunehmen, dass der Fundplatz in erster Linie von Carnivoren genutzt wurde. Finden sich überwiegend die Schädelreste von kleinen Herbivoren, spricht dies für eine Akkumulation durch Carnivoren, liegen Schädelreste aller Herbivoren vor, spricht dies für menschliche Aktivität.

Speziell für die Anwesenheit von Hyänen gelten folgende Kriterien:

- Vorhandensein von Koprolithen.
- Abwesenheit von kleinen, harten Knochen, wie Tarsalia und Carpalia, da diese geschluckt und teilweise verdaut werden.
- Hoher Anteil an Bisspuren an den Herbivorenknochen.

(Wojtal 2007)

Eine hohe Fundmenge von Knochen mit Bissspuren von großen Carnivoren und den Verdauungsprozess überstandenen Knochen in Kombination mit einer fast vollkommenen Abwesenheit von Carnivorenknochen ist ein Hinweis darauf, dass die Carnivoren nur Knochenmaterial, das von Menschen akkumuliert wurde, genutzt haben im Sinne von Scavenging (Wojtal 2007).

5.9 Jagd auf Carnivoren und Raubtiere

Die aktive Jagd auf Carnivoren oder Höhlenbären wurde lange Zeit für nicht möglich gehalten, da die Tiere als zu gefährlich galten und weniger verbreitet waren als Herdentiere.

Gerade die Aneignung der Ressource Höhlenbär ist in den letzten Jahren diskutiert worden. Viele Fundplätze deuten darauf hin, dass die Ressource Bär im Winterschlaf genutzt wurde (Wojtal 2007). Es gibt aber bisher nur einen Beleg für aktive Jagd auf Bären vom Hohle Fels, bei dem eine Pfeilspitze im Bärenknochen gefunden wurde (MÜNZEL et al. 2001).

5.10 Fleischgewicht

Die gejagten Tiere liefern unterschiedliche Mengen an Fleisch.

Tab. V- 3, Fleischgewichte von Schlachttieren (Musil 2010)

Taxa	Lebendgewicht [kg]
Mammut	1000
Nashorn	600
Boviden	250
Bär	190
Elch	200
Rentier	100
Rothirsch	100
Wolf	45
Pferd	200
Hase	2,5

Wie oben bereits erwähnt, könnte das Fleischgewicht auch über das Gewicht der Knochen ermittelt werden, allerdings werden diese Daten in keiner der von mir verwendeten Publikationen aufgenommen. Ebenfalls sehr schwierig ist die Berechnung der Innereien der Jagdtiere, die vermutlich vor Ort konsumiert wurden, da gerade Leber, Lunge, Niere von Fettgewebe umgeben sind, und diese bindegewebsarmen Fleischteile frisch konsumiert werden können.

6 Fett, Knochenmark und Knochenfett

6.1 Knochenmark und Knochenfett

Fragmentierte Langknochen und zahlreiche Knochensplitter gelten als Belege für das systematische Aufbrechen von Knochen zur Gewinnung von Knochenmark und Knochenfett.

Neben den Schnittspuren gelten helikale (Spiral Fracture) Brüche als ein Zeichen von frisch gebrochenen Knochen (Green Breakage), während gelagerte, alte und trockene Knochen linear, longitudinal brechen (Haynes 1993: 145; Lyman 1994: 318-324). Der Nachweis von intentionellem Knochenbruch gilt als ein Beleg für Knochenmarks- und Knochenfettgewinnung.

Allerdings muss einschränkend angemerkt werden, dass Haynes bei Mammutkarkassen, die feucht gelagert waren, auch helikale Brüche nachweisen konnte, die nicht intentionell durch Menschen verursacht wurden sondern eine Folge von „Trampling“ und anderen tafonomischen Prozessen waren (Haynes 1993: 141-148,234-237).

Das Knochenmark ist bei Säugetieren der Ort, an dem die Erythrozyten hergestellt werden. In jungen Tieren ist dieses Gewebe aktiver als in älteren Tieren. In älteren Tieren hat das Knochenmark daher einen höheren Fettgehalt als in jüngeren Tieren (Haynes 1993: 299).

Das meiste Knochenmark existiert in den Diaphysen der Langknochen.

Knochen mit einem hohen Gehalt an Knochenfett sind nährstoffreicher und Lyman (1994: 281) nahm an, dass sie am stärksten fragmentiert sein müssen. Der Grad der Fragmentation kann auf verschiedene Weise gemessen werden:

- In % der identifizierbaren Knochen, die vollständig sind von jedem Skelettelement oder
- NISP/MNE pro Skelettelement.

Beide Methoden fanden aber kaum Anwendung.

Huftiere speichern intraabdominales Fettgewebe zwischen den Organen und in der Thymsdrüse, in der Zunge und in der Pankreas. Der Ernährungszustand der Tiere ist am besten im Herbst und Winter, nach der üppigen Nahrungslage im Sommer.

Bei Nahrungsknappheit mobilisieren sie diese Fettreserven, z.B. das Fett um die Organe. Erst bei langanhaltendem Nahrungsstress mobilisieren sie das Fett im Knochenmark (Haynes 1993: 299). So sind selbst Tiere in schlechtem Ernährungszustand für den prähistorischen Jäger eine lohnende Beute, wenn er deren Knochenmark ausbeutet.

Enloe (1993) stellte sich die Frage, ob am Knochenmaterial erkennbar ist, ob es sich um einen direkten Konsum von Knochenmark beim Essen von Fleisch handelt, oder um eine Form von Massenverarbeitung zur Gewinnung von Knochenfett zur Bevorratung. Er nahm an, dass bei einem sofortigen Verbrauch die Nutzung des Fleisches im Vordergrund stand, wobei Knochenmark nur eine Art Zugabe darstellte.

Bei einer Knochenmarksgewinnung zum Zwecke der Bevorratung des Knochenfetts erwartete er eine standardisierte Form der Filetierung des Fleisches, um es anschließend zu trocknen und eine Gleichmäßigkeit beim Aufbrechen der Knochen. Er zog dazu drei Inventare der Nunamiutfundplätze heran. Bei einem der drei handelte es sich um einen Platz zur Massenaufbereitung von Knochenfett, bei den anderen beiden um „Meal Middens“. Beim Fettaufbereitungsplatz konnte er eine vergleichbare Länge (Standardisierung) der Knochenfragmente und insgesamt eine größere Länge der Knochenfragmente feststellen. Ebenfalls waren mehr Metapodienfragmente als Fragmente der oberen Extremitäten, sowie mehr unidentifizierbare Fragmente vorhanden, an dem Platz, an dem gezielt Knochenfett gewonnen wurde.

Outram (2002) suchte mit Experimenten nach einer Methode, aus dem Grad der Fragmentierung von Knochen den Grad der Knochenmarksgewinnung abzuleiten. Er ging davon aus, dass Knochen nicht nur im frischen Zustand gebrochen werden, sondern auch gefroren sein konnten, oder in unterschiedlichem Ausmaß gekocht oder erhitzt worden sein können. Ethnografischen Quellen zu Folge werden Knochen erwärmt, um das so weich gewordene Knochenmark herausaugen zu können.

Outram benützte Rinderknochen aus allen Teilen des Skeletts und brach sie nach einem standardisierten Muster frisch, gekocht (unterschiedliche Zeiteinheiten) und gefroren (unterschiedlich lange Zeiträume). Er untersuchte in dem gewonnenen Material die Textur der Bruchkante, das Bruchmuster und den Frakturwinkel und leitete aus diesen Parametern den sog. FFI (= Fracture Freshness Index) ab. Seine Ergebnisse deuten darauf hin, dass der helikale Bruch als das Maß für den Bruch von frischem Knochen auch gilt für gefrorene Knochen sowie für Knochen, die für maximal 10 Minuten gekocht wurden. Nicht aber für Knochen, die länger gekocht wurden. Weitere Ergebnisse waren, dass die gekochten Knochen schwieriger zu zerbrechen waren als die frischen Knochen. Einstündiges Kochen von Knochen führte zu einem Verlust von Knochenmark, während 10minütiges Kochen das Knochenmark schmelzen ließ, was dessen Extraktion erleichterte. Diese Methode könnte verwendet werden, um bei fragmentierten Knochen zu entschlüsseln, ob sie zur Knochenmarksgewinnung genutzt wurden, oder durch Umstände der Lagerung verändert wurden oder aber als Brennmaterial eingesetzt wurden.

Leider fand ich diese Methode in keiner archäozoologischen Auswertung angewandt.

6.2 Knochenfett

Die Ausbeutung des Knochenfettes ist eine entscheidende Ressource für in nördlichen Regionen lebende Sammler und Jäger. Der Fettanteil von wilden Tieren ist sehr gering, um die 2 – 5 % (Speth 1997) und ändert sich je nach Jahreszeit erheblich. Durch die in den nördlichen Regionen nicht ganzjährig verfügbare pflanzliche Nahrung die Kohlenhydrate bieten würde, ist der Proteinanteil der Nahrung sehr hoch, und Proteine müssen zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Daraus ergeben sich erhebliche Probleme für den Stoffwechsel, die an anderer Stelle besprochen wurden (Kap. IV). Fett ist daher eine begehrte Ressource.

Die ersten und umfassenden Untersuchungen zum Knochenfett stammen von Binford (1978), der zu diesem Zweck die Nunamiut bei der Verarbeitung von Karibu beobachtete und ihre Vorgehensweise dokumentierte.

Neben den vielen Ergebnissen, die die Subsistenz betrafen (Mandibulae werden nur nach Knochenfett ausgebeutet, bei allgemeinem Nahrungsmangel, Fett in den Phalangen der Karibu werden immer ausgebeutet, Fett in Fußknochen wird nur ausgebeutet, wenn sie bereits von Fell und Haut befreit sind), beobachtete er auch kulturelle Verhaltensweisen, wie den bevorzugten Konsum von sogenanntem „weißem Fett“, das sich in den distalen Enden der Extremitätenknochen befindet, da dieses Fett wegen seines guten Geschmacks geschätzt wurde.

Manne (2010) ist der Ansicht, dass der in Südportugal gelegene Fundplatz Vale Boi, datiert auf etwa 28 ka BP, der erste und älteste Fundplatz sei, bei dem ganz sicher die Fettausbeutung von Knochen vom Rothirsch und Pferden nachgewiesen sei. Ihre Kriterien sind hoher Fragmentationsgrad der Knochen, hohes Ausmaß an Schlagmarken der Knochen und geringer Erhaltungszustand der fettreichen, artikulären Skelettelemente.

6.3 Fett im Tierkörper

Tiere enthalten im Körper drei Depots für Fett: das Unterhautfettgewebe, das Fettgewebe um die inneren Organe (mesenchymales Fettgewebe) und das Fett in den Knochen. Das Knochenfett wird auch gelbes Knochenmark genannt und befindet sich bevorzugt in der Spongiosa der Gelenkenden. In dem diaphysalen Anteil des Knochens befindet sich das Knochenmark, das sehr proteinreich ist. Alle Knochen des Tierskelettes enthalten Knochenmark und Knochenfett, manche allerdings in sehr geringen Mengen, z.B. die Scapula. Neben dem Fett in den Knochen sollte noch das Fett des Gehirnes und das Fett der Fußpolster bei manchen Tieren erwähnt werden (Lupo 1998). Untersuchungen von Lupo (1998) ergaben, dass das Fett der Fußpolster von Zebras bei afrikanischen Jägern sehr begehrt ist.

Sind die Tiere in gutem Ernährungszustand, so sind diese drei Fettdepots gut gefüllt und können in Zeiten des Nahrungsmangels aufgebraucht werden. Dies geschieht nach einem bestimmten Muster und in folgender Reihenfolge:

1. Unterhautfett am Rücken,
2. Organfett im Bauchraum,
3. Knochenfett,
 - 3.1 Obere Extremitäten: Humerus, Femur,
 - 3.2 Radius, Ulna, Tibia,
 - 3.3 Metatarsalia, Metacarpalia,
 - 3.4 Phalangen,
 - 3.5 Mandibula.

(Munro and Bar-Oz 2005; Speth 1997).

Praktisch nicht aufgezehrt, auch in Zeiten intensiven Nahrungsmangels, wird das in der Gehirnmasse vorhandene Fett (Lupo 1998). Gehirne von Beutetieren sind daher immer eine gute Ressource.

Prinzipiell enthalten alle Knochen Knochenmark und Knochenfett. Die Mengen an Knochenfett sind insgesamt aber sehr gering. Von den o.g. Skelettelementen hat die Mandibula den geringsten Anteil an Knochenfett, der sich noch sinnvoll ausbeuten lässt.

Der Fettanteil im Körper von Jagdtieren ist abhängig vom Alter, dem Geschlecht, dem reproduktiven Zyklus (Männliche Tiere sind nach der Brunft, weibliche Tiere nach der Niederkunft in ihrem fettärmsten Zustand.) und dem Ernährungsstatus. Die im Sommer angelegten o.g. Fettreserven werden über den Winter verbraucht. Die Tiere sind zum Winterende und Frühlingsanfang im schlechtesten Ernährungszustand (Lupo 1998; Speth 1997).

Für Tiere, die in arktischen Regionen leben, ist noch anzumerken, dass das Fett in den oberen Extremitäten einen hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren enthält und damit fest ist, während das Fett der unteren Extremitäten mehr einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthält und damit eher flüssig ist. Dies ist notwendig, weil die Tiere mit den unteren Körperregionen eher der Witterung ausgesetzt sind (Costamangno and Rigaud 2014; Outram 2001). Interessant ist, dass von vielen Sammler-und-Jägern Gruppen das eher flüssige Fett der distalen Skelettregionen wegen seines guten Geschmackes geschätzt wird (Speth 1997).

6.4 Knochenfettgewinnung

Binford (1978) beschreibt die Behandlung der Knochen bei den Nunamiut nach der Entfernung des Fleisches von den Knochen. Sind die Extremitäten noch verbunden, werden die Diaphysen aufgeschlagen. Sind die Extremitäten voneinander getrennt, dann werden die artikulären Enden aufgeschlagen. Das Knochenmark, das fest, aber von weicher Konsistenz ist, kann dann ohne vorheriges Erhitzen „herausgelöffelt“ werden. Der sofortige Verzehr des Knochenmarks nach der Jagd wird von vielen Ethnien in unterschiedlichen Klimazonen beschrieben (Outram 1998). Diese weiche und proteinreiche Nahrung dürfte

im Paläolithikum eine wichtige Ressource für die Ernährung von Säuglingen, Kleinkindern, Kranken und alten Menschen gewesen sein.

Zur Erlangung von Knochenfett ist erheblich mehr Aufwand notwendig, da das Fett in die Spongiosa eingebettet ist. Es handelt sich immer um eine sehr arbeitsaufwändige Methode, denn neben dem Zerkleinern der Knochen werden Brennstoff, Wasser und Kochsteine benötigt.

Aus ethnografischen Quellen sind folgende Methoden bekannt.

- Auskochen der artikulären Enden.
- Bevorraten der artikulären Enden und späteres Verarbeiten.
- Pulverisieren der artikulären Enden.
- Auskochen des gesamten Knochens.

Meist werden die Knochen vor der Verarbeitung einer milden Erhitzung ($< 100\text{ °C}$) unterzogen (Outram 1998: 56).

Je nach Vorgehensweise erhält man ein anderes Produkt. Die in Wasser ausgekochten artikulären Enden setzen das Fett in die Brühe frei, und das Fett kann auf diese Weise als Knochenbrühe konsumiert werden. Vor dem Kochen, nach dem Aufbrechen der Knochen, wird das Knochenmark entnommen. Durch Zugabe von Eis oder Schnee in die Brühe wird das Fett an der Oberfläche der Brühe fest und kann abgeschöpft und bevorratet werden. Dies ist vielfach in der ethnologischen Literatur beschrieben (Binford 1978; Saint-Germain 1997).

Das Erhitzen der Knochen in Wasser hat noch den Vorteil, dass ein gewisses Absterben von fettverderbenden Mikroorganismen erreicht wird. Anschließend musste das Fett möglichst so gelagert werden, dass es dem Luftsauerstoff wenig ausgesetzt war (Manne 2014).

Je intensiver die Knochen zerbrochen worden waren, desto eher konnte das Fett nach einer Stunde Kochzeit extrahiert werden. Ab einer Kochzeit von drei Stunden war die Fragmentgröße unter 5 cm Länge nicht mehr entscheidend. In Zeiten von knappem Brennmaterial kann dies eine wichtige Überlegung sein, wie intensiv die Knochen vor dem Kochen zerbrochen werden (Church and Lyman 2003).

Janzen und Mitarbeiter (2014) wiederholten die Experimente von Church und Lyman unter neuen Aspekten, nämlich dem notwendigen Heizmaterial/Energieaufwand und dem notwendigen Wasserverbrauch. Je kleiner die Knochenfragmente waren, desto weniger Wasser wurde benötigt, um sie zu bedecken. Da Wasser eine hohe Wärmekapazität besitzt, erfordert mehr Wasser eine entsprechend längere Aufheizzeit. Insgesamt erreichten daher die Proben mit den kleinsten Fragmenten früher die Siedetemperatur des Wassers und erlaubten ab diesem Zeitpunkt, das Fett zu extrahieren.

Die pulverisierten Knochenenden können entweder, wie oben besprochen, ausgekocht werden. Vielfach aber wird das Fett-Knochengemisch in dieser Form gegessen. Es enthält einen hohen Anteil an Mineralstoffen, insbesondere Calcium, was ein im Paläolithikum

ebenfalls eher knapper Mikronährstoff war (Binford 1978; Costamangno and Rigaud 2014; Morin and Soulier 2017).

Nordamerikanische Jäger-und-Sammler-Gruppen verarbeiteten das gewonnene Knochenfett mit pulverisiertem Fleisch und Cranberries. Diese Speise, genannt „Pemmican“, war insbesondere in den Wintermonaten wichtig. Sie bestand aus 25 – 30 % Fett und 70 – 75 % Protein und war aufgrund des geringen Gewichtes leicht zu transportieren (Speth 1997).

Vielfach wird ein Missverhältnis zwischen Diaphysenelementen und Epiphysenelementen von Langknochen im archäologischen Befund festgestellt. Die fettgefüllten artikulären Enden sind auch bei Carnivoren begehrt und man führte die Unterrepräsentation an Epiphysenenden darauf zurück, dass Carnivoren diese konsumiert hätten (Marean and Assefa 1999). Aber mit oben genannter Methode kann dieses Missverhältnis auch durch menschliche Aktivitäten verursacht worden sein.

Insgesamt gehen Archäozoologen davon aus, dass bei stark zerbrochenen Langknochen, wenn dies keinem taphonomischen Prozess zuzuschreiben war, der intensive Bruch stets der Extraktion von Knochenfett gedient hat (Enloe 1993).

Wird der gesamte Knochen ausgekocht, enthält die Brühe nicht nur Fett, sondern auch viel Gelatine, die beim Erkalten fest wird. Auf diese Weise kann das Produkt auch kurze Zeit bevorratet werden (Costamangno and Rigaud 2014). Die entfettete Knochenbrühe enthält Proteine, wenig Fett, Mineralstoffe, insbesondere Calcium, bietet aber nicht viel Energie (Saint-Germain 1997).

Nach Ansicht von Outram ist die Intensität der Knochenfettausbeutung eng verknüpft mit Ernährungsstress (Outram 1998: 54) und Zeiten des Nahrungsmangels. Alle oben genannten Prozesse der Knochenfettgewinnung sind äußerst arbeits- und zeitintensiv (Church and Lyman 2003; Janzen et al. 2014; Lupo and Schmitt 1997; Munro and Bar-Oz 2005).

Eine der wichtigsten Aufgaben hatte dieses mühsam gewonnene Fett als Vorrat für den Winter, d.h. in Zeiten, in denen es für arktische Jäger hauptsächlich proteinreiches Fleisch und wenig pflanzliche Nahrung gab (Outram 2001).

Das gewonnene Knochenfett ließ sich 2 – 3 Jahre lagern (Saint-Germain 1997) und war von unterschiedlich fester Konsistenz. Ein derart lang lagerbares Fett dürfte, abhängig von der Lagertemperatur, einen hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren besessen haben, da Fette mit einem hohen Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren rasch ranzig werden.

Saint-Germain (1997) bestätigt die o.g. Feststellungen. Die Hauptfettsäure des Knochenfettes ist Ölsäure, in absteigender Reihenfolge kommen Stearinsäure und Palmitinsäure vor. Ölsäure (C-18:1) ist eine einfach ungesättigte Fettsäure mit einem Schmelzpunkt von 16 °C, Stearinsäure ist eine gesättigte Fettsäure mit 18 C-Atomen und einem Schmelzpunkt von 62 – 69 °C und Palmitinsäure eine gesättigte Fettsäure mit 16 C-Atomen und einem

Schmelzpunkt mit 63 °C. Um an die Fette mit diesen Fettsäuren zu gelangen, ist eine milde Erwärmung ausreichend.

Morin und Soulier (2017) berichten von intensiv zerbrochenen artikulären Knochenenden zu einem sogenannten „Bone Meal“ oder „Bone Flour“. Es handelt sich dabei um Knochenfett, vermischt mit winzigen Fragmenten von hartem Knochenmaterial. Bone meal wird roh oder angeröstet gegessen und kann auch in Form sog. „Bone Loafs“ gelagert werden. Die Knochenfragmente müssen aber so klein zerbrochen sein, dass sie ohne weiteres geschluckt werden können.

Diese Methode, das Knochenfett zu verarbeiten, hinterlässt keine archäologischen Spuren, außer dem Fehlen von artikulären Enden. Ein hoher Gehalt an spongiösen Knochenfragmenten kann daher ein Hinweis darauf sein, dass sie zum Zweck der Fettextraktion intensiv zerbrochen wurden. Insgesamt ist aber bei stark fragmentierten Knochen die Herkunft der Zersplitterung nicht immer eindeutig zu klären, bzw. können diese durch nichtmenschliche Prozesse verursacht sein.

Die Experimente von Morin and Soulier (2017) zeigen, dass bestimmte Formen von Schlagmarken, und sog. „Tear Marks“, sowie Microinklusionen in Knochenelementen eine Verarbeitung durch den Menschen belegen. Weiterhin konnten sie zeigen, dass für die einfache Gewinnung von Knochenmark kein so großer Arbeitsaufwand aufgebracht werden muss, da die Fragmente zur Erlangung des Knochenmarks größer sind als die, die zur Knochenfettgewinnung notwendig sind.

Gesplitterte Phalangen

Stark fragmentierte Knochenelemente werden als ein Beleg für intensive Ausbeutung der Nährstoffe im Knochen angesehen und als Hinweis auf Ernährungsstress betrachtet. Insbesondere zerbrochene Phalangen hielt man für ein Anzeichen von Ernährungsstress, da die Phalangen nur einen sehr geringen Anteil an Knochenfett enthalten.

Jin und Mills (2011) kamen mit Experimenten an Boviden- und Rotwildphalangen zu einem anderen Ergebnis. Nach ihren Versuchen benötigen Phalangen nur eine kurze Verarbeitungszeit. Aus ethnografischen Berichten geht hervor, dass die distalen Röhrenknochen bei Jäger-und-Sammlerkulturen wegen ihres guten Geschmacks bevorzugt werden. Erweiternd kommt hinzu, dass sowohl Boviden als auch Rotwild über ein fetthaltiges Fußpolster verfügen, das ebenfalls gerne verzehrt wurde. Da es für die Fußpolster keine archäologischen Belege gibt, bleibt diese Annahme immer spekulativ. Jin und Mills vermuten daher, dass Phalangen von Jägern während des Prozesses der Schlachtung und Zerlegung der Tierkarkasse ausgebeutet und vor Ort konsumiert wurden.

Erwähnt werden muss eine experimentelle Studie von Saladié und Mitarbeitern (2013), in der verschiedene Personen verschiedene Arten von Knochen (erhitzt und roh) von unterschiedlichen Tieren gekaut haben. Dies könnten prähistorische Menschen zum Zweck der Fettgewinnung, aus geschmacklichen Gründen oder in Zeiten des Nahrungsmangels zur Erlangung letzter Ressourcen ausgeführt haben. Überraschend ist, dass sie (Saladié et al.

2013) dokumentieren konnten, dass das Ausmaß der Knochenzerstörung, gemessen in unterschiedlichen Aspekten der Knochenzerstörung, dem durch Carnivorenverbiss gleicht. Möglicherweise sind an Fundplätzen mit hohem Carnivorenverbiss diese verursachten Modifikationen an Knochen auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen.

Ebenfalls erwähnt werden muss, dass in heutigen nordischen Jäger-und-Sammler-Kulturen Knochenfett nicht ausschließlich zum Verzehr bestimmt ist, sondern auch zum Gerben von Häuten, zum Einreiben von Bogensehnen, zum Abdichten von Häuten und Fellschuhen gegen Wasser sowie als Brennstoff für Lichtquellen (Outram 2001).

6.5 Hinweise für das Ausbeuten von Knochenfett im archäologischen Kontext

Für die Erlangung der in den Knochen gespeicherten Nährstoffe ist immer eine Zerstörung von Knochen notwendig. Folgende Kriterien deuten auf eine Zerstörung zur Nahrungsgewinnung hin:

- Intensiv fragmentierte Knochen durch frischen Bruch, d.h. viele Knochensplitter, insbesondere ein hoher Anteil von nicht identifizierbaren kleinen Fragmenten. Andere Faktoren, die zu intensivem Bruch führen können, müssen ausgeschlossen werden (Church and Lyman 2003; Marshall and Pilgram 1991).
- Verbrannte oder kalzinierte Knochensplitter (Church and Lyman 2003).
- Intensiv fragmentierte Langknochendiaphysen (Church and Lyman 2003).
- Intensiv fragmentierte artikuläre Langknochenelemente (Manne et al. 2012).
- Fehlen von artikulären Knochenenden im Verhältnis zur Anzahl der Diaphysen (Manne 2010).
- Nutzung von Phalangen und Mandibulae bei Huftieren deuten auf einen schlechten Ernährungszustand der Tiere hin, da in diesen Elementen das Knochenfett am längsten erhalten bleibt (Outram 2001, 2002; Saint-Germain 1997).
- Andererseits können zerbrochene Phalangen auf deren Fettausbeutung hinweisen.
- Die Abwesenheit von verbranntem Knochenmaterial kann ein Hinweis darauf sein, dass die Knochen gekocht wurden (Morin and Soulier 2017).
- Durch Feuer zerbrochene Steine sind ein Hinweis auf Kochaktivitäten, wie sie zur Ausbeutung von Knochenfett angewandt werden können (Manne et al. 2012).
- Das Vorkommen von Herden oder Feuergruben kann ein Hinweis auf die Knochenfettgewinnung sein.
- Vorkommen von Hammersteinen und Ambosssteinen (Manne 2010).

6.5.1 Ausbeute und Menge an gewonnenem Knochenfett

Die aus der ethnografischen Literatur berichteten Mengen an gewonnenem Knochenfett sind sehr unterschiedlich und vermutlich extrem hoch gegriffen (Lupo 1998; Saint-Germain 1997).

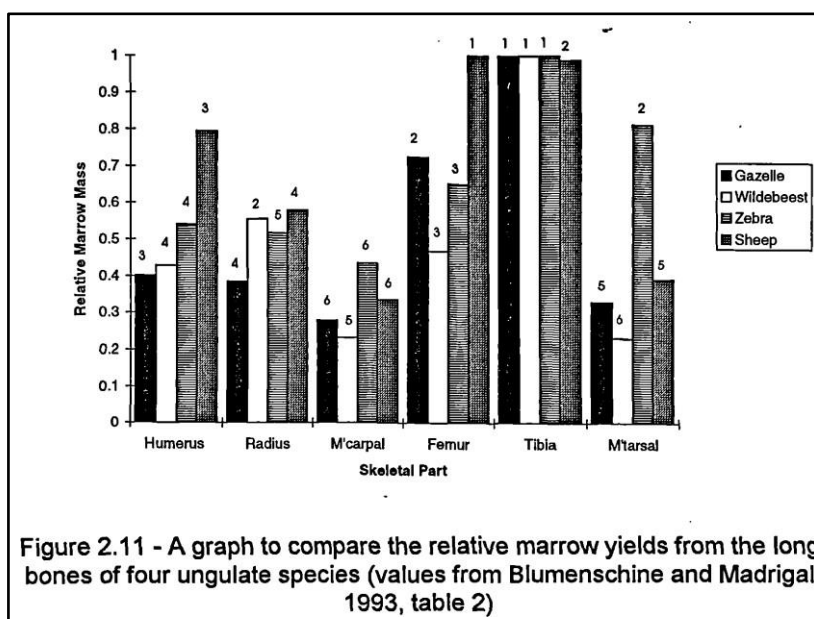
Der Fettgehalt des Knochenfettes liegt bei gut genährten afrikanischen Jagdtieren in Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia, Metacarpalia und Metatarsalia bei 93 % (Lupo 1998). Eine Abschätzung des absoluten Fettgehaltes ist so bei Kenntnis der Knochenmarkmenge eines Knochenelementes möglich (der Energiegehalt von 1 g Fett entspricht 9 kcal (38kJ)). Die Knochenmarksmenge ist allerdings oft sehr gering (vgl. Kap. IX).

Es war Binford (1978), der den Food Utility Index (FUI) für Fleisch und für Knochenfett den Grease Utility Index (GUI) von Karibu und domestizierten Schafen kreierte. In sie floss nicht nur die Energiemenge ein, die diese Ressource freisetzt, sondern auch der Zeit- und Arbeitsaufwand, um an diese Ressource zu gelangen.

Sowohl FUI als auch GUI wurden von Metcalfe und Jones kritisiert, ob ihrer unnötigen Komplexität und von ihnen wurden vereinfachte Indices aufgestellt (Metcalfe and Jones 1988).

Eine Zusammenfassung aller nach Binford (1978) neu aufgestellten Arten des Food Utility Index kommentiert Lyman (1992). Bei den sehr verschiedenen Ansätzen ergeben sich auch sehr verschiedene Ergebnisse.

Alle diese Methoden, die Menge an Nahrung zu bestimmen, die der Tierkörper für den paläolithischen Menschen zur Verfügung stellte, erfordern die Erhebung von Daten, die bei



den meisten archäozoologischen Untersuchungen von Fundplätzen nicht gemacht werden oder nicht machbar sind, weil das vorliegende Material diese Daten nicht hergibt. Die geringe Anwendung von FUIs scheint zum einen auch darauf zu beruhen, dass Aspekte der Subsistenz nicht interessieren, aber auch darauf, dass eine ausführlichere Datenaufnahme mehr Zeit und damit mehr Forschungsgelder verschlingen würde.

Abb. V- 8, Vergleich von Knochenmarksausbeute von Langknochen von 4 Huftieren (Blumenshine and Madrigal 1993)

Blumenshine und Madrigal (1993) haben an afrikanischen Huftieren nachweisen können, dass es keinen einfachen oder linearen Zusammenhang zwischen der Größe/Körpermasse eines Tieres und seinem Knochenmark/Knochenfett gibt. Die spongiosen Anteile von Artiodaktyla und Perissodaktyla scheinen anders aufgebaut zu sein. Daher können keine Generalisierungen vorgenommen werden.

6.5.2 Zusammensetzung des Knochenmarks und Knochenfettes

Triglyceride, gewonnen aus Femora und Rippen, machen zwischen 68,5 % und 97,3 % des Knochenfettes aus. In den Rippen gilt der niedrigere Wert, für die Femora gilt der höhere angegebene Wert. Sie unterscheiden sich bei den verschiedenen Tierarten. Der Rest des Fettes setzt sich zusammen aus Diglyceriden, Cholesterol und freien Fettsäuren.

Für Ruminantier sind Fettsäuren mit einer Kettenlänge von C-16 – C-18 typisch. Bei Rindern, Schweinen, Schafen und Ziegen dominieren Ölsäure (C-18:1), Palmitinsäure (C-16:0) und Stearinsäure (C-18:0). Während der relativ langen und von Bakterien gestützten Verdauung der Nahrung bilden sich gesättigte Fettsäuren (Outram 1998: 99).

Pferdefett dagegen hat einen hohen Gehalt an Linolsäure (5 %) und α -Linolensäure (17 %). Dieser hohe Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren entstammt der Nahrung der Pferde, die hauptsächlich aus Gras besteht, das nicht von Bakterien im Verdauungstrakt abgebaut wird (vgl. Kap. IX, 3.5).

Element	Horse 1 Marrow Weight (g)(standardised marrow weight index)	Horse 2 Marrow Weight (g)(standardised marrow weight index)	Horse 3 Marrow Weight (g)(standardised marrow weight index)	Mean Marrow Weight (g)(standardised marrow weight index)
Mandible	39.2 (41.5)	23.0 (36.4)	45.2 (78.3)	35.8 (49.9)
Humerus	45.5 (48.1)	24.3 (38.4)	52.1 (90.3)	40.6 (56.5)
proximal	6.9	8.7	10.0	
distal	38.6	15.6	42.1	
Radius	30.7 (32.5)	15.6 (24.7)	26.2 (45.4)	24.2 (33.7)
proximal	19.8	10.6	20.5	
distal	10.9	5.0	5.7	
Metacarpal	N/A	10.5 (16.6)	12.2 (21.1)	11.3 (15.7)
proximal		6.9	9.6	
distal		3.6	2.9	
Femur	94.5 (100.0)	63.2 (100.0)	57.7 (100.0)	71.8 (100.0)
proximal	51.5	38.5	29.3	
distal	43.0	24.7	28.4	
Tibia	43.2 (45.7)	30.6 (48.4)	25.9 (44.9)	33.2 (46.2)
proximal	33.0	22.4	17.4	
distal	10.2	8.2	8.5	
Metatarsal	6.0 (6.3)	8.2 (13.0)	13.9 (24.1)	9.4 (13.1)
proximal	4.0	5.0	9.7	
distal	2.0	3.2	4.2	
1st Phalanx	N/A	1.4 (2.2)	0.6 (1.0)	1.0 (1.4)

Table 3.1 - Wet marrow weight and standardised marrow weight index (in parentheses) for the three horses studied. The metacarpal and phalanges of horse one were not available for measurement.

Tab. V- 4, Knochenmarkgewicht von Pferden, (Outram 1998)

Tab. V- 5, Fleisch- und Knochenmarkgewichte der einzelnen Skelettregionen, zeigt beispielhaft, wie gering die Menge an Knochenmark und damit Knochenfett bei Pferden ist (Outram 1998)

Unit	Mean Meat Weight (kg)	Mean Marrow Weight (kg)	GUI Meat + Marrow (kg)
skull, brains	8.0	0.0	8.0
mandible, tongue	3.25	0.036	3.286
atlas/axis	3.5	0.0	3.5
cervicals 3-7	20.25	0.0	20.25
thorax	44.75	0.0	44.75
lumbar	10.0	0.0	10.0
scapula	6.75	0.0	6.75
humerus	5.75	0.041	5.791
radius/ulna	1.5	0.024	1.524
metacarpal	0.0	0.011	0.011
pelvis	23.75	0.0	23.75
femur	20.25	0.072	20.322
tibia	2.25	0.033	2.283
metatarsal	0.0	0.009	0.009
phalanges	0.0	0.001	0.001

Table 3.3 - General Utility Index for horse, based on summing the mean meat weight and mean marrow weight for each anatomical unit. Marrow weight is rounded to the nearest gram.

Eine exzellente Zusammenfassung der schwierigen Situation, Knochenfett in der Ernährung des paläolithischen Menschen zu quantifizieren, gibt Sunseri (2015):

„Despite a long history of using nutritional utility indices to interpret skeletal remains (see history of this topic in Diab 1998; Lupo 2001; Lyman 1992; Metcalfe and Jones 1988) there is often the problem of the equifinality of results. Further, since archaeologists can only argue from observable evidence, this approach does not consider those elements that were selected but destroyed during processing. Some processing behaviors are analytically difficult to identify due to various human taphonomic processes and density-mediated destruction which overprint behavioral signatures. Due to the palimpsests of transport and butchery decisions overwritten by non-human site formation processes, commensurate taphonomic evidence must be considered alongside relative element frequencies in order for carcass processing behaviors to be inferred.“

6.5.3 Knochenfettgewinnung durch Erhitzen

Einige der oben genannten Verfahren benötigen Feuer. Abgesehen davon, dass der Brennstoff Holz in den kalten Phasen des Pleistozäns rar war, werden für die Bearbeitung der Knochen Gefäße aus Haut, Leder oder Rinde benötigt, sowie Hammer- und Ambosssteine zum Zerkleinern der Knochen und geeignete Kochsteine, die erhitzt werden konnten.

An Orten mit Knochenmarksverarbeitung sollten daher die genannten Funde und Befunde (Feuerstellen) vertreten sein.

Zur vollständigen Ausnützung der Jagdbeute ist Erhitzen notwendig. Ab 70 °C denaturiert das Protein, ab 80 °C degradiert das Bindegewebe. Beides macht das Fleisch leichter verdaulich als rohes Fleisch, weil die proteinspaltenden Verdauungsenzyme das denaturierte Protein (Zerstörung der Quartärstruktur von Protein) wirksamer abbauen können. Dies spart Energie ein, die der Körper für die Verdauungsarbeit zur Verfügung stellen müsste. Das Fett, das in der Muskulatur vorkommt, schmilzt bei diesen Temperaturen und verteilt sich im Fleisch (Lupo and Schmitt 1997). Die Experimente von Lupo und Schmitt (1997) zeigten auch, dass schwer zugängliche Fleischreste, z.B. an der Wirbelsäule, nach dem Kochen einfacher zu lösen waren und auf diese Weise die Ausbeute erhöht werden kann.

Das Fett in spongiösem Knochen ist nur durch Erhitzen zu erlangen. Ethnografische Analysen berichten von unterschiedlichen Vorgehensweisen. Leichtes Erhitzen der Knochen und anschließendes Aussaugen des Fettmarkes, wobei der Knochen nicht zu stark erhitzt werden darf, weil sonst das Fett flüssig wird und schlechter zu konsumieren ist (Costamangno and Rigaud 2014).

Lupo und Schmitt (1997) berichten in ihrem Experiment mit verschiedenen afrikanischen Antilopenarten und einem Zebra, dass das Knochenfett unterschiedlich lange Zeiten benötigte, um extrahiert zu werden. Bei Zebras dauerte es 12 Stunden. Eine vollständige Extraktion ist ihrer Meinung nach nicht möglich. Denn die Knochen, die sie ausgekocht hatten und anschließend weiter beobachtet haben, gaben noch mehrere Tage lang Fett ab.

Andererseits berichtet Saint-Germain (1997), dass das Wasser, in dem die Knochen ausgekocht werden, nicht zu „sprudelnd kochen“ dürfe, weil sonst das Fett nicht an die Oberfläche käme.

Zum Sieden von Knochen sind keine feuerfesten Behälter notwendig. Häute und Rindenbehälter können, wenn mit Wasser gefüllt, direkt dem Feuer ausgesetzt werden (Lupo and Schmitt 1997).

Nicht nur archäologische Fundplätze sind arm an Belegen, wie zerplatzte Kochsteine, Kochgruben, Feuerstellen, für das Kochen mit Kochsteinen, sondern auch bekannte Bisonjagdplätze, die bis in die jüngere Geschichte von indianischen Gruppen in Nordamerika genutzt wurden, weisen selten die o.g. Merkmale auf. Die Erklärung dafür scheint zu sein, dass Jagdplätze und Schlachtplätze nicht unbedingt die Orte der Fettausbeutung sind (Speth 1997: 37).

7 Kriterien für die Aneignung der Ressource Fleisch und Knochenmark

Aus den oben gemachten Ausführungen sollen folgende Kriterien auf die Nahrungsnutzung des Menschen in mittelpaläolithischen und jungpaläolithischen Fundplätzen angewandt werden.

7.1 Grundvoraussetzungen

Grundvoraussetzungen für die Aufnahme einer Fundschicht in die Untersuchung sind:

- Fundorte/Fundschichten, die nicht mit physikalischen Methoden datiert wurden (z.B. Fünfsterngrotte, Lurgrotte), werden nicht aufgenommen. Das ist notwendig, um in der Auswertung Klimasignale erkennen zu können.
- Die Stratigrafie der jeweiligen Fundschicht darf nicht gestört sein (z.B. Stillfried, Drachenhöhle), so dass die Zugehörigkeit der Schicht unklar ist.
- Die archäologischen Fundschichten, die untersucht werden, müssen zwingend Steinartefakte enthalten, als Beleg für die Anwesenheit von Menschen, die die Fauna verarbeitet haben. Peștera cu Oase beispielsweise zeichnet sich aus durch das Vorhandensein von menschlichen und tierischem Knochenmaterial, kann aber keine Steinartefakte vorweisen.
- Der Carnivorenanteil der Fundstelle, insbesondere bei Höhlenfundstellen muss unter 20 % der NISP liegen, da sonst nicht gewährleistet werden kann, dass das Fundensemble durch Menschen zustande gebracht wurde. Carnivorenverbiss wird teilweise von den Autoren der jeweiligen Studie erwähnt und wird auch als Kriterium für einen von Menschen oder Carnivoren angelegten Fundort mitherangezogen.

Diese beiden Aspekte werden bei der Beschreibung nicht mehr erwähnt, sondern gelten für die aufgenommenen Fundplätze und archäologischen Schichten.

7.2 Untersuchte Merkmale

Untersucht wird die Fauna von Fundplätzen im nördlichen Europa, wie sie in der Literatur veröffentlicht sind, während der OIS 3 nach den nachfolgend aufgeführten Merkmalen, um die Verwertung von Fleisch und Knochenmark bzw. Knochenfett zu erfassen, wie es entsprechend dem obenstehenden Text beschrieben wurde.

- Erfassung der Häufigkeit des Vorkommens bestimmter Taxa an einem Fundplatz. Die Häufigkeit wird bevorzugt durch die MNI erfasst. Nur wenige Fundplätze geben keine MNI an, in diesem Fall wird die NISP als Beleg für Häufigkeit genutzt. Dabei bin ich mir der o.g. Aussagen bezüglich der Vor- und Nachteile beider Maße, die die Häufigkeit angeben, bewusst.
- Erfassung von Fundplätzen, für die monospezifische Jagd belegt ist, als ein Kriterium der gezielten Ausbeutung einer bestimmten Ressource durch den Menschen.

- Erfassung der Anwesenheit sogenannter „Kleiner Tiere“ (Fische, Vögel, Hasenartige, Murmeltiere) im Faunenmaterial. Dabei ist klar, dass deren Einschleppung in die Fundplätze durch räuberische Tiere geschehen sein könnte, sie im Fall der Fische schwer nachweisbar sind, und anthropogene Spuren auf dem Knochenmaterial selten erkennbar sind.
- Erfassung des Mortalitätsprofils der Fauna, wie von den Bearbeitern angegeben.
- Erfassung der Skelettelementverteilung im Hinblick auf die Dominanz fleischreicher Skelettelemente nach Stiner (1991).
- Überprüfen des Vorhandenseins von anthropogenen Modifikationen am Knochenmaterial: Schlachtspuren, Schnittspuren, Brandspuren.
Brandspuren werden geringer bewertet als Schlacht- und Schnittspuren, da sie sowohl zufällig als auch zu anderen als Ernährungszwecken entstanden sein könnten.
- Erfassung der Knochenmarksgewinnung, als Beleg für die Anwesenheit des Menschen und Verarbeitung der Ressource Knochenfett. Intensiver Bruch von Knochen, sogenanntes Green Breakage, viele Langknochen und Schnittspuren an den unteren appendikulären Elementen der Extremitäten sind Indikatoren für Knochenmarksgewinnung.
- Erfassung der Jagdperiode, sofern von den Autoren angegeben (Wo immer in der Literatur eine gezielte Jagd auf Herbivoren im Spätsommer bis Herbst nachweisbar ist, gilt dies als ein Beleg dafür, dass die Tiere in diesem Zeitraum gejagt wurden, weil sie da die beste physische Verfassung und damit auch den höchsten Nährwert haben.).
- Vorhandensein von Herden/Aschelinsen/Combustion Features als Beleg für die Anwesenheit des Menschen und seiner Aktivitäten. Feuer als ein Hinweis für Nahrungszubereitung am Fundort, wobei andere Motivationen für die Feuerherstellung bedacht sind.

Ausgeklammert werden Zähne, Geweihe, Gehörne und Elfenbein, wenn sie dominieren, da sie anderen Zwecken als der Ernährung gedient haben.

Die einzelnen Merkmale werden von mir entsprechend ihrer Aussagekraft gewichtet. Am stärksten (Faktor 5) gewichtet werden Schlacht- und Schnittspuren, Evidenz für Knochenmarksgewinnung, Dominanz von Skelettelementen, die typisch für optimale Nahrungsgewinnung sind. Weniger stark gewichtet (Faktoren 2 –3) werden von mir das Vorhandensein Kleiner Tiere, monospezifische Jagd, Prime age adults Profil, die Ausschließbarkeit von Carnivorenaktivitäten am Fundplatz. Alle anderen Merkmale erhalten die Gewichtung 1.

Tab. V- 6, Bewertungsmerkmale eines Fundplatzes

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa		1	

Monospezifische Jagd		3	
Kleine Tiere		3	
Jagdmuster		5 = prime age adult andere = 3 keine = 0	
Skelettteilrepräsentanz		Ganze Karkasse, Extremitäten und Crania = 5 Metatarsalia, Me- tacarpalia Phalangen, Mandibulae = 3 keine = 0	
Schlacht- und Schnitt- spuren		5	
Brandspuren		1	
Knochenmarkgewinnung		5	
Jagdsaison		Sommer bis Herbst = 5 Ganzjährig = 5 Andere = 3 Keine = 0	
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen		1	
Σ = maximal erreichbare Summe		34	
Score = erreichte Werte			

Die maximal mögliche Summe, bei Anwesenheit aller auf die höchste Ausbeutungsrate bezogenen Punkte, ergibt die Summe von 34. Wird die am jeweiligen Fundplatz erreichte Punktzahl durch diese maximale Punktzahl dividiert, ergibt sich ein Score. Der maximal mögliche Score beträgt 1,0. Der minimal mögliche Score beträgt 0,03, wenn nur die dominanten Tierarten erfasst werden konnten. In diesem Fall wird der Fundort aus der Analyse ausgeschlossen, da er keinerlei weiterführende Daten liefert. Er wird nur genutzt zur Feststellung der dominanten Tierarten. Die Wahrscheinlichkeit, dass Menschen das Faunenmaterial als Nahrungsquelle ausgebeutet haben steigt, je mehr sich der Score dem Wert 1,0 nähert. Es lässt sich zum Abschluss erkennen, welche Fundplätze besonders

aussagekräftig sind. Dies stellt nur eine interne Begutachtung der Fundplätze dar und wird nicht als Ergebnis aufgenommen.

Bei Fundorten mit mehreren analysierbaren Fundschichten erhält jede Fundschicht eine eigene Zuweisung zu den Merkmalen.

Die Analyse wird begrenzt dadurch, dass das Faunenmaterial so fragmentiert oder von geringer Anzahl ist, dass keine Aussagen bezüglich Mortalitätsprofilen, Skeletteilrepräsentation und Schlacht- und Schnittspuren gemacht werden können.

Ein kleines Inventar wird automatisch auch eine geringe Anzahl an anthropogenen Modifikationen haben. Daher, wird wo möglich, die Anzahl von anthropogenen Modifikationen angegeben, aber keine Unterscheidung bezüglich der Häufigkeit zwischen den Fundplätzen vorgenommen

Alle Untersuchungsmerkmale werden im Auswertungsteil genutzt, um eventuelle Unterschiede zwischen den drei klimatischen Perioden in der OIS 3 zu erfassen. Daran schließt sich eine Auswertung der drei archäologischen Kulturen Mittelpaläolithikum, Aurignacien und Gravettien an. Alle Fundplätze werden im Anhang A zusammengefasst mit Text beschrieben.

7.3 Einschränkungen

Insgesamt gibt es sehr viele archäologische Fundplätze mit Faunenmaterial, aber nur wenige entsprachen den o.g. Kriterien, so dass zur Auswertung nur insgesamt 80 Fundplätze bzw. 99 Fundschichten über alle drei Zeitperioden der OIS 3 in Frage kamen.

Leider wurde die Fauna in der Vergangenheit häufig gar nicht aufgearbeitet (z.B. Stratzing, Krems-Rehberg), so dass eine stratigrafische Zuweisung der Knochen fehlt oder nur Knochenartefakte aufgenommen wurden. Mancherorts wurde die Fauna bei der Grabung vorselektiert und nur besondere Knochen aufbewahrt sowie Kleinsäuger verworfen.

In vielen Fällen wurde die Fauna nur paläontologisch aufgearbeitet (z.B. Evolution des Höhlenbären, Artzuweisung bei *Equus*) und die Ergebnisse zur Klimarekonstruktion und für chronologische Aussagen genutzt. Dies bedeutet, dass es keine Aussagen zum Zustand der Fauna, zu Carnivorenverbiss, zu anthropogenen Einflüssen auf die Fauna, Sterbepprofile oder Skelettrepräsentanz gibt. Dies schränkt die Aussagen bezüglich der Fauna als Nahrung erheblich ein. Moderne Neuauflösungen der Fauna aus alten Grabungen sind eher die Ausnahme.

Kapitel VI: Fundstellen der Faunenanalyse

1 Einleitung

Die Fundstellen, die genutzt wurden, um die Fauna entsprechend der unter Kapitel V vorgestellten Methode zu analysieren, wurden nach den drei klimatisch unterschiedlichen Perioden der OIS 3 eingeteilt. Die Fundstellen sind aufgeführt von West nach Ost (-4° westlicher Länge bis 30° östlicher Länge) und unter den heutigen Staatsgebieten zusammengefasst.

Jede Fundstelle enthält einen Tabellenkopf, in dem der Name der Fundstelle, geografische Länge und Breite, die Höhe über dem Meeresspiegel (keine Fundstelle liegt über 800 müNN, die Fundplatzgattung (Höhle, Abri, Freiland), die lithische Industrie, die Datierung und Datierungsmethode, wo möglich, die kalibrierten Daten und die Literaturquelle angegeben sind. Darunter sind die Daten zur Fauna als Text aufgenommen. Eine ausführliche Beschreibung des Fundplatzes mit Literaturangaben befindet sich im Anhang A.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind hier nachfolgend nur die zusammengefassten Daten aufgeführt.

2 Fundstellen der frühen Warmphase von 60 ka bis 45 ka

Aufgeführt sind 25 Fundorte mit 34 untersuchten Schichten/Arealen. Es handelt sich um 17 Höhlen, 8 Abris, 6 Freilandfundstellen, eine kollabierte Galerie, eine heute nicht mehr vorhandene Höhle und ein außen liegender Höhenrücken.

Die lithische Industrie aller Fundplätze fällt in das Mittelpaläolithikum. Dies und der Umstand, dass es sich um eine frühe Periode handelt, lässt annehmen, dass diese Fundplätze die Hinterlassenschaften von Neandertalern sind. Die Fundplatzdichte ist in Frankreich und Deutschland sehr hoch. Bedauerlicherweise fehlen viele östlich gelegene Gebiete, wie Österreich, Ungarn, Rumänien, Russland. Dies bedeutet eine große Fundlücke zwischen Polen und der Krim Halbinsel.

Fundort	Lynford	Les Pradelles	Abri Peyrony
Fundortgattung	Freiland	kollabierte Galerie	Abri
Lithische Industrie	MTA	La Quina Moustérien	Moustérien

Score	0,62	0,71	0,47
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i> = <i>C. elaphus</i> , <i>Bos sp.</i>
Monospezifische Jagd	-	78,1 – 89,7 % <i>R. tarandus</i>	-
Kleine Tiere	-	-	Leporiden
Jagdmuster	prime age adult	-	catastrophic profile bei <i>R. tarandus</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	Mammutcrania	Schädel, Mandibula, obere Extremitäten	Extremitäten
Schlacht- und Schnittspuren	nicht Mammut, aber andere	x	x
Brandspuren	-	-	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	Herbst	-
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Quelle	(Schreve 2006; Smith 2012)	(Costamagno et al. 2006)	(Martisius et al. 2015)

Fundort	Pech de l'Azé I	Pech de l'Azé I	Pech de l'Azé I
Fundortgattung	Abri Level 4	Abri Level 6	Abri Level 7
Lithische Industrie	MTA Typ A	MTA Typ B	MTA Typ B
Score	0,62	0,56	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>C. elaphus, Bos sp.</i>	<i>C. elaphus, Bos sp.</i>	<i>C. elaphus, Bos sp.</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	-	catastrophic profile	prime age adult
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	-	Extremitäten
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	-	-	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	ganzjährig, <i>C. elaphus</i>	<i>B. priscus</i> , ganzjährig, <i>C. elaphus</i> zu Beginn und während der warmen Jahreszeit	<i>C. elaphus</i> in der warmen Jahreszeit, <i>B. priscus</i> ganzjährig
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Quelle	(Blackmar 2002; Rendu 2010)	(Blackmar 2002; Rendu 2010)	(Blackmar 2002; Rendu 2010)

Fundort	Pech de l'Azé IV	Arcy-sur-Cure	Roc de Marsal
Fundortgattung	Abri, eingestürzt	Höhle Level D	Höhle
Lithische Industrie	Schicht 3: MTA	Level I: denticulate Mousterian Level D: Châtelperronian	La Quina
Score	0,62	0,44	0,74
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	eventuell	-	x
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	-	-	prime age adult
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	Metapodien	Extremitäten
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	-	-	wenig
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	Pferde im Winter, Ren im Frühling und Sommer	-	-
Herde, Feuerstellen	-	x	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Dibble et al. 2018; Niven and Martin 2018)	(Enloe 2013)	(Castel et al. 2017)

Fundort	Solutré-village	Abri du Maras	Mutzig
Fundortgattung	Freiland	Abri	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien	Mittel- paläolithikum	Mittel- paläolithikum
Score	0,62	0,94	0,47
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	eventuell	x	-
Kleine Tiere	-	Pisces, Leporiden	-
Jagdmuster	prime age adult	catastrophic profile	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	Extremitäten	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	-	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	Spätsommer bis Herbst	Sommer
Herde, Feuerstellen	-	x	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Blackmar 2002)	(Daujeard et al. 2017)	(Patou-Mathis 1997)

Fundort	Trou de l'Abîme	Balver Höhle	Balver Höhle
Fundortgattung	Höhle	Höhle Mammut	Höhle Pferd
Lithische Industrie	Moustérien	AH II und III: Micoquien, AH III: KMG- B1 Pradnik Horizont AH IV: Moustérien, KMG nach Jöris 2003	AH II und III: Micoquien, AH III: KMG- B1 Pradnik Horizont AH IV: Moustérien, KMG nach Jöris 2003
Score	0,35	0,62	0,47
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>M. primigenius</i>	Größenklasse 3+4
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster:	-	prime age adult	prime age adult bei <i>Equus sp.</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	vollständige Zerlegung der Karkassen	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	-	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	-	-
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Daujeard et al. 2016; Pirson et al. 2009)	(Günther 1964; Kindler 2012)	(Günther 1964; Kindler 2012)

Fundort	Plaidter Hummerich	Buhlen oberer Fundplatz	Königsau A, B
Fundortgattung	Freiland	Abri	Freiland
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum	Moustérien	Moustérien, Keilmesser Typ Pradnik
Score	0,41	0,68	0,41
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Bos sp.</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	<i>M. marmota</i>	Aves	Hecht, Brasse
Jagdmuster	-	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	Rippen und Langknochen von großen Herbivoren	-
Schlacht- und Schnittspuren	-	x	-
Brandspuren	-	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	Spätherbst	Ende April bis zum Herbst
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	-	Knochengeräte	-
Quelle	(Street 2002)	(Jöris 2001)	(Mania and Toepfer 1973)

Fundort	Salzgitter- Lebenstedt, alt	Salzgitter- Lebenstedt, neu	Kogelstein
Fundortgattung	Freiland	Freiland	zerstörte Höhle
Lithische Industrie	Keilmesser- Gruppe, Micoquien	Keilmesser-Gruppe, Micoquien	Moustérien
Score	0,76	0,85	0,32
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i> nach NISP <i>M. primigenius</i> nach Knochengewicht	<i>Equus sp.</i>
Monospezifisch	x	-	-
Kleine Tiere	-	Pisces	<i>M. marmota</i> , Aves, Pisces
Jagdmuster	junge Adulte	attritional profile bei <i>M. primigenius</i> , subadulte und juvenile	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	Extremitäten <i>R. ta- randus</i> , <i>Bos</i> und <i>Equus</i> ganze Karkasse	x
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	-	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	-
Jagdsaison	Oktober, September	ganzjährig <i>R. tarandus</i> : Früh- sommer bis Herbst, und Winter	x
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	Knochengeräte, Jagdwaffen	Retuscheure, Geweihhacken	Gebrauchsspuren- analyse liegt vor

Quelle	(Gaudzinski 1999a, 1999b, 2000; Gaudzinski and Roebroeks 2000; Guenther 1991; Kleinschmidt 1953; Ludowici and Pöppelmann 2018; Pastoors 2001)	(Ludowici and Pöppelmann 2018)	(Böttcher et al. 2000; Conard et al. 2012)
--------	---	--------------------------------	--

Fundort	Bockstein III	Bockstein IV	Geißenklösterle
Fundortgattung	Höhle und andere	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Keilmesser	Micoquien	Mittelpaläolithikum
Score	0,50	0,59	0,26
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	<i>Equus sp.</i>	<i>Ursus spelaeus</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Aves, Leporidae	Leporidae, <i>M. marmota</i> , Aves diverse	Aves, Pisces
Jagdmuster	Eventuell bei <i>R. tarandus</i> und <i>Equus sp.</i> : catastrophic profile	<i>C. elaphus</i> nur adulte	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Rippen und Wirbel bei juvenilen Equiden, sonst ganze Karkasse	<i>R. tarandus</i> nur Postcrania	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	x	-
Knochenmarkgewinnung	-		-
Jagdsaison	-	-	Pferde: Winter/ Frühling Höhlenbär: Winter
Herde, Feuerstellen	-	-	x

Bemerkungen	Knochengeräte unbestimmbare Funktion	-	-
Quelle	(Krönneck 2012)	(Krönneck 2012)	(Conard et al. 2006; Conard et al. 2012; Münzel and Conard 2004b)

Fundort	Hohlenstein-Stadel	Sirgenstein	Vogelherd
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum	Mittelpaläolithikum	Moustérien
Score	0,38	0,29	0,29
Dominanz einzelner Taxa	<i>Ursus sp.</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>Equus sp.</i> , <i>M. giganteus</i>	<i>Equus sp.</i> , <i>C. antiquitatis</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporidae, Aves, Pisces	Leporidae	-
Jagdmuster	juvenile und adulte Equiden, juvenile <i>C. antiquitatis</i>	-	leichte Dominanz der prime age adults bei den Equiden
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	-	überwiegend Crania bei den großen Herbivoren, außer Boviden
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	-
Brandspuren	x	-	-
Knochenmarkgewinnung	-	-	-
Jagdsaison	-	-	-
Herde, Feuerstellen	-	x	-
Bemerkungen	Knochenretuscheure	Knochenretuscheure	-
Quelle	(Conard et al. 2012; Kitagawa	(Conard et al. 2012; Münzel and	(Niven 2006)

	2014; Krönneck et al. 2004)	Conard 2004b; Schmidt 1912)	
--	-----------------------------	-----------------------------	--

Fundort	Sesselfelsgrotte II	Kúlna-Höhle Schicht 7a	Kúlna-Höhle Schicht 7c
Fundortgattung	Höhle	Höhle, Schicht 7a	Höhle, Schicht 7c
Lithische Industrie	Moustérien, Micoquien	Micoquien	Micoquien
Score	0,53	0,29	0,29
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>M. primigenius</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporidae	Aves, Leporidae	ja, aber keine quantitative Erfassung
Jagdmuster	-	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>R. tarandus</i> : Tibiaschaft, Metapodien, Phalangen	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	Leporidae	-	-
Brandspuren	x	-	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	-
Jagdsaison	-	-	x
Herde, Feuerstellen	-	x	-
Bemerkungen	-	NT Skelettreste in 7a	-
Quelle	(Freund and Reisch 2014; Maul 2014;	(Musil 2010; Valoch et al.	(Musil 2010; Valoch et al.

	Rathgeber 2002, 2014; Richter 1994; Weißmüller 1995)	1969; Valoch 1988)	1969; Valoch 1988)
--	---	-----------------------	-----------------------

Fundort	Raj Höhle	Molodova I	Karabi-Tamchin
Fundortgattung	Höhle	Höhle	außen liegender Höhenrücken
Lithische Industrie	East Charentian	Moustérien without bifacial form, rare Quina	Schicht III: Western Crimean Mousterian Schicht IV: Crimean Micoquian
Score	0,76	0,53	0,79
Dominanz einzelner Taxa	Schicht 6: <i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>	<i>M. primigenius</i>	<i>Equus sp.</i>
Monospezifisch	-	86 %	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	prime age adult	<i>M. primigenius</i> alle Altersklassen, juvenile dominant Mischung aus natürlichen Toden und Jagd	prime age adult bei <i>Equus</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	-	ganze Karkasse ausgebeutet
Schlacht- und Schnittspuren	x	diverse Taxa auch <i>M. primigenius</i>	x
Brandspuren	-	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	diverse Taxa auch <i>M. primigenius</i>	x
Jagdsaison	Frühling bis Herbstbeginn	-	Herbst bis Frühwinter

Herde, Feuerstellen	-	26 Herde	-
Quelle	(Patou-Mathis 2004b)	(Demay et al. 2012)	(Burke 2004)

Fundort	Chokurcha I
Fundortgattung	Abri
Lithische Industrie	Crimean Micoquian
Score	0,59
Dominanz einzelner Taxa	<i>S. tatarica</i>
Monospezifisch	-
Kleine Tiere	Leporidae, Aves
Jagdmuster	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	alle Skeletteile bei <i>S. tatarica</i> wurden verwertet
Schlacht- und Schnittspuren	x
Brandspuren	x
Knochenmarkgewinnung	x
Jagdsaison	-
Herde, Feuerstellen	-
Bemerkungen	11 Hammersteine 11 Knochen- retuscheure
Quelle	(Patou-Mathis 2004a)

3 Fundstellen der Übergangsphase mit vielen kalten Ereignissen, 44 ka bis 37 ka

Aufgeführt sind 19 Fundorte mit 21 untersuchten Schichten. Es handelt sich um 11 Höhlen, 5 Abris, 3 Freilandfundstellen, einen außen liegenden Höhenrücken und einen kollabierten Höhlenteil mit Galerie.

Bei 18 Fundplätzen fällt die lithische Industrie in das Mittelpaläolithikum und bei vier in das Aurignacien.

Die Fundplatzdichte ist in Frankreich, Belgien, Deutschland und der Krim Halbinsel sehr hoch. Bedauerlicherweise fehlen auch in diesem Zeitabschnitt viele östlich gelegene Gebiete, wie Österreich, Ungarn, Rumänien, Russland. Dies bedeutet eine große Fundlücke zwischen Polen und der Krim Halbinsel.

Fundort	St. Cesaire	St. Cesaire	Pech de l'Azé I
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Abri, Level 4
Lithische Industrie	EJOP sup. = Mousterian/ Châtelperronian EJOP inf. = den- ticated Mous- terian EGPF = denticulated Mousterian	EGPF: denticulated Mousterian	Level 4: MTA Typ A
Score	0,59	0,65	0,68
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp., Equus sp., R. tarandus</i>	<i>Bos sp., Equus sp., R. tarandus</i>	<i>Cervus elaphus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	-	-	catastrophic profile

Dominanz einzelner Skelettelemente	Femur, Tibia, Cranium, Mandibula, Langknochen allgemein	überwiegend Langknochen Schädel	Extremitäten
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	Ren: Winter-Frühling Pferd: Frühling-Sommer	-	ganzjährig <i>C. elaphus</i> , <i>Bos sp.</i>
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Morin 2012)	(Morin 2012)	(Blackmar 2002)

Fundort	Pech de l'Azé I	Roc-de-Combe	Mauran
Fundortgattung	Abri, Level 6	Höhle	Freiland- fundstelle
Lithische Industrie	Level 6: MTA Typ B	Châtelperronien, Schicht 8	Moustérien
Score	0,53	0,65	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>C. elaphus</i> , <i>B. priscus</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>Bos sp.</i> (eine Aussage zur Bisonart wird nicht getroffen)
Monospezifisch	-	-	98,7%
Kleine Tiere	-	Leporidae, aber sehr gering	-
Jagdmuster	catastrophic profile	catastrophic profile: <i>R. tarandus</i>	catastrophic profile
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	-	obere und untere Extremitäten von vorne und hinten, Mandibula
Schlacht- und Schnittspuren	-	diverse Taxa	x
Brandspuren	x	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	<i>B. priscus</i> : ganzjährig, <i>C. elaphus</i> : zu Beginn der und während der	Pferd: Sommer bis Spätherbst Ren: Spätherbst bis Winter	Spätsommer bis Herbst

	warmen Jahreszeit		
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Blackmar 2002)	(Grayson and Delpech 2008; Soulie and Mallye 2012)	(Farizy et al. 1994)

Fundort	Grotte du Renne Schicht Xc	Grotte de Spy	Le Trou Magritte
Fundortgattung	kollabierter Höhlenteil und Galerie	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Schicht X, IX, VIII: Châtelperronien, X = Xa, Xb, Xc	Moustérien	Stratum 2: Aurignacien Stratum 3: Aurignacien
Score	0,65	0,32	0,50
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>Equus sp.</i>	<i>R. tarandus</i> ,
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporiden, aber nur MIN:2	-	geringe Anzahl Leporiden
Jagdmuster	prime age adult: Ren	-	schwache Belege für catastrophic profile
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten, Crania: Ren, Pferd, Boviden	Mammutkälberschädel Pferdeschädel Postcranium: <i>R. tarandus</i>	Schädel bei den Equiden, <i>R. tarandus</i> und <i>C. ibex</i> ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	-
Brandspuren	x	-	-
Knochenmarkgewinnung	x	?	x
Jagdsaison	-	-	<i>Bos sp.</i> : Winter

			<i>R. tarandus</i> : Spätwinter bis Frühling
Herde, Feuerstellen	3 sehr klein	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Tolmie 2013)	(Germonpré et al. 2012/ 2013, 2014)	(Gautier et al. 1997; Otte 1995)

Fundort	Goyet	Lommersum	Volkringhauser Höhle
Fundortgattung	Höhle	Freiland	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien	Aurignacien	spätes Mittelpaläolithikum
Score	0,47	0,68	0,47
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	<i>C. elaphus</i> und <i>Equus sp.</i> : prime age, <i>C. antiquitatis</i> und <i>M. primigenius</i> : juvenile	-	fraglich, da geringe Anzahl
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	Extremitäten bei Pferd und Ren	Langknochen, Rippen bei <i>M. primigenius</i> und <i>C. antiquitatis</i>
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	diverse Taxa
Brandspuren	-	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	<i>R. tarandus</i> : März bis Juni und Nov bis Anfang April	-
Herde, Feuerstellen	-	x	-

Bemerkungen	Kannibalismus Knochenwerk- zeuge	-	-
Quelle	(Comeyne 2012- 2013; Rougier et al. 2016)	(Hahn 1989)	(Tafelmaier 2011)

Fundort	Geißenklösterle	Hohlenstein-Stadel	Vogelherd
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	AH IV - VIII Mittel- paläolithikum	Mittel- paläolithikum	Aurignacien
Score	0,26	0,15	0,85
Dominanz einzelner Taxa	<i>(U. spelaeus,)</i> <i>Equus sp., R. tarandus</i>	<i>(U. spelaeus,)</i> <i>Equus sp.</i>	<i>R. tarandus,</i> <i>Equus sp., M. primigenius</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Aves, Pisces	Leporidae, Aves, Pisces	Leporidae, Aves
Jagdmuster	-	-	<i>Equus sp.</i> = attritional profile <i>Rangifer tarandus</i> : catastrophic
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	-	<i>R. tarandus</i> : Extremitäten <i>Equus sp.</i> : Extremitäten und Crania <i>M. primigenius</i> Crania
Schlacht- und Schnittspuren	x	Schlagspuren > Schnittspuren in Anzahl MPR: 4,2% MPU: 1,2 %	x
Brandspuren	-	2,17 % aller Knochen	x

Knochenmarkgewinnung	-	-	x
Jagdsaison	-	-	<i>R. tarandus.</i> Spätsommer bis Herbst <i>Equus sp.:</i> Sommer bis Frühherbst
Herde, Feuerstellen	-	-	6 Herde
Bemerkungen	-	Knochen- retuscheure	-
Quelle	(Conard et al. 2006; Conard et al. 2012; Münzel and Conard 2004b)	(Blanco-Lapaz 2019; Kitagawa 2019)	(Niven 2006)

Fundort	Stránská Skála IIIb	Mezmaiskaya Cave	Kabazi II
Fundortgattung	Freilandfundstelle	Höhle	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Aurignacien	Moustérien	Western Crimean Mousterian
Score	0,21	0,41	0,74
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Bos sp.</i>	<i>B. priscus</i> , <i>Capra</i> <i>und Ovis</i>	<i>E. hydruntinus</i>
Monospezifisch	-	-	94,7 % <i>E. hydruntinus</i>
Kleine Tiere	-	<i>M. marmota</i>	-
Jagdmuster	-	-	catastrophic profile, teilweise prime age adult, aber auch Jagd auf ganze Familienverbände
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	ganze Karkasse	ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	-
Brandspuren	-	-	x
Knochenmarkgewinnung	fraglich	-	x
Jagdsaison	-	-	Level II/ 7E: Frühling
Herde, Feuerstellen	4 Herde	-	-

Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Musil 2003, 2010; Svoboda and Bar-Yosef 2003; Valoch 1988)	(Baryshnikov et al. 1996)	(Patou-Mathis 1999)

Fundort	Kabazi V	Karabi-Tamchin	Starosele
Fundortgattung	kollabierter Abri	außen liegender Höhenrücken	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Western Crimean Mousterian	Western Crimean Mousterian	Western Crimean Mousterian
Score	0,65	0,74	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>S. tatarica</i>	<i>Equus sp.</i>	<i>Equus sp.</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	-	prime age adult: <i>Equus</i>	viele adulte aber auch Familienherden
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	alle Skeletteile ausgebeutet	ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	Spätsommer	Herbst - Frühwinter	Sommer bis Herbst in allen drei Leveln
Herde, Feuerstellen	-	-	in zwei der drei Level
Bemerkungen	11 Knochenretuscheure im Level III/ 1, davon 3 Knochenretuscheure im Level III/1 A mit	-	-

	Gebrauchsspuren an den Enden		
Quelle	(Patou-Mathis 1999)	(Burke 2004)	(Burke 1999, 2000)

4 Fundstellen der Phase der langsamen Abkühlung hin zum LGM 36 ka bis 27 ka

Aufgeführt sind 36 Fundorte mit 44 untersuchten Schichten/Arealen. Es handelt sich bei den Schichten/Arealen um 14 Höhlen, 5 Abris, 25 Freilandfundstellen.

Bei 19 Schichten/Arealen gehört die lithische Industrie in das Aurignacien, bei 25 ins Gravettien, einmal in das Châtelperronien, einmal in das Crimean Micoquien und einmal in das Crimean Middelpalaeolithic.

Die beiden letzten sind die Fundplätze Buran-Kaya III und Kiik-Koba auf der Krim Halbinsel, wo offenbar zu Zeiten, in denen sich im übrigen Europa das Aurignacien und das Gravettien ausgebreitet hatten, noch späte Neandertaler beheimatet waren.

Die Fundplatzdichte ist in Frankreich, Belgien, Süddeutschland, Österreich, Tschechien, Polen und der Krim Halbinsel sehr hoch. Die am weitest östlich gelegene Fundstelle ist Kostenki (39° östlicher Länge).

Fundort	Abri Pataud	Castanet	Le Flageolet I
Fundortgattung	Abri	kollabierter Abri	Abri
Lithische Industrie	Aurignacien	frühes Aurignacien	11 Schichten Jungpaläolithikum
Score	0,74	0,71	0,88
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i> , <i>E. caballus</i>	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	-	85 %	95 %
Kleine Tiere	-	Leporidae NISP: 30	Aves, Pisces

Jagdmuster	catastrophic profile: <i>R. tarandus</i> , <i>Equus</i> sp.	-	prime age adult, <i>R. tarandus</i>
Dominanz einzelner Skeletelemente	ganze Karkasse Epiphysen sind unterrepräsentiert	Extremitäten	Extremitäten
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	x	-
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	<i>R. tarandus</i> : Winterzeit <i>Equus</i> : Sommer	-	Winter
Herde, Feuerstellen	2 mit Knochenkohle	x	-
Bemerkungen	-	-	1 Knochenretuscheur
Quelle	(Chiotti et al. 2003)	(Villa et al. 2004)	(Enloe 1993; Grayson and Delpech 1998)

Fundort	Roc-de-Combe	Les Bossats	Solutré
Fundortgattung	Höhle	Freiland	Felsvorsprung
Lithische Industrie	Aurignacien	Gravettien	Aurignacien
Score	0,74	0,53	0,62
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>Bos sp.</i>	<i>Equus sp.</i> ,
Monospezifisch	78,46 % und 96,7 % <i>R. tarandus</i>	-	-
Kleine Tiere	Leporiden, aber nur in geringem Umfang	-	-
Jagdmuster	catastrophic profile	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	ganze Karkasse, aber Crania fehlen	ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	x	Knochen ev. als Brennmaterial	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	-	<i>Equus</i> : Spät-herbst bis Winter <i>R. tarandus</i> : Herbst bis Winter, Sommer bis Herbst
Herde, Feuerstellen	Equiden: Spät-sommer,	2 Herde	x

	Rentiere: Sommer		
Quelle	(Grayson and Delpech 2008; Soulier and Mallye 2012)	(Lacarrière et al. 2015)	(Connet et al. 2012)

Fundort	Le Trou Magritte	Goyet	Geißenklösterle
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Stratum 2: Aurignacien	Aurignacien	Aurignacien
Score	0,53	0,32	0,29
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i> , <i>C. ibex</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>R. tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>M. primigenius</i> , <i>U. spelaeus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporidae, aber nur in geringer Anzahl	-	Pisces, Aves groß und klein
Jagdmuster	schwache Belege für prime age adult	prime age adult: <i>Equus sp.</i> , <i>C. antiquitatis</i> , <i>C. elaphus</i>	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Schädel bei den Equiden, <i>R. tarandus</i> , <i>C. ibex</i> : ganze Karkasse	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	-	x	Schnittspuren an großen Vögeln
Brandspuren	-	-	auch an Vogelknochen
Knochenmarkgewinnung	x	unsicher	-
Jagdsaison	Winter	-	-
Herde, Feuerstellen	-	-	Aschelinsen in beiden Aurignacienhorizonten

Bemerkungen	-	Kannibalismus	-
Quelle	(Gautier et al. 1997)	(Comeyne 2012-2013; Rougier et al. 2016)	(Conard et al. 2019; Hahn et al. 1977; Hahn 1988; Münzel 2005; Münzel and Conard 2004a)

Fundort	Geißenklösterle	Hohle Fels	Brillenhöhle
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Gravettien	Gravettien	Gravettien
Score	0,38	0,59	0,44
Dominanz einzelner Taxa	<i>(U. spelaeus,)</i> <i>M. primigenius</i>	<i>(U. spelaeus)</i> <i>diverse</i> <i>Herbivoren</i>	<i>(U. spelaeus),</i> <i>Lepus timidus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Pisces, Aves groß und klein	-	<i>Lepus timidus,</i> <i>Lagopus lagopus</i> <i>vel Lagopus</i> <i>mutus,</i> 4 Arten Pisces, Aves
Jagdmuster	-	-	Prime age adult bei <i>Lagopus</i> <i>lagopus</i> vel <i>Lagopus mutus</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	Schnittspuren an großen Vögeln	Fußknochen jun- ger Mammuta	-
Brandspuren	x	<i>U. spelaeus</i> als Brennmaterial	-
Knochenmarkgewinnung	-	x	<i>U. spelaeus</i>
Jagdsaison	Pferd: Winter, Mammut: Früh- jahr Höhlenbär: Winterende	Winter	-
Herde, Feuerstellen	2 Feuerstellen	-	in VIII: Brand- schicht 1,8 m lang, 0,3 m–0,65

			m breit und 0,35 m tief und VII = Feuerstelle
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Conard et al. 2019; Hahn et al. 1977; Hahn 1988; Münzel 2005; Münzel and Conard 2004b)	(Münzel et al. 2001)	(Conard and Bolus 2008; Riek 1973; Riek et al. 1973)

Fundort	Bockstein Törle VII	Hohlenstein- Stadel	Vogelherd
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien	Aurignacien	Aurignacien
Score	0,29	0,59	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>	<i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i> , <i>U. spelaeus</i> = dominant	<i>R. tarandus</i> , <i>M. primigenius</i> <i>Equus sp.</i> (überwiegend Zähne und Elfenbein), <i>Equus sp.</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporidae, Aves, diverse	Leporidae, Wasservögel, Pisces	Leporidae, Aves wenige
Jagdmuster	-	prime age adult: <i>Equus sp.</i>	Opportunistische Jagd auf <i>C. antiquitatis</i> und <i>Bos sp.</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	<i>U. spelaeus</i> : ganze Karkasse <i>Equus sp.</i> : Post-cranium <i>R. tarandus</i> : Hinterextremitäten und Metapodien <i>C. antiquitatis</i> und <i>M. primigenius</i> : Schädel überrepräsentiert	alle Skeletteile <i>R. tarandus</i> und <i>Equus sp.</i> bei <i>R. tarandus</i> hoher Anteil an Tibiae und Metatarsalia
Schlacht- und Schnittspuren	n= 3	n= 16	-

Brandspuren	n= 230	n= 48	-
Knochenmarkgewinnung	-	-	-
Jagdsaison	-	-	<i>R. tarandus</i> : Spätsommer und Herbst <i>Equus</i> : Sommer bis Frühherbst
Herde, Feuerstellen	-	-	nach Riek 1934
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Krönneck 2012, 2012)	(Kitagawa 2014)	(Niven 2006)

Fundort	Groß-Weikersdorf C	Krems-Wachtberg	Krems-Wachtberg (2005-2011)
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Aurignacien	Gravettien	Gravettien
Score	0,32	0,68	0,62
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>M. primigenius</i>	<i>M. primigenius</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	-	-	<i>Lepus timidus</i>
Jagdmuster	-	attritional profile bei Mammuta	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	Crania der juvenilen <i>M. primigenius</i> , Metapodien und Phalangen →Fettnutzung der Fußpolster	Extremitäten, Rippen, Wirbelsäule von <i>M. primigenius</i> Extremitäten, Rippen, Schädel, Mandibula von <i>Equus sp.</i>
Schlacht- und Schnittspuren	am meisten bei <i>M. primigenius</i>	viele bei Mammuta	x
Brandspuren	-	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	insbes. juvenile Mammuta	x
Jagdsaison	-	Herbst bis Frühwinter auf juvenile <i>M. primigenius</i>	-
Herde, Feuerstellen	-	2 Aschegruben	1 Herd, Ø 1,5 m

Bemerkungen	3 Artefakte aus Geweih 1 Kochstein 2 Unterlagen	Nachweis der Mammutknochen -fettverarbeitung	-
Quelle	(Rabeder 1996)	(Fladerer 2011; Fladerer et al. 2014)	(Fladerer et al. 2014)

Fundort	Krems-Hundssteig	Willendorf II	Willendorf II
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Aurignacien/ Gravettien	Aurignacien	Gravettien
Score	0,85	0,35	0,21
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i> , <i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i> , <i>C.</i> <i>ibex</i>	<i>C. ibex</i>
Monospezifisch	<i>M. primigenius</i>	-	-
Kleine Tiere	Enten- und Gänsevögel, wohl nicht anthropogen, Leporiden, Biber	-	-
Jagdmuster	-	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten von <i>R. tarandus</i> zur Knochenmarkgewinnung, <i>M. primigenius</i> nur fleischreiche Teile wurden ins Camp transportiert	Extremitäten	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	-	-
Brandspuren	x	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	Für Ren, Nashorn, Pferd; Frühling bis Sommer	-	-

	AH 3.2: Wolf: Spätwinter bis Frühling Ren: Sommer AH 3.3: Ren: Sommer- monate Nashorn: Mai bis Juli AH 3.4: Pferd: Frühjahr und Hochsom- mer Vulpes: August bis Oktober		
Herde, Feuerstellen	2, mit Holzkohlen (Kiefer)	-	-
Bemerkungen	Im Aurignacien- horizont 1Kochstein	-	-
Quelle	(Fladerer and Salcher- Jedrasiak 2010; Neugebauer- Maresch 2008)	(Felgenhauer 1956-1959)	(Felgenhauer 1956-1959)

Fundort	Milovice I	Milovice IV	Dolní Věstonice Grabung 1924
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Gravettien	Gravettien	Gravettien
Score	0,74	0,44	0,32
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i> ,	<i>R. tarandus</i> , <i>M. primigenius</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>M. primigenius</i>
Monospezifisch	98,7 %	-	-
Kleine Tiere	-	Leporidae, Aves	Leporidae, Aves
Jagdmuster:	prime age adult profile	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse <i>M. primigenius</i> , aber Fehlen von Fußknochen	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	-
Brandspuren	-	stark ausgeprägt, alle Stufen der Verbrennung	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	?	-	-
Herde, Feuerstellen	x	-	n=3
Bemerkungen	-	-	Reibsteine mit Unterlage
Quelle	(Brugère et al. 2009; Oliva 2009a, 2009b;	(Brugère et al. 2009; Oliva 2009b; Svoboda et al. 2011)	(Absolon 1938; Klíma 1963; Wertz et al. 2015)

	Svoboda et al. 2011)		
--	-------------------------	--	--

Fundort	Dolní Věstonice Grabung 1963	Dolní Věstonice Grabung 1987	Dolní Věstonice 1985–1991
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Gravettien	Gravettien	Gravettien
Score	0,38	0,21	0,44
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i>	<i>M. primigenius</i>	<i>M. primigenius</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	Leporidae	Aves, 1,9 % des Knochen- materials	Aves, Leporidae
Jagdmuster	-	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	werden erwähnt	x	x
Brandspuren	-	-	x
Knochenmarkgewinnung	wahrscheinlich bei <i>M.</i> <i>primigenius</i> , da starke Fragmentierung	-	x
Jagdsaison	-	-	-
Herde, Feuerstellen	x	im Siedlungsareal	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Klíma 1963)	(Klíma 1995)	(Wojtal et al. 2016)

Fundort	Dolní Věstonice DV IIa und DV southern edge, Grabungen 1997, 1999, 2012, 2015	Pavlov I gesamt	Pavlov VI
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Gravettien	Gravettien	Gravettien
Score	0,44	0,76	0,35
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>R. tarandus</i> , <i>Leporidae</i> , <i>M.</i> <i>primigenius</i>	<i>M. primigenius</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>R.</i> <i>tarandus</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	<i>Leporidae</i>	<i>Leporidae</i> , <i>Tetraonidae</i> , <i>Corvidae</i>	-
Jagdmuster	-	viele Jungtiere bei allen Taxa, attritional profile	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	alle Skeletteile	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	über 300 an <i>R.</i> <i>tarandus</i>	x
Brandspuren	x	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	x	x
Jagdsaison	-	<i>R. tarandus</i> : <i>Winter</i>	-
Herde, Feuerstellen	-	x	-
Bemerkungen	-	-	-

Quelle	(Sázelová 2016)	(Bochenski et al. 2009; Brühl 2005; Musil 2005; Sajnerová 2005; Soffer and Vandiver 2005; Svoboda 2005; Svoboda 2011; Wertz et al. 2015; Wojtal et al. 2005; Wojtal et al. 2012)	(Wojtal et al. 2011).
--------	-----------------	--	-----------------------

Fundort	Pavlov VI excavations 2007-2011	Předmostí	Stránská Skála IIIb
Fundortgattung	Freiland	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Gravettien	Pavlovien	Aurignacien
Score	0,50	0,21	0,21
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i> ,	<i>M. primigenius</i>	<i>Equus sp.</i> , <i>Bos sp.</i>
Monospezifisch	-	72,05 %	-
Kleine Tiere	-	<i>Leporidae</i> , <i>Corvidae</i> , <i>Tetraonidae</i>	-
Jagdmuster	-	-	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>Equus sp.</i> ganze Karkasse	-	-
Schlacht- und Schnittspuren	x	-	x
Brandspuren	viele verbrannte Knochen	-	-
Knochenmarkgewinnung	insbesondere <i>M. primigenius</i>	-	unsicher
Jagdsaison	-	-	-
Herde, Feuerstellen	-	-	4 Herde
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Wojtal et al. 2011)	(Musil 2003; Wertz et al. 2015)	(Musil 2003; Musil 2010; Svoboda and Bar-Yosef 2003)

Fundort	Deszczowa Höhle	Krakow Spadzista Street	Jaksice II, 2011–2013
Fundortgattung	Höhle	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Epigravettien	Gravettien	Gravettien
Score	0,21	0,44	0,38
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>M. primigenius</i>	<i>R. tarandus</i>
Monospezifisch	-	99,8 %	-
Kleine Tiere	-	-	-
Jagdmuster	-	Typ A nach Haynes, ev. Jagd auf eine Familienherde	-
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	ganze Karkasse	<i>M. primigenius</i> : Rippen, Wirbelsäule, Phalangen <i>R. tarandus</i> : Extremitäten, keine Crania
Schlacht- und Schnittspuren	x	nur wenige	x
Brandspuren	x	nur wenige, Heizmaterial	x
Knochenmarkgewinnung	-	-	-
Jagdsaison	-	-	-
Herde, Feuerstellen	-	-	n= 2
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Wojtal 2007)	(Wojtal and Sobczyk 2005)	(Wilczynski et al. 2015)

Fundort	Oblazowa Cave	Bodrogkeresztúr-Henye	Buran-Kaya III/ Krim
Fundortgattung	Höhle	Freiland	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Gravettien	frühes Gravettien, Pavlovien	Crimean Micoquian (Kiik-Koba facies)
Score	0,41	0,65	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	<i>Equus sp.</i> ,	<i>S. tatarica</i>
Monospezifisch	-	-	-
Kleine Tiere	45 Vogelarten 4 Fischarten	-	-
Jagdmuster	-	prime age adult: <i>Equus sp.</i> und <i>A. alces</i>	prime age adult <i>S. tatarica</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	obere Extremitäten, Schädel: <i>Equus sp.</i> , obere Extremitäten, Schädel: <i>A. alces</i>	alle Skeletteile, aber bulk strategy, weil alles ausgebeutet wird: Fleisch, Knochenmark, Gehirn, Zunge
Schlacht- und Schnittspuren	x	-	x
Brandspuren	-	x	x
Knochenmarkgewinnung	x	sehr wahrscheinlich, aber nicht erwähnt	x
Jagdsaison	-	<i>A. alces</i> : Frühling bis Sommerbeginn und Herbst	April bis Juli

		<i>Equus</i> : Frühling, Winter	
Herde, Feuerstellen	-	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Quelle	(Valde-Nowak et al. 2003)	(Dobosi 2000)	(Patou-Mathis 2004a)

Fundort	Kiik-Koba	Siuren I/Krim	Kostenki 14/ Schicht II
Fundortgattung	Höhle	Höhle	Freiland
Lithische Industrie	Crimean Mittel- palaeolithic (keine Levalloise Methode)	Aurignacien	Early Upper Pa- laeolithic, Gorodsov ar- chaeological cul- ture
Score	0,59	0,79	0,76
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. giganteus</i> , <i>Equus sp.</i>	<i>S. tatarica</i>	<i>E. latipus</i>
Monospezifisch	-	-	95%
Kleine Tiere	-	Leporidae in Einheit G	Leporidae
Jagdmuster	prime age adult bei <i>M. giganteus</i> und <i>Equus</i>	viele adulte Tiere, aber nicht signifikant, da große Teile der Fauna nicht bestimmt werden konnten	catastrophic profile
Dominanz einzelner Skeletelemente	hoher Anteil an „Fußknochen“ von <i>M.</i> <i>primigenius</i> , <i>S.</i> <i>tatarica</i> , <i>M.</i> <i>giganteus</i>	<i>S. tatarica</i> : ganze Karkasse <i>Bos sp</i> , <i>Equus</i> <i>sp.</i> , <i>M.</i> <i>giganteus</i> : teilweise	ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x	x
Brandspuren	-	x	-
Knochenmarkgewinnung	verschiedene Taxa	x	x

Jagdsaison	-	Dezember bis März für <i>Equus</i> nur ein Individuum	-
Herde, Feuerstellen	3 Herde	8 Herde in Einheit F	x
Bemerkungen	Knochenretuscheure	-	-
Quelle	(Demidenko and Uthmeier 2013; Sablin 2013)	(Demidenko and Noiret 2012; Massé and Patou-Mathis 2012)	(Hoffecker et al. 2010)

Fundort	Kostenki 15	Kostenki 12/ Schicht III
Fundortgattung	Freiland	Freiland
Lithische Industrie	Early Upper Palaeolithic, Gorodsov archaeological culture	Early Upper Palaeolithic, Gorodsov archaeological culture
Score	0,71	0,56
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus latipus</i>	<i>Equus latipus</i> , <i>Rangifer tarandus</i>
Monospezifisch	> 95 %	-
Kleine Tiere	Leporidae	-
Jagdmuster	-	adulte und subadulte <i>R. tarandus</i> adulte, subadulte, juvenile <i>E. latipus</i>
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	ganze Karkasse
Schlacht- und Schnittspuren	x	x
Brandspuren	-	-
Knochenmarkgewinnung	x	x
Jagdsaison	-	-
Herde, Feuerstellen	x	-

Quelle	(Hoffecker et al. 2010)	(Hoffecker et al. 2010)
--------	-------------------------	-------------------------

5 Zusammenfassung

Zur Auswertung der o.g. Merkmale ist es notwendig, die Anzahl der in jeder Zeitperiode verwendeten Fundstellen, bzw. die Anzahl der Schichten, festzustellen. Insgesamt wurden über die drei Zeithorizonte der OIS 3 98 (achtundneunzig) Fundschichten ausgewertet. Die Anzahl der Fundplätze ist leider in den drei Zeitperioden nicht gleich groß, das liegt aber auch daran, dass die Perioden unterschiedlich lang sind.

Tab. VI- 1, Übersicht

	Periode 1: frühe Warmphase	Periode 2: Übergangsphase mit vielen kalten Ereignissen	Periode 3: langsame Abkühlung zum LGM
Fundplätze	25	19	36
Schichten/ Areale	34	21	44
davon Schichten/ Areale: Höhle	17	11	14
davon Schichten/ Areale: Abri	8	5	5
davon Schichten/ Areale: Freiland	6	4	25
davon Schichten/ Areale: andere	3	1	-
davon Schichten im Mittelpaläolithikum	34	17	2
davon Schichten im Aurignacien	-	4	18*
davon Schichten im Gravettien	-	-	24
Höhe müNN	108 – 800	72 – 800	88 – 687

Publikationszeitpunkt	zwischen 1953-2018 Schwerpunkt 2000er Jahre	zwischen 1988 und 2016 Schwerpunkt 2000er Jahre	zwischen 1938 und 2019 Schwerpunkt 2000er und 2010er Jahre
	Mittelpal Schichten gesamt	Aurignacien Schichten gesamt	Gravettien Schichten gesamt
	52	21	25

* eine Doppelbenennung Aurignacien und Gravettien

Kapitel VII: Ergebnisse I: gegliedert nach den drei klimatischen Zeitperioden der OIS 3

1 Einführung

Wie unter der Ökologie Weichsel/Würm beschrieben (Kap. II), ist die OIS 3 in drei klimatisch unterschiedliche Perioden einzuteilen. Die Periode I von 60 – 45 ka ist die stabile Warmphase, die Periode II 44 – 37 ka ist die Zeit mit starken Klimaschwankungen und die Periode III 36 – 27 ka ist die Zeit, in der es immer kälter wird, hin zum LGM.

Für diese drei Perioden, die jeweils eine unterschiedliche Länge aufweisen, wurden ausgewählt:

- Periode I: 25 Fundorte mit 34 Schichten
- Periode II: 19 Fundorte mit 21 Schichten
- Periode III: 36 Fundorte mit 44 Schichten

Die jeweilige Anzahl der Fundplätze ist abhängig von der Zeittiefe, der Bevölkerungsdichte und der untersuchten Zeitperiode. So sind in Periode II nur 19 Fundorte vorhanden, sie ist aber auch die kürzeste der drei Perioden.

Da die Fauna hinsichtlich ihres Wertes für die Ernährung des eiszeitlichen Menschen bestimmt werden sollte, wurde sie nach den Kriterien ausgewertet, wie sie im Kapitel V besprochen sind.

1.1 Räumliche Verteilung

Die drei geografischen Regionen verfügen nach den Analysen des Stage 3 Projektes über folgende Fauna:

- Viele große Säugetiere, inklusive ausgestorbene Taxa, rezente kälteadaptierte Arten sowie rezente ubiquitär vorkommende Arten:
Carnivoren: *Canis lupus*, *Ursus arctos*, *Ursus spelaeus* (†), *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus* (†), *Crocuta crocuta* (†), *Panthera leo* (†), *Panthera parthus* (†), *Felis silvestris* (†),
Herbivoren: *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Capreolus capreolus*, *Rubicapra rubicapra*, *Capra ibex*, *Ovibos moschatus*, *Bos/Bison*, *Equus ferus*, *Rangifer tarandus*, *Mammuthus primigenius* (†), *Coelodonta antiquitatis* (†) (extrem kälteangepasst), *Megaloceros giganteus* (†), *Equus sp.*,
- In höher gelegenen Regionen: *Rubicapra rubicapra*, *Capra ibex*, *Marmota marmota*.

1.1.1 Region: Zentralnord

Die an gemäßigte Temperaturen angepassten Taxa *Sus scrofa* und *Capreolus capreolus* sind vorhanden, sind aber nicht stark repräsentiert. *Megaloceros giganteus* ist nur an wenigen Orten der Region registrierbar.

1.1.2 Region: Nordost

In dieser Region sind montane Taxa nicht vertreten, da es sich bei dieser Region größtenteils um die russische Ebene handelt. Nachgewiesen sind : *M. primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*, *Bos primigenius*, *Bison*, *Saiga tatarica*, *Ovibos moschatus*.

Dabei ist zu beachten, dass die Aussagen des Stage 3 Projektes lediglich die Anwesenheit einer Tierart registriert haben, nicht jedoch deren zahlenmäßiges Vorkommen in den einzelnen Regionen. Es bestehen also hier keinerlei Angaben zu den Häufigkeiten der vorkommenden Taxa.

1.2 Räumliche Verteilung gekoppelt mit zeitlicher Periode

Innerhalb der gewählten nördlichen Regionen von 43° – 52° nördlicher Breite kommen alle genannten Taxa auch innerhalb der Zeitperiode vor 37 ka (Periode I und II) sowie zwischen 36 – 27 ka (Periode III) vor.

Entsprechend des immer kälter werdenden Klimas wäre eine räumliche Verlagerung von kälteintoleranten Taxa zu erwarten. Dies ist nur für *U. spelaeus* und *C. lupus* in ihrer südlichsten Verbreitung der Fall (vgl. Tab. VI-1).

Bei den kältetoleranten Tieren treten Ausbreitungen noch weiter in den Norden hinzu, so bei *M. primigenius*, *C. antiquitatis*. Leichte Veränderungen gegen Norden zeigen *M. giganteus* und *R. rubicapra*.

Alle anderen Taxa verändern ihren Lebensraum bezüglich der geografischen Ausdehnung im Laufe der letzten beiden Perioden, die ja klimatisch auffällig sind, nicht!

Ein sehr weites geografisches Spektrum in allen Phasen belegt *R. tarandus* zwischen 42° und 61° nördlicher Breite, gefolgt von *Equus ferus* und *M. primigenius*.

Ein enges geografisches Spektrum belegt *A. alces* mit 43° bis 50° nördlicher Breite und *U. spelaeus* mit 41° bis 53° nördlicher Breite. *R. rubicapra* zeigt in der letzten Periode eine enge geografische Ausbreitung von 44° bis 50°.

Tab VII- 1, Räumliche und zeitliche Verteilung der Taxa nach (Stewart 2007)

Tierart	< 37 ka [° nördl. Breite]	37 ka–27 ka [° nördl. Breite]
<i>C. elaphus</i>	36,13 – 51,76	36,13 – 52,1
<i>A. alces</i>	43,34 – 50,46	43,34 – 50,46
<i>R. rubicapra</i>	36,13 – 51,76	44,85 – 50,21
<i>C. ibex</i>	36,13 – 50,48	36,13 – 50,21
<i>O. moschatus</i>	44,9	44,93 – 49,45
<i>Bos/Bison</i>	36,13 – 53,28	36,13 – 53,29
<i>E. ferus</i>	36,13 – 53, 26	36,13 – 53,27
<i>E. hydruntinus</i>	41,21 – 50,48	41,23 – 45,04
<i>E. asimus</i>	41,53	41,54
<i>E. latipes</i>	51,29	51,29
<i>R. tarandus</i>	42,16 – 61,84	42,16 – 61,84
<i>M. primigenius</i>	42,16 – 57,91	42,16 – 65,12
<i>C. antiquitatis</i>	43, 34 – 53,35	43,12 –55,93
<i>M. giganteus</i>	42,94 – 48,55	42,94 – 49,39
<i>C. capreolus</i>	40,49 – 50,48	44,85 – 50,59
<i>U. spelaeus</i>	42,16 – 51,54	41,27– 51,55
<i>C. lupus</i>	41,21 – 53,26	36,13 – 56,13

Es muss davon ausgegangen werden, dass die o.g. Taxa während der gewählten Zeitperiode und dem gewählten geografischen Raum als Jagdtiere vorhanden waren. Es ist damit aber keine Aussage bezüglich des mengenmäßigen Vorkommens dieser Tierarten in der Umwelt möglich.

Folgende Tierarten dominieren in absteigender Reihenfolge an den von mir genutzten Fundplätzen (vergleiche nachfolgende Berechnungen), wurden also bevorzugt bejagt:

- Periode I: *R. tarandus* > *Equus sp.*, > *Bos sp.*= *M. primigenius*, > *E. elaphus*, > *M. giganteus* = *C. antquitis* = *S. tatarica*
- Periode II: *Equus sp.*, > *R. tarandus*, > *Bos sp.*, > *C. elaphus*, > *M. primigenius*, = *S. tatarica*
- Periode III: *R. tarandus* > *Equus sp.* = *M. primigenius* > *Bos sp.* > *S. tatarica* = *C. ibex*

R. tarandus und *Equus sp.* kommen in allen drei Perioden als die beiden häufigsten unter den dominierenden Taxa vor. Dies ist insofern zu erwarten, als dass diese beiden Arten das breiteste ökologische Spektrum belegen, also fast überall für den eiszeitlichen Menschen verfügbar waren.

Es handelt sich weiterhin um Herdentiere, sie kommen also gleichzeitig in hoher Zahl vor, was besonders auf *R. tarandus* und teilweise auf Bisonarten zutrifft, deren Herden tausende Tiere umfassen können, während Pferdeherden selten mehr als 30 Tiere umfassen.

Um eine Einschätzung der Ernährungsweise der paläolithischen Menschen vornehmen zu können, wurde neben den großen Säugetieren auch nach sogenannten „Kleinen Tieren“ (Fortan nur noch: Kleine Tiere) gesucht, die zu Nahrungszwecken herangezogen werden können, es sind dies Leporiden (Hasenartige), Vögel und Fische. Die Verarbeitung der Kleinen Tiere konnte nicht in allen Fällen durch anthropogene Spuren belegt werden. Im Falle von Leporiden und Vögeln müssen auch andere Zielprodukte (Felle, Federn) in Betracht gezogen werden.

Weiterhin wurden das Jagdmuster, die Skeletteildominanz, anthropogene Spuren und die Jagdperiode untersucht, da durch sie auch Informationen zur Ernährung gewonnen werden können. In allen Fällen ist es so, dass nur auf die gelieferten Informationen und Einschätzungen der Bearbeiter zurückgegriffen wurde. Fundplätze, die ein Merkmal nicht aufweisen, sowie Fundplätze, an denen das Merkmal nicht untersucht wurde, mussten daher gleichbehandelt werden.

2 Ergebnisse für die Fauna der Periode I (60 - 45 ka, 34 Schichten)

Berechnet wurde jeweils der prozentuale Anteil eines der erhobenen Merkmale an der Gesamtzahl der Schichten. Da es Mehrfachnennungen gibt, kann die Gesamtzahl über 100% liegen.

2.1 Dominante Taxa (Herbivoren)

Rentiere sind in 47,1 % der Schichten vertreten, in 35,3 % finden sich Pferde. Diese beiden Tierarten können somit als Hauptbeutetiere angesehen werden. Ferner spielen Rothirsch, Boviden und Mammuta eine Rolle als Jagdbeute.

Tab VII- 2, dominante Taxa, Periode I

Taxa	n	[%]
Rt	16	47,1
Es	12	35,3
Mp	5	14,7
Bos	5	14,7
Ce	4	11,8
Mg	1	2,9
Ca	1	2,9
St	1	2,9

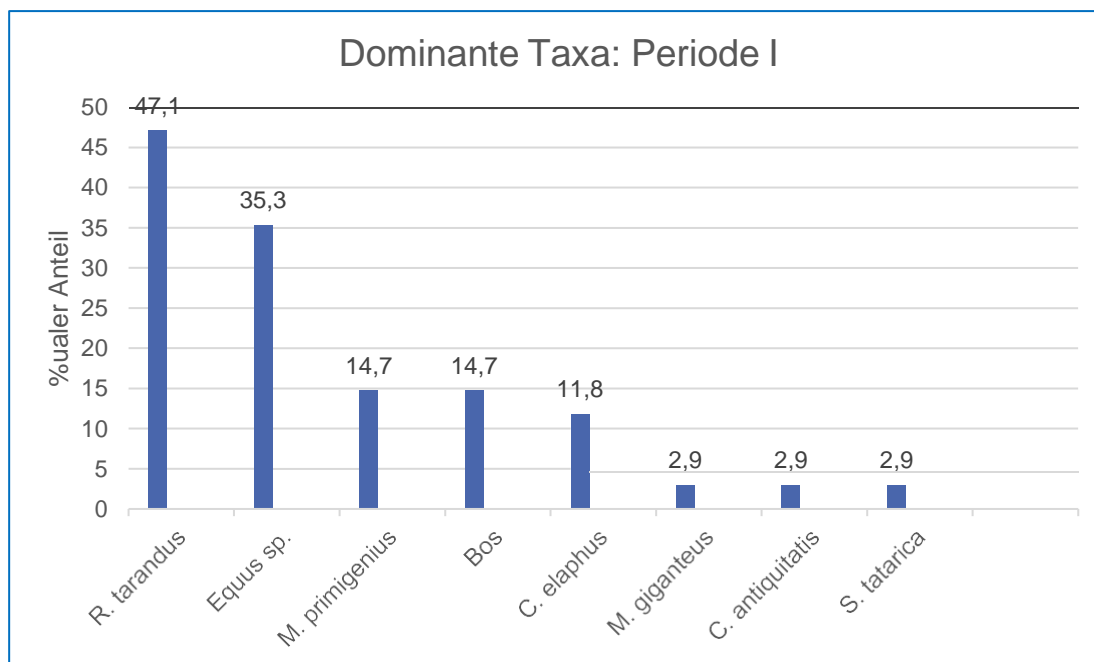


Abb. VII- 1, dominante Taxa, Periode I

2.2 Vorkommen Kleiner Tiere

In den Publikationen wurde selten erwähnt, ob die Kleinen Tiere zur Ernährung genutzt wurden. Es wird hier nur festgehalten, in welchem Umfang sie in den Fundstellen vorkamen. Bei den Vögeln wurden nur große Vögel der Größenkategorie Gänse- und Entenvögel aufgenommen.

Leporiden sind in 26,5 % der Schichten vorhanden und Vögel in rund 20 %. Am wenigsten häufig kamen Fische vor.

Tab VII- 3, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode I

Taxa	n	[%]
Leporidae	9	26,5
Aves	7	20,6
Pisces	5	14,7

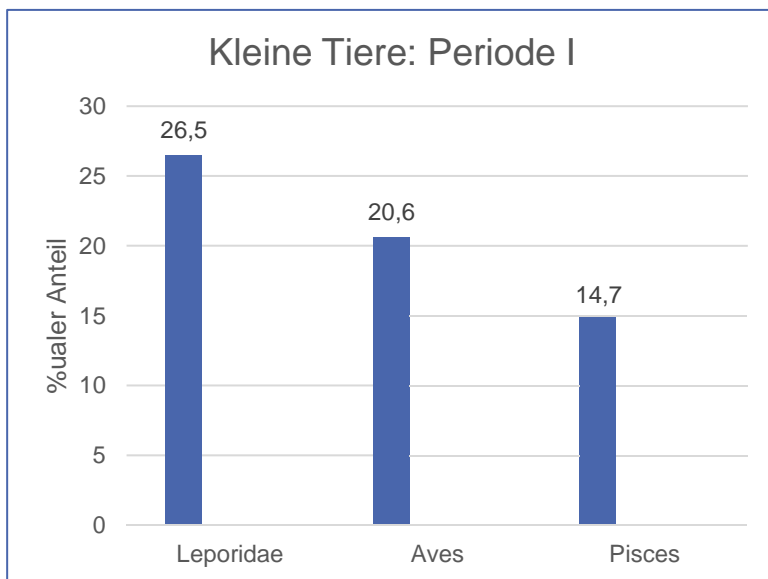


Abb. VII- 2, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode I

Exkurs: Murmeltiere

Bei der Analyse der ersten Fundplätze für diese Arbeit fiel mir bei den kleinen Tieren auf, dass immer einmal wieder Murmeltiere (*Marmota marmota*) auftraten. Murmeltiere leben in Bergregionen, aber nicht in Höhlen, sondern in von ihnen selbst angefertigten Bauten. Noch heute werden im Alpenraum Salbenzubereitungen aus Murmeltierfett gegen rheumatische Beschwerden verkauft.

Murmeltiere sind keine klassischen Speisetiere. Es interessierte mich, ob Murmeltiere eventuell wegen ihres kortisonhaltigen Fettes erlegt wurden. Murmeltierfett enthält folgende Kortikosteroide:

Verbindung	[mg/kg] Fett
Hydrocortison	6,6–13,1
Cortison	5,6–6,2

<i>Dehydrocortison</i>	2,6–11,2
<i>Corticosteron</i>	2,1–9,2
<i>Reichstein´s Substanz</i>	3,2–7,4
<i>Desoxycorticosteron</i>	3,0–8,4

(Wagner and Nusser 1988a; Wagner and Nusser 1988b)

Periode I

Murmeltiere kommen am Plaidter Hummerich, am Bockstein und am Kogelstein vor. Am Kogelstein tragen die Murmeltierknochen ausgeprägte Schnittspuren.

Periode II

Hier wurden Murmeltiere nur in der relativ hoch gelegenen Mesmaiskaya Höhle gefunden. Von einer Ausbeutung von Murmeltierfett durch Hominiden während der OIS 3 ist nicht auszugehen.

2.3 Monospezifische Jagd

In 5 von 25 Fundorten konnte eine monospezifische Jagd nachgewiesen werden, dies entspricht einem Anteil von 20 %.

Ausgewählt wurden Fundorte, bei welchen ein Taxon mehr als 75 % stellt und solche, deren Bearbeiter sie als monospezifisch eingestuft haben.

Die Beutetiere waren an 4 Fundorten *R. tarandus* und an einem *M. primigenius*.

Bemerkenswert ist, dass die Fundorte über die gesamte geografische Breite des Arbeitsgebietes vorkommen, es sich also um eine seltene, aber nicht regional gebundene Jagdform handelt.

Tab VII- 4, monospezifische Jagd, Periode I

Fundort	Taxa	Anteil [%]
Les Pradelles	<i>R. tarandus</i>	78,1 – 89,1
Roc de Marsal	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Abri du Maras	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Salzgitter- Lebenstedt	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Molodova I	<i>M. primigenius</i>	86

2.4 Jagdmuster

In 29,4 % der Fundschichten konnte das Prime age adult Profil nachgewiesen werden, in 14,7 % das Catastrophic Profil.

Das Prime age adult Profil spricht für eine gezielte Auswahl ausgewachsener Tiere in bestem Zustand und damit für eine maximale Ausbeute an Fleisch und Knochenmark. Am zweithäufigsten kommt das Catastrophic Profil vor, also die Jagd auf eine ganze Herde oder alle Altersstufen ohne Auswahl. Diese Jagdstrategie spricht dafür, dass möglichst große Mengen an Tieren gejagt wurden.

Tab VII- 5, Jagdmuster, Periode I

Jagdmuster	n	[%]
prime age adult	10	29,4
catastrophic	5	14,7
attritional	3	8,8
andere	1	2,9

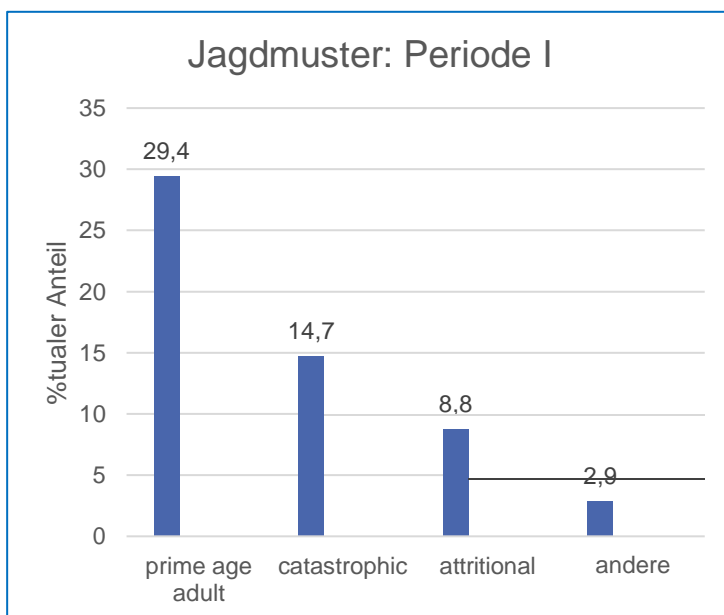


Abb. VII- 3, Jagdmuster, Periode I

2.5 Skeletteilrepräsentanz

In den meisten Schichten findet sich bei der Fauna nicht das komplette Skelett der Beutetiere, sondern häufig sind einzelne Regionen stärker, schwächer oder gar nicht vertreten.

Hinzu kommen Entscheidungen der paläolithischen Jäger bezüglich des Transportaufwandes zum Fundort.

Bevorzugt wurden die Extremitäten verarbeitet, gefolgt von der gesamten Karkasse. Dies sind die fleisch- und knochenmarkreichsten Teile der Tiere. Untergeordnet kamen Metapodien, Phalangen und Mandibula vor, die kaum Fleisch, aber Knochenmark bieten.

Tab VII- 6, Skeletteilrepräsentanz, Periode I

Skeletteil	n	[%]
ganze Karkasse	6	17,6
Extremitäten	14	41,2
Crania	3	8,8
Mandibula	1	2,9
Metapodien und Phalangen	2	5,9
Rippen	2	5,9
andere	1	2,9

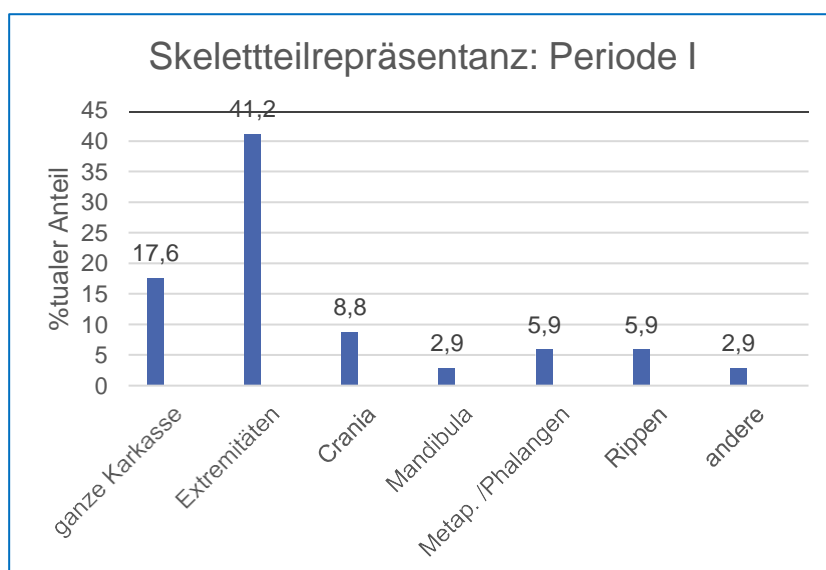


Abb. VII- 4, Skeletteilrepräsentanz, Periode I

2.6 Anthropogene Spuren und Befunde

In allen Schichten wurden Nachweise für die anthropogene Verarbeitung der Fauna erbracht. Es dominieren Schlag- und Schnittspuren mit 79,4 % sowie die Gewinnung von Knochenmark in 76,5 % der Schichten. Brandspuren liefern nur 41,2 % der Schichten. Verwirrend ist dabei die geringere Anzahl von Herden, Feuerstellen oder Combustion features mit nur 17,6 % aller Schichten. Herde und Brandspuren der Fauna gleichzeitig an einem Fundort gibt es nur in 11,8 % der Schichten.

Tab VII- 7, anthropogene Spuren, Periode I

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	27	79,4
Brandspuren	14	41,2
Knochenmarkgewinnung	26	76,5
Herde/Feuerstellen	6	17,6
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	4	11,8

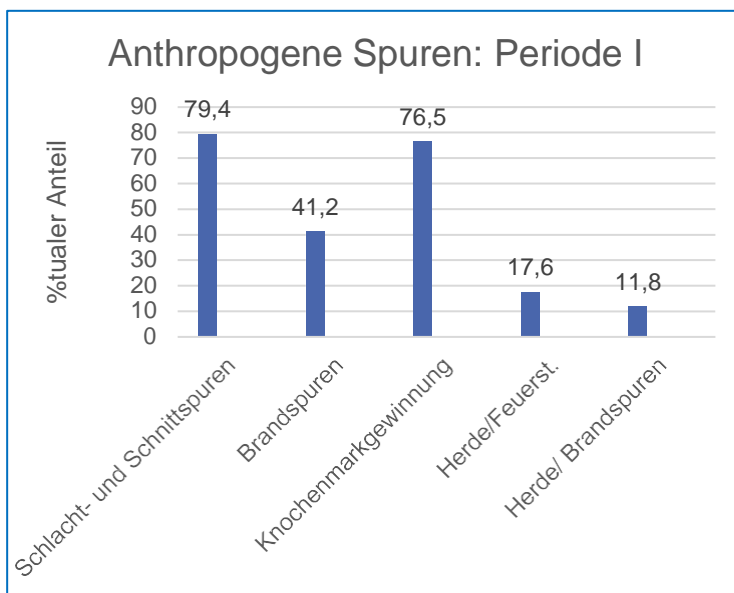


Abb. VII- 5, anthropogene Spuren, Periode I

2.7 Jagdsaison

Es wurde versucht, herauszufinden, welche Tiere wann gejagt wurden. Hinsichtlich einer Maximierung der Subsistenz wären die Sommer-, Herbst- und frühen Wintermonate als dominierende Jagdperioden sinnvoll, da zu diesem Zeitpunkt die Tiere nach den Sommermonaten die beste Verfassung haben und am fettreichsten sind (vgl. Kap. V, 6.3). In den Wintermonaten bilden die Tiere ein dichtes Fell aus, das wenig von Parasiten befallen ist, was ebenfalls ein erstrebenswertes Zielprodukt wäre.

Rentiere wurden ganzjährig erlegt, mit einer leichten Dominanz in den Monaten August, September, Oktober. Auch Pferde wurden ganzjährig gejagt, aber am wenigsten von Juni bis August. Boviden wurden ganzjährig erbeutet und Rothirsche ebenfalls ganzjährig mit einem Höhepunkt von Mai bis August. Es wurde ganzjährig Jagd auf Tiere gemacht, wobei die Monate August bis Oktober am stärksten frequentiert waren. Mammuta wurden von Juni bis November gejagt.

Die Monate mit den häufigsten Jagdaktivitäten sind Juni bis November. Dies entspricht insgesamt den Erwartungen, dass die Tiere in ihrem besten körperlichen Zustand bevorzugt wurden.

2.7.1 Jagdsaison nach Taxa im Jahresverlauf

Tab VII- 8, Jagdsaison nach Taxa im Jahresverlauf

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Mp												
Es												
Es												
Es												
Es												
Es												
Bos												
Bos												
Ce												
Ce												
Ce												

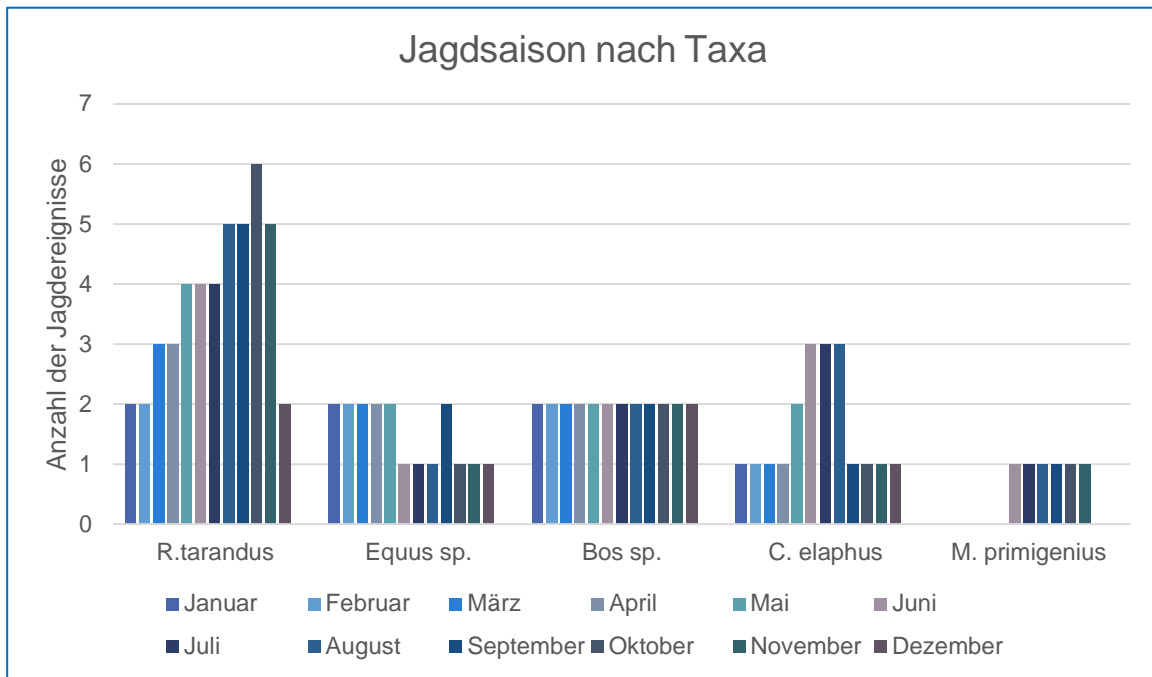


Abb. VII- 6, Jagdereignisse pro Monat und Taxon, Periode I

2.7.2 Jagdsaison gesamt

Für diese Grafik wurde die Summe der jeweiligen Jagdereignisse pro Monat aller Taxa genutzt.

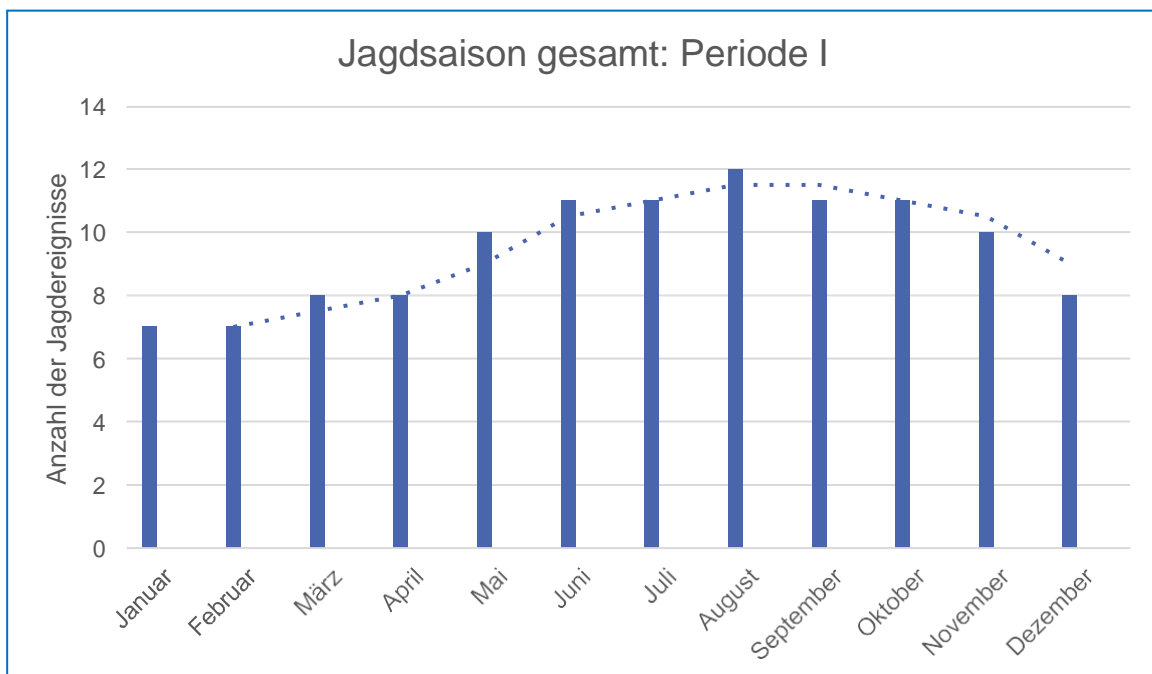


Abb. VII- 7, Trendlinie der Jagdsaison im Jahresverlauf, Periode I

2.8 Mammuta

In 4 Fundorten und 4 Schichten konnte die Jagd auf *M. primigenius* belegt werden. Für alle 4 Fundorte konnte gezeigt werden, dass die Mammuta als Nahrung verwertet wurden. In Lynford und der Balver Höhle wurde das Prime age adult Profil für die Jagd auf Mammuta festgestellt, bei der Skeletteildominanz wurden Crania und die ganze Karkasse verwertet.

Die beiden anderen Fundorte weisen auf ein Attritional Profil und ein gemischtes Profil von Prime age adult und natürlichen Toden hin.

Auch wenn die Anzahl der Fundplätze, an denen Mammuta bevorzugt erlegt wurden, sehr klein ist, ist die Verbreitung der Fundplätze über die gesamte westliche bis östliche Länge des Untersuchungsgebietes bemerkenswert.

Das hauptsächlich vorkommende Jagdmuster gibt Hinweise darauf, dass die Tiere erlegt wurden, die in der besten Verfassung waren und somit eine maximale Ausbeute lieferten. Dies wäre ein Beleg dafür, dass auch Neandertaler in der Lage waren, diese Megaherbivoren zu erlegen, auch wenn dies offenbar nicht häufig geschah.

Ein besonderer Fundplatz ist Molodova I, für den eine monospezifische Jagd (86 %) auf Mammuta nachgewiesen wurde. Bei einem Mammut wurde ein Projektil in einer Rippe entdeckt (Demay et al. 2012).

Schnittspuren und Desartikulationsspuren, die auf das Filetieren der frischen Mammutkarkasse hindeuten, sind an verschiedenen Skeletteilen nachgewiesen. Schnittspuren am Zygomaticum sollen bei der Entfernung der Ohren entstanden sein (Demay et al. 2012) .

Drei Mammutknochen tragen frische Frakturen an den distalen und proximalen Condylen, die der Gewinnung von Knochenmark dienten (Demay et al. 2012).

Die Mammutknochen mit anthropogenen Spuren lagen in einer Grube. Diese Grube war vermutlich ein Abfallplatz (Demay et al. 2012).

Es dominiert ein Prime age adult Profil, es kann aber auch teilweise durch Jagd und natürliche Tode zustande gekommen sein. Scavenging ist ebenfalls möglich, wobei die monospezifische Auswahl von Mammuta eher auf aktive Jagd hindeutet (Demay et al. 2012) .

Tab VII- 9, *Mammuta*, Periode I

	<i>M. primigenius</i> dominant	Jagdmuster	Skeletteil-dominanz	Quelle
Lynford	x	prime age adult	Crania	(Schreve 2006; Smith 2012)
Balver Höhle	-	prime age adult	ganze Kar-kasse	(Guenther 1991; Guenther 1964; Kindler 2012)
Salzgitter-Le-benstedt	nach Kno-chenge-wicht	attritional, nur Juvenile und Subadulte	-	(Gaudzinski 1999a, 1999b, 2000; Gaudzinski and Roebroeks 2000; Guenther 1991; Ludowici and Pöppel-mann 2018; Pastoors 2001)
Molodova I	x	prime age adult und natürliche Tode	-	(Demay et al. 2012)

2.9 Höhlenbären als Nahrung

In zahlreichen Höhlen im nördlichen Europa ist nachgewiesen, dass diese als Hibernationsort für Höhlenbären gedient haben und, dass sie die dominante Tierart waren, was nicht ausschließt, dass auch andere Taxa in diesen Höhlen vertreten waren. Dennoch liefern nur wenige Fundorte einen Beleg dafür, dass die Höhlenbären als Nahrung genutzt wurden. Hier sollen nur kurz die in die Analyse aufgenommenen Fundplätze mit gesicherter Höhlenbärennutzung aufgeführt werden.

Ursus spelaeus ist ausgestorben, daher kann hier nur sein nächster Verwandter *Ursus arctos arctos* betrachtet werden. Der nutritive Wert von *U. arctos* Fleisch wird mit 161 kcal, 20,1 % Proteinen und einem für freilebende Tiere relativ hohen Gehalt von 8,3 % Fett angegeben (Kuhnlein and Humphries 2017). Das Fettgewebe enthält durchschnittlich 7 % Proteine und 70,3 % Fette, das liegt damit im Bereich anderer großer Säugetiere (Guil-Guerrero 2017).

Der Höhlenbär wog etwa 1200 kg (Probst 2009). Bei einem Fettgehalt des Fleisches und einer Karkassenverwertung von rund 60 % würden allein vom Muskelfleisch etwa 60 kg Fett anfallen, sofern das Tier in gutem Ernährungszustand war. Eine Jagd auf die Tiere zu Beginn des Winterschlafs würde sich aus ernährungsphysiologischer Sicht lohnen.

Da Höhlenbären monogastrische Tiere sind, ist der Gehalt an DHA mit 0,028 g/100 g Fettgewebe (Guil-Guerrero 2017) relativ hoch. Insgesamt wären Höhlenbären eine lohnende Beute als Nahrungsressource gewesen.

Es gibt durch alle drei Zeitperioden der OIS 3 Belege dafür, dass Höhlenbären in geringem Umfang als Nahrung genutzt wurden, wobei eine Sekundärnutzung nicht ausgeschlossen werden kann.

An Fundplätzen dieses Zeitabschnittes war *Ursus spelaeus* das dominante Taxon: Balver Höhle, Geißenklösterle, Hohlenstein-Stadel, Deszczowa Höhle Ciemna Höhle und Mamutowa Höhle (die letzten zwei sind nur im Anhang aufgeführt, da sie ansonsten keine nennenswerten Mengen an Herbivoren zur Auswertung aufweisen).

2.9.1 Periode I

Die Höhlenbären der Balver Höhle

Die Höhlenbären der Balver Höhle nutzten die Höhle als Hibernationsplatz. Die Dominanz der Bären in der Fauna kann nicht auf den Eintrag durch Menschen oder Carnivoren zurückgeführt werden. Die natürliche Sterblichkeit während des Winters scheint in erster Linie die jungen Individuen zu betreffen. Gemessen am Zahnalter kamen 61 juvenile, 174 adulte und 41 senile Höhlenbärenindividuen zu Tode. Die jüngsten Tiere verstarben am häufigsten während der Hibernation, d.h. die Sterblichkeit der adulten Tiere war höher als erwartet. Sie wurden wohl während des Winterschlafes getötet (Kindler 2012).

29 % der Bärenknochen sind in frischem Zustand gebrochen. Frische Brüche erzeugen vermehrt Schaftbrüche. Femur und Humerus sind von allen anderen Knochen mit Markhöhlen am stärksten fragmentiert. Kindler (2012) kann nachweisen, dass dies menschliche Einwirkungen auf die Langknochen sind, die der Ausbeutung von Knochenmark dienen. Raubtiere sollen nicht dafür verantwortlich sein. 41 % der Brüche gehen auf trockenen Bruch zurück. Der wahrscheinlichste Grund dafür ist Trampling durch andere Höhlenbären und Raubtiere.

Andere Modifikationen an den Höhlenbärenknochen gehen zu je 3 % auf Raubtiere und je 3 % auf den Neandertaler zurück. Schnittspuren an Schädel und Unterkiefer stehen für die Durchtrennung von Gelenkverbindungen und Muskeln. Da es solche Schnittspuren auch an den Metapodien gibt, nimmt Kindler an, dass dies eher der Pelzgewinnung als der Nahrungsgewinnung diene.

Fragmentierte Knochen wurden als Retuscheure benutzt. Sie tragen neben Impaktspuren auch Schnittspuren. Hinweise auf die sekundäre Ausnützung von Bärenkarkassen, nachdem Raubtiere den Erstzugang hatten, finden sich nicht (Kindler 2012).

Bockstein

Bei den Höhlenbärenfunden im Bockstein können menschliche Einbringungen in den Fundort nicht ausgeschlossen werden, außerdem fanden sich Schnittspuren an den Rippen (Krönneck 2012).

Die Höhlenbären der Sesselfelsgrotte

Der Höhlenbär war mit 17 identifizierten Zähnen und Knochen in allen Schichten vertreten. Er war mit einer Mindestindividuenzahl von 8 im G-Schichtkomplex ein untergeordnetes Faunenelement. Der Entwicklungs- und vor allem der Erhaltungszustand ist ungleichwertig, so dass Vermessungen unmöglich waren.

Rathgeber (2002) ist der Meinung, dass die Höhlenbären durch menschlichen Einfluss in die Fundstelle kamen, und die Fundstelle kein Höhlenbärenhibernationsort war. Es herrschen subadulte bis adulte Individuen vor, einzelne sogar senil. Die Höhlenbärenknochen zeigen keine anthropogenen Spuren auf. Aus dem Fragmentierungsgrad einzelner Eckzähne könnte lediglich geschlossen werden, dass sie, noch im Kieferknochen verankert, als Schlagwerkzeuge genutzt wurden (Rathgeber 2002).

3 Ergebnisse für die Fauna der Periode II (44 – 37 ka, 21 Schichten)

3.1 Dominante Tierart

In diesem Zeitraum sind Rentiere (47,6 %, keine Änderung gegenüber der vorhergehenden Periode) und Pferde (57,1 %) ebenfalls wieder die dominierenden Herbivoren, allerdings hat sich ihr Verhältnis umgekehrt, die Pferde sind die Hauptjagdbeute danach kommen die Rentiere. Boviden mit einem Anteil von 28,6 % und Rothirsch von 9,5 % schließen sich in der Häufigkeit an.

Tab VII- 10, dominante Taxa, Periode II

Taxa	n	[%]
Rt	10	47,6
Es	12	57,1
Mp	1	4,8
Bos	6	28,6
Ce	2	9,5

St	1	4,8
C + O	1	4,8

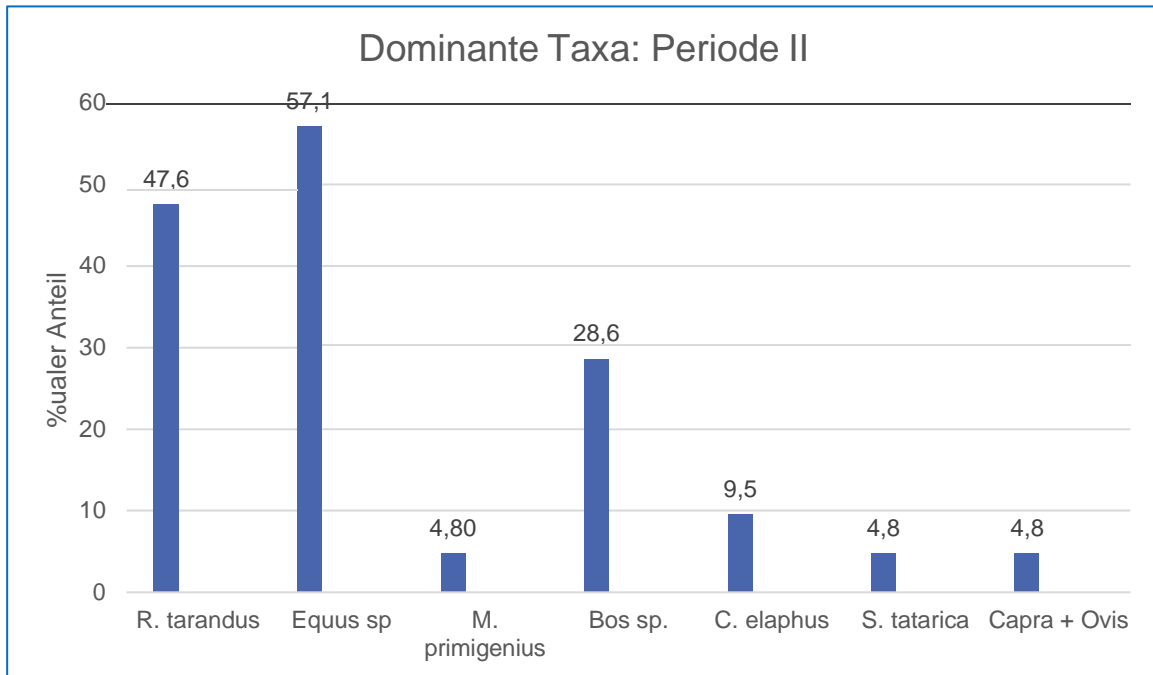


Abb. VII- 8, dominante Taxa, Periode II

3.2 Vorkommen von Kleinen Tieren

In 7 von 21 Schichten (33,3 %) gibt es bei der Fauna Kleine Tiere. Es dominieren die Vögel mit 14,3 %. Leporiden und Fische bilden je eine kleine Anzahl mit unter 10 % der Schichten.

Tab VII- 11, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode II

Taxa	n	[%]
Leporidae	2	9,5
Aves	3	14,3
Pisces	2	9,5

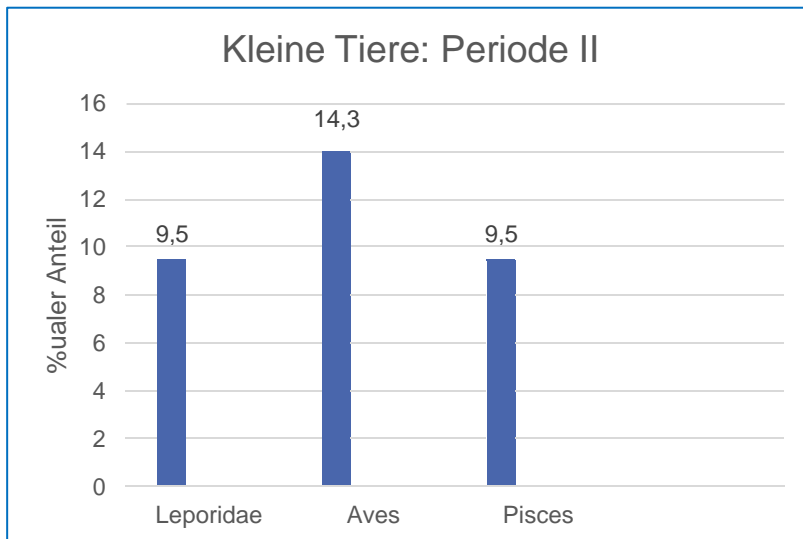


Abb. VII- 9, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode II

Exkurs: Fische

Wie bereits angesprochen, wird die aktive Jagd auf nennenswerte Mengen an Süßwasserfischen im nördlichen Europa dem H. sapiens zugeschrieben. In älteren Epochen seien die Hominiden in Nordeuropa dazu nicht fähig gewesen.

Die Analyse zeigt, dass es in allen drei Zeitabschnitten der OIS 3 eine kleine Anzahl von Fundplätzen gab, an denen Fischreste gefunden wurden. Da es schwierig ist, Fischreste bezüglich ihres Jägers einzuschätzen und man sie in früheren Zeiten verworfen oder gar nicht untersucht hat, macht die Situation nicht besser.

Nährwertangaben zu Fischen sind nicht sinnvoll, da sie sich stark unterscheiden können. Aber auch Fische, insbesondere Süßwasserfische, sind reich an Proteinen und bieten etwas Fett.

Periode I

Die Fische vom Abri du Maras

Im Abri du Maras wurden 167 Fischüberreste gefunden, davon konnten 46 auf Familienlevel bestimmt werden. Insgesamt war das Fischinventar aber stark fragmentiert.

Es handelt sich um Cypriniden (Kaulbarsch, NISP: 34) sowie Perciden (Flussbarsch, NISP: 12). Diese Fischarten bringen es auf ein Gewicht von 550 - 850 g. An den Fischresten sind Zeichen von Kauen und Verdauung nachgewiesen. Außerdem gibt es keine anderen Predatoren, die in der Gegend den Fischen nachgestellt haben könnten, so dass angenommen werden muss, dass die Neandertaler die Fischreste hinterlassen haben (Daujeard et al. 2017)

Periode II

Die Fische vom Geißenklösterle

Die Fischreste der Grabungen 1997 – 2002 wurden von Böhme bearbeitet. Es waren nur Knochenfragmente erhalten, nie ein vollständiges Skelett, und es wurden keine auffälligen Verdauungsspuren gefunden. Alle Fische entstammten Fließgewässern.

Der mittelpaläolithische Horizont war am wenigsten fundreich. Es wurden in zwei Schichten *Thymallus thymallus* (Äsche) und *Lota lota* (Quappe) gefunden.

Es ist nicht eindeutig festzustellen, ob die Fische durch den Menschen oder durch Eulen in die Höhle eingebracht wurden (Böhme 2019)

Die Fische vom Hohlenstein-Stadel

Es wurden insgesamt 304 Fischreste gefunden, davon stammen 283 aus den mittelpaläolithischen Horizonten K–M. Es handelt sich um *Thymallus thymallus* 48 % aller Fischreste, um *Lota lota* und um nicht näher bestimmbare Karpfenfische und Lachsfische.

Auch wenn es auf Grund fehlender Schnittspuren nicht möglich ist, die Fischreste dem Menschen zuzuschreiben, ist es doch interessant zu erfahren, dass ausschließlich postcraniale Fischelemente gefunden wurden. Dies würde bedeuten, dass die Fischköpfe an einem anderen Platz als der Höhle entfernt wurden, woraus man am ehesten auf den Menschen als Jäger schließen könnte.

Äschen können eine Größe von bis zu 50 cm und ein Gewicht bis zu 1,5 kg erreichen und wären so auch für den Menschen eine lohnende Beute. Quappen waren mit 80 cm und 4 kg Gewicht noch größer (Blanco-Lapaz 2019).

3.3 Monospezifische Jagd

Auch für diesen Zeitraum gibt es eine kleine Anzahl von Schichten, für die monospezifische Jagd nachgewiesen werden kann, für Pferde und Boviden. Die Fundplätze befinden sich im Westen und äußersten Osten des Bearbeitungsgebietes.

Tab VII- 12, monospezifische Jagd, Periode II

Fundort	Taxa	Anteil [%]	Jagdmuster	Skelettteil-repräsentanz
Mauran	<i>Bos</i>	98,7	catastrophic Profil	-
Kabazi II	<i>Equus</i>	94,7	catastrophic Profil	ganze Karkasse

Exkurs: Kannibalismus in Goyet

Von den 283 menschlichen Überresten, die in Goyet entdeckt wurden, stammen 96 Knochen und 3 Zähne von Neandertalern. Einige der Knochen können zusammengepasst werden, so dass von 64 Neandertalerelementen ausgegangen werden kann. Die MNI ist 5, wobei es sich um 4 adulte/heranwachsende Individuen und ein Kind handelt. Die Schicht, in der die Überreste aufgefunden wurden, kann nicht eindeutig dem Moustérien oder dem Lincombian-Ranisium-Jerzmanowician zugeschrieben werden.

Von 10 Knochenelementen wurden Proben für die Radiocarbonbestimmung genommen. Die Analyse ergab einen Konservierungszeitraum von 40,5 ka bis 45,5 ka cal BP. Aber es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich um eine chronologische Gruppe handelt, die zwischen 44 ka und 45,5 ka cal BP gelebt hat.

Skeletteilrepräsentation

Es sind sowohl craniale als auch postcraniale Elemente vorhanden. Am besten repräsentiert sind in absteigender Folge Tibia > Femur > Cranium > Humerus > Mandibula.

Anthropogene Modifikationen

Die Neandertalerüberreste sind stark fragmentiert, es gibt keine vollständigen Knochen. Die Oberflächen der Knochen sind gut erhalten. Die meisten Langknochen tragen Anzeichen von frischem Bruch. Obwohl auch Bären solche Muster hinterlassen können, weisen die Schnittspuren an den Rippen auf eher anthropogene Modifikationen hin, denn 1/3 der Knochen trägt Schnittspuren.

An den Neandertalerknochen von Goyet sind drei Arten von Modifikationen erkennbar:

- a) Kerben, die auf den frischen Bruch (Green breakage) von Diaphysen zum Zwecke der Knochenmarksgewinnung hinweisen.
- b) Schlagspuren in Form von Grübchen sind zahlreich und weisen auf den nicht gelungenen Versuch hin, die Knochen zu zerbrechen. Dies wird von Rougière (Rougière et al. 2016), so erklärt, dass die Kortikalis von Neandertalerknochen außerordentlich robust und hart ist.
- c) Ein Femur und drei Tibiae von Neandertalern tragen Spuren, die darauf hinweisen, dass sie als Retuscheure für Steinwerkzeuge eingesetzt wurden.

Insgesamt sind die am stärksten verarbeiteten Neandertalerelemente Tibia und Femur, die Körperteile, die das meiste an Fleisch und Knochenmark bieten.

Die Schlachtspuren an den Neandertalerknochen entsprechen denen der Fauna.

Es gibt keine Hinweise darauf, dass die Neandertalerknochen dem Feuer ausgesetzt waren. Die gelungene DNA Extraktion von 10 Knochenelementen spricht eher dagegen, wenn auch ein Rösten oder Kochen nicht ausgeschlossen werden kann.

Obwohl es in der Umgebung von Goyet andere Neandertalerfundstellen gibt, konnten bei keiner von ihnen ähnliche Modifikationen an den Überresten nachgewiesen werden. Obwohl

es im Mittelpaläolithikum an zahlreichen Fundorten Retuscheure aus Knochen gibt, ist Goyet der einzige Ort, bei dem sie aus Neandertalerknochen bestehen (Rougère et al. 2015; Rougère et al. 2016).

3.4 Jagdmuster

Für 14 von 34 Schichten (41,2 %) konnte ein Jagdmuster für diverse Tierarten nachgewiesen werden. Es dominiert das Catastrophic Profil in 33,3 % der Schichten, gefolgt vom Prime age adult Profil mit 14,3 % der Schichten. Das Attritional Profil macht nur 14,3 % aus. Der Fokus liegt auch in diesem Zeitabschnitt auf der Jagd nach möglichst vielen Tieren und Tieren in einem guten körperlichen Zustand.

Tab VII- 13, Jagdmuster, Periode II

Jagdmuster	n	[%]
prime age adult	3	14,3
catastrophic	7	33,3
attritional	3	14,3
andere	-	-

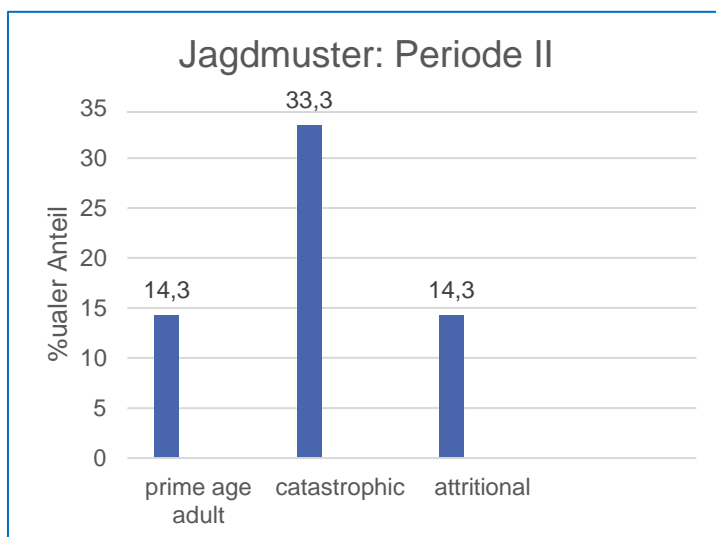


Abb. VII- 10, Jagdmuster, Periode II

3.5 Skeletteilrepräsentanz

In diesem Zeitabschnitt liegen wieder die Extremitäten, aber auch die Crania an erster und zweiter Stelle der dominierenden Skeletteile. Gefolgt werden sie von der Ausbeutung der gesamten Karkasse. Mandibula und Rippen liegen unter 10 %.

Tab VII- 14, Skelettteilrepräsentanz, Periode II

Skelettteil	n	[%]
ganze Karkasse	8	38,1
Extremitäten	14	66,7
Crania	9	42,9
Mandibula	2	9,5
Rippen	2	9,5

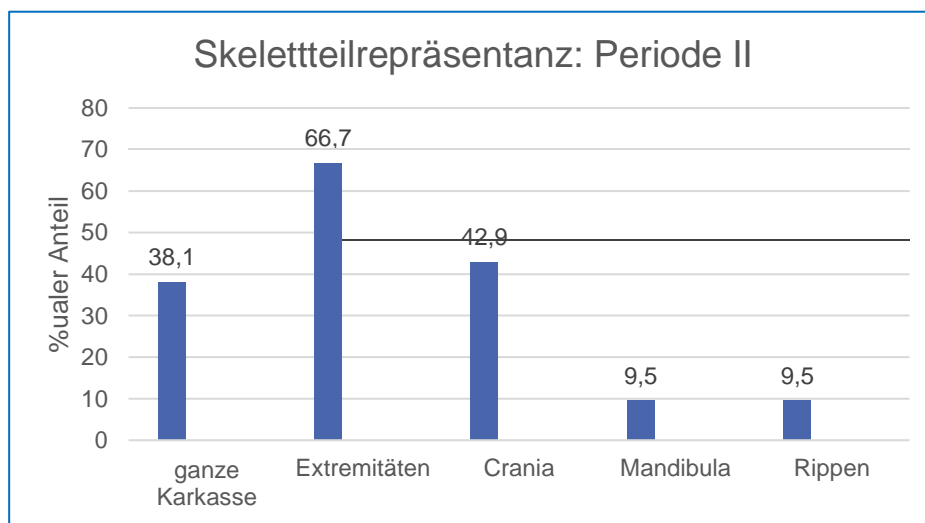


Abb. VII- 11, Skelettteilrepräsentanz, Periode II

3.6 Anthropogene Spuren und Befunde

In allen Schichten konnte ein starker anthropogener Einfluss auf die Fauna verzeichnet werden. Rund 86 % der Schichten weisen Schlacht- und Schnittspuren, sowie 76 % Knochenmarksgewinnung auf. Brandspuren sind mit 61,9 % der Schichten vertreten, obwohl bei nur 19 % der Schichten Herde oder Feuerstellen festgestellt werden konnten. Die Zahlen haben sich im Vergleich zur vorhergehenden Periode kaum geändert.

Tab VII- 15, anthropogene Spuren, Periode II

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	18	85,7
Brandspuren	13	61,9
Knochenmarksgewinnung	16	76,2

Herde/Feuerstellen	4	19,0
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	2	9,5

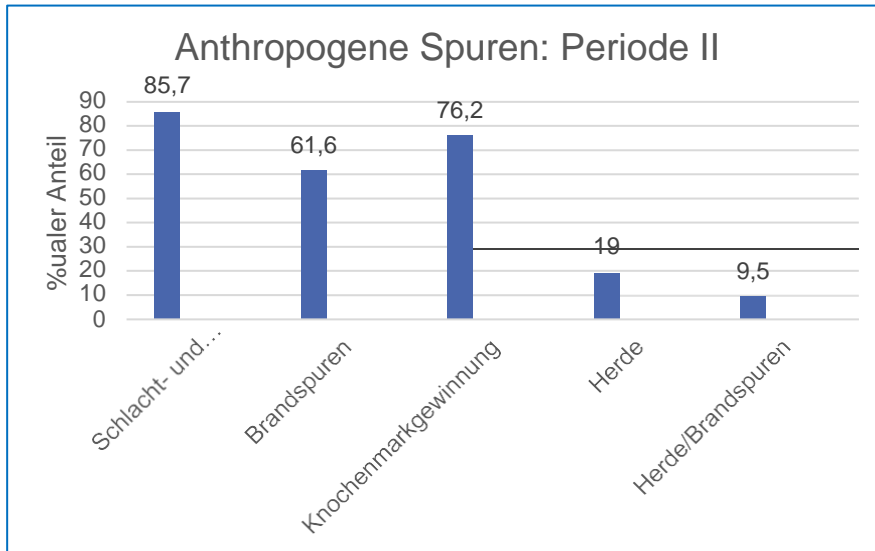


Abb. VII- 12, anthropogene Spuren, Periode II

Exkurs: Menschenblut an Steinartefakten

Periode II

Le Trou Magritte

Die von mir hier gewählte Überschrift lässt sofort auf Kannibalismus schließen, hat aber dann doch eine sehr einfache Erklärung.

Rückstandsanalysen von Steinwerkzeugen werden sehr selten durchgeführt. Hier haben wir ein Beispiel, das schon über 20 Jahre zurückliegt und dennoch auch heute noch beeindruckend ist.

Mittels Cross-over Immunelektrophorese (CIEP) wurden 12 Steinartefakte aus den Straten 5, 3 und 2 von Le Trou Magritte auf organische Überreste untersucht. Die meisten Tests ergaben kein Ergebnis, aber zwei Kratzer aus Stratum 2 und 3 lieferten Belege für menschliche Proteine, vermutlich Blut.

Ein anderer Kratzer aus Stratum 3 zeigte Bovidenreste, aber keine Equiden-, Cerviden- oder Ovicapridenantisera.

Die Belege menschlicher Proteine deutet darauf hin, dass sich Menschen gelegentlich beim Arbeiten mit Steinartefakten geschnitten haben (Newman 1995).

3.7 Jagdsaison

Jagd fand ganzjährig statt. Rentiere wurden in allen Monaten gejagt, außer dem Juli, die Hauptjagdzeiten aber sind März und April.

Pferde wurden von März bis Dezember gejagt, aber nicht in den Wintermonaten Januar und Februar, am stärksten wurden sie im August gejagt. Boviden wurden bevorzugt ganzjährig zur Beute. Von Juni bis November war die Hauptjagdzeit. Rothirsche wurden ebenfalls ganzjährig gejagt mit einer größeren Häufigkeit von Mai bis August.

Die Sommer- und Herbstmonate, in denen die Tiere in der besten Verfassung waren, sind die Monate mit der größten Jagdaktivität.

3.7.1 Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa

Tab VII- 16, Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Es												
Es												
Es												
Es												
Es												
Es												
Es												
Es												
Bos												
Bos												
Bos												
Bos												

Ce												
Ce												

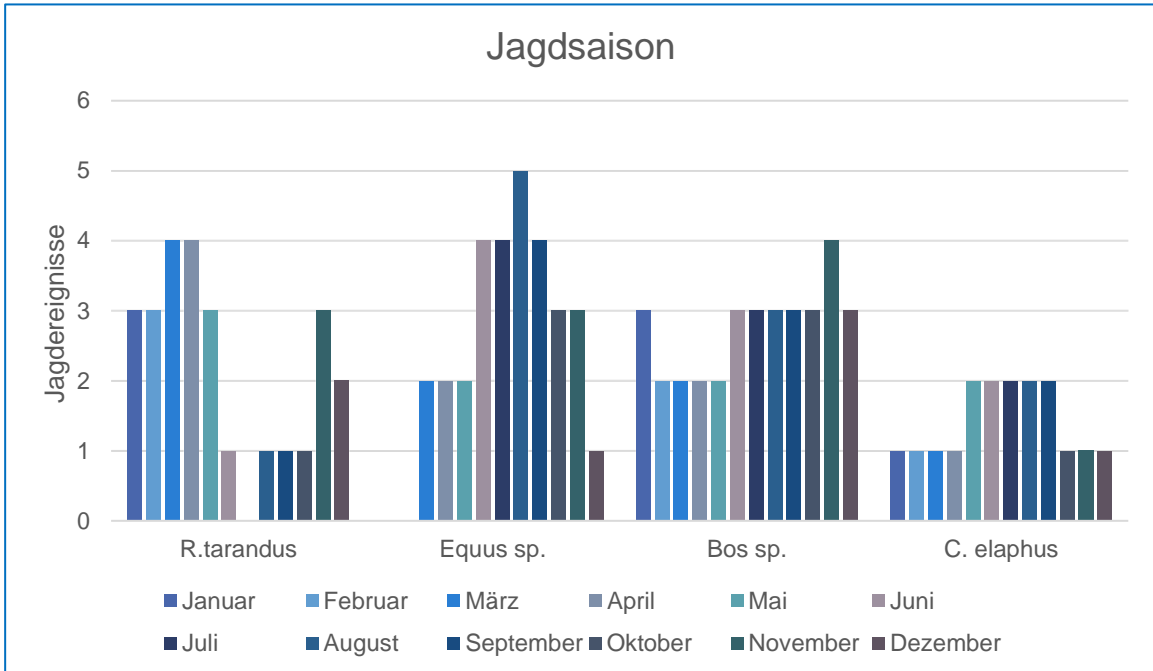


Abb. VII- 13, Jagdsaison nach Taxa, Periode II

3.7.2 Jagdsaison gesamt

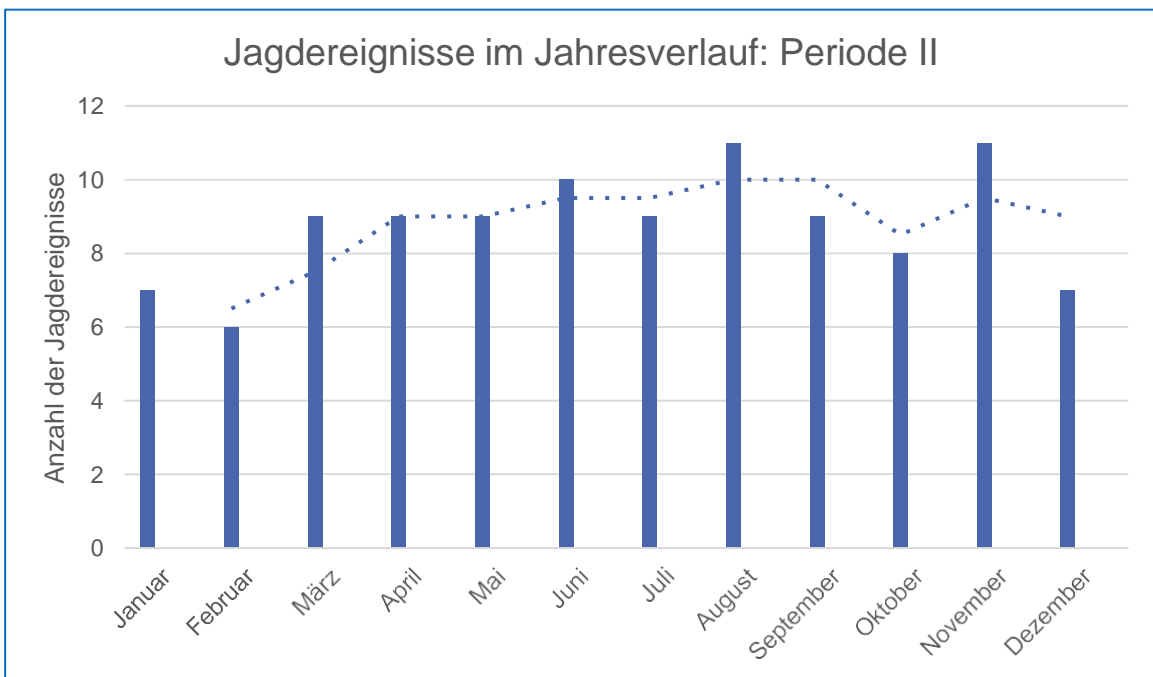


Abb. VII- 14, Trendline der Jagdereignisse, Periode II

3.8 Mammuta

Obwohl für diesen Zeitabschnitt Mammuta nur in 4,8 % der Schichten nachgewiesen sind, weisen drei Fundorte Mammuta als dominante Tierart aus. Für Grotte de Spy und Vogelherd kann eine Nutzung der Crania zu Nahrungszwecken angenommen werden.

3.8.1 Periode II

Grotte de Spy

Skelettteilrepräsentanz

Aus der Skelettverteilung schließen Germonpré und Mitarbeiter (2014), dass die Schädel der jungen Mammuta selektiv zur Höhle verbracht wurden, da sie eine sehr gute Ressource für Fett und ungesättigte Fettsäuren in Form des Gehirns bieten; der Anteil an ungesättigten Fettsäuren ist bei Jungtieren höher.

Sie schließen aus, dass Carnivoren dafür verantwortlich sind, denn:

- Die Isotopenanalysen der Spy Neandertaler weisen einen hohen Gehalt an Mammuta in der Ernährung auf.
- Große Carnivoren, wie Wölfe und Höhlenlöwen, weisen eine Isotopenstruktur auf, die nicht auf den Verzehr von Mammuta hindeutet.
- Hyänen zeigen zwar eine ähnliche Isotopenstruktur wie die Neandertaler, jedoch jagen moderne Hyänen Tiere, die das Zweifache ihres Körpergewichtes betragen. Das sind mittelgroße Huftiere mit etwa 150 kg Gewicht. Wenn Hyänen in Gruppen jagen, sind sie in der Lage, Tiere bis zum 3,5fachen ihres Körpergewichts zu erlegen, also mit ca. 315 kg. Pleistozäne Hyänen wogen etwa 90 kg. Sie wären in Gemeinschaft in der Lage gewesen, ein 315 kg schweres Tier zu erlegen.

Die Hauptgruppe der Spy Mammuta entstammt der Altersgruppe 6 Monate bis 5 Jahre. Ein einjähriges Mammutkalb wiegt durchschnittlich 400 kg, ein zweijähriges 800 kg. Dies liegt über dem, was Hyänen in der Gruppe erlegen könnten.

Erschwerend kommt dazu, dass Hyänen zwar Skelettteile in die Höhlen verbringen, es aber keinen modernen Beleg dafür gibt, dass Hyänen in der Lage wären, Mammutschädel zu transportieren. Dennoch muss erwähnt werden, dass 53 % der Mammutknochen Bissspuren von Hyänen tragen. Dies wird dem Scavenging von Knochen durch Hyänen zugeschrieben (Germonpré et al. 2014).

Vogelherd

Mit einer MNI von 28 und einer NISP von 3540, bestehend aus Knochen und Zahnmaterial (überwiegt), kommt das Mammut am Vogelherd vor.

Jagdmuster

Mit 32 % kommen juvenile Individuen der Klasse 0 –12 A.E.Y. vor. Je 21 % stellen ältere adulte Tiere mit 37 – 48 A.E.Y. und 49 –60 A.E.Y.. Dieses Altersprofil stellt keine natürliche

Herde dar und ist nach Niven nicht erklärbar. Vielfach wird behauptet, dass Jungtiere bevorzugte Beute von Carnivoren seien. Von modernen Elefantenherden jedoch weiß man, dass die Gruppe die Jungtiere massiv beschützt.

Da weniger Knochen als Zähne im Material präsent sind, ist das Geschlecht nicht bestimmbar. Von den 28 Individuen konnten 13 anhand von Knochen nachgewiesen werden, der Rest anhand von Zähnen.

Skeletteilrepräsentanz

Die Knochen entstammen dem sog. „Knochenlager“, das Riek am Südwesteingang der Höhle verortete. In diesem Material sind die Crania dominant. Von der großen Anzahl an Mammutknochen und Zahnmaterial sind nur 13 verbrannt. Die Crania weisen überwiegend ein trockenes Bruchmuster auf, nur eine geringe Anzahl ist frisch gebrochen. Schnittspuren und Schlagmarken, die auf Desartikulation oder Fleischgewinnung hindeuten, wurden keine gefunden, nur eine Hackspur, deren Ursache nicht bestimmt werden konnte.

Das Knochenlager selbst und die ungewöhnliche Auswahl dürften durch den Menschen eingebracht worden sein. Niven scheint die Jagd auf *Mammuta* eher auszuschließen, sondern denkt an aufgesammeltes Material. Wobei der Transport der Schädel rätselhaft bleibt, da sie sehr schwer sind und umständlich zu transportieren wären. Am ehesten scheint das Knochenlager eine Rohmaterialquelle für Elfenbein, Brennstoff oder ein Vorratslager gewesen zu sein. Da Riek nicht berichtete, was sich am Grund des Knochenlagers befand, wäre auch ein Schutz von Vorräten durch das Mammutlager nicht auszuschließen (Niven 2006).

Tab VII- 17, *Mammuta*, Periode II

Fundort	Taxa	als Nahrung	Quelle
Grotte de Spy	<i>M. primigenius, juvenil</i>	Crania	(Germonpré et al. 2014)
Vogelherd	<i>M. primigenius</i>	Crania	(Niven 2006)
Geißenklösterle AH II, III,	<i>M. primigenius</i>	-	(Conard et al. 2006; Conard et al. 2019; Münzel and Conard 2004b)

3.9 Höhlenbären und Carnivoren als Nahrung

In einigen Fundorten konnte nachgewiesen werden, dass die omnivoren Höhlenbären die dominante Tierart waren, ohne dass diese Höhlen nur von ihnen besiedelt worden sind.

3.9.1 Periode II

Die Höhlenbären der Grotte du Renne

In der Grotte du Renne wurden sieben Höhlenbärenindividuen gefunden, davon sind fünf Jungtiere und zwei adulte Tiere. Es sieht nicht so aus, als wären die Tiere während der Hibernation verstorben, sie weisen nämlich Schlachtsuren auf. Die Langknochen tragen frische Brüche durch Knochenmarkausbeutung. Für Bärenfett ist in der ethnografischen Literatur die Verwendung als Brennmaterial und zum Kochen belegt (Pastoureau 2007).

Schnittspuren an den Phalangen lassen an Entbalken und Verarbeitung der Bärenklauen denken.

Tab VII- 18, Höhlenbären und Carnivoren, Periode II

Fundort	Tierart	als Nahrung	Quelle
Grotte du Renne	<i>U. spelaeus</i>	x	(Tolmie 2013)
Hohlenstein-Stadel	<i>U. spelaeus</i>	-	(Kitagawa 2014)
Ciemna Höhle	<i>U. spelaeus</i>	-	(Valde-Nowak et al. 2014)
Deszczowa Höhle	<i>U. spelaeus</i>	-	(Wojtal 2007)
Mamutowa Höhle	<i>U. spelaeus</i>	-	(Wojtal 2007)

4 Ergebnisse für die Fauna der Periode III (36 – 27 ka, 44 Schichten)

4.1 Dominante Tierart

Auch in dieser, der kältesten Zeitperiode, ist das Rentier die häufigst gejagte Tierart. Pferde liegen mit rund 34 % und Mammuta liegen mit rund 39 % aller Schichten an zweiter Stelle der Häufigkeit. Nicht erklärbar ist der Rückgang der Jagd auf die sehr kältetoleranten Boviden mit nur noch 4,5 % aller Schichten. Der Rothirsch ist nicht mehr vertreten.

Tab VII- 19, dominante Taxa

Taxa	n	[%]
Rt	20	45,5

Es	15	34,1
Mp	17	38,6
Bos	2	4,5
Mg	1	2,3
St	2	4,5
Ci	3	6,8

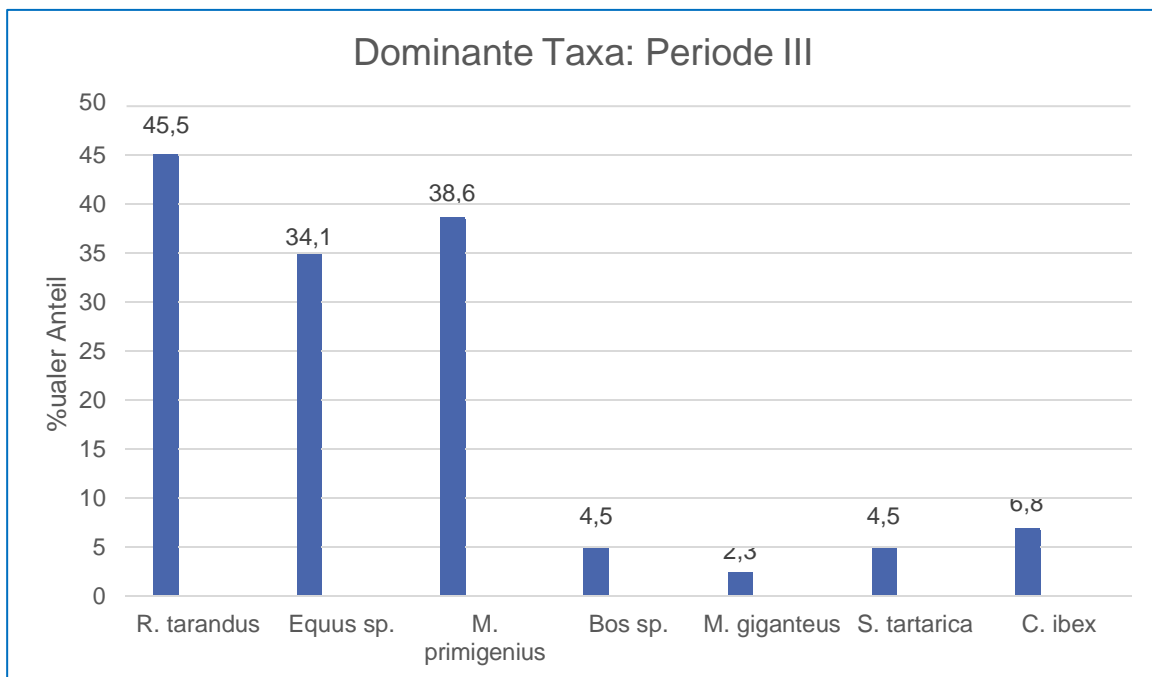


Abb. VII- 15, dominante Taxa, Periode III

4.2 Vorkommen Kleiner Tiere

Auch in diesem Zeitabschnitt dominieren die Leporiden die Kleinen Tiere mit 40,1 %. Fische sind am Wenigsten vertreten und Vögel zu 29,5 %. Im Vergleich zu den vorherigen Perioden machen die Kleinen Tiere einen steigenden Anteil aus.

Tab VII- 20, Vorkommen Kleiner Tiere

Taxa	n	[%]
Leporidae	18	40,1
Aves	13	29,5

Pisces	6	13,6
--------	---	------

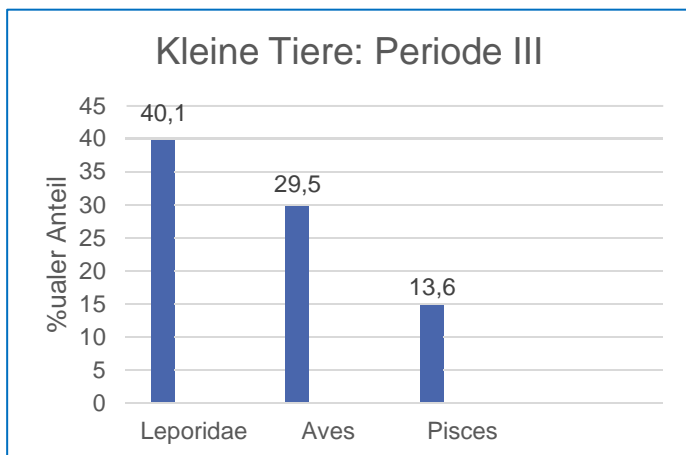


Abb. VII- 16, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode III

Exkurs: Große Vögel als Nahrung

Insgesamt gelten Vögel als schwierig zu erlegen, vor Erfindung von geeigneten Jagdwaffen. Dennoch finden sich an verschiedenen Fundplätzen im Arbeitsgebiet und während der OIS 3 immer wieder auffällige Vogelfunde. Dabei handelt es sich in erster Linie um Tetraonidae, Galliformes und Corviden. Allesamt Vögel mit Hühner- bzw. Entengröße deren Jagd lohnend gewesen sein dürfte. Die Analyse zeigt, dass das Vorkommen der großen Vögel während der Periode II am niedrigsten war, in der Periode III dagegen in fast 30 % der Fundplätze vorkommen.

Wildgeflügel hat einen Nährwert von 156 kcal/100 g, davon 20 % als Protein und 6 % als Fett.

Periode I

Die Avifauna von Buhlen IIIc

Obwohl die Schicht Bu IIIc nicht in den Zeitrahmen OIS 3, sondern OIS 5a > 70 ka gehört, gibt es in ihr einen interessanten Aspekt, nämlich die massive Akkumulation von Vogelknochen und Eierschalen. Es sind eindeutig Fundschichten, die dem Neandertaler zuzuordnen sind und hier sehr früh auf die Ausbeutung kleiner Tiere hindeuten, einer Fähigkeit, die normalerweise erst dem jungpaläolithischen Menschen zugewiesen wird.

Alle Schichten in Buhlen weisen Vogelknochen und Eierschalen auf, insgesamt gibt es 1586 Fragmente von Eierschalen, und es sind die Knochen von 27 Vogelarten nachgewiesen.

Die Vogelknochen weisen keinerlei Verbiss oder Verdauung der Knochen auf und keine Einwirkungen von aasverzehrenden Säugetieren.

Die häufigste Art in allen Schichten mit 57 % sind die Tetraonidae (Rauhfußhühner), die zu den Fasanenartigen gehören, die gut an das Klima in höheren Breiten angepasst sind.

In Schicht III finden sich die meisten Vogelknochen mit einem Anteil von 16,8 % an Wasservögeln (8 Arten).

Eierschalen befinden sich überwiegend (53,5 %) in Level II, was noch in den Zeitrahmen der OIS 3 gehört. In Schicht III sind es noch 17 % Eierschalen.

Obwohl die Eierschalen 1999 noch nicht auf Speziesebene bestimmt werden konnten, weiß man, dass mindestens 7 der gefundenen Vogelarten am Boden oder in Bodennähe ihre Nester bauen und daher die Eier leicht vom prähistorischen Menschen aufgesammelt werden konnten.

Neben der Konzentration der Vogelknochen in Schicht III und der Eierschalen in Schicht II, gibt es eine Korrelation zwischen den Vogelknochen und den Steinartefakten. Die Bearbeiterin ist daher der Meinung, dass Vögel und Eierschalen durch den Menschen und nicht durch Tiere in die Höhle verbracht wurden. Allerdings weist keiner der Vogelknochen Schlachtsuren auf, auch keine Spuren von Verbiss durch Nager.

Eine Untersuchung der Skeletteile auf ihre Häufigkeit hin zeigt, dass der größte Teil der Vogelknochen von fleischreichen Teilen (30 % Axialskelett, 50 % obere Extremitätenknochen) stammt. Der Fokus lag auch auf den großen Spezies unter den Vögeln, denn 60 % der Vögel in Schicht III sind Galliformes (Hühnervögel) und 17 % sind Wildgeflügel (Eastham 1999).

Periode III

Die Vogelknochen vom Geißenklösterle

Aurignacienschicht

Die Auswertung der Vogelknochen vom Geißenklösterle führte Krönneck durch. Die Knochen-erhaltung wird als außergewöhnlich gut beschrieben, Einzelknochen sind oft vollständig erhalten.

Die gesamte Fundmenge umfasst 1279 Vogelknochen, von denen 396 in archäologischen Schichten gefunden wurden. Das Spektrum umfasst über 30 Arten, Gattungen und Familien in allen archäologischen Horizonten

„Eine quantitative Auswertung von Vogelresten ist aus verschiedenen Gründen schwierig. Ein Grund sind die geringen Fundzahlen der bestimm- baren Arten, von denen teilweise sogar Einzelstücke vorliegen. Die Anzahl der Funde oder das Fundgewicht können deshalb statistisch kaum ausgewertet werden.“ (Krönneck 2019).

Bei den Bestimm- baren nach Art sieht die Verteilung folgendermaßen aus. In allen drei Horizonten sind Vögel vertreten, aber am häufigsten und vielfältigsten sind sie im AH I. Die dominanten Arten sind in absteigender Reihenfolge: *Lagopus* sp. (Schneehuhn), *Phasianidae* indet. (Hühnervögel) und *Lagopus lagopus* (Moorschneehuhn).

Im Horizont AH II dominieren ebenfalls *Lagopus* sp., gefolgt von *Lagopus mutus* (Alpensneehuhn) und unbestimmten Singvögeln. Im Horizont AH III kommen insgesamt die

wenigsten Vogelfunde vor, die häufigste Art ist auch hier wieder das Schneehuhn, gefolgt von den Phasianidae und dem Schwan.

Skelettelementverteilung

Nur von Enten und Hühnervögeln lagen ausreichende Mengen vor, um eine Skeletteilanalyse durchführen zu können.

Bei den Schneehühnern sind im AH III und AH II die Fußknochen gut repräsentiert, im AH I dagegen fehlen die Phalangen weitgehend. Krönneck nimmt an, dass das an einer verschiedenen Art der Zubereitung liegt, z.B. als vollständiges Tier mit Entfernung der Füße bei der Mahlzeit.

Bei den Enten kommen Humerus und Femur häufiger vor als bei den Schneehühnern. Bei beiden Gattungen sind Flügel, Radius, Ulna, Carpometatarsus und Phalangen unterrepräsentiert. Krönneck vermutet, dass man sie vor der Zubereitung entfernte, weil man sie einem anderen Zweck zuführen wollte.

In jedem Falls nimmt Krönneck an, dass die Tiere in erster Linie vom Menschen zum Verzehr erlegt wurden

Anthropogene Spuren

Im AH I gibt es zwei Ulnae unbestimmter Hühnervögel, deren Olecranon abgeschnitten war. Eine der beiden Ulnae weist weitere Schnittspuren auf, und an einem Schwimmentenhumerus war ebenfalls eine Schnittspur vorhanden. In diesem Horizont gibt es auch Knochen, die stark erhitzt wurden.

Im AH II wurde eine Rabenscapula mit Schnittspuren gefunden. Das Olecranon trug weitere Schnittspuren und der Knochen war angebrannt.

Im AH III konnte an der Vogelfauna keine Schnittspuren gefunden werden.

Vögel in Dolní Věstonice

Auf der gesamten Fläche der Kulturschicht waren Tierknochen von Wolf, Vielfraß, Fuchs, Eisfuchs und Schneehase sowie verschiedener Vögel: *Nyctea nivea* (Schneeeule), *Covus corax* (Kolkrahe), *Lagopus albus* (Moorschneehuhn), *Lagopus mutus* (Alpensneehuhn) *Cygnus musicus* (Singschwan) verstreut. Deren Langknochen waren zu 90 % zerbrochen. Absolon gibt den diluvialen Menschen als den Verursacher des Knochenbruchs zum Zwecke des Markausaugens an (Absolon 1938).

Dolní Věstonice II

Auch in Dolní Věstonice II wurden Vogelknochen gefunden. 165 Vogelknochen machten 1,9 % der gesamten Knochen aus. Im Gegensatz zu Pavlov I waren hier die Rabenvögel mit 77,6 % dominierend. 13 % der Vogelknochen konnten nicht identifiziert werden. Am zweithäufigsten waren die Tetraoniden, eine genaue Prozentzahl nennen Wertz und Mitarbeiter nicht (Wertz et al. 2015). Auch die Anzahl der Taxa wird nicht erwähnt, wohl aber, dass die zu niedrig sei, um die damals herrschende biologische Diversität zu erklären und daher durch menschliche Jagd zustande gekommen sein muss.

Bei den Vögeln sind fast alle Skeletteile vertreten, so dass angenommen wird, dass sie als Ganzes zum Fundplatz gebracht wurden. Dass keinerlei Schnitt- und Brandspuren feststellbar waren, führen die Bearbeiter auf den hohen Fragmentierungsgrad zurück. Den hohen Anteil

an Rabenvögeln können die Bearbeiter nicht erklären. Interessanterweise werden Rabenvögel, obwohl genauso groß wie die Tetraoniden, von Wertz und Mitarbeitern nicht als Nahrungsressource angesehen. Vermutet wird, dass Rabenvögel eine besondere Bedeutung im Gravettien gehabt haben, man sie wegen der Federn jagte oder sie schlicht lästig waren, weil sie als Fleischscavenger in Erscheinung getreten sind.

Vögel in Pavlov I

Die Vogelfauna von Pavlov I wird hier zusammen und nicht nach Grabungsarealen und Grabungsjahren betrachtet. 8 – 9 % des Faunenmaterials sind Vögel (Bochenski et al. 2009). Neben Raben und Krähen fanden sich Schwarzgans, Moorschneehuhn, Alpenschneehuhn, Auerhuhn, Graugans, Spießente.

Die über 1000 Fragmente von Vögeln gehören 19 verschiedenen Taxa an, wobei Corviden (48,8 % der NISP) und Tetraoniden (45,8 % der NISP) dominieren. Diese hohe Anzahl von nur zwei Taxa spricht für menschliche Bejagung.

Die Bearbeiter schließen aus, dass die Reste der dominanten Gruppen von tierischen Jägern eingeschleppt wurden. Die Lage des Fundplatzes lässt auch den Schluss der Anschwemmung der Wasservögel nicht zu

Die Verteilung der Skelettelemente auf dem Fundplatz lässt keinen Schluss darauf zu, wer die Knochen akkumuliert haben könnte, Mensch oder Tier. Die Flügelknochen sind überrepräsentiert, was ein bekanntes Phänomen ist, das nicht eindeutig geklärt ist (Bochenski et al. 2009).

Die Analyse der Skelettteile der beiden Hauptspezies ergibt ein Vorhandensein fast aller Knochen, was für einen kompletten Transport ins Jagdlager spricht.

Tetraoniden sind Vögel, die sich am Boden aufhalten, schwache Flieger sind und relativ schwer mit 0,4 – 1,4 kg Gewicht. Das macht sie für Jäger zu einer einfachen und wünschenswerten Beute. Es sind nur wenige Schnittspuren und auch nur angebrannte Flügelknochen bei den Tetraoniden nachweisbar.

Dennoch dürften sie in erster Linie der Nahrung gedient haben.

Schwieriger ist es mit den Corviden, die die Bearbeiter eher einem Zweck abseits von Nahrungsgewinnung zuweisen. Sie sind zwar ähnlich schwer wie die Tetraoniden, aber sie sind gute Flieger. Weder Schnitt- noch Brandspuren konnten bei ihnen gefunden werden. Sie könnten wegen ihren Federn gejagt worden sein, rituelle Bedeutung gehabt haben, oder einfach von den paläolithischen Jägern gejagt worden sein, weil sie lästig waren, wenn die sich an den erjagten Beutetieren zu schaffen gemacht haben (Wertz et al. 2015).

Vögel in Předmostí (Wertz et al. 2015)

In einer neueren Untersuchung kam es zur Analyse der Vogelfunde von Předmostí. Es wurden 339 Vogelknochen gefunden, das sind 1,2 % der in Předmostí aufgefundenen Fauna. Von ihnen konnten 332 auf 17 Familien und 18 Spezies identifiziert werden.

Über 60 % der Knochen stammen von Corviden. Die zweitgrößte Gruppe ist die der Tetraonidae (Raufußhühner), von denen 25 % drei Spezies ausmachten. Diese Proportionen stellen nicht die Verhältnisse des natürlichen Habitats dar, sondern sprechen für eine klare Auslese von Corviden und Tetraoniden.

Von den Skeletten sind fast alle Teile vorhanden. Bei den Corviden kommen Ulnae und Femora am häufigsten vor, bei den Tetraoniden die Ulnae und Humeri. Die Langknochen sind stark fragmentiert und haben in weniger als 10 % noch beide Epiphysen.

Anthropogene Modifikationen sind an den Vogelknochen nicht erkennbar. Die Autoren nehmen an, dass es daran liegt, dass es möglich ist, Vögel auch ohne Werkzeuge zu verarbeiten, sondern sie mit den Zähnen und Händen verzehrt werden können.

Gerade die Tetraoniden sind nur mittelmäßige Flieger, können leicht erlegt werden und ergeben eine gute Fleischportion.

Während die Tetraoniden der Nahrungsgewinnung zugerechnet werden, wobei nicht unerwähnt bleibt, dass sie auch anderen Zwecken gedient haben könnten (Federn, Knochen für Werkzeuge), scheint dies für die Corviden nicht ganz so einfach zu sein. Sie werden üblicherweise nicht in erster Linie als Kost betrachtet.

Insgesamt kann gesagt werden, dass Vögel keine großartige Rolle in der Ernährung gespielt haben dürften, aber hin und wieder eine Ergänzung der Kost darstellten.

4.3 Monospezifische Jagd

Die monospezifische Jagd erreicht in diesem Zeitabschnitt ihren höchsten Stand. Sie kann für 9 Fundorte nachgewiesen werden. Während sie sich im äußersten Westen auf Rentiere konzentriert, werden im äußersten Osten des Untersuchungsgebietes Pferde gejagt und in der Region dazwischen Mammuta.

Die monospezifische Jagd ist im Vergleich zu den beiden vorherigen Zeiträumen für doppelt so viele Schichten nachweisbar. Bejagt werden die drei dominantesten Tierarten: Rentiere, Pferde und Mammuta. Die Jagdart muss also spezifisch auf die jeweilige Tierart abgestimmt worden sein, so dass die Menschen es sich leisten konnten, andere Tierarten nicht zu bejagen.

Tab VII- 21, monospezifische Jagd, Periode III

Fundort	Taxa	[%]	Skeletteil-repräsentanz	Jagd-muster
Castanet	<i>R. tarandus</i>	85	Extremitäten	-
Le Flageolet	<i>R. tarandus</i>	95	Extremitäten	prime age adult
Solutré	<i>Equus sp.</i>	k.D.	ganze Kar-kasse	-
Kostenki 14	<i>E. latipus</i>	95	ganze Kar-kasse	catastro- phic Profil

Kostenki 15	<i>E. latipus</i>	>95	ganze Kar- kasse	-
Krems- Hundsteig	<i>M. primigenius</i>	k.D.	nur fleisch- reiche Teil	-
Milovice I	<i>M. primigenius</i>	98,7	ganze Kar- kasse ohne Fußknochen	-
Předmostí	<i>M. primigenius</i>	72,05	-	-
Krakow Spazista Street	<i>M. primigenius</i>	99,8	ganze Kar- kasse	Jagd auf Familien- herden

4.4 Jagdmuster

Betrachtet man das Gesamtbild, dann verändert sich das Jagdmuster in dieser Periode am stärksten. Das dominierende Jagdmuster Prime age adult Profil geht auf 27,3 % zurück, alle anderen Jagdformen liegen jeweils unter 10 %. Es wurden nur Tiere, in bester körperlicher Verfassung erlegt.

Tab VII- 22, Jagdmuster, Periode III

Jagdmuster	n	%
prime age adult	12	27,3
catastrophic	4	9,1
attritional	3	6,8
andere	2	4,5

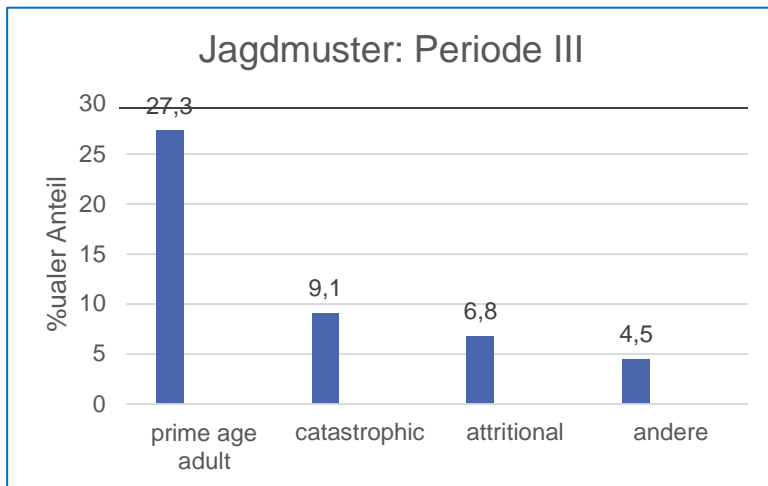


Abb. VII- 17, Jagdmuster, Periode III

4.5 Skeletteilrepräsentanz

Die bevorzugten Skeletteile sind auch in diesem Zeitabschnitt die ganze Karkasse mit 43,2 % der Schichten, Crania mit 15,9 % und Extremitäten mit 22,7 % der Schichten. So liegt auch hier der Fokus auf maximaler Fleisch- und Fettgewinnung. Der Anteil der Metapodien und Phalangen ist angestiegen. Dies ist ein Zeichen dafür, dass auch die kleinsten Vorkommen an Knochenmark im Tierkörper ausgenutzt wurden.

Tab VII- 23, Skeletteilrepräsentanz, Periode III

Skeletteil	n	[%]
ganze Karkasse	19	43,2
Extremitäten	10	22,7
Crania	7	15,9
Mandibula	2	4,5
Metapodien/ Phalangen	6	13,6
Rippen	3	6,8
andere	3	6,8

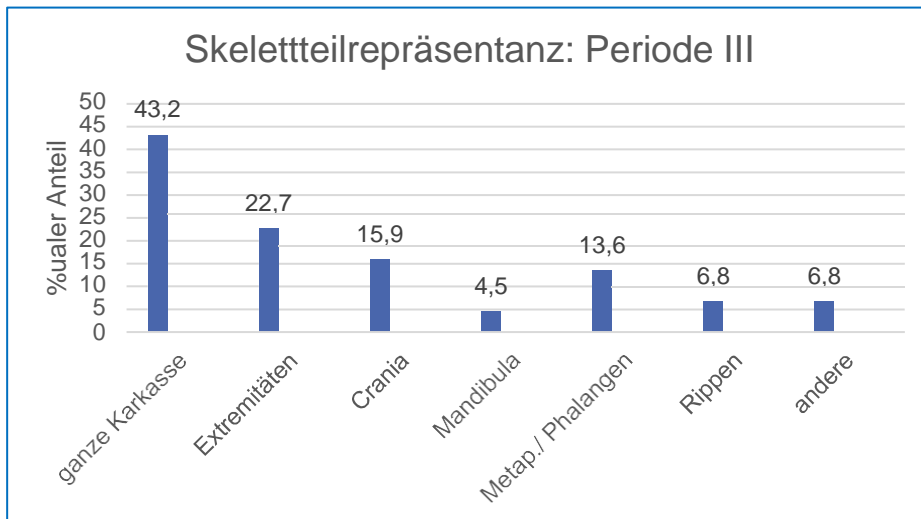


Abb. VII- 18, Skeletteilrepräsentanz, Periode III

4.6 Anthropogene Spuren und Befunde

In allen Schichten kommen anthropogene Spuren vor. Am stärksten vertreten sind Schlacht- und Schnittspuren, gefolgt von der Knochenmarkgewinnung und Brandspuren. Deutlich zugenommen hat die Zahl der Herde/Feuerstellen, sie ist aber nicht so hoch, wie die der Brandspuren.

Tab VII- 24, anthropogene Spuren, Periode III

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	37	84,1
Brandspuren	27	61,4
Knochenmarkgewinnung	32	72,7
Herde/Feuerstellen	21	47,7
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	13	29,5

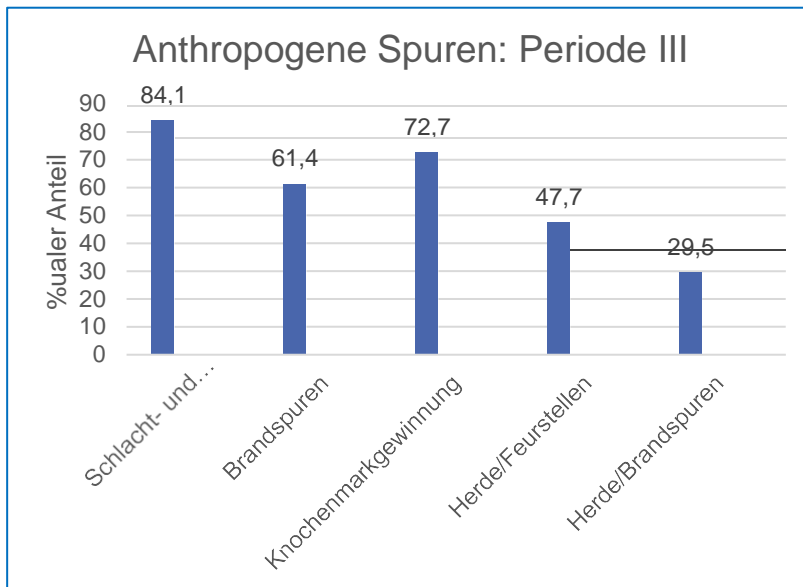


Abb. VII- 19, anthropogene Spuren, Periode III

Exkurs: Eine Feuerstelle, die zur Nahrungszubereitung genutzt wurde

Periode II

Lommersum

Die einzige Feuerstelle von Lommersum ist eine flache Mulde ohne Steinreflektoren und mit Knochen und Steinartefakten assoziiert. Sie diente der selektiven Weiterverarbeitung der Jagdbeute. Die Feuerstelle war eine der Zentren der Fundstelle.

Entsprechend der Zahl der Rollbeine um die Feuerstelle, muss es sich um ein Minimum von fünf Rentieren und ein Maximum von sieben Rentieren handeln, die zum gleichen Ereignis gehören. Auf Grund der Zähne handelt es sich um zwei einjährige, ein drei- bis vierjähriges und drei fünf- bis siebenjährige Tiere.

Hahn (1989) interpretiert die Funktion der Feuerstelle als zur Zubereitung von Nahrung, mit dem Schwergewicht auf Rösten/Schmelzen von Knochenmark.

Um die Feuerstelle ist eine Anreicherung von Schädeln und Unterkiefern auffallend. Dies deutet auf eine Ausbeutung von Gehirn und Zungen hin, die am Tierkörper zuerst verderben (Hahn 1989).

Die Feuerstelle wurde in der Fläche des Horizontes AH IIc auf ihren Phosphatgehalt hin untersucht. Die Phosphatkonzentrationen gehen auf verbrannte und unverbrannte Knochen zurück und stimmen mit der Feuerstelle überein. Im Profil konnte jedoch keine Phosphatanreicherung festgestellt werden.

Die Sedimente der Feuerstelle wurden auf Fette und Aminosäuren hin untersucht. Dünnschichtchromatografisch konnten Aminosäuren der Gruppe Prolin-Hydroxyprolin in einer Konzentration, die über dem Pegel einer durch Mikroorganismen verursachten Verunreinigung liegt nachweisen (Hahn 1972).

Eine Untersuchung auf Fettsäuren zum damaligen Zeitpunkt ergab, erwartungsgemäß wenig detaillierte Ergebnisse. Immerhin konnte das Fett als Knochenöl von Rentieren oder Rindern eingegrenzt werden (Hahn 1989). Da Rinder an der Fundstelle nicht nachgewiesen sind, bleibt Ren, was somit auch mit den archäozoologischen Funden übereinstimmt.

4.7 Jagdsaison

Jagdsaison ist ganzjährig. Die Jagd auf Rentiere ist am stärksten von November bis Februar und am wenigsten ausgeprägt in den Frühlingsmonaten. Mammuta werden von März bis Mai und von September bis Dezember gejagt. Pferde werden außer im Februar ganzjährig erlegt mit einem Schwerpunkt von Juni bis August. Für Nashörner liegt die Jagdperiode zwischen März und August. Steinböcke werden ausschließlich in den Wintermonaten von November bis Januar gejagt. Elche haben zwei Jagdperioden von März bis Juni und von September bis November. Die Saiga Antilope wird von April bis Juni erlegt.

Insgesamt sind die Sommer- und Herbstmonate noch immer die jagdstärksten Monate, aber nun sind auch Dezember bis Februar ebenfalls starke Jagdmonate. Während es immer kühler wird, sind die Menschen offenbar gezwungen, häufiger bzw. ausdauernder auf Jagd zu gehen. Möglicherweise aber ist die Jagdzeit während der harten Wintermonate eine Jagd nach Knochenfett. Sowohl für Menschen als auch für Jagdtiere ist nachgewiesen, dass sich bei ihnen paradoxerweise in Perioden des Hungers Fett in den Markhöhlen der Knochen ablagert, während andere Fettdepots im Körper energetisch genutzt werden. Dieser Umstand des mit Fett angereicherten Knochenmarks ist den paläolithischen Menschen eventuell bekannt gewesen und sie haben diese Ressource gezielt während den Hungerzeiten der Tiere ausgebeutet (Devlin 2011; HODGES et al. 2006; Josefsen et al. 2007).

4.7.1 Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa

Tab VII- 25, Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												

Rt									Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	
Rt							Yellow	Yellow	Yellow				
Rt			Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow						
Rt	Yellow	Yellow											Yellow
Mp			Blue	Blue	Blue								
Mp									Blue	Blue	Blue	Blue	
Es							Green	Green	Green				
Es							Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Es	Green											Green	Green
Es	Green						Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Es	Green						Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Es							Green	Green	Green	Green	Green		
Es			Green	Green	Green	Green	Green						
Es	Green		Green	Green	Green								Green
Ca			Red	Red	Red	Red	Red						
Ca					Red	Red	Red						
Ci	Purple											Purple	Purple
Aa			Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue			Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue		
St				Pink	Pink	Pink	Pink						

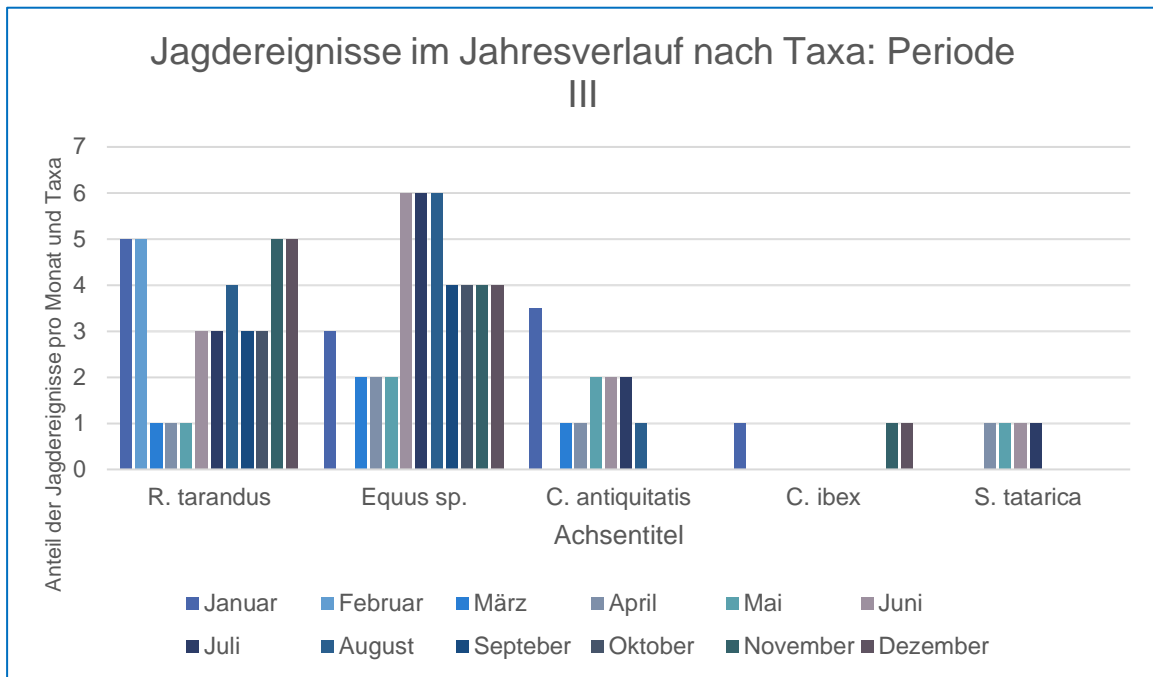


Abb. VII- 20, Jagdereignisse nach Taxa, Periode III

4.7.2 Jagdsaison gesamt

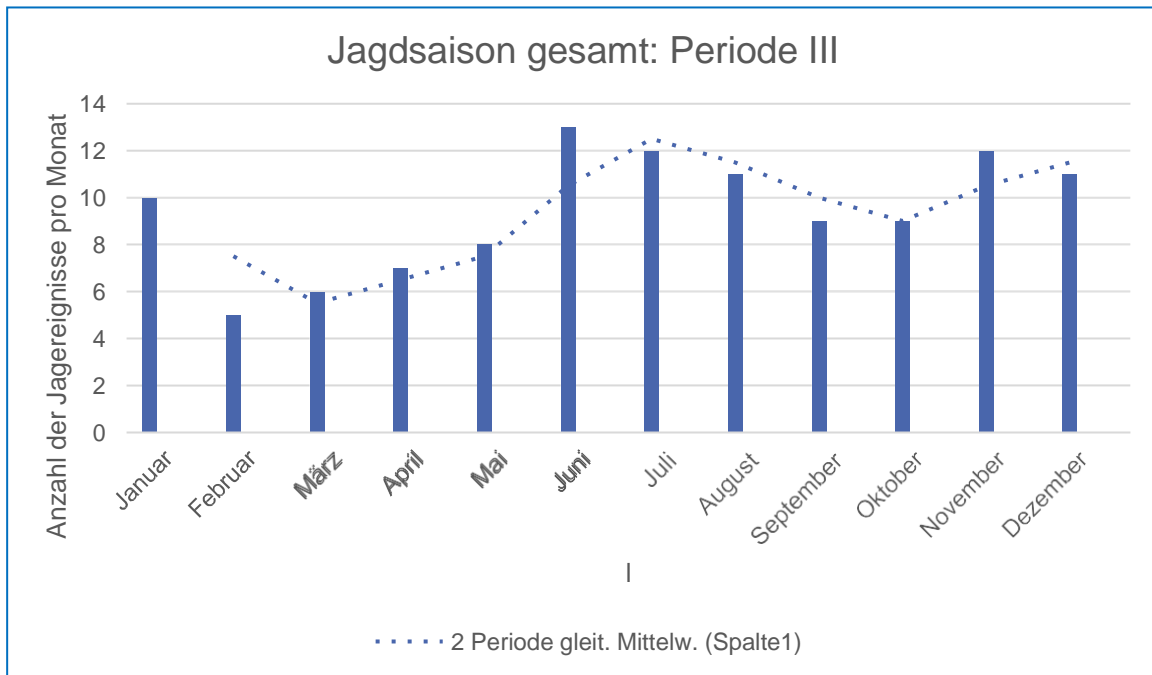


Abb. VII- 21, Trendlinie der Jagdereignisse, Periode III

4.8 Mammuta

Die Jagd auf Mammuta nimmt in dieser Periode stark zu, für 8 (Geißenklösterle, Vogelherd, Krems-Wachtberg, Krems-Hundsteig, Milovice I, Dolní Věstonice, Pavlov, Krakow Spadzista Street) von 36 Fundplätzen ist sie nachweisbar. Der Schwerpunkt liegt dabei in

den Freilandfundstellen in Österreich, Tschechien und Polen. Ganz im Westen ist kein Fundplatz mit Mammutjagd nachweisbar.

4.8.1 Periode III

Krems- Wachtberg

Nachweis der Mammutknochenfettverarbeitung (Fladerer 2011)

Grabung 2005-2010

Im und um den Herd 1/AH4.11 wurde folgendes gefunden:

- Hohe Frequenz von unverbrannten Knochen in der Peripherie des Herdes.
- Refitting von Knochensplintern möglich.
- Hammerstein.
- Verbrannte und unverbrannte Knochen.

Fladerer und Kollegen (2011) konnten belegen, dass es sich bei Herd 1 in AH4.11 um eine Einrichtung zur Gewinnung von Knochenfett handelt. Die Größe der Fragmente liegt überwiegend im Bereich von 10 mm bis 20 mm. 13,7 % der Knochenfragmente liegen zwischen 10 mm und 30 mm, sind unverbrannt und nicht versengt. 12,4 % der Knochenfragmente zeigen Green breakage und es konnte keine Carnivorentätigkeit nachgewiesen werden.

Im gleichen Horizont befinden sich Kochgruben, Hammersteine, Kochsteine. Flache Mammutknochen und Mammutrippen sind miteinander verschmolzen, im Umkreis des Herdes, was auf die Hitzeeinwirkung schließen lässt.

Knochen als Brennmaterial oder zur Fettgewinnung?

Spongioser Knochen enthält Knochenfett, dies insbesondere in den Langknochen, dem Schulterblatt, der Mandibula, den Rippen, dem Sternum. Knochenmark ist in erster Linie der Bildungsort der Blutzellen. Je jünger ein Individuum ist, desto höher ist der Gehalt an Knochenmark und damit an proteinreichem Gewebe. Mit zunehmendem Alter bildet sich aus dem proteinreichen Knochenmark fettreiches Knochenfett. Dabei wechselt die Farbe des Knochenmarks von rosa nach gelb oder weiß (je nach Wasseranteil). In den Epiphysen ist der Anteil an Spongiosa am größten.

Knochenfett kann als Brennmaterial oder als Nahrungsressource genutzt werden. Ein hoher Anteil an verbranntem spongiösem Knochen in einem Herd gilt als ein Beleg für die Nutzung von Knochen als Brennmaterial. Ein vergleichbar hoher Anteil an unverbranntem spongiösem Knochen wäre ein Beleg für die Fettgewinnung bzw. -verarbeitung.

Die Menge an spongiösem Knochen in der Herdstelle ist viel höher als im umgebenden Living floor. Sie reicht von 15,2 % in Phase I, zu 9,2 % in Phase II auf 7,7 % in Phase III. Der AH 4.4 enthält eine hohe Anzahl an Langknochen.

Der Anteil der Knochenfragmente bis 2 cm, die Brandspuren zeigen, liegt in allen drei Phasen über 90 %. Der Anteil der kalzinierten Knochen ist am höchsten (85,4 %) in Phase III, während im umgebenden Living floor der Anteil der kalzinierten Knochen nur 11 % beträgt und der Anteil der unverbrannten Knochen bis 2 cm 72,3 % beträgt. Die Kalzinierung von Knochen beginnt bei 550 – 600 °C, dabei hängt die maximale Temperatur auch von der Masse, dem Material und der Aufrechterhaltung des Feuers ab. Der hohe Anteil an kalzinierten Knochen ist hier ein Beleg für hohe Temperaturen und lange Brenndauer (vgl. Kap. V,6).

Es konnte nachgewiesen werden, dass in Phase I 9,2 %, in Phase II 17 % und in Phase III 14 % des Knochenmaterials anthropogen gebrochen wurden. Dazu kommt eine hohe Anzahl an gebrochenen Knochen, die artmäßig und nach anatomischer Region nicht bestimmt werden konnten. Der hohe Anteil in Phase II korreliert mit einem höheren Anteil an Extremitätenknochen von Pferden in dieser Phase.

Der hohe Anteil an verbrannten Knochen im Herd geht wahrscheinlich auf das Verbrennen von Knochenabfällen zurück, z.B. durch das Rösten und Konsumieren von fleischreichen Rippen. Im Gegensatz dazu steht der hohe Anteil von frisch gebrochenen Mammut- und Huftierextremitätenknochen um den Herd herum. Dies wäre ein Beleg für Abfälle aus der Knochenmark- und Knochenfettproduktion (Fladerer et al. 2010; Händel et al. 2015).

4.9 Höhlenbären

Höhlenbären als dominante Art, abgesehen von den Herbivoren, finden sich im Geißenklösterle, Hohle Fels, Brillenhöhle und Hohlenstein-Stadel. Im Hohlenstein-Stadel sind ebenfalls Schlacht- und Schnittspuren an den Bärenknochen nachweisbar.

Periode III

Hohle Fels

Die Höhlenbärenknochen tragen zahlreiche anthropogene Modifikationen wie Schnittspuren und Schlagspuren und es gibt auch polierte Knochen. Die Schnittspuren sind am häufigsten auf den Schädelknochen und hier auf den Parietalia. Die Schnittspuren an den Schädeln scheinen beim Häuten der Tiere entstanden zu sein. Es gibt aber auch Schnittspuren, die für die Desartikulation von Gelenken sprechen und dem Abtrennen großer Muskelfleischteile gedient haben müssen. Die Langknochen der Höhlenbären weisen Schlagspuren auf, die der Gewinnung von Knochenmark dienten.

Bei den zahlreichen Knochenkohlen sind auch einige sehr große Stücke dabei, die dem Höhlenbären zugewiesen werden können. In diesem Fall diente der Bärenknochen als Brennmaterial.

Während der Grabungen im Jahr 2000 am Hohle Fels, in der Gravettischicht, wurde in einer Rippe des Höhlenbären ein Flintfragment (Jurahornstein) gefunden. Es ist bislang der einzige Beleg von aktiver Jagd auf Höhlenbären (Münzel and Conard 2004a).



Exkurs: Wölfe als Nahrung

Wölfe als Fleischlieferanten erscheinen uns heute abwegig bis eklig, aber es darf nicht von unserem derzeitigen, mitteleuropäischen, als angemessen erscheinenden Nahrungsspektrum ausgegangen werden.

Für Carnivoren liegen keine neuzeitlichen Fleischanalysen vor, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass es in Mitteleuropa keine freilebenden großen Carnivoren mehr gibt und sie traditionell in den vergangenen Jahrhunderten nicht als Nahrung gedient haben. Es ist daher nicht möglich, ihren ernährungsphysiologischen Wert einzuschätzen. Insgesamt gilt die Jagd auf Carnivoren als gefährlich und daher als weniger lohnend.

Dennoch gibt es einige wenige Hinweise im Arbeitsgebiet, die auf den Verzehr von Carnivorenfleisch hindeuten.

Periode III

Krems-Wachtberg

Neben Wolf und Eisfuchs ist noch der Vielfraß am Fundort repräsentiert. Immerhin 20 % des Faunenfundmaterials, gemessen an der MNI, geht auf den Wolf zurück. An 10 % der Carnivorenknochen sind Schnittspuren nachweisbar. Es sind Schlag- und Schnittmarken an Metapodien nachweisbar, sowie die Abtrennung des Kopfes. Die Verarbeitungsspuren lassen auf Entbalkung schließen. Die Schädel sind überrepräsentiert.

Allerdings gibt es auch Schnittspuren im Bereich des Schulterblattes, die auf Filetierung hindeuten. Ebenfalls ist ein Aufschlagen der Langknochen zur Markgewinnung belegbar. Die Anzahl der Tiere lässt keine genaue Altersanalyse zu, es scheinen aber frühadulte bis adulte Tiere gewesen zu sein.

Es scheint hier eine „gemischte“ Nutzung des Wolfes vorzuliegen. Folgende Empfehlungen macht Fladerer zur Nutzung von Carnivoren (Fladerer 2011): Bekleidung, Rohmaterial, Nahrung, medizinische Anwendungen: Therapie, Prophylaxe, Symbol, Ritual und Schmuckanfertigung

Das sind allesamt sehr interessante Möglichkeiten der Wolfsnutzung, werden von Fladerer aber leider nicht weiter ausgeführt.

Dolní Vestonice

Grabung: 1947-1952, Klima

Ohne genauere Stratigrafie oder Angaben nach Planquadraten erwähnt Klíma das Auffinden eines Wolfsschädels, in dessen Oberkiefer eine Feuersteinspitze steckte, für das Jahr 1949 (Klíma 1963). Weitere Ausführungen macht Klíma nicht. Eine Geschosspitze belegt aktive Jagd auf den Wolf, aber nicht dessen Nutzung als Nahrung

Pavlov

Das relativ große Vorkommen von Wölfen in Pavlov gilt als ein Zeichen für die Jagd auf diese Tiere. Ihre Knochen sind teilweise komplett und teilweise fragmentiert. Unzerbrochene Knochen gelten als Zeichen für die Ausbeutung der Felle. Hier scheint also beides vorgekommen zu sein (Musil 2005). Die höchste Anzahl von menschlichen Modifikationen an Carnivorenknochen sind beim Wolf zu verzeichnen. Auch Wojtal (2005) ist der Ansicht, dass einige der Tiere verzehrt wurden.

Musil (2005) schreibt:

“... I believe that the problem of hunting wolves, from the point of view of their suitability as a food source, had not yet been satisfactorily solved.”

Da die einzelnen Areale von Pavlov Unterschiede bezüglich der Knochenfragmentation von Wölfen zeigen, nimmt Musil an (Musil 2005), dass Wölfe nur in Zeiten der Nahrungsknappheit als Fleischlieferanten dienten.

Musil merkt weiter an, dass Wolfsfleisch „nicht schmecke“ (Musil 2005,) erwähnt aber nicht, aus welcher Quelle diese Information stammt.

Interessant ist auch seine Ausführung zu Wölfen, die Rentierherden begleiten. Als solche sind sie Jagdkonkurrenten des Menschen. Weiterhin scheinen sie auch menschliche Lager anzugreifen, wenn sie Fleisch oder Aas erbeuten können. Daher sei es sinnvoll, die Wölfe zu erlegen um ihre Anzahl zu dezimieren (Musil 2005).

Einige Langknochen von Füchsen und Wölfen tragen Brandspuren, was (Wojtal et al. 2005; Wojtal et al. 2012) als das Rösten von Fleisch über dem Feuer deuten. Sie könnten aber auch per Zufall oder nach dem Entbalken ins Feuer geworfen worden sein.

Abschließend ist anzumerken, dass es in den beiden Perioden I und II im Arbeitsgebiet keine Hinweise auf die Jagd oder den Verzehr von Wölfen oder anderen Carnivoren gibt. Interessant ist, dass der Nachweis der Wolfsjagd hier in einem räumlich sehr begrenzten Gebiet auftritt. Entweder war es eine Spezialität der dort lebenden Jäger oder es liegt an den Autoren, die darauf Wert gelegt haben, eine Carnivorennutzung in Betracht zu ziehen.

5 Vergleich der drei Zeitperioden

5.1 Dominante Tierart

In allen drei Zeitperioden werden vorwiegend Rentiere und Pferde gejagt. In der jüngsten Zeitperiode kommt das Mammut als drittes dominantes Taxon dazu. In den ersten zwei Zeitperioden sind noch Rothirsch und Boviden vertreten. Alle anderen Tierarten kommen in allen drei Zeitperioden in untergeordneten Mengen vor. Insgesamt scheint die Diversität in der ersten Zeitperiode am höchsten zu sein.

Es drängt sich der Verdacht auf, dass es sich nicht um einen echten Umschwung hin zur Mammutjagd handelt, sondern, dass die Region Österreich – Tschechien, in der fast alle Freilandstationen mit Mammutjagd liegen, besonders zur Mammutjagd geeignet war. Jagdplatz, Camp site und Verarbeitungsplatz sind identisch. Da es sich um sehr große Tiere handelt, scheint ein Transport nicht sinnvoll zu sein. Daher gibt es wohl auch nur einen Höhlenfundplatz (Geißenklösterle), an dem Mammutjagd nachweisbar ist.

Tab VII- 26, Vergleich: dominante Tierarten

Periode	60 – 45ka	44 – 37 ka	36 – 27 ka
Rt	47,1	47,6	45,5
Es	35,3	57,1	34,1
Mp	14,7	4,8	38,6
Bos	14,7	28,6	4,5
Ce	11,8	9,5	-
Mg	2,9	-	-
Ca	2,9	-	-
St	2,9	4,8	4,5
Capra+ Ovis	-	4,8	-
Ci	-	-	6,8

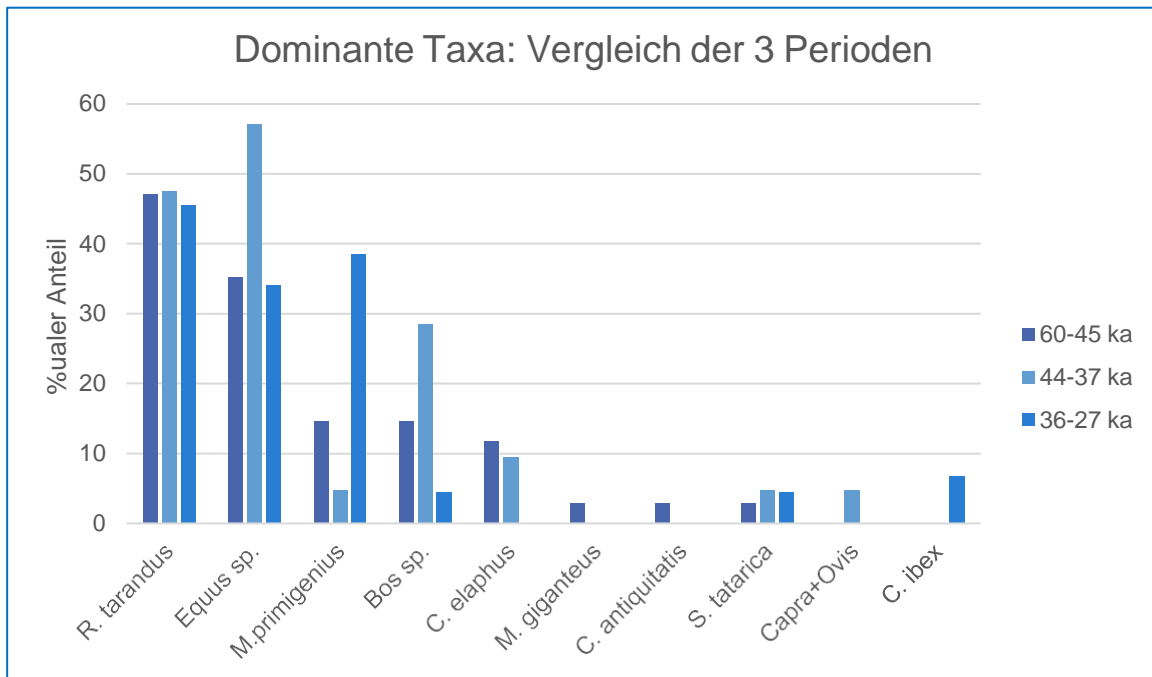


Abb. VII- 22, Vergleich: dominante Tierarten

5.2 Kleine Tiere

Die Kleinen Tiere kommen in allen drei Zeitperioden vor. Leporiden kommen am häufigsten in der jüngsten Periode vor und am wenigsten in der mittleren Zeitperiode mit den größten Klimaschwankungen. Alle drei Tierarten kommen ebenfalls in der mittleren Periode am wenigsten häufig vor. Der Anteil an Vögeln nimmt in der Periode II ab und in der Periode III wieder fast auf das Niveau von Periode I zu.

Tab VII- 27, Vergleich: Vorkommen Kleiner Tiere

	60 – 45 ka	44 – 37 ka	36 – 27 ka
Leporiden	26,5	9,5	40,1
Aves	20,6	14,3	29,5
Pisces	14,7	9,5	13,6

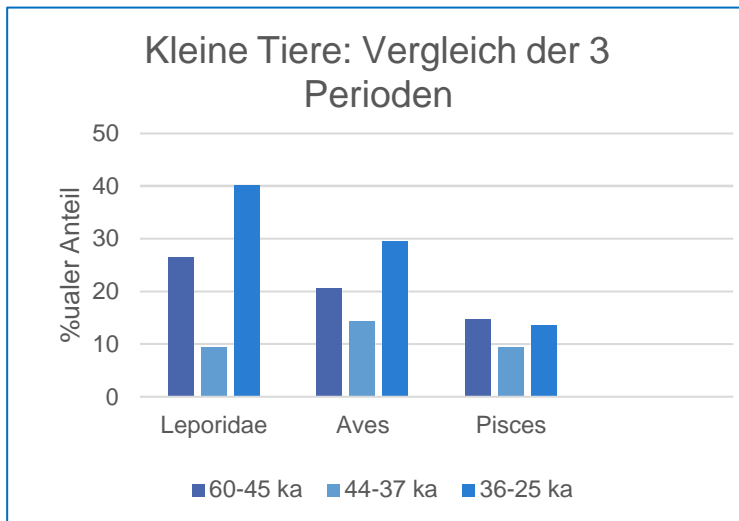


Abb. VII- 23, Vergleich: Kleine Tiere

5.3 Jagdmuster

Die Jagd auf Prime age adulte Tiere, also Tiere in der besten körperlichen Verfassung und im besten Alter, dominiert in Periode I und III, während in Periode II das Catastrophic Profil am häufigsten vorkommt. Das Attritional Profil kommt in allen drei Zeitperioden am wenigsten häufig vor.

Tab VII- 28, Vergleich: Jagdmuster

	60 – 45 ka	44 – 37 ka	36 – 27 ka
prime age adult	29,4	14,3	27,3
catastrophic	14,7	33,3	9,1
attritional	8,8	14,3	6,8
andere	2,9	-	4,5

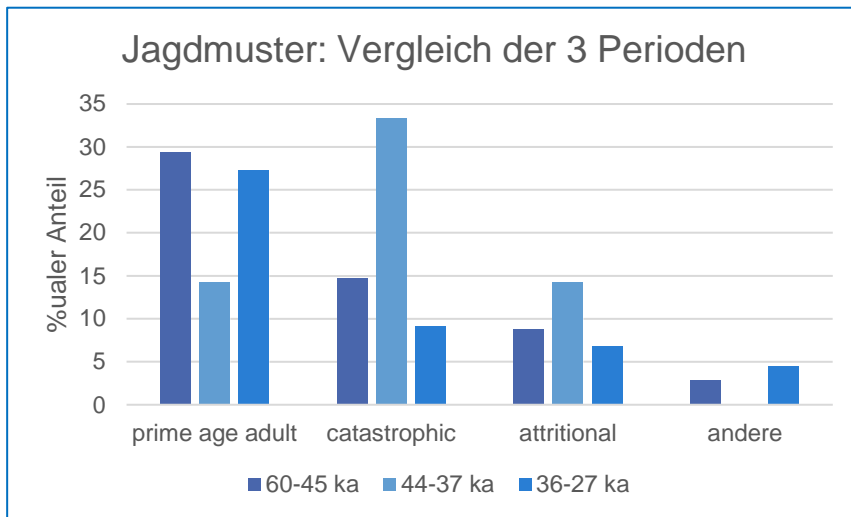


Abb. VII- 24, Vergleich: Jagdmuster

5.4 Skeletteildominanz

Neben der ganzen Karkasse sind die Extremitäten in allen Zeitperioden begehrt. Hinterextremitäten sind reich an Fleisch, Knochenmark und -fett. Sie lassen sich so portioniert besser transportieren.

Interessant ist die Zunahme der Verwertung der ganzen Karkasse im Zeitverlauf. Dies lässt vermuten, dass im Laufe der Zeit bessere Methoden zum Transport verfügbar waren oder, dass die Jagdplätze auch gleichzeitig die Camp sites waren.

Die häufige Verwertung von Crania und Extremitäten in der mittleren Periode lässt auf eine gezielte Ausbeutung von Knochenfett schließen.

Die höchste Ausbeutungsdiversität liegt in der jüngsten Periode vor, eventuell ein Hinweis auf klimatisch bedingte Verschiebung von Tierpopulationen.

Tab VII- 29, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz

	60 – 45 ka	44 – 37 ka	36 – 27 ka
ganze Karkasse	17,6	38,1	43,2
Extremitäten	41,2	66,7	22,7
Crania	8,8	42,9	15,9
Mandibula	2,9	9,5	4,5
Metapodien und Phalangen	5,9	-	13,6

Rippen	5,9	9,5	6,8
andere	2,9	-	6,8

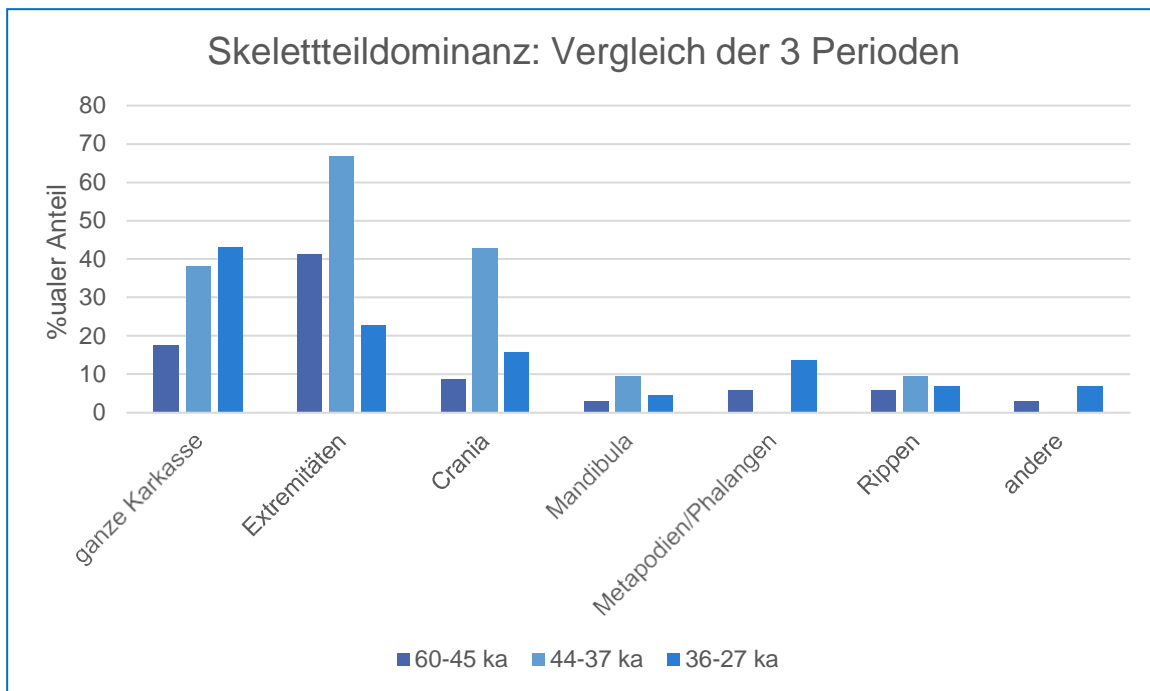


Abb. VII- 25, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz

5.5 Anthropogene Spuren und Befunde

Schlag- und Schnittspuren kommen in allen drei Zeitperioden in gleichmäßig hohem Umfang vor. Brandspuren nehmen im Verlauf der Zeit zu. Die Knochenmarkgewinnung ist ebenfalls sehr hoch und scheint im Zeitverlauf leicht abzunehmen. Eventuell wurden neue oder andere Methoden angewandt oder das immer kühler werdende Klima zwang zu einer stärkeren Fettausbeutung zur Energiedeckung.

Im Vergleich zu Brandspuren sind Herde nur in geringem Umfang nachgewiesen. Erst in der jüngsten Periode wurden Herde in größerem Umfang gefunden. Dies ist eventuell der mehr als doppelt so alten Fundplätze der ersten Periode geschuldet und daher eher ein taphonomischer Befund.

Tab VII- 30, Vergleich: anthropogene Spuren

	60 – 45 ka	44 – 37 ka	36 – 27 ka
Schlag- und Schnittspuren	79,4	85,7	84,1
Brandspuren	41,2	61,9	61,4

Knochenmarkgewinnung	76,5	76,2	72,2
Herde/Feuerstellen	17,6	19,0	47,7
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	11,8	9,5	29,5

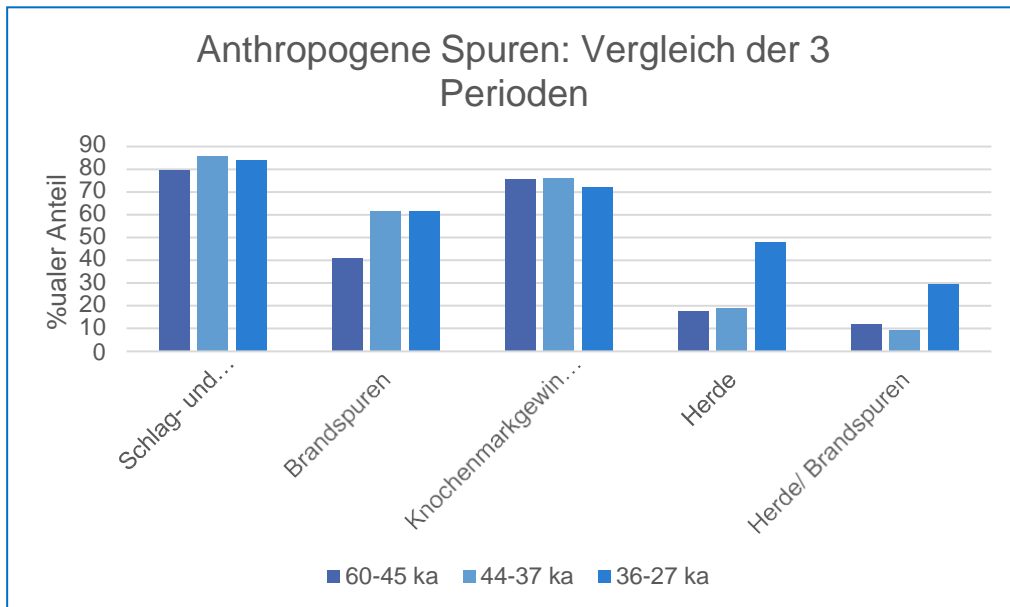


Abb. VII- 26, Vergleich: anthropogene Spuren

5.6 Jagdsaison

Für die Periode I ist eine gleichmäßig hohe Jagdaktivität für die Monate April bis November gegeben. Die Tiere werden besonders im Spätsommer und frühen Herbst, wo sie in der besten körperlichen Verfassung sind, erlegt. Dies entspricht den Erwartungen für eine optimale Ausbeute.

Auch in der zweiten Periode ist noch ein Trend hin zur höchsten Jagdaktivität in den Sommer- und Herbstmonaten zu erkennen.

In Periode III gibt es einen signifikanten Abfall der Jagdaktivität in den Frühlingsmonaten März bis Mai. Die Tiere sind zum Winterausgang in der schlechtesten körperlichen Verfassung, werden aber genauso stark bejagt in den Monaten November bis Januar wie von Juni bis August. Eventuell liegt das an der paradoxen Situation, dass die Tiere in Hungerzeiten Fett ins Knochenmark einlagern und dieses das Ziel der Jagd ist.

Tab VII- 31, Jagdereignisse im Vergleich der drei Perioden

absolut	Jan	Feb	Mär	Arp	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
60 ka-45 ka	7	7	8	8	10	11	11	12	11	11	10	8
44 ka-37 ka	7	6	9	9	9	10	9	11	9	8	11	7
36 ka-27 ka	10	5	6	7	8	13	12	11	9	9	12	11
relativ bezogen auf die Anzahl der Fundschichten												
60 ka-45 ka	20,6	20,6	23,5	23,5	29,4	32,4	32,4	35,3	32,4	32,4	29,4	23,5
45 ka-37 ka	33,3	28,6	42,9	42,9	42,9	47,6	42,9	52,4	42,9	38,1	52,4	33,3
36 ka-27 ka	22,7	11,4	13,6	15,9	18,2	29,5	27,3	25,0	20,5	20,5	27,3	25,0

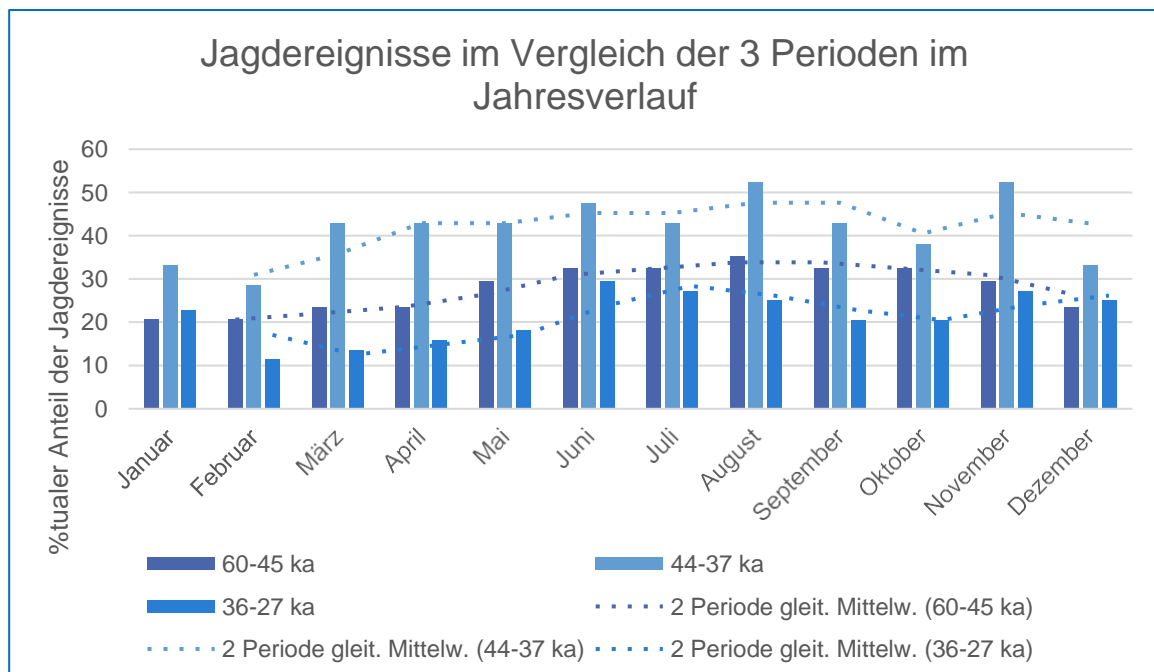


Abb. VII- 27, Jagdereignisse im Vergleich der drei Perioden

6 Zusammenfassung

Periode I: Die dominanten Tierarten sind *R. tarandus* und *Equus sp.*. Die häufigst vorkommende Tierart bei den Kleinen Tieren sind in diesem Zeitabschnitt die Leporiden. Fische kommen am seltensten vor. Das Prime age adult Profil dominiert das Jagdmuster in dieser Zeitperiode. Extremitäten und die ganze Karkasse sind von allen Skeletteilen am begehrtesten. Die Schlag- und Schnittspuren sowie die Knochenmarkgewinnung sind sehr hoch. Brandspuren gibt es an der Fauna von 41,2 % der Schichten, Herde dagegen nur in 17,6 % der Schichten. Es gibt eine Übereinstimmung von Herden und Brandspuren an 11,8 % der Schichten.

Das Jagdmuster weist auf eine hohe Jagdaktivität hin in den Spätsommer- und Herbstmonaten hin. Dies entspricht den Erwartungen.

Insgesamt ergibt sich eine in sich konsistente Vorgehensweise der Ausbeutung der tierischen Ressourcen hin zu maximalem Ertrag. Diese Periode wird als frühe Warmphase bezeichnet, in der die klimatischen Verhältnisse sich offenbar nicht auf die Jagdaktivitäten und die Verarbeitung der tierischen Ressourcen ausgewirkt haben.

Periode II: Auch in dieser Periode sind *R. tarandus* und *Equus sp.* die dominanten Taxa. Allerdings hat sich ihr Verhältnis umgekehrt, es werden mehr Equiden als Rentiere bejagt und die Jagd auf Boviden hat sich verdoppelt. Bei den Kleinen Tieren gehen die Leporiden stark zurück. Dies gilt auch für die Vögel und die Fische, wenn auch nicht in so starkem Maße.

Beim Jagdmuster liegt in diesem Zeitabschnitt das Catastrophic Profil in ausgeprägt hohem Umfang vor. Es wurde offenbar die Menge des zu erbeutenden Fleisches/Knochenmarks geschätzt, nicht in erster Linie die Qualität. Eventuell ist dies ein Hinweis darauf, dass das Klima stark fluktuierte oder die Bevölkerungszahl zunahm. Am stärksten ausgebeutet wurden Extremitäten und Crania, ein Hinweis ebenfalls auf einen hohen Fettbedarf. Schlag- und Schnittspuren sind ähnlich hoch wie im vorhergehenden Zeitabschnitt, aber die Brandspuren und Herde nehmen zu, wenn auch nicht im gleichen Verhältnis. Eine Übereinstimmung zwischen Herden und Brandspuren der Fauna gibt es nur bei 9,5 % der Fundplätze.

Die Jagdsaison scheint von August bis November ihren Höhepunkt gehabt zu haben.

Insgesamt ergibt sich eine eher auf die Fettausbeutung gerichtete Aktivität in dieser Periode. Anthropogene Spuren und Höhepunkte der Jagdsaison aber gleichen denen der Periode I. Der zugrunde liegende Zeitraum ist der kürzeste der drei Perioden. Eventuell waren nicht alle Gebiete während der starken Fluktuationen durchgehend besiedelt und hier wurden nur diese Fundorte erfasst, die zu günstigen Klimabedingungen besiedelt waren. Eine genauere zeitliche Auflösung – dahingehend, die Heinrich Events in Bezug auf die Besiedlungszeit eines Fundplatzes zu erfassen - ist aber nicht möglich.

Periode III: Die dritte Periode unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden Perioden dadurch, dass Rentiere immer noch bevorzugt bejagt werden, aber der Anteil der Pferde zu Gunsten eines gleich hohen Anteils an Mammuta zurückgeht.

Bei den Kleinen Tieren dominieren wieder die Leporiden, gefolgt von den Vögeln und am Ende den Fischen. Beim Jagdmuster dominiert wieder das Prime age adult Profil, der Anteil ist aber im Vergleich zur Periode I etwas niedriger. Bei den Skelettteilen dominieren die ganze Karkasse und die Extremitäten, ein Hinweis auf maximale Fleisch- und Knochenfettausbeutung. Eventuell aber auch ein Hinweis darauf, dass die Beute anderst transportiert wurde, oder die Jagdplätze auch die Camp sites sind. Auffallend ist in dieser Zeitperiode der hohe Anteil an Freilandfundstellen. Schlacht- und Schnittspuren sowie Knochenmarkgewinnung entsprechen in etwa denen der vorhergehenden Perioden, die Brandspuren sind gleich hoch wie in Periode II. Die höchste Anzahl an Herden/Feuerstellen ist in dieser Periode zu finden, daher ist auch die Übereinstimmung zwischen Herden und Brandspuren der Fauna hier mit 30 % am höchsten.

Vollkommen verändert scheint die bevorzugte Zeit für Jagd zu sein. Sie ist in den Wintermonaten sowie von Juni bis August gleich hoch. Dazwischen liegen Monate mit ausgesprochen niedriger Jagdaktivität.

Insgesamt unterscheidet sich diese Periode am stärksten von den beiden vorhergehenden. Es ist die Zeit, in der es immer kälter wird, zum LGM hin. Ein in der kälter werdenden Periode stärkerer Fokus auf die Ausbeutung von Knochenfett ist zu beobachten in der Hinwendung zur Mammutjagd, dem Prime age adult Profil, der Auswahl der gesamten Karkasse und der Crania. Der leichte Rückgang an Schlacht- und Schnittspuren liegt eventuell am hohen Umfang der Mammuta, bei denen diese anthropogenen Spuren schwieriger nachweisbar sind. Die Zunahme der Herde/Feuerstellen ist wahrscheinlich den Erhaltungsbedingungen geschuldet.

Nicht erklärbar ist das abweichende Jagdmuster. Bei einem immer kälter werdenden Klima wäre eine optimale Ausbeutung der Jagdtiere zur besten Jahreszeit zu erwarten. Auf der anderen Seite könnte der Nahrungsstress durch Verlagerung von Tierpopulationen in einer immer kälter werdenden Umwelt groß gewesen sein.

7 Vergleich der Klimaperioden der OIS 3 mit Hilfe statistischer Methoden

Um Unterschiede in der Ressourcennutzung während der drei Zeitperioden zu quantifizieren, werden zunächst die Äquität bzw. Diversität in der Nutzung der dominanten Taxa innerhalb der jeweiligen Zeitperioden verglichen. Dazu werden die folgenden drei Indices genutzt: der Inverse Simpson Index, die Shannon-Wiener-Funktion und der MacArthur-Index (Krebs 1989).

In der Ökologie werden verschiedenste Maße für die Diversität vorgeschlagen und verwendet, wobei der Begriff der „Diversität“ selbst nicht eindeutig definiert ist. Vor- und Nachteile der oben erwähnten Indizes werden von Jost (Chao et al. 2015; Jost 2010; Jost and Chao 2004) ausführlich diskutiert.

Als nächstes soll die Nischenüberlappung zwischen den drei aufeinanderfolgenden Zeitperioden der OIS 3 untersucht werden, für alle bisher aufgeführten Merkmale.

Dazu wird der „Morisita- Horn- Index“ C_H genutzt (Krebs 1989).

Außerdem wird ein χ^2 - Vergleichstest durchgeführt (Everitt 1977; Yamane 1976).

7.1 Vergleich der drei Perioden (Gleichmäßigkeit und Diversität der Taxazusammensetzung, dominante Tierarten)

Tab VII- 32, Vergleich: dominante Tierarten

Periode	1/D	H	A
P I	4,433	1,651	5,21
P II	3,871	1,522	4,58
P III	3,929	1,507	4,51

7.1.1 Inverser Simpson Index (1/D):

Der Inverse Simpson Index (1/D) charakterisiert die Diversität der Taxa in einer Population. Bei fester Anzahl der Taxa nimmt 1/D zu, wenn die Gleichmäßigkeit der Population wächst.

Bei gegebener Gleichmäßigkeit nimmt 1/D zu, wenn die Reichhaltigkeit zunimmt.

Je mehr 1/D abnimmt, desto mehr ist die Population durch ein oder zwei Taxa bestimmt.

Die obigen Werte zeigen, dass die Diversität in der Ressourcennutzung in Periode I größer ist als in Periode II und III, in der die Taxazusammensetzung durch zwei (*R. tarandus*, *Equus sp.*) bzw. drei (*R. tarandus*, *Equus sp.*, *M. primigenius*) Tierarten dominiert wurde.

7.1.2 Shannon-Wiener-Funktion (H):

Die Shannon-Wiener-Funktion misst die Diversität einer Population. Je größer H, desto größer die Diversität. Sie nimmt mit der Anzahl der Taxa zu und kann sehr hohe Werte erreichen.

Auch diese Werte weisen auf eine größere Diversität von Periode I im Vergleich zu Periode II und III hin.

7.1.3 MacArthur-Index (A):

Der MacArthur-Index gibt die Anzahl der Taxa an, die bei Gleichverteilung dieselbe Diversität aufweisen würden, wie die vorliegende Population. Auch hier zeigt sich die Abnahme der Diversität von Periode I hin zu den Periode II und III.

7.2 Nischenüberlappung in der Ressourcennutzung zwischen den drei verschiedenen Perioden

Hier soll die Überlappung in der Nutzung von Ressourcen zwischen den verschiedenen Perioden untersucht werden. Dazu wird der Morisita-Horn-Index (C_H) benutzt. Er nimmt Werte zwischen 0 (= keine gemeinsamen Ressourcen) und 1 (= vollständige Übereinstimmung in der Ressourcennutzung) an und wird mit folgender Formel berechnet:

$$C_H = \frac{2 \cdot \sum p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sum p_{ij}^2 + \sum p_{ik}^2}$$

p_{ij} = rel. Häufigkeit des i -ten Taxons in Population j

p_{ik} = rel. Häufigkeit des i -ten Taxons in Population k

hier: $j = 1, k = 2$

Des Weiteren wird ein χ^2 - Vergleichstest durchgeführt.

Dies ergab folgende p -Werte für das Verwerfen der Nullhypothese einer identischen Taxaverteilung (je kleiner p , desto unwahrscheinlicher ist ein nur zufälliger Unterschied in der Verteilung der Taxa).

7.2.1 Dominante Tierarten

Tab VII- 33, Nischenüberlappung: dominante Tierarten

	Periode I ↔ II	Periode II ↔ III
Morisita-Horn-Index	0,937	0,793
χ^2 - Test $p=$	0,09	$1,2 \cdot 10^{-6}$

Zwischen Periode I und II gibt es eine starke Nischenüberlappung bei den dominanten Taxa. C_H ist $> 0,9$ und auch der χ^2 - Test ergibt keinen signifikanten Unterschied in der Ressour-

cennutzung.

Zwischen Periode II und III ist die Nischenüberlappung gering, die Taxaverteilung ist laut Vergleichstest sehr hochsignifikant unterschiedlich.

7.2.2 Kleine Tiere

Tab VII- 34, Nischenüberlappung: Kleine Tiere

	Periode I ↔ II	Periode II ↔ III
Morisita-Horn-Index	0,954	0,916
χ^2 -Test p =	0,105	0,008

Es gibt eine stärkere Überlappung in der Verteilung der Kleintierfauna zwischen den Perioden I und II als zwischen den Periode II und III.

Auch der χ^2 - Test zeigt eine größere Überlappung zwischen Periode I und II (nicht signifikant unterschiedlich!) als zwischen Periode II und III, wo sich ein hochsignifikanter Unterschied ergibt.

7.2.3 Jagdmuster

Tab VII- 35, Nischenüberlappung: Jagdmuster

	Periode I ↔ Periode II	Periode II ↔ Periode III
Morisita-Horn-Index	0,778	0,678
χ^2 -Test p =	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$6,88 \cdot 10^{-8}$

Es finden sich sehr hoch signifikante Unterschiede in den Jagdmustern sowohl zwischen den Perioden I und II als auch zwischen den Perioden II und III.

Sowohl der Morisita-Horn-Index als auch der Vergleichstest zeigen, dass der Unterschied zwischen den Perioden II und III noch größer ist als der Unterschied zwischen den Perioden I und II.

7.2.4 Skeletteildominanz

Tab VII- 36, Nischenüberlappung: Skeletteildominanz

	Periode I ↔ Periode II	Periode II ↔ Periode III
Morisita-Horn-Index	0,935	0,829
χ^2 - Test p =	0,082	0,014

Zwischen den Perioden I und II gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,05$), und auch der Morisita-Horn-Index zeigt eine relativ große Überlappung an.

Zwischen den Perioden II und III sind die Unterschiede jedoch signifikant und auch der Morisita-Horn-Index weist auf eine nur geringe Überlappung hin.

7.2.5 Anthropogene Spuren

Tab VII- 37, Nischenüberlappung: anthropogene Spuren

	Periode I ↔ Periode II	Periode II ↔ Periode III
Morisita-Horn-Index	0,991	0,962
χ^2 - Test p =	0,847	0,157

Zwischen den Perioden I und II weisen die anthropogenen Spuren eine große Überlappung auf, und es besteht kein signifikanter Unterschied.

Dies trifft auch auf die Perioden II und III zu, auch wenn dort C_H auf eine etwas geringere Überlappung hinweist.

Tab VII- 38, Nischenüberlappung der untersuchten Merkmale

Merkmal	Periode I ↔ Periode II	Periode II ↔ Periode III
Dominante Taxa	stark	schwach
Kleine Tiere	stark	schwach
Jagdmuster	schwach	sehr schwach
Skeletteildominanz	stark	schwach

Anthropogene Spuren	sehr stark	stark
---------------------	------------	-------

Eine starke Überlappung bedeutet, dass die beiden Perioden in diesem Merkmal sehr ähnlich sind, eine schwache Überlappung, dass sie wenig gemeinsam haben.

Insgesamt zeigt sich, dass es zwischen Periode I und Periode II mehr Übereinstimmung gibt, außer beim Merkmal Jagdmuster, als zwischen Periode II und III, bei denen nur eine große Übereinstimmung bei den anthropogenen Spuren existiert. Dies bildet den Trend zu immer kühleren Temperaturen ab.

7.3 Unterschiede zwischen Höhle, Abri und Freiland (dominante Taxa)

7.3.1 Überlappung zwischen Höhle und Freiland (und jeweils mit Abris) für dominante Taxa

Man erhält folgende Werte für den Morisita-Horn-Index:

Tab VII- 39, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Freiland

Periode	H ↔ F	H + A ↔ F	H ↔ F + A
I	0,951	0,931	0,713
II	0,766	0,765	0,722
III	0,817	0,774	0,764

Diese Werte legen es nahe, Höhlen und Abris zusammenzufassen und die Unterschiede zum Freiland zu untersuchen.

7.3.2 Höhle + Abri gegen Freiland

Man erhält dann die folgenden Morisita-Horn-Indizes. Außerdem wurde ein χ^2 - Test durchgeführt. Beide Methoden zeigen die gleiche Entwicklung in Laufe der drei Perioden.

Tab VII- 40, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Abri gegen Freiland

Periode	$C_H =$	χ^2 - Test p =	Signifikanz
I	0,931	0,37	keine
II	0,765	0,003	hoch
III	0,774	0,00007	Sehr hoch

Auch hier sieht man, dass die Übereinstimmung zwischen Höhle (mit Abris) zum Freiland in Periode I am größten ist, gefolgt von Periode II und Periode III. Dies liegt vermutlich auch daran, dass in Periode III die Freilandfundstellen stark zugenommen haben.

Kapitel VIII: Ergebnisse II nach archäologischen Kulturen

1 Mittelpaläolithikum (53 Schichten)

Alle aufgeführten prozentualen Daten beziehen sich auf die jeweilige Anzahl der Schichten, damit die verschiedenen Epochen vergleichbar werden.

Von den 53 mittelpaläolithischen Schichten gehören 34 in die Periode I, 17 in die Periode II und zwei in die Periode III. Bei den beiden Ausreißern, die in der Periode III noch als mittelpaläolithische Fundplätze bezeichnet werden, handelt es sich offenbar um sehr späte Neandertalerfundplätze auf der Krim.

1.1 Dominante Taxa

Im Mittelpaläolithikum wird vorzugsweise Jagd auf Rentiere und Pferde gemacht. An dritter Stelle kommen noch Boviden. Mammuta kommen nur in 9,4 % der Schichten vor.

Tab VIII- 1, dominante Taxa, MP

Taxa	n	[%]
Rt	23	43,4
Es	22	41,5
Mp	5	9,4
Bos	9	17,0
Ce	6	11,3
Mg	2	3,8
Ca	1	1,9
St	3	5,7
C+O	1	1,9

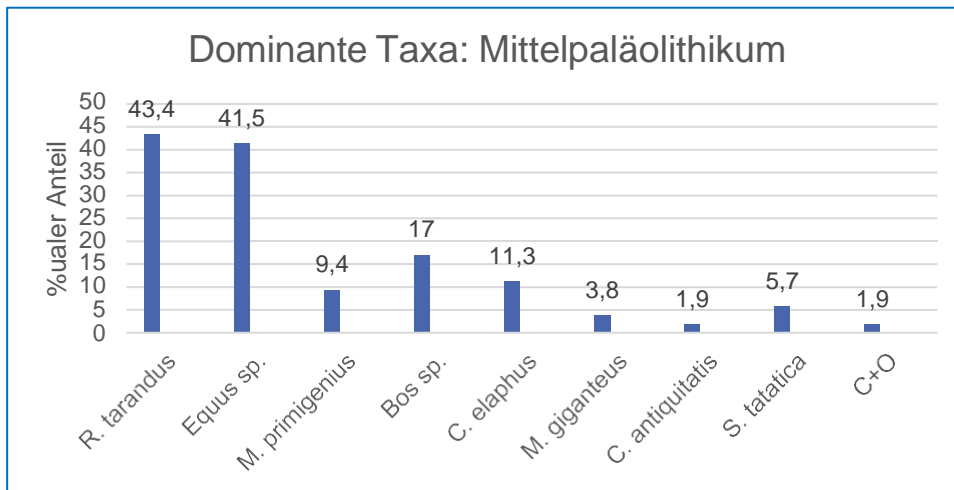


Abb. VIII- 1, dominante Taxa, MP

1.2 Vorkommen Kleiner Tiere

Kleine Tiere kommen relativ häufig an den Fundplätzen vor, wobei im Mittelpaläolithikum die Leporiden dominieren. Dies erwartet man für das Mittelpaläolithikum eigentlich nicht. Aves und Pisces folgen prozentual den Leporiden. Ob die Tiere von den Neandertalern gejagt wurden oder auf eine andere Weise an den Fundplatz gelangten, ist somit nicht geklärt, es wird die reine Anwesenheit am Fundplatz analysiert.

Tab VIII- 2, Vorkommen Kleiner Tiere

Taxa	n	[%]
Leporidae	11	20,8
Aves	9	17,0
Pisces	8	15,1

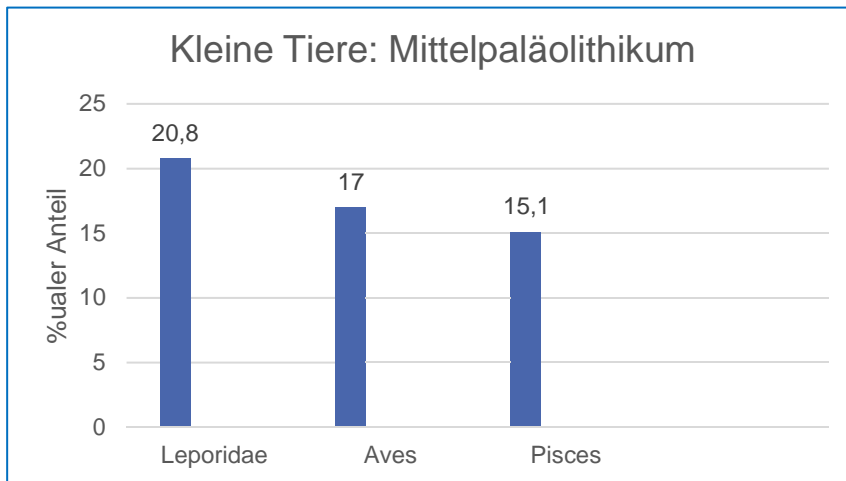


Abb. VIII- 2, Vorkommen Kleiner Tiere, MP

1.3 Monospezifische Jagd

Für 6 Fundplätze, mit einem Schwerpunkt in Frankreich, ist monospezifische Jagd auf Rentiere und in einem Fall auf Boviden nachgewiesen. Salzgitter- Lebenstedt ist ein Fundort mit monospezifischer Jagd auf Rentiere und Molodova I eine Besonderheit mit der monospezifischen Jagd auf Mammuta.

Tab VIII- 3, monospezifische Jagd, MP

Fundort	Taxa	Anteil [%]
Les Pradelles	<i>R. tarandus</i>	78,1 – 89,1
Abri du Maras	<i>R. tarandus</i>	k.A.
Mauran	<i>Bos sp.</i>	98,7
Salzgitter-Lebenstedt	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Molodova I	<i>M. primigenius</i>	86

1.4 Jagdmuster

Die beiden am häufigsten vorkommenden Jagdmuster, das Prime age adult Profil und das Catastrophic Profil, deuten darauf hin, dass die Neandertaler daran interessiert waren, möglichst viele Tiere in sehr gutem körperlichem Zustand zu erlegen. Der Anteil des Attritional Profil ist recht niedrig, dies würde bedeuten, dass die Neandertaler bewusst die jungen und vulnerablen Tiere geschont haben.

Tab VIII- 4, Jagdmuster, MP

Jagdmuster	n	[%]
prime age adult	15	28,3
catastrophic	10	18,9
attritional	4	7,5
andere	3	5,7

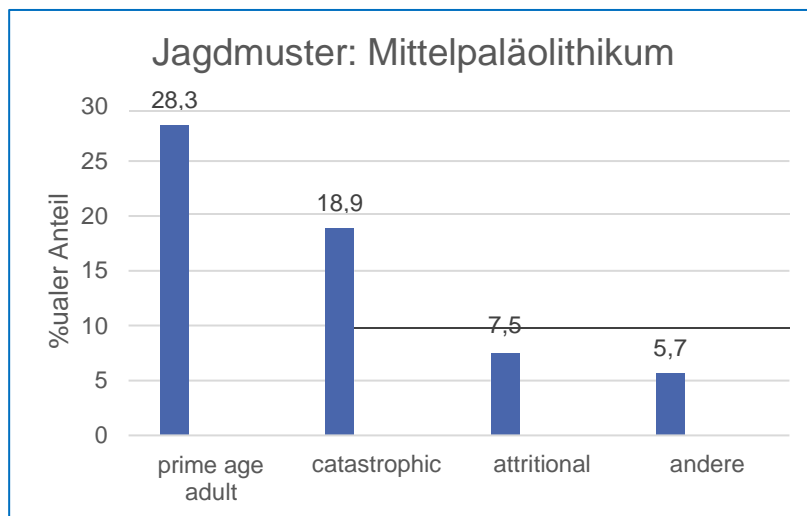


Abb. VIII- 3, Jagdmuster, MP

1.5 Skeletteilrepräsentanz

Die begehrtesten Skeletteile waren die Extremitäten, die Fleisch und Knochenfett bedeuteten. An zweiter Stelle wurde die gesamte Karkasse ausgebeutet. Crania stehen an dritter Stelle, was auf den Bedarf an fettreicher Gehirnmasse schließen lässt. Alle anderen Skeletteile kommen nur in weniger als 10 % der Schichten vor.

Tab VIII- 5, Skeletteilrepräsentanz, MP

Skeletteil	n	[%]
ganze Karkasse	13	24,5
Extremitäten	22	41,5
Crania	9	17,0
Mandibula	2	3,8

Metapodien und Phalangen	5	9,4
Rippen	2	3,8
andere	1	1,9

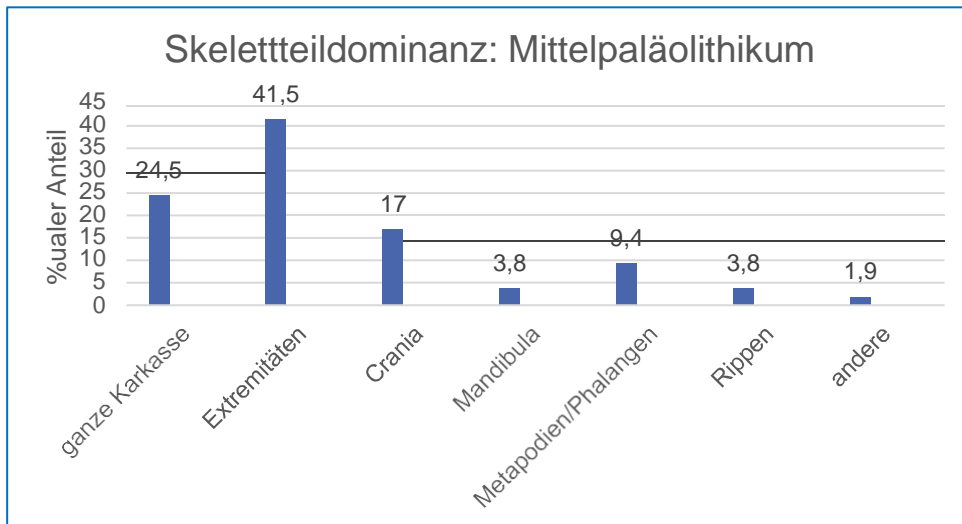


Abb. VIII- 4, Skeletteildominanz, MP

1.6 Anthropogene Spuren und Befunde

Schlacht- und Schnittspuren sind für 83 % der Schichten und Knochenmarkgewinnung für 90,6 % der Schichten nachweisbar. Brandspuren tragen die Knochen in über 54,7 % der Fundschichten. Dem gegenüber steht ein Vorkommen von Herden/Feuerstellen an nur 15,1 % der Fundschichten und eine Übereinstimmung zwischen Brandspuren an der Fauna und Herden gibt es nur für 11,3 % der Fundschichten.

Insgesamt bedeutet dies eine optimale Ausbeutung der vorhandenen Ressourcen Fleisch und Knochenmark, was eine optimale Versorgung mit Proteinen und Fetten bedeutete.

Tab VIII- 6, anthropogene Spuren, MP

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	44	83,0
Brandspuren	29	54,7
Knochenmarkgewinnung	48	90,6

Herde/Feuerstellen	8	15,1
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	6	11,3

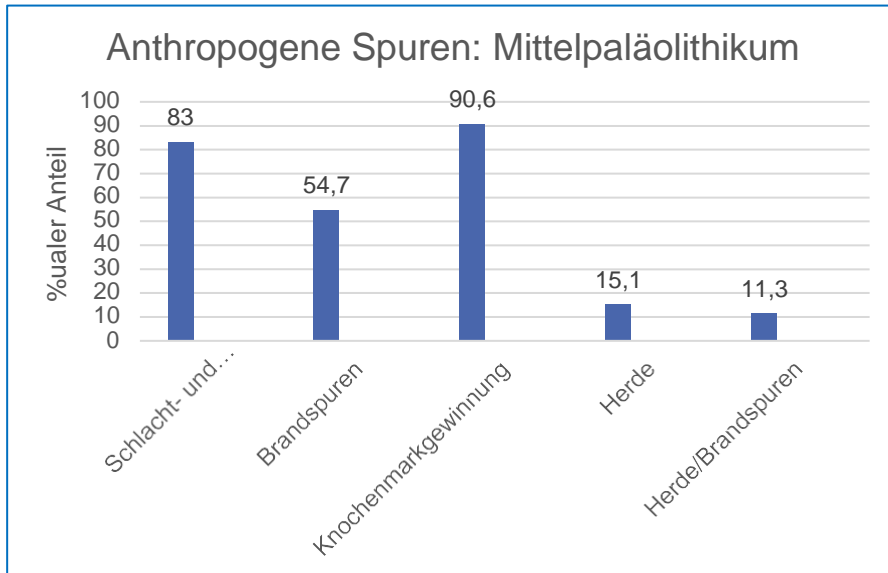


Abb. VIII- 5, anthropogene Spuren, MP

1.7 Jagdsaison

Da Rentiere und Pferde bevorzugt bejagt wurden, ist es nicht verwunderlich, dass für sie die besten Daten zur Jagdsaison im Jahresverlauf vorliegen. Alle Taxa, für die Daten vorliegen, wurden während des gesamten Jahres gejagt, mit Ausnahme der Saiga Antilope, aber sie kommt auch nur an den Fundplätzen im äußersten Osten vor.

Am beständigsten wurden im Jahresverlauf die Rentiere, Pferde, Boviden und Rothirsche gejagt, mit einem deutlichen Höhepunkt im Sommer.

Tab VIII- 7, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf, MP

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												
Rt												

Jagdereignisse

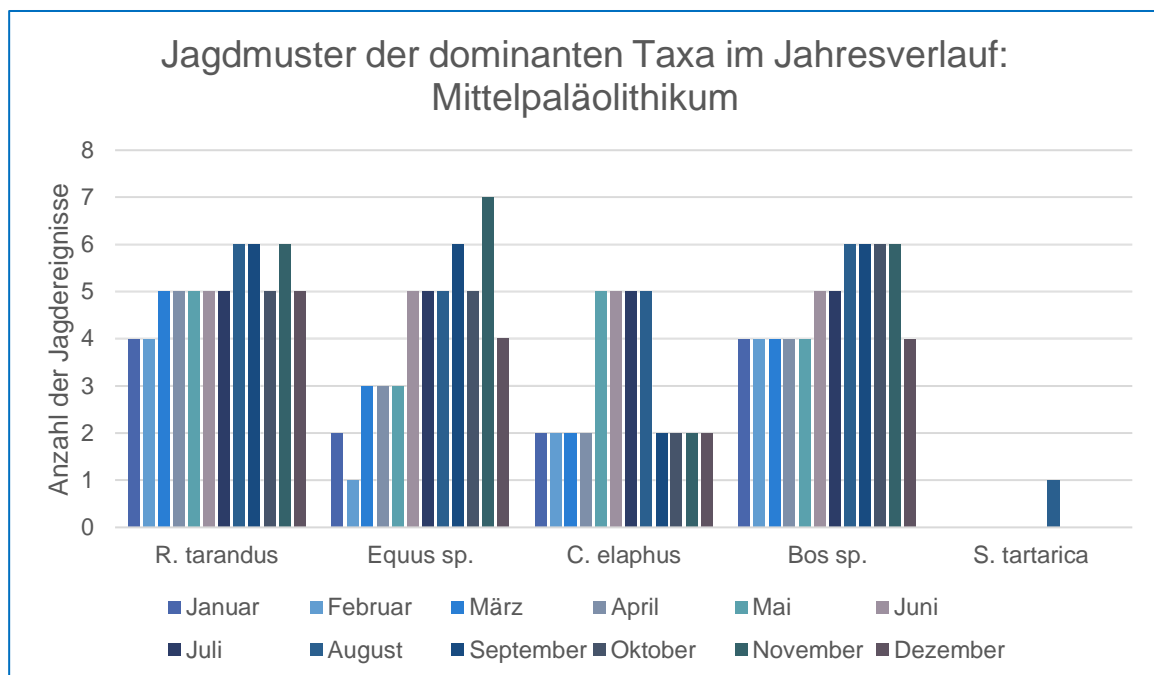


Abb. VIII- 6, Jagdereignisse nach Taxa, MP

Nimmt man alle Jagdereignisse zusammen, ohne die Tierart zu berücksichtigen, so ergibt sich das Bild, dass im Sommer die Hauptjagdsaison war, die sich bis in den Herbst hinzog. Die wenigsten Jagdereignisse liegen im Winter. Dies entspricht den Erwartungen, dass die Tiere in ihrer besten körperlichen Verfassung erlegt wurden.

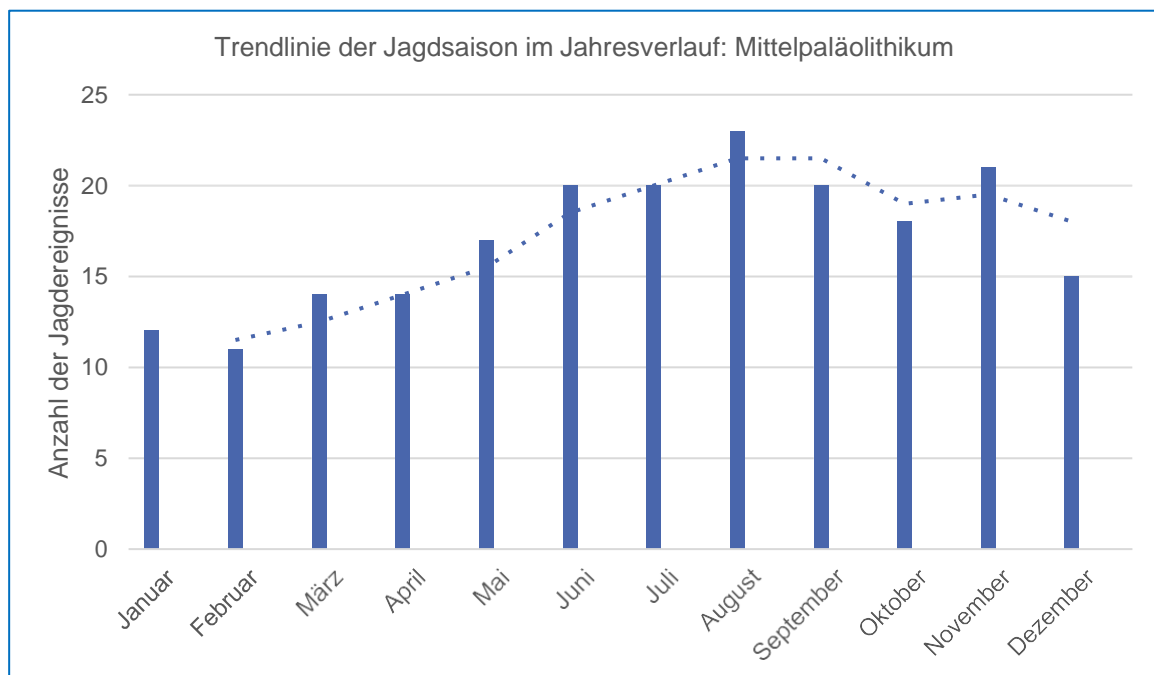


Abb. VIII- 7, Trendlinie der Jagdereignisse, MP

1.8 Mammuta

Im Mittelpaläolithikum sind 4 Fundplätze mit Jagd auf Mammuta nachgewiesen. Sie kommen im gesamten Gebiet vom Westen bis in den Osten vor.

In Lynford/Großbritannien wurde Jagd auf Prime age adulte Tiere gemacht. Dies hängt sicher damit zusammen, dass Lynford vermutlich eine Wasserstelle war, an der die Tiere zusammenkamen. In Goyet/Belgien befindet sich Mammutmaterial, aber ohne Angaben zum Alter der Tiere, anthropogenen Spuren oder Jagdsaison.

In Salzgitter-Lebenstedt, einem Rentierjagddort, wurde auch Jagd auf subadulte und juvenile Mammuta gemacht.

Als ebenfalls vorhanden gelten Mammuta in der Kúlina Höhle/Tschechien, ohne weitere Angaben.

Molodova I ist der einzige außergewöhnliche Mammutjagdplatz. Hier liegt eine monospezifische Jagd vor. Es wurden alle Altersklassen erlegt.

1.9 Höhlenbären

Für das Geißenklösterle wird eine Jagd im Winter auf Höhlenbären angenommen, ebenfalls für den Hohlenstein-Stadel.

Die Balver Höhle liefert Hinweise auf Bärenjagd im Winterschlaf auf Prime age adulte Tiere.

Insgesamt dürfte die Jagd auf die Tiere im Winterschlaf weniger gefährlich gewesen sein als im Sommer. Andererseits bauen die Bären während des Winterschlafes ihr Fettgewebe ab und sind als Nahrung nicht mehr so interessant. Bleibt noch die Jagd auf die Bären zur Nutzung der Felle.

2 Aurignacien (21 Schichten)

Von den 21 Aurignacienschichten gehören vier in die Periode II und 17 in die Periode III.

2.1 Dominante Taxa

Die dominanten Tierarten sind auch im Aurignacien das Rentier und das Pferd. Gegenüber dem Mittelpaläolithikum hat die Anzahl der Fundschichten mit Jagd auf Mammuta prozentual um mehr als das Doppelte zugenommen. Rothirsche sind nicht mehr vorhanden, Boviden gehen stark zurück.

Tab VIII- 8, dominante Taxa, Au

Taxa	n	[%]
Rt	15	71,4
Es	13	61,9
Mp	5	23,8
Bos	2	9,5
St	1	4,8
Ci	2	9,5

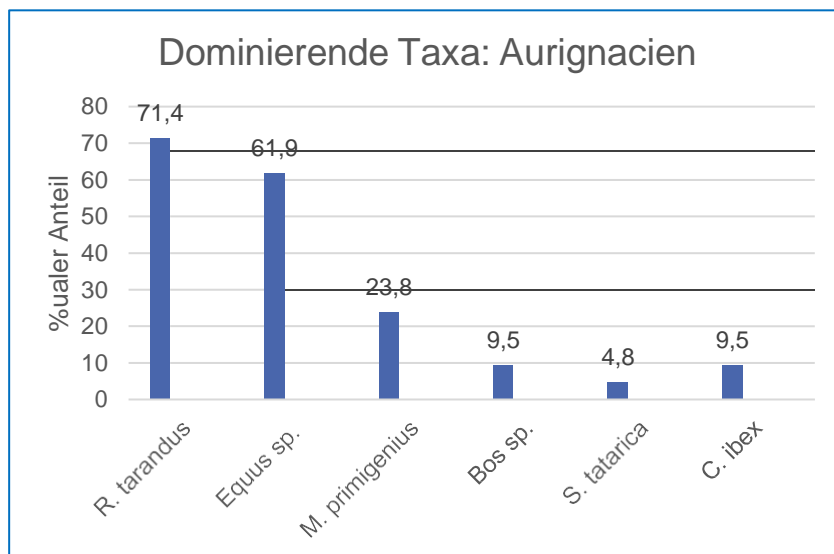


Abb. VIII- 8, dominante Taxa, Au

2.2 Kleine Tiere

Auch im Aurignacien sind die Leporiden die häufigsten kleinen Tiere, die man an den Fundplätzen antrifft. Leporiden und Vögel haben im Vergleich zum Mittelpaläolithikum zugenommen, die Fische bleiben auf einem niedrigen Niveau.

Tab VIII- 9, Vorkommen Kleiner Tiere, Au

Taxa	n	[%]
Leporidae	9	42,9
Aves	7	33,3

Pisces	3	14,3
--------	---	------

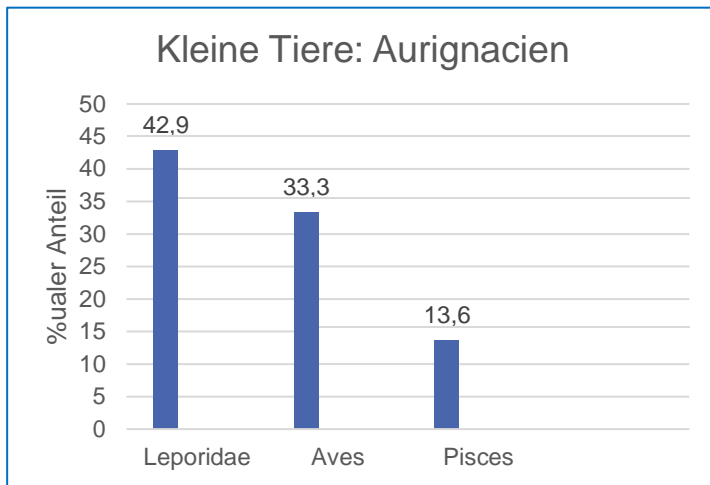


Abb. VIII- 9, Vorkommen Kleiner Tiere, Au

2.3 Monospezifische Jagd

Für sechs Fundorte ist eine monospezifische Jagd nachgewiesen. Sie liegen im äußersten Westen und im äußersten Osten der Arbeitsregion. Im Westen stellte man Rentieren nach, im Osten Pferden.

Tab VIII- 10, monospezifische Jagd, Au

Fundort	Taxa	Anteil [%]
Castanet	<i>R. tarandus</i>	85
Le Flageolet	<i>R. tarandus</i>	95
Roc de Combe	<i>R. tarandus</i>	78,46 – 96,7
Krems-Hundssteig	<i>M. primigenius</i>	k.D.
Kostenki 14	<i>Equus latipus</i>	95
Kostenki 15	<i>Equus latipus</i>	> 95

2.4 Jagdmuster

Auch im Aurignacien schätzte man offenbar Tiere im besten Alter (Prime age adult Profil) und Zustand und war bestrebt, eine möglichst große Menge (Catastrophic Profil) an Tieren

zu erbeuten, aber das Attritional Profil ist fast so hoch wie das Catastrophic Profil. Insgesamt hinterlässt dies den Eindruck, dass alle Altersstufen jeglichen Zustands in möglichst großer Anzahl gejagt wurden. Eventuell ist das ein Hinweis auf die starken Klimaschwankungen, die sicher auch mit Schwankungen der Tierpopulationen verbunden waren.

Tab VIII- 11, Jagdmuster, Au

Jagdmuster	n	[%]
prime age adult	7	33,3
catastrophic	5	23,8
attritional	4	19,1
andere	1	4,8

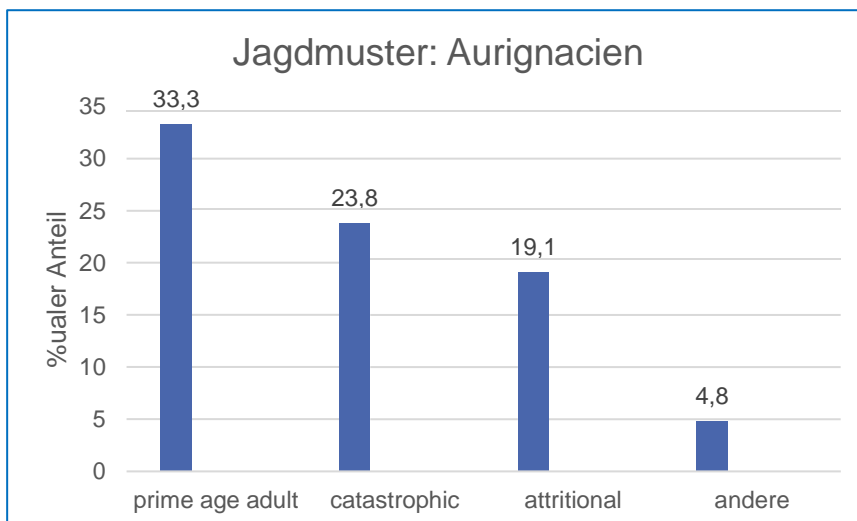


Abb. VIII- 10, Jagdmuster, Au

2.5 Skeletteilrepräsentation

Im Aurignacien wandelt sich das Bild. Die gesamte Karkasse wurde bevorzugt ausgebeutet, an zweiter Stelle kamen die Extremitäten. Alle anderen Skeletteile nehmen nur noch untergeordnete Mengen ein.

Dieses Ausbeutungsmuster lässt darauf schließen, dass man den Tierkörper optimal verwerten wollte, um den größtmöglichen Nutzen für die Ernährung daraus zu gewinnen. Daraus könnte man auf bessere Verwertungsmethoden, bessere Transportmethoden oder auch Nahrungsstress schließen.

Tab VIII- 12, Skeletteilrepräsentanz, Au

Skeletteil	n	[%]
ganze Karkasse	11	52,4
Extremitäten	9	42,9
Crania	2	9,5
Metapodien/ Phalangen	2	9,5

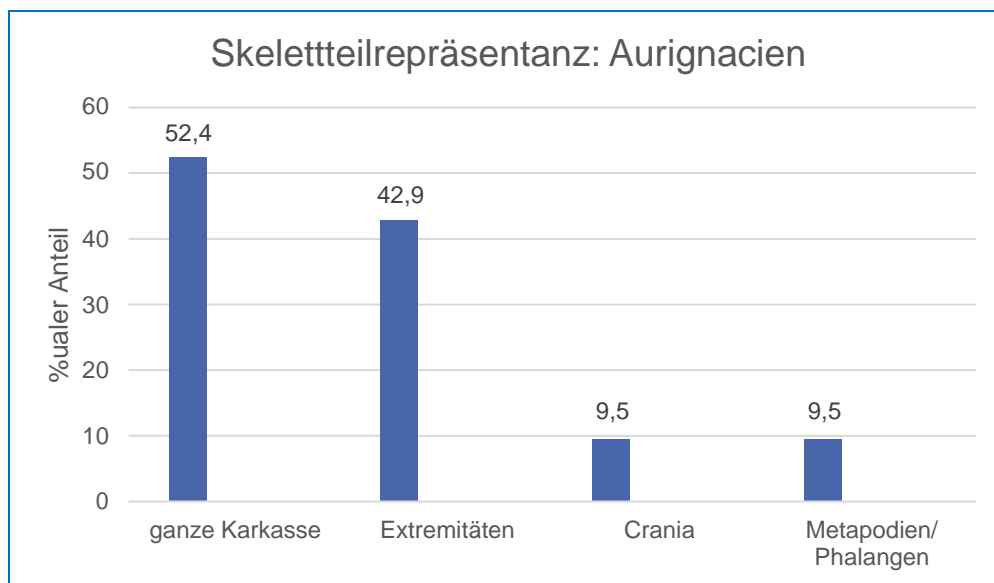


Abb. VIII- 11, Skeletteilrepräsentanz, Au

2.6 Anthropogene Spuren und Befunde

Eine derart hohe Rate an Schlacht- und Schnittspuren ist bedeutungsvoll. Sie wird von einer fast so hohen Knochenmark- bzw. Fettausbeutung gefolgt.

Brandspuren trägt die Fauna in der Hälfte der Schichten und die nachgewiesenen Herde/Feuerstellen nehmen zu im Vergleich zum Mittelpaläolithikum, ebenso steigt die Übereinstimmung an Brandspuren an der Fauna und dem Vorhandensein von Herden in den Fundschichten gegenüber dem Mittelpaläolithikum.

Tab VIII- 13, anthropogene Spuren, Au

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	20	95,2

Brandspuren	13	61,9
Knochenmarkgewinnung	18	85,7
Herde/Feuerstellen	11	52,4
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	8	38,1

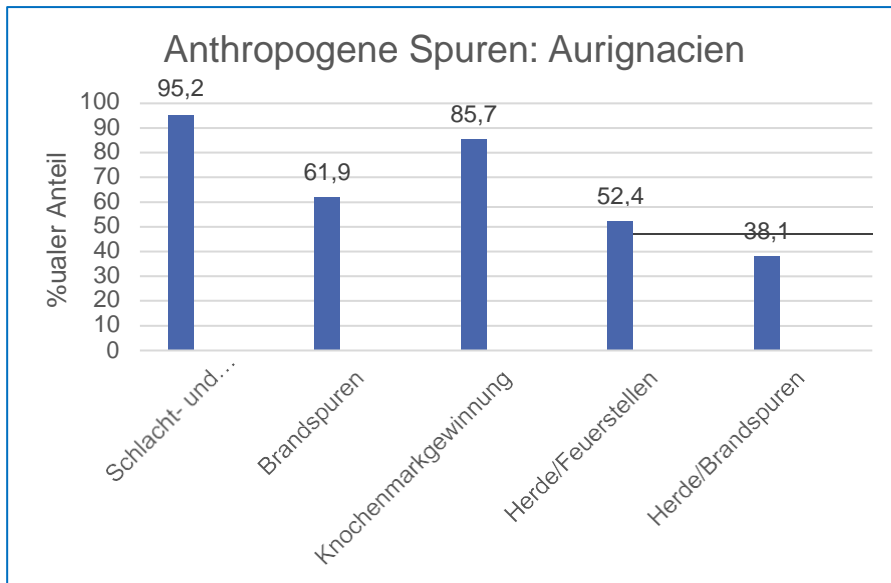


Abb. VIII- 12, anthropogene Spuren, Au

2.7 Jagdsaison

Betrachtet man den Jahresverlauf, werden nur noch die Rentiere ganzjährig bejagt, Pferde von Sommer bis Winter. Insgesamt sind wenige Daten zur Jagdsaison verfügbar. In den Monaten März bis Mai ist die Jagdaktivität am geringsten.

Unabhängig von den Tierarten liegt im Sommer, aber vor allem im Winter, ein Höhepunkt der Jagdaktivität. Dies entspricht nicht dem erwarteten Muster eines Höhepunktes der Jagdzeit im Sommer und Herbst.

Im Frühling, nach dem Winter, sind die Tiere in schlechter körperlicher Verfassung und werden weniger bejagt. Dieses Muster ist erkennbar. Die höchste Jagdaktivität im Winter lässt auf Nahrungsstress schließen.

2.7.1 Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf

Tab VIII- 14, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf, Au

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt		■	■	■	■							
Rt	■	■	■	■	■	■					■	■
Rt								■	■	■	■	
Rt	■	■										■
Rt	■	■										■
Rt	■	■				■	■	■	■	■	■	■
Rt	■	■										■
Rt								■	■	■	■	
Es						■	■	■	■	■		
Es						■	■	■				
Es	■	■								■	■	■
Es	■	■										■
Es						■	■	■	■			
Bos	■	■										■
Ci	■	■										■

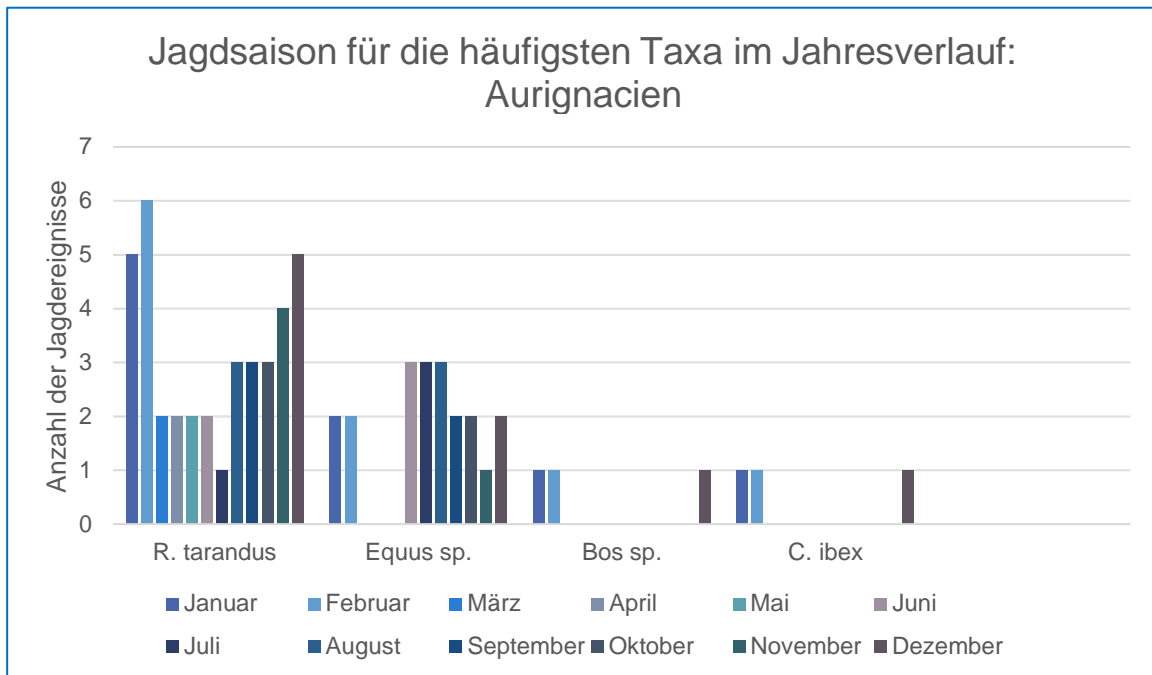


Abb. VIII- 13, Jagdereignisse nach Taxa, Au

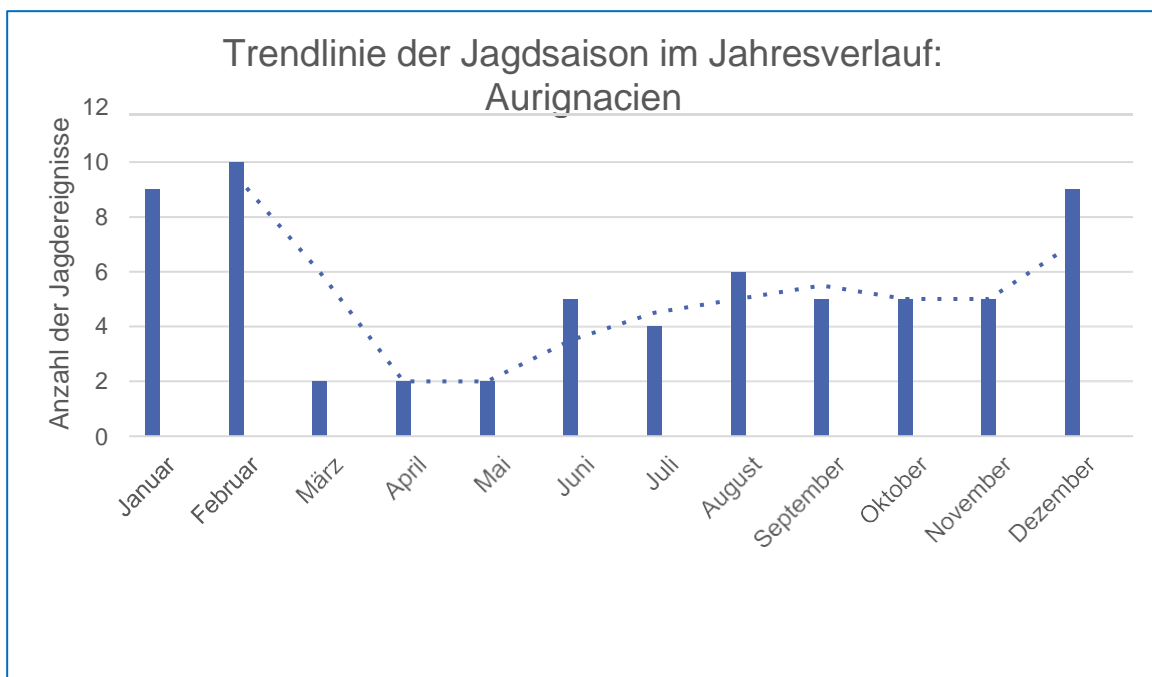


Abb. VIII- 14, Trendlinie der Jagdereignisse, Au

2.8 Mammuta

Nur für zwei Fundplätze ist im Aurignacien die Jagd auf Mammuta nachgewiesen. Beide liegen auf der Schwäbischen Alb. Am Vogelherd wurden insbesondere Mammutcrania ausgebeutet. Im Geißenklösterle kommen Mammutüberreste in zwei Aurignacien-schichten vor.

2.9 Höhlenbären

Ausbeutung von Höhlenbären sind für die Deszczowa Höhle, ohne weitere Angaben, und im Geißenklösterle sowie dem Hohlenstein-Stadel nachgewiesen. Im Hohlenstein-Stadel gibt es auf den Höhlenbärenknochen Schlacht- und Schnittspuren.

3 Gravettien (25 Schichten)

Alle 25 Gravettien-schichten liegen in der Periode III.

3.1 Dominante Taxa

Im Gravettien scheint es einen Umbruch bei der Auswahl der dominanten Taxa gegeben zu haben. Mammuta stehen mit 60 % der Fundschichten an erster Stelle der dominanten Tierarten, gefolgt von den Rentieren und den Pferden, wobei Pferde deutlich abgenommen haben.

Rentiere sind etwa halb so häufig vorhanden wie Mammuta und Pferde etwa 1/3 so häufig wie Rentiere. Boviden sind weiter zurückgegangen. Boviden sind kälteadaptierte Herdentiere und daher müssten sie im Gravettien häufig vorgekommen sein. Warum sie dennoch so wenig gejagt wurden, bleibt unklar.

Die Mammutjagdplätze liegen allesamt in der Mitte des Arbeitsgebietes, in Österreich und Tschechien. Es sind allesamt Freilandfundstellen. Ist die Mammutjagd eine Besonderheit des Gravettien oder liegt hier eine besondere Situation vor, welche die Mammutjagd in dieser Region begünstigte?

Rechnet man die Mammutfundstellen heraus, so verschieben sich die Zahlen deutlich zugunsten der Rentiere, die dann an 80 % aller Fundplätze gejagt werden, sowie den Pferden, die an 40 % aller Fundplätze gejagt werden. Wieder wären dies dann erneut die beiden dominanten Taxa des Mittelpaläolithikums und des Aurignaciens.

Tab VIII- 15, dominante Taxa, Gr

Taxa	n	[%]
Rt	8	32
Es	3	12
Mp	15	60
Bos	1	4
Ci	1	4

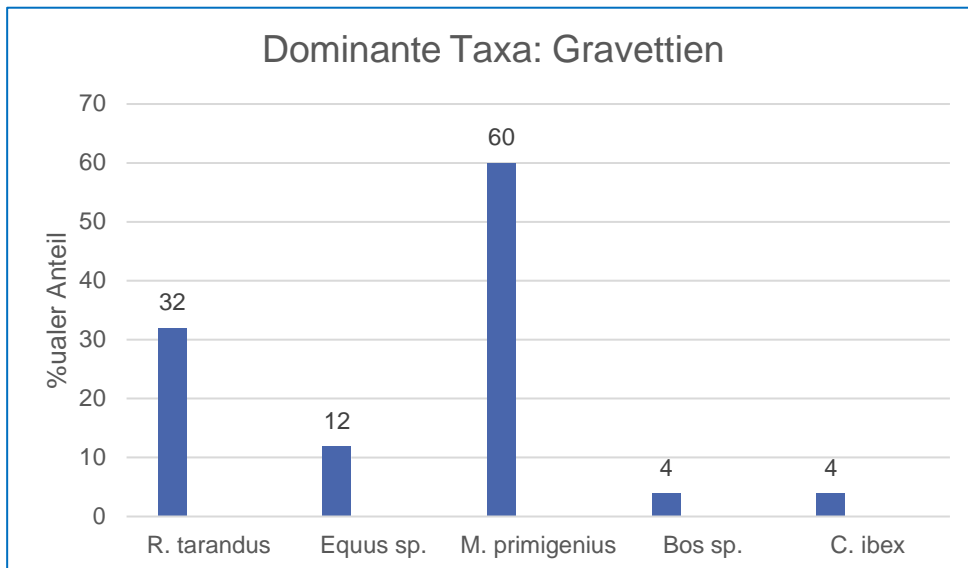


Abb. VIII- 15, dominante Taxa, Gr.

3.2 Kleine Tiere

Bei den Kleinen Tieren sind wiederum die Leporiden mit einem Anteil von 44 % der Schichten dominierend. Vögel haben im Vergleich zum Aurignacien kaum zugelegt.

Tab VIII- 16, Kleine Tiere

Taxa	n	[%]
Leporidae	11	44
Aves	9	36
Pisces	3	12

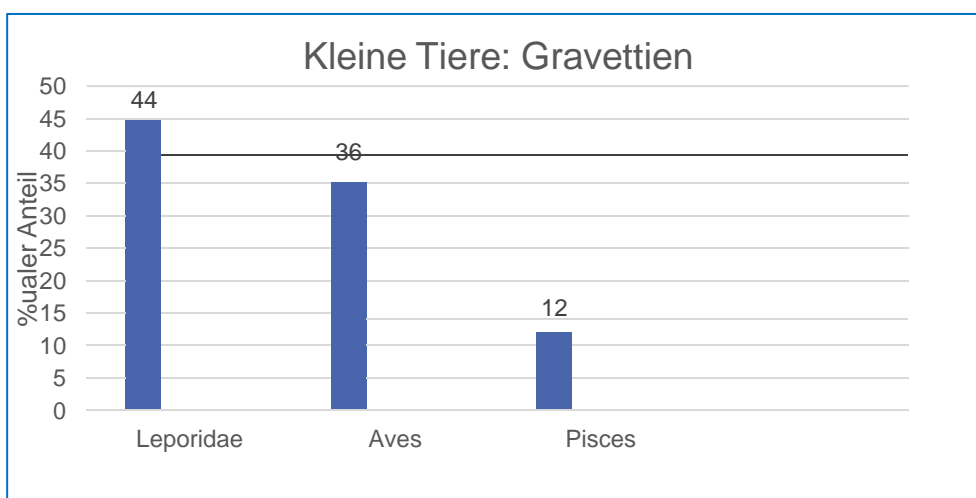


Abb. VIII- 16, Vorkommen Kleiner Tiere, Gr

3.3 Monospezifische Jagd

Die monospezifische Jagd kann an vier Fundorten im östlichen Gebiet der Arbeitsregion nachgewiesen werden. Nachgestellt wurde ausschließlich den Mammuta.

Tab VIII- 17, monospezifische Jagd

Fundort	Taxa
Krems-Hundssteig	<i>M. primigenius</i>
Milovice I	<i>M. primigenius</i>
Předmostí	<i>M. primigenius</i>
Krakow Spadzista Street	<i>M. primigenius</i>

3.4 Jagdmuster

Die Jagd auf Prime age adulte Tiere ist dominant und kommt an 20 % der Schichten vor, gefolgt vom Attritional Profil. Man legte offenbar Wert auf die Tiere im besten körperlichen Zustand, erlegte aber auch leicht zu gewinnende Beute, wie sehr junge, vulnerable und alte Tiere. Dies lässt auf eine Form von Nahrungsstress schließen.

Tab. VIII- 18, Jagdmuster, Gr.

Jagdmuster	n	[%]
prime age adult	5	20
catastrophic	1	4
attritional	3	12

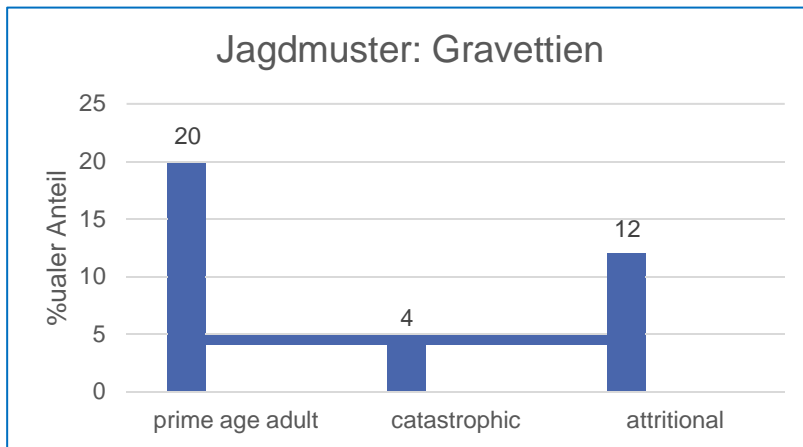


Abb. VIII- 17, Jagdmuster, Gr.

3.5 Skeletteilrepräsentanz

Das Muster der Skeletteilrepräsentanz sieht sehr gleichmäßig aus. Am stärksten wurden Extremitäten sowie die ganze Karkasse ausgebeutet, gefolgt von Metapodien und Phalangen. Dies lässt auf eine maximale Ausbeutung an Knochenmark schließen. Der hohe Anteil an Fußknochen liegt aber auch an der starken Mammutausbeutung. Die Fettpolster der Mammutfüße scheinen ein sehr lohnendes Ziel gewesen zu sein.

Tab. VIII- 19, Skeletteilrepräsentanz, Gr.

Skeletteil	n	[%]
ganze Karkasse	7	28
Extremitäten	7	28
Crania	4	16
Mandibula	1	4
Metapodien/ Phalangen	6	24
Rippen	3	12
andere	2	8

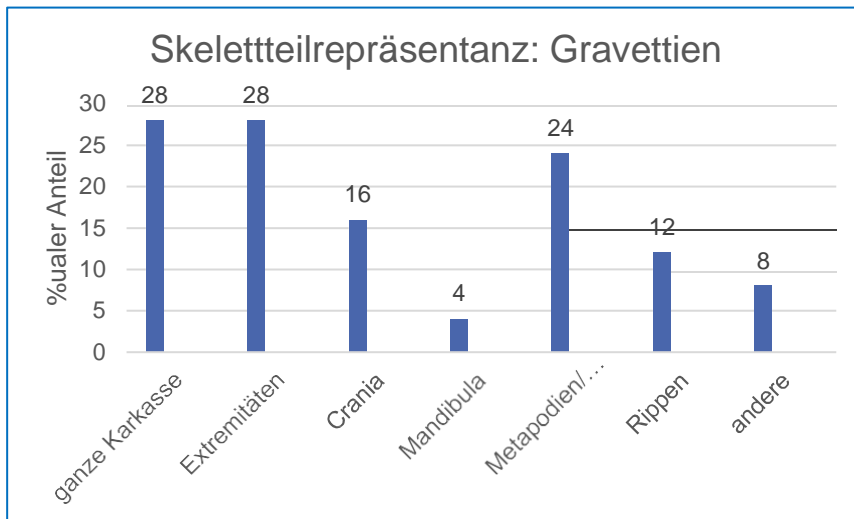


Abb. VIII- 18, Skeletteilrepräsentanz, Gr.

3.6 Anthropogene Spuren und Befunde

Brandspuren und Knochenmarkgewinnung zeigen sich am häufigsten in allen Schichten. Weit hinter dem Mittelpaläolithikum und dem Aurignacien liegen im Gravettien die Schlacht- und Schnittspuren. Die Anzahl der Feuerstellen und die Übereinstimmung zwischen Brandspuren an der Fauna und vorhandenen Herden ist gestiegen.

Tab. VIII- 20, anthropogene Spuren, Gr.

Einfluss	n	[%]
Schlacht- und Schnittspuren	17	68
Brandspuren	18	72
Knochenmarkgewinnung	18	72
Herde/Feuerstellen	11	44
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	8	32

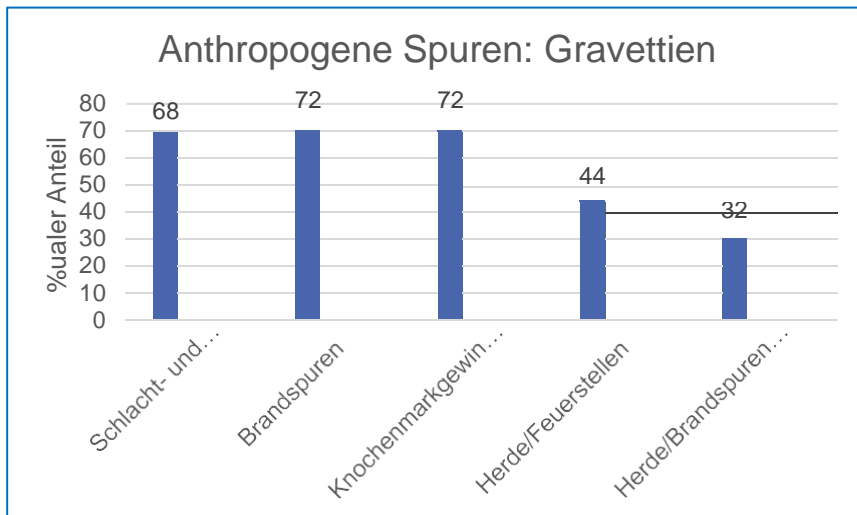


Abb. VIII- 19, anthropogene Spuren, Gr.

3.7 Jagdsaison

Vergleichsweise wenige Fundplätze bieten Informationen zur Jagdsaison. Gerade einmal von zwei Fundplätzen, an denen Mammutjagd betrieben wurde, liegen Daten zur Jagdsaison vor. Einmal werden im Frühling und einmal im Herbst bis Dezember Mammuta gejagt.

Rentiere wurden immer, außer im Herbst, erlegt, Pferde ebenfalls. Das ist ein bemerkenswerter Umstand, da der Herbst zur besten Jagdsaison gehört. Obwohl *C. antiquitatis* nicht zu den am häufigst gejagten Taxa gehört, ist für sie eine Jagdzeit im Frühling und Sommer nachgewiesen.

Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf

Tab. VIII- 21, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Rt			■	■	■	■	■	■				
Rt						■	■	■				
Rt	■	■										■
Mp			■	■	■							
Mp									■	■	■	■
Es	■	■										■
Es			■	■	■	■	■	■				
Es			■	■	■	■	■					

Es												
Es												
Ca												
Ca												
Aa												

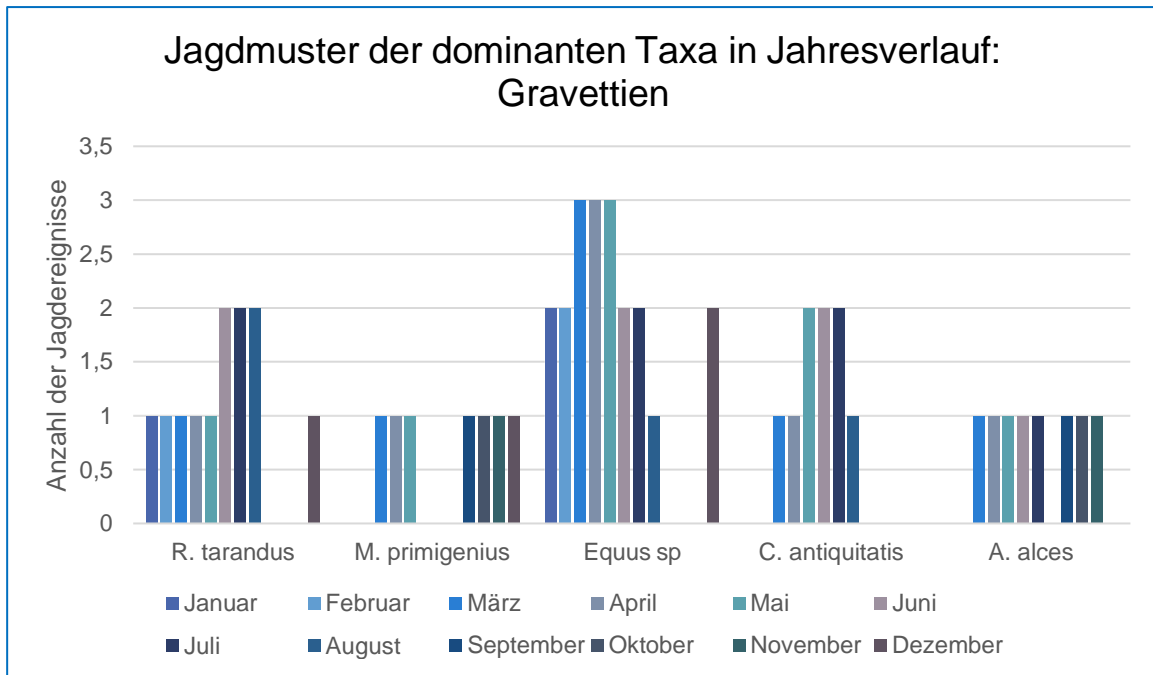


Abb. VIII- 20, Jagdmuster der dominanten Taxa

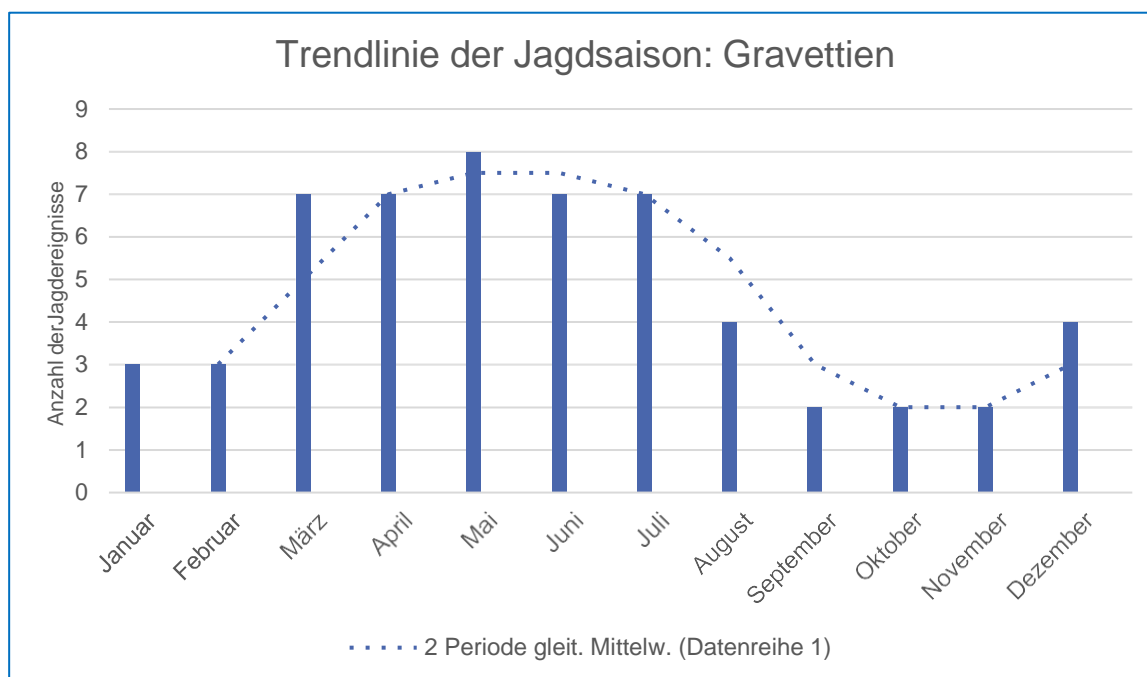


Abb. VIII- 21, Trendlinie der Jagdereignisse

3.8 Mammuta

Im Gravettien steigt die Jagd auf Mammuta sprunghaft an. Der Schwerpunkt liegt dabei in Österreich und Tschechien. Der am weitest westlich gelegene Mammutfundort ist das Geißenklösterle, wo im Frühling Jagd auf die Tiere gemacht wurde. Interessant ist auch, dass außer dem Geißenklösterle alle Mammutjagdplätze Freilandfundplätze sind. Dies lässt vermuten, dass die Jäger in die Regionen gezogen sind, in denen Mammuta in großer Zahl vorhanden waren oder die Topografie einen Zugriff erleichtert hat. Leider sind von diesen Fundorten keine Jagdzeiten bekannt.

Die Mammutjagdplätze sind, von Westen nach Osten: Geißenklösterle, Krems-Wachtberg, Krems-Hundssteig, Milovice I, Milovice VI, Dolní Věstonice, Pavlov I, Pavlov VI, Předmostí, Krakow Spadzista Street.

Für Milovice I liegt eine monospezifische Jagd vor, 98,7 % der Fauna besteht aus Mammuta. Die Jäger erlegten Prime age adulte Tiere und verarbeiteten die gesamte Karkasse, wobei die Fußknochen fehlen. Ebenfalls monospezifische Jagd fand in Krakow Spadzista Street statt, hier stammt 99,8 % des Faunenmaterials von Mammuta.

3.9 Höhlenbären

Die Ausbeutung von Höhlenbären ist für diesen Zeitabschnitt nur für die Höhlen auf der Schwäbischen Alb nachgewiesen. Im Geißenklösterle erlegte man die Tiere zum Winterende. Im Hohle Fels sind an Bärenknochen Schlacht- und Schnittspuren nachgewiesen.

Eventuell nutzte man die Bärenknochen als Brennmaterial. Hier wurde den Bären ebenfalls im Winter nachgestellt.

Die Behandlung der Bärenknochen in der Brillenhöhle lassen auf die Gewinnung von Knochenmark schließen.

4 Vergleich der archäologischen Perioden: Mittelpaläolithikum, Aurignacien und Gravettien

Im vorangegangenen Teil wurden die Merkmale dahingehend untersucht, ob es in den drei verschiedenen Klimaperioden der OIS 3 Unterschiede gibt. Die Einteilung der Fundplätze, geordnet nach dem Zeitpunkt innerhalb einer dieser Perioden, ist nicht deckungsgleich mit der Einteilung der Fundplätze, die sich ergibt, wenn man diese nach den in diesem Zeitraum vorhandenen archäologischen Kulturen einteilt. Daher soll nun dies hier noch erfolgen. Dabei sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die beiden ganz im Osten gelegenen Fundorte Buran-Kaya III und Kiik-Koba von den Bearbeitern dem Mittelpaläolithikum zugeordnet werden und nicht, wie die zeitliche Datierung vermuten lässt, dem Gravettien.

4.1 Dominante Tierart

Die dominante Tierart im Aurignacien ist das Rentier, im Mittelpaläolithikum sind Rentiere und Pferde gleich häufig vertreten, im Gravettien ist es das Mammut. Rothirsche werden nur im Mittelpaläolithikum gejagt. Boviden nehmen nie einen sehr hohen Anteil ein, halbieren sich aber vom Mittelpaläolithikum über das Aurignacien zum Gravettien hin jeweils.

Wie schon angesprochen, könnte die starke Hinwendung zum Mammut im Gravettien eine Spezialität der Freilandfundplätze in Österreich und Tschechien sein.

Eine Besonderheit muss aber im Hinblick auf die spätere Beurteilung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Ernährung (vgl. Kap. IV, 3.4 und Kap. IX, 3.5) hier angesprochen werden.

In allen drei Perioden werden stets Tiere mit einer prägastrischen Verdauung (Rentiere) in Kombination mit Tieren mit einer postgastrischen Verdauung (Pferde, Mammuta) gejagt. Es werden nie ausschließlich Rentiere oder auch andere postgastrische Tiere wie Boviden oder Cerviden gejagt, wenn man von den Fundplätzen mit monospezifischer Jagd absieht. Dies ist ein Hinweis darauf, dass eine gezielte Auswahl von Tieren mit einer monogastrischen Verdauung und damit mit einem hohen Gehalt an langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren vorgenommen wurde.

Tab. VIII- 22, Vergleich: dominante Tierarten

Taxa	Mittelpal [%]	Aurignacien [%]	Gravettien [%]
Rt	43,4	71,4	32
Es	41,5	61,9	12
Mp	9,4	23,8	60
Bos	17,0	9,5	4
Ce	11,3	-	-
Mg	3,8	-	-
Ca	1,9	-	-
St	5,7	4,8	-
C+O	1,9	-	-
Ci	-	9,5	4

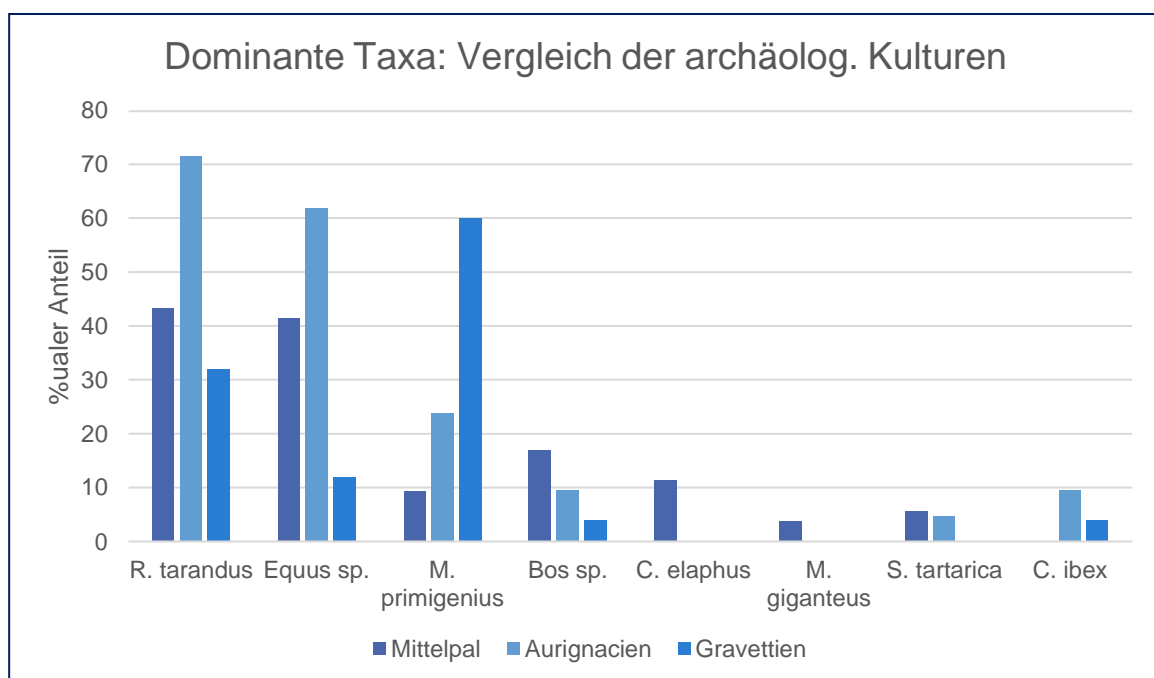


Abb. VIII- 22, Vergleich: dominante Taxa

4.2 Vorkommen Kleiner Tiere

Leporiden an den Fundplätzen nehmen vom Mittelpaläolithikum zum Gravettien hin stetig zu. Im Gravettien machen sie einen doppelt so hohen Anteil an den Schichten aus wie im Mittelpaläolithikum. Fische sind auf einem fast gleichbleibend niedrigen Niveau in allen drei Abschnitten. Während Vögel im Mittelpaläolithikum noch unter 20 % der Schichten blieben, steigen sie im Aurignacien und im Gravettien auf das Doppelte.

Hier ist die Veränderung zwischen dem Mittelpaläolithikum und dem Aurignacien am größten.

Tab. VIII- 23, Vergleich: Vorkommen Kleine Tiere

Taxa	Mittelpaläolithikum [%]	Aurignacien [%]	Gravettien [%]
Leporidae	20,8	42,9	44
Aves	17,0	33,3	36
Pisces	15,1	14,3	12

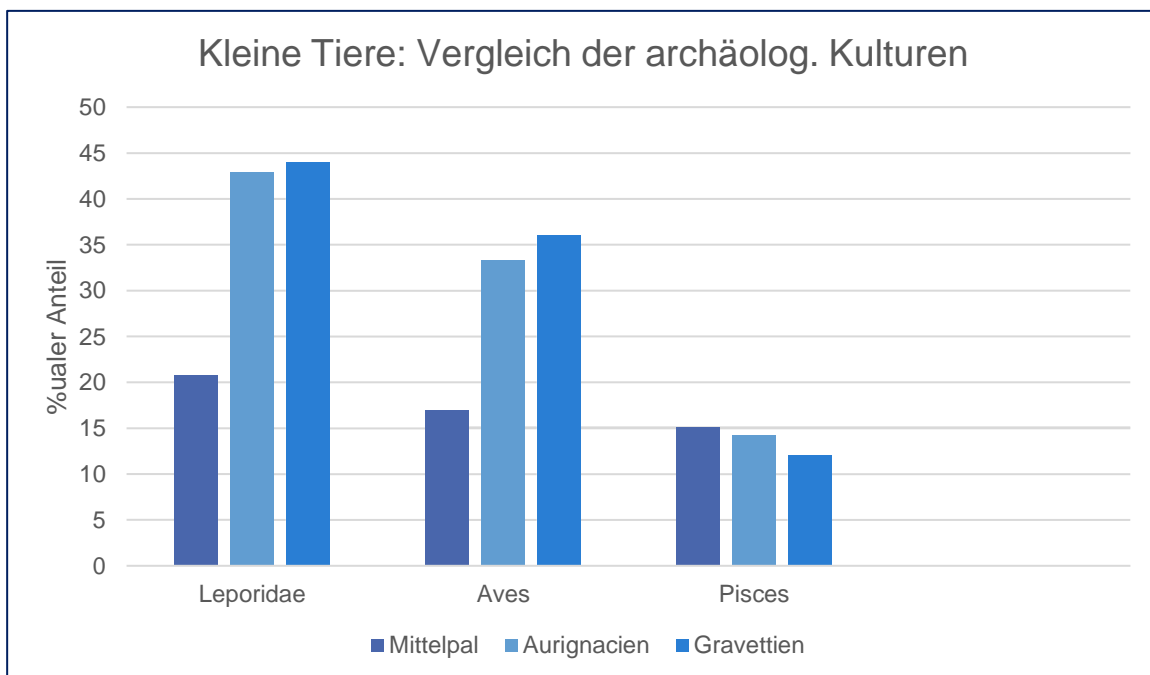


Abb. VIII- 23, Vergleich: Kleine Tiere

4.3 Monospezifische Jagd

4.3.1 Mittelpaläolithikum

An 9,6 % der Fundplätze findet im Mittelpaläolithikum eine monospezifische Jagd statt. Jagdbeute sind Rentiere, Boviden und in einem Fall auch Mammuta.

Tab. VIII- 24, monospezifische Jagd: Mittelpaläolithikum

Fundort	Taxa	Anteil [%]
Les Pradelles	<i>R. tarandus</i>	78,1 – 89,1
Abri du Maras	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Mauran	<i>Bos sp.</i>	98,7
Salzgitter-Lebenstedt	<i>R. tarandus</i>	k.D.
Molodova I	<i>M. primigenius</i>	86

4.3.2 Aurignacien

Im Aurignacien kommt die monospezifische Jagd an 19,1 % der Fundplätze vor. Die Beutetiere sind Rentiere und Pferde.

Tab. VIII- 25, monospezifische Jagd: Aurignacien

Fundort	Taxa	Anteil [%]
Castanet	<i>R. tarandus</i>	85
Le Flageolet	<i>R. tarandus</i>	95
Kostenki 14	<i>Equus latipus</i>	95
Kostenki 15	<i>Equus latipus</i>	> 95

4.3.3 Gravettien

Im Gravettien liegt die monospezifische Jagd bei 16 % aller Fundplätze. Die begehrte Beute ist das Mammut. Für keine andere Tierart ist monospezifische Jagd nachgewiesen. Insgesamt herrscht ein Trend zur Zunahme der monospezifischen Jagd vom Mittelpaläolithikum hin zum Gravettien, wobei sich die bevorzugten Beutetiere in jeder Epoche ändern.

Tab. VIII- 26, monospezifische Jagd: Gravettien

Fundort	Taxa
Krems-Hundssteig	<i>M. primigenius</i>
Milovice 1	<i>M. primigenius</i>
Předmostí	<i>M. primigenius</i>
Krakow Spadzista Street	<i>M. primigenius</i>

4.4 Jagdmuster

Während das Jagdmuster mit einer Dominanz für das Prime age adult Profil und Catastrophic Profil im Mittelpaläolithikum und Aurignacien ähnlich ist, mit einer leichten Verstärkung im Aurignacien, bricht diese Tendenz im Gravettien ab.

Insgesamt wird in allen drei Epochen Wert auf erwachsene Tiere in einem guten körperlichen Zustand gelegt, was eine maximale Ausbeute an Fleisch und Knochenfett bedeutet.

Das Attritional Profil ist im Mittelpaläolithikum am niedrigsten, das ist auch die Zeit, in der die meisten Fundorte in der Periode I liegen, in der stabilen Warmphase.

Tab. VIII- 27, Vergleich: Jagdmuster

Jagdmuster	Mittelpal [%]	Aurignacien [%]	Gravettien [%]
prime age adult	28,3	33,3	20
catastrophic	18,9	23,8	4
attritional	7,5	19,1	12
andere	5,7	4,8	-

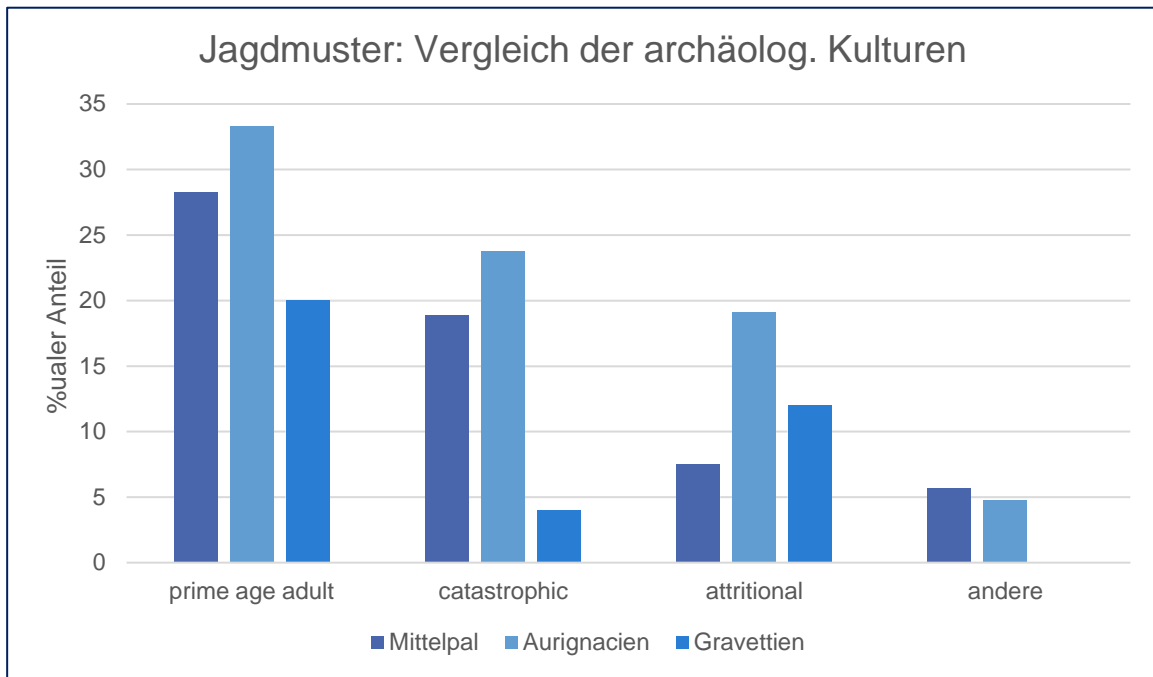


Abb. VIII- 24, Vergleich: Jagdmuster

4.5 Skeletteilrepräsentanz

Im Mittelpaläolithikum sind der begehrteste Teil der Beute die Extremitäten, ebenso im Gravettien, aber auf einem viel niedrigeren Niveau. Im Aurignacien wird am häufigsten die gesamte Karkasse ausgebeutet. In allen drei Perioden dominieren die ganze Karkasse, Crania und Extremitäten. Dies spricht für eine optimale Ausbeutung von Fleisch und Knochenmark. Die Lage des Jagdplatzes und Transportmöglichkeiten könnten das Muster beeinflusst haben.

Tab. VIII- 28, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz

Skeletteil	Mittelpal [%]	Aurignacien [%]	Gravettien [%]
ganze Karkasse	24,5	52,4	28
Extremitäten	41,5	42,9	28
Crania	17,0	9,1	16
Mandibula	3,8	-	4
Metapodien und Phalangen	9,4	9,1	24
Rippen	3,8	-	12

andere	1,9	-	8
--------	-----	---	---

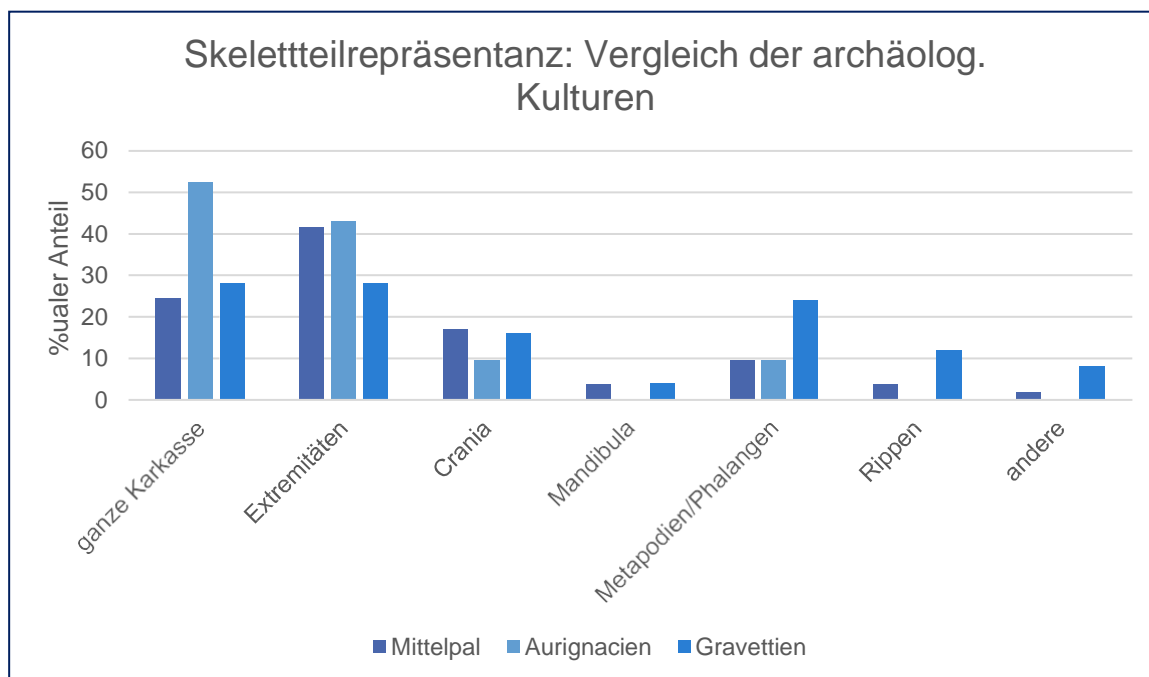


Abb. VIII- 25, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz

4.6 Anthropogene Spuren und Befunde

Vom Mittelpaläolithikum zum Aurignacien nimmt der Anteil der Schichten mit Schlacht- und Schnittspuren von 83,0 % auf 95,2 % zu und nimmt zum Gravettien hin stark ab.

Die Knochenmarkgewinnung nimmt vom Mittelpaläolithikum über das Aurignacien hin zum Gravettien ab, kommt aber immer noch bei mindestens $\frac{3}{4}$ der Schichten vor.

Brandspuren nehmen vom Mittelpaläolithikum über das Aurignacien zum Gravettien hin immer mehr zu. Herde/Feuerstellen sind für das Aurignacien am häufigsten nachgewiesen.

Tab. VIII- 29, Vergleich: anthropogene Spuren

anthropogene Spuren	Mittelpal [%]	Aurignacien [%]	Gravettien [%]
Schlacht- und Schnittspuren	83,0	95,2	68
Brandspuren	54,7	61,9	72
Knochenmarkgewinnung	90,6	85,7	72

Herde/Feuerstellen	15,1	52,4	44
Herde/Brandspuren Übereinstimmung	11,3	38,1	32

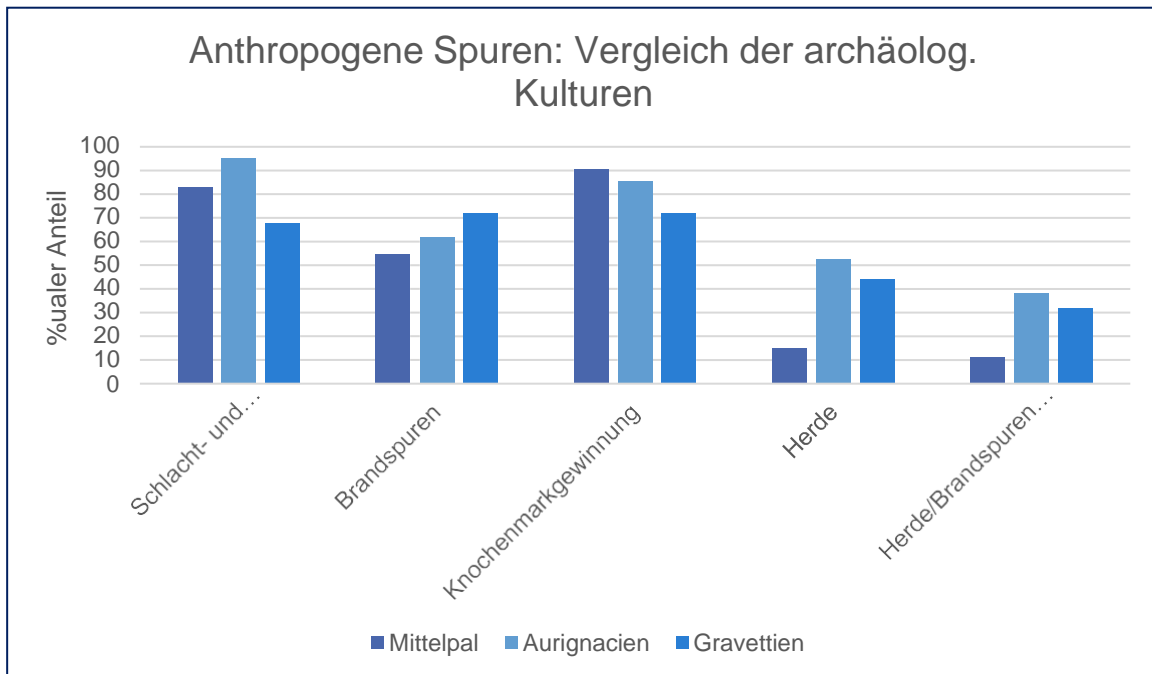


Abb. VIII- 26, Vergleich: anthropogene Spuren

4.7 Jagdsaison

Für das Mittelpaläolithikum ist eine eindeutige Trendlinie hin zu einer verstärkten Jagd im Sommer und Herbst zu sehen, bezogen auf alle Taxa. Im Aurignacien liegen die meisten Jagdereignisse im Frühling bis Sommer mit einem deutlichen Abfall im Herbst und weniger stark im Winter. Im Gravettien besteht die höchste Jagdaktivität im Frühling, besonders im Mai, und etwas weniger im Sommer. Zum Herbst hin erfolgt ein deutlicher Rückgang.

Tab. VIII- 30, Anzahl der Jagdereignisse pro Monat, absolut und relativ

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Mittelpal	12	11	14	14	17	20	20	23	20	18	21	15
Aurignacien	9	10	2	2	2	5	4	6	5	6	5	9
Gravettien	3	3	7	7	8	7	7	4	2	2	2	4
relativ, bezogen auf die Anzahl												

der Fundschichten												
53	22,6	20,8	26,4	26,4	32,1	37,7	37,7	43,4	37,7	34,0	39,6	28,3
21	42,9	47,6	9,5	9,5	9,5	23,8	19,0	28,6	23,8	28,6	23,8	42,9
25	12	12	28	28	36	28	28	16	8	8	8	16

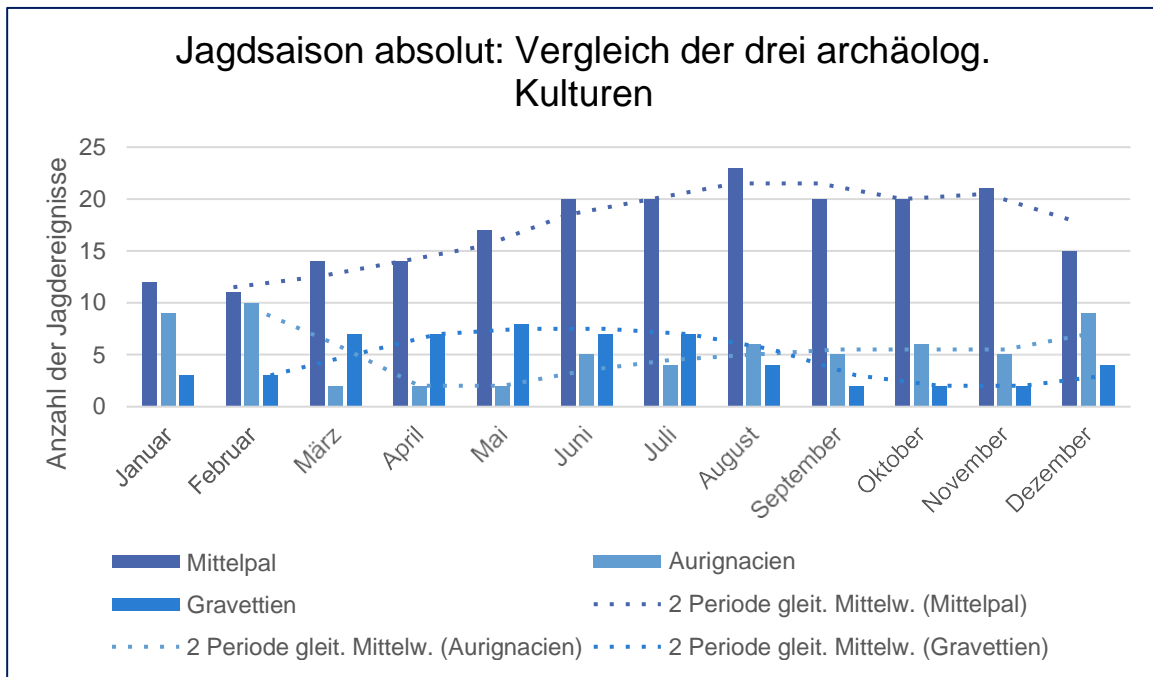


Abb. VIII- 27, Vergleich der Jagdsaison

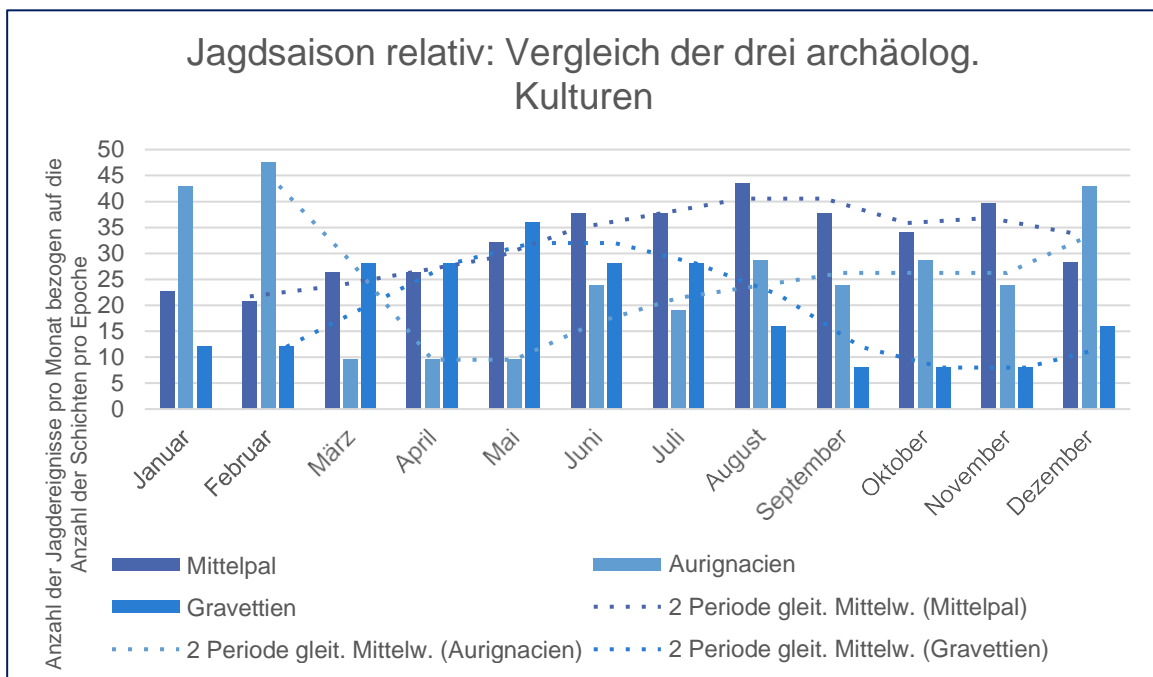


Abb. VIII- 28, Vergleich: Trendlinie der Jagdsaison

5 Zusammenfassung

Mittelpaläolithikum

Im Mittelpaläolithikum sind die beiden dominierenden Tierarten mit fast gleichem prozentualem Anteil Rentiere und Pferde. Daneben sind Boviden und Rotwild anteilmäßig stark vertreten. Insgesamt hat das Mittelpaläolithikum die höchste Diversität bei den Tierarten.

Bei den Kleinen Tieren dominieren im Mittelpaläolithikum die Leporiden. Vögel und Fische sind geringfügig geringer vorhanden.

Im Mittelpaläolithikum ist das dominante Jagdmuster das Prime age adult Profil gefolgt vom Catastrophic Profil.

Extremitäten sind im Mittelpaläolithikum – gefolgt von der ganzen Karkasse und den Crania – die begehrtesten Skeletteile.

Von den anthropogenen Spuren sind Schlacht- und Schnittspuren sowie Knochenmarkgewinnung im Mittelpaläolithikum am stärksten vertreten. Während an rund der Hälfte der Fundschichten Brandspuren an der Fauna vorhanden sind, sind nur an 15,1 % der Fundschichten Herde zu finden.

Aurignacien

Auch im Aurignacien sind Pferde und Rentiere die Jagdtiere, denen am stärksten nachgestellt wird. Allerdings ist bei beiden Taxa eine starke Zunahme zu verzeichnen im Vergleich zum Mittelpaläolithikum. Dagegen nehmen die Anteile der anderen Jagdtiere im Vergleich zum Mittelpaläolithikum stark ab.

Leporiden und Vögel erfahren im Aurignacien fast eine anteilige Verdoppelung, die Fische dagegen fallen im Vergleich zum Mittelpaläolithikum stark ab.

Im Aurignacien ist das Prime age adult Profil das dominante Jagdmuster. Es wird gefolgt vom Catastrophic Profil und dem Attritional Profil.

Die ganze Karkasse wird im Aurignacien bevorzugt verwertet, danach kommen die Extremitäten.

Schlacht- und Schnittspuren sowie die Knochenmarkgewinnung erreichen auch im Aurignacien sehr hohe Werte, aber das Verhältnis von Schlacht- und Schnittspuren zur Knochenmarkgewinnung hat sich umgedreht.

Brandspuren haben im Vergleich zum Mittelpaläolithikum prozentual leicht zugelegt, Herde sind nun in mehr als 50 % aller Fundschichten nachweisbar.

Gravettien

Den stärksten Wandel gegenüber den beiden vorhergehenden archäologischen Kulturen gibt es im Gravettien hinsichtlich der dominanten Tierart. Dies ist nun das Mammut und, mit Abstand, das Rentier. Rentiere spielen in allen drei Epochen die Rolle eines Basicfood. In allen drei Epochen werden stets monogastrische und mehrgastrische Tiere erlegt.

Gegenüber dem Aurignacien nehmen Leporiden und Vögel weiter zu, Fische dagegen weiter ab.

Auch im Gravettien werden bevorzugt Prime age adulte Tiere gejagt, an die zweite Stelle tritt aber das Attritional Profil bei den Jagdmustern.

Die ganze Karkasse und Extremitäten werden im Gravettien in gleichem Maß verwertet. Einen weiteren hohen Anteil haben Metapodien und Phalangen - eventuell ein Hinweis auf eine maximale Knochenfettausbeutung.

Brandspuren und Knochenmarkausbeutung sind gleich häufig vorhanden und dominieren. An zweiter Stelle kommen aber auch hier die Schlacht- und Schnittspuren. Während in 72 % der Schichten Brandspuren vorkommen, sind in nur 44% der Schichten Feuerstellen nachgewiesen.

6 Vergleich der archäologischen Kulturepochen mit Hilfe statistischer Methoden

Auch zum Vergleich der drei Kulturepochen wurden Unterschiede bezüglich der Diversität der dominanten Tierarten untersucht, sowie die Frage, inwieweit sich die drei Epochen hinsichtlich der Ressourcennutzung und den übrigen Merkmalen ähnlich sind, d.h. sich überlappen.

6.1 Gleichmäßigkeit und Diversität der Taxazusammensetzung, dominante Tierarten

Tab. VIII- 31, Diversität der dominanten Tierarten in den kulturellen Epochen

Periode	1/D	H	A
Mittelpal	4,36	1,707	5,51
Aurignacien	3,34	1,401	4,06
Gravettien	2,56	1,190	3,29

Alle berechneten Indizes zeigen eine Abnahme in der Diversität der dominanten Tierarten vom Mittelpaläolithikum hin zum Gravettien.

Die Abnahme des Wertes des inversen Simpson-Index $1/D$ weist darauf hin, dass in den späteren Kulturepochen die dominanten Tierarten hauptsächlich durch zwei (*R. tarandus*, *Equus sp.*) oder drei (*R. tarandus*, *Equus sp.*, *M. primigenius*) Taxa bestimmt werden.

6.2 Nischenüberlappung in der Ressourcennutzung zwischen verschiedenen Kulturepochen.

Es geht darum, die Überlappung in der Nutzung von Ressourcen zwischen verschiedenen Epochen zu messen. Hierzu wird wieder der Morisita-Horn-Index“ C_H genutzt. Außerdem wird ein χ^2 - Vergleichstest durchgeführt.

6.2.1 Dominante Tierarten

Tab. VIII- 32, Nischenüberlappung: dominante Tierarten

	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
Morisita-Horn-Index	0,946	0,664
χ^2 -Test p=	0,18	9,9 10^{-8}

Zwischen Mittelpaläolithikum und Aurignacien finden wir eine starke Überlappung, die Ressourcennutzung unterscheidet sich nicht signifikant.

Anders im Vergleich von Aurignacien und Gravettien. Hier zeigt sich eine sehr geringe Überlappung, die Zusammensetzung der dominanten Taxa ist hoch signifikant unterschiedlich.

6.2.2 Kleine Tiere

Tab. VIII- 33, Nischenüberlappung: Vorkommen Kleiner Tiere

	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
Morisita-Horn-Index	0,964	0,998
χ^2 -Test p =	0,09	0,83

Beides Mal haben wir eine starke Überlappung in der Nutzung der Kleintierfauna, wobei die Übereinstimmung bei Aurignacien und Gravettien noch größer ist als bei Mittelpaläolithikum und Aurignacien.

6.2.3 Jagdmuster

Tab. VIII- 34, Nischenüberlappung: Jagdmuster

	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
Morisita-Horn-Index	0,974	0,911
χ^2 -Test p =	0,23	0,003

Zwischen Mittelpaläolithikum und Aurignacien finden wir hier eine starke Überlappung (kein signifikanter Unterschied). Dagegen sind die Jagdmuster von Aurignacien und Gravettien hoch signifikant unterschiedlich.

6.2.4 Skeletteilrepräsentanz

Tab. VIII -35, Nischenüberlappung: Skeletteilrepräsentanz

	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
Morisita-Horn-Index	0,904	0,802
χ^2 - Test p =	0,02	0,0015

Hier gibt es zwischen Mittelpaläolithikum und Aurignacien eine mittelgroße Überlappung und nur leicht signifikante Unterschiede.

Zwischen Aurignacien und Gravettien besteht dagegen eine nur sehr geringe Überlappung, die Unterschiede sind hochsignifikant.

6.2.5 Anthropogene Spuren

Tab. VIII- 36, Nischenüberlappung: anthropogene Spuren

	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
Morisita-Horn-Index	0,944	0,986
χ^2 - Test p =	0,04	0,86

Zwischen Mittelpaläolithikum und Aurignacien besteht ein schwach signifikanter Unterschied bei den anthropogenen Spuren. Die Überlappung ist geringer als die zwischen Aurignacien und Gravettien, die keinen signifikanten Unterschied aufweisen.

Tab. VIII- 37, Nischenüberlappung der Merkmale zwischen den kulturellen Perioden

Merkmals	Mittelpal ↔ Aurignacien	Aurignacien ↔ Gravettien
dominante Taxa	sehr stark	sehr schwach
Kleine Tiere	stark	stark
Jagdmuster	mittelstark	schwach
Skeletteildominanz	mittelstark	sehr schwach
Anthropogene Spuren	stark	sehr stark

Zwischen dem Mittelpaläolithikum und dem Aurignacien gibt es mittelstarke bis sehr starke Übereinstimmungen bei allen Merkmalen. Daraus darf man schließen, dass die Neandertaler und die ersten nach Europa eingewanderten AMH sich in Bezug auf Nahrungsaneignung, -beschaffung und -verarbeitung kaum unterschiedlich verhalten haben.

Dagegen ist eine Übereinstimmung zwischen dem Aurignacien und dem Gravettien nur in den Merkmalen Kleine Tiere und anthropogene Spuren vorhanden. Alle anderen Merkmale bilden nur eine schwache Übereinstimmung. Die Menschen des Gravettien unterschieden sich in der Auswahl der dominanten Taxa, dem Jagdmuster und der Skeletteildominanz von dem Verhalten der Menschen des Aurignaciens. Die Menschen des Gravettien bevorzugten aber die gleichen Kleinen Tiere und hinterließen die gleichen anthropogenen Spuren, wie die Menschen des Aurignaciens.

6.3 Unterschiede zwischen Höhle, Abri und Freiland (dominante Taxa)

6.3.1 Überlappung zwischen Höhle und Freiland (und jeweils mit Abris) für dominante Taxa

Der Morisita-Horn-Index zeigt folgende Überlappung zwischen Höhle, Freiland und (falls vorhanden) den Abris.

Tab. VIII- 38, Nischenüberlappung zwischen Fundplatzgattungen in den kulturellen Perioden

Epoche	H ↔ F	H + A ↔ F	H ↔ F + A
Mittelpal	0,975	0,925	0,810
Aurignacien	0,924	0,988	0,932
Gravettien	0,730	keine Abris	keine Abris

Zwischen Höhle und Freiland nimmt die Nischenüberlappung vom Mittelpaläolithikum zum Aurignacien schwach und vom Aurignacien zum Gravettien stark ab. Dies wird auch durch den χ^2 - Test bestätigt, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tab. VIII- 39, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Freiland

Epoche	C_H =	χ^2 - Test, p =	Signifikanz
Mittelpal	0,975	0,32	keine
Aurignacien	0,924	0,075	schwach
Gravettien	0,730	$8,1 \cdot 10^{-7}$	sehr hoch

Kapitel IX: Modellkalkulationen zu Fleisch, Knochenmark und Fett

1 Grundannahmen

Um belegen zu können, ob eine Ernährung bedarfsdeckend ist, müssen zunächst der tägliche Energiebedarf und der Bedarf an Proteinen, Fetten, dem Fettsäuremuster und Kohlenhydraten, also den Makronährstoffen, berechnet werden. Im Weiteren müssen die Mikronährstoffe, also Vitamine und Mineralstoffe, betrachtet werden.

Für die nachfolgenden Berechnungen werden für den *Homo sapiens* als Proxy die Inuit (Sorensen and Leonard 2001: 486) genutzt mit einem durchschnittlichen Energieverbrauch von 3670 kcal/d. Für Neandertaler kann unterschieden werden zwischen Mann und Frau. Ein niedriger, von mir errechneter Energiebedarf (vgl. Kap. IV, 2.3-2.6) für adulte männliche Neanderthaler liegt bei 4250 kcal/d, für adulte weibliche Neanderthaler bei 3572 kcal/d. Diese Werte sind möglicherweise zu niedrig, sie wurden daher von mir korrigiert um +13,7 kcal/kg Körpergewicht und Tag nach Weaver und Steudel-Numbers (2005a).

Dies ergibt folgende Werte: Neandertaler adult, männlich: 5288 kcal/d und Neandertaler adult, weiblich: 4482 kcal/d. Für schwangere Frauen müssten im 2. und 3. Trimenon weitere 300 – 400 kcal/d zusätzlich in Anrechnung gebracht werden.

Werte für Kinder und Jugendliche liegen nicht vor.

Für die Berechnung des täglichen Energiebedarfs sind Körpergewicht, Körpergröße und Alter notwendig. Für das Körpergewicht werden die Werte von (Nilsson 2015)

verwendet, für die Körpergröße die von Carretero (2012). Für das Alter werden jeweils 30 Jahre angenommen.

Für die Berechnung der Bedarfsdeckung wird zunächst nur der Gesamtenergiebedarf herangezogen. Die Makronährstoffe ergeben sich dann aus der bevorzugten Ernährungsweise (vgl. Kap. IV, 3).

Tab. IX- 1, Gewicht, Körpergröße und Energiebedarf, Neandertaler und AMH

	Körpergewicht Berechnungen (Ruff et al. 2005) [kg]	Körpergröße (Carretero et al. 2012) [m]	BMR Nach Harris und Benedict [kcal/d]	TEE bei PAL 2,5 [kcal/d]	[+ 13,7 kcal/ kg KG·d] für NT (Weaver and Steudel-Numbers 2005b)	Arktische Jäger und Sammler (Sorensen and Leonard 2001: 486, Tab. 2) [kcal/d]
NT männl.	75,8	1,66 ± 0,059	1700	4250	5288	-
NT weibl.	66,4	1,54 ± 0,046	1428	3572	4482	-
AMH weibl.	56,2	1,58	1338	3345	-	3670 kcal/d Inuit
AMH männl.	69,7	1,77	1702	4255	-	3000 kcal/d Aché

Für die Beurteilung der Mikronährstoffe werden sowohl für *H. sapiens* als auch für Neandertaler die Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (DGE 2019) als Grundlage genutzt. Sie geben den Bedarf gesunder Erwachsener wieder, um Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu erhalten. Da sie einen Sicherheitsfaktor von 100 enthalten, dürfte auch der Bedarf für die paläolithischen Menschengruppen gedeckt sein.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Nahrung aus tierischen Ressourcen in der Periode I und II für beide Menschenarten in erster Linie aus Rentier und Pferd bestand. Erst in Periode III ändert sich dies zu Rentier und Mammut.

Daher sollen diese Tierarten auf ihren ernährungsphysiologischen Wert hin untersucht werden und darauf, wie sie zur Bedarfsdeckung beitragen, und welche ernährungsphysiologischen Vorteile die einzelnen Tierarten eventuell boten.

1.1 Warum diese Jagdtiere?

Im Folgenden werden die Jagdtiere hinsichtlich ihres ernährungsphysiologischen Wertes betrachtet. Ausgewählt wurden die Tiere, die als dominante Jagdtiere in der Faunenanalyse in Erscheinung getreten sind: Rentiere, Pferde, Boviden und Mammuta. Leider sind die Angaben für Mammuta sehr begrenzt, obwohl gerade sie hochinteressant gewesen wären. Als Proxy wären moderne afrikanische Elefanten in Frage gekommen. Aber auch für sie sind derzeit keine Daten verfügbar.

Die Jagdtiere sind grob zu unterscheiden nach den unterschiedlichen Formen und Anlagen der Verdauungsorgane. Dies wirkt sich auf den Verdauungsprozess von deren Nahrung aus und auf die ernährungsphysiologische Qualität des Fleisches hinsichtlich der Fettsäuren.

1.1.1 Jagdtiere mit einkammrigem Magen

Zu den Jagdtieren mit einkammrigem Magen gehören Pferde, Mammuta und Wollnashörner.

Die aufgenommene Nahrung wird vom Mund der Tiere über die Speiseröhre direkt in den Magen transportiert, dort der Proteinverdauung unterworfen und anschließend in den Dünndarm weitertransportiert. Dort wird die Nahrung von den Verdauungsenzymen verdaut und resorbiert. Die in den Gräsern und Flechten der Mammutsteppe vorhandenen mehrfach ungesättigten Fettsäuren werden ebenfalls resorbiert und in den Tierkörper (Fleisch, Fettgewebe, Gehirn, Knochenmark) eingebaut.

1.1.2 Jagdtiere mit mehrkammrigen (vier) Mägen

Über mehrkammrige Mägen verfügen alle Cerviden und Boviden, im eiszeitlichen Kontext Rentiere, Rothirsche und die verschiedenen Bison- und Wisentarten.

Bei ihnen gelangt die aufgenommene Nahrung in den Pansen. Dort wird sie Abbauprozessen mittels Bakterien unterworfen. Die mit der Nahrung aufgenommenen Fette werden beim Durchlauf der verschiedenen Mägen und dem Wiederkäuen vermischt mit Speichel und von Bakterienlipasen zu 85 – 95 % zu Fettsäuren, Glycerin und Galaktose hydrolysiert. Glycerin und Galaktose werden zu Propionat und Butyrat weiterverarbeitet, wobei langkettige Fettsäuren mit zwischen 15 und 18 C-Atomen entstehen. Diese werden im Dünndarm resorbiert.

Die Fettsäuren werden mittels bakterieller Lipase zu Linolensäure isomerisiert und zu Stearinsäure und verschiedenen einfach ungesättigten Fettsäuren umgebaut und anschließend resorbiert.

Die mit der Nahrung aufgenommenen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) gelangen auf diese Weise nicht in die Körpergewebe des Jagdtieres, sondern werden im Verdauungstrakt zu gesättigten Fettsäuren und zu MUFA umgebaut. Dies hat weitreichende Effekte auf

die ernährungsphysiologische Qualität des Fleisches und anderer Produkte vom Tier (Doreau and Ferlay 1994).

2 Rentiere

2.1 Rentiernährwerte

Nährwerte für Rentiere entstammen der Untersuchung von modernen Populationen freilebender Rentiere. Hier werden die Durchschnittswerte genutzt, die Guil-Guerrero (2017) in den Supplementaries seiner Arbeit zur Verfügung stellt. Für weibliche Rentiere liegen die Gesamtfettwerte etwas höher als der Durchschnitt. Sie wären somit eine nützlichere Beute. Da aber ein Geschlechtsprofil in den archäologischen Arbeiten selten angegeben ist, wird hier nicht weiter darauf eingegangen und die Durchschnittswerte verwendet. Alle Werte werden stets in kcal/100g bzw. g/100 g Lebensmittel angegeben.

Tab. IX- 2, Nährwerte verschiedener Gewebearten im Rentier, (Guil-Guerrero 2017)

Gewebeart	Energie [kcal/100g]	Protein [g/100 g]	Fett [g/100g]
Muskelfleisch	116,1	23,8	2,3
Fett, subkutan bzw. Depotfett	763,8	7,0	81,8
Leber	k.D.	15,0	3,9
Knochenmark	k.D.	k.A.	67,3

Rentiere sind mehrkammrige Tiere. Ihr Gesamtkörpergewicht ist abhängig von ihrem Ernährungszustand und kann stark schwanken. Die Angaben belaufen sich auf 110 kg bis 280 kg. In der Regel sind die weiblichen Tiere schwerer als die männlichen Tiere. Trächtigkeit und Brunftzeit sowie die Jahreszeit haben einen starken Einfluss auf Gewicht und Ernährungszustand der Tiere (Borch-Iohnsen and Nilssen 1987; Nieminen and Laitinen 1986; Olofsson et al. 2008; Renecker et al. 2005).

Es soll hier von einem guten Ernährungszustand der Tiere ausgegangen werden sowie einem Durchschnittsgewicht der Karkasse für männliche und weibliche Tiere. Die Karkasse ist der Fleischanteil, den die Tiere liefern, ohne Knochen, Innereien, Geweihe. Er liegt bei 35,2 kg (Renecker et al. 2005; Ringberg et al. 1981).

2.2 Wie viele Personen ernährt ein Rentier?

Ginge man davon aus, dass ein Rentier alle ernährungsphysiologischen Bedürfnisse eines Menschen bedienen könnte, ist dies eine Möglichkeit, zu berechnen, wie viele Personen eine Rentierkarkasse (35,2 kg und 116,1 kcal/100 g) befriedigen könnte.

Tab. IX- 3, Energiebereitstellung durch eine Rentierkarkasse

Bedarf	Personen
NT, ♂, Minimalbedarf	9,6
NT, ♀, Minimalbedarf	11,4
NT, ♂, Maximalbedarf	7,7
NT, ♀, Maximalbedarf	9,1
HS, Ø	11,1

2.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinmenge sein?

Eine Ernährung ausschließlich auf Rentier beruhend ist aber nicht möglich wegen der unter (Kap. IV: Ernährung des Menschen, 3.4.3) besprochenen Limitierung der Proteinzufuhr.

Geht man von der für den *H. sapiens* maximalen täglichen Entgiftungsrate für Stickstoff aus Proteinen aus, dann ergibt sich daraus die maximal mögliche Aufnahme von Proteinen aus Fleisch, da Fleisch, wie bereits erwähnt, sehr proteinhaltig ist.

Maximale Entgiftungsrate =

65 mg Harnstoff Stickstoff/Stunde und kg Körpergewicht^{0,75} [mg N x h⁻¹ x kg^{-0,75}] (Bilborough and Mann 2006).

Daraus ergeben sich folgende Werte.

Tab. IX- 4, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Muskelfleisch von Rentieren

	Körpergewicht [kg]	maximal mögliche tägliche Protein- aufnahme [g]	maximale tägliche Fleisch- menge, die konsumiert wer- den kann, ohne Schäden für den Organismus zu riskieren [kg]
NT, ♂	75,8	312	1,31
NT, ♀	66,4	280	1,17
HS, ♂	69,7	292	1,23
HS, ♀	56,2	245	1,02

Bei einem durchschnittlichen Proteingehalt von 23,8 g/100 g (Guil-Guerrero 2017) des Rentiermuskelfleischs ergeben sich die o.g. maximalen Fleischmengen pro Tag, die der menschliche Organismus verwerten kann.

Unter diesen Bedingungen liefert die Rentierkarkasse Fleischnahrung für die folgende Anzahl von Personen.

Tab. IX- 5, maximal mögliche tägliche Fleischmenge aus Rentier

	maximal mögliche tägli- che Fleischmenge [kg]	Fleischmenge für Personen
NT, ♂	1,31	26,8
NT, ♀	1,17	29,8
HS, ♂	1,23	28,6
HS, ♀	1,02	34,2

Diese Zahlen sind interessant, da sie der durchschnittlichen Größe einer Jäger- und Sammler Gruppe entsprechen.

2.4 Wie hoch ist das Energiedefizit durch die Begrenzung der Proteinaufnahme?

Durch die begrenzte Protein- und damit Fleischaufnahme ist es nicht möglich, den Energiebedarf einer erwachsenen Person mit diesen Fleischmengen zu decken. Es fehlt also noch ein Großteil der Energie, die somit aus anderen Quellen kommen muss. Das Rentierfleisch hat einen Fettgehalt von rund 2,9 g/100g (Guil-Guerrero 2017) und einen Energiegehalt von

116 kcal/100 g (Guil-Guerrero 2017). Die berechnete Fleischmenge ergibt folgende Energiewerte.

Tab. IX- 6, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Fleischnahrung

	Maximal mögliche tägliche Fleischmenge	ergibt Energie	minimales Energiedefizit	maximales Energiedefizit
	[kg]	[kcal]	[kcal/d]	[kcal/d]
NT, ♂	1,31 →	1520	2730	3768
NT, ♀	1,17 →	1357	2313	3125
HS, ♂	1,23 →	1427	2243	-
HS, ♀	1,02 →	1183	2487	-

Es ist daher auch bei der Annahme von Minimalwerten noch ein Großteil der täglich notwendigen Energieaufnahme von über 2000 kcal zu decken.

2.5 Wie könnte das Energiedefizit durch Kohlenhydrate und Fette gedeckt werden?

Fette haben einen Energiegehalt von 9 kcal/g und Proteine einen Energiegehalt von 4 kcal/g. Die Defizite an Energie können in Defizite an Fetten bzw. Kohlenhydraten umgerechnet werden.

Tab. IX- 7, Defizite bei Fett und Kohlenhydraten bei ausschließlicher Fleischnahrung

	Defizit an Fett	Defizit an Kohlenhydraten
	[g/d]	[g/d]
NT, ♂, min.	303	683
NT, ♀, min.	257	578
NT, ♂, max.	419	942
NT, ♀, max.	374	781
HS, ♂	249	561
HS, ♀	276	622

Dies sind, wie zu erwarten, sehr hohe Bedarfswerte, die durch andere Ressourcen gedeckt werden müssen.

Fettquellen im Rentierkörper

Zunächst bleiben bisher unberücksichtigte Teile des Tierkörpers, wie Leber, Niere, Auge etc.

Tab. IX- 8, Fettgewebe im Rentierkörper

	Fett (Kuhnlein and Humphries 2017) [g/100 g]	Gewicht/Volumen des Or- gans	Fettge- winn [g]
Knochenmark	85	1225 ml (Binford 1978: 24)	1041
Gehirn	25,5	361 g (Binford 1978: 24)	92
Zunge	2,9	1009 g (Binford 1978: 24)	29
Auge	31,4	k.D.	
Leber	3,9	769 g extrapoliert nach (Borch-lohnsen and Nilssen 1987)	30
reines Fett	90		
Niere		183 g (Eilertsen et al. 2001)	
Herz	3,9	672 g (Binford 1978: 24)	26
Lunge	2,4	k.D.	
Magen	1,7	k.D.	
Lunge	2,0	k.D.	
Blut	0,5	6186 ml (Binford 1978: 24)	31
Fettgehalt des Muskelfleischs	2,3		809,6

Fettgehalt der Gesamtkarkasse incl. des Fettes im Muskelfleisch	11,2	35,2 kg (Renecker et al. 2005)	3942 g
			$\Sigma =$ 5191 g

Aus der unvollständigen Übersicht wird klar, dass Innereien (Magen, Lunge, Herz, Leber, Niere), sowie Muskelfleisch, über nur einen geringen Fettgehalt verfügen, während Organe mit hohem Fettgehalt, wie das Auge, nur in begrenzter Menge zur Verfügung stehen.

Einen hohen Fettgehalt hat das Knochenmark, dessen Menge nach Binford (1978) mit 1225 ml bei einem adulten Rentier berechnet wurde. Das wäre insgesamt ein gutes Kilogramm reines Fett.

Der Fettgehalt der gesamten Karkasse, zu dem auch das Fett um die Organe – das intra-abdominale Fett – gerechnet wird, erbringt für ein adultes Tier insgesamt gut 4 kg Fett. (vgl. Tab. IX-8).

Ein Rentier würde den Fleischbedarf von rund 25 Personen decken, aber nur den Fettbedarf von 11 – 20 Personen, wenn diese Ihr Energiedefizit nur aus zusätzlichem Fettverzehr decken müssten.

2.6 Für wie viele Personen ließe sich der Fettbedarf durch einer Rentierkarkasse decken?

Tab. IX- 9, Fettbereitstellung durch eine Rentierkarkasse

	Defizit an Fett [g/d]	Ernährbare Personen maximal
NT, ♂, min.	303	17,1
NT, ♀, min.	257	20,2
NT, ♂, max.	419	12,4
NT, ♀, max.	374	13,9
HS, ♂	249	20,8
HS, ♀	276	18,8

Es wäre theoretisch möglich, mit einem vollständig ausgebeuteten Rentier den Bedarf an Energie, Proteinen und Fetten mehrerer paläolithischer Menschen der Arten *H. sapiens* und *H. neanderthalensis* zu decken, sofern die Tiere in einem guten Zustand sind.

2.6.1 Für wie viele Personen ließe sich der Bedarf an essentiellen Fettsäuren (PUFA= polyunsaturated fatty acids = MUFS = mehrfach ungesättigte Fettsäuren) durch eine Rentierkarkasse decken?

Zur Bedarfsdeckung zählen auch die Mengen an essentiellen Fettsäuren, wie unter Kap. IV, 3.4 dargelegt.

Tab. IX- 10, Menge an n-3- und n-6-Fettsäuren in verschiedenen Rentiergeweben

	n-3 total [g/100 g]	n-6 total [g/100 g]	Quelle
Muskelfleisch	0,07± 0,02	0,26 ± 0,09	(Hassan et al. 2012)
Leber	0,4 ± 0,1	0,88 ± 0,12	(Hassan et al. 2012)
Fettgewebe	0,14 ± 0,05	0,96 ± 0,21	(Hassan et al. 2012)
Knochenmark	0,17 ± 0,05	0,84 ± 0,14	(Hassan et al. 2012)

Daraus ergeben sich bei der Zugrundelegung der maximal möglichen verzehrbaren Fleischmenge folgende Mengen an Fettsäuren.

2.6.2 Wie viele Fettsäuren aus Rentierfleisch sind möglich durch die maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme?

Tab. IX- 11, Bereitstellung an n-3- und n-6-Fettsäuren durch Rentiermuskelfleisch

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	n-3 total [g]	n-6 total [g]
NT, ♂	1,31 →	0,92	3,4
NT, ♀	1,17 →	0,82	3,0
HS, ♂	1,23 →	0,86	3,2
HS, ♀	1,02 →	0,71	2,6

2.6.3 Zusätzliche Fettsäuren aus Leber und Knochenmark

Tab. IX- 12, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch Leber und Knochenmark

	n-3 [g]	n-6 [g]
Leber (769 g)	3,1	6,8
Fett in 100 g Leber	0,14	0,96
Knochenmark (1225 ml)	2,1	10,3

2.6.4 Tagesbedarf der n-6 und n-3 Fettsäuren berechnet nach dem Energiebedarf (DGE 2019).

Tab. IX- 13, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf

	Energiebedarf [kcal/d]	Tagesbedarf n-6 = 2,5 % der Gesamtenergiezufuhr	Tagesbedarf n-3= 0,5 % der Gesamtenergiezufuhr
NT, ♂	4250–5288	11,8 g–14,7 g	2,4–2,9 g
NT, ♀	3572–4482	9,9–12,5 g	2,0–2,5 g
HS, Ø	3670	10,2 g	2,0 g

Bei hohem Energiebedarf ist der Bedarf an mehrfach ungesättigten Fettsäuren auch entsprechend hoch. Bei der o.g. maximal möglichen Fleischzufuhr sind Fleisch, Leber und Knochenmark gute Lieferanten an n-6 und n-3 Fettsäuren, aber die Mengen sind nicht ausreichend, um den Bedarf zu decken. Für eine Person wäre das gesamte Knochenmark eines Rentieres bedarfsdeckend. Somit ist Knochenmark eine begrenzte Ressource.

2.7 Mikronährstoffe

Für die Aufrechterhaltung der normalen Körperfunktionen und der Fortpflanzung werden die Mikronährstoffe gebraucht (vgl. Kap. IV, 4).

2.7.1 Vitamine

Tab. IX- 14, Vitamingehalt von Fleisch, Leber, Fett und Knochenmark in Rentieren, (Hassan et al. 2012),

Table I. Mean vitamin concentrations in meat, liver, tallow and bone marrow of reindeer per 100 g of edible raw tissue

Vitamin	Meat (n =20)	Liver (n =20)	Tallow (n = 15)	Bone marrow (n =10)	RDA ^c		
	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD	Mean ±SD	Female	Male	
Vitamin A (RAE)	19.93 ±22.55	20915.5 ±5310.22**	117 ±22.98**	45.25 ±47.70	700	900	RAE ^b
Vitamin B1 (mg)	0.09 ±0.07	0.33 ±0.30**	0.03 ±0.02**	0.02 ±0.02**	1.1	1.4	mg
Vitamin B2 (mg)	0.26 ±0.07	2.63 ±0.15**	0.15 ±0.04**	0.51 ±0.46*	1.3	1.7	mg
Vitamin B3 (mg)	4.28 ±0.51	14.9 ±4.77**	1.67 ±1.22 **	n.d. ^a (<0.2 mg)	15	19	mg
Vitamin B5 (mg)	1.14 ±1.23	5.85 ±1.25**	0.41 ±0.36**	0.18 ±0.03**	–	–	
Vitamin B6 (mg)	0.19 ±0.04	0.53 ±0.08**	0.02 ±0.03**	n.d. ^a (<0.05 µg)	1.2	1.6	mg
Vitamin B7 (µg)	1.23 ±1.03	19.45 ±7.88**	4.3 ±3.48**	0.29 ±0.31*	–	–	
Vitamin B9 (µg)	n.d. ^a (<2 µg)	302.78 ±184.52	n.d. ^a (<2 µg)	n.d. ^a (<2 µg)	300	300	µg
Vitamin B12 (µg)	3.34 ±1.83	161.73 ±48.48**	2.23 ±1.64**	1.24 ±0.59*	2	2	µg
Vitamin C (mg)	n.d. ^a (<0.1 µg)	11.88 ±12.93	n.d. ^a (<0.1 µg)	n.d. ^a (<0.1 µg)	75	75	mg
Vitamin D2 (µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)	n.d. ^a (<0.1 µg)	n.d. ^a (<0.1 µg)	7.5	7.5	µg
Vitamin D3 (µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)	n.d. ^a (<0.5 µg)			
Vitamin E (mg)	0.48 ±0.30	0.48 ±0.20	0.46 ±0.07	2.25 ±0.47**	8	10	α-TE

^an.d. = Not detected (below the limit of detection).
^bRAE = Retinol activity equivalent (µg).
^cRecommended daily allowance (RDA) for adult males and females based on Nordic nutritional recommendations (28).
α-TE = α-Tocopherol equivalent (mg).
*Concentrations were significantly different from those in meat (p <0.05).
**Concentrations were significantly different from those in meat (p <0.01).

Vitamin A

Tab. IX- 15, Vitamin A Bereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Vit. A im Rentierfleisch: 19,93 µg/100 g [µg/100g]	Tagesbedarf an Vit. A [mg/d]	Vit. A in 769 g Leber [mg]	Vit. A in 100 g Fettgewebe [mg]	Vit. A in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	261	1,0	160,8	0,117	0,045
NT, ♀	1,17 →	233	0,8			
HS, ♂	1,23 →	245	1,0			
HS, ♀	1,02 →	203	0,8			

Zur Bedarfsdeckung an Vitamin A reichen geringe Mengen der Leber, nicht jedoch Muskelfleisch, Fett oder Knochenmark der Rentiere.

Vitamin D

Wie aus den Werten von Hassan (2012) hervorgeht, sind die Werte an Vitamin D in Fleisch, Fett, Knochenmark oder Leber so gering, dass sie nicht bestimmbar sind. Somit ergibt sich auch keine Bedarfsdeckung. Vitamin D müsste daher durch intensive Sonnenbäder vom Körper selbst produziert werden. Zur Problematik der ausreichenden Sonneneinstrahlung in hohen nördlichen Breiten vgl. Kap. XII, 6.4.

Vitamin E

Tab. IX- 16, Vitamin E Bereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Vit. E im Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf: Vit. E [mg]	Vit. E in 769 g Leber [mg]	Vit. E in 100 g Fettgewebe [mg]	Vit. E in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	6,29	14	3,69	0,46	2,25
NT, ♀	1,17 →	5,62	12			
HS, ♂	1,23 →	5,90	14			
HS, ♀	1,02 →	4,89	12			

Der Vitamin E Bedarf wird durch Fleisch, geringe Mengen an Leber, Fett und Knochenmark nur etwa zur Hälfte gedeckt

Vitamin K

Für Vitamin K im Rentierkörper stehen keine Werte zur Verfügung.

Vitamin B₁ (Thiamin)

Tab. IX- 17, Thiaminbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Thiamin in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Thiamin [mg/d]	Thiamin in 769 g Leber [mg]	Thiamin in 100 g Fettgewebe [mg]	Thiamin in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	1,18	1,2	2,54	0,03	0,02
NT, ♀	1,17 →	1,05	1,0			
HS, ♂	1,23 →	1,11	1,2			
HS, ♀	1,02 →	0,92	1,0			

Der Tagesbedarf an Thiamin lässt sich sehr gut allein mit der maximalen Fleischration decken.

Vitamin B₂ (Riboflavin)

Tab. IX- 18, Riboflavinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Riboflavin in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Riboflavin [mg/d]	Riboflavin in 769 g Leber [mg]	Riboflavin in 100 g Fettgewebe [mg]	Riboflavin in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	3,41	1,4	20,22	0,15	0,51
NT, ♀	1,17 →	3,04	1,2			
HS, ♂	1,23 →	3,20	1,4			

HS, ♀	1,02 →	2,65	1,2			
----------	--------	------	-----	--	--	--

Auch der Tagesbedarf an Vitamin B₂ lässt sich allein durch die maximale mögliche Fleischmenge decken. Leber ist eine zusätzliche gute Quelle, selbst Fettgewebe und Knochenmark liefern gute Mengen an Vitamin B₂.

Niacin

Tab. IX- 19, Niacinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Niacin in in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Niacin [mg/d]	Niacin in 769 g Leber [mg]	Niacin in 100 g Fettgewebe [mg]	Niacin in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	56,07	16	114,58	1,67	n.n.*
NT, ♀	1,17 →	50,08	13			
HS, ♂	1,23 →	52,64	16			
HS, ♀	1,02 →	43,66	13			

* n.n.: nicht nachweisbar

Der Niacinbedarf wird allein durch Fleisch mehrfach gedeckt. Leber ist eine zusätzliche gute Quelle, sowie Fettgewebe, das aber im Rentierkörper nicht üppig vorhanden ist.

Pantothensäure

Tab. IX- 20, Pantothensäurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Pantothensäure in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Pantothensäure [mg/d]	Pantothensäure in 769 g Leber [mg]	Pantothensäure in 100 g Fettgewebe [mg]	Pantothensäure in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	14,93	6	44,99	0,41	0,18
NT, ♀	1,17 →	13,34	6			
HS, ♂	1,23 →	14,02	6			
HS, ♀	1,02 →	11,63	6			

Der Tagesbedarf an Pantothensäure kann mit der maximalen Fleischmenge mehr als zweifach gedeckt werden. Leber ist eine weitere sehr gute Quelle und geringe Mengen sind in Fettgewebe und Knochenmark vorhanden.

Vitamin B₆ (Pyridoxin)

Tab. IX- 21, Pyridoxinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Vit. B ₆ in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Vit. B ₆ [mg/d]	Vit. B ₆ in 769 g Leber [mg]	Vit. B ₆ in 100 g Fettgewebe [mg]	Vit. B ₆ in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	2,49	1,5	4,08	0,02	n.n.
NT, ♀	1,17 →	2,22	1,2			

HS, ♂	1,23 →	2,34	1,5			
HS, ♀	1,02 →	1,94	1,2			

Der Tagesbedarf an Pyridoxin ist durch Fleisch und Leber sehr gut zu decken.

Folsäure

Tab. IX- 22, Folsäurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Folsäure in Rentierfleisch [µg]	Tagesbedarf an Folsäure [µg/d]	Folsäure in 769 g Leber [µg]	Folsäure in 100 g Fettgewebe [µg]	Folsäure in 100 g Knochenmark [µg]
NT, ♂	1,31 →	n.n.	400	2328	n.n.	n.n.
NT, ♀	1,17 →	n.n.	400			
HS, ♂	1,23 →	n.n.	400			
HS, ♀	1,02 →	n.n.	400			

Folsäure ist ein Vitamin, das vorwiegend in grünem Blattgemüse vorkommt. Fleisch, Fett und Knochenmark tragen nicht zur Bedarfsdeckung bei, wohl aber Leber eines gut genährten Tieres. In 100 g Rentierleber sind rund 302 µg enthalten. Dies deckt den Tagesbedarf fast vollständig. Allerdings würde eine Rentierleber allein als Folsäurequelle nur den Bedarf von 6 – 7 Personen pro Tag decken.

Biotin

Tab. IX- 23, Biotinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Biotin in Rentierfleisch [µg]	Tagesbedarf an Biotin [µg/d]	Biotin in 769 g Leber [µg]	Biotin in 100 g Fettgewebe [µg]	Biotin in 100 g Knochenmark [µg]
NT, ♂	1,31 →	16,11	30-60	149,57	4,3	0,29
NT, ♀	1,17 →	14,39	30-60			
HS, ♂	1,23 →	15,13	30-60			
HS, ♀	1,02 →	12,55	30-60			

Der Bedarf an Biotin kann durch Muskelfleisch, Fett und Knochenmark kaum gedeckt werden, auch der Gehalt einer ganzen Rentierleber ist nur für 2 – 3 Personen ausreichend.

Vitamin B₁₂ (Cobalamin)

Tab. IX- 24, Cobalaminbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Vit. B ₁₂ in Rentierfleisch [µg]	Tagesbedarf an Vit. B ₁₂ [µg/d]	Vit. B ₁₂ in 769 g Leber [µg]	Vit. B ₁₂ in 100 g Fettgewebe [µg]	Vit. B ₁₂ in 100 g Knochenmark [µg]
NT, ♂	1,31 →	43,75	5-10	1243,70	2,23	1,24
NT, ♀	1,17 →	39,08	5-10			
HS, ♂	1,23 →	41,08	5-10			
HS, ♀	1,02 →	34,07	5-10			

Fleisch und Leber von Rentieren sind ausgezeichnete Vitamin B₁₂ Quellen. Der Bedarf der eiszeitlichen Jäger dürfte jederzeit ausreichend gedeckt gewesen sein.

Vitamin C (Ascorbinsäure)

Tab. IX- 25, Ascorbinsäurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Vit. C in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Vit. C [mg/d]	Vit. C in 769 g Leber [mg]	Vit. C in 100 g Fettgewebe [mg]	Vit. C in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	n.n.*	100	91,36	n.n.	n.n.
NT, ♀	1,17 →	n.n.	100	-	n.n.	n.n.
HS, ♂	1,23 →	n.n.	100	-	n.n.	n.n.
HS, ♀	1,02 →	n.n.	100	-	n.n.	n.n.

* n.n.= nicht nachweisbar

Leider sind für Vitamin C nur Werte für den Lebergehalt verfügbar. Ohnehin sind tierische Produkte keine guten Vitamin C Quellen. Um den Tagesbedarf an Vitamin C mit Leber zu decken, müsste eine Person die gesamte Rentierleber verspeisen.

2.7.2 Mineralstoffe

Mineralstoffe in Fleisch, Leber, Fett und Knochenmark von Rentieren.

Tab. IX- 26, Mineralstoffe in verschiedenen Rentiergeweben, (Hassan et al. 2012)

Element	Mean ±SD Meat (n = 29)	Liver (n = 29)	Tallow (n = 15)	Bone marrow (n = 9)	RDA ^a	
					Female	Male
Zn (mg)	6.8 ± 0.2	3.5 ± 1.7*	0.2 ± 0.1*	0.1 ± 0.1*	7 mg	9 mg
Ca (mg)	5.4 ± 1.0	6.4 ± 1.1*	5.1 ± 2.1	339.7 ± 277.3*	1 g	1 g
Fe (mg)	3.3 ± 0.7	41.1 ± 21.7*	4.1 ± 1.5	3.1 ± 1.3	15 mg	9 mg
Se (µg)	3.0 ± 3.2	48.7 ± 48.9*	0.8 ± 1.6	0.2 ± 0.5	40 µg	50 µg

^aRecommended daily allowance (RDA) for adult males and females based on Nordic nutritional recommendations (28), the RDA for Ca is based on data from the USDA (29).
*Concentrations were significantly different from those in meat (p < 0.01).

Eisen

Tab. IX- 27, Eisenbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Eisen im Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Eisen [mg/d]	Eisen in 769 g Leber [mg]	Eisen in 100 g Fettgewebe [mg]	Eisen in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	43,2	10	316	4,1	3,1
NT, ♀	1,17 →	38,6	15			
HS, ♂	1,23 →	40,6	10			
HS, ♀	1,02 →	33,7	15			

Wie nicht anders zu erwarten war, wird der Eisenbedarf durch Fleisch und Leber reichlich gedeckt.

Zink

Tab. IX- 28, Zinkbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Zink in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Zink [mg/d]	Zink in 769 g Leber [mg]	Zink in 100 g Fettgewebe [mg]	Zink in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	89,1	10	26,9	0,2	0,1
NT, ♀	1,17 →	79,6	7			
HS, ♂	1,23 →	83,6	10			
HS, ♀	1,02 →	69,4	7			

Auch der Zinkbedarf wird durch Fleisch und Leber mehr als ausreichend gedeckt.

Calcium

Tab. IX- 29, Calciumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Calcium in Rentierfleisch [mg]	Tagesbedarf an Calcium [mg/d]	Calcium in 769 g Leber [mg]	Calcium in 100 g Fettgewebe [mg]	Calcium in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	70,7	1000	49,2	5,1	339,7
NT, ♀	1,17 →	63,2	1000			
HS, ♂	1,23 →	66,4	1000			
HS, ♀	1,02 →	55,1	1000			

Fleisch und Leber sowie Fett bieten nur geringe Mengen an Calcium. Dagegen ist Knochenmark außergewöhnlich reich an Calcium. Das Knochenmark eines Rentieres könnte so den Tagesbedarf an Calcium für etwa vier adulte Personen zur Verfügung stellen.

Da im Paläolithikum Milch und Milchprodukte nicht zur Verfügung standen, diese aber einen hohen Calciumgehalt von rund 120 mg/100 ml Milch aufweisen, war es unklar, wie paläolithische Menschen ihren Calciumbedarf deckten. Knochenmark ist eine ausgesprochen gute, aber begrenzte Quelle.

Selen

Tab. IX- 30, Selenbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Selen in Rentierfleisch [µg]	Tagesbedarf an Selen [µg/d]	Selen in 769 g Leber [µg]	Selen in 100 g Fettgewebe [µg]	Selen in 100 g Knochenmark [µg]
NT, ♂	1,31 →	39,3	30-70	374,5	0,8	0,2

NT, ♀	1,17 →	35,1	30-70			
HS, ♂	1,23 →	36,9	30-70			
HS, ♀	1,02 →	30,6	30-70			

Fleisch und Leber sind ebenfalls gute Selenquellen, die bei maximal möglichem Fleischkonsum den Tagesbedarf decken.

Natrium

Tab. IX- 31, Natriumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Natrium in Rentierfleisch: (57 mg Natrium/100g) (Kuhnlein and Humphries 2017) [mg]	Tagesbedarf an Natrium [mg/d]	Natrium in 769 g Leber [mg]	Natrium in 100 g Fettgewebe [mg]	Natrium 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	747	550	k.D.	k.D.	k.D.
NT, ♀	1,17 →	667	550			
HS, ♂	1,23 →	701	550			
HS, ♀	1,02 →	581	550			

Da im Paläolithikum kein Salz zur Verfügung stand, kamen nur Meerwasser und natriumreiche Pflanzen, Fische und Fleisch als Lieferanten in Frage. Einige europäische Mineralwässer sind ebenfalls natriumreich. Fleisch war ein guter Lieferant für Natrium, wenn davon viel gegessen wurde.

Kalium

Tab. IX- 32, Kaliumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleisch- verzehr	Kalium in Rentier- fleisch: 0,295 mg/100g (Kuhnlein and Humphries 2017)	Tagesbe- darf an Kalium	Kalium in 769 g Le- ber	Kalium in 100 g Fettge- webe	Kalium in 100 g Knochen- mark
	[kg]	[g]	[g/d]	[g]	[g]	[g]
NT, ♂	1,31 →	3,9	2	k.D.	k.D.	k.D.
NT, ♀	1,17 →	3,5	2			
HS, ♂	1,23 →	3,6	2			
HS, ♀	1,02 →	3,0	2			

Fleisch ist sehr gut bedarfsdeckend für Kalium.

Magnesium

Tab. IX- 33, Magnesiumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe

	maximal möglicher täglicher Fleischverzehr [kg]	Magnesium in Rentierfleisch: 26 mg/100g (Kuhnlein and Humphries 2017) [mg]	Tagesbedarf an Magnesium [mg/d]	Magnesium in 769 g Leber [mg]	Magnesium in 100 g Fettgewebe [mg]	Magnesium in 100 g Knochenmark [mg]
NT, ♂	1,31 →	341	350	k.D.	k.D.	k.D.
NT, ♀	1,17 →	304	300			
HS, ♂	1,23 →	320	350			
HS, ♀	1,02 →	265	300			

Fleisch liefert einen guten Beitrag zur Deckung des Magnesiumbedarfs, wenn Fleisch nahe der maximal möglichen täglichen Verzehrsmenge konsumiert wird.

2.8 Zusammenfassung: Rentierfleisch ist eine mangelhafte Ressource

Legt man, wie oben angeführt, die maximal mögliche tägliche Menge an Rentierfleisch als Basis der Ernährung zu Grunde, dann ist mit einer Mangelversorgung bei folgenden Vitaminen zu rechnen:

- Vitamin D,
- Folsäure,
- Biotin,
- Vitamin C.

Dies kann teilweise aufgefangen werden durch Leber für Folsäure und Biotin. Allerdings ist Leber eine begrenzte Ressource, d.h. sie deckt den Bedarf von nur wenigen Personen.

Mangelhaft ist die Versorgung an Calcium durch Rentierfleisch, jedoch ist Rentierknochenmark sehr calciumhaltig. Allerdings gilt hier das gleiche wie für die Leber: Knochenmark ist eine begrenzte Ressource.

Der Bedarf an n-6 und n-3 Fettsäuren bzw. an EPA und DHA kann weder mit Rentierfleisch noch mit Rentierfett gedeckt werden.

Nicht beurteilt werden können folgende Mineralstoffe: Mangan, Jod und Fluorid, da dazu für Rentierprodukte keine Daten vorliegen.

FAZIT: Eine Ernährung, die ausschließlich auf Fleisch, Knochenmark und Innereien von Rentieren beruht, ist bedarfsdeckend für Proteine und Fette aber nicht für alle Mikronährstoffe und essentiellen Fettsäuren. Sie würde langfristig zu Schäden an der Gesundheit und zu verminderter Reproduktionsfähigkeit führen (vgl. Kap. IV, 4).

3 Modellkalkulationen: Pferde

Mit den gleichen Grundannahmen, wie sie für Rentiere durchgeführt wurden, soll eine Beurteilung von Pferdefleisch und -produkten vorgenommen werden.

Als Proxy für *Equus sp.* soll das Galician horse herangezogen werden. Es ist eine kleine Rasse mit 232 kg (Franco et al. 2011) Lebendgewicht, die in den galizischen Bergen noch wild lebt und zur Fleischerzeugung gehalten wird. Das Futter besteht nur aus Grünlandweide. Dies entspricht am ehesten den Verhältnissen im Pleistozän. Das Galician horse ist ein Nachfahre des *Equus gracilis*, welches in der Eiszeit in Zentraleuropa lebte (Guil-Guerrero et al. 2013).

3.1 Nährwerte für Pferdefleisch

Tab. IX- 34, Energie und Nährwerte für verschiedene Gewebe im Pferdekörper

Muskel- fleisch							
Ener- gie [kcal/1 00g]	Pro- tein [g/100 g]	Fett [g/100 g]	n-3 total [g/100 g]	n-6 total [g/100 g]	DHA [g/100 g]	KH [g/100 g]	Quelle
-	23,2	1,99	-	-	-	-	(Be- launzaran et al. 2017)

91,1	21,4	0,7	0,0844	-	0,0056	2,4	(Guil-Guerrero 2017)
133	21,4	4,6	-	-	-	-	(Kuhnlein and Humphries 2017)
-	21,9	0,15 – 0,21	-	-	-	-	(Lorenzo et al. 2014)
-	21,4	0,1	0,0147	0,0264	-	-	(Franco et al. 2011)
Subkutan bzw. Depot- fett							
660,7	7,0	72,8	7,531	-	-	-	(Kuhnlein and Humphries 2017)
667,3	13,6	69,1	-	-	-	-	(Guil-Guerrero et al. 2013)

Das durchschnittliche Lebendgewicht eines Galician horse beträgt, wie erwähnt 232 kg (Franco et al. 2011), das Karkassengewicht 116,5 kg (Franco et al. 2011).

3.2 Wie viele Personen ernährt ein Pferd?

Tab. IX- 35, Energiebereitstellung durch eine Pferdekarkasse

	Personen
NT, ♂, Minimalbedarf	24,9
NT, ♀, Minimalbedarf	29,7
NT, ♂, Maximalbedarf	20,1

NT, ♀, Maximalbedarf	23,7
HS, ♂	29

Nach dem Energiegehalt berechnet, würde ein Pferd eine Gruppe von 20–24 Neandertalern oder 29 AMH ernähren.

3.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme sein?

Geht man von der für den *H. sapiens* maximalen täglichen Entgiftungsrate für Stickstoff aus Proteinen aus, dann ergibt sich daraus die maximal mögliche Aufnahme von Proteinen aus Fleisch.

Maximale Entgiftungsrate =

65 mg Harnstoff Stickstoff/Stunde und kg Körpergewicht ^{0,75} [mg N x h⁻¹ x kg^{-0,75}] (Bilborough and Mann 2006).

Daraus ergeben sich folgende Werte.

Tab. IX- 36, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Pferdefleisch

	Körpergewicht [kg]	maximale mögliche tägliche Proteinauf- nahme [g]	maximale mögliche tägliche Pferde- fleischmenge, die konsumiert werden kann, ohne Schäden für den Organismus zu riskieren [kg]
NT, ♂	75,8 →	312	1,46
NT, ♀	66,4 →	280	1,31
HS, ♂	69,7 →	292	1,36
HS, ♀	56,2 →	245	1,14

Bei einem durchschnittlichen Proteingehalt von 21,4 g/100 g des Pferdemuskelfleischs ergeben sich die o.g. maximalen Fleischmengen pro Tag, die der menschliche Organismus entgiften kann.

Unter diesen Bedingungen liefert die Pferdekarkasse Fleischnahrung für viele Personen.

Tab. IX- 37, maximal mögliche tägliche Fleischmenge durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Fleischmenge ausreichend für Personen....
NT, ♂	1,46 →	79,8
NT, ♀	1,31 →	88,9
HS, ♂	1,36 →	85,7
HS, ♀	1,14 →	102,2

Diese unglaubliche Menge an proteinreichem Muskelfleisch würde für eine große Anzahl an Personen reichen. Daraus würde ich schließen, dass Jagd nicht täglich notwendig war.

3.4 Wie hoch ist das Energiedefizit durch die Begrenzung der Proteinaufnahme?

Durch die begrenzte Protein- und damit Fleischaufnahme ist es nicht möglich, den Energiebedarf einer erwachsenen Person mit diesen Fleischmengen zu decken. Es fehlt also noch ein Großteil der Energie, die aus anderen Quellen kommen muss. Das Pferdefleisch hat einen recht variablen Fettgehalt (Belaunzaran et al. 2017). Bei einem Energiegehalt von 91,1 kcal/100g Pferdefleisch ergeben sich folgende Werte.

Tab. IX- 38, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Pferdefleischnahrung

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	ergibt Energie [kcal]	minimales Energiedefizit [kcal/d]	maximales Energiedefizit [kcal/d]
NT, ♂	1,46 →	1330	2920	3958
NT, ♀	1,31 →	1193	2379	3289
HS, ♂	1,36 →	1239	2491	-
HS, ♀	1,14 →	1039	2631	-

Es ist daher noch ein Großteil der täglich notwendigen Energieaufnahme (auch bei der Annahme von Minimalwerten) von über 2000 kcal zu decken.

3.5 Wie könnte das Energiedefizit durch Fette aus dem Pferdekörper gedeckt werden?

Fette haben einen Energiegehalt von 9 kcal/g und Kohlenhydrate einen Energiegehalt von 4 kcal/g. Die Defizite an Energie können in Defizite an Fetten bzw. Kohlenhydraten umgerechnet werden.

Tab. IX- 39, Defizite an Fett und Kohlenhydraten bei ausschließlicher Pferdefleischnahrung

	Defizit an Fett [g/d]	Defizit an Kohlenhydraten [g/d]
NT, ♂, min.	324	730
NT, ♀, min.	264	595
NT, ♂, max.	440	990
NT, ♀, max.	365	822
HS, ♂	277	623
HS, ♀	292	658

Dieser hohe Bedarf ist eigentlich nur durch Fett zu decken.

3.5.1 Fette im Pferdekörper

Das meiste Fett bietet mengenmäßig das subkutane oder Depotfett. Die Karkasse eines Pferdes hat nach Lorenzo und Kollegen (2014) einen Fettgehalt von 6,4 %. Bei einem Karkassengewicht von 116,5 kg wären dies 7456 g Fett. Zu einem ganz ähnlichen Ergebnis kommen Martin-Rosset und Saastamoinen (2008), sie geben die Menge des Depotfettes eines Pferdes mit 7 kg an.

Die Menge des Knochenmarks eines Pferdes wird mit 472,2 g (Outram and Rowley-Conwy 1998) angegeben, es hat einen Fettgehalt von 6,7 %. Daraus ergeben sich maximal 31,6 g Fett.

Tab. IX- 40, Fettbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	Defizit an Fett [g]	maximal er- nährbare Per- sonen mit Pfer- defett
NT, ♂, min.	324	23
NT, ♀, min.	264	28,2
NT, ♂, max.	440	16,9
NT, ♀, max.	365	20,4
HS, ♂	277	26,9
HS, ♀	292	25,5

Auch im Fall der Pferde wäre eine Bedarfsdeckung mit Fett bei maximaler Ausbeutung der Pferdekarkasse und der Annahme eines guten körperlichen Zustandes der Pferde für über 20 Personen möglich.

3.5.2 Wie viel essentielle Fettsäuren stecken im Muskelfleisch von Pferden?

Wie schon angedeutet, hat Pferdefett auf Grund der Besonderheiten des Verdauungstraktes einen hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Tab. IX- 41, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch intramuskuläres Pferdefett und Depotfett

Fettgehalt intra- muskulär [g/100 g]	Gehalt an n-3 F.S. intramuskulär	Gehalt an n-6 F.S. intramuskulär	Quelle
1,99 %	8,07 % → 0,161 g/ 100g	15,8 % → 0,31 g/100g	(Belaunzaran et al. 2017)
Depotfett [g/100 g]	Gehalt an n-3 F.S. im Depotfett	Gehalt an n-6 F.S. im Depotfett	
60,5 % Fettgehalt	12,4 % → 7,5 g/100 g	12,1 % → 7,32 g/100g	(Belaunzaran et al. 2017)
7000 g Fett total	525 g n-3	512,4 g n-6	

3.5.3 Ist der Bedarf an n-3 und n-6 mit Muskelfleisch zu decken?

Der Bedarf an n-6 und n-3 Fettsäuren richtet sich nach dem Gesamtenergiebedarf. Mit dem maximal möglichen Verzehr an Fleisch kann der Bedarf an essentiellen Fettsäuren nicht gedeckt werden.

Für n-3 Fettsäuren wird eine Menge von 0,5 % der Gesamtenergiezufuhr veranschlagt. Für n-6 Fettsäuren eine Menge von 2,5 % des Gesamtenergiebedarfs (vgl. Tab.IX-43).

Tab. IX- 42, Bereitstellung von n-3- und n-6- Fettsäuren durch intramuskuläres Pferdefett

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	n-3 total im intramuskulären Fett [g]	n-6 total im intramuskulären Fett [g]
NT, ♂	1,46 →	2,35	4,53
NT, ♀	1,31 →	2,11	4,06
HS, ♂	1,36 →	2,19	4,22
HS, ♀	1,14 →	1,84	3,53

Tab. IX- 43, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf

		Tagesbedarf n-6 = 2,5 % der Gesamtenergiezufuhr	Tagesbedarf n-3 = 0,5 % der Gesamtenergiezufuhr
NT, ♂	4250–5288 kcal/d	11,8 g–14,7 g	2,4–2,9 g
NT, ♀	3572–4482 kcal/d	9,9–12,5 g	2,0–2,5 g
HS, Ø	3670 kcal	10,2	2,0

Vergleich der Mengen an n-6 und n-3 Fettsäuren mit dem Tagesbedarf, der sich nach dem Gesamtenergiebedarf richtet.

Gemessen an der maximal möglichen täglichen Fleischmenge und dem hohen Energiebedarf der paläolithischen Hominiden, ist es nicht möglich, den Bedarf an n-6 Fettsäuren allein mit Muskelfleisch zu decken, wohl aber knapp den Bedarf an n-3 Fettsäuren, sofern tatsächlich diese große Fleischmenge verzehrt wird.

3.5.4 Ist der Bedarf an n-6 und n-3 aus dem Depotfett von Pferden zu decken?

Tab. IX- 44, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch Depotfett von Pferden

Depotfett	Gehalt an n-6 F.S. im Depotfett	Gehalt an n-3 F.S. im Depotfett	Quelle
60,5 % Fettgehalt	12,1 % → 7,32 g/100g	12,4 % → 7,5 g/100 g	(Belaunzaran et al. 2017)
7000 g Fett total	512,4 g n-6	525 g n-3	

Tab. IX- 45, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren aus Depotfett von Pferden für Neandertaler und AMH

	Energiebedarf [kcal/d]	Tagesbedarf n-6 = 2,5 % der Gesamtenergiezufuhr [g]	Tagesbedarf n-3 = 0,5 % der Gesamtenergiezufuhr [g]	100 g Depotfett liefert 7,32 g n-6 Fettsäuren → folgende Mengen an Depotfett sind ausreichend, um den Bedarf zu decken	100 g Depotfett liefert 7,5 g n-3 Fettsäuren → folgende Mengen an Depotfett sind ausreichend, um den Bedarf zu decken
NT, ♂	4250 – 5288	11,8 – 14,7	2,4 – 2,9	(161 – 201 g) 200 g Depotfett ist ausreichend	(33 – 40 g) 40 g Depotfett ist ausreichend
NT, ♀	3572 – 4482	9,9 – 12,5	2,0 – 2,5	135 – 171 g	27 – 33 g
HS, Ø	3670	10,2	2,0	140 g	27 g

Der Bedarf an n-6 und n-3 Fettsäuren lässt sich aus dem Depotfett von Pferden sehr gut decken. Die maximale Fettzufuhr, um den Bedarf an n-6 Fettsäuren zu decken liegt bei rund 200 g Depotfett. Bei einer Depotfettmenge von 7000 g würde dies für rund 35 Personen ausreichen.

Der Bedarf an n-3 Fettsäuren ist weit geringer und wäre mit 27 – 33 g pro Tag gedeckt. Das würde für weit mehr Personen ausreichen, da aber zur Bedarfsdeckung mit n-6 Fettsäuren 135 – 200 g täglich notwendig wären, wären sie der limitierende Faktor.

3.5.5 Lässt sich der Bedarf an EPA und DHA mit Pferdefleisch und Pferdefett decken?

DHA (22:6n-3) und EPA (20:5n-3) sind langkettige Fettsäuren, die der menschliche Organismus eigentlich aus der Vorstufe α -Linolensäure (ALA 18:3n-3) herstellen kann. Dennoch ist die Konversion sehr gering. Sie ist abhängig vom gleichzeitigen Verzehr an n-6 Fettsäuren, da sie um die gleichen Enzyme konkurrieren wie die n-3 Fettsäuren bei der Konversion zu langkettigen n-6 und n-3 Fettsäuren (vgl. Kapitel IV, 3.4).

Insgesamt beträgt die Konversion von ALA zu DHA etwa 1 – 3,8 – 6 %. Daher ist eine gezielte Aufnahme von EPA und DHA durch die Nahrung, vor allem für Frauen, Schwangere und Stillende, von Vorteil, da sie damit die gesunde Gehirnentwicklung des Fetus sicherstellen (vgl. Kapitel IV,3.4).

Der Bedarf wird von den verschiedenen Fachorganisationen unterschiedlich angegeben und liegt zwischen 250 mg/d und 650 mg/d.

Tab. IX- 46, Bedarf an DHA und EPA nach verschiedenen Fachorganisationen

Organisation	EPA + DHA zusammen [g/d]
The International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) (Nettleton and Salem 2019)	0,500
The National Institute for Health (NIH) https://www.nap.edu/catalog/10490/dietary-reference-intakes-for-energy-carbohydrate-fiber-fat-fatty-acids-cholesterol-protein-and-amino-acids , 17.11.20	0,650 Min: 0,220
The National Health and Medicinal Research Council https://www.nhmrc.gov.au/health-advice/nutrition/australian-dietary-guidelines-review , 17.11.20	0,610♂ 0,430♂
European Food Safety Authority (EFSA), https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/updating-drvs-job-done-after-10-years-and-34-nutrients , 17.11.20	0,250
DACH Referenzwerte (DGE 2019)	0,250

Auch die experimentell ermittelten Werte für EPA und DHA von Pferdefleisch sind sehr unterschiedlich, verwendet werden die Daten von Belaunzaran und Mitarbeitern (2017) Die Daten der einzelnen Autoren werden entweder absolut oder in Prozent des Fettanteils angegeben, daher sind alle umgerechnet in absolute Zahlen. Nur so sind sie vergleichbar mit dem Tagesbedarf.

Tab. IX- 47, Bereitstellung von EPA und DHA durch Muskelfleisch von Pferden

	EPA 20:5n-3	DHA 22:6n-3	Quelle
Muskelfleisch 1,99 % Fettgehalt	0,363 % des Gesamt- fettgehaltes = 0,00722 g /100g Muskelfleisch	0,228 % des Gesamt- fettgehaltes = 0,004532 g /100 g Muskelfleisch	(Belaunzaran et al. 2017)
Muskelfleisch 2,18 % Fettgehalt	0,011 g /100 g Muskelfleisch	0,0055 g /100 g Muskelfleisch	(Del Bò et al. 2013)
Muskelfleisch 0,7 % Fettgehalt	0,0058 g /100 g Muskelfleisch	0,0056 g /100 g Muskelfleisch	(Guil-Guerrero 2017)

Dass sich solch unterschiedliche Werte ergeben, hat mit der Pferderasse, mit der Fütterung und der Jahreszeit zu tun. Nach Belaunzaran und Kollegen (2017) ist das Pferdefleisch im Winter am reichsten an essentiellen Fettsäuren.

Legt man die experimentellen Daten von Belaunzaran (2017) sowie Marchello und Mitarbeitern (1989) und Guil-Guerrero (2017) für die Berechnungen zu Grunde, dann sieht man, dass der Bedarf an EPA und DHA allein durch den Verzehr der sehr hohen Muskelfleischmenge nicht zu decken ist.

Tab. IX- 48, Bedarfsdeckung mit EPA und DHA durch Muskelfleisch von Pferden

	maxi- mal mögli- che tägli- che Pferde- fleisch- menge [kg]	0,00722 g/100g EPA, 20:5n-3 gesamt nach (Be- launzaran et al. 2017) [g]	0,004532 g/100 g DHA, 22:6n-3 gesamt nach (Be- launzaran et al. 2017) [g]	0,0058 g/100 g EPA, 20:5n-3 gesamt nach (Guil-Guer- rero 2017) [g]	0,0056 g/100 g DHA, 22:6n- 3 gesamt nach (Guil-Guer- rero 2017) [g]
NT, ♂	1,46	0,105 g total	0,066 g total	0,085 g total	0,082 g total
NT, ♀	1,31	0,095 g total	0,059 g total	0,076 g total	0,073 g total
HS, ♂	1,36	0,098 g total	0,062 g total	0,079 g total	0,076 g total
HS, ♀	1,14	0,082 g total	0,052 g total	0,066 g total	0,064 g total

Daher bleibt noch die Möglichkeit, das Depotfett zu untersuchen. Bei einem Fettgehalt des Depotfettes von 60,5 % und einer Menge von 7456 g Depotfett ergeben sich nach den experimentellen Daten von Belaunzaran (2017) folgende Werte:

Tab. IX- 49, Bedarfsdeckung mit EPA und DHA durch Depotfett von Pferden

	EPA, 20: 5n-3	DHA, 22:6n-3	Quelle
Depotfett: Fettgehalt des Depotfet- tes: 60,5 %	0,0349 % EPA im Depot- fett → 0,0211g/100 g EPA	0,0394 % DHA im Depot- fett → 0,023837 g/100 g DHA	(Be- launzaran et al. 2017)
Menge des Depotfet- tes:7456 g	das ergibt für das ge- samte Depotfett eine Menge von 1,57 g EPA	das ergibt für das ge- samte Depotfett eine Menge von 1,77 g DHA	

Gehalt des Depotfettes an EPA + DHA = 3,34 g. Bei einem Tagesbedarf von EPA+ DHA von 0,25 – 0,65 g, würde das gesamte Depotfett den Bedarf von 5 bis 13 Personen decken. Dies würde aber bedeuten, dass diese Personen täglich 573 g bis 1500 g Depotfett aufnehmen müssten. Solch hohe Fettmengen zu verzehren, ist nicht nur unrealistisch, es würde auch die Verdauung überfordern.

FAZIT: Depotfett von Pferden stellt eine gute Quelle für EPA und DHA dar, sie ist aber nicht bedarfsdeckend. Legt man die Menge von maximal 200 g Depotfett zur Deckung des n-6 Gesamtbedarfs zu Grunde, dann kämen dadurch nur eine Menge von 0,09 g an EPA und DHA zusammen.

3.5.6 Konversion von ALA zu DHA in Muskelfleisch und Depotfett

Eine weitere Möglichkeit, eine ausreichende Versorgung mit EPA und DHA sicherzustellen, wäre deren Konversion aus α -Linolensäure (ALA, 18:3n-3).

Wie unter Kap. IV, 3.4 beschrieben, ist nur die α -Linolensäure eine essentielle Fettsäure, die der Körper nicht selbst herstellen kann, deren Bedarf bei 0,5 % des Gesamtenergiebedarfs liegt. Aus ihr kann der Organismus EPA und DHA selbst herstellen, aber die Konversion ist mit 1 – 3,8 – 6 % sehr gering.

Tab. IX- 50, Konversion von ALA zu DHA aus intramuskulärem Fett und Depotfett von Pferden

	α - Linolensäure, ALA, 18:3n-3	Quelle
Muskelfleisch Fettgehalt des Muskelfleisches: 1,99%	ALA = 6,14 % des Gesamtfettgehaltes → 0,122 g/100 g ALA in Muskelfleisch	(Belaunzaran et al. 2017)
	bei einer Konversion von 3,8 %–6 % von ALA nach DHA ergeben sich aus der gegebenen ALA Menge → 0,0046 g bis 0,0073 g DHA /100 g	

	<u>Fazit:</u> Diese Menge von ALA in 100 g Muskelfleisch ist nicht ausreichend zur Bedarfsdeckung. Auch bei einem Verzehr der maximal möglichen täglichen Proteinaufnahme wäre der Bedarf nicht zu decken aus Muskelfleisch.	
Depotfett Fettgehalt des Depotfettes: 60,5%	ALA = 12,7 % des Depotfettes → 7,68 g/100 g Depotfett	
	bei einer Konversion von 3,8 %-6 % von ALA nach DHA ergeben sich aus der gegebenen ALA Menge → 0,292 g bis 0,461 g DHA	
	<u>Fazit:</u> Die Menge von ALA in 100 g Depotfett deckt den Tagesbedarf einer Person an DHA	

Daten für essentielle Fettsäuren für Gehirn, Knochenmark und innere Organe sind nicht vorhanden.

3.6 Mikronährstoffe

3.6.1 Vitamine

Tab. IX- 51, Vitamine im Pferdemuskelfleisch, (Chong-Eon et al. 2007)

Vitamins	Content ¹⁾ , wet basis
Thiamin, mg/100 g	0.20 ± 0.02
Riboflavin, mg/100 g	0.21 ± 0.04
Niacin, mg/100 g	1.65 ± 0.13
Ascorbic acid	ND ²⁾
Retinol, µg/100 g	30.0 ± 8.0
Beta-carotene	ND ²⁾

¹⁾ Values are means with SD of 20 samples.
²⁾ Not detected.

Tab. IX- 52, Vitamine im Pferdemuskelfleisch, (Badiani et al. 1997)

Vitamin	mean ± s.e.	range
Thiamin (B ₁), mg	0.043 ± 0.005	0.030 - 0.062
Riboflavin (B ₂), mg	0.18 ± 0.004	0.17 - 0.19
Niacin, mg	5.54 ± 0.15	5.10 - 6.00
Pyridoxine (B ₆), mg	0.64 ± 0.07	0.50 - 0.85
Vitamin B ₁₂ , µg	2.08 ± 0.21	1.45 - 2.60

^a Means calculated from the data for 5 composite samples of thigh muscles analyzed in duplicate.

Tab. IX- 53, Vitamine im Pferdemuskelfleisch

Vit. A	Vit. E	Vit. B ₁ Thia- min	Vit. B ₂ Ribo- flavin	Niacin	Py- ri- doxin	Vit. C	Vit. B ₁₂ Coba- lamin	Quel- le
[µg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[µg/ 100g]	
21	Spuren	0,11	0,15	4,6	0,5	1	-	(El- madfa et al. 2018/ 19)
30	-	0,2	0,21	1,65	-	-	-	(Chon g-Eon et al. 2007)
-	-	0,043	0,18	5,54	0,64	-	2,08	(Badi- ani et al. 1997)

Die folgenden Berechnungen werden nach Elmadfa und Mitarbeitern (2018) vorgenommen, da dies die neuesten verfügbaren Daten sind.

Vitamin A

Tab. IX- 54, Vitamin A Bereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferde- fleisch- menge [kg]	Vit. A im Pferde- fleisch: 21µg /100g (Elmadfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Vit. A. [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	0,307	1,0
NT, ♀	1,31 →	0,275	0,8
HS, ♂	1,36 →	0,285	1,0
HS, ♀	1,14 →	0,239	0,8

Der Vitamin A Bedarf ist durch Muskelfleisch von Pferden teilweise zu decken.

Vitamin E und Vitamin C (s. u.) sind nur in Spuren nachweisbar. Pferdemuskelfleisch ist daher kein guter Lieferant an diesen beiden Vitaminen.

Vitamin B₁ (Thiamin)

Tab. IX- 55, Thiaminbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferde- fleisch- menge [kg]	Vit. B ₁ in Pfer- defleisch: 0,11 mg /100 g (Elmadfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Vit. B ₁ [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	1,61	1,2
NT, ♀	1,31 →	1,44	1,0
HS, ♂	1,36 →	1,50	1,2
HS, ♀	1,14 →	1,25	1,0

Der Tagesbedarf an Thiamin wird durch die maximal mögliche aufgenommene Pferdefleischmenge gedeckt.

Vitamin B₂ (Riboflavin)

Tab. IX- 56, Riboflavinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Vit. B ₂ in Pferdefleisch: 0,15 mg /100 g (Elmadfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Vit. B ₂ [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	2,19	1,4
NT, ♀	1,31 →	1,97	1,2
HS, ♂	1,36 →	2,04	1,4
HS, ♀	1,14 →	1,71	1,2

Der Tagesbedarf an Riboflavin wird durch die maximal mögliche tägliche Aufnahme an Pferdemuskelfleisch gedeckt.

Niacin

Tab. IX- 57, Niacinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Niacin in Pferdefleisch: 4,6 mg /100 g (Elmadfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Niacin [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	67,2	16
NT, ♀	1,31 →	60,3	13
HS, ♂	1,36 →	62,6	16
HS, ♀	1,14 →	52,4	13

Der Niacinbedarf kann durch Muskelfleisch von Pferden sehr gut gedeckt werden.

Pyridoxin

Tab. IX- 58, Pyridoxinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferde- fleisch- menge [kg]	Pyridoxin in Pferdefleisch: 0,5 mg /100 g (Elmadfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Pyridoxin [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	7,3	1,5
NT, ♀	1,31 →	6,55	1,2
HS, ♂	1,36 →	6,8	1,5
HS, ♀	1,14 →	5,7	1,2

Der Pyridoxinbedarf kann durch Muskelfleisch von Pferden sehr gut gedeckt werden.

Vitamin C (Ascorbinsäure)

Tab. IX- 59, Ascorbinsäurebereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche täg- liche Pferde- fleischmenge [kg]	Vit. C in Pferde- fleisch: 1 mg /100 g (El- madfa et al. 2018/19) [mg]	Tagesbedarf an Vit. C [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	14,6	100
NT, ♀	1,31 →	13,1	100
HS, ♂	1,36 →	13,6	100
HS, ♀	1,14 →	11,4	100

Der Vitamin C Gehalt von Muskelfleisch von Pferden ist nicht ausreichend zur Bedarfsdeckung.

Vitamin B₁₂ (Cobalamin)

Tab. IX- 60, Cobalaminbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Vit. B ₁₂ in Pferdefleisch: 2,08 µg /100 g (Badiani et al. 1997) [µg]	Tagesbedarf an Vit. B ₁₂ [µg/d]
NT, ♂	1,46 →	30,4	5–10
NT, ♀	1,31 →	27,2	5–10
HS, ♂	1,36 →	28,3	5–10
HS, ♀	1,14 →	23,7	5–10

Schon geringe Mengen von nur 10 g Pferdemuskelfleisch decken den Bedarf an Cobalamin ausreichend.

3.6.2 Mineralstoffe

Tab. IX- 61, Mineralstoffgehalte von Pferdemuskelfleisch

Reference	(Lorenzo & Pateiro, 2013)						Badiani et al. (1997)	Lee et al. (2007)	Polidori et al. (2008)
Animals	12						5	20	15
Breed	Galician Mountain						N.R.	Jeju	Martina Franca
Muscle	LD	SM	ST	BF	TB	PM&M	Thigh muscle	LD	LT
<i>Major elements</i>									
Ca	4.51 ± 0.51	4.17 ± 0.41	4.11 ± 0.40	4.26 ± 0.42	4.28 ± 0.47	4.42 ± 0.29	3.77 ± 0.05	6.30 ± 0.50	8.65 ± 2.13
K	202.61 ± 7.64	200.24 ± 9.81	198.32 ± 6.20	190.77 ± 7.88	202.61 ± 12.44	199.98 ± 9.09	331 ± 8.00	315.50 ± 17.60	343.70 ± 65.90
Mg	42.32 ± 3.03	41.06 ± 7.07	40.07 ± 9.75	41.52 ± 3.97	43.31 ± 8.98	38.70 ± 8.91	28.90 ± 0.01	21.00 ± 1.30	24.80 ± 6.71
Na	52.56 ± 7.86	52.62 ± 6.80	56.90 ± 4.87	59.71 ± 9.77	59.38 ± 9.61	68.08 ± 3.75	74.20 ± 2.7	38.10 ± 3.30	52.50 ± 13.30
P	187.28 ± 20.08	195.91 ± 28.86	190.58 ± 28.46	186.20 ± 32.37	196.39 ± 31.83	196.50 ± 26.21	231.00 ± 3.00	168.70 ± 6.70	212.90 ± 56.70
<i>Minor elements</i>									
Fe	2.65 ± 0.34	3.14 ± 0.48	2.56 ± 0.53	3.72 ± 0.49	3.90 ± 0.45	4.04 ± 0.33	3.89 ± 0.18	2.10 ± 0.40	3.80 ± 1.01
Cu	0.135 ± 0.028	0.169 ± 0.024	0.152 ± 0.029	0.184 ± 0.033	0.213 ± 0.044	0.171 ± 0.042	0.200 ± 0.01	NR	NR
Mn	0.010 ± 0.001	0.011 ± 0.001	0.011 ± 0.003	0.015 ± 0.003	0.016 ± 0.003	0.016 ± 0.002	NR	0.022 ± 0.004	NR
Zn	2.19 ± 0.68	1.82 ± 0.42	2.17 ± 0.59	2.07 ± 0.28	2.74 ± 0.41	2.66 ± 0.32	3.72 ± 0.21	2.30 ± 0.50	3.67 ± 0.78

NR: not reported.

Calcium

Berechnet nach Lorenzo und Pateiro (2013) für das Galician Horse in Durchschnitt aller Muskelwerte.

Tab. IX- 62, Calciumbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Calcium in Pferdefleisch: 4,29 mg /100 g (Lorenzo and Pateiro 2013) [mg]	Tagesbedarf an Calcium [mg/d]
NT, ♂	1,46	62,6	1000
NT, ♀	1,31	56,2	1000
HS, ♂	1,36	58,3	1000
HS, ♀	1,14	48,9	1000

Der Calciumbedarf kann durch Muskelfleisch von Pferden nur ungenügend gedeckt werden.

Kalium

Tab. IX- 63, Kaliumbereitstellung durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Kalium in Pferdefleisch: 199,1 mg /100 g (Lorenzo and Pateiro 2013) [g]	Tagesbedarf an Kalium [g/d]
NT, ♂	1,46 →	2,9	2
NT, ♀	1,31 →	2,6	2
HS, ♂	1,36 →	2,7	2
HS, ♀	1,14 →	2,3	2

Der Kaliumbedarf kann aus Muskelfleisch von Pferden gut gedeckt werden.

Magnesium

Tab. IX- 64, Magnesiumbereitstellung durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Magnesium in Pferdefleisch: 41,2 mg /100 g (Lorenzo and Pateiro 2013) [mg]	Tagesbedarf an Magnesium [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	601,5	350
NT, ♀	1,31 →	539,7	300
HS, ♂	1,36 →	560,3	350
HS, ♀	1,14 →	469,7	300

Der Magnesiumbedarf kann durch das Muskelfleisch von Pferden sehr gut gedeckt werden.

Natrium

Tab. IX- 65, Natriumbereitstellung durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Natrium in Pferdefleisch: 58,2 mg /100 g (Lorenzo and Pateiro 2013) [mg]	Tagesbedarf an Natrium [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	849,7	550
NT, ♀	1,31 →	762,4	550
HS, ♂	1,36 →	791,5	550
HS, ♀	1,14 →	663,5	550

Der Natriumbedarf kann durch Muskelfleisch von Pferden gut gedeckt werden.

Eisen

Tab. IX- 66, Eisenbereitstellung durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Eisen in Pferdefleisch: 3,33 mg /100 g (Lorenzo and Pa-teiro 2013) [mg]	Tagesbedarf an Eisen [mg/d]
NT, ♂	1,46	48,6	10
NT, ♀	1,31	43,6	15
HS, ♂	1,36	45,3	10
HS, ♀	1,14	38,0	15

Der Eisenbedarf kann durch das Muskelfleisch von Pferden sehr gut gedeckt werden.

Mangan

Tab. IX- 67, Manganbereitstellung durch Pferdefleisch

	maximal mögliche tägliche Pferdefleischmenge [kg]	Mangan in Pferdefleisch: 0,013 mg /100 g (Lorenzo and Pa-teiro 2013) [mg]	Tagesbedarf an Mangan [mg/d]
NT, ♂	1,46 →	0,19	2-5
NT, ♀	1,31 →	0,17	2-5
HS, ♂	1,36 →	0,18	2-5
HS, ♀	1,14 →	0,15	2-5

Pferdefleisch ist keine gute Manganquelle und deckt selbst bei hohem Pferdefleischkonsum den Bedarf nicht.

3.7 Zusammenfassung

Folgende Vitamine sind unzureichend vorhanden in Pferdefleisch:

- Vitamin C, Vitamin E
- Es existieren keine Werte für Folsäure, Biotin und Vitamin D.

Folgende Mineralstoffe sind nur ungenügend vorhanden:

- Mangan und Calcium
- Es gibt keine Werte für Phosphor, Jod, Fluorid, Selen, Zink.

Essentielle Fettsäuren:

- gute Bedarfsdeckung an n-6 und n-3 Fettsäuren gesamt aus Depotfett aber nicht aus Muskelfleisch
- gute Bedarfsdeckung mit ALA aus Depotfett.
- Bedarfsdeckung an EPA und DHA ist weder mit Muskelfleisch noch mit Depotfett, unter Konsum von üblichen Mengen, möglich. Aber das Depotfett bildet eine solide Grundlage zur Bedarfsdeckung.

4 Boviden

Im folgenden Text werden die Grundannahmen und die Vorgaben für die Berechnung der maximalen Proteinzufuhr nicht mehr wiederholt.

4.1 Bovidennährwerte

Bei den Daten von Guil-Guerrero handelt es sich um Durchschnittswerte von verschiedenen Autoren für freilebende Wisente.

Tab. IX- 68, Energie und Nährwerte von Muskelfleisch und Depotfett von Boviden

Muskelfleisch						
Energie	Protein	Fett	n-3 gesamt	DHA	EPA+ DHA	Quelle
[kcal/100g]	[g/100 g]	[g/100 g]	[g/100 g]	[g/100 g]	[g/100 g]	
138	21,7	1,9	-	-	-	(Marchello et al. 1989)
97,5	21,6	1,2	0,0426	0,0015	0,0099	(Guil-Guerrero 2017)
Depotfett						
	7,1	70,3	1,710	0,004	0,002	(Guil-Guerrero 2017)

Heute im Freiland lebende Wisente sind von einem geschlechtsspezifischen Dimorphismus geprägt, männliche Tiere wiegen etwa 900 kg, weibliche Tiere dagegen nur bis zu 545 kg.

Das Schlachtgewicht beträgt 480 – 600 kg (Koch et al. 1995). Bei einem Karkassengewicht von 311,6 kg (Koch et al. 1995) und einem Fleischgewicht von 65,9 % des Karkassengewichtes bleiben 205,3 kg reines Muskelfleisch (Koch et al. 1995).

4.2 Wie viele Personen ernährt ein Bovide?

Gemessen an der reinen Fleischmenge und deren Energiegehalt würde ein Bovide eine sehr große Gruppe von Menschen ernähren.

Tab. IX- 69, Energiebereitstellung durch eine Bovidenkarkasse

	Personen
NT, ♂, Minimalbedarf	67
NT, ♀, Minimalbedarf	79
NT, ♂, Maximalbedarf	54
NT, ♀, Maximalbedarf	63
HS, Ø	77

4.3 Wie hoch darf die maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme sein?

Tab. IX- 70, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Muskelfleisch eines Boviden

	Körpergewicht [kg]	maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme [g]	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge, die konsumiert werden kann, ohne Schäden für den Organismus zu riskieren [kg]
NT, ♂	75,8	312	1,44
NT, ♀	66,4	280	1,29
HS, ♂	69,7	293	1,35
HS, ♀	56,2	245	1,13

4.3.1 Wie viele Personen ernährt unter der o.g. Beschränkung ein Bovide?

Tab. IX- 71, maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge in [kg]	Fleischmenge für Personen
NT, ♂	1,44	143
NT, ♀	1,29	159
HS, ♂	1,35	152
HS, ♀	1,13	182

4.3.2 Wie hoch ist das Energiedefizit durch die Begrenzung der Proteinaufnahme?

Tab. IX- 72, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Ernährung mit Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge in [kg]	ergibt Energie [kcal]	minimales Energiedefizit [kcal/d]	maximales Energiedefizit [kcal/d]
NT, ♂	1,44 →	1987	2263	3301
NT, ♀	1,29 →	1780	1792	2702
HS, ♂	1,35 →	1863	1807	-
HS, ♀	1,13 →	1559	2110	-

4.3.3 Wie könnte das Energiedefizit durch Fett und Kohlenhydraten gedeckt werden?

Tab. IX- 73, Defizite an Fett und Kohlenhydrate bei ausschließlicher Ernährung mit Bovidenfleisch

	Defizit an Fett [g/d]	Defizit an Kohlenhydraten [g/d]
NT, ♂, min.	251	566
NT, ♀, min.	199	448
NT, ♂, max.	366	825
NT, ♀, max.	300	676
HS, ♂	200	452
HS, ♀	234	528

4.4 Fettquellen im Bovidenkörper

Tab. IX- 74, Fettquellen im Bovidenkörper

	Fett [g/100g] bzw. [g/100 ml]	Gewicht/Volumen des Organs	Fettgewinn
Gehirn	10,4 (Kuhnlein and Humphries 2017)	334 g (CRILE and QUIRING 1940)	34,7 g
Depotfett	70,3 (Guil-Guerrero 2017)	51,1 kg (Koch et al. 1995)	35,9 kg
intramuskuläres Fett	1,9 (Koch et al. 1995)	205,3 kg (Koch et al. 1995)	4,1 kg
			Σ= 40,4 kg

4.4.1 Depotfett

Tab. IX- 75, Fettbereitstellung durch eine Bovidenkarkasse

	Defizit an Fett [g]	Deckung des Fettbedarfs durch 35,9 kg Depotfett für Personen....
NT, ♂, min.	251	143
NT, ♀, min.	199	180
NT, ♂, max.	367	98
NT, ♀, max.	300	120
HS, ♂	200	180
HS, ♀	234	153

Von den bisher untersuchten Jagdtieren sind Boviden die, mit der höchsten Menge an Depotfett. Insofern wären sie in der eiszeitlichen Umwelt eine lohnende Beute gewesen. Wie unter Kap. VII gezeigt wird, nimmt ihr Bestand in den Fundplätzen im Laufe der Zeit stetig ab.

Durch die Menge von 35,9 kg Depotfett ließe sich der zusätzliche Fettbedarf von sehr vielen Personen decken.

Bleibt die Frage, ob diese Fettaufnahme auch den Bedarf an essentiellen Fettsäuren deckt.

4.4.2 Essentielle Fettsäuren aus Muskelfleisch von Boviden

Tab. IX- 76, Bereitstellung an n-3- und n-6-Fettsäuren durch Bovidenmuskelfleisch, Berechnung nach (Guil-Guerrero 2017)

	maximal mögliche täg- liche Bovi- denfleisch- menge in [kg]	n-3 total [g]	DHA [g]	DHA + EPA [g]
NT, ♂	1,44 →	0,6	0,022	0,142
NT, ♀	1,29 →	0,55	0,0193	0,127
HS, ♂	1,35 →	0,58	0,0203	0,114

HS, ♀	1,13 →	0,48	0,1695	0,112
-------	--------	------	--------	-------

Der Tagesbedarf an n-3 Fettsäuren kann aus der maximal möglichen Bovidenfleischmenge nicht gedeckt werden, vgl. Tab.IX-76 mit Tab.IX-77.

Tab. IX- 77, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf

		Tagesbedarf n-6 = 2,5 % der Gesamt- energiezufuhr	Tagesbedarf n-3 = 0,5 % der Gesamt- energiezufuhr
NT, ♂	4250–5288 kcal/d	11,8 g–14,7 g	2,4 g– 2,9 g
NT, ♀	3572–4482 kcal/d	9,9 g–12,5 g	2,0 g–2,5 g
HS, Ø	3670 kcal/d	10,2	2,0

4.4.3 Essentielle Fettsäuren aus Depotfett

35,9 kg = totale Menge Depotfett enthalten 0,539 g DHA und 3,02 g EPA.

Diese Menge an DHA und EPA ist ausreichend für etwa 4 Personen. Selbst bei einer so hohen Menge an Depotfett, die ein Bovide liefert, ist es nicht möglich, dauerhaft eine Gruppe von Menschen damit zu ernähren. Obwohl ein Bovide eine große Masse liefert, ist es nicht sinnvoll, sie als Fleischquelle Nr.1 zu bejagen, da ihr Fettsäuremuster nicht den menschlichen Bedarf deckt.

Tab. IX- 78, Bereitstellung von DHA und EPA durch Depotfett von Boviden

	Defizit an Fett [g]	darin stecken so viel DHA [g]	und so viel EPA [g]
NT, ♂, min.	251	0,01004	0,00502
NT, ♀, min.	199	0,00796	0,00398
NT, ♂, max.	367	0,01468	0,00734
NT, ♀, max.	300	0,01200	0,00600
HS, ♂	200	0,00800	0,00401
HS, ♀	234	0,00936	0,00468

Mit der Deckung der defizitären Energiemenge durch Fett ist es nicht möglich, den Bedarf an EPA und DHA (0,25–0,65 g/d) zu decken.

4.5 Mikronährstoffe

4.5.1 Vitamine

Tab. IX- 79, Vitamine in Bovidenfleisch, (Driskell et al. 1997)

Nutrient ^b	Cut ^a				Composite ^c
	Clod	Ribeye	Top round	Top sirloin	
Thiamin, mg/100 g	.042 ± .010	.046 ± .010	.048 ± .016	.045 ± .011	.045 ± .012
Vitamin B ₆ , mg/100 g	.221 ± .041	.252 ± .043	.281 ± .074	.259 ± .050	.253 ± .056
Vitamin B ₁₂ , µg/100 g	2.196 ± .626	2.175 ± .560	1.901 ± .389	2.253 ± .664	2.131 ± .568
Vitamin C	ND ^d	ND	ND	ND	ND
Vitamin A, µg/100 g	.808 ± .188	.817 ± .119	.825 ± .087	.942 ± .131	.848 ± .143
α-Tocopherol, mg/100 g	.046 ± .034	.039 ± .026	.052 ± .023	.051 ± .043	.047 ± .032
γ-Tocopherol, mg/100 g	.014 ± .011	.012 ± .010	.014 ± .011	.012 ± .014	.013 ± .011
Selenium ^e , µg/100 g	26.356 ± 5.392	23.238 ± 6.957	27.204 ± 5.781	25.059 ± 4.625	25.464 ± 5.766

^aEach cut was from 12 bison.
^bGiven on wet weight basis.
^cCalculated by combining nutrient data from the four cuts; hence, n = 48.
^dNot detectable.
^eA mineral that can substitute for vitamin E in many reactions.

Vitamin C ist in Bovidenfleisch nicht nachweisbar. Für folgende Vitamine liegen keine Angaben vor: Vitamin D, Vitamin K, Vitamin B₂, Niacin, Folsäure, Pantothensäure, Biotin.

Vitamin A

Tab. IX- 80, Vitamin A Bereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge in [kg]	Vit. A im Bovidenfleisch (0,848 µg /100 g) (Driskell et al. 1997) [µg]	Tagesbedarf an Vit. A [µg/d]
NT, ♂	1,44 →	12,2	1,0
NT, ♀	1,29 →	10,9	0,8
HS, ♂	1,35 →	11,5	1,0
HS, ♀	1,13 →	9,58	0,8

Der Vitamin A Bedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

Vitamin E

Tab. IX- 81, Vitamin E Bereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge in [kg]	Vit. E im Bovidenfleisch (0,047 mg /100 g) (Driskell et al. 1997) [mg]	Tagesbedarf an Vit. E [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	0,68	13–15
NT, ♀	1,29 →	0,61	11–12
HS, ♂	1,35 →	0,63	13–15
HS, ♀	1,13 →	0,53	11–12

Der Vitamin E Bedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden nicht gedeckt werden.

Vitamin B1 (Thiamin)

Tab. IX- 82, Thiaminbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Vit. B ₁ im Bovidenfleisch 0,045 mg /100 g (Driskell et al. 1997) [mg]	Tagesbedarf an Vit. B ₁ [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	0,65	1,2
NT, ♀	1,29 →	0,58	1,0
HS, ♂	1,35 →	0,61	1,2
HS, ♀	1,13 →	0,51	1,0

Der Thiaminbedarf kann durch die maximal mögliche Muskelfleischmenge von Boviden zur Hälfte gedeckt werden.

Vitamin B₆ (Pyridoxin)

Tab. IX- 83, Pyridoxinbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Vit. B ₆ im Bovidenfleisch: 0,253 mg /100 g (Driskell et al. 1997) [mg]	Tagesbedarf an Vit. B ₆ [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	3,6	1,5
NT, ♀	1,29 →	3,3	1,2
HS, ♂	1,35 →	3,4	1,5
HS, ♀	1,13 →	2,9	1,2

Der Pyridoxinbedarf kann durch Bovidenfleisch sehr gut gedeckt werden.

Vitamin B₁₂ (Cobalamin)

Tab. IX- 84, Cobalaminbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge in [kg]	Vit. B ₁₂ im Bovidenfleisch: 2,131 µg /100 g (Driskell et al. 1997) [µg]	Tagesbedarf an Vit. B ₁₂ [µg/d]
NT, ♂	1,44 →	30,7	5–10
NT, ♀	1,29 →	27,5	5–10
HS, ♂	1,35 →	28,8	5–10
HS, ♀	1,13 →	24,1	5–10

Der Bedarf an Cobalamin kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

4.5.2 Mineralstoffe

Für die Mineralstoffe Jod und Fluorid liegen keine Angaben vor.

Tab. IX- 85, Mineralstoffe in Bovidenfleisch, (Marchello et al. 1989)

MINERAL ^a CONTENT OF RAW SEPARABLE LEAN FROM THE LONGISSIMUS MUSCLE OF BISON AND BEEF (WET WEIGHT BASIS)				
Mineral	Bison		Beef	
	Mean	Standard error	Mean	Standard error
----- (mg/100gm) -----				
Potassium (K)	343	5	366	5
Phosphorous (P)	187	3	172	3
Sodium (Na)	54	1	52	2
Calcium (Ca)	5.9	0.2	4.2	0.3
Copper (Cu)	0.09	0.01	0.13	0.0
Iron (Fe)	2.6	0.1	1.8	0.1
Magnesium (Mg)	25	0.3	23	0.3
Manganese (Mn)	0.007	0.0	0.013	0.00
Zinc (Zn)	2.8	0.1	3.4	0.1

^a N = 30 and 15 for longissimus muscle of bison (except for CA, N = 23) and beef, respectively. All difference between means statistically significant at P < 0.008, except for sodium. Multivariate test significant at P < 0.0001.

Calcium

Tab. IX- 86, Calciumbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Calcium im Bovidenfleisch: 5,9 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Calcium [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	85	1000
NT, ♀	1,29 →	76	1000

HS, ♂	1,35 →	80	1000
HS, ♀	1,13 →	66,7	1000

Eine Bedarfsdeckung mit Calcium ist durch Muskelfleisch von Boviden nicht möglich.

Kalium

Tab. IX- 87, Kaliumbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Kalium in Bovidenfleisch: 343 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [g]	Tagesbedarf an Kalium [g]
NT, ♂	1,44 →	4,9	2
NT, ♀	1,29 →	4,4	2
HS, ♂	1,35 →	4,6	2
HS, ♀	1,13 →	3,9	2

Der Kaliumbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

Natrium

Tab. IX- 88, Natriumbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Natrium in Bovidenfleisch: 54 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Natrium [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	778	550
NT, ♀	1,29 →	697	550
HS, ♂	1,35 →	729	550
HS, ♀	1,13 →	610	550

Der Natriumbedarf kann durch Bovidenfleisch sehr gut gedeckt werden.

Eisen

Tab. IX- 89, Eisenbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Eisen in Bovidenfleisch: 2,6 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Eisen [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	37,4	10
NT, ♀	1,29 →	33,5	15
HS, ♂	1,35 →	35,1	10
HS, ♀	1,13 →	29,4	15

Der Eisenbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

Phosphor

Tab. IX- 90, Phosphorbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Phosphor in Bovidenfleisch: 187 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [g]	Tagesbedarf an Phosphor [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	2,7	700
NT, ♀	1,29 →	2,4	700
HS, ♂	1,35 →	2,5	700
HS, ♀	1,13 →	2,1	700

Der Phosphorbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

Kupfer

Tab. IX- 91, Kupferbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Kupfer in Bovidenfleisch: 0,09 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Kupfer [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	1,3	1,0–1,5
NT, ♀	1,29 →	1,2	1,0–1,5
HS, ♂	1,35 →	1,2	1,0–1,5
HS, ♀	1,13 →	1,0	1,0–1,5

Der Kupferbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden gut gedeckt werden.

Magnesium

Tab. IX- 92, Magnesiumbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Magnesium in Bovidenfleisch: 25 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Magnesium [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	360	350
NT, ♀	1,29 →	323	300
HS, ♂	1,35 →	338	350
HS, ♀	1,13 →	283	300

Der Magnesiumbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden gut gedeckt werden.

Zink

Tab. IX- 93, Zinkbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche Bovidenfleischmenge [kg]	Zink in Bovidenfleisch: 2,8 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Zink [mg/d]
NT, ♂	1,44	40,3	10
NT, ♀	1,29	36,1	7
HS, ♂	1,35	37,8	10
HS, ♀	1,13	31,6	7

Der Zinkbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden sehr gut gedeckt werden.

Mangan

Tab. IX- 94, Manganbereitstellung durch Bovidenfleisch

	maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge [kg]	Mangan in Bovidenfleisch: 0,007 mg /100 g (Marchello et al. 1989) [mg]	Tagesbedarf an Mangan [mg/d]
NT, ♂	1,44 →	0,101	2,0–5,0
NT, ♀	1,29 →	0,090	2,0–5,0
HS, ♂	1,35 →	0,095	2,0–5,0
HS, ♀	1,13 →	0,092	2,0–5,0

Der Manganbedarf kann durch Muskelfleisch von Boviden nur unzureichend gedeckt werden.

4.6 Zusammenfassung:

Bovidenfleisch ist keine gute Quelle für Vitamin C. Für Folsäure, Biotin, Vitamin D in Bovidenfleisch sind keine Werte verfügbar.

Bovidenfleisch ist keine gute Quelle für die Mineralstoffe Calcium und Mangan.

Bovidenfleisch und Bovidenfett sind keine guten Quellen für essentielle Fettsäuren. Auch hohe Aufnahmen sind nicht bedarfsdeckend.

5 Mammuta

Aktuell stehen keine Nährwertangaben für Mammuta oder Elefanten zur Verfügung. Eigentlich waren Elefanten als Proxy für Mammuta vorgesehen, aber es war nicht möglich, Nährwertangaben für Elefanten zu erhalten. Einiges weist darauf hin, dass auch heute Elefanten gegessen werden (Stiles 2011), obwohl es in den afrikanischen Staaten seit 1989 ein Jagdverbot für Elefanten (Barnes et al. 1993) gibt.

Das Verbot der Elefantenjagd war ein Versuch, den Handel mit Elfenbein zu beschränken, denn die Tiere wurden nicht zu Nahrungszwecken, sondern zum Erlangen der Stoßzähne gejagt.

Aber es scheint politisch nicht korrekt zu sein, darüber zu reden, oder dies zuzugeben, dass die einheimische Bevölkerung Elefanten als Fleischlieferanten nutzt. Alle afrikanischen Institutionen, Universitäten und Wild life parks haben auf meine Anfragen nicht reagiert.

Dagegen sind im Netz einige Fotos und Videos vorhanden, die die Ausbeutung eines Elefanten zu Nahrungszwecken belegen.

<https://www.youtube.com/watch?v=1CdtOSPXADM>

<https://www.youtube.com/watch?v=BjrNUNaQPIQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=zn4tl1TKPwE>

<https://www.youtube.com/watch?v=2VYrDr9Yzec>

(zuletzt geprüft 7.1.21)

Angaben zur Zusammensetzung von Elefantenknochenmark stehen ebenfalls nicht zur Verfügung.

Aus diesem Grund müssen hier für Mammuta einige Annahmen getroffen werden, die von anderen eiszeitlichen Jagdtieren abgeleitet werden, um zu einer groben Einschätzung des Nährwertes von Elefantenfleisch und -fett zu kommen.

5.1 Daten zu Elefantenprodukten

Tab. IX- 95, Gewichte von Elefantenprodukten

Produkte	Gewichte Elefantenprodukte	Quelle
Gesamtgewicht, ausgewachsenes Tier	3500–4500 kg ♀ 5000–6500 kg ♂	(Guil-Guerrero et al. 2018)
subkutanes Fett	Fettgehalt: $\approx 5\%$ \triangleq etwa 150 kg Fett/ ausgewachsenes Tier	(Guil-Guerrero et al. 2018)
Gewicht des Schädels <i>Loxodonta africana</i>	400 kg <ul style="list-style-type: none"> - Gehirn: 4 kg (3–6,5 kg) - Cranium und Mandibula ohne Gehirn: 176,7 kg - Zunge: 13 kg - Rüssel: 113,6 kg - Ohren: 4,7 kg - Stoßzähne: 63,2 kg - Nerven der Stoßzähne: 11,3 kg - Schläfendrüsen des Elefanten: 230–1590 g sollen sehr fettreich sein und leicht zugänglich für den Jäger 	(Guil-Guerrero et al. 2018) (Agam and Barkai 2016)
Gewicht des Gehirns	3–6,5 kg	(Agam and Barkai 2016)

5.2 Proteine

Alle eiszeitlichen Herbivoren und auch heute domestizierte Herbivoren weisen einen Proteingehalt ihres Muskelfleisches von 20,9 bis 25,7 % (Guil-Guerrero et al. 2018; Kuhnlein and Humphries 2017) auf. Der Proteingehalt des Muskelfleisches bleibt unbeeinflusst vom Verdauungssystem der Tiere - monogastrisch oder - wirkt sich nicht auf den Proteingehalt des Fleisches aus.

Daraus schließe ich, dass sowohl Elefanten als auch Mammuta einen ähnlichen Proteingehalt ihres Muskelfleisches aufweisen, im Bereich bis 25 %.

Daraus folgt zwingend, dass paläolithische Menschen auch Fleisch von Mammuta nur in begrenzter Menge (oben: Rentiere, Pferde, Boviden und vgl. Kap. IV, 3.1) konsumieren konnten. Die enormen Fleischmengen, die ein erlegtes Mammut bereitstellt, können nur von sehr großen Gruppen sinnvoll genutzt werden.

5.3 Intramuskuläres und subkutanes Fett

Entscheidend sind auch hier wieder die Fettmenge und der Anteil an essentiellen Fettsäuren, die konsumiert werden können. Der intramuskuläre Fettgehalt eiszeitlicher Tiere schwankt zwischen 0,8 % und 3,5 % (Kuhnlein and Humphries 2017).

Die Arbeiten an im Permafrost gelagerten Mammuta (Guil-Guerrero et al. 2018) geben einige Hinweise auf Fettgehalt und Fettzusammensetzung. Für das intramuskuläre Fett nimmt er einen Gehalt von 5 % an, für subkutanes Fett einen Gehalt von 70,3 % wie bei afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*).

Daraus ergibt sich für ein Tier, das 3 – 4 t wiegt, ein Reinfettgehalt von subkutanem Fett von etwa 150 kg. Dies ist ebenfalls eine enorme Menge, die einer großen Gruppe von Menschen als Nahrung dienen könnte.

Ein Energiedefizit von 3000 kcal, entsprechend 333 g Fett würde eine Gruppe von 450 Personen für einen Tag mit Fett versorgen oder eine Gruppe von 30 Personen für 15 Tage. Da Fett bei kühlen Temperaturen gut lagerungsfähig ist, könnte das Fett auch begrenzt bevorratet werden.

5.4 Fettgehalt von Gehirnen

Das Gehirngewebe von Säugetiergehirnen weist durchschnittlich 9 % Fett auf (Guil-Guerrero et al. 2014; Guil-Guerrero et al. 2018). Bei einem Gewicht von 3 – 6,5 kg eines Gehirns wären dies: 270 – 585 g Fett und dies wäre somit eine Fettquelle für 2 – 3 Personen.

5.5 Essentielle Fettsäuren in Elefantenprodukten

Da Mammuta und Elefanten monogastrische Tiere sind, ist ein ähnliches Fettsäuremuster zu erwarten wie bei Pferden (Doreau and Ferlay 1994).

Nach Nilsson (2015) enthält das subkutane Fett eines afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) 2 % ALA der totalen Fettsäuremenge. Dies würde einen Gehalt von 0,025 g ALA/100g Fett ergeben. Bei einem Konversionsgrad von 3,8 % bis 6 % wären dies 0,00095 g DHA/100g Fett bis 0,0015g DHA/100g Fett. Dies liegt unter den Werten für Pferdefett, soll aber hier nicht weiter diskutiert werden, da zu wenige Daten zur Verfügung stehen.

Tab. IX- 96, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf

		Tagesbedarf n-6 = 2,5% der Gesamt- energiezufuhr	Tagesbedarf n-3 = 0,5 % der Gesamt- energiezufuhr
NT, ♂	4250–5288 kcal/d	11,8 g – 14,7 g	2,4 g – 2,9 g
NT, ♀	3572–4482 kcal/d	9,9 g – 12,5 g	2,0 g – 2,5 g
HS, Ø	3670 kcal/d	10,2	2,0

5.6 Vitamine

Tab. IX- 97, Vitamingehalt von Elefantenfleisch

	Vit. B ₁ [mg/100g]	Vit. B ₂ [mg/100g]	Vit. B ₆ [mg/100g]	Vit. B ₁₂ [µg/100g]	Niacin [mg/100g]	Quelle
Elefan- tenfleisch	0,12	0,6	1,3	3,8	17	(Mann 1964)
Tagesbe- darf [mg bzw. µg/d]	1,2	1,4	6	5-10	16	

Elefantenfleisch ist eine gute Quelle für Vitamin B₁₂ und Niacin, mit der maximal möglichen täglichen Fleischmenge ließe sich der Bedarf an Vitamin B₁ decken, mit etwa 200 g Elefantenfleisch ließe sich der Bedarf an Vitamin B₂ decken und mit 400 g Elefantenfleisch der Bedarf an Vitamin B₆.

Weitere Daten zu den noch fehlenden Vitaminen stehen nicht zur Verfügung.

Daten für Mineralstoffe in Elefantenprodukten liegen nicht vor.

5.7 Geschmack

Ein bisher wenig gewürdigter Aspekt der paläolithischen Ernährung ist der Geschmack. Aus ethnografischen Quellen und historischen Texten kann geschlossen werden, dass der Geschmack vom Fleisch junger Elefanten „sehr gut“ ist. Ein besonderer kulinarischer Genuss sollen Elefantenherz und Elefantenfüße sein (Reshef and Barkai 2015). Der besondere Geschmack des Fleisches junger Elefanten wird der Milchernährung zugeschrieben (Guil-Guerrero et al. 2014).

An paläolithischen Fundplätzen werden häufig Knochen junger Mammuta gefunden (Reshef and Barkai 2015). Dies wird bisher dahingehend gedeutet, dass junge Mammuta einfacher zu erlegen seien als adulte, erfahrene Tiere. Es könnte aber auch einfach sein, dass junge Mammuta wegen ihres besseren Geschmacks gejagt wurden und weil eine kleine Gruppe für die Riesenmenge an Fleisch, die ein adultes Tier lieferte, keine Verwendung hatte.

6 Zusammenfassende Bewertung der ernährungsphysiologischen Relevanz der dominierenden Jagdtiere

6.1 Proteine

Wie bereits belegt, ist die Deckung des Bedarfs an Protein (Ø 20 –25 %) mit dem Muskelfleisch der dominierenden Jagdtiere: Ren – Pferd – Boviden – Mammuta problemlos möglich. Es wären Mengen bis zu 1,5 kg/ Tag möglich, um unter der maximalen Entgiftungsrate für Stickstoff zu liegen.

Derart hohe Mengen an täglichem Fleischkonsum sind nachgewiesen für

- Buffalo Hunters, einer nordamerikanischen, indigenen Ethnie: 1,36 kg /d (Hassan 1981)
- Pygmäen (Biesalski 2015)

6.2 Fette

Der absolute Fettanteil ist bei den größeren Tieren, wie dem Pferd und Boviden, im Vergleich zu kleineren Tieren, wie dem Ren, größer. Der Fettgehalt des Depotfettes ist bei den genannten Tierarten ähnlich - um die 70 %. Dieses Fettgewebe ist notwendig zur Deckung des Energiebedarfs.

Andere Fettquellen sind das Gehirn und das Knochenmark. Rentierknochenmark hat einen hohen Fettgehalt mit 67,3 % und eine relativ hohe Knochenmarksmenge mit 1225 ml. Das Gehirn von Rentieren ist ebenfalls fettreich, mit 25,5 %, wiegt aber nur 361 g. Von den inneren Organen ist die Leber mit 3,9 % Fettgehalt am fettreichsten.

Für Pferde gibt es keine Daten zum Fettgehalt des Knochenmarkfettes oder zum Gehirn. Der Fettgehalt des Bovidengehirns liegt bei 10,4 % und sein Gewicht bei 334 g.

Mit rund 4 kg Gewicht wäre das Mammutgehirn eine lohnenswerte Quelle für Fette. Allerdings weist ein Mammut auch sehr viel Depotfett auf, und das subkutane Gewebe liegt mit 5 % Fettgehalt an der obersten Grenze aller Jagdtiere.

Weil Knochenmark und Gehirngewebe sehr weich sind, aber nur begrenzt zur Verfügung stehen bzw. rasch verderben, eignen sie sich hervorragend zur Ernährung von Kleinkindern in der Abstillphase, für Kranke und Personen, die ihre Zähne eingebüßt haben.

6.3 Essentielle Fettsäuren

Wie bereits beschrieben, ist der Gehalt an essentiellen, langkettigen n-3 Fettsäuren nur bei monogastrischen Tieren (Pferde, Mammuta) so hoch, dass damit der Bedarf mehrerer Personen gedeckt werden kann. Dies trifft nicht zu auf Rentiere und Boviden, da sie mehrkammrige Mägen haben.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass unter den Jagdtieren stets eine Art mit einem geringen Gehalt an essentiellen Fettsäuren und eine Art mit einem hohen Gehalt an essentiellen Fettsäuren kombiniert wird.

6.4 Vitamine

6.4.1 Vitamin A

Das Muskelfleisch der Jagdtiere ist eine begrenzt gute Ressource für Vitamin A. Leider liegen keine Werte für Vitamin A in der Leber von Pferden, Boviden und Mammuta vor. Die Leber von Rentieren ist eine ausgesprochen gute Quelle für Vitamin A (Mehrfaches des Tagesbedarfs bei kleinen Mengen) und es bleibt zu vermuten, dass dies auch für die anderen Jagdtiere gilt, da für Vitamin A in der Leber ein Depot angelegt wird.

6.4.2 Vitamin E

Für Vitamin E in Muskelfleisch, Depotfett, Leber und Knochenmark liegen ebenfalls nur Werte für Rentiere vor. Sie decken pro 100 g des o.g. Gewebes die Hälfte des Tagesbedarfs eines Erwachsenen. Insgesamt ist Fleisch aber keine gute Vitamin E Quelle.

6.4.3 Vitamin D

Für die beiden anderen fettlöslichen Vitamine liegen keine Angaben vor. Die Vermutung liegt nahe, dass mit Leber der Jagdtiere der Vitamin D Bedarf gedeckt werden würde (ausführlich unter Kap. XIII, 6.3).

6.4.4 Vitamin K

Tierische Produkte sind keine gute Quelle für Vitamin K, es kommt eher in pflanzlichen Lebensmitteln vor. Daher liegen wohl auch keine Vitamin K Werte für die Wildtierprodukte vor.

6.4.5 Mangelsituation

Die Versorgung mit Vitamin D und Vitamin K auf der Basis der genannten Fleischarten ist fraglich.

6.4.6 Wasserlösliche Vitamine

Das Muskelfleisch von Rentieren, Pferden und Boviden ist eine ausgezeichnete und bedarfsdeckende Quelle für Vitamin B₁, B₂, Niacin, B₆, Pantothensäure und Vitamin B₁₂. Besonders hervorgehoben werden muss der B₁, B₆ und B₁₂ Gehalt von Bovidenfleisch.

Insgesamt sind diese Ergebnisse nicht überraschend, da B-Vitamine auch in ausreichenden Mengen im Muskelfleisch domestizierter Tiere vorkommen. Leber und Innereien sind hervorragende Quellen für B₁₂, Niacin und Pantothensäure.

7 Überblick

Folsäure und Vitamin C kommen in Muskelfleisch nicht vor. In Rentierleber kommt Folsäure vor, etwa 100 g davon decken den Tagesbedarf zu 2/3. Werte für Pferde, Boviden und Mammuta zu diesen Vitaminen liegen nicht vor.

Es soll hier eine tabellarische Übersicht über die Versorgungslage mit Vitaminen und Mineralstoffen der eiszeitlichen Jäger durch Fleisch, Knochenmark, Fette und Innereien von Rentieren, Pferden und Boviden vorgelegt werden. In den Tabellen nicht aufgeführte Produkte, wie Knochenmark, Fett oder Innereien zeigen an, dass dafür keine Daten zur Verfügung standen.

Legende:

+: Tagesbedarf gedeckt

++ oder +++: Tagesbedarf mehrfach gedeckt

+/2: Tagesbedarf etwa zur Hälfte gedeckt

- : Tagesbedarf nicht ausreichend gedeckt

-- oder --- : Produkt enthält praktisch keine, auch nicht geringe Mengen

k.D.: keine Daten verfügbar

gelb: Mangel

helles grün: teilweise Bedarfsdeckung

dunkles grün: gute Bedarfsdeckung

7.1 Fettlösliche Vitamine

Tab. IX- 98, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch fettlösliche Vitamine aus Produkten verschiedener Tierarten

	Vit. A	Vit. E	Vit. D	Vit. K
Rentierfleisch	-	+/2	-	k.D.
Knochenmark	-	+/2	-	k.D.
Rentierleber	+	+/2	-	k.D.
Rentierfett	-	+/2	-	k.D.
Pferdefleisch	+/3	-	k.D.	k.D.
Bovidenfleisch	+	-	k.D.	k.D.

Der Bedarf an Vitamin A kann durch Rentierleber, Pferdefleisch und Bovidenfleisch gedeckt werden. Der Bedarf an Vitamin E kann maximal zur Hälfte durch Rentierfleisch, Rentierknochenmark, Rentierleber und Rentierfett gedeckt werden. Pferde- und Bovidenfleisch enthalten kaum Vitamin E.

Zu Vitamin D und Vitamin K kann mangels fehlender Werte keine Aussage gemacht werden.

7.2 Wasserlösliche Vitamine

Tab. IX- 99, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch wasserlösliche Vitamine aus Produkten verschiedener Tierarten

	Vit. B ₁	Vit. B ₂	Nia- cin	Vit. B ₆	Fol- säure	Pan- to-- thens.	Biotin	Vit. B ₁₂	Vit.C
Rentierfleisch	+	+	+	+	-	++	+/2	+	-
Rentierleber	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	100 g Rentier- leber: 2/3 TB	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Pferdefleisch	+	+	++	++	k.D.	k.D.	k.D.	++	-

Boviden- fleisch	+++	k.D.	k.D.	++	k.D.	k.D.	k.D.	+++	-

Durch Rentierfleisch ist eine ausnehmend gute Bedarfsdeckung mit den wasserlöslichen Vitaminen B₁, B₂, Niacin, B₆, Pantothersäure und B₁₂ gegeben. Folsäure, Biotin und Vitamin C sind defizitär.

Durch Pferdefleisch ist eine ähnlich gute Bedarfsdeckung der o.g. Vitamine gegeben, Angaben für Pantothersäure, Biotin und Folsäure stehen nicht zur Verfügung. Vitamin C ist defizitär.

Die Aussagen zur Bedarfsdeckung mit wasserlöslichen Vitaminen in Bovidenfleisch sind weniger belastbar, da es keine Angaben gibt. Vitamin C ist ebenfalls defizitär.

7.3 Mineralstoffe und Spurenelemente

Tab. IX- 100, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch Mineralstoffe aus Produkten verschiedener Tierarten

	Nat- rium	Ka- lium	Pho- spha- t	Cal- cium	Mag- ne- sium	Ei- sen	Zink	Se- len	Jod	Flu- orid	Man- gan	Kup- fer
Rentier- fleisch	+	+/3	k.D.	---	+	++	++	+	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Rentier- knochen-	k.D.	k.D.	k.D.	+/3	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Pferde- fleisch	+	+	k.D.	---	++	+++	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	-	k.D.
Boviden- fleisch	+	++	+++	---	+	+++	++	k.D.	k.D.	k.D.	+/3	+

Der Bedarf an den Mineralstoffen: Natrium, Kalium, Magnesium und den Spurenelementen: Eisen, Zink und Selen kann durch das Fleisch von Rentieren, Pferden und Boviden sehr gut gedeckt werden.

Fleisch, gleich von welchem Tier, ist jedoch keine gute Quelle zur Deckung des Calciumbedarfs. Daten zu Calcium im Rentierknochenmark deuten gute Werte an.

Das im untersuchten Zeitrahmen übliche kleinteilige Zerbrechen von Knochen mit dem Ziel, an das Knochenmark zu gelangen, kann ebenso als eine Strategie gewertet werden, mit der die ausreichende Zufuhr mit Calcium gesichert wird. Knochenmark vermischt mit kleinteilig zerbrochenem Knochen bzw. mit Spongiosa im Falle von Pferden, wäre eine gut essbare Ressource für Calcium und Fett.

Zu den Spurenelementen Fluorid und Jod können keine Aussagen getroffen werden, weil keine Daten vorliegen. Das Fleisch domestizierter Tiere ist ebenfalls keine gute Quelle für Fluorid und Jod. Beide Mineralstoffe kommen reichlich nur in Seefisch und anderen Meeresprodukten vor. Es ist daher mit einem Mangel zu rechnen.

7.4 Mangelsituation

Der ausschließliche Verzehr der Produkte der dominanten Jagdtiere führt zu Mangelercheinungen bei:

- sehr wahrscheinlich bei Vitamin D und Vitamin K
- Vitamin C und Folsäure
- wahrscheinlich bei Biotin
- Calcium, Jod und Fluorid
- eventuell bei Fetten und ungesättigten Fettsäuren, wenn nicht ausreichende Mengen an Pferdefett zur Verfügung standen.

FAZIT: Eine Ernährung ausschließlich mit den Produkten der dominanten Jagdtiere ist eine Fehlernährung.

Es muss nach pflanzlichen Ressourcen gesucht werden, die diese Mangelsituation verbessern.

Kapitel X: Brückenschlag zwischen tierischen und pflanzlichen Ressourcen

1 Isotopenanalysen zur Ernährungsrekonstruktion

1.1 Einführende Bemerkungen

Neben der klassischen Analyse der Fauna zur Rekonstruktion der Ernährung von prähistorischen Gesellschaften hat sich die Analyse von stabilen Isotopen seit gut 25 Jahren etabliert. Die Ergebnisse beider Forschungsstränge sind nicht immer deckungsgleich.

Nachfolgend werden nur die leichten stabilen Isotope von Kohlenstoff und Stickstoff besprochen. Es gibt auch andere geeignete stabile Isotope zur Ernährungsrekonstruktion (z.B. ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S , ^{36}S), aber die o.g. sind die besten für die verfolgten Zwecke (Unterscheidung von tierischer und pflanzlicher Nahrung).

Nur am Rande erwähnt wird der „Weaning effect“ bei sehr jungen Individuen und die Unterschiede zwischen Knochenkollagen und Dentinkollagen. Nicht näher eingegangen wird auf die Laborprotokolle zur Aufarbeitung des Kollagens, und der Isotopenisolierung sowie auf die Continuous-flow Isotope ratio Mass Spectrometry.

1.2 Auswertung

Zur Auswertung der gewonnenen Daten bei der Isotopenanalyse werden mathematische „Mixing Models“ genutzt (Phil-lips et al. 2014). Ausführlicher unter: 2.1.

1.3 Stabile Isotope

Die nachfolgend genutzten Daten kommen alle aus dem nördlichen Europa und aus der OIS 3. Andere geografische Einheiten oder Fauna aus anderen Gebieten, für die es Isotopenanalysen gibt, werden hier nicht mit einbezogen.

In den 1970er Jahren hat man entdeckt, dass sich die Variationen der stabilen Isotope $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$, die sich in menschlichen Geweben über Jahre anreichern, dazu genutzt werden können, um Aussagen über die Ernährung in der Vergangenheit von Individuen zu treffen. Zunächst wurden von DeNiro und Epstein Fütterungsversuche mit Tieren durchgeführt, und sie gewannen Erkenntnisse darüber, wie sich die stabilen Isotope in der Nahrungskette von Pflanzen, Herbivoren, Carnivoren, Fischen und Menschen anreicherten (Schwarcz and Schoeninger 2011).

Ernährungsrekonstruktionen basieren auf den Isotopenzusammensetzungen von Kohlenstoff ^{13}C / ^{12}C und Stickstoff ^{15}N / ^{14}N .

Die gesamte Kost, die ein Organismus konsumiert, enthält Kohlenstoff. Die Kohlenstoffisotopensignatur eines Tieres ist daher gleich der seiner durchschnittlichen Kost.

Die Stickstoffsignatur kommt ausschließlich durch den Proteinanteil (Aminogruppe in den Aminosäuren) der Kost zu Stande.

Jedoch zeigen unterschiedliche Körpergewebe unterschiedliche Isotopensignaturen, verglichen mit der des Gesamtorganismus.

Die stabilen C- und N-Isotope kommen in der Natur in folgenden Verhältnissen vor:

^{13}C → 1,1 %

^{12}C → 98,9 %

^{15}N → 0,36 %

^{14}N → 99,64 %

Sie können mit AMS ermittelt werden (Bocherens 2009).

Die Isotopenverhältnisse werden folgendermaßen definiert:

$$\delta^n E_x = \left[\frac{\left(\frac{{}^n E / {}^m E}{\left(\frac{{}^n E / {}^m E}{std} \right)^x} \right) - 1 \right] \cdot 1000$$

E = das jeweilige Element

n, m = Massenzahl der jeweiligen Isotope

x = die Probe

std = das Standardmaterial

alle Werte sind in Promille ‰ angegeben

Standard für Kohlenstoff ist PDB (PeeDee Formation Belmnite): ein marines Carbonat.

Standard für Stickstoff ist Luft: AIR (Schwarcz and Schoeninger 2011).

Positive Werte ergeben sich daraus, dass die Probe im Vergleich zum Standard mit dem selteneren Isotop angereichert ist, wie beim Stickstoff, negative Werte ergeben sich daraus, dass die Probe im Vergleich zum Standard abgereichert ist, wie beim Kohlenstoff (Bocherens and Ullrich 1999).

1.3.1 Kohlenstoff

Landpflanzen beziehen ihren Kohlenstoff in der Photosynthese aus CO₂. In den nördlichen Breiten, die das Untersuchungsgebiet dieser Dissertation umfasst, gibt es nur C₃-Pflanzen, d.h. Pflanzen, die ihre Kohlenhydrate aus C₃- Einheiten aufbauen.

Die $\delta^{13}\text{C}$ Signatur von Landpflanzen variiert zwischen -24 ‰ und -36 ‰. Beim Konsum der Landpflanzen findet im Körper eine Aufteilung in den verschiedenen Geweben statt. Der Unterschied zwischen Pflanzen und Knochenkollagen beträgt etwa +5 ‰. Dies nennt man den „trophischen Effekt“. Es ergeben sich kleine Stufen der Anreicherung von 1 – 2 ‰ bei Omnivoren und Carnivoren.

Die Kohlenstoffsignatur eines Tieres ist global identisch mit der seiner Nahrung, während der Prozentsatz an Kohlenstoff gleich ist, durchschnittlich 44 – 51,5 %.

In verschiedenen Geweben besteht jedoch eine unterschiedliche Signatur. Im Kollagen ist es eine um 5 ‰ erhöhte, im Muskelfleisch eine um 1 ‰ erhöhte Signatur (Bocherens 2009).

1.3.2 Stickstoff

Stickstoff liefert Aussagen zum Proteingehalt der konsumierten Nahrung. Der atmosphärische Stickstoff ist weltweit gleichförmig in seiner Isotopenzusammensetzung. Böden und Pflanzen haben gegenüber dem Luftstickstoff einen leicht erhöhten Wert von 1 – 4 ‰. Die Werte werden beeinflusst durch Trockenheit, Bodenauslaugung durch starke Niederschläge, Sauerstoffmangel und Salinität der Böden.

Krautartige Pflanzen haben den niedrigsten Stickstoffgehalt, Gräser einen viel höheren, mit einer Bandbreite von 12 ‰ (Bocherens 2009).

Stickstoffisotope reichern sich mit jedem trophischen Level an, von 2 – 6 ‰ von Pflanzen zu Herbivoren und von Herbivoren zu Carnivoren (LEE-THORP 2008).

Bocherens gibt die Anreicherung mit 3–5 ‰ an (vgl. Abb. X-1).

Bei pleistozänen Huftieren haben Rentiere entsprechend der Pflanzen, die sie bevorzugen, einen signifikant höheren $\delta^{13}\text{C}$ -Wert, während Mammuta einen deutlich höheren $\delta^{15}\text{N}$ -Wert besitzen. Weniger variabel in ihrer Isotopensignatur sind Boviden, Pferde und Wollnashörner (vgl. Abb. X-1) (Bocherens 2009).

Die $\delta^{15}\text{N}$ Signatur zwischen einzelnen Herbivoren in einem Ökotope kann daher unterschiedlich sein, denn sie hängt auch von der bevorzugten Nahrung der Tierart, der Verfügbarkeit

von Futter und von jahreszeitlichen Bedingungen ab (Makarewicz and Sealy 2015). Des Weiteren ist die Tierphysiologie ein entscheidender Faktor. Unter kontrollierten Fütterungsstudien mit identischem Futter zeigten verschiedene Herbivoren Unterschiede in der Stickstoffsignatur von 4,5 ‰, die vermutlich mit den unterschiedlichen Verdauungsorganen (mehr- und einkammrige Mägen) zusammen hängen (Makarewicz and Sealy 2015).

Die Stickstoffisotopensignatur ist in einem Organismus höher als in seiner Nahrung. Genauso verhält es sich mit den Stickstoffisotopenwerten im Knochenkollagen von Räubern im Vergleich zu deren Beute.

Das Knochenkollagen gibt die Isotopenzusammensetzung der Nahrung an, die während seiner Bildung konsumiert wird.

Das Knochenkollagen in großen Säugern speichert auf diese Weise die Qualität der Nahrung über die gesamte Lebenszeit, aber zumindest über die letzten 10 – 15 Lebensjahre.

Das Zahnkollagen dagegen gibt nur die vergleichsweise kurze Zeitspanne von wenigen Monaten oder Jahren nach der Geburt wieder. Dies muss man wissen, weil bei Säugern, die mit Muttermilch ernährt werden, im Zahnkollagen eine Anreicherung von 3 ‰ zu Stande kommt, im Vergleich zum Wert der Erwachsenenkost. Daher sind Zahnkollagenwerte von Säugern und Knochenkollagenwerte von jungen Individuen mit Vorsicht zu genießen (Bocherens 2009).

Teilweise kommen Ergebnisse zu Tage (vgl. Tab. X-1, X-2 Fortsetzung), bei denen die N-Signatur von menschlichen Konsumenten ähnlich hoch oder gar höher ist als bei Carnivoren. Die naheliegendste Erklärung wäre, dass sie selbst nur Herbivoren verzehren, die ihrerseits eine hohe Stickstoffsignatur aufweisen, oder dass sie reine Carnivoren sind.

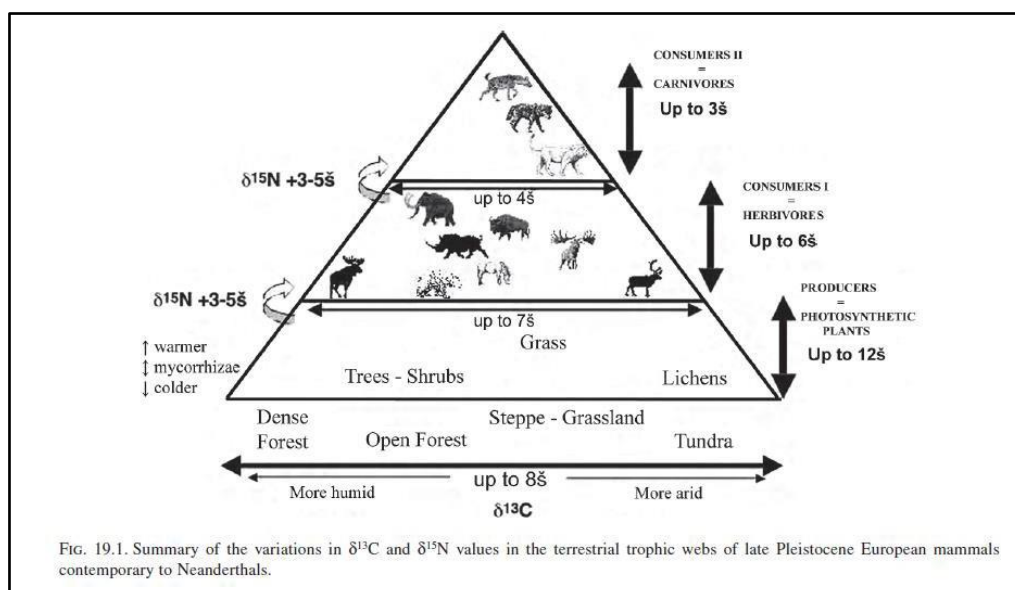


Abb. X- 1, Zunahme der Stickstoffisotopensignaturen von einem trophischen Level zum nächsten, (Bocherens 2009) Anmerkung Elvira Martin: Überall wo in der Abb. ‰ steht, müsste ‰ stehen

Stickstoff gibt den Proteingehalt der Nahrung wieder. Daraus ergibt sich eine weitere Problematik. Pflanzen haben einen Stickstoffgehalt von nur durchschnittlich 1 %, während Fleisch 14 % aufweist. Dagegen sind die Kohlenstoffwerte etwa gleich. Die Folge davon ist, dass eine gemischte Pflanzen-Fleisch-Kost nicht zu einer linearen Isotopenvariation zwischen rein vegetarischem (z.B. Pferde) und rein carnivorem (z.B. Hyänen) Verhalten führt. Dies bedeutet, dass ein nur geringer Fleischanteil in der Kost den $\delta^{15}\text{N}$ Wert signifikant erhöht, während pflanzliche Kost mit einem Anteil von 50 % der Gesamtkost, den $\delta^{15}\text{N}$ -Wert weniger als eine Standardabweichung erhöht. Es ist daher nicht möglich, im Endergebnis festzustellen, wie hoch der Anteil an Proteinen aus Fleisch oder Pflanzen ist. Der Pflanzenanteil kann die Hälfte des Trockengewichtes der Nahrung ausmachen (Bocherens 2009).

1.3.3 Fraktionierung

Allerdings gibt es eine bedeutende Variabilität zwischen Ernährung und Geweben bei den verschiedenen Spezies mit unterschiedlicher Physiologie. Gerade für Menschen ist das nicht bekannt, und möglicherweise ist der Zusammenhang nicht linear.

Es wird davon ausgegangen, dass die stabilen Isotope aus der Nahrung eine charakteristische Signatur im Knochenkollagen hinterlassen. Sie gelangen aber auch in alle anderen Körpergewebe. Wie diese Fraktionierung verläuft, ist nicht nur unterschiedlich zwischen Tieren und Menschen, sie verläuft vermutlich auch unterschiedlich während verschiedener Stoffwechsellagezustände. Diese Vorgänge der Fraktionierung sind noch nicht vollständig verstanden und die Anreicherung ist nicht linear (Hedges and Reynard 2007).

Nach der Verdauung der Proteine werden die Aminosäuren je nach Stoffwechsellage transaminiert und/bzw. desaminiert und in die verschiedenen Gewebe transportiert. Bei der Fraktionierung der N-Isotope werden die Gewebe angereichert mit ^{15}N , während sich im Urin/Harnstoff ^{14}N anreichert. Dieser Umstand ist die Ursache der Fraktionierung und bildet die Möglichkeit der Isotopenmessung.

Wenn ein Individuum zu wenig Proteine aufnimmt, werden körpereigene Proteine (vgl. Kap. IV, 3.1) katabolisiert. Auf diese Weise „recycelte Aminosäuren“ durchlaufen den Prozess der Fraktionierung ein weiteres Mal, was in den Körpergeweben eine angereicherte ^{15}N Signatur hinterlässt. Dies wurde vielfach im Tiermodell bestätigt. Tiere unter unzureichender Ernährung bilden in verschiedenen Körpergeweben N-Signaturen ab, die zwischen 0,5 ‰ und 4 ‰ schwanken. Beim Menschen konnte dies bei anorektischen Personen belegt werden (Reitsema 2013).

Wenig verblüffend ist, dass sich eine Stickstoffanreicherung in Geweben ergibt durch eine stark proteinreiche Ernährung (Reitsema 2013).

Erkrankungen der Leber (Leberzirrhose), wie es sie auch schon im Paläolithikum gegeben haben kann (ausgelöst durch Viren), zeigen eine um 3,2 ‰ erniedrigte N-Signatur im Vergleich zur gesunden Kontrolle (Reitsema 2013).

1.3.4 Knochenkollagen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Kollagen aus fossilisiertem Knochen zu isolieren. Alle haben zum Ziel, dass nur noch das Kollagen und die Mineralstofffraktion übrigbleiben und dass alle anderen Arten von kontaminierenden organischen Molekülen, z.B. Knochen-impregniermittel, ausgeschlossen werden.

Zur Rekonstruktion prähistorischer Ernährungsmuster stehen nur die Knochen und Zähne von Tieren oder Hominiden zur Verfügung. Genauer gesagt, wird das Knochenkollagen auf die Isotope hin untersucht. Kollagen macht in Knochen und Zähnen etwa 20 % des Trockengewichtes aus. Obwohl sich Kollagen in trockener und kühler Umgebung vergleichsweise gut erhält, kann es dennoch degradieren. Nur Kollagen mit einem C:N Verhältnis von 2,9 – 3,6 und einem Gehalt von Stickstoff von über 5 % gilt als unkontaminiert und weitgehend unverändert und daher für Isotopenuntersuchungen nutzbar (Bocherens 2009).

2 Isotopenverhältnisse während der OIS 3

Während der meisten Zeit der OIS 3 war Europa nördlich von 45° nördlicher Breite überzogen mit einem sehr produktiven terrestrischen Ökosystem, der sogenannten Mammut Steppe (Guthrie 1990), (ausführlich Kap.XI).

Alle bis 2009 untersuchten Neandertalerproben, die eine gute Kollagenerhaltung aufwiesen, stammten aus diesen nördlichen Breiten in Frankreich und Belgien.

Während nicht bewaldeter Perioden gibt es nur geringe Unterschiede in den $\delta^{13}\text{C}$ -Werten zwischen einzelnen Pflanzenarten. Signifikant ist nur der höhere $\delta^{13}\text{C}$ -Wert für Flechten im Vergleich zu Gefäßpflanzen.

Basierend auf Isotopenstudien von modernen Pflanzen unter subarktischen und borealen Bedingungen ist zu erwarten, dass die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte über eine große Weite variieren, entsprechend dem Pflanzentyp. Niedrige Werte weisen Pilzwurzelpflanzen, Büsche und Zwergbüsche auf, höhere Werte Pflanzen wie Gras. Die gesamte Bandbreite beträgt 12 ‰.

Es entsteht zu einem gewissen Grad unter Herbivoren ein deutliches Isotopenmuster entsprechend der von Herbivoren bevorzugten Nahrung. Rentiere zeigen die höchsten $\delta^{13}\text{C}$ -Werte entsprechend ihrem Verzehr von Flechten, während Mammuta niedrigere $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aufweisen und signifikant höhere $\delta^{15}\text{N}$ -Werte. Andere Herbivoren, wie Pferd, Wollnashorn, Bison und Hirsch, weisen weniger variable Isotopenwerte auf (Bocherens 2009).

2.1 Bayesian Mixing Models

„Essentially, all models are wrong, but some are useful.“(Box and Draper 1987)

Die Verwendung von „Mixing-Models“ bei den Untersuchungen mit stabilen Isotopen hat in den letzten zwei Dekaden exponentiell zugenommen.

Hierbei wurde die Bayes'sche Auffassung stochastischer Modelle immer wichtiger. Solche „Bayesian Mixing Models“ erlauben es, verschiedene andere Datenquellen (zusätzlich zu den Isotopendaten) mit einzubeziehen und Unsicherheiten in den Modellparametern (Isotopenwerte, Übergang derselben von den Nahrungsmitteln zu den Konsumenten) zu berücksichtigen.

Die berechneten Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die verschiedenen konsumierten Nahrungsmittel können verbessert werden, sobald neue Daten zur Verfügung stehen. Die Herausforderungen an Planung, Datenerhebung und -auswertung bei solchen Modellen sowie deren Möglichkeiten und Grenzen werden ausführlich diskutiert in Makarewicz und Sealy (2015).

Einfache lineare Mixing-Models zur Abschätzung des Beitrags verschiedener Nahrungsquellen zur Ernährung konnten weder die Variabilität der Quellen noch die große Diversität der meisten menschlichen Ernährungsformen abbilden.

Hierzu sind neuere (Bayesian) Mixing-Models in der Lage. Sie liefern eine bessere Abschätzung der veränderlichen Konzentration der Elemente, die von Interesse sind, und dies bei einer größeren Anzahl möglicher Quellen. Auch können sie mit Unsicherheiten umgehen, welche die Aufspaltung in verschiedenen Gewebearten betreffen.

Es bleibt jedoch das grundsätzliche Problem bei der Anwendung dieser Modelle: Sie können nicht mit der Komplexität der Stoffwechselwege umgehen, die noch immer nur ungenügend verstanden sind.

2.2 Ernährungsrekonstruktion für Neandertaler

Bis 2009 waren 12 Neandertalerskelette im nördlichen Europa auf ihre Isotopensignatur hin untersucht worden. Nur 6 davon erfüllten die Kriterien, die für eine Ernährungsrekonstruktion notwendig sind:

- Jene ohne diagenetische Veränderungen mit guter Kollagenerhaltung.
- Jene, die interpretierbar sind im Sinne der Ernährung, ohne Interferenzen, die sich durch Muttermilchernährung ergeben, d.h. keine jungen Individuen und kein Zahnkollagen.
- Jene, die einen Vergleich mit den Isotopendaten von gleichzeitig lebenden Herbivoren und Carnivoren ermöglichen.

Da hier nur die Neandertaler aus der OIS 3 im nördlichen Europa betrachtet werden, fallen die Werte von Scladina (OIS 5) ebenfalls weg.

Tab. X- 1, Werte für stabile Isotopensignaturen von Neandertalern

Fundort	OIS		Skelettteil	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Quelle
Les Pradelles/Frankr.	3		Schädel-fragment	-19,1	11,6	(Fizet et al. 1995)
Les Pradelles	3		Schädel-fragment	- 19,1	11,5	(Bocherens et al. 2005)
Les Pradelles	3		Mandibula	-19,3	11,4	(Bocherens et al. 2005)
St. Cesaire/Frankr.	3	40-45 ka BP	Fibula	-19,8	11,4	(Bocherens et al. 2005)
Spy/ Belgien	3		Scapula	- 19,8	11,0	(Bocherens et al. 2001)

Diese oben aufgeführten Neandertaler haben Isotopensignaturen in der gleichen Bandbreite wie tierische Räuber, wie Hyäne, Wolf und Löwe, sie liegen sogar leicht höher als bei den Raubtieren (vgl. Tab.X-2, Fortsetzung).

Tab. X- 2, Isotopensignaturen von Tierarten verschiedener Fundorte in Frankreich, (Bocherens et al 2005

Appendix. List of collagen chemical compositions and carbon and nitrogen isotopic signatures for skeletal material from Saint-Césaire, La Berbie and Camiac.									
Analysis number	Species	Sample	Site	Yield (mg g ⁻¹)	%C _{coll}	%N _{coll}	C/N _{coll}	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
RPB8000	Bovine (<i>Bos</i> or <i>Bison</i>)	metapodium	Saint-Césaire	3.0	30.1	11.3	3.1	-20.9	6.1
LBR100	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	31.9	39.5	14.5	3.2	-20.3	6.1
LBR200	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	14.8	37.8	14.0	3.2	-20.1	5.6
LBR300	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	27.6	35.3	13.1	3.1	-20.8	4.7
LBR400	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	12.5	36.9	13.7	3.1	-20.3	5.6
LBR500	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	26.1	40.3	14.8	3.2	-20.2	6.1
LBR600	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	18.2	29.0	11.1	3.0	-20.2	6.0
LBR700	Bison (<i>Bison priscus</i>)	metatarsus	La Berbie	41.0	38.4	14.3	3.1	-20.9	4.6
LBR3100	Bison (<i>Bison priscus</i>)	radius	La Berbie	36.3	39.0	14.9	3.0	-20.5	5.3
CAM100	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	femur or tibia	Camiac	66.9	40.8	14.7	3.2	-20.0	6.1
CAM200	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	femur or tibia	Camiac	58.7	42.0	15.1	3.2	-20.7	6.2
CAM300	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	femur or tibia	Camiac	52.3	41.6	14.9	3.3	-20.4	7.4
CAM400	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	tibia	Camiac	23.4	39.5	14.3	3.2	-20.1	8.6
CAM500	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	tibia	Camiac	14.4	39.1	14.0	3.3	-20.0	6.0
CAM600	Aurochs? (cf. <i>Bos primigenius</i>)	femur or tibia	Camiac	35.9	41.0	14.7	3.3	-20.4	5.3
							av.	-20.4	6.0
							s.d.	0.3	1.0
							n	15	15
RPB650	Giant deer (<i>Megaloceros giganteus</i>)	maxillary bone	Saint-Césaire	28.9	34.1	12.7	3.1	-20.5	5.0
CAM900	Giant deer (<i>Megaloceros giganteus</i>)	femur	Camiac	10.0	33.2	11.9	3.2	-20.0	6.4
CAM1000	Giant deer (<i>Megaloceros giganteus</i>)	long bone	Camiac	36.8	26.7	9.6	3.3	-20.1	7.7

(continued on next page)

Diese Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass Neandertaler genauso viel Fleisch verzehrten wie große Raubtiere, obwohl, wie schon angesprochen wurde, diese Ergebnisse bedeuten, dass die Proteinquelle überwiegend Fleisch von Huftieren war, ohne Pflanzennahrung in der Ernährung auszuschließen.

Fortsetzung Tab. X-2

Appendix (continued)										
Analysis number	Species	Sample	Site	Yield (mg g ⁻¹)	%C _{coll}	%N _{coll}	C/N _{coll}	δ ¹³ C	δ ¹⁵ N	
CAM1100	Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	long bone	Camiac	24.4	37.5	13.4	3.3	-20.0	6.9	
CAM1200	Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	long bone	Camiac	8.7	35.4	13.4	3.1	-20.6	6.2	
								av.	-20.2	6.4
								s.d.	0.3	0.9
								n	5	5
RPB1200	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	jawbone	Saint-Césaire	9.5	23.6	8.6	3.2	-18.8	4.9	
RPB7200	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	metapodium	Saint-Césaire	31.7	41.5	15.0	3.2	-18.3	7.3	
LBR900	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	humerus	La Berbie	18.7	40.4	14.7	3.2	-19.2	3.7	
LBR1000	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	humerus	La Berbie	20.1	38.3	14.0	3.2	-19.4	3.9	
LBR1100	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	jawbone	La Berbie	14.6	39.9	14.4	3.2	-19.1	7.6	
LBR3400	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	femur	La Berbie	16.8	39.4	13.9	3.3	-19.4	5.8	
								av.	-19.0	5.5
								s.d.	0.4	1.5
								n	6	6
RPB2300	Horse (<i>Equus caballus</i>)	upper 2nd premolar	Saint-Césaire	14.1	17.7	6.5	3.1	-20.5	7.3	
RPB2400	Horse (<i>Equus caballus</i>)	lower tooth	Saint-Césaire	6.2	34.7	13.1	3.1	-21.7	5.7	
LBR1600	Horse (<i>Equus caballus</i>)	metacarpus 2 or 4	La Berbie	22.4	40.3	14.7	3.2	-20.4	7.5	
LBR1700	Horse (<i>Equus caballus</i>)	femur	La Berbie	36.5	41.9	15.3	3.2	-20.9	3.5	
CAM1600	Horse (<i>Equus caballus</i>)	tibia	Camiac	56.1	41.9	14.7	3.2	-20.7	5.2	
CAM1700	Horse (<i>Equus caballus</i>)	tibia	Camiac	34.6	40.6	14.6	3.2	-20.5	5.2	
								av.	-20.8	5.7
								s.d.	0.4	1.4
								n	6	6
RPB1400	Rhinoceros (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	lower tooth	Saint-Césaire	7.8	31.4	12.6	2.9	-20.9	5.4	
LBR2200	Rhinoceros (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	skull	La Berbie	27.6	39.1	14.4	3.2	-19.6	7.2	
CAM1300	Rhinoceros (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	humerus	Camiac	22.6	38.1	13.7	3.2	-19.9	8.4	
CAM1400	Rhinoceros (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	humerus	Camiac	27.0	39.3	14.3	3.2	-20.1	7.1	
CAM1500	Rhinoceros (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	humerus	Camiac	78.1	40.3	14.7	3.2	-20.6	7.1	
								av.	-20.2	7.0
								s.d.	0.5	1.0
								n	5	5
LBR1900	Mammoth (<i>Mammuthus primigenius</i>)	femur	La Berbie	11.9	37.2	13.4	3.2	-21.8	8.5	
CAM700	Mammoth (<i>Mammuthus primigenius</i>)	femur	Camiac	57.2	39.1	14.1	3.2	-21.2	8.7	
CAM800	Mammoth (<i>Mammuthus primigenius</i>)	femur	Camiac	32.3	40.6	14.7	3.2	-21.8	7.7	
								av.	-21.6	8.3
								s.d.	0.3	0.4
								n	3	3
LBR1300	Hyaena (<i>Crocota crocuta</i>)	humerus	La Berbie	41.0	40.6	14.8	3.2	-19.9	9.5	
LBR1400	Hyaena (<i>Crocota crocuta</i>)	humerus	La Berbie	26.4	39.9	14.7	3.2	-19.1	8.5	
LBR3300	Hyaena (<i>Crocota crocuta</i>)	neck vertebra	La Berbie	14.7	34.5	12.0	3.3	-19.1	9.8	
CAM1800	Hyaena (<i>Crocota crocuta</i>)	long bone	Camiac	72.3	41.6	14.9	3.3	-19.3	9.8	
CAM1900	Hyaena (<i>Crocota crocuta</i>)	long bone	Camiac	53.1	40.6	14.6	3.2	-19.0	9.1	
								av.	-19.3	9.3
								s.d.	0.3	0.5
								n	5	5
RPB7000	Neandertal (<i>Homo neandertalensis</i>)	fibula	Saint-Césaire	26.0	40.8	14.2	3.3	-19.8	11.4	

Für den Fundplatz St. Césaires erlaubt es die hohe Qualität und Anzahl der Isotopendaten von tierischen Proben, ein mathematisches Mix-Modell (SIAR) zu benutzen. Es ist damit möglich, nicht nur den hohen Fleischanteil der Kost zu berechnen, sondern auch zu bestimmen welche unterschiedlichen Beutetiere von Neandertalern und Hyänen verzehrt wurden.

Dies war möglich entsprechend der Vielzahl der potentiellen Beutetiere und konnte analysiert werden in der Nachbarschaft von menschlichen Proben, genauso wie klare Isotopendifferenzen beobachtet wurden in den Hauptbeutetieren (Bocherens 2009).

Diese Ergebnisse waren ungewöhnlich, da sie sich nicht deckten mit den archäozoologischen Ergebnissen aus der Region. Auch war eine reine Ernährung auf der Basis großer Herbivoren schlecht vorstellbar (vgl. Kap. IV, 31). Zumal zum damaligen Zeitpunkt die Diskussion darüber, ob Neandertaler Megaherbivoren jagen können oder sie nur gescavenged haben, nicht zu einem abschließenden Ergebnis gekommen war, die Isotopenergebnisse aber auf aktive Jagd schließen ließen.

2.3 Ernährungsrekonstruktion für den AMH

Von den bis 2009 untersuchten 36 jungpaläolithischen Individuen sind 12 Ergebnisse für den vorliegenden Vergleich nutzbar. Sie datieren zwischen 34 ka und 21 ka vor heute und liegen im nördlichen Europa. Teilweise sind nur Ergebnisse für $\delta^{13}\text{C}$ vorhanden.

Tab. X- 3, Isotopensignaturen für AMH, Jungpaläolithikum (Richards 2009)

TABLE. 20.1. Table of bone collagen carbon and nitrogen isotope values for European Upper Paleolithic humans.

Site/individual	Country	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Age	Source
Duruthy	France	-19.4	n/a	ca. 11,150 BP	Hayden et al. 1987
Sandalja	Croatia	-20.8	13.0	11,025 ± 60 (KIA 23,489)	Richards et al. unpublished data
Cap Blanc	France	-18.8	n/a	ca. 12,000 BP	Hayden et al. 1987
Kendrick's	UK	-18.1	13.7	11,760 ± 90	Richards et al. 2005
Kendrick's	UK	-17.7	13.9	12,090 ± 90	Richards et al. 2005
Kendrick's	UK	-18.0	13.4	11,930 ± 90	Richards et al. 2005
Kendrick's	UK	-17.9	13.8	11,880 ± 90	Richards et al. 2005
Gough's Cave	UK	-18.6	8.0	11,820 ± 120	Richards et al. 2000
Gough's Cave	UK	-18.5	7.1	ca. 12 ka	Richards et al. 2000
Gough's Cave	UK	-18.6	6.5	12,300 ± 100	Richards et al. 2000
Gough's Cave	UK	-19.1	5.4	11,700 ± 100	Richards et al. 2000
Gough's Cave	UK	-19.2	6.2	11,480 ± 90	Richards et al. 2000
Sun Hole Cave	UK	-19.8	7.2	12,210 ± 160	Richards et al. 2000
La Madelaine	France	-20.0	n/a	ca. 13,000 BP	Hayden et al. 1987
Saint-Germain-la-Riviere	France	-19.2	10.2	15,780 ± 200 (GifA95456)	Drucker and Gambier 2005
Neuessing	Germany	-19.7	11.6	16,200 cal BC	Grupe et al. 2003
Abri Pataud	France	-20.4	n/a	ca. 18,000 BP	Hayden et al. 1987
Abri Pataud	France	-19.9	n/a	ca. 18,000 BP	Hayden et al. 1987
Abri Pataud	France	-20.3	n/a	ca. 18,000 BP	Hayden et al. 1987
Abri Pataud	France	-20.0	n/a	ca. 18,000 BP	Hayden et al. 1987
Kostenki 18	Russia	-19.1	13.1	21,020 ± 180 (OxA-7128)	Richards et al. 2001
Dolni Věstonice 35	Czech Rep.	-18.8	12.3	22,840 ± 200 (OxA-8292)	Richards et al. 2001
Arene Candide	Italy	-17.6	12.4	23,440 ± 190 BP (OxA-10700)	Pettitt et al. 2003
Brno-Francouzská 2	Czech Rep.	-19.0	12.3	23,680 ± 200 (OxA-8293)	Richards et al. 2001
Sunghir 3	Russia	-18.9	11.3	24,100 ± 240 (OxA-9038)	Richards et al. 2001
Sunghir 2	Russia	-19	11.2	23,830 ± 220 (OxA-9037)	Richards et al. 2001
Sunghir 1	Russia	-19.2	11.3	22,930 ± 200 (OxA-9036)	Richards et al. 2001
Eel Point	UK	-19.7	11.4	24,470 ± 110 BP (OxA-14164)	Schulting et al. 2005
La Rochette	France	-17.1	11.2	ca. 25 ka	Orschiedt 2002 and unpublished
Paviland 1	UK	-18.4	9.3	25,840 ± 280 (OxA-8025)	Richards et al. 2001
Cro-Magnon	France	-19.4	n/a	ca. 25-30,000 BP	Hayden et al. 1987
Cro-Magnon	France	-19.5	n/a	ca. 25-30,000 BP	Hayden et al. 1987
Cro-Magnon	France	-19.6	n/a	ca. 25-30,000 BP	Hayden et al. 1987
Cro-Magnon	France	-19.9	n/a	ca. 25-30,000 BP	Hayden et al. 1987
Kostenki 1	Russia	-18.2	15.3	32,600 ± 1100 (OxA-7073)	Richards et al. 2001
Oase	Romania	-18.8	14.2	34,950 + 990, -890 BP	Trinkaus et al. 2003 and unpublished

Obwohl normalerweise der Proteingehalt der Nahrung aus den Stickstoffwerten bestimmt wird, deutet Richards (2009) die Kohlenstoffwerte als Hinweis auf eine Ernährung beruhend auf marinen Ressourcen. Kohlenstoffsignaturen von -12 ‰ deuteten auf eine rein marine Ernährung hin, Kohlenstoffwerte von -20 ‰ würde eine Ernährung aus rein terrestrischen Ressourcen bedeuten, Werte von -16‰ würden auf eine Ernährung aus 50 % marinen und 50 % terrestrischen Ressourcen hinweisen. Die Daten für jungpaläolithische Individuen weisen daher auf eine überwiegend terrestrische Ernährung hin.

Die Werte für $\delta^{15}\text{N}$ übersteigen bei Neandertalern nie 11,6 ‰, während sie für die jungpaläolithischen Individuen leicht erhöht sind und für Kostenki 1 und Peștera cu Oase viel höher liegen (Hublin and Richards 2009).

Richards (2009) interpretiert die höheren Werte dahingehend, dass diese Individuen größere Mengen an Süßwasserressourcen konsumiert hätten. Beide Fundorte mit erhöhten $\delta^{15}\text{N}$ -Werten liegen nahe an denen von Frischwasservorkommen. Dies würde auf eine Erweiterung der „Diet breadth“ hindeuten, wie sie für den AMH ab dem Jungpaläolithikum angenommen wird.

Paviland 1 liegt dagegen unter den durchschnittlichen $\delta^{15}\text{N}$ -Werten, liegt unweit der Küste und wird von Richards nicht weiter interpretiert.

Bis 2015 lagen weitere Daten für gravettienzeitliche Individuen (Bocherens et al. 2015) und ihre Ökologie vor. Auch hier gibt es Fundorte mit erhöhten $\delta^{15}\text{N}$ -Werten.

Tab. X- 4, Isotopensignaturen für AMH, Gravettien

Site	Country	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Labcode	^{14}C B.P.	sd	Reference
Předmostí I	Czech Republic	-19.4	12.2				This paper
Brno-Francouzská 2	Czech Republic	-19	12.3	OxA-8293	23,680	±200	Pettitt and Trinkaus (2000), Richards et al. (2001)
Dolní Věstonice 35	Czech Republic	-18.8	12.3	OxA-8292	22,840	+990/-904	Richards et al. (2001)
Muerii 1	Romania	-19.3	12.3	OxA-15529	29,930	±170	Soficaru et al. (2006), Trinkaus et al. (2009)
Muerii 2	Romania	-19.1	12.4	OxA-16252	29,110	±190	Soficaru et al. (2006), Trinkaus et al. (2009)
Cioclovina 1	Romania	-19.6	12.7	OxA-15527	28,510	±170	Soficaru et al. (2007), Trinkaus et al. (2009)
Sungbir 3	Russia	-19.6	11	OxA-9038	24,100	±240	Dobrovolskaya et al. (2012)
Sungbir 2	Russia	-19	11.2	OxA-9037	23,830	±220	Richards et al. (2001)
Sungbir 1	Russia	-19.5	10.7	OxA-9036	22,930	±200	Dobrovolskaya et al. (2012)
Paviland 1	UK	-18.4	10.4	OxA-16412	28,870	±180	Jacobi and Higham (2008)
Paviland 1	UK	-18.4	9.3	OxA- 8025	25,840	±280	Richards et al. (2001)
Paviland 1	UK	-18.4	10.2	OxA-16413	29,490	±210	Jacobi and Higham (2008)
Eel Point 1	UK	-19.7	11.4	OxA-14164	24,470	±110	Schulting et al. (2005)
La Rochette 1	France	-17.1	11.2	OxA-11053	23,630	±130	Richards (2009)
Arene Candide IP	Italy	-17.6	12.4	OxA-10700	23,440	±190	Pettitt et al. (2003)

Für Předmostí I, Dolní Věstonice und Brno-Francouzská decken sie sich aber mit den archäozoologischen Daten, die auf eine intensive Nutzung von Mammut im Gravettien hindeuten (vgl. Tab. X-4).

2.4 Späte Neandertaler, 2016

Die Höhle Troisième Caverne von Goyet/Belgien bietet das reichlichste Vorkommen an Neandertalerüberresten in West-Europa und eine sehr diverse Fauna.

Neben den Neandertalerüberresten, die auf Isotope hin untersucht wurden, lag der Fokus dieser Arbeit auf der Rekonstruktion der Ökologie und der Nischenaufteilung einzelner Herbivoren und Carnivoren, die gleichzeitig mit den Neandertalern in diesem Gebiet gelebt haben.

Die unkalibrierten ^{14}C -Daten der Neandertalerüberreste datieren zwischen 36 590 + 300 – 270 BP und 41 200 + 500 – 410 BP. Die Faunendaten dieser Untersuchung liegen zwischen 25 000 und 40 000 Jahren vor heute. Es wurde also nicht die Fauna aus der gleichen Fundschicht wie die der Neandertaler untersucht.

Es wurden noch Vergleichsdaten für Neandertaler von Scladina und Spy erhoben.

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zu sehen.

Tab. X- 5, Isotopensignaturen Neandertaler, Goyet und Spy, (Wißing et al. 2016)

ID	Specimen	Dating ID	Date	%C _{coll}	%N _{coll}	C/N	δ ¹³ C	δ ¹⁵ N	Reference
Q53-4	Rt humerus diaphysis frag. (humerus III)	GrA-54022	39,870 + 400/-350	42.9	15.1	3.3	-19.0	11.7	Rougier et al. (in prep.); this study
Q55-1	Lt clavicle frag.	GrA-54257	37,860 + 350/-310	36.9	12.9	3.3	-19.2	11.3	Rougier et al. (in prep.); this study
Q55-4	Rt tibia diaphysis frag. (tibia IV)			39.6	14.0	3.3	-19.2	11.6	Rougier et al. (in prep.); this study
Q56-1	Rt femur diaphysis frag. (femur I)	GrA-46170	38,440 + 340/-300	45.4	15.5	3.4	-19.5	11.5	Rougier et al. (in prep.); this study
Q57-1	Lt tibia diaphysis frag. (tibia II)	GrA-46173	41,200 + 500/-410	46.0	16.8	3.2	-19.2	11.8	Rougier et al. (in prep.); this study
Q57-2	Rt femur diaphysis frag. (femur II)	GrA-54024	36,590 + 300/-270	42.7	15.0	3.3	-19.1	11.9	Rougier et al. (in prep.); this study
Q57-3	Rt tibia diaphysis frag. (tibia VI)	GrA-60019	38,260 + 350/-310	43.8	15.4	3.3	-19.6	11.2	Rougier et al. (in prep.); this study
Q305-4	Lt tibia diaphysis frag. (tibia I)	GrA-46176	40,690 + 480/-400	47.1	16.7	3.3	-19.4	10.7	Rougier et al. (in prep.); this study
Q305-7	Rt tibia diaphysis frag. (tibia III)			41.9	14.9	3.3	-19.0	11.3	Rougier et al. (in prep.); this study
Q374a-1	Rt tibia diaphysis frag. (tibia V)			43.1	15.2	3.3	-19.1	11.8	Rougier et al. (in prep.); this study
Q376-1	Hand prox. phalanx 2-4	GrA-46178	39,140 + 390/-340	46.7	17.0	3.2	-19.2	10.9	Rougier et al. (in prep.); this study
Q376-20	Rt humerus diaphysis frag. (humerus II)	GrA-60018	37,250 + 320/-280	39.8	14.0	3.3	-19.4	11.8	Rougier et al. (in prep.); this study
Spy 94a (Spy I)	Rt M3, maxilla frag. attached	GrA-32623	35,810 + 260/-240	43.7	15.2	3.4	-19.4	11.4	Bocherens et al. (2013)
Spy 430a (Spy II)	Rt hand middle phalanx 3	GrA-32630	33,940 + 220/-210	46.8	15.8	3.5	-20.3	10.8	Bocherens et al. (2013)

Wie man sieht, liegen die δ¹³C- und die δ¹⁵N-Werte für die Individuen von Goyet und Spy nahe beieinander. Die Stickstoffwerte übersteigen nie einen Wert von 11,9 ‰, sie liegen durchschnittlich bei 11,5 ‰.

Die herbivore Fauna von Spy liegt bei 1,6 ‰ bis 10,5 ‰ für Stickstoff und bei -21,3 ‰ bis -8,4 ‰ für Kohlenstoff.

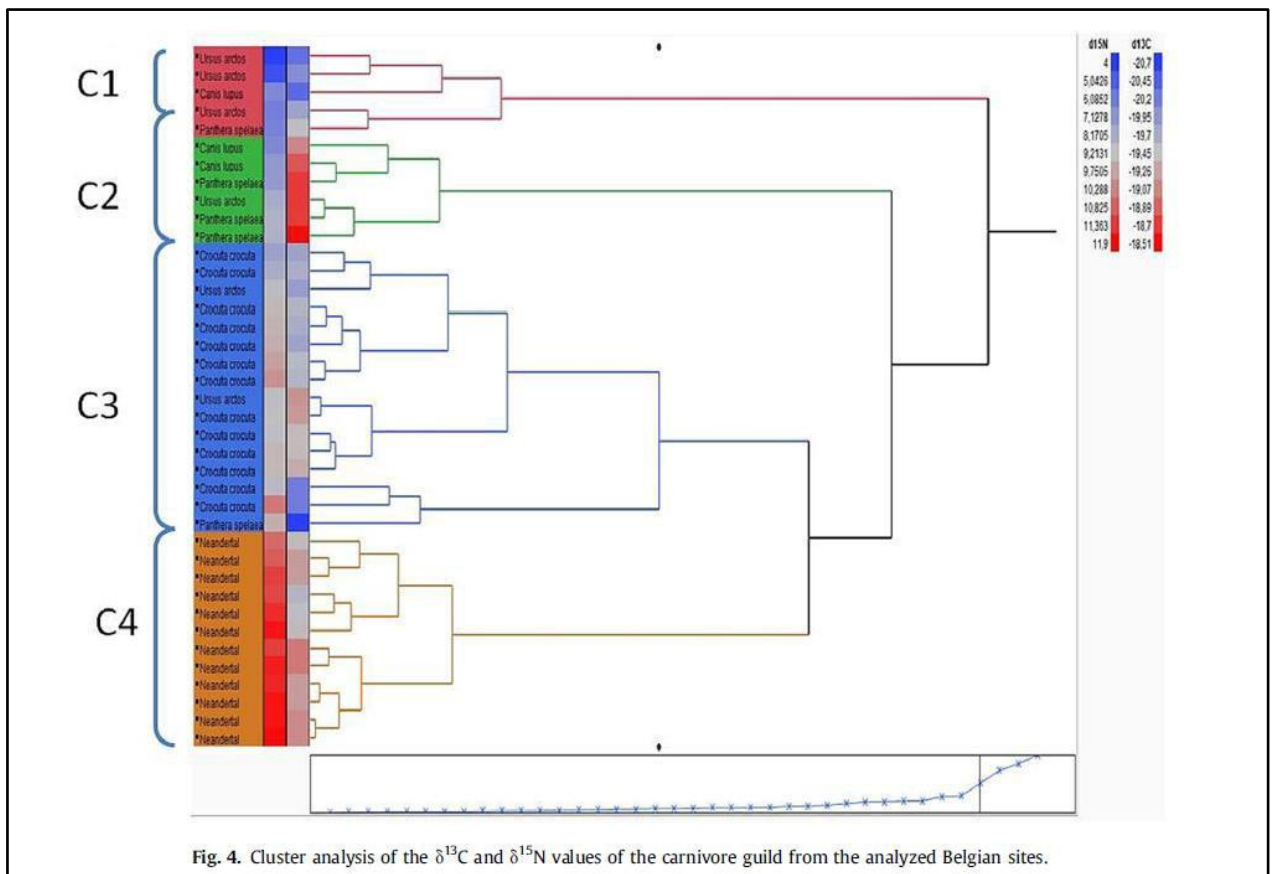


Abb. X- 2, Clusteranalyse, (Wißing et al. 2016)

Um unterschiedliche Muster der Isotopenwerte erkennen zu können, wurden die δ¹³C- und die δ¹⁵N-Werte geplottet und eine Clusteranalyse für die herbivoren und carnivoren Spezies durchgeführt. Sowohl Pflanzen als auch Beutetiere zeigen regelmäßige Muster der Isotope

innerhalb des Mammutsteppe Ökosystems. Dies zeigten Drucker und Mitarbeiter (2014). Solange kein ökologischer Stress auftritt, gibt es keine Veränderungen.

Bei den Herbivoren zeigte das Mammut immer die höchsten Werte für die Stickstoffisotope, aber relativ niedrige Werte für die Kohlenstoffisotope und keine Überlappung mit anderen Spezies. Warum die Werte beim Mammut von 3 – 5 ‰ für Stickstoffisotope die von Rentier und Pferden übersteigen, ist unklar. Es scheint sich um eine Ernährungsspezialisierung von *Mammutha* zu handeln.

Die Werte für Boviden, Wollnashörner und Pferde liegen im plot so nah beieinander, dass sie nicht unterscheidbar sind (Wißing et al. 2016).

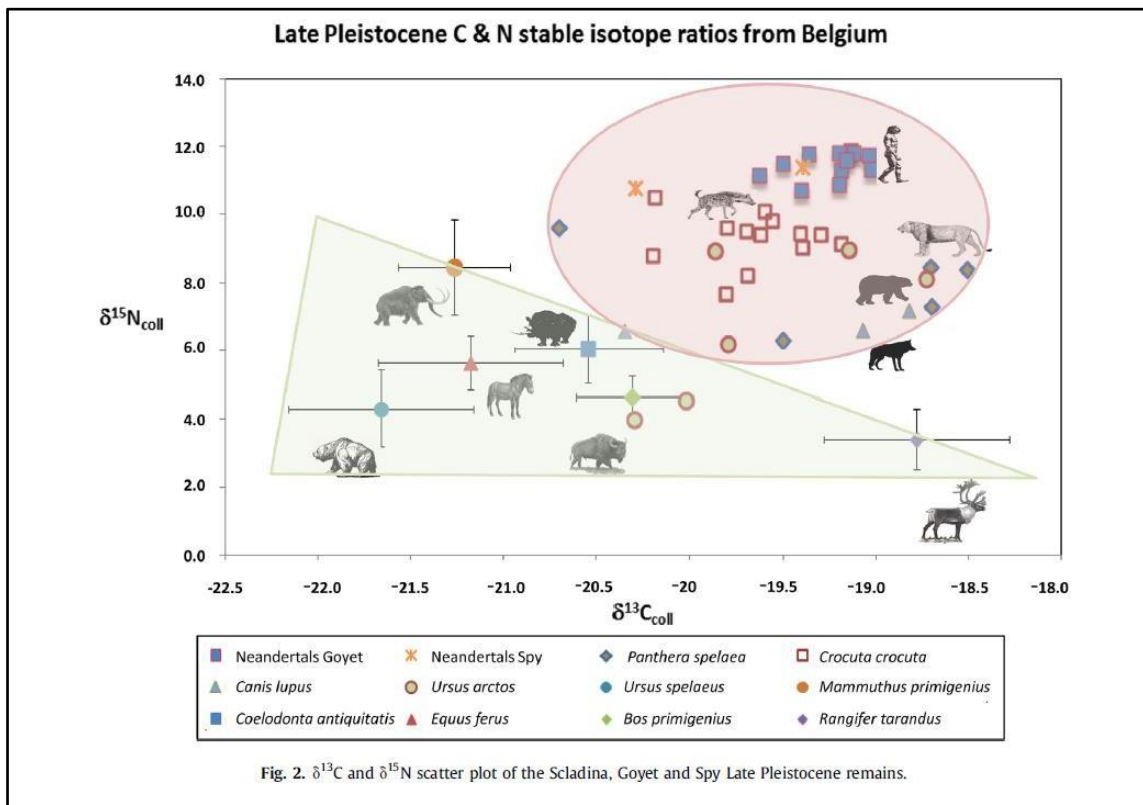


Abb. X- 3, Kohlenstoff- und Stickstoffisotopensignaturen von belgischen Fundorten (Wißing et al 2016)

Die Clusteranalysen von $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$ für jedes getestete Herbivorenindividuum zeigt deren Proteinressource an, hier nur die für Neandertaler.

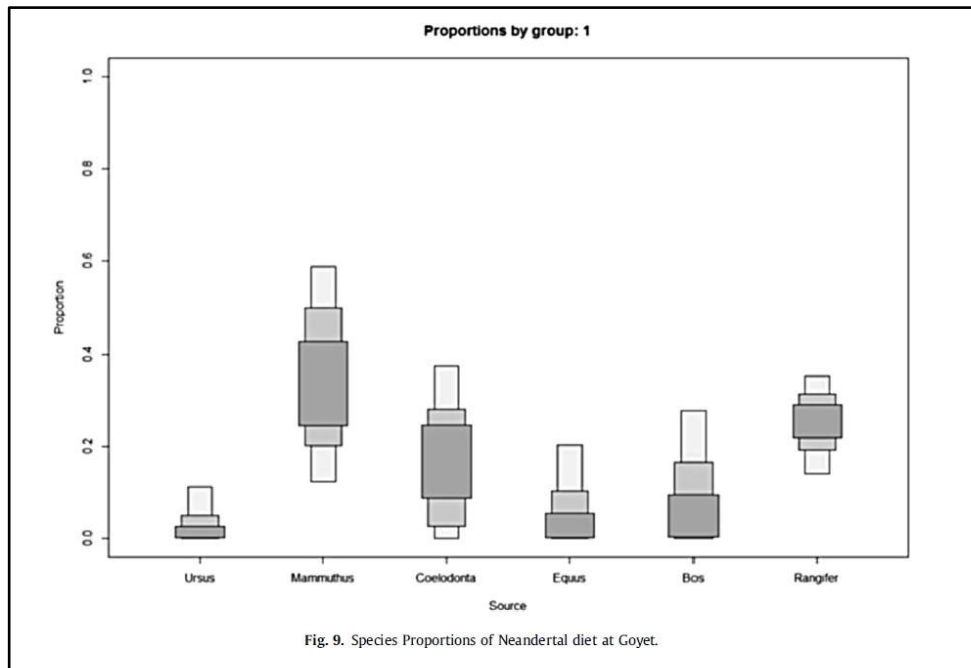


Abb. X- 4, Speziesproportionen in der Ernährung der Neandertaler von Goyet; (Wißing et al 2016)

Innerhalb der 5 gefundenen Cluster liegen die Neandertalerindividuen innerhalb des Carnivorenclusters. Dies deutet wieder auf den hohen Mammutkonsum der Neandertaler hin. Allerdings geben Wißing und Mitarbeiter (2016) zu bedenken, dass damit ein hoher Proteinkonsum aus Pflanzen nicht ausgeschlossen ist.

Das Individuum von Spy bezog sein Protein zu gleichen Teilen aus Mammut, Wollnashorn, Pferden und Boviden und zu 10 % aus Rentier. Höhlenbär spielte keine Rolle.

Für die beiden Individuen von Goyet liegt die höchste Wahrscheinlichkeit bei 30 – 40 % für Mammut, gefolgt von Wollnashorn mit 25 % und Rentier mit 15 %. Pferd und Boviden liegen unter 10 % (Wißing et al. 2016).

Rund zwanzig Jahre waren vergangen seit den ersten Isotopenuntersuchungen von Neandertalern. Die ersten Ergebnisse, die Mammut als Hauptbeute der Neandertaler anzeigten, wurden mit Skepsis aufgenommen. Diese Ergebnisse haben sich im Laufe der Zeit gefestigt.

Andere Interpretationen der Ergebnisse für die hohen $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von Neandertalern sind: der Verzehr junger Tiere, Fischverzehr, Stillen über das übliche Alter hinaus, Pilzverzehr, Verzehr von fermentiertem Fleisch, Verzehr von gekochtem Fleisch (Jaouen et al. 2019).

2.5 Weitere Daten für den AMH

Neue Daten für AMH aus Lommersum und der Ziegelleigrube Coenen wurden 2019 publiziert und mit 18 Daten von Neandertalern verglichen.

Für die AMH liegen die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte bei $-19,1 \text{ ‰}$ und $-18,8 \text{ ‰}$. Die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte liegen bei $10,9 \text{ ‰}$ und $11,4 \text{ ‰}$. Damit liegen die beiden AMH Individuen im Bereich der Neandertaler.

Tab. X- 6, Isotopensignaturen, AMH, Goyet, (Wißing et al. 2019)

ID	Species	Lab#	^{14}C age (BP)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{34}\text{S}$	Reference for ^{14}C	Reference for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$
Site: Goyet								
Q116-1	<i>Homo sapiens</i>	GrA-46175	30,880 + 170, -160	-19.1	10.9	8.6	²⁸	*
Q376-3	<i>Homo sapiens</i>	GrA-60034	29,370 + 180, -170	-18.8	11.4	4.4	²⁸	*

In der Clusteranalyse, welche die Fauna der Fundplätze miteinbezieht, gruppieren sich AMH und Neandertaler klar in einem Cluster, was belegt, dass die beiden Menschenarten mehr gleiche Proteinressourcen konsumierten als Carnivoren oder Omnivoren.

Beide Hominidenarten besaßen die gleiche Ernährung, die auf terrestrischen Herbivoren, hauptsächlich Mammuta, beruhte. Gleichzeitig gibt es keine Hinweise darauf, dass sie aquatische Ressourcen konsumierten, wie es die Studien von Richards (2009) vermuten ließen, da er höhere $\delta^{15}\text{N}$ -Werte gefunden hatte.

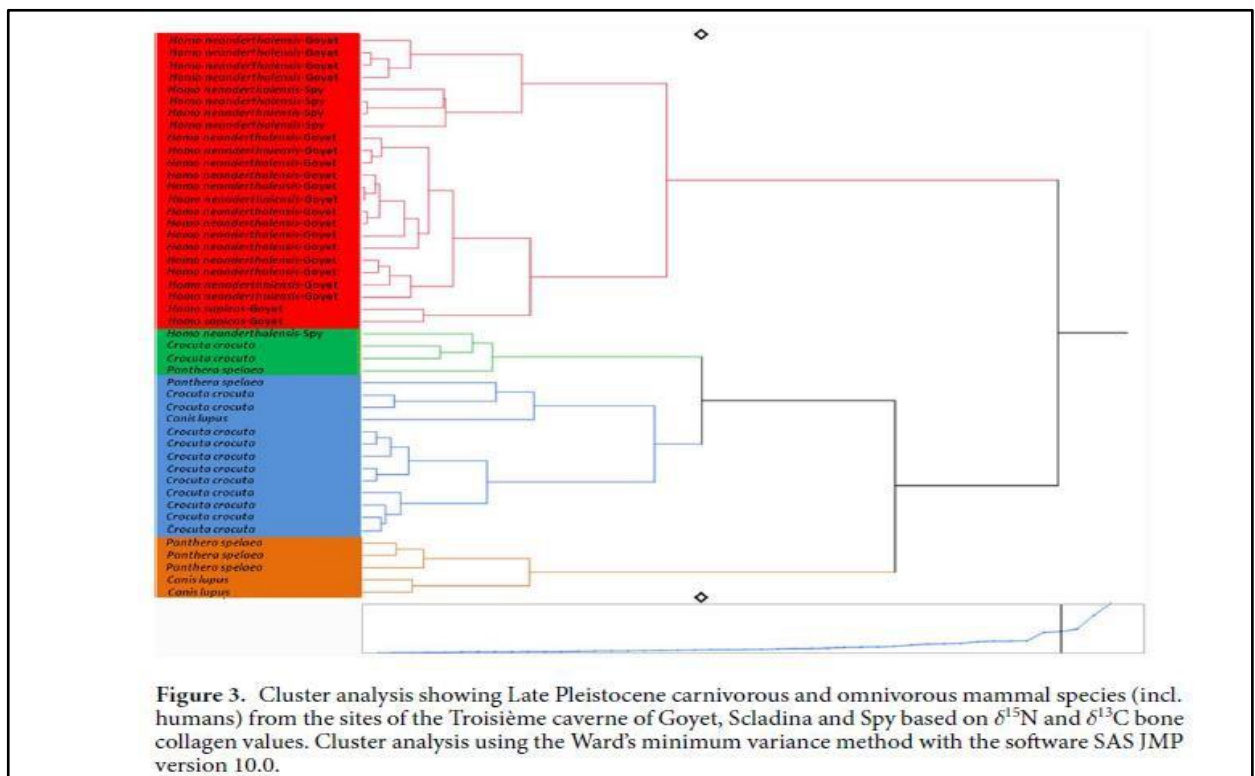


Figure 3. Cluster analysis showing Late Pleistocene carnivorous and omnivorous mammal species (incl. humans) from the sites of the Troisième caverne of Goyet, Scladina and Spy based on $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ bone collagen values. Cluster analysis using the Ward's minimum variance method with the software SAS JMP version 10.0.

Abb. X- 5, Clusteranalysen carnivorer und omnivorer Säugetierspezies von belgischen Fundorten, (Wißing et al 2019)

Dies bedeutet weiterhin, dass die beiden Hominidenarten die gleiche ökologische Nische besetzten. Beide Ergebnisse schließen aber nicht aus, dass sie unterschiedliche Jagdmethoden nutzten.

Dies ist ein bedeutendes Ergebnis, da es belegt, dass es keine Ernährungsunterschiede zwischen den beiden Hominidenarten gibt. Dies stimmt überein mit den Ergebnissen aus Kapitel VII. Viele Autoren hatten eine Erweiterung der „Diet breadth“ des AMH gegenüber dem Neandertaler postuliert. Alle die genannten Ergebnisse wurden weltweit diskutiert, kritisiert und blieben nicht unwidersprochen (LEE-THORP 2008)

3 Die Wende, 2016?: eine neue Methode zur Detektion von Pflanzennahrung (Naito et al. 2016)

Die Tatsache, dass eine rein auf Fleisch – gleich welcher Herkunft – basierende Ernährung für einen Menschen nicht möglich ist, neue Ergebnisse von Dental microwear und Dental calculus, die auf Pflanzennahrung bei Neandertalern hindeuteten, beflügelten die Forschung.

Es ist mittlerweile möglich, die Stickstoffisotopensignaturen einzelner Aminosäuren zu untersuchen. Diese Methode ermöglicht es, die trophische Position (TP = trophic position) eines Tieres zu bestimmen. Dabei gilt:

- TP 1 = primary producer, Pflanzen
- TP 2 = primary consumer, Herbivoren
- TP 3 = secondary consumer, Carnivoren, Omnivoren

Die Methode basiert auf der Tatsache, dass $\delta^{15}\text{N}$ von Phenylalanin ($\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$) zwischen Beute und Konsument eine sehr schmale Verschiebung erfährt von $0,4 \pm 0,4 \text{ ‰}$ und $\delta^{15}\text{N}$ von Glutaminsäure ($\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}}$) dagegen eine sehr große Verschiebung von $8 \pm 1,1 \text{ ‰}$ zwischen Beute und Konsument erfährt.

Bedeutend ist dabei der Umstand, dass Phenylalanin die Stickstoffquelle eines Ökosystems reflektiert, also die des Primärproduzenten, das sind in den meisten Ökosystemen Pflanzen.

Mit nachfolgender Gleichung kann die trophische Position eines Tieres/Menschen im Ökosystem berechnet werden.

$$TP = (\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}} - \beta) / 7,6 + 1$$

β -Wert für terrestrische Pflanzen = $-8,4 \text{ ‰}$

β -Wert für aquatische Pflanzen und Algen = +3,4 ‰

Die Mechanismen, die den β -Wert bestimmen, sind nicht vollständig verstanden.

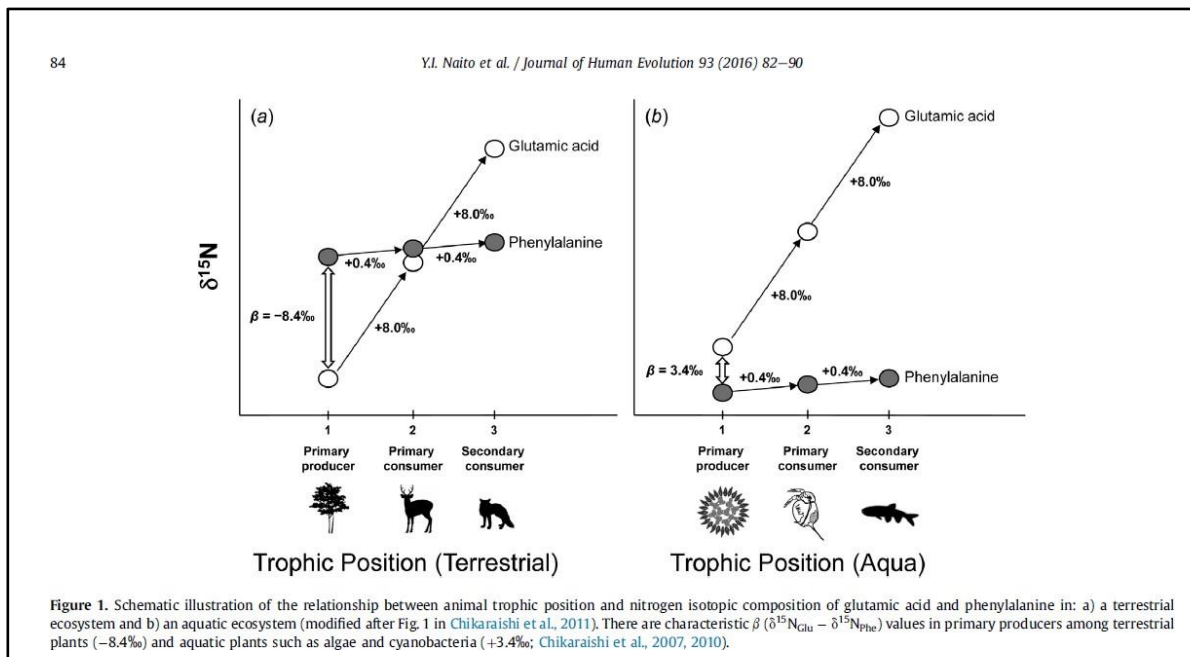


Abb. X- 6, Illustration des Verhältnisses zwischen der trophischen Position und der Stickstoff Isotopenzusammensetzung von Glutaminsäure und Phenylalanin, a) terrestrisches Ökosystem, b) aquatisches Ökosystem, (Naito et al. 2016)

Mit dieser Methode wurden die beiden 1886 gefundenen Neandertalerüberreste von Spy untersucht.

Tab. X- 7, Stickstoffisotopensignaturen, für Glutaminsäure und Phenylalanin und Trophic Level, (Naito et al. 2016).

	$\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}}$	$\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$	TP
Spy 1	16,5	11,0	2,8
Spy 2	13,1	8,3	2,7
Spy 2	12,2	6,8	2,8

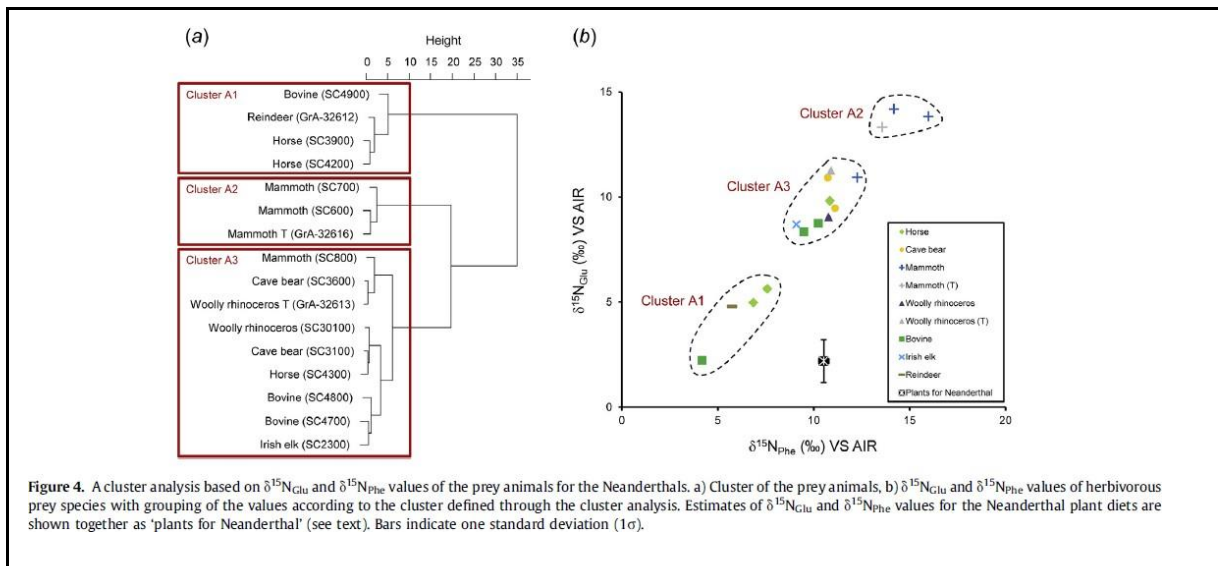


Abb. X- 7, Clusteranalyse basierend auf den $\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}}$ und $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ Werten für die Beutetiere der Neandertaler, (Naito et al 2016)

Die Fauna wurde ebenfalls untersucht und in die drei Cluster der Trophic Position eingeteilt A1= niedrig, A2= medium und A3= hohe Werte für $\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}}$ und $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$.

Bisher wurde angenommen, dass die hohen $\delta^{15}\text{N}$ -Werte des Kollagens bei Neandertalern bedingt sind durch die Nahrung, die überwiegend aus Mammuta stammt, denn Mammuta hatten verglichen mit der gleichzeitigen Fauna ebenfalls die höchsten $\delta^{15}\text{N}$ -Werte.

Die nun erfolgte Untersuchung der Aminosäureisotope ergab ein anderes Ergebnis. Die $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ Werte der beiden Neandertalerindividuen zeigten weit niedrigere Werte als die Mammuta, was bedeutet, dass sie den Stickstoff von Nahrung/Beute mit ähnlich niedrigen $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ erhielten. Die $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ zeigten sich auch niedriger als die von mesolithischen Fundorten in Frankreich, an denen Süßwasserfische konsumiert wurden. Dies heißt, dass auch aquatische Ressourcen nicht für die Werte verantwortlich sein konnten.

Die Unterschiede der $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ der beiden Individuen berechnet mit dem SIAR Mixing model, ergibt für das eine Individuum einen gleichmäßigen Konsum von sieben verschiedenen Beutetieren und für das andere Individuum, dass es eher Boviden, sowie Pferd und Rentiere verzehrt hat.

Eine wichtige Auswirkung dieser Berechnungen ist aber auch, dass bis zu 20 % des Nahrungsproteins der Spy Neandertaler aus PFLANZEN bestehen könnte. (Naito et al. 2016).

Abschließende Bemerkung:

Damit war das Rätsel um den hauptsächlichsten Konsum von Megaherbivoren durch Neandertaler gelöst.

Der von mir unter Kap. IV, 3.2 und Kap. XIII, 1 postulierte Mindestbedarf an kohlenhydratreicher = pflanzlicher Nahrung hat damit auch seine Bestätigung gefunden. Vor allem

aber wurde so gezeigt, dass es zwischen den späten Neandertalern und dem AMH keine Unterschiede in der Ernährung gibt.

Diese Ergebnisse bilden die Überleitung zum nächsten Großkapitel: Die pflanzliche Nahrung der Hominiden in der OIS 3 im nördlichen Europa.

Kapitel XI: Rekonstruktion der Pflanzenökotope während der OIS 3

1 Einleitung

Dass es neben der Nahrung tierischer Herkunft auch pflanzliche Nahrung in der Kost der Hominiden der OIS 3 gegeben haben muss, zeigt sich in den bisherigen Ergebnissen (vgl. Kap. VI, VII, VIII, IX), die Kohlenhydrate vermissen lassen. Kohlenhydrate sind aber der Hauptnährstoff, den Pflanzen zur Verfügung stellen. Ebenfalls noch zu eruieren wären diejenigen Mikronährstoffe, die in Fleisch, Innereien und Knochenmark nur unzureichend oder gar nicht vorkommen: Vitamin C, E, D, K, Folsäure, Calcium, Jod, Fluorid, teilweise essentielle Fettsäuren.

Pflanzliche Hinterlassenschaften sind in der Archäologie ausgesprochen rar, und man muss einige Umwege gehen, um sie eindeutig erkennen zu können. Hier wird die Pflanzenbasis noch eingeschränkt dadurch, dass nur ein bestimmter geografisch weit nördlich gelegener Raum und ein ausgesprochen kühler Zeitabschnitt gewählt wurden.

Die Archäologie nutzt im Wesentlichen drei Methoden, um Aufschluss über die Vegetation vergangener Zeiten zu erhalten. Pollenanalysen und Makropflanzenreste – sowie Phytolithenanalysen. Diese dienen dabei in erster Linie dazu, die Umwelt zu rekonstruieren.

Für Pflanzen als Nahrung kamen in den letzten Jahrzehnten weitere Analysemethoden hinzu: Untersuchung der Nahrungsüberreste, die im „Dental calculus“ verstorbener Individuen zu finden sind, Abriebspuren auf Zähnen, die Rückschlüsse auf Nahrung zulassen, DNA-Analysen von archäologischen Sedimenten, um Pflanzen nachzuweisen, Gebrauchsspuren- und Rückstandsanalysen auf Steinwerkzeugen.

Keine der genannten Methoden hat aber das Potential, Aussagen über die Menge vermutlich verzehrter Pflanzen zu machen. Dies ist aber die Voraussetzung dafür, abschätzen zu können, ob die Hominiden der OIS 3 eine bedarfsdeckende, ausreichende oder nur unzureichende Ernährungsweise hatten. Daher versuche ich, mich der Thematik unter Einbeziehung aller derzeit zur Verfügung stehenden naturwissenschaftlichen Methoden zu nähern und auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse für die tierische Nahrung die pflanzliche Kost mengenmäßig abzuschätzen.

2 Die Pflanzen der OIS 3

2.1 Grundlage: Pollenanalysen

Pollen werden von Pflanzen (Angiospermen oder Gymnospermen) für die Fortpflanzung produziert. Sie sind maximal 100 µm groß, liegen aber im Mittel zwischen µm 25 – 35 µm. Sporophyten werden von niedrigeren Pflanzen (Cryptogamen und Pteridophyta) gebildet und dienen ebenfalls der Fortpflanzung. Die äußere Schicht von Pollenkörnern ist sehr resistent, um sie vor Austrocknung und mikrobiellen Angriffen zu schützen. Dieser Umstand führt dazu, dass Pollen sich in Sedimenten erhalten.

Pollen werden durch Wind, Wasser, Insekten, Vögel und höhere Tiere verbreitet. Die Pflanzen, die ihre Pollen durch Wind verbreiten, produzieren mehr Pollen als Pflanzen, die sich auf Tiere zur Verbreitung stützen. Starke Pollenproduzenten sind Graminoides (Gräser, Seggen, Schilfgras) und Beifußgewächse (Artemisia). Dies verfälscht die Analysen zugunsten dieser Pflanzen und zu Ungunsten der Pflanzen, die weniger Pollen produzieren, wie Krautpflanzen.

Gute Erhaltungsbedingungen haben Pollen und Sporen in Seesedimenten, Mooren und Torfen (acidische Umgebung), in Sedimenten und in Meeressedimenten immer dann, wenn eine sauerstofffreie Umgebung gewährleistet war. Lange und hochauflösende Pollensequenzen gibt es daher nur unter den o.g. Voraussetzungen. Diese Fundorte sind selten identisch mit archäologischen Fundplätzen und schlecht datiert (Lowe and Walker 1997).

Sedimente aus Höhlen bieten eine gute Pollenerhaltung, weil diese meist eine gleichbleibende Feuchtigkeit und Temperatur aufweisen. Große Unterschiede in der Erhaltung gibt es dort aber zwischen den verschiedenen Pollenarten. Bei Pollen aus Höhlensedimenten ist es stets schwierig, zu entscheiden, woher der Eintrag stammt. Neben dem Wind können Tiere und Menschen Pollen eintragen, oder sie können mit Kot sowie Sickerwasser in die Höhle gelangen. Die Erhaltung der Pollen im Sediment ist besser bei phosphathaltigen Böden, wie sie durch Fäkalien oder Knochen entstehen können (Knipping 2019).

An archäologischen Fundplätzen werden Proben von stratifizierten Sedimenten genommen und anschließend die Anzahl und Art der Pollen unter dem Mikroskop untersucht. Wenn es möglich ist, eine Reihe von Proben aus unterschiedlichen archäologischen Horizonten zu entnehmen, dann kann man Aussagen über die Veränderungen der Vegetation über einen bestimmten Zeitraum machen. Die Ergebnisse werden in Pollendiagrammen dargestellt.

Da sich durch Wind verbreitende Pollen insgesamt mehr gebildet werden als solche von Pflanzen, die sich auf andere Verbreitungswege stützen, werden die zuerst genannten häufiger in Pollendiagrammen erscheinen, was zu einer Verzerrung des tatsächlichen Vorkommens der in der Vergangenheit vorhandenen Pollen führt (Coles et al. 1989).

Umweltbedingungen, Blühdauer von Pflanzen, Wind- und Wetterverhältnisse und die Topographie des Terrains beeinflussen die Ablagerung von Pollen, so dass nicht davon

ausgegangen werden kann, dass die Gesamtheit der am Fundort erhobenen Daten mit den tatsächlichen Bedingungen zum Zeitpunkt der Ablagerung wiedergegeben wird (Coles et al. 1989).

Wie bereits erwähnt, haben Pollendiagramme allein keine große Aussagekraft hinsichtlich der Ernährung von prähistorischen Gesellschaften. Der Grund dafür ist, dass die verschiedenen Pflanzengruppen in unterschiedlicher Stärke Pollen produzieren und sie in unterschiedlicher Weise mit der Umgebung austauschen (Coles et al. 1989).

Baum- und Gräserpollen sind daher in Pollendiagrammen am häufigsten vertreten, weil ihre Produktion sehr hoch ist. Daher kann man aus Pollendiagrammen zwar deren Vorhandensein nachweisen und mittels ethnobotanischer Vergleiche deren eventuellen Konsum durch Menschen rekonstruieren, aber andere ebenfalls vorhandene Pflanzen mit geringem Pollenoutput werden dabei zwangsläufig übersehen (Jacomet 1999).

Pollenanalysen allein sind Hinweisgeber darauf, was in der Vergangenheit an Pflanzenspezies vorkam, sind aber nur bedingt nutzbar zur Ernährungsrekonstruktion.

Das Stage 3 Projekt stützt sich auf Pollenanalysen zur Rekonstruktion der eiszeitlichen Umwelt.

2.2 Die Mammut Steppe

1990 erschien die Monografie von Guthrie: „Frozen fauna of the mammoth steppe: The story of Blue Babe“, in der er den Begriff der „Mammutsteppe“ prägte für ein eiszeitliches Habitat in nördlichen Breiten. Für seine Forschungen bezog er sich auf das Gebiet Fairbanks/Alaska und fragte sich, warum die eiszeitlichen Tiere dort nicht mehr leben, und in welcher Weise sich die Umwelt dort seit der Eiszeit verändert hatte. Sein Fokus gehörte dabei den Umweltbedingungen, wie Niederschläge, Temperaturen, Trockenheit und der Huftierfauna (Guthrie 1990: 202-208).

Pflanzen werden nur eher randständig erwähnt und in erster Linie als Tierfutter angesprochen. Er geht kurz darauf ein, dass viele der vorkommenden Pflanzen toxisch für die Tiere seien (Guthrie 1990: 202). Als dominante Pflanzenarten bezeichnet er Gräser, die über einen Stärkeanteil und in ihren Keimlingen über Fette und Kohlenhydrate verfügten (Guthrie 1990: 207). Daneben sei die Mammutsteppe reich an Salbei- und Beifußgewächsen gewesen.

Guthrie hält die Pflanzen der Mammutsteppe für sehr mineralstoffreich, denn bei der Durchsicht von eiszeitlichem Knochen- und Geweihmaterial sei ihm keinerlei Herbivorenverbiss aufgefallen, wie es für die derzeitige Fauna von Fairbanks üblich sei. Diese würden Geweihe und Knochen anderer Herbivoren regelmäßig benagen, weil sie unter einem Mineralstoffmangel leiden würden. Die Mammutsteppeflora sei daher sehr produktiv gewesen (Guthrie 1990: 215-219).

Diese Publikation wurde zur Grundlage bei der Erforschung von Klima und Vegetation vergangener Epochen.

2.3 Die Vegetation nach dem Stage 3 Projekt

Während es für viele Gebiete in Nord- und Südamerika, Asien und sogar für die äquatorialen Gebiete Daten zur Vegetation während der OIS 3 gibt, sind die Daten für Europa, insbesondere für das nördliche Europa, sehr dünn. Einige der wenigen, die sich der Thematik angenommen haben, war das Stage 3 Projekt.

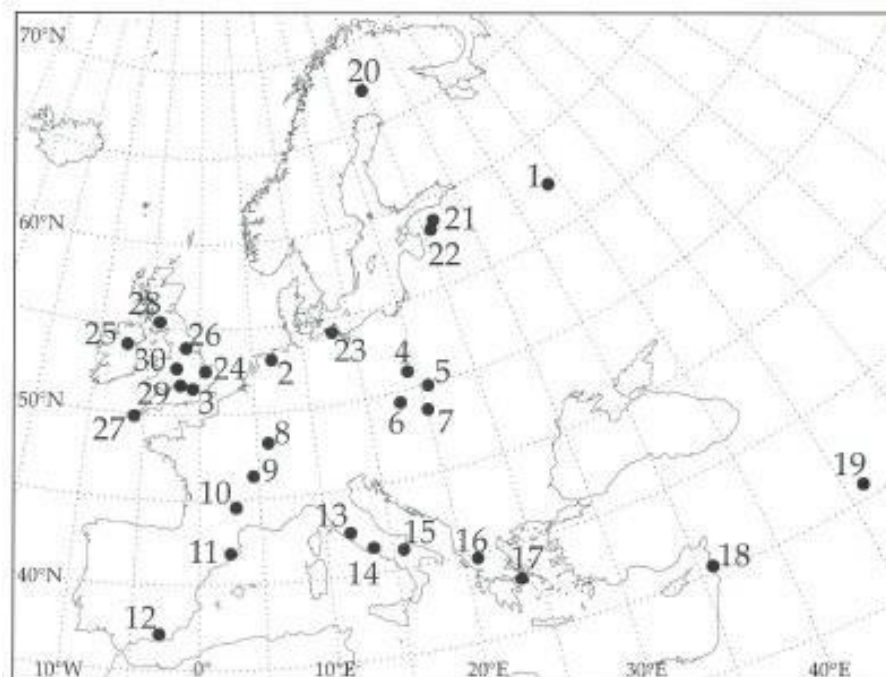


Figure 6.3. Locations of sites from which palynological data were compiled. Numbers indicate sites as follows: 1) Nero (Aleshinskaya & Gunova 1976); 2) Hengelo (Ran et al. 1990); 3) Isleworth + Ismaili Centre (Coope et al. 1997; Kerney et al. 1983); 4) Wola Grzymalina (Krzyszowski et al. 1993); 5) Sadowie (Srodon 1987); 6) Piersiec (Niedzialkowska & Szczepanek 1994); 7) Dobra (Srodon 1968); 8) La Grande Pile (de Beaulieu & Reille 1992b); 9) Les Echets (de Beaulieu & Reille 1984); 10) Lac du Bouchet (Reille & de Beaulieu 1990); 11) Banyoles (Perez-Obiol & Julia 1994); 12) Padul (Pons & Reille 1988); 13) Lagaccione (Follieri et al. 1998); 14) Valle di Castiglione (Follieri et al. 1988); 15) Lago Grande di Monticchio (Allen et al. 2000); 16) Ioannina (P.C. Tzedakis unpublished); 17) Kopais (Tzedakis 1999); 18) Ghab (Niklewski & van Zeist 1970); 19) Zeribar (van Zeist & Bottema 1977); 20) Sokli (Helmens et al. 2000); 21) Tõravere (Liivrand 1990); 22) Valguta (Liivrand 1991); 23) Sassnitz-Stubbenkammer (K. Erd pers. comm. 1999); 24) Beetley (Phillips 1976; West 1991); 25) Derryvree (Colhoun et al. 1972); 26) Oxbow (Gaunt et al. 1970); 27) Porth Seal, Isles of Silly (Scourse 1991); 28) Sourlie (Jardine et al. 1988); 29) Stanton Harcourt (Seddon 1985); 30) Upton Warren (Coope 1961). (For details of samples see Huntley et al. 2003, table 2.)

Abb. XI- 1, Karte der Pollenfunde, die für das Stage 3 Projekt genutzt wurden, (Huntley and Allen 2003)

Es wurden die bis Ende der 1990er Jahre bekannten Pollensequenzen aus verschiedenen Teilen Europas genutzt, um die Vegetation zu rekonstruieren.

Ein Problem, das sich ergibt, ist die Tatsache, dass Pollensequenzen häufig schlecht datiert sind, besonders wenn es sich um alte Daten handelt.

Die Unsicherheiten in der Datierung machen es daher schwer, das Klima und damit die Vegetation mit den kurzfristigen Klimaänderungen, wie Heinrich-Events oder Dansgaard-Öschger-Events, in Verbindung zu bringen.

2.4 Von Pollentaxa zur Biomisation

Die im Stage 3 Projekt genutzte Methodik der Rekonstruktion der Vegetation während der OIS 3 geht zurück auf Prentice und Kollegen (1992; 1996). Sie basiert auf der Annahme, dass es möglich ist, von Pollentaxa auf sogenannte „Plant functional types (PFT)“ zu schließen, die wiederum die Grundlage für die Biomisation bilden.

Alle Biomisationsmodelle nutzen als Grundlage sogenannte Plant functional types (PFT oder pft). Unter Plant functional types versteht man breite Klassen von Pflanzen, die definiert sind nach:

- Gestalt, z.B. Baum oder Strauch,
- Blattform,
- Phänologie, z.B. immergrün, sommergrün, laubabwerfend und
- klimatischer Adaptation.

Biom Modelle weisen PFT bestimmte Charakteristika zu. Auf die PFT wirken die Umweltbedingungen. Durch die Umweltbedingungen wird eine Auslese vorgenommen unter denen

- a) die PFT diese überleben, wachsen und sich reproduzieren können und
- b) unter denen die PFT die Biome dominieren können.

2.4.1 Beschreibung der Methodik

Schritt 1: Jedes Pflanzentaxon wird einem PFT zugewiesen auf der Basis der bekannten Biologie aller Spezies, die dieser einschließt. Taxa können mehreren PFT zugewiesen werden, entweder weil sie verschiedene Spezies einschließen mit unterschiedlicher Biologie oder weil sie mehrere Spezies umfassen, die sich an verschiedene Habitats oder unterschiedliche Umgebungen anpassen können.

Schritt 2: Die Zuweisungen zu einem PFT werden so weit wie möglich überprüft, durch Vergleich der derzeitigen Verbreitung mit dem, was aus bioklimatischen Gründen zu erwarten wäre.

Das Prinzip hinter dieser Überprüfung ist, dass jeder PFT ein charakteristisches bioklimatisches Verbreitungsgebiet hat, das durch seine jeweilige Umwelt begrenzt wird. Einzelne

Taxa können auch nur Teile der bioklimatischen Region der PFT besiedeln, aber sie sind nicht weit außerhalb dieses Raumes zu erwarten.

Wenn nach dieser Überprüfung Unstimmigkeiten gefunden werden, dann muss das korrigiert werden. Dazu mag es notwendig sein, PFT zu unterteilen oder neue PFT zu definieren.

Schritt 3: Das Ergebnis ist eine Liste von PFT, die anzeigt, welche Taxa in jedem PFT enthalten sind, also eine Matrix von PFT \times Taxon.

Schritt 4: Die „effektive bioklimatische Reichweite“ (ebr) eines PFT sind die bioklimatischen Grenzen, innerhalb derer er als dominierender Typ vorkommt.

Ein PFT wird als charakteristisch für ein Biom betrachtet, wenn sein ebr teilweise oder ganz in das Gebiet fällt, welches von diesem Biom besetzt wird. Dies führt zu einer Biom \times PFT - Matrix, d.h. einer Liste, die angibt, welche PFT für das jeweilige Biom charakteristisch sind.

Schritt 5: Die Ergebnisse von Schritt 1 – 3 und Schritt 4 werden kombiniert, um eine Biom \times Taxon Matrix zu erstellen, die angibt, welche Pollentaxa in jedem Biom vorkommen können. Die Einträge in diese Matrix sind 1, wenn das Taxon vorkommt, und 0, wenn es nicht vorkommt.

Schritt 6: Die Zugehörigkeitsscores werden für alle Pollentaxa berechnet mit Hilfe der Matrix, dem prozentualen Vorkommen der jeweiligen Pollenarten und bestimmter Schwellenwerte, mit denen sie auftreten.

Hierbei ist es wichtig, zu beachten, dass das Überschreiten dieses Schwellenwertes nicht automatisch das Vorhandensein bedeutet (wie dies in der Booleschen Logik der Fall wäre), sondern solchen Prozentwerten nur erlaubt, zum Gewicht der Information beizutragen, welche das Vorhandensein in dem einen oder anderen Biom nahelegen (eine typische Anwendung der Fuzzy Methoden).

Abschließender Schritt: Zuordnung der Pollenprobe zu dem Biom mit der größten Affinität.

(Prentice et al. 1992; Prentice et al. 1996).

2.4.2 Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind:

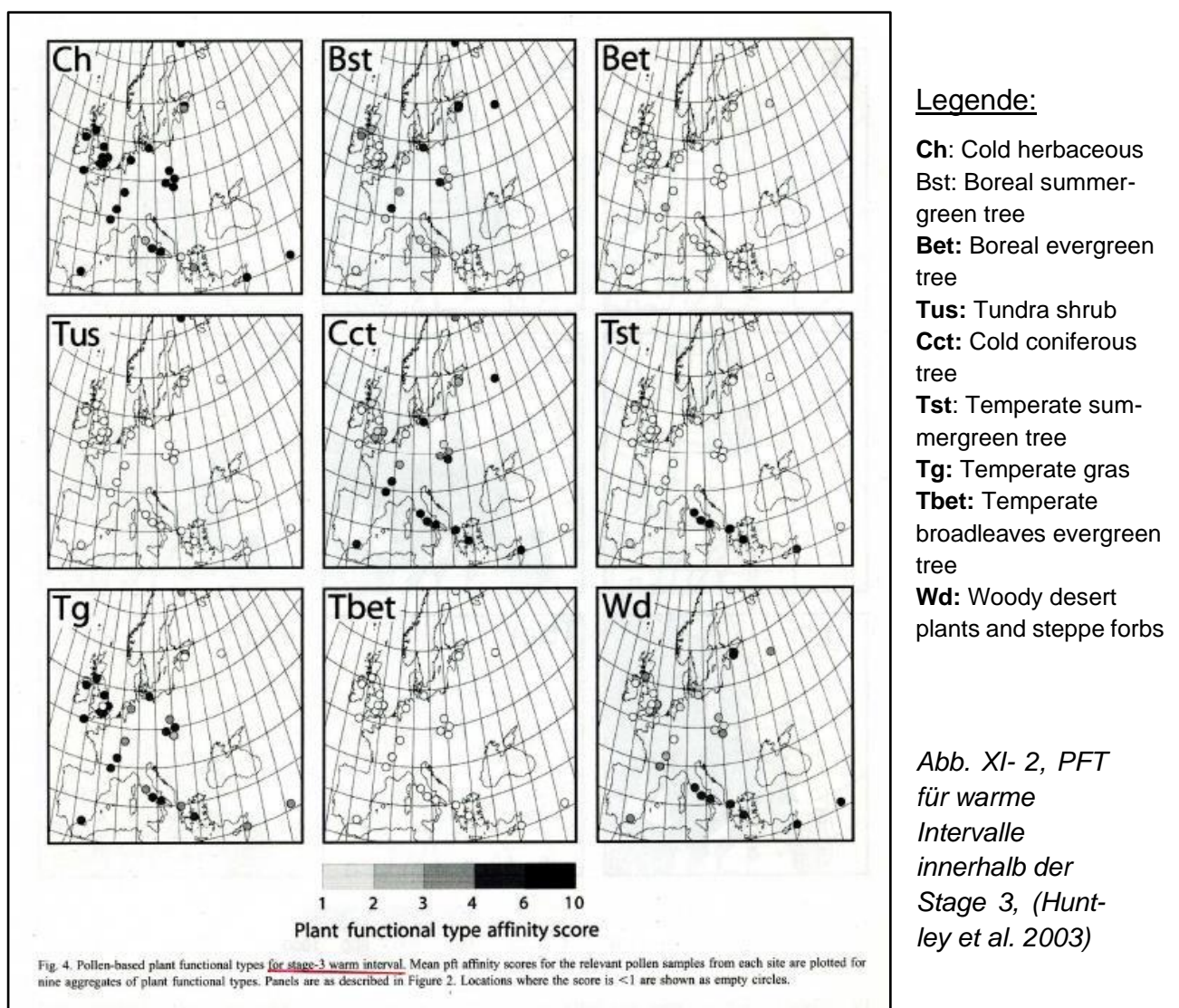
- Robustheit gegenüber menschlichen Eingriffen in die Vegetation (was für die OIS 3 keine Rolle spielen dürfte).
- Eine Möglichkeit, Kombinationen von Pollentypen zu interpretieren, die heute nicht analog vorhanden sind.
- Die Methode verlangt wenig primäre Information und kann deshalb auch in Gebieten verwendet werden, zu denen nur wenige Pollendaten vorliegen.

2.5 Ergebnisse der Biomisation des Stage 3 Projektes

Aus den Pollendaten der o.g. Fundplätze wurden Biome rekonstruiert mit ihren jeweiligen PFT. Die Auswertung für die pollenbasierten PFT wurden in 9 Kategorien erfasst, wie sie anschließend für die Modellsimulation genutzt wurden. Diese wurden in Landkarten dargestellt für warme und für kalte Phasen. Diese 9 Kategorien (vgl. Tab. XI-1) kommen in Nord-, Süd-, Mittel- und Osteuropa vor, aber in unterschiedlicher Ausprägung (vgl. Abb.XI-2 und XI-3).

2.5.1 Ergebnisse

PFT für warme Intervalle innerhalb der Stage 3



PFTs für kalte Intervalle innerhalb der Stage 3

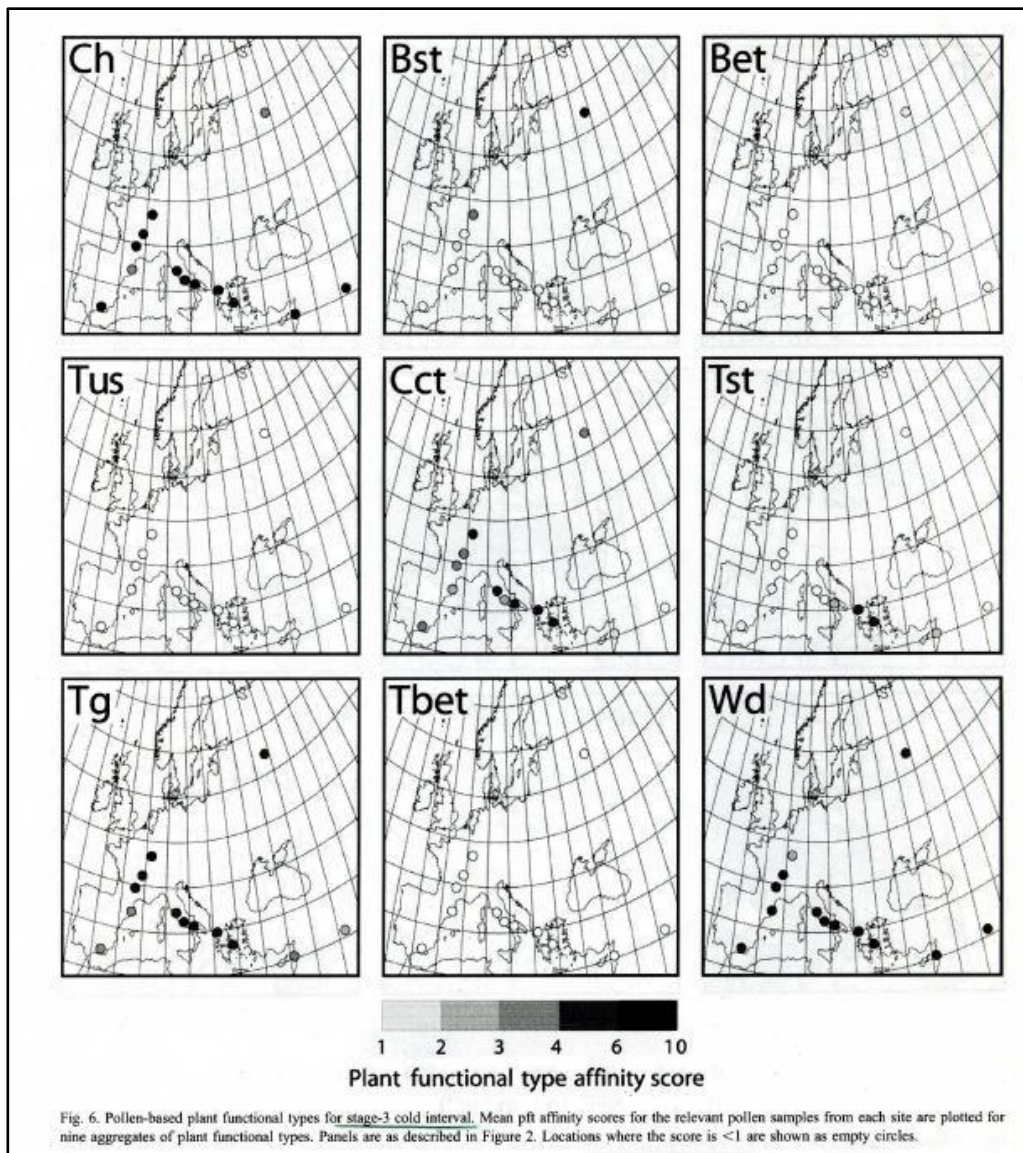


Abb. XI- 3, PFTs für kalte Intervalle innerhalb der Stage 3 (Huntley et al. 2003),

2.5.2 Zuweisung der PFT zu Biomen während der OIS 3

Hinter den hier aufgeführten Abkürzungen für die PFT stehen weltweit immer die gleichen Pflanzen. Genauso verhält es sich mit den Bezeichnungen der Biome.

Tab. XI- 1, Biome mit zugewiesenen PFT, (Huntley et al. 2003; Huntley and Allen 2003)

Table 6.2. Assignment of plant functional types (pfts) to biomes.	
Biome	PFTs
deciduous taiga / montane forest	(h), bec / cbc, bs, ec, bs / ts, ab
evergreen taiga / montane forest	(h), bec, bec / cbc, bs, bec / ctc, ec, bs / ts, ab
cold mixed forest	(h), bs, ctc ₁ , bec / ctc, ec, bs / ts, (ts ₁), ab
temperate conifer forest	(h), bec, bec / cbc, bs, bec / ctc, ec, (bts), bs / ts, (ts ₁)
temperate deciduous forest & temperate woodland*	(h), bs, ctc ₁ , bec / ctc, ec, bts, bs / ts, ts, ts ₁ , (ts ₂), (wte ₁)
cool mixed forest	(h), bec, bec / cbc, bs, bec / ctc, ec, bts, bs / ts, ts, ts ₁
warm mixed forest	(h), ec, (bts), bs / ts, ts, ts ₁ , ts ₂ , wte, (wte ₁)
temperate sclerophyll woodland / scrub	g, ec, wte, wte ₂
temperate grassland	cgs, sf, sf / df, g
steppe tundra / warm steppe	wgs, sf, sf / df, g
desert: shrubland and steppe	df, sf / df
hot desert	wdf, df, sf / df
shrub tundra / dwarf-shrub tundra / prostrate shrub tundra / cushion-forb-lichen-moss tundra	g, h, s, aa, ab
Notes	
¹ pfts in parentheses are restricted to part of the biome.	
² *Spectra with >70 per cent pollen of woody taxa are classified as temperate deciduous forest. Those with <70 per cent pollen of woody taxa are re-classified as wooded steppe (Allen et al. 2000).	
Table 6.3. Composition of aggregated plant functional types (pfts).	
Aggregated pft	Component pollen-based pfts
(a) Cold herbaceous	cgs, sf, s, aa, ab
(b) Boreal summergreen tree	bs, bs / ts
(c) Boreal evergreen tree	bec, bec / cbc
(d) Tundra shrub	h
(e) Cool coniferous tree	ctc ₁ , bec / ctc, ec
(f) Temperate summergreen tree	ts, ts ₁ , ts ₂ , bts
(g) Temperate grass	g
(h) Temperate broadleaved evergreen tree	wte, wte ₁ , wte ₂
(i) Woody desert plants and steppe forbs	wgs, wdf, df, sf / df

Für das nördliche Europa ergibt sich ein ausgeprägtes Vorkommen der folgenden Biome

- Deciduous taiga, montane Forest/immergrüne Taiga: h, bec, bec/cbc, bs, be/ctc, ec, bs/ts, ab
- Lichen-moss Tundra/Tundra: Strauchtundra, Zwergstrauchtundra, Flechten- und Moostrundra: g, h, s, aa, ab

- Temperate grassland/gemäßigtes Grasland: cgs, sf, sf/df, g

Und weniger stark:

- Steppe Tundra/Warmsteppe: wgs, sf, sf/df, g
- Cool mixed forest/kühler Mischwald: h, bec, bec/cbc, bs, bec/ctc, ec, bts, bs/ts, ts, ts1

Damit ist nichts über die Häufigkeit oder die Dichte der Pflanzenarten ausgesagt, es wird lediglich das Vorkommen angezeigt. Die Nettoproduktivität der Pflanzenmasse war aber viel niedriger als heute.

Insgesamt muss aber auch hier angemerkt werden, dass die Teilnehmer am Stage 3 Projekt die Vegetation in erster Linie als Grundlage für die Ernährung der Herbivoren und nicht der gleichzeitig lebenden Menschen ansahen.

2.5.3 PFT und zugehörige Taxa während der OIS 3

Tab. XI- 2, immergrüne Taiga

PFT	
h	<i>Ericales, Calluna, Empetrum</i>
bec	<i>Picea</i>
bec/cbc	<i>Pinus subgenus Xaploxyton (White pine)</i>
bs	<i>Betula, Larix</i>
be/ctc	<i>Abies</i>
ec	<i>Juniperus, Pinus subgenus Diploxyton (yellow pine)</i>
bs/ts	<i>Alnus, Populus, Salix</i>
ab	<i>Rubus chamaemorus</i>

Tab. XI- 3, Tundra: Strauchtundra, Zwergstrauchtundra, Flechten- und Moostundra

PFT	
g	<i>Graminaceae</i>
	<i>Cerealia</i>
h	<i>Ericaceae</i>
	<i>Calluna</i>

s	<i>Cyperaceae</i>
aa	<i>Betula nana, Dryas octopetal, Gentianaceae, Pedicularis, Primulaceae, Saxifragaceae, Saxifraga stellaris, Salix</i>
ab	<i>Rubus chamaemorus</i>

Tab. XI- 4, gemäßigtes Grasland

PFT	
cgs	<i>Calligonum-type, Hippophae, Oxyria-type, Polygonaceae undiff., Polygonum persicaria, Polygonum bistorta-type, Rumes</i>
sf	<i>Aconitum, Ajuga, Allium, Asphodelus, Astragalus/ Oxytropis, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Centaureae, Compositae, Compositae subfam. Tubiliflorae, Compositae subfam. Liguliflorae (Chicorideae), Chamenerion, Cirsium-type, Dipsacaceae, Epilobium, Filipendula, Fumana, Galium-type, Geranium, Geum, Helianthemum, Liliaceae, Linum, Matricara-type, Onobrychis-type, Plantago undiff., Pleurospermum, Potentilla, Rananunculaceae, Resedaceae, Rosaceae undiff, Rubiaceae, Sanguisorba cf. S. officinalis, Scabiosa, Thalictrum, Umbellifereae, Utrica, Valeriana, Veronica, Steppics.</i>
sf/df	<i>Artemisia, Chenopodiaceae,</i>
g	<i>Graminaceae, Cerealia,</i>

Tab. XI- 5, Steppe, Tundra/Warmsteppe

PFT	
wgs	<i>Armeria, Boraginaceae, Crucifereae, Crassulaceae, Euphorbia, Hypericum, Labiatae, Lathyrus Vicia-type, Leguminosae, Metha-type, Malvaceae, Papaver, Scrophulariaceae, Solanaceae, Thymelaceae cf. Daphne</i>
sf	s.o.
sf/df	s.o.
g	s.o.

Tab. XI- 6, kühler Mischwald

PFT	
h	s.o.
bec	s.o.
bec/cbc	s.o.
bs	s.o.
bec/ctc	s.o.
ec	s.o.
bts	<i>Cornaceae, Lonicera, Sambucus, Sorbus, Viburnum,</i>
bs/ts	s.o.
ts	<i>Acer, Euonymus, Fraxinus excelsior-type, Quercus robur-type, Visbum</i>
ts1	<i>Bruckenthalia, Carpinus betulus, Corylus, Fagus, Frangula, Tila, Ulmus</i>

(Huntley et al. 2003; Huntley and Allen 2003)

Diese Daten der PFT werden im Kap. XIII genutzt, um abzuleiten, welche essbaren Pflanzen vorhanden waren und in einem weiteren Teil, wie hoch deren Nährwert war.

Schlussbemerkung der Autoren (Huntley et al. 2003; Huntley and Allen 2003) zur Biomisation der OIS 3:

„Die europäische Vegetation während repräsentativer "warmer" und "kalter" Intervalle der OIS 3 wurde aus pollenanalytischen Daten abgeleitet. Die hergeleitete Vegetation unterscheidet sich in Charakter und räumlichem Muster sowohl von der vollglazialen als auch von der vollinterglazialen Vegetation und zeigt Kontraste zwischen warmen und kalten Intervallen, was mit anderen Belegen für paläoökologischen Fluktuationen der OIS 3 übereinstimmt. Die europäische Vegetation scheint somit ein integraler Bestandteil der jahrtausendalten Umweltschwankungen während der OIS 3 gewesen zu sein. Die Vegetation reagierte auf dieses Ausmaß der Umweltveränderungen und könnte durch Rückkopplungsmechanismen Auswirkungen auf die Umwelt gehabt haben. Die polleninduzierte Vegetation wurde mit der Vegetation verglichen, die mit dem Vegetationsmodell BIOME 3.5 für klimatische Bedingungen simuliert wurde. Das Vegetationsmodell BIOME 3.5 beruht auf dem regionalen Klimamodell RegCM2, das an ein globales Klima- und Vegetationsmodell GENESIS-BIOME gekoppelt wurde.

Trotz einiger Diskrepanzen im Detail erfassen beide Ansätze die Hauptmerkmale der gegenwärtigen Vegetation Europas, (Persönliche Anmerkung: die gegenwärtige Vegetation Europas diente als Kontrollsimulation.)

Die simulierte Vegetation für die OIS 3 unterscheidet sich deutlich von der, die aus pollenanalytischen Daten abgeleitet wird, was eine erhebliche Diskrepanz zwischen dem simulierten und dem tatsächlich vorherrschenden Klima impliziert. Sensitivitätsanalysen zeigen, dass das simulierte Klima zu warm ist und wahrscheinlich eine zu kurze Wintersaison hat. Diese Diskrepanzen können eine falsche Angabe der Meeresoberflächentemperatur oder der Meereisbedingungen widerspiegeln und durch die Rückkopplung von Vegetation und Klima im gekoppelten globalen Modell noch verstärkt werden“

(Huntley et al. 2003; Huntley and Allen 2003)

2.6 Ergänzungen zur Vegetationsrekonstruktion des Stage 3 Projektes

Wie bereits mehrfach erwähnt, sind Pollendaten und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen stets dahingehend ausgerichtet, die klimatischen Bedingungen der Vergangenheit zu ergründen und verschiedene Untersuchungsmethoden miteinander in Verbindung zu bringen. Sie sind nie darauf ausgerichtet, etwas über die Ernährung auszusagen, auch weil sie sich in erster Linie auf die dominierenden Baumpollen konzentrieren. Daher ist es ausgesprochen schwierig bis eventuell auch nicht zulässig, sie zur Ernährungsrekonstruktion im Bereich der Pflanzen zu nutzen.

Dennoch scheint mir die Biomisation, wie sie im Stage 3 Projekt vorgenommen wird, ein gangbarer Weg, um etwas über das „Vorhandensein“ von Pflanzen während der OIS 3 zu erfahren. Korreliert mit den Nährwertdaten von Kuhnlein und Turner (1991) und anderen Autoren (vgl. Kap.XIII) erbringen sie doch brauchbare Ergebnisse. Weder im Stage 3 Projekt noch in den beiden nachfolgenden neueren Untersuchungen von langen, hochauflösenden Pollenrecords ist es aber nicht möglich, so wie bei der Fauna, zeitliche Unterschiede in der Vegetation während der OIS 3 zu erkennen. So wird von mir das Vorkommen von Pflanzen angenommen, wie sie die Biomisation ergibt, für die Arbeitsregion (etwa 43°N bis 54°N) und den gesamten Zeitraum, auch wenn man annehmen muss, dass der Pflanzenwuchs und die Verbreitung wärmeliebender Arten während der Interstadiale günstiger war.

Elena Marinova (persönl. Mitteilung Dezember 2019) wies mich darauf hin, dass bei einer Biomisation stets Taxa verloren gingen, die eventuell auch vorgekommen seien. Somit ist eine Biomisation auch mit einer kleineren Datenmenge bezüglich der Taxa verbunden.

Hier sollen noch zwei neuere Arbeiten Erwähnung finden, die den Versuch machen, die Vegetation und klimatischen Bedingungen u.a. der OIS 3 zu bestimmen. Die Pollensequenzen, auf die sie sich beziehen, entstammen nicht archäologischen Fundplätzen, sondern Fundplätzen, die sich für Pollenablagerungen als sehr geeignet erwiesen haben.

2.6.1 Noch einmal Biomisation

Fletcher und Kollegen (2010) haben terrestrische und marine Pollenrecords aus dem letzten Glazial Europas untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass es während des letzten Glazials relativ warm und feucht gewesen sei. Sie nehmen für folgende geografischen Zonen folgende Vegetation an:

- Nordwest Europa: Grasland, Sträucher, Tundra,
- Nordost Europa: Strauch- und Waldtundra,
- Zentral-West-Europa und Alpen: offener, borealer Wald,
- Südeuropa: offener, gemäßigter Wald.

Die Grenze für den gemäßigten Wald geben sie mit 45° Nord an. Daran schloss sich nordwärts über einen Streifen von 15° in West- und Zentraleuropa die Tundra an. Weiter nordwärts in Osteuropa breiteten sich die borealen Wälder bis fast an die heutige Grenze von 70° Nord aus.

Eine Synthese von Fundplätzen mit hochauflösenden terrestrischen und marinen Pollenrecords in Europa, wurde genutzt, um geografische und zeitliche Muster der Dansgaard-Oeschger Zyklen auf die Vegetation zu untersuchen.

Für die Britischen Inseln, den Nordwesten Frankreichs, die Niederlande, Norddeutschland und Dänemark deuten die Pollendaten für Interstadiale der letzten Vereisung eine Dominanz von offener, baumloser Vegetation mit *Poaceae*, *Cyperaceae* und in manchen Fällen von *Salix herbacea*, *Betula nana* und *Juniperus* an. Für die Stadiale in dieser Region gibt es nur spärliche Daten. Im nördlichen Zentraleuropa (Zentraleuropäische Ebene) sind etliche Interstadiale mit typischer Tundravegetation mit veränderlichen Komponenten von Sträuchern (*Betula nana*, *Salix* und *Alnus*) und in einigen wenigen Fällen mit spärlichem borealem Bewuchs (*Betula*, *Pinus*, *Picea*, *Larix*) nachgewiesen. Eine präzise Zuweisung der Nordeuropäischen Interstadiale zu den jeweiligen Dansgaard-Oeschger Zyklen war nicht möglich.

Die langen Pollensequenzen von Les Echets, La Grande Pile und Velay maars zeigen eine Dominanz von Steppe-Tundra-Vegetation mit vermehrten arborealen Pollen, mit offenem Waldland mit *Pinus*, *Betula* und *Picea* an, während dreier Episoden in der Mitte der OIS 3.

Um verschiedene hochauflösende Pollendaten vergleichen zu können, brachte man sie in ein standardisiertes Format. Die Pollen Taxa wurden einheitlich in Biomekategorien platziert, um einen Vergleich der Pollenrekorde zu ermöglichen.

Tab. XI- 7, Definition von Megabiomen in Europa, (Fletcher et al. 2010)

Mega-biome	Component biomes	Equivalent local vegetation names	Component PFTs	Characteristic pollen taxa
Warm temperate forest	Warm mixed forest; evergreen broad-leaved forest	Mediterranean forest/woodland	Warm temperate evergreen sclerophyll trees and shrubs; warm temperate summergreen broad-leaved trees, shrubs and climbers	<i>Quercus</i> evergreen type, <i>Quercus suber</i> type, <i>Buxus</i> , <i>Olea</i> , <i>Hedera</i> , <i>Pistacia</i> , <i>Phillyrea</i> , <i>Cistus</i> , <i>Coriaria myrtifolia</i> , <i>Myrtus</i> , <i>Cannabaceae</i> , <i>Castanea</i> , <i>CeFis</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Juglans</i> , <i>Ostrya</i> , <i>Platanus</i> , <i>Pterocarya</i> , <i>Rhamnaceae</i> , <i>Tamarix</i> , <i>Vitis</i> , <i>Lonicera</i> , <i>Daphne</i> , <i>Ilex</i> , <i>Rhus</i> , <i>Ceratonia</i> , <i>Jasminum</i> , <i>Ligustrum</i> , <i>Syringa</i> , <i>Zelkova</i> , <i>Ziziphus</i>
Temperate forest	Temperate deciduous broadleaf forest; cool conifer forest	Temperate forest	Temperate and cool-temperate summergreen broad-leaved trees and shrubs; temperate parasitic shrubs; cool-temperate evergreen needle-leaved trees	<i>Quercus</i> deciduous type, <i>Alnus</i> , <i>Acer</i> , <i>Corylus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Viscum</i> , <i>Salix</i> , <i>Viburnum</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Cornus</i> , <i>Euonymus</i> , <i>Frangula</i> , <i>Myrica</i> , <i>Prunus</i> , <i>Sorbus</i> , <i>Taxus</i> , <i>Cedrus</i>
Boreal forest	Cold deciduous forest; cold evergreen needleleaf forest	Boreal forest, taiga	Boreal evergreen needle-leaved trees; boreal summergreen broad-leaved and needle-leaved trees	<i>Picea</i> , <i>Abies</i> , <i>Larix</i> , <i>Betula</i> , <i>Populus</i>
Eurythermic conifers	-	-	Eurythermic evergreen needle-leaved trees and shrubs	<i>Pinus</i> [*] , <i>Juniperus</i>
Grassland and dry shrubland	-	Grassland, grass steppe, heathland, moorland	Grass and sedge graminoids; forbs; drought-intolerant small-leaved shrubs; geophytes	<i>Ericaceae</i> , <i>Calluna</i> , <i>Hippophae</i> , <i>Ulex</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , other NAP
Xerophytic steppe	-	Mediterranean steppe, semi-desert	Drought-tolerant small-leaved shrubs and forbs	<i>Artemisia</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Ephedra</i>

*Excluded from pollen sum in marine records.

Die Biomisation ist nicht so ausführlich wie die im Stage 3 Projekt, aber die Daten beider Biomisationen ähneln sehr stark denen von Fletcher und Kollegen (2010) was für eine weitere Nutzung der Daten des Stage 3 Projektes spricht.

2.6.2 Die Größe des Fennoscandischen Eisschildes

Eine weitere Untersuchung von 2015 zu Vegetation und Klima im nördlichen Europa während der OIS 3 zeichnet ein etwas anderes Bild als das Stage 3 Projekt.

Es wurde ein Vergleich zwischen fünf spätpleistozänen Pollenaufzeichnungen aus Zentraleuropa, temperiertem und nördlichem Europa und dem borealen Europa vorgenommen. Die Pollendaten stammen von: La Grande Pile (Ostfrankreich), Oerel (Norddeutschland), Horoszki Duze (Ostpolen), Sokli (Finnland) und Yamozero See (Nordwestrussland). Gerade die Daten und andere Untersuchungen aus Sokli führten zu einer drastischen Änderung der bisherigen Aussagen zur Vergletscherung, der Vegetation und dem Klima im nördlichen Europa während dem Spätpleistozän.

Für die OIS 3 waren die Sommertemperaturen nahe den heutigen, zumindest muss man von mehreren Warmereignissen ausgehen. Die milden Klimabedingungen um 50 ka BP, wurden begleitet von einer großflächigen Entgletscherung des Fennoscandischen Eisschildes. Eisfreie Bedingungen mit von *Betula* dominierter Vegetation (inklusive Baumbirke) bestanden über große Gebiete von Fennoscandia, möglicherweise unterbrochen von Vereisung um 35 ka BP.

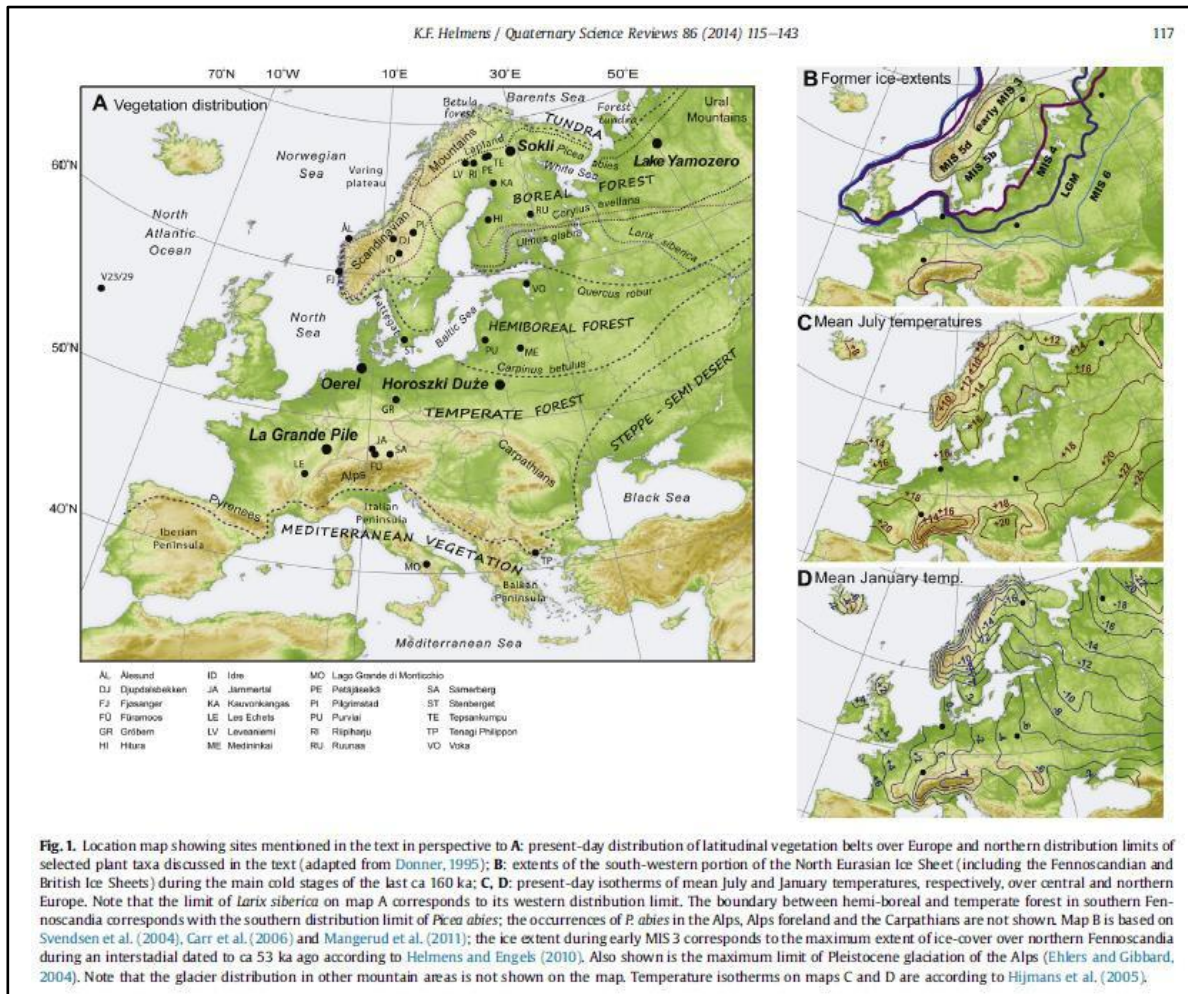


Abb. XI- 4, Karte der Fundplätze mit Pollennachweisen und Durchschnittstemperaturen zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr, (Helmens 2014)

Tab. XI- 8, Pollennachweise, (Helmens 2014)

Taxa	La Grande Pile 47°73' N, 6°50' E 360 müNN OIS 3, 50 ka BP	Oerel 53°59'N, 9°04'E 10 müNN 59–48 ka uncal BP	Horozski Du'ze 52°15'N, 23°00'E keine physikal. Datierung verfügbar, nur Oerel, Glinde, Moershooft, Hengelo	Sokli 67°48'N, 29°18'E 220 müNN 48 ka BP	Lake Yamozero 65°01'N, 50°14'E 213 masl 42 ka
<i>Juniperus</i>	x	k.D.	k.D.	x	-
<i>Betula nana</i>	xx	xx	x	k.D.	xxx
<i>Pinus</i>	xx	xx	xx	xxx	x
<i>Ulmus</i>	-	-	-	-	-
<i>Quercus</i>	x	-	-	-	-

<i>Hedera</i>	-	-	-	k.D.	-
<i>Corylus</i>	x	-	x	-	x
<i>Taxus</i>	-	-	-	k.D.	-
<i>Carpinus</i>	x	-	x	-	-
<i>Abies</i>	-	-	-	k.D.	-
<i>Picea</i>	x	-	x	x	-
<i>Larix</i>	-	-	x	-	-
<i>Poaceae</i>	xxx	k.D.	xxx	xxx	-
<i>Artemisia</i>	x	x	xx	xx	xxx
<i>Chenopodiaceae</i>	x	k.D.	k.D.	x	xx
<i>Sphagnum</i>	k.D.	xx	k.D.	k.D.	-
<i>Ericales</i>	k.D.	xx	k.D.	k.D.	-
<i>Pediastrum</i>	k.D.	k.D.	xxx	k.D.	-
<i>Betula Baum</i>	k.D.	k.D.	x	xxx	-
<i>Papaver</i>	-	-	-	-	x

k.D.= keine Daten vorhanden

x = Intensität des Vorkommens

- = nicht nachgewiesen

Diese Pollendaten stammen schwerpunktmäßig aus dem ersten Teil der OIS 3, was mit der „stabilen Warmphase“ des Stage 3 Projektes übereinstimmt.

Als Nahrungspflanzen kommen hier die Samen von *Pinus*, *Corylus*, *Poaceae* und *Chenopodiaceae* in Frage, ferner in geringer Menge *Taxus* und *Juniperus*.

Am interessantesten ist aber, dass die in der Tabelle gelisteten Pflanzen so weit nördlich nachweisbar sind, bis in eine nördliche Breite von 67°. Dies bedeutet, dass weiter südlich, im Arbeitsgebiet, ebenfalls ein recht moderates Klima geherrscht haben muss. Insofern sind die Daten aus dem Stage 3 Projekt vermutlich zu eng gefasst, da auch Pflanzen aus südlicheren Regionen im Arbeitsgebiet ansässig gewesen sein dürften. Dies wäre eine Erweiterung der pflanzlichen Nahrungsbasis.

2.7 Datierte Pollendaten von archäologischen Fundorten im nördlichen Europa während der OIS 3

2.7.1 Mittelpaläolithikum

Lynford Quarry/Großbritannien

Lynford Quarry ist einer der am nördlichst gelegenen Fundplätze und der einzige auf den Britischen Inseln, dessen Fauna quantitativ ausgewertet wurde.

Die Association B-ii, aus der die Pollenproben stammen, wurde mittels Radiocarbon datiert auf $53\,700 \pm 3100$ BP (OxA-11571) und $> 49\,700$ BP (OxA-11572).

Tab. XI- 9, Pollennachweise Lynford, (Green 2012)

Profil	Herkunft	Pollenarten
Profile 1: 30168 Ass. B-ii	Nichtbaumpollen 90 % – 100 %	<i>Cyperaceae</i> (60 – 85%) <i>Poaceae</i> (25 – 30%) <i>Armeria maritima</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Linum angelicum</i> , <i>Thalictrum</i> , <i>Selaginella selaginoides</i> , <i>Centaurea nigra</i> , <i>Campanula</i> , <i>Gentianella</i> , <i>Sanguisorba officinales</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Menianthes</i> , <i>Mentha type</i> , <i>Filipendula</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , Algen, Pilze
	Baumpollen < 5 %	<i>Betula</i> , <i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Abies</i> , <i>Picea</i>
	Sträucher	wenig <i>Corylus</i> , <i>Salix</i> , <i>Calluna</i>
Profile 2: 30328 Ass. B-ii	Nichtbaumpollen > 90 %	<i>Poaceae</i> (10 – 70%) <i>Cyperaceae</i> (20 – 80%) <i>Helianthemum</i> , <i>Thalictrum</i> , <i>Armeria maritima</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Caryophyllaceae</i> , <i>Compositae tub</i> , <i>Plantago major/media</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Selaginella selaginoides</i> , <i>Filipendula</i> , <i>Galium</i> , <i>Mentha</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>Ranunculus cf. aquatilis</i> , Algen
	Baumpollen < 5 %	<i>Betula</i> , <i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Abies</i> , <i>Picea</i>
	Sträucher	sehr selten <i>Corylus</i>

Profile 3: 30257 Ass. B-iii	Nichtbaumpollen 85 % – 100 %	<i>Poaceae</i> (30 – 100%) <i>Cyperaceae</i> (20 – 50%) <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Caryophyllaceae</i> , <i>Compositae tub</i> , <i>Aster type</i> , <i>Cirsium</i> , <i>Plantago major/meda</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Anthemis-type</i> , <i>Filipendula</i> , <i>Geum</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Thalictrum</i> , <i>Melampyrum</i> , <i>Valeriana</i> , <i>Parnassia palustris</i> , <i>Ranunculus aquatilis</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>M. alterniflora</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Pediastrum</i> ,
	Baumpollen 5 % – 15 %	<i>Betula</i> , <i>Pinus</i>
	Sträucher	einzelne Pollen von <i>Corylus</i> und <i>Salix</i> , <i>Vaccinium</i>

Kulná-Höhle/Tschechien

Aus den Schichten 6 bis 7d wurden Sedimentproben genommen und auf Pollen untersucht. Diese Schichten werden dem Micoquien zugeschrieben und datieren auf 45 ka bis > 50 ka (vgl. Kap. IV, Kulná-Höhle). Für diesen Fundort ist auch die Fauna belegt und in die Faunenanalyse übernommen worden (Svoboda 1988).

Tab. XI- 10, Pollennachweise, Kulná-Höhle, (Svoboda 1988)

Schicht	Pollenarten und Holzkohlen
6	<i>Pinus sp.</i> , <i>Betula sp.</i> , <i>Alnus sp.</i> , Kräuterpollen Ratio: Baum- zu Kräuterpollen 12,3 : 87,7
6cf	<i>Abies sp.</i> , <i>Picea sp.</i> , <i>Pinus sp.</i> , <i>Acer sp.</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i>
7a	Steppenpflanzen, Kräuter dominieren
7c	<i>Tilia sp.</i> , <i>Corylus sp.</i> , <i>Acer sp.</i> , <i>Picea/Larix sp.</i> , <i>Acer cf. pseudoplatanus cf.</i> , <i>Corylus sp.</i> , <i>Euonymus sp.</i> , <i>Fraxinus sp.</i>
7d	<i>Alba alba</i> , <i>Picea excelsa</i> ,

2.7.2 Mittelpaläolithikum - Jungpaläolithikum

Kabazi II/Ukraine

In Kabazi II konnten 14 Pollenzonen gefunden werden, die auf 48 Proben aus den Strata 4 – 14 beruhen. Hier werden nur die datierten Pollenzonen aufgeführt. Dabei gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Datierungsmethoden (Gerasimenko 1999).

Tab. XI- 11, Pollennachweise Kabazi II, (Gerasimenko 1999)

Pollenzone	Datierung	Pollenarten
Pollenzone X	39 000 ± 3000 BP, ESR 48 300 ± 17 000 BP, AMS 65 500 ± 2500 BP, Uranreihe	Baumpollen: 41 – 55 %, <i>Alnus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Quercus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Tilia</i> . Strauchpollen: <i>Corylus</i> . Nichtbaumpollen: <i>Euonymus</i> , <i>Rhamnaceae</i> , <i>Caprifoliaceae</i> , <i>Laminaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Caryophyllaceae</i> , <i>Ranunculaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Apiaceae</i> , <i>Chicoriaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Herbetum mixtum</i> . Spores: <i>Polypodiaceae</i> .
Pollenzone XI	29 000 ± 3000 BP, ESR 32 000 ± 2000 BP, ESR 32 200 ± 900 BP, AMS 33 400 ± 1000 BP, AMS	Baumpollen: 67 – 77 %, <i>Pinus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Tilia</i> . Nichtbaumpollen: 19 – 26 %, <i>Euonymus</i> , <i>Oleaceae</i> , <i>Caprifoliaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Herbetum mixtum</i> , <i>Ephedra</i> . Spores: <i>Lycopodiaceae</i> .
Pollenzone XII	32 100 ± 6500 BP, Uranreihe 32 000 ± 6000 BP, ESR 40 100 ± 5000 BP, Uranreihe 31 550 ± 600 BP, AMS 35 100 ± 850 BP, AMS	Baumpollen: 19 %, <i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> . Nichtbaumpollen: 79 %, <i>Caprifoliaceae</i> , <i>Rhamnaceae</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Graminaceae</i> , <i>Cyteriaceae</i> , <i>Herbetum mixtum</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Laminaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Plantaginaceae</i> , <i>Chicoriaceae</i> , <i>Bryales</i> .

		Spores: <i>Polypodiaceae</i> .
--	--	--------------------------------

2.7.3 Jungpaläolithikum

Geißenklösterle

Bei der Grabung 2002 wurden aus 6 geologischen Horizonten (17 – 22) Sedimentproben entnommen und pollenanalytisch bearbeitet. Die gefundenen Pollen bilden nicht die Vegetation außerhalb der Höhle ab, sondern sind in ihrer Verteilung stark verzerrt, da ihr Eintrag nicht nur durch Wind, sondern durch Tiere und Menschen und ihren Kot sowie durch Verfrachtung von Sickerwasser zu Stande kam. Von den Tieren, die in ihrem Kot Pollen eingetragen haben, wäre der Höhlenbär, neben Steinbock und Gämse, sehr wahrscheinlich. Die Pollen sind unterschiedlich gut erhalten. Alle Proben wurden von unterhalb der Aurignacienschicht entnommen und sind daher mehr als 40 000 Jahre alt. Die in allen Schichten dominanten Pollen stammen von *Poaceae* (Knipping 2019).

Tab. XI- 12, Pollennachweise Geißenklösterle, (Knipping 2019)

GH	Pollenarten
17	<p>Baumpollen: <i>Pinus</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Thalictrum</i>, <i>Plantago alpina typ.</i>, <i>Plantago major media</i>, <i>Plantago maritima</i>, <i>Plantago sp.</i>, <i>Rubiaceae</i>, <i>Helianthemum</i>, <i>Asteraceae</i>, <i>Chicoraceae</i>, <i>Apiaceae</i>, <i>Brassicaceae</i>, <i>Campanula</i>, <i>Caryophyllaceae</i>, <i>Knautia</i>, <i>Scabiosa</i>, <i>Fabaceae</i>, <i>Mentha</i>, <i>Polygonum viviparum</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Aconitum</i>, <i>Caltha</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Saxifraga oppositifolia</i>, <i>Valeriana officinales</i>.</p>
18	<p>Baumpollen: <i>Pinus</i>, <i>Betula</i>,</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Thalictrum</i>, <i>Plantago major media</i>, <i>Plantago maritima</i>, <i>Plantago sp.</i>, <i>Rubiaceae</i>, <i>Helianthemum</i>, <i>Asteraceae</i>, <i>Chicoriaceae</i>, <i>Apiaceae</i>, <i>Brassicaceae</i>, <i>Caryophyllaceae</i>, <i>Knautia</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Filipendula</i>, <i>Valeriana montana</i>,</p> <p>Spores: <i>monolete Spore</i>, <i>Botrychium</i>.</p>
19	<p>Baumpollen: <i>Pinus</i>, <i>Betula</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Thalictrum</i>, <i>Plantago sp.</i>, <i>Rumex</i>, <i>Rubiaceae</i>, <i>Helianthemum</i>, <i>Asteraceae</i>, <i>Chicoriaceae</i>, <i>Apiaceae</i>, <i>Brassicaceae</i>, <i>Campanula</i>, <i>Caryophyllaceae</i>, <i>Knautia</i>, <i>Fabaceae</i>, <i>Anemone</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Saxifraga oppositifolia</i>, <i>Valeriana officinalis</i>.</p> <p>Spores: <i>monolete Spore</i>, <i>Botrychium</i>, <i>Selaginella selaginoides</i>.</p>

20 A	<p>Baumpollen: <i>Pinus, Betula</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae, Cyperaceae, Thalictrum, Plantago alpina typ., Plantago major media, Plantago maritima, Plantago sp., Rubiaceae, Rumex, Helianthemum, Asteraceae, Chicoriaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Campanula, Caryophyllaceae, Dipsacaceae Dipsacus, Knautia, Scabiosa, Allium, Armeria, Primula, Anemone, Ranunculus, Filipendula, Saxifraga oppositifolia, Valeriana officinalis</i>.</p>
21	<p>Baumpollen: <i>Pinus, Betula</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae, Cyperaceae, Artemisia, Chenopodiaceae, Thalictrum, Plantago maritima, Plantago sp., Rubiaceae, Rumex, Helianthemum, Asteraceae, Chicoriaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Campanula, Caryophyllaceae, Dipsacaceae, Dipsacus, Knautia, Scabiosa, Allium, Teucrium, Aconitum, Anemone, Ranunculus, Valeriana montana, Valeriana officinalis</i>.</p>
22	<p>Baumpollen: <i>Pinus, Betula</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Poaceae, Cyperaceae, Artemisia, Thalictrum, Rubiaceae, Asteraceae, Chicoriaceae, Apiaceae, Campanula, Caryophyllaceae, Dipsacaceae, Ranunculus</i>.</p>

Abri Pataud/Frankreich

Von den datierten Sedimenten des Abri Pataud wurden Sedimentproben zur Pollenanalyse entnommen. Insgesamt wird die Anzahl der Pollen als sehr gering beschrieben. Hier soll die Anzahl keine Rolle spielen, denn sie ist kein Korrelat der tatsächlich vorhandenen Pflanzen, wie bereits besprochen. Es soll hier lediglich erfasst werden, die Pollen welcher Pflanzen sich auffinden ließen.

Tab. XI- 13, Pollennachweise, Abri Pataud, (Donner 1975; Gerasimenko 1999).

Level	Datierung	gefundene Pollen
Level 4	27 000 BP	<p>Baumpollen: <i>Betula, Pinus, Quercus, Fraxinus, Alnus, Fagus, Jugulans</i>.</p> <p>Strauchpollen: <i>Corylus, Salix, Juniperus</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Cyperaceae, Graminae, Empetrum, Artemisia, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferaea, Galium, Plantago, Ranunculaceae, Rosaceae, Rumex, Umbelliferae, Hypericum</i>.</p> <p>Spores: <i>Equisetum, Polypdiaceae, Sphagnum</i>.</p>

Level 5, 6	28 000 BP	<p>Baumpollen: <i>Betula</i>, <i>Alnus</i>, <i>Pinus</i>, <i>Quercus</i>, <i>Ulmus</i>, <i>Acer</i>, <i>Juglans</i>, <i>Fraxinus</i>.</p> <p>Stauchpollen: <i>Corylus</i>, <i>Juniperus</i>, <i>Salix</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Cyperaceae</i>, <i>Gramineae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Compositae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Caryophyllaceae</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Cruciferae</i>, <i>Plantago</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Umbelliferae</i>, <i>Hypericum</i>, <i>Labiatae</i>, <i>Polygonum</i>, <i>Ericaceae</i>.</p> <p>Spores: <i>Equisetum</i>, <i>Polypodiaceae</i>, <i>Sphagnum</i>.</p>
Level 7- 10	32 800 BP	<p>Baumpollen: <i>Betula</i>, <i>Pinus</i>, <i>Quercus</i>, <i>Acer</i>, <i>Alnus</i>, <i>Ulmus</i>, <i>Carpinus</i>, <i>Abies</i>, <i>Juglans</i>, <i>Fagus</i>, <i>Tilia</i>.</p> <p>Strauchpollen: <i>Juniperus</i>, <i>Corylus</i>, <i>Salix</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Cyperaceae</i>, <i>Graminaceae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Compositae</i>, <i>Galium</i>, <i>Hypericum</i>, <i>Plantago</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Umbelliferae</i>, <i>Urtica</i>,</p> <p>Spores: <i>Equisetum</i>, <i>Polypodiaceae</i>, <i>Sphagnum</i>.</p>
Level 11-13	33 000 BP	<p>Baumpollen: <i>Betula</i>, <i>Pinus</i>, <i>Quercus</i>, <i>Alnus</i>, <i>Fagus</i>, <i>Ulmus</i>, <i>Acer</i>, <i>Fraxinus</i>, <i>Abies</i>, <i>Tilia</i>.</p> <p>Strauchpollen: <i>Corylus</i>, <i>Salix</i>, <i>Juniperus</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Ericaceae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Cyperaceae</i>, <i>Graminaceae</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Compositae</i>, <i>Hypericum</i>, <i>Plantago</i>, <i>Umbelliferae</i>, <i>Dipsacaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Armeria</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Cruciferae</i>, <i>Caryophyllaceae</i>, <i>Hypericum</i>.</p> <p>Spores: <i>Polypodiaceae</i>, <i>Sphagnum</i>, <i>Equisetum</i>.</p>
Level 14	34 000 BP	<p>Baumpollen: <i>Betula</i>, <i>Pinus</i>, <i>Quercus</i>, <i>Acer</i>, <i>Tilia</i>, <i>Fagus</i>, <i>Juglans</i>.</p> <p>Strauchpollen: <i>Salix</i>.</p> <p>Nichtbaumpollen: <i>Compositae</i>, <i>Ranunculaceae</i>, <i>Rosaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Thalictrum</i>.</p> <p>Spores: <i>Polypodiaceae</i>, <i>Sphagnum</i>.</p>

Die Pollendaten aus den Sedimenten des Abri Pataud zwischen 27 000 und 34 000 BP fügen sich sehr gut in die Datenbasis des Stage 3 Projektes (Donner 1975; Gerasimenko 1999).

Dolní Věstonice II, Pavlov II, Podhradni, Milovice/Tschechien

Dolní Věstonice II

Die Proben für die Pollenanalyse wurden 2008 aus der Gravettenschicht und aus dem Mammut dump entnommen. Nur der Mammut dump lieferte Ergebnisse mit über 100 verschiedenen Palynomorphen, 36,4 % Bäumen und Sträuchern, und 63,5 % Nichtbaumpollen.

Das Vorkommen von Salix und Algen deutet auf ein nahe gelegenes Feuchtgebiet hin.

Pavlov II

Aus der Gravettenschicht von Pavlov II wurden 4 Proben entnommen, eine davon aus der Peripherie der Feuerstelle.

Pavlov-Podhradni street

Aus drei Lehmproben aus der Pavlov Schicht der Podhradni Street, die aus drei Tiefen des Profils (oben, Mitte, unten) entstammten, wurden auf das Vorkommen von Pollen untersucht. Nur die untere Schicht der Pavlov Stratigrafie erbrachte Ergebnisse.

Milovice IV

Während der Grabung von 2010 wurden viele Proben entnommen, aus der tiefsten und mittleren Sektion der kesselförmigen Grube, aus einer Kulturschicht, die Knochen und Holzkohle enthielt (genannt „loessy brick“), aus einer Lössschicht innerhalb der Kulturschicht und aus der Schicht, die der kesselförmigen Grube auflag. Ergebnisse kamen nur aus der unteren Sektion der kesselförmigen Grube und dem loessy brick.

Tab. XI- 14, Pollennachweise, Dolní Věstonice, (Dohnalová 2011)

Lokalität	Pollenarten
Dolní Věstonice	Baumpollen: <i>Alnus, Betula, Corylus, Picea, Pinus sylvestris, Quercus, Salix, Tilia.</i>
Mammut dump	Nichtbaumpollen: <i>Artemisia, Asteraceae: Tubuli florae, Liguli florae</i> <i>Brassicaceae: Barbarea, Cardamine, Cyperaceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Poaceae, Polygonum aviculare, Rancunculaceae, Rumex acetosa/ acetosella.</i> Spores: <i>Polypodiaceae smooth, Algae indet., Pediastrum integrum.</i>
Pavlov II B/11m	Baumpollen: <i>Pinus sylvestris.</i> Nichtbaumpollen: <i>Artemisia, Asteraceae: Liguli florae, Brassicaceae: Barbarea, Dauceae, Chenopodiaceae, Poaceae.</i> Spores: <i>Algae indet., Fungi indet..</i>

Pavlov II A/30 m	Baumpollen: <i>Betula, Picea, Pinus sylvestris</i> . Nichtbaumpollen: <i>Artemisia, Fabaceae, Polygonum aviculare</i> . Spores: <i>Algae indet., Pediastrum spp., Fungi indet.</i>
Podhradni, lower part	Baumpollen: <i>Abies, Alnus, Betula, Corylus, Juniperus, Picea, Pinus sylvestris, Ulmus</i> . Nichtbaumpollen: <i>Asteraceae: Liguli florae, Tubuli florae, Campanula, Poacea, Primulaceae, Ranunculaceae</i> . Spores: <i>Algae indet, Fungi indet.</i>
Milovice IV „loessy brick“	Baumpollen: <i>Betula, Corylus, Pinus sylvestris</i> . Nichtbaumpollen: <i>Asteraceae: Tubili florae, Liguli florae, Poacea, Ranunculaceae</i> .

Vergleicht man die Pollendaten der oben aufgeführten Fundplätze mit denen der Biomisation durch das Stage 3 Projekt, dann fällt auf, dass man immer wieder auf die gleichen Spezies trifft. Die oben angegebenen Fundorte mit ihren Pollendaten, die alle nach dem Stage 3 Projekt publiziert wurden, zeigen aber eine gute Übereinstimmung mit deren Ergebnissen.

3 Traditionelle Pflanzennutzung indigener Völker nördlicher Regionen

Die o.g. Pollenanalysen von archäologischen, terrestrischen und marinen nicht archäologischen Fundorten umfassen ein breites Spektrum. Wie aber lassen sich daraus essbare Pflanzen rekonstruieren?

In der Mammutsteppe gab es eine hohe Pflanzenproduktivität, welche die Vielfalt der Herbivoren ernährte, die hier lebten.

Heute gibt es kein vergleichbares Biom mehr. Am ehesten gleichen der Mammutsteppe arktische Regionen. Es liegt eine Monografie vor von Kuhnlein und Turner (1991), die alle in den arktischen Regionen Kanadas verfügbaren Pflanzen auflistet, die von den dort ansässigen, indigenen Bewohnern als essbar eingestuft werden. Dabei haben einige der Pflanzen auch toxische Anteile, werden aber nach entsprechender Verarbeitung zur Reduktion der Toxine dennoch konsumiert.

Hiermit möchte ich, daran angelehnt, einen Überblick geben über eventuell verfügbare, essbare Pflanzen, die möglicherweise auch in der OIS 3 gediehen sind.

Tab. XI- 15, traditionelle Nahrungspflanzen der indigenen Bevölkerung Kanadas, (Kuhnlein and Turner 1991: 10)

Pflanzengruppe	Anzahl der Spezies, die bis 1990 dokumentiert wurden
Marine Algen	20
Flechten	10
Pilze	20
Farne und Farnähnliche	15
Koniferen (Gymnospermen)	25
Blütenpflanzen (Monocotyledonen)	60
Blütenpflanzen (Dicotyledonen)	400
Gesamt	550

Nahrungspflanzenkategorien der traditionellen Ernährungsformen der indigenen Bevölkerung Kanadas.

Tab. XI- 16, Nutzung und Anzahl der Pflanzenspezies durch Indigene in Kanada, (Kuhnlein and Turner 1991:10)

Nutzungskategorie, Pflanzenteile	Anzahl der Spezies, die bis 1990 dokumentiert wurden
Innere Rinde, Cambium, Pflanzensäfte	35
Blüten	30
Wurzeln, Knollen, Zwiebeln, Rhizome	125
Grüngemüse: Stängel, Blätter, Schoten, Knospen, grünes Blattgemüse (bezeichnet als „greens“)	125
Samen, Nüsse, Getreidekerne	50
Früchte: Beeren, Steinfrüchte, Kernobst	145
Süßungsmittel	20

Tee, Säfte,	60
Aromastoffe, „Kaugummi“	90
Gesamt	680

Die regelmäßige Nutzung von Pflanzen wird mit 70 – 120 Spezies angegeben.

Blättrige Grüngemüse/grünes Blattgemüse, Salatpflanzen (Greens) sind häufig nur im Stadium der Jungpflanze für Menschen essbar. Sie enthalten neben Wasser und einem geringen Kohlenhydratanteil Vitamin A, C, Folsäure und die Mineralstoffe Eisen, Calcium und Magnesium.

Beeren und andere Früchte sind im reifen Stadium essbar und bieten die gleichen Nährstoffe wie grünes Blattgemüse.

Samen, Nüsse und Getreidekerne liefern alle Makronährstoffe, etliche Vitamine und Mineralstoffe.

Pilze kommen reichlich vor, werden aber, vermutlich weil einige von ihnen eine hohe Toxizität aufweisen, eher gemieden und mehr als Würzstoffe zu Fleisch und Fisch verwendet. Die innere Rinde von Koniferen ist essbar und liefert kohlenhydratreiche Pflanzensäfte. Flechten gelten als schwer verdaulich, da sie komplexe Polysaccharide enthalten, für deren Verdauung keine Enzyme im menschlichen Verdauungstrakt zur Verfügung stehen. Sie werden dann erst von Dickdarmbakterien abgebaut und liefern dort eine kleine Menge an Butyrat. Einige schmecken bitter, andere sind toxisch. Sie werden eher als „Notfallnahrung“ gegessen, in Zeiten von Hunger bzw. schlechter Nahrungsversorgung. Dennoch wird auch immer wieder davon berichtet, dass Flechten aus dem Magen von Rentieren verzehrt werden, weil sie einer „Vor-Verdauung“ unterlaufen sind (vgl. dazu Exkurs: Rentiermägen, Kap. XII). Manche Flechtenarten schmecken süß und werden in kleinen Mengen als Snack verzehrt. Blüten weisen wenig Fett und Proteine auf, haben einen hohen Gehalt an Vitamin A und C und gelten als Delikatessen.

Pflanzen, die Aromastoffe enthalten, dienen als Würze, Teegrundlage, Grundlage für gewürzte Getränke und als Konservierungsmittel für Fisch und Fleisch.

Daneben gibt es eine ganze Reihe von Medizinalpflanzen. Die Herstellung von alkoholischen Getränken aus Pflanzen wurde von der indigenen Bevölkerung nicht betrieben.

Viele Pflanzen waren roh essbar, einige mussten aber erst verarbeitet werden, um Toxine zu zerstören, um sie für Menschen verdaulich zu machen oder um sie zu bevorraten.

Zu den Verarbeitungsmethoden gehören: Waschen, Schälen, Auslaugen, Kochen, Erhitzen in Erdöfen, mechanische Verarbeitung (z.B. Mehlherstellung), Trocknen, Säuern, Fermentieren.

Die Pflanzen waren nicht in allen Gegenden und zu allen Jahreszeiten verfügbar, dies bedeutet, dass ein beträchtliches Wissen um Geografie, Vorkommen und Pflanzenkunde vorhanden sein musste (Kuhnlein and Turner 1991: 9-271).

Vergleich der PFT aus dem Stage 3 Projekt mit der Datenbasis für Nahrungspflanzen

Kuhnlein und Turner (1991) stellen eine umfangreiche Datensammlung zur Verfügung mit lat. Namen und engl. Trivialnamen für die Pflanzenteile, welche die indigene, derzeitige Bevölkerung Kanadas nutzt und liefern für einen Großteil der Pflanzen sogar ein Nährwertprofil.

Hier werden zunächst die PFT des Stage 3 Projektes mit denen der Datenbasis von Kuhnlein und Turner (1991) verglichen und auf ihre Nutzbarkeit als Nahrung untersucht.

Eine essbare Kategorie wird von Kuhnlein und Turner (1991) „Greens“ genannt. Dafür gibt es im Deutschen kein geeignetes Wort. Man kann sich darunter die Blätter von Salat- oder Gemüsepflanzen vorstellen. Der Begriff Greens wurde daher beibehalten.

Tab. XI- 17, immergrüne Taiga

Name lat.	Name deutsch	essbare Pflanzenteile (Verwendung)
h		
<i>Ericales (Ericaceae)</i>	Heidekrautgewächse	Beeren, Blätter
<i>Calluna</i>	Besenheide	Blätter, Triebe, Greens getrocknet
<i>Empetrum</i>	Krähenbeere	Früchte (Tee)
bec		
<i>Picea</i>	Fichte	Nadeln, Harz, innere Rinde (Tee, Saft)
bec/cbx		
<i>Pinus subgenus Xaploxyton</i>	Weißstämmige Zirbelkiefer	Samen
bs		
<i>Betula</i>	Birke	Blätter, Stängel

<i>Larix</i>	Lärche	Harz, innere Rinde (Saft)
bec		
<i>Juniperus</i>	Wacholder	Früchte (Tee), beides toxisch bei zu hohem Konsum; Triebe, Blätter
<i>Pinus sugenus Diploxylon</i>	Fichtenkiefer	Nadeln
bs/ts		
<i>Alnus</i>	Erle	Rinde
<i>Populus</i>	Pappel	innere Rinde, Knospen, Früchte, Cambium, Cambium getrocknet, Asche (Gewürz), Rinde (Tee)
<i>Salix</i>	Weide	Blätter, Blütenknospen, Blattknospen,
ab		
<i>Rubus chamaemorus</i>	Moltebeere	Früchte

Tab. XI- 18, gemäßigttes Grasland

Name lat.	Name deutsch	essbare Pflanzenteile
cgf		
<i>Calligonum-type Polygonaceae</i>	Knöterichgewächse, 80 Spezies	Greens
<i>Hippophorhae rhamnoides</i>	Sanddorn	Frucht, Fruchtbrei
<i>Oxyria digyna</i>	Bergsauerampfer	Greens
<i>Polygonium undiff.</i>	Echter Vogelknöterich	Knollen
<i>Polygonium persicare</i>	Knöterichart	Greens, auch gekocht

<i>Polygonum bistorta</i>	Vogelknöterich	Wurzeln, Greens, Triebe
sf		
<i>Allium</i>	Lauch	Knollen, Greens, Blattspitzen
<i>Campanulaceae</i>	Glockenblume	grünes Blattgemüse Wurzeln
<i>Caryophyllaceae</i>	Nelkengewächs	Blätter
<i>Centaureae calcitrapa</i>	Sternflockenblume	Stängel, Blätter
<i>Compositae (Asteraceae)</i>	Gänseblümchen Korbblütengewächse	Greens
<i>Asteraceae subfam. Tubuliflorae</i>	Korbblütler → Röhrenblütler	Greens getrocknet, Wurzeln
<i>Chamenerion</i>	Weidenröschen	Greens, Blätter, Stängel, Blüten, Wurzeln
<i>Epilopium augustifolium</i>	Schmalblättriges Weidenröschen	Greens, Blätter, Stängel, Blüten, Wurzeln
<i>Circium</i>	Distel	Blätter, Wurzeln, Stängel
<i>Filipendula</i>	Mädesüß	Blätter sind toxisch: Blausäureglykosid
<i>Gallium type</i>	Bettstroh, Labkraut	Greens, Früchte, Blätter, getrocknet, Getränke
<i>Geranium</i>	Storachschnabel	Wurzeln
<i>Geum</i>	Petersbart	Wurzeln, Blätter, Getränke
<i>Helianthemum</i>	Cistrosengewächse	Knollen
<i>Liliaceae</i>	Lilien	Knollen
<i>Linum</i>	Lein	Samen
<i>Matricaria type</i>	Kamille	Stängel, Blüten

<i>Onobrychis-type</i>	Hahnenkamm	Blätter, Samen, Greens, Greens gekocht
<i>Plantago undiff.</i>	Wegerich	Wurzeln, Wurzeln gekocht,
<i>Potentilla</i>	Fingerkraut	Blätter (getrocknet und frisch für Tee)
<i>Ranunculaceae</i>	Hahnenfuß	Greens, Wurzeln, gekocht
<i>Resaceae</i>	Resede, Wau	Wurzeln
<i>Rosaceae undiff.</i>	Rosengewächse	Triebe, Fruchtrinde, Blütenblätter, Fruchtschale jung, Blüten, Blätter (Tee), Zweige (Tee) Fruchtpulpe, Blütenknospen, Früchte
<i>Rubiaceae</i>	Bettstroh	Greens
<i>Sanguisorba</i>	Pimpinelle, Kleiner Wiesenknopf	Greens
<i>Sangiosorba officinae</i>	Großer Wiesenknopf	Greens
<i>Umbelliferae</i>	Doldenblütler → Karotte	Greens, Wurzeln
<i>Urtica</i>	Nessel	Blätter, Greens, Blätter (Tee)
<i>Valeriana</i>	Baldrian	Wurzeln, Greens
<i>Veronica</i>	Ehrenpreis	Greens, Blätter
sf/df		
Artemisia	Wermut	Blätter (Tee, Gewürz), Greens
Chenopodiaceae	Gänsefußgewächse	Greens, Samen, Früchte, Greens gekocht, Blätter sind toxisch

g		
<i>Graminaceae = Poaceae</i>	Gräser	Greens, Körner, Samen
<i>Cerealía</i>	Getreide	Körner, Samen

Tab. XI- 19, Tundra/Warmsteppe

Name lat.	Name deutsch	essbare Pflanzenteile
wgs		
<i>Armeria</i>	Grasnelke	Greens gekocht
<i>Boraginaceae</i>	Raubblattgewächse	Blätter
<i>Cruciferae (Brassicaceae)</i>	Kreuzblütlergewächse	Greens, Blätter
<i>Crassulaceae</i>	Dickblattgewächse	Blätter, Greens
<i>Echium type</i>	Wicke/Natternkopf	Samen
<i>Euphorbia</i>	Wolfsmilchgewächse	toxisch
<i>Hypericum</i>	Johanniskraut	Greens
<i>Laminateae</i>	Lippenblütler, Minzgewächse	Greens
<i>Lathyrus Vicia-type,</i>	Schmetterlingsblütler	Greens
<i>Leguminoseae = Fabaceae</i>	Hülsenfrüchte	Samen
<i>Mentha-type</i>	Minze	Greens
<i>Malvaceae</i>	Malvengewächse	Greens
<i>Papaver</i>	Mohn	Samen, teilweise toxisch
<i>Scrophulariaceae,</i>	Braunwurzengewächse	Blätter

Tab. XI- 20, kühler Mischwald

Name lat.	Name deutsch	essbare Pflanzenteile
bts		
<i>Cornaceae</i>	Hartriegelgewächse	Zweige
<i>Lonicera</i>	Heckenkirsche, Geißblatt	Frucht
<i>Sambucus</i>	Holunder	Beeren, aber roh toxisch
<i>Sorbus</i>	Vogelbeere	Frucht teilweise toxisch
<i>Viburnum</i>	Schneeball	Frucht
ts		
<i>Acer</i>	Ahorn	Saft, Cambium, Knospen
<i>Fraxinus excelsior type</i>	Gemeine Esche	Samen eingelegt, Blätter
<i>Quercus robur-type</i>	Deutsche Eiche	Eicheln
ts1		
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche	Bucheckern
<i>Corylus spp.</i>	Haselnuss	Nüsse
<i>Fagus</i>	Buchengewächse	Bucheckern
<i>Ulm</i>	Ulme	innere Rinde, Samen

Während die Daten von Kuhnlein und Mitarbeitern aus dem nördlichsten Teil von Nordamerika stammen, kommen hier noch einige Daten zur heutigen Nutzung von arktischen Wildpflanzen von Stryamets und Kollegen (2015) aus dem Gebiet von Kortkeros/Russland hinzu. Die Region Kortkeros (60°45' – 62°50' nördlicher Breite und 50°45' – 53°30' östlicher Länge) umfasst 19 700 km². Vergleicht man diese Pflanzenarten von Stryametz mit denen von Kuhnlein und Mitarbeitern, dann fallen die vielen Gemeinsamkeiten auf. Es wird zwar deren Nutzung als Nahrung und Medizin genannt, leider liegen keine Nährwerte vor.

Tab. XI- 21, Nutzung von medizinisch wirksamen Wildpflanzen in Kortkeros/Rußland, (Stryamets et al. 2015)

Fortsetzung Tab. XI-21

Table 6 Use of medicinal herbs in the Kortkeros (Russia) (Continued)

ORCHIDACEAE	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Lady's slipper orchids	Венерин башмачок	r	Tea	Headache	-	+
PAEONIACEAE	<i>Paeonia anomala</i> L.	Paeonia	Сибирский пион	r	Tincture	For good health	-	+
PINACEAE	<i>Abies alba</i> Mill.	Silver fir	Пихта	bd	Brooms for sauna, steam bath	Immunostimulant	-	+
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i> L.	Greater plantain	Подорожник	l	Tincture	Small scratches	-	+
ROSACEAE	<i>Comarum palustre</i> L.	Purple marshlocks	Сабельник	l, fl	Tincture	Arthritis, rheumatism, cancer	-	+
	<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	Dropwort	Таволга	fl, l	Infusion, tincture	Antiseptic, arthritis, heart, skin disease	-	+
	<i>Prunus padus</i> L.	Hackberry	Черёмуха обыкновенная, черёмуха	fr	Dried fruits, infusion from dried fruits	Pain in stomach, diarrhoea	Fruits	++
	<i>Rubus idaeus</i> L.	Raspberry	Малина	br, fr, l	Tincture	Vitamins, flu, high temperature	Fruits	++
	<i>Rosa</i> spp.	Dog rose	Шиповник	fr	Infusion	Flu, vitamins, rich in vitamin C, for immunity	Fruits	+++
	<i>Rubus chamaemorus</i> L.	Cloudberry	Морошка	b, fl se	Infusion	Vitamins, flu, cough	Fruits	+++
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Rowan	Рябина обыкновенная, рябина	fr	Juice, dried fruits	High blood pressure, stomach problems	Fruits	+++
SALICACEAE	<i>Salix</i> spp.	Willow	Ива	ba	Infusion	Natural aspirin, rheumatism, osteocondrosis	-	+
SCROPHULARIACEAE	<i>Euphrasia officinalis</i> L.	Eyebright	Очанка	r	Infusion (d)	For eyes disease	-	+

ap aerial parts (herb), b berries, ba bark, bd buds, br branches, fl flowers, fr fruit, l leaves, r root, sa sap, se sepals, f fresh, d dried
- No use, + used by up to 10 respondents, ++ 10-20 respondents, +++ more than 20 respondents. Listed illnesses refer to emic categories

Insgesamt ergibt sich hier eine beeindruckende Anzahl essbarer Wildpflanzen, die es in der OIS 3 auch gegeben haben muss. Es werden ganz unterschiedliche Pflanzenteile genutzt. Teilweise werden die Pflanzenteile als essbar gleichzeitig aber auch als toxisch bezeichnet.

Toxizität ist ein sehr dehnbarer Begriff und umschließt Substanzen, die akut lebensbedrohlich sind, wie auch Substanzen, die zu leichtem Unwohlsein oder Magen-Darm-Beschwerden führen. Ein Beispiel solcher Substanzen, die zu leichten Reizungen des Verdauungstraktes führen, sind die ätherischen Öle, wie sie in den Beeren und Nadeln des Wacholders vorhanden sind.

4 Nährstoffbeitrag durch Pflanzen

Wie bereits angesprochen, findet sich im Anhang B eine Liste der Pflanzen, die in der OIS 3 im nördlichen Europa vorkamen mit ihren Makro- und Mikronährstoffen, soweit dies möglich war. Die Pflanzen wurden bewusst nicht in botanischen Gruppen erfasst, sondern in Gruppen, die die Nutzung der jeweiligen Pflanzenteile als Nahrungsmittel anzeigen.

Für ein Dutzend Tiere den Nährstoffgehalt zu finden, war vergleichsweise einfach im Vergleich zum Nährstoffgehalt von Pflanzen. Die ergiebigste Quelle ist (Kuhnlein and Turner 1991). Die Pflanzengattungen, die nach der Biomisation in der OIS 3 verfügbar waren, wurden mit den Pflanzen verglichen, die von Kuhnlein und Turner als essbar durch die indigenen Völker Kanadas eingestuft wurden. Von Kuhnlein und Turner stammen auch die Nährwertangaben. Leider sind diese Angaben alles andere als vollständig und entsprechen den Möglichkeiten der Labordiagnostik, wie sie zum Ende der 1980er Jahre zur Verfügung standen. Daher fehlen z.B. so wichtige Mikronährstoffe wie Folsäure.

Insgesamt konnten 13 Quellen (vgl. Kap. XIII) für Nährwertangaben eruiert werden, aber es sind nie alle Mikronährstoffe untersucht worden. Dadurch ergeben sich erhebliche Datenlücken, dessen bin ich mir bewusst.

Um die Ergänzung der Nahrung tierischer Herkunft durch Pflanzen feststellen zu können, sind zunächst die in Tieren knappen Ressourcen Kohlenhydrate und Fette wichtig. Des Weiteren sind folgende Mikronährstoffe in Fleisch nicht oder in zu geringen Mengen vorhanden: Vitamin E, Vitamin C, Biotin, Calcium und Jod. Für Vitamin K und Folsäure liegen keine Nährwerte aus Fleisch vor.

Die gesammelten Nährwertangaben sollen daher auf die fehlenden Nährstoffkomponenten hin untersucht werden.

Dort, wo zu einer Pflanze mehrere Nährwertangaben von verschiedenen Autoren vorliegen, fällt auf, dass sie teilweise wenig übereinstimmen. Dies ist jedoch verständlich, weil die Bodenverhältnisse, Wasserverfügbarkeit, Sonneneinstrahlung, Temperaturverhältnisse zur Zeit des Wachstums und der Ernte unterschiedlich waren.

5 Zusammenfassung

Die Grundlage für die Ermittlung der in der OIS 3 im nördlichen Europa vorhandenen Pflanzen bildet die vom Stage 3 Projekt durchgeführte Biomisation. Diese gab für die

verschiedenen geografischen Zonen in Europa in diesem Zeitabschnitt Plant Functional Types vor. Diese Ergebnisse werden flankiert von weiteren moderneren Biomisationen, die für die gegebene Zone und Zeit durchgeführt wurden. Ebenfalls erbrachten einige Fundorte Pollenprofile. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für die Beurteilung der Makro- und Mikronährstoffe, die die essbaren Pflanzen der OIS 3 geliefert haben könnten (vgl. Kap. XIII).

Kapitel XII: Direkter Nachweis von Pflanzen der OIS 3 im archäologischen Kontext

1 Probleme und Voraussetzungen bei der Pflanzennutzung für den paläolithischen Menschen

1.1 Identifikation von Pflanzen

Paläolithische Menschen hatten beim Erwerb von pflanzlicher Nahrung eine Reihe von Widerständen zu überwinden. Neben der Kenntnis, WO WELCHE Pflanzen vorkommen, mussten sie ihre morphologischen Merkmale kennen und sie von anderen, ähnlich aussehenden und möglicherweise toxischen Pflanzen abgrenzen können.

Es mussten Kenntnisse zum „Nährwert“ der Pflanzen vorhanden sein, damit gezielt nach diesen gesucht werden konnte.

Bei der Jagd auf Tiere wird stets die dazu notwendige Technologie für die Jagd und das anschließende Zerlegen der Tiere in den Mittelpunkt gestellt und die Unterschiede in der Technologie zwischen AMH und Neandertalern wird herausgehoben.

Beim Sammeln von pflanzlicher Nahrung muss eine gute räumliche Orientierung des Individuums vorhanden sein, sowie Kenntnisse der saisonalen Veränderungen der Landschaft. An „Technologie“ waren dazu nur Grabstöcke und Aufbewahrungsmöglichkeiten, eventuell Rechen zum schnelleren Sammeln von Beeren notwendig.

1.2 Saisonaler Zugang zu Pflanzen

Die Versorgung mit pflanzlicher Nahrung war das gesamte Jahr über physiologisch notwendig. Über die Dauer der Vegetationsperioden während der OIS 3 ist nichts bekannt. Aber es ist klar, dass Pflanzen nur eine begrenzte Zeit im Jahr verfügbar waren, danach wuchsen sie nicht mehr oder waren unter einer Schneedecke begraben. Am ehesten waren noch die Knollen und Wurzeln unter den kalten Bedingungen im Boden haltbar. Sie wurden zum Herbst hin reif, konnten von Herbst bis Frühjahr geerntet werden und konnten nach der Ernte auch unterirdisch gelagert werden.

1.3 Sekundäre Pflanzenstoffe (Phytochemicals): Gesundheitsfördernd oder toxisch?

Da Pflanzen ortsfest sind, mussten sie Strategien entwickeln, um sich vor Viren, Bakterien, Insekten und größeren Tieren sowie dem Menschen zu schützen. Neben Stacheln und

Nesseln, die ihre Abwehrbereitschaft sofort aufzeigen, produzieren Pflanzen eine Reihe von Substanzen, die beim Verzehr durch Insekten, Tiere oder Menschen toxisch sein können. Andere dieser Substanzen dienen den Pflanzen als Wachstumsregulatoren oder Farbstoffe zum Anlocken von Insekten für die Reproduktion (Hahn et al. 2016) .

In den heute weltweit zur Verfügung stehenden Nahrungspflanzen gibt es schätzungsweise 5000 bis 10 000 verschiedene sekundäre Pflanzstoffe (SPS). Es handelt sich dabei um sehr unterschiedliche, komplexe organische Verbindungen.

Der primäre Stoffwechsel der Pflanze ist für den Aufbau von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen notwendig. Daneben besitzen Pflanzen einen sekundären Stoffwechsel, in dem sie die sekundären Pflanzenstoffe bilden. Sie werden hauptsächlich von der Pflanze als Duft-, Geschmacks-, Farbstoffe, Wachstumsregulatoren, Pflanzenhormone und Schutzstoffe gegen Schädlinge und Krankheiten produziert (Carle 2019).

Mithilfe der sekundären Pflanzenstoffe locken Pflanzen nützliche Insekten an und wehren sich gegen Schadinsekten, Bakterien, Viren und Pilze. Sie kommen im Pflanzenreich weit verbreitet, aber in sehr geringen Mengen vor.

Die sekundären Pflanzenstoffe unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf den menschlichen Körper sehr stark. Bis vor etwa 40 Jahren hat man eher deren negative Auswirkungen hervorgehoben, wie z.B., dass Phytate Mineralstoffe im Dünndarm binden, die so nicht resorbiert werden können; oder dass Glucosinolate in Kohlgewächsen die Bildung der Schilddrüsenhormone blockieren. Inzwischen weiß man allerdings, dass derart negative Auswirkungen auf den Organismus nur auftreten, wenn entsprechende Pflanzen täglich über einen längeren Zeitraum und im Kilogramm Bereich verzehrt werden (Carle 2019; Hahn et al. 2016).

Sekundäre Pflanzenstoffe kommen in allen Nahrungspflanzen und in besonders großen Mengen in Wildpflanzen im Vergleich zu domestizierten Pflanzen vor. Sie haben auf den menschlichen Organismus sehr unterschiedliche, aber in allen Fällen gesundheitsfördernde und schützende Einflüsse. Sie wirken beispielsweise krebsvorbeugend, antimikrobiell oder stärken das Immunsystem. Die Wirkmechanismen sind geklärt und können aber für eine bestimmte Eigenschaft, z.B. antikanzerogene Wirkung, auf unterschiedlichen Mechanismen beruhen.

Die Wirkungen sind in Tierversuchen und In-vitro-Studien belegt, aber nur selten in Humanstudien. Aus diesem Grund ist es momentan auch noch nicht möglich, festzulegen, welche Mengen an SPS konsumiert werden müssten, um die gesundheitsfördernden Effekte optimal ausnützen zu können. Eine verbindliche Klassifizierung der sekundären Pflanzenstoffe ist derzeit nicht verfügbar. Viele Pflanzen liegen mit ihren Inhaltsstoffen zwischen Nahrungsmittel und Arzneimittel (Carle 2019).

Tab. XII- 1, sekundäre Pflanzenstoffe in Pflanzen der OIS 3

Sekundärer Pflanzenstoff	Vorkommen in OIS 3 Pflanzen
Carotinoide, Carotine, Xanthophyll	rote, gelbe Gemüse
Glucosinolate	Brassicaceae
Monoterpene	Kräuter, Gewürze
Phytoestrogene, Flavone, Lignane, Cumarine	Leinsamen Artemisia
Phytinsäure	kommt kaum vor
Phytosterole	Brassicaceae
Polyphenole, Phenole, Hydroxycimtsäure, Flavonoide	Beeren Beeren, Blüten Alliumarten
Proteaseinhibitoren	kommen kaum vor
Saponine	Wurzeln, Knollen, Blätter, Blüten
Sulfide	Alliumarten

Tab. XII- 2, , Wirkungsspektrum von Sekundären Pflanzenstoffen. Zusammengefasst nach (Elmadfa 2019; Hahn et al. 2016)

Wirkungsspektrum	Sekundäre Pflanzenstoffe
antikanzerogen	Carotinoide, Phytosterine, Saponine, Glucosinolate, Phenolsäuren, Flavinoide, Proteaseinhibitoren, Terpene, Phytoöstrogene, Sulfide, Phytinsäure, Chlorophyll.
antimikrobiell	Sulfide, Glucosinolate, Polyphenole.
antioxidativ	Carotinoide, Polyphenole, Phytoöstrogene, Proteaseinhibitoren, Sulfide, Phytinsäure, Glucosinolate.
antithrombotisch	Sulfide, Polyphenole.
blutdruckregulierend	Alkaloide, Sulfide.

cholesterinsenkend	Saponine, Phytosterole, Sulfide.
blutglukoseregulierend	Phytinsäure, Polyphenole.
immunmodulierend	Carotinoide, Saponine, Polyphenole, Sulfide.
Zellkommunikation	Carotinoide
antiinflammatorisch	Polyphenole
Signaltransduktion	Flavonoide
endokrine Effekte	Phytoöstrogene

Tab. XII- 3, Sekundäre Pflanzenstoffe zusammengefasst nach (Hahn et al. 2016)

Sekundärer Pflanzenstoff	Vorkommen in OIS 3 Pflanzen	Bioverfügbarkeit	Folgen überhöhter Zufuhr
Carotinoide, Carotine, Xanthophyll	rote, gelbe Gemüse, Blüten	gering < 3 %	keine
Glucosinolate	Brassicaceae, Kreuzblütler	hoch	goitrogen
Monoterpene	Kräuter, Gewürze	gut	keine
Phytoöstrogene, <ul style="list-style-type: none"> • Isoflavone, • Lignane, • Coumestane 	Leinsamen, ev. Poaceae	mittel 15 %	wird kontrovers diskutiert
Phytinsäure			
Phytosterole	Brassicacea, Samen, Nüsse	gut	keine
Polyphenole, <ul style="list-style-type: none"> • Phenole, • Anthozyane • Hydroxyzimtsäure, • Flavonoide • Phytoöstrogene 	Beeren, Blüten, Randschichten von Blättern, Heidelbeeren, Alliumarten, Brassicaarten	gering < 3 %	keine

Saponine	???	gering	Hämolyse, Schädigung des Darme- pithels
Sulfide	Alliumarten, Lili- engewächse	hoch	keine Daten verfügbar

1.3.1 Nahrungspflanzen – Arzneipflanzen – Giftpflanzen

SPS können beim Menschen sowohl o.g. gesundheitsfördernde Wirkungen als auch schädigende Effekte hervorrufen, je nach Menge des Konsums. Dies ist der Grund, warum Pflanzen, je nach Erfahrungskultur, eher als Nahrungspflanzen oder eher als Arzneipflanzen eingestuft werden.

Zu den zunächst eher unerwünschten Wirkungen gehören die Hemmung von Verdauungsenzymen (Proteaseinhibitoren), Thiaminasen, die Thiamin (Vitamin B₁) zerstören und die Bindung von Mineralstoffen (Oxalsäure), die dann nicht mehr resorbiert werden können (Hahn et al. 2016).

Ohne tiefer in die Materie eindringen zu wollen, kann man Pflanzen unterscheiden, deren Inhaltsstoffe zu einer akut toxischen Reaktion führen und die seit Generationen als Nahrungspflanzen ausgeschlossen werden (Pinela et al. 2017).

Es sind dies Giftpflanzen, die Alkaloide bilden, wie Stechapfel, Schierling, Herbstzeitlose, Eisenhut oder Glykoside, wie in Christrosen und Fingerhut. Daneben gibt es Giftpilze, wie die muskarinbildenden Rißpilze, den amanitinebildenden Knollenblätterpilz und Pilze, die psychogen wirksame Substanzen bilden (Marquardt and Schäfer 2004).

Toxizität ist eine Frage der Dosis aber auch eine Frage der jeweiligen toxischen Substanz und deren Potential, Gewebe anzugreifen oder zu zerstören.

Eher langzeitwirksam als akut toxisch oder nur in hohen Mengen oder bei regelmäßiger Einnahme toxisch sind viele andere Substanzen, die Pflanzen zu ihrer Verteidigung bilden. Da sie daneben aber auch zahlreiche wertvolle Inhaltsstoffe enthalten, werden sie in der Ethnobotanik nicht vollständig gemieden (Pinela et al. 2017).

Hier sollen einige toxisch wirksame Substanzklassen genannt werden, die auch in Wildpflanzen in nördlichen Breiten vorkommen.

1.3.2 Toxische Pflanzeninhaltsstoffe

Alkaloide

Bis zu 20 % aller Pflanzen bilden Alkaloide. Unter den OIS 3 Pflanzen sind besonders alkaloidreich *Papaveraceae* und *Ranunculaceae*. Alkaloide schmecken stark bitter. Das bekannteste Alkaloid ist das im Mohnsaft vorhandene Opium. Alkaloide werden sehr gut resorbiert. Ihre Toxizität hängt damit zusammen, dass ihre Struktur der von Neurotransmittern ähnelt und sie daher Wirkungen auf das Zentralnervensystem entwickeln können.

Interessanterweise wirken Alkaloide auch auf die sie bildenden Pflanzen selbst toxisch, daher werden sie nicht in der ganzen Pflanze, sondern nur in bestimmten Pflanzenteilen gebildet (Wurzeln, Blätter, Milchsaft) (Fleischhauer et al. 2018).

β-Thujon

β-Thujone sind Monoterpenketone und die Hauptsubstanz der ätherischen Öle, die weit verbreitet in Pflanzen vorkommen, wie in Salbeiarten (*Salvia officinalis*, *S. sclarea*), Gänsefingerkraut (*Tanacetum vulgare*), Wermut (*Artemisia sp.*). Die Pflanzen werden weltweit als Pflanzenöle, Kräuter und Aromastoffe für alkoholische Getränke genutzt.

Die Thujone wirken sich auf das Zentralnervensystem aus und verursachen Krämpfe, Übererregbarkeit und Halluzinationen (Dolan et al. 2010).

Blausäure

Cyanide kommen ebenfalls weit verbreitet in Pflanzen vor. Cyanide verhindern, dass Körperzellen den Sauerstoff aus dem Hämoglobin aufnehmen können. Dies führt zu zellulärer Nekrose, Gewebeschäden und „innerem Ersticken“. Bei Wildpflanzen aus nördlichen Gebieten kommt Blausäure in Leinsamen und Holunderblättern vor (Dolan et al. 2010; Fleischhauer et al. 2018).

Glucosinolate

Weit verbreitet in der Pflanzenwelt sind Substanzen, die die Aufnahme von Jod in die Schilddrüse blockieren, sogenannte Goitrogene. Von den Wildpflanzen trifft dies auf die Brassicaarten zu (Dolan et al. 2010).

Alle Glucosinolate haben einen scharfen Geschmack und reizen Haut und Schleimhäute. Damit reduziert sich die Gefahr der Überdosierung.

Für den Menschen gesundheitsfördernd ist die hemmende Wirkung der Glucosinolate auf das Wachstum von Bakterien und Pilzen (Fleischhauer et al. 2018).

Erucasäure

Erucasäure ist eine einfach ungesättigte Fettsäure, die in einigen wilden Brassicaarten vorkommt. Erucasäure ist eine Fettsäure, die schlecht oxidiert wird und im Körper akkumuliert. Besonders im Herzmuskel führt diese Akkumulation zur Reduktion der Herzkraft (Dolan et al. 2010; Fleischhauer et al. 2018).

Furocumarine

Furocumarine kommen in Umbelliferaarten vor und haben phototoxische und photomutagene Wirkungen. Die toxischen Effekte entfalten sich, wenn Furocumarine konsumiert werden und die Haut dem Sonnenlicht, insbesondere UV-Strahlung, ausgesetzt wird (Dolan et al. 2010). Die in der OIS 3 vorgekommenen Pflanzen, die Furocumarine ausbilden können, sind *Daucus carota*, *Pastinaca sativa* und andere *Apiaceae* (Fleischhauer et al. 2018).

Pyrrolizidin Alkaloide

Pyrrolizidin Alkaloide produzieren *Asteraceae*, *Borraginaceae*, *Compositae*, *Ranunculaceae* und *Scrophulariaceae*. Pyrrolizidin Alkaloide sind akut toxisch für die Leber. Ihre chronische Toxizität entfaltet sich durch ihr mutagenes, teratogenes und kanzerogenes Potential (Dolan et al. 2010). Die Pyrrolizidin Alkaloide sind sehr vielfältig in ihrer chemischen Struktur und diese ist ausschlaggebend für die Lebertoxizität. Heute werden Pflanzen mit diesen Inhaltsstoffen eher als Heilpflanzen eingesetzt, d.h. in geringen Mengen (Fleischhauer et al. 2018).

Nitrate

Einige Pflanzenarten neigen dazu, Nitrate zu akkumulieren. Nitrate selbst sind für Erwachsene ungiftig. Die aus den Nitraten gebildeten Nitrite können für Kinder unter einem Jahr tödlich sein, da sie zu innerem Ersticken führen. Nitrite werden aus Nitraten gebildet, wenn die Pflanzen geerntet und gelagert werden.

Aus Nitriten können im Magen in Kombination mit Proteinen sogenannte Nitrosamine gebildet werden, die kanzerogen sind. Wildpflanzen mit hohem Nitratgehalt sind *Chenopodium album*, *Chenopodium murale* und *Portulaca oleracea* (Guil et al. 1997).

Cumarine

Cumarine kommen in vielen Poaceae und Waldmeister vor. Cumarine sind für den typischen Heugeruch von trockenem Gras verantwortlich. Sie werden erst bei Verletzung der Pflanzenzelle freigesetzt. Hohe Dosen führen zu Schwindel, Benommenheit, Kopfschmerzen, können aber auch Leberschäden verursachen (Fleischhauer et al. 2018).

1.3.3 Antinutritive Pflanzeninhaltsstoffe

Oxalsäure

Oxalsäure bindet Calcium und andere Mineralstoffe und verringert auf diese Weise ihre Verfügbarkeit im Organismus. Hoher oder dauerhafter Konsum von oxalsäurereichen Pflanzen kann sich in vermindertem Knochenwachstum, Nierensteinen, Durchfall, Erbrechen, Krämpfen und verminderter Blutgerinnung äußern.

Die Toxizität von Oxalsäure ist recht niedrig. Sehr hohe Konzentrationen bei den Wildpflanzen weisen *Rumex crispus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium murale*, *Portulaca oleacea* auf (Dolan et al. 2010; Guil et al. 1997).

Anti-Thiamine

Thiamin ist das wichtigste Enzym der Energiegewinnung. In zahlreichen tierischen und pflanzlichen Organismen werden Thiaminasen gebildet, die das Thiamin spalten und daher unwirksam machen. Sie kommen in den wilden und domestizierten Heidelbeeren, Schwarzen Johannisbeeren und Roten Beeten vor (Dolan et al. 2010).

Tannine (Gerbsäuren)

Tannine bilden mit Proteinen stabile Vernetzungen. Dies beeinträchtigt die Bioverfügbarkeit der Proteine. Sie wirken aber nicht nur auf die Nahrungsproteine, sondern auch auf Bakterien und Viren und wirken auf diese Weise antientzündlich und antimikrobiell. Beim Gerben von Leder und zur Beeinflussung von Diarrhöe nutzt man diese Eigenschaft der Tannine. In OIS Pflanzen kommen sie nur in Heidelbeeren, Eicheln und Bucheckern vor (Dolan et al. 2010).

Diese kurze Übersicht zeigt die weite Verbreitung von Pflanzentoxinen, die nicht alle akut tödlich sind, aber eine Reihe unangenehmer Wirkungen auf die menschliche Gesundheit ausüben können.

Nicht alle Pflanzen einer Pflanzenfamilie müssen zwangsläufig die Toxine produzieren und es sind nicht immer alle Teile der jeweiligen Pflanze betroffen. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass ein enormes Wissen über die Pflanzen bekannt sein und über Generationen weitergegeben werden musste. Eine geringe Aufnahme der betreffenden Pflanzen oder deren gezielte Verarbeitung hilft, die Toxizität zu verringern (Fleischhauer et al. 2018).

1.3.4 Pflanzenverarbeitung

Viele Pflanzen können frisch/roh und vor Ort konsumiert werden. Einige sind erst nach umfangreichen Verarbeitungsschritten genießbar. Diese Verarbeitungsschritte verfolgen im Wesentlichen die folgenden Ziele: Detoxifikation, Entfernung von unverdaulichen Substanzen, Erhöhung der Verdaulichkeit und Verbesserung des Zugangs zu Nährstoffen.

Es werden folgende Verarbeitungsprozesse angewandt, um diese Ziele zu erreichen:

- Zerreiben und Zerstampfen der Pflanzen reduziert die Partikelgröße und verbessert den Zugang zu Nährstoffen. Ballaststoffe werden abgetrennt. Diese reduzieren die Proteinverdaulichkeit, verlängern aber auch die Transitzeit im Verdauungstrakt und führen so zu mehr Sättigung und verbesserter Resorption der Kohlenhydrate (vgl. dieses Kap. 5.1, 5.2, 5.10).
- Einweichen von Pflanzen macht das Pflanzenmaterial weicher und damit besser kausbar und dient der Verkürzung der Kochzeit. Schalen können in eingeweichtem Zustand besser entfernt werden. Dies führt zur Reduktion von Oligosacchariden und verbessert die Verdaulichkeit.
- Auslaugen von Pflanzenmaterial dient dem Verlust von toxischen Inhaltsstoffen, sofern sie wasserlöslich sind. Dies funktioniert sehr gut bei Tanninen. Es kann auch Stärke ausgewaschen werden. Beim Auslaugen können aber auch wertvolle, wasserlösliche Nährstoffe verloren gehen.
- Hitzeinwirkung auf Pflanzenmaterial kann auf verschiedene Weisen geschehen. Trockene Hitze führt zum Entzug von Wasser und damit zur Erhöhung der Haltbarkeit von Pflanzen, die dann bevorratet werden können. Trockene Hitze erleichtert außerdem die Entfernung von ballaststoffreichen Randschichten von Pflanzen.
- Kochen oder Dämpfen in Wasser erhöht die Verdaulichkeit.
- Die Fermentation ist der umfangreichste Verarbeitungsprozess. Er kann verschiedenen Zwecken dienen: Die chemische Reduktion von Stärke zu Monosacchariden, Verstärkung von Aromen, Verbesserung der Konservierung, Produktion von Getränken und Entfernung von Toxinen. Alle Fermentationsprozesse benötigen Bakterien oder Hefen. Sie kommen üblicherweise in der gegebenen Umwelt vor (Stahl 1989: 171-194).

2 Nachweisbarkeit von Pflanzen im archäologischen Kontext

2.1 Einleitung

Die eindeutige Identifikation von Pflanzen durch den prähistorischen Menschen erfordert sehr genaue Kenntnisse über deren saisonale und räumliche Verfügbarkeit. Menschen müssen die Fähigkeit haben, essbare von eventuell toxischen, ähnlich aussehenden Pflanzen zu unterscheiden. Dies hinterlässt keine Spuren zur heutigen Interpretation. Der Sofortverzehr von rohem Pflanzenmaterial hinterlässt ebenfalls keine Spuren.

Für das Sammeln von Pflanzen sind Behälter notwendig, für die es Hinweise im archäologischen Kontext gibt. Allerdings sind diese Behälter stets so klein, dass man sie sich nicht als Sammelbehälter für Pflanzen vorstellen kann (Riethmüller 2018).

Gesammelte Pflanzen können Makropflanzenreste an Fundplätzen hinterlassen, sofern die Erhaltungsbedingungen dafür gut sind.

Für die genannten Verarbeitungsschritte sind Werkzeuge, Reibsteine, Hammersteine, Mörser, Behälter, Feuer, Kochgruben, Kochsteine vorstellbar. Sie werden an paläolithischen Fundplätzen aber nicht in großen Mengen gefunden.

Folgende Methoden eignen sich zur Identifikation von Pflanzen im archäologischen Kontext:

- Untersuchung von Phytolithen zur Bestimmung der Pflanzenart.
- Untersuchung von Koprolithen zur Bestimmung von Nahrungsresten.
- Probenentnahme am Fundplatz zur Untersuchung auf Makropflanzenreste.
- Probenentnahme am Fundplatz zur Untersuchung von Sedimenten auf Pflanzen DNA.
- Untersuchung des Fundplatzes und dessen Umgebung auf die Möglichkeit des Wachstums von unterirdischen Speicherorganen (USO).
- Identifikation von archäologischer Stärke aus Zahnstein von Hominiden oder auf Steinartefakten.
- Gebrauchsspurenanalyse in Kombination mit Rückstandsanalysen auf Geröllen und Steinartefakten.
- Untersuchung von Hominidenzähnen auf Abrasionsspuren: Dental microwear (nicht ausschließlich für Pflanzen).

2.2 Zugang zu Pflanzenresten im archäologischen Kontext

Zunächst muss festgelegt werden, wie viel und aus welchen Kontexten auf einer Grabung Sedimente zur Gewinnung von Pflanzenresten gewonnen werden sollen und ob der Probenumfang überall gleich sein soll. Für Makropflanzenreste sowie für Pollen und Phytolithen gibt es unterschiedliche Methoden der Probenentnahme.

Die nächste Stufe ist die Identifikation der Pflanzenreste. Dazu sind verschiedene Methoden der Vergrößerung mit Mikroskopen notwendig und das Vorhandensein einer möglichst umfangreichen Vergleichssammlung von Pollen, Makropflanzenresten und Phytolithen. Zur Auswertung werden verschiedene Methoden von absoluten Zählungen und Gewichten des Pflanzenmaterials, Verhältnissen der Pflanzenarten untereinander bis hin zu Vorhandensein und Abwesenheit von Merkmalen und Ubiquitätsindices genutzt (Pearsall 2000; Wright 2010).

Phytolithen gelten als die am besten haltbaren Pflanzenreste.

Phytolithen werden von Pflanzen gebildet, wenn sie aus Wasser lösliches Siliziumdioxid aufnehmen und konzentrieren. Sie lagern dies in einer konzentrierten nicht kristallinen Form in und zwischen ihren Zellen ab. Phytolithen geben Pflanzen strukturellen Halt und bilden einen Schutz gegen Fraßfeinde. Phytolithen werden in erster Linie in den oberirdischen Pflanzenteilen abgelagert, nur wenige Arten lagern sie in den unterirdischen Pflanzenteilen ab. Phytolithen werden durch taphonomische Prozesse wenig angegriffen sind aber löslich bei saueren pH-Werten.

Je nach Pflanzenart nehmen Phytolithen eine charakteristische morphologische Struktur an, die genutzt werden kann, um die Pflanzen, denen sie entstammen, zu identifizieren. Die Identifikation kann auf Genusebene, Stammebene oder Familienebene ausfallen.

Die Morphologie der Phytolithen kann zwischen Pflanzenarten, und selbst innerhalb einer Pflanzenart, variieren in Größe, Form, Beschaffenheit, was die Diagnostik der zugehörigen Pflanzenart erschwert (Fiorenza et al. 2015).

Fundorte mit Pflanzenresten aus der OIS 3, die sich durch Phytolithen hätten identifizieren lassen, wurden nicht gefunden.

3 Koprolithen

In Koprolithen können unverdaute Pflanzenreste, wie Samen, Pollen und Phytolithen vorhanden sein. Dabei kann nicht unbedingt davon ausgegangen werden, dass diese Materialien durch Nahrung in den Körper gelangt sind. Pollen können durch Wind zerstreut und verschluckt werden, bzw. sich auf Nahrungsmitteln ablagern. Phytolithen können durch das Verspeisen von Herbivorenmägen mit reichlich Pflanzenfutter in den menschlichen Darm gelangen (Shiple and Kindscher 2016).

Daten von Fundorten mit Koprolithen, die in die OIS 3 datieren und im nördlichen Europa liegen, sind bisher nicht publiziert

4 Makropflanzenreste

„Macrofossil evidence for plant food remains from Palaeolithic context are still however relatively scarce and archaeobotany remains an under-developed field within Palaeolithic studies“. (Mason et al. 1994; Mason and Hather 2002)

Makropflanzenreste umfassen eine Klasse von Rückständen im archäologischen Kontext, die mit dem bloßen Auge erkannt werden können: Holz, Samen, Früchte, Knollen, Nusschalen und Pflanzenfasern. Die häufigsten Arten von Makropflanzenresten sind Holz und Holzkohle.

Zum ersten Mal wurde man auf Makropflanzenreste aufmerksam, als Heer (1865) diese fand im Zusammenhang mit der Entdeckung der Pfahlbauten an Schweizer Seen.

Makropflanzenreste können durch Sammeln während der Ausgrabung, systematisches Absieben von Sedimenten und durch Flotation (Aufschwemmen) gewonnen werden. Die größte Ausbeute ergibt die Flotation der Sedimente. Dazu stehen sehr verschiedene, von Hand und maschinell betriebene Systeme zur Verfügung (Pearsall 2000; Wright 2010).

Makropflanzenreste erhalten sich nur, wenn sie vollständig von Wasser umgeben sind, in Seesedimenten, in Torfmooren, in sehr trockenen Klimaten, in denen sie austrocknen, in verkohltem Zustand, durch Schockfrost, durch Mineralisation oder in Koprolithen. Unter

diesen Bedingungen sind Bakterien und Pilze nicht in der Lage, das Pflanzenmaterial anzugreifen und abzubauen. Die höchste Anzahl an Makropflanzenresten ist zu erwarten in gemäßigten und tropischen Klimazonen, da in diesen die Pflanzenproduktionsrate am höchsten ist (Jacomet 1999).

Die Pflanzenerhaltung ist in europäischen Höhlen eher schlecht, bedingt durch den hohen Lehmgehalt des Bodens und hohe Korrosion (Riehl et al. 2015).

4.1 Fundorte mit Makropflanzenresten

4.1.1 Mittelpaläolithikum

Königsau

In den Sedimenten des Ascherslebener Sees wurden in der Sedimentationsfolge 16 Pflanzenreste aus dem Bruchwaldtorf geborgen. Sie gehören überwiegend Wasserpflanzen an. Besonders häufig kamen Steinkerne von *Potamogeton vaginateus* (Scheinblättriges Laichkraut) und Früchte verschiedener Seggen vor.

Weiter wurden 7 andere Laichkrautarten gefunden: *Ranunculus aquitatis* (Wasserhahnenfuß), *Hippuris vulgaris* (Gemeiner Tannenwedel), *Myrophyllum verticillatum* (Quirltausendblatt) und *Cirpuse cf. muronatus* (Stachelspitzige Simse).

Ob diese Pflanzen von den dort lebenden Menschen als Nahrungsmittel verwendet wurden, kann nicht belegt werden (Mania and Toepfer 1973).

Salzgitter- Lebenstedt

Ein indirekter Hinweis für die Nutzung von innerer Rinde von Bäumen liefern Sandgathe und Hayden (2003) Sie nehmen an, dass die in Salzgitter-Lebenstedt modifizierten Mammutrippen, die vorne wie eine Spitze geformt wurden, dazu genutzt wurden, um an die innere Rinde von Bäumen zu gelangen.

Aus ethnografischen Berichten ist bekannt, dass viele Populationen, die in gemäßigten Breiten leben, die äußere Rinde von Bäumen mit Werkzeugen entfernen, die den zugespitzten Mammutrippen verblüffend ähneln. Nach Entfernung der äußeren Rinde, gelangt man an die innere Rinde, die vielfach zur Ernährung und zu medizinischen Zwecken genutzt wurde und wird. Unter der inneren Rinde versteht man einen Teil des Kambiums, den sogenannten Bast. Im Bast werden Zuckerverbindungen transportiert, die als Nahrung genutzt werden können.

Es eignet sich die innere Rinde folgender Baumarten zur Nutzung: *Pinus sp.*, *Pinus sylvestris*, *Larix sp.*, *Salix sp.*, *Acer sp.*, *Betula sp.*, *Quercus sp.*, *Alnus sp.*, *Fraxinus sp.*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Prunus sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus sp.*, *Picea sp.*, *Abies sp.* (Bigga 2018; 156). Die ideale Erntezeit für innere Rinde ist der Mai (Bigga 2018: 156).

Wenig ist bekannt über das Alter der Bäume und die Größe der Bäume, die genutzt wurden. Die innere Rinde ist in erster Linie eine Kohlenhydratquelle und könnte, im Frühling genutzt, als eine Art Fallback-food interpretiert werden, da in dieser Jahreszeit Nahrungsknappheit herrscht. Allerdings muss dabei klar sein, dass der Baumbestand während vieler Phasen der OIS 3 im nördlichen Europa gering war.

4.1.2 Jungpaläolithikum

Hohle Fels

Aurignacien (44 200 – 34 280 ka cal BP)

Gravettien

Geologischer Horizont: 8 – 3b

Es wurden 50 Proben mit einem Sedimentgewicht von 70 kg untersucht. Sie ergaben nur 27 Pflanzenrückstände. Davon gehören 9 zu den Aurignacienhorizonten und 11 zu Gravettienhorizonten. Die Magdalénienhorizonte werden hier nicht betrachtet.

Für die Analyse auf Phytolithen wurden je 40 g Sediment von 10 Sedimentproben entnommen, die überwiegend aus den frühen Gravettienhorizonten stammten.

Die Makropflanzenreste waren durch ihren hohen Zersetzungsgrad schwierig zu identifizieren. Die höchste Anzahl an Makropflanzenresten waren Baumrindenfragmente, die als *Arctostaphylos sp.* (Bärentraube) identifiziert werden konnten. Sie machen 68 % in den Aurignacienhorizonten und 33 % in den Gravettienhorizonten aus. Samen und Knospen von einer nicht näher zu identifizierenden Brassicaart kommen nur in den Gravettienhorizonten vor.

Asteraceae und *Helianthemum sp.* (Sonnenröschen) kommen in Aurignacien- und Gravettienhorizonten vor.

Entsprechend der geringen Anzahl der Makropflanzenreste, ist eine statistische Auswertung über die betreffenden Horizonte nicht möglich.

Phytolithen konnten in den Proben aus dem Aurignacien- und Gravettienhorizonten nicht nachgewiesen werden.

Nutzungsmöglichkeiten

Früchte und Blätter der Bärentraube sind zu technischen (Ledergerbung) und medizinischen (Diuretikum) Zwecken brauchbar.

Cirsium-ähnliche Samen gehören zur Asteraceae-familie und können für medizinische Zwecke genutzt werden.

Möglicherweise handelt es sich bei den Brassicaarten um *Rorippa sp.* (Kresse) und *Draba nemorosa* (Buschfelsenblümchen). Diese können roh verzehrt werden und sind reich an Vitaminen und Glucosinolaten (Riehl et al. 2015).

Dolní Věstonice II (1994)

Zur Untersuchung von Makropflanzenresten wurde in Dolní Věstonice eine Probe von 280 ml aus den Ablagerungen von Herd D entnommen. Die darin befindliche Holzkohle ist nach Radiocarbonmessungen $26\,390 \pm 270$ ka BP alt.

Die Probe konnte in vier Einheiten unterschieden werden:

- a) Holzkohle, die den meisten Anteil ausmachte und
- b) Fragmente von Parenchymgewebe (Parenchymzellen sind dünnwandige Zellen des Grundgewebes, aus dem der Großteil von nichtholzartigen [krautigen] Pflanzenstrukturen besteht, die den größten Teil von Wurzeln und Knollen ausmachen).
- c) Samen und
- d) verschiedene weitere, nicht näher zu bezeichnende Materialien pflanzlichen Ursprungs.

Das gesamte Material war stark fragmentiert.

Das gesamte Parenchymgewebe entstammt fleischigen Pfahlwurzeln, einige Fragmente zeigen typische Merkmale von *Asteraceae*, die einige essbare Wurzeln beinhalten. Da sich diese Reste bei einer Herdstelle befanden, nimmt man an, dass sie zu Nahrungszwecken dorthin gebracht wurden.

Nur ein sehr zersetztes Samenkorn konnte erkannt werden, dessen Identifikation jedoch nicht gelang (Mason et al. 1994).

Dolní Věstonice II (2005)

2005 wurde das gesamte Sediment der Kulturschicht auf Pflanzenreste hin flотиert. Es wurden verschiedene Holzkohlereste gefunden, sowie Parenchymfragmente von vegetativen Speicherelementen, unterirdischen Speicherorganen (= USOs = Underground Storage Organs) von Pflanzen.

Veröffentlicht wurde nur eine kleine Menge der umfangreichen Pflanzenrückstände: 19 Proben von den holzkohlereichen Herdablagerungen und 10 Proben aus der Kulturschicht. 5 – 10 % der Rückstände entstammen nicht von Hölzern. Insgesamt wurden fast 200 Fragmente als Parenchymgewebe eingestuft. Sicher als Parenchymgewebe identifiziert sind 66 Fragmente aus den Herdablagerungen und 22 aus der Kulturschicht.

Sechs der Fragmente entstammen Wasserpflanzen. Weiterhin wurden einige Stücke für eine Art gekochtes Pflanzenmus gehalten, das wie aus wilden Eicheln hergestellt aussah (Pryor et al. 2013).

5 Archäologische Stärke

Pflanzen sind die Hauptträger von Kohlenhydraten. Der größte Teil der Kohlenhydrate ist in Pflanzen in Form von Stärke gespeichert. Vor rund 40 Jahren wurde zum ersten Mal Stärke an prähistorischen Steinwerkzeugen entdeckt.

Archäologische Stärke wird entweder aus Zahnstein extrahiert oder sie wird von Steinwerkzeugen gewonnen.

Im Zeitraum zwischen 2006 und 2015 wurden weltweit 110 ernstzunehmende Arbeiten zu archäologischer Stärke publiziert. Davor lag der Schwerpunkt der Arbeiten im pazifischen Raum und Australien, nach 2005 kamen Ostasien und China hinzu, danach Europa und Nordamerika.

Tab. XII- 4, Untersuchungen zu archäologischer Stärke weltweit, (Torrence and Barton 2006)

Table 1 Changes in locations of ancient starch studies.				
Location	Up to 2005 ^a		2006–2014 ^b	
	Count	%	Count	%
Pacific	25	32	19	20
Australia	22	28	3	3
S. America	16	20	18	19
C. America	4	5	5	5
Africa	4	5	5	5
N. America	3	4	10	10
Europe	3	4	8	8
SE Asia	1	1	1	1
W. Asia	1	1	5	5
E. Asia	0	0	23	23
Totals	79	100	97	100

^a Based on references used in [Torrence and Barton \(2006\)](#).
^b Inline Supplementary Table 1.

Table 2 Main topics of ancient starch research since 2006.		
Research topics ^a	Total number of studies	%
Subsistence practices	46	41
Tool use	22	20
Taphonomy, including contamination	13	12
Method: identification	15	14
Diet: direct evidence	13	12
Land use	1	1
Method: recovery	2	2

^a Inline Supplementary Table 1.

Für Gesamteuropa gibt es im genannten Zeitraum nur 8 Publikationen, insgesamt machen Fragen der Subsistenz rund die Hälfte der Untersuchungen aus.

Stärke kann aus oder von verschiedenen Ressourcen und Oberflächen gewonnen werden, der häufigste Nachweis gelang von Groundstones, gefolgt von Sedimenten, Abschlägen, Keramik und Zahnstein. Zahnstein ist neben Koproolithen das Material, das Stärke als

Ernährungsressource belegt. Zahnstein ist aber auch das Material, das stets nur einen Stärkenachweis für Individuen und nicht für Populationen erbringt (Barton and Torrence 2015).

Tab. XII- 5, Materialien, in denen archäologische Stärke gefunden wurde, (Barton and Torrence 2015)

Source ^a	Total number of studies
groundstone	31
sediments	15
flaked stone	16
ceramics	14
dental calculus	13
stone tools	7
ethnographic artefacts	2
food remains	3
gourds	1
shell tools	1
bone tools	1
coprolites	1
burned rock	1

^a Inline Supplementary Table 1.

5.1 Aufbau und Verhalten von Stärke

Stärke wird von Pflanzen gebildet als Energiereserve. Da sie kaum wasserlöslich ist, im Vergleich zu Mono- und Disacchariden, kann sie ohne osmotische Last gespeichert werden. Es gibt zwei Arten von Stärke: transitorische Stärke und Reservestärke.

Die transitorische Stärke wird in den grünen Teilen der Pflanze tagsüber gebildet und nachts abgelagert. Dies sind kleine und diagnostisch nicht fassbare Stärkekörner und daher von begrenztem Wert für die Analyse.

Reservestärke befindet sich in den Pflanzenteilen, die für langfristige Energieanreicherung bestimmt sind: Samen, Früchte, Knollen, Rhizome und Wurzeln. Reservestärkekörner sind größer als transitorische Stärkekörner (Fiorenza et al. 2015).

Stärke ist ein aus Glukose aufgebautes Polysaccharid, das sich durch die Verzweigungsstruktur seiner zwei Komponenten Amylose und Amylopektin unterscheidet. Stärke ist in kaltem Wasser kaum löslich.

Amylose ist linear aufgebaut und Amylopektin ist hoch verzweigt (vgl. Kap. IV, 3.2). Diese beiden Kohlenhydratpolymere sind in wechselseitigen Schichten aus kristallinen und amorphen Strukturen im Stärkekorn angeordnet.

Die kristallinen Strukturen enthalten überwiegend Amylopektinketten, die in Spiralen angeordnet sind. Die konzentrische Anordnung dieser kristallinen Bündel, abwechselnd mit amorphen Strukturen, ergeben unter dem Lichtmikroskop das charakteristische, doppelbrechende Muster eines „Malteser Kreuzes“ (vgl. Abb. X-1 untere Reihe) (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

Diese typische alternierende Struktur aus amorphen und kristallinen Bündeln geben Stärkekörnern ihre typische, gegen Umwelteinflüsse resistente Beschaffenheit.

Stärkekörner können sich über sehr lange Zeiträume auf Steinartefakten, Nahrungsresten, Keramik und Zahnstein erhalten. Allerdings gibt es taphonomische Einflüsse, welche die Stärke vollständig und rasch entfernen, wie ein pH-Wert im sauren Bereich oder bodeneigene Enzyme im Sediment (Fiorenza et al. 2015).

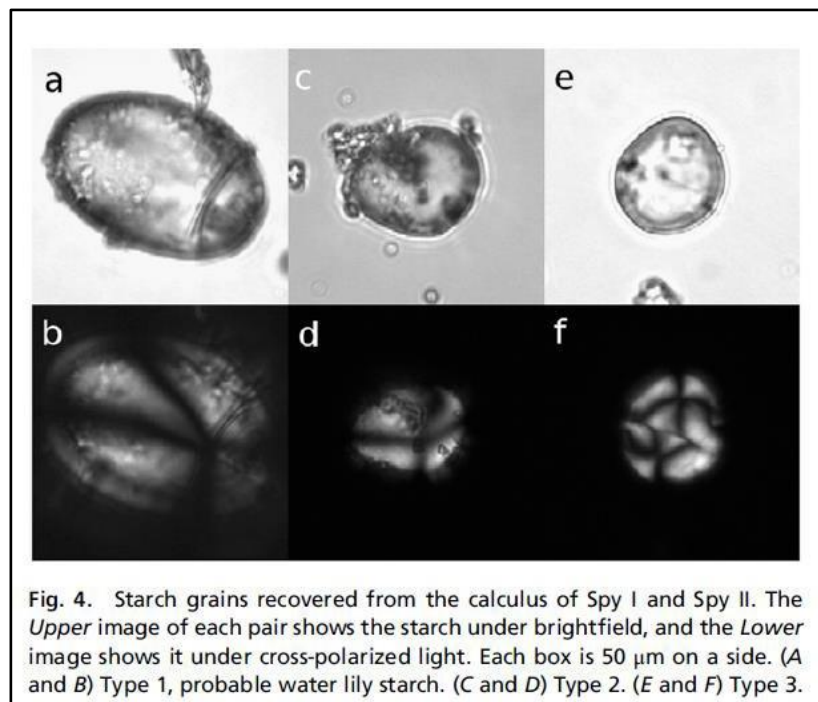


Fig. 4. Starch grains recovered from the calculus of Spy I and Spy II. The Upper image of each pair shows the starch under brightfield, and the Lower image shows it under cross-polarized light. Each box is 50 μm on a side. (A and B) Type 1, probable water lily starch. (C and D) Type 2. (E and F) Type 3.

Abb. XII- 1, Stärkekörner gewonnen aus Zahnstein von Neandertalern aus Spy I und Spy II, (Henry et al. 2011)

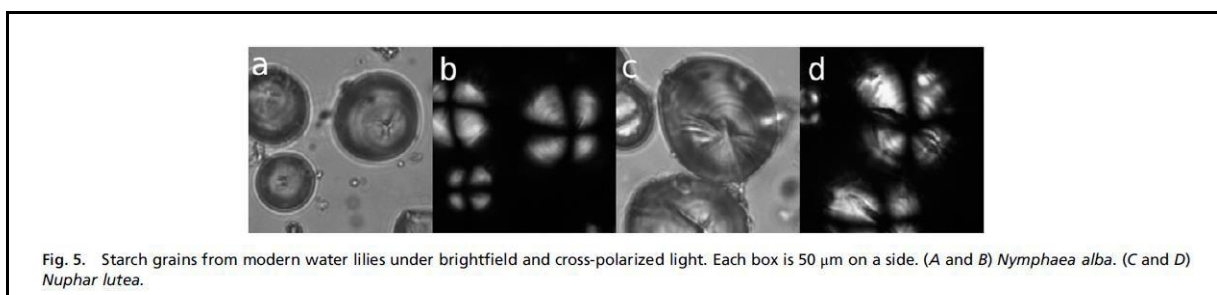


Fig. 5. Starch grains from modern water lilies under brightfield and cross-polarized light. Each box is 50 μm on a side. (A and B) *Nymphaea alba*. (C and D) *Nuphar lutea*.

Abb. XII- 2, Stärkekörner von modernen Wasserlilien unter dem Breitfeld Mikroskop mit polarisiertem Licht, (Henry et al. 2011)

In trockenem Zustand sind intakte Stärkekörner sehr stabil und nur wenig durch die Amylase angreifbar.

Stärkekörner unterscheiden sich je nach Pflanzenart in der Größe (1 – 100 μm im Durchmesser), in ihrer Form (sphärisch, linsenförmig, langgestreckt, mehrfach gelappt, aus

verschiedenen Formen zusammengesetzt), dem Grad der Kristallinität und der strukturellen Inhomogenität.

Diese Unterschiede in der Morphologie werden von Archäobotanikern benützt, um die Pflanzen ausfindig zu machen, aus denen sie stammen. Aber diese Identifikation hat auch ihre Grenzen.

5.2 Grenzen der Stärkeanalyse

Dazu gehört auch der Umstand, dass viele Pflanzen keine Stärke bilden und daher nie mit dieser Methode diagnostiziert werden können.

Manche morphologischen Strukturen kommen in mehreren, voneinander verschiedenen Pflanzen vor. Andererseits bilden einige Pflanzen ausgesprochen unterschiedliche Stärkekornmorphologien aus. In beiden Fällen ist eine eindeutige Zuweisung zu einer Pflanzenart nicht möglich (Fiorenza et al. 2015).

Der Wassergehalt von nativen, unbehandelten Stärkekörnern beträgt bei Getreidekörnern zwischen 10 % und 12 % und zwischen 14 % und 18 % bei Wurzel- und Knollenstärke. Die Verteilung des Wassers im Stärkekorn ist nicht gleichmäßig.

Stärkekörner, die in Gegenwart von Wasser erhitzt werden, verlieren ihre kristalline Struktur. Dieser Prozess wird „Gelatinisierung“ genannt. Die Stärkekörner nehmen dabei Wasser auf, quellen, und die Amylopektinkristalle schmelzen, während die Amylosemoleküle ausgewaschen werden. Dies führt zu einem Zusammenbruch der Stärkekörner, und ihre morphologische Struktur ist nicht länger erkennbar. Der Prozess der Gelatinisierung ist abhängig vom Stärketyp, Wasserverfügbarkeit, Temperatur, Dauer der Erhitzung und Scherkräften. Die Temperatur, bei der Stärke gelatinisiert, ist der Zeitpunkt, zu dem das Amylopektin schmilzt, meist zwischen 60 °C und 80 °C. Die Gelatinisierung ist verbunden mit dem Verlust der Doppelbrechung. Teilweise sind kristalline Überreste vorhanden. Erst bei Temperaturen von 120 °C ist die komplette Stärkestruktur zerstört. Eine klare Definition, was „gelatinisierte Stärke“ im chemischen Sinn ist, gibt es nicht (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

Henry hat Versuche zur Veränderung der Morphologie der Stärkekörner verschiedener Spezies durch verschiedene Arten der Erhitzung und Verarbeitung (Kochen, Rösten, Fermentieren, Backen) durchgeführt und eine Referenzsammlung angelegt. Dabei konnte sie feststellen, dass jede Pflanzenart unterschiedlich auf Erhitzung reagiert (Henry et al. 2009).

Wenn gelatinisierte Stärkekörner abkühlen, nehmen sie einen neuen semi-geordneten, aggregierten Zustand (retrogradierte Stärke) ein, der aber nicht mehr die charakteristischen Strukturen der nativen Stärkekörner aufweist. Der Vorgang ist temperaturabhängig und vollzieht sich innerhalb von Minuten bis Stunden.

Rohe Stärke wird von Säuren und Amylasen nur wenig angegriffen, aufgrund der räumlichen Verhältnisse im Stärkemolekül. Gekochte Stärke dagegen ist gut für Amylasen aus dem Mund und Dünndarm abbaubar. Selbst moderates Kochen hat bereits diesen Effekt (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

In Wasser gequollene Stärke hat den Vorteil, dass sie schneller gar wird, weil die Wärmeleitung verbessert ist (Crowther 2012) und damit weniger Brennmaterial benötigt wird. Stärkehaltige Nahrungsmittel haben einen unterschiedlichen Wassergehalt zwischen 15 % und 70 %, so dass dieser Wassergehalt teilweise ausreicht, um den Gelatinisierungsprozess in Gang zu bringen, dies trifft besonders auf Knollen, Rhizome und Wurzeln zu (Crowther 2012). Dies bedeutet, dass die Stärkekörner aus diesen Ressourcen archäologisch weniger erkennbar sein werden.

Wenn Stärkekörner in Abwesenheit von Wasser erhitzt werden, verändern sie sich nicht, bis eine Temperatur von 200 – 220 °C erreicht wird. Ab dieser Temperatur verlieren sie ihre kristalline Morphologie und damit die Doppelbrechung.

Bei einem Wassergehalt von unter 30 – 35 % kommt die Gelatinisierung nicht in Gang, erst wenn die Temperatur erreicht ist, bei der eine hitzeinduzierte kristalline Struktur verloren geht (Crowther 2012).

Wasserfreie Erhitzung könnte in stärkehaltigen Knollen, die über Feuer geröstet werden, stattfinden, wenn die Temperatur unter 200 °C liegt.

Nicht gelatinisierte Stärkekörner finden sich meist in Zusammenhang mit Mehl (Crowther 2012).

Allerdings sind Collins und Copeland (2011) der Ansicht, dass alte Stärkekörner im Laufe der Jahrhunderte bzw. Jahrtausende auch bei niedrigeren Temperaturen bzw. bei Umgebungstemperaturen von 10 – 20 °C gelatinisieren können. Dies begrenzt die Aussage bezüglich des Kochens von Stärke.

Zucker, Salze und Lipide haben ebenfalls eine Auswirkung auf die Gelatinisierung von Stärke, indem sie das Quellverhalten der Stärke und die Gelatinisierungstemperatur beeinflussen. Protein im Randbereich von stärkehaltiger Nahrung kann sich während des Kochens verflüssigen und eine klebrige Ummantelung ausbilden, so dass es nicht zum Quellen der Stärke und zur Gelatinisierung kommt (Crowther 2012).

5.3 Identifikation von Stärke

Verblüffend ist, dass sich Stärkekörner über archäologische Zeiträume in Zahnstein und auf Steinwerkzeugen erhalten und nicht von Mikroorganismen abgebaut werden.

Unter dem Lichtmikroskop mit „Breitfeld Phasen Kontrast“ oder „polarisierender Beleuchtung“ zeigen Stärkekörner die charakteristische Doppelbrechung. Die Proben müssen zuvor von Sediment und anderen mineralisierten Materialien gesäubert werden. Das ist notwendig, da die Doppelbrechung kein alleiniges Merkmal nativer Stärke ist. Ob es sich tatsächlich um Stärke handelt, kann durch die Aufbringung von Amylase getestet werden, da dabei nach einigen Stunden Einwirkung die Doppelbrechung verschwindet und die Struktur verändert erscheint (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

Teilweise verdaute Stärke, zerstörte oder gequollene Stärkekörner oder teilweise gelatinierte Stärkekörner sind neben den intakten nativen Stärkekörnern im untersuchten Material sichtbar (Barton and Torrence 2015).

Eine eindeutige Identifikation von archäologischer Stärke kann nur erbracht werden, wenn zusätzlich zur sichtbaren Struktur der Doppelbrechung im Lichtmikroskop auch ein Abbau des aus Zahnstein isolierten Stärkekornes erbracht wird.

Neben der labortechnischen Aufarbeitung und Isolierung der Stärke aus Zahnstein muss sichergestellt sein, dass die archäologischen Proben nicht mit moderner Stärke verunreinigt wurden (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

5.4 Identifikation von Pflanzen aus Stärkekörnern

Die Identifikation des Pflanzenmaterials, aus dem die Stärkekörner stammen, ist schwieriger. Die Form und Struktur der Stärkekörner unter dem Mikroskop wird dabei mit modernem Referenzmaterial verglichen. Momentan gibt es noch wenig Referenzsammlungen. Dazu kommt die Schwierigkeit, dass die Struktur der heutigen Pflanzen nicht unbedingt mit der von Pflanzen aus zurückliegenden Epochen identisch ist. Referenzsammlungen von archäologischer Stärke gibt es nicht.

Untersuchungen von Stärkekörnern mittels Elektronenmikroskopie erbrachten das Ergebnis, dass es verblüffende Ähnlichkeiten in der Morphologie zwischen und innerhalb von Pflanzenspezies gibt (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

Dies ist offensichtlich mit ein Grund dafür, dass es so wenige Untersuchungen auf Stärke im archäologischen Material gibt.

5.5 Stärke in Zahnstein (Dental calculus)

Stärke erhält sich sehr gut in menschlichem Zahnstein. Er bildet sich an den Zähnen in der Nähe der Ausführungsgänge der Mundspeicheldrüsen. Speichel verursacht die Mineralisation von Belägen (Plaques) auf den Zähnen, was zur Zahnsteinbildung führt, da Beläge

einen hohen Gehalt an Calciumphosphat enthalten. Zahnstein entsteht hauptsächlich auf der Innenseite der Schneidezähne des Unterkiefers, auf der Außenseite der oberen ersten Molaren und oberhalb des Zahnfleischsaumes. Festsitzender Zahnstein entsteht innerhalb von 10 bis 20 Tagen. Dennoch ist die Rate der Zahnsteinbildung individuell sehr unterschiedlich und abhängig von der Ernährung, dem Speichelfluss, dem pH-Wert, von genetischen Faktoren und von der Ethnie und ist daher zwischen verschiedenen Individuen sehr unterschiedlich.

Stärke erhält sich aber nur im Rohzustand oder unvollständig gekocht in Zahnstein, gekochte Stärke würde sofort von den Mundamylasen abgebaut werden.

Die Stärkekörner sind in mikrokalzifiziertem Zustand des Zahnsteins geschützt vor dem Angriff von Mundamylase und werden daher nicht abgebaut.

Stärkekörner können nicht allein als Nahrung in die Mundhöhle kommen, sondern auch in Form einer Medizinalpflanze, durch die Atmung und durch kulturelle Aktivitäten wie der „dritten Hand“, bei denen Materialien mit den Zähnen festgehalten werden.

Die Kenntnisse, wie genau Stärke im Zahnstein verändert wird, sodass sie nicht angreifbar ist und sich erhält, sind noch sehr limitiert.

Die Anzahl der Stärkekörner, die im Laufe eines Lebens aufgenommen werden, ist unüberschaubar. Die winzige Menge an Stärkekörnern, die aus Zahnstein entnommen werden, ist relativ klein und stellt nur eine zufällige Probe von stärkehaltigem Essen dar, das zu einem bestimmten Zeitpunkt im Leben des Individuums verzehrt wurde (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

5.6 Erhaltungsbedingungen für Stärkekörner im Zahnstein

Die Erhaltungsbedingungen für Stärkekörner in Zahnstein sind nicht vollständig geklärt. Wahrscheinlich sollte die Lagerungsumgebung der Zähne am Fundplatz trocken sein, einen neutralen pH-Wert haben und eine relativ niedrige Umgebungstemperatur. Es gibt keine Möglichkeit, herauszufinden, wie viele der ursprünglichen Stärkekörner im Zahnstein erhalten geblieben sind (Copeland 2016; Copeland and Hardy 2018; Hardy et al. 2009; Hardy and Kubiak-Martens 2016).

5.7 Kontamination mit moderner Stärke

Archäologische Stärke kann in vielfältiger Weise mit „moderner“ bzw. Stärke aus anderen Quellen kontaminiert werden. Zum einen können Stärkekörner durch das Sediment in archäologische Schichten gewaschen werden und auf diese Weise auf Steinwerkzeugen landen. Pollen können ebenfalls Stärkeüberträger im Sediment sein. Moderne Verunreinigungen können aus Laborhandschuhen stammen, die innen mit Stärke beschichtet sind, selbst

wenn die Hersteller versichern, dass dies nicht der Fall ist. Außerdem kann Stärke von Papierhandtüchern und von Glasobjektträgern stammen, die in Laboren aufbewahrt werden.

Es wird daher vorgeschlagen, dass Steinartefakte, die zum Zweck des Stärkenachweises entnommen werden, sofort, noch auf der Grabung, isoliert von anderen Artefakten verpackt werden sollten. Am besten wäre ein Laborprotokoll, das dem für aDNA gleicht (Barton and Torrence 2015).

5.8 Stärkekörner in Koprolithen

Für Stärke aus Koprolithen gibt es in Europa während der OIS 3 noch keine Untersuchungen.

5.9 Stärkenachweis im Dental calculus

Tab. XII- 6, Nachweis von Stärke und identifizierte Pflanzenspezies

Fundort	Quelle der Stärkekörner	Datierung [ka]	Anzahl der Mikroüberreste	identifizierte Pflanzenspezies	Quelle
Mittelpaläolithikum					
Spy I und Spy II/ Belgien	calculus	36	136	<i>Andropogonaceae</i> oder <i>Panicea</i> Stamm nicht näher bestimmbar (Gäser), <i>Nymphaeae</i> (Wasserlilie, aquatische Rhizome)	(Henry et al. 2014; Henry et al.) (Henry 2013/2014)
Goyet/Belgien	calculus	41 – 40	1	keine	(Henry et al. 2014)
Arcy-sur-Cure/Frankreich	calculus	?	0	keine	(Henry et al. 2014)
La Chapelle-aux-Saints/Frankreich	molar calculus	68 – 60	0	keine	(Henry et al. 2014)

La Ferrassie I, II/Frankreich	calculus	74 – 68	2	keine	(Henry et al. 2014)
La Quina	Werkzeuge	71 – 48	14	<i>Triticaceae</i> , AP Gräser	(Copel and Hardy 2018; Henry et al. 2014)
La Quina	calculus	71 – 57	3	USOs, <i>Triticaceae</i>	(Henry et al. 2014)
Malarnaud	calculus	100 – 50	0	keine	(Henry et al. 2014)
Kulna/Tschechien	calculus	50 – 40	19	<i>Triticaceae</i>	(Henry et al. 2014)
Abri de Merveilles	Mousterien Werkzeug	49 – 39	15	<i>Triticaceae</i> , AP Gräser	(Henry et al. 2014)
Jungpaläolithikum					
Abri Pataud/Frankreich	calculus	22 – 20	?	USO	(Henry et al. 2014)
Abri Pataud Nr. 2	calculus	22 – 20	6	keine	(Henry et al. 2014)
Abri de Merveilles/Frankreich	Gravettien Werkzeug	27 – 25	10	<i>Triticaceae</i> , AP Gräser	(Henry et al. 2014)

Cro Magnon Nr. 2	calculus	28 – 22	1	keine	(Henry et al. 2014)
Predmosti Nr. 21 und 26	calculus	27 – 26	0	keine	(Henry et al. 2014)

Wie aus der Tabelle zu sehen ist, gibt es auch zahlreiche Fundplätze, deren Proben zwar Stärke enthielten, die Pflanzengattung, aus der sie isoliert wurden, konnte jedoch nicht immer identifiziert werden. Die am häufigsten isolierten Pflanzengattungen sind *Triticaceae* und AP (*Andropogonaceae* oder *Panicea*) Gräser. Dies wirft die Frage auf, ob die Stärke dieser Pflanzenarten besser erhalten wird, leichter zu identifizieren ist oder diese wirklich häufiger genutzt wurden. Diese Beobachtung deckt sich auch mit den anderen hier nicht aufgeführten Regionen, die Henry und Kollegen (2014) untersucht haben.

Es konnte keine Korrelation zwischen dem geologischen Alter der Probe und der Anzahl der Mikroüberreste gefunden werden. Ebenfalls besteht keine Korrelation zwischen dem Gewicht der entnommenen Zahnsteinprobe und der Anzahl der erhaltenen Mikroüberreste.

Bei den Mikroüberresten wurde gleichzeitig nach Phytolithen gesucht. Die Ausbeute war sehr niedrig in allen Proben im Vergleich mit den Stärkekörnern. Dies deutet darauf hin, dass es zu keiner Kontamination aus den Ablagerungen der umgebenden Sedimente gekommen ist, denn die Anzahl der Phytolithen in Sedimenten ist stets größer als die der Stärkekörner. Die geringe Anzahl der Phytolithen deutet auch an, dass die Pflanzen selbst gegessen wurden und nicht der Mageninhalt von Herbivoren, die große Mengen an phytolithhaltigen Gräsern konsumieren (Henry et al. 2014).

Vergleicht man die gefundenen Pflanzenarten, die im Mittelpaläolithikum und im Jungpaläolithikum von den beiden Menschenarten konsumiert wurden, fällt auf, dass es praktisch keinen Unterschied gibt. Dies deutet auf gleiche Fähigkeiten bei der Auswahl und dem Sammeln von pflanzlicher Nahrung hin. Neandertaler konsumierten offenbar die gleichen Pflanzen wie der AMH.

Eventuell sind die Stärkekörner o.g. Gräserarten nicht nur gut erhalten, sondern sie wurden selektiv von den Hominiden verzehrt. Gräsersamen verfügen über Spelzen, die Samen, selbst im Inneren, sind weich. Der ganze Grassamen kann gekaut werden und die Spelzen anschließend ausgespuckt, da sie nur unverdauliches Material enthalten.

5.10 Stärke auf Steinwerkzeugen

Stärkekörner können sich auf Steinwerkzeugen befinden, die zur Verarbeitung von pflanzlicher Nahrung genutzt wurden. Dies sind Reibsteine, Schleifsteine, Gerölle, Steinplatten, Mörser, die zum Zerreiben oder Zerkleinern von pflanzlichem Material genutzt werden

können, aber auch Abschläge und Steinwerkzeuge, die zum Schneiden von pflanzlichem Material herangezogen wurden.

5.11 Methodik der Stärkegewinnung von Steinwerkzeugen

Insgesamt stellt sich die Situation so dar, dass jedes Forschungsteam, das nach archäologischer Stärke auf Steinwerkzeugen sucht, seine eigene Praxis der Gewinnung der Stärke besitzt. Meist werden die betreffenden Steine mit destilliertem Wasser abgewaschen und das so gewonnene Waschwasser auf Phytolithen und Stärkekörner hin untersucht. Anschließend werden Sedimentpartikel und Stärkekörner voneinander getrennt. Die Stärkekörner werden unter Wasser oder Glycerin mit dem Lichtmikroskop oder dem Polarisationsmikroskop untersucht (Aranguren et al. 2011).

Louderback und Mitarbeiter (2015) haben drei verschiedene Methoden untersucht, nach denen Stärkekörner von Steinartefakten gewonnen werden können und sie auf ihre Effektivität getestet. Die erste Methode ist, wie bereits dargestellt, das schlichte Abwaschen der Steinwerkzeugoberfläche mit destilliertem Wasser zum Zeitpunkt der Ausgrabung vor Ort. Die Rückstände werden für die Laboruntersuchung aufbewahrt. Die zweite Methode erfasste die Rückstände, die sich ergaben aus der Reinigung der Steinwerkzeuge mit einer Bürste im Labor. Die dritte Methode erfasste die Rückstände, die sich ergaben nach der Reinigung der Artefakte mittels Ultraschall.

Die Stärkekörner aus allen drei Gewinnungsmethoden wurden anschließend mittels Heavy liquid Separation abgetrennt.

Das Untersuchungsmaterial entstammte einer archäologischen Grabung, deren Material etwa 11 000 Jahre alt war. Jede Methode wurde an mehreren Steinartefakten getestet. Die Steinartefakte entstammten verschiedenen archäologischen Schichten und sie waren von etwa gleicher Größe. Ebenfalls untersucht wurden die Sedimente auf Stärkekörner, um die Konzentration von Stärkekörnern in der Umgebung der Steinartefakte erfassen zu können. Die Anzahl der Stärkekörner im Sediment war jeweils sehr viel geringer als die Anzahl, die von den Steinwerkzeugen gewonnen werden konnten.

Plastik- und Papiertüten, in denen die Artefakte zum Labor transportiert wurden, sowie die Etiketten zur Beschriftung der Tüten wurden auf Stärkekörner untersucht, um moderne Kontaminationen auszuschließen.

Das Ergebnis ist einigermaßen überraschend, denn die erste Methode, das schlichte Abwaschen der Steinwerkzeugoberfläche mit destilliertem Wasser, ergab die höchste Anzahl an Stärkekörnern.

5.11.1 Pavlov VI

Aranguren und Kollegen (2011) fanden auf ungeschlagenem Stein, einem Slab element, eine ganze Reihe von verschiedenen Stärkekörnern. Diese Stärkekörner konnten den nachfolgend aufgeführten Pflanzenarten zugewiesen werden. Da es sich um eine Art Reibstein handelt, ist davon auszugehen, dass Mehl aus den Pflanzen hergestellt wurde. Mehl hat den Vorteil, dass es leicht ist und transportiert werden kann und jederzeit, mit Wasser aufgekocht, eine sättigende Mahlzeit ergibt.

Tab. XII- 7, Nachweis von Pflanzenarten und Pflanzenteilen aus Pavlov VI, (Aranguren et al. 2011)

Pflanzenart lat.	Pflanzenart deutsch	genutzter Pflanzenteil
<i>Botrychium ternatum</i>	Farnart	Wurzel
<i>Quercus robur</i>	Stieleiche	Eicheln
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Frauenmantel	Wurzel
<i>Arctium lappa</i>	Große Klette	Wurzel
<i>Lactuca tuberosa</i>	Lattich	Blätter
<i>Brachypodium ramosum</i>	Ästige Zwenke (Süßgräser)	Samen
<i>Brachypodium ramosum</i>	Roggen-Trespe	Samen
<i>Anthriscus caucalis M</i>	Hundskerbel	Wurzel
<i>Cyperus badius</i>	Sauergrasgewächs	Samen
<i>Scirpus lacustris</i>	Teichsimse	Samen
<i>Polygonum hydropiper</i>	Wasserpfeffer	Wurzel
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesensauerampfer	Samen
<i>Sparganium erectum</i>	Ästiger Igelkolben	Rhizome
<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben	Rhizome
<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben	Rhizome

Die Typhaarten dominieren von ihrer Anzahl her. Sie bilden stärkereiche Wurzeln aus, die zermahlen werden können. Diese Wurzeln sind lagerbar und bilden auf diese Weise ein Fall back food in den Wintermonaten.

5.11.2 Kostenki

Revedin und Mitarbeiter (2010) untersuchten Mahlsteine und Mörser an den drei Fundplätzen Bilancino II/Italien, Kostenki 16 (Uglyanka)/Ukraine und Pavlov IV auf Stärkerückstände und auf Gebrauchsspuren. Pavlov IV ist unter 6.12 aufgeführt, Bilancino liegt weit außerhalb des Untersuchungsgebietes.

Die Steinwerkzeuge von Kostenki werden dem Gorodtsovian zugerechnet und die archäologische Schicht wird mittels AMS auf $28\,087 \pm 253$ cal BP (LE-ЛЕ-1431) bis $31\,904 \pm 698$ cal BP (LE-74126) datiert.

Auf einem Mörser wurden nur einige wenige Stärkekörner gefunden. Alle waren in sehr schlechtem Zustand. Sie werden am ehesten *Botrychium* (Rautenfarn, ev. Mondraute) zugerechnet. Die Mondraute ist ein Farn, der in der Umgebung des Fundortes reichlich vorhanden war. Sie zeichnet sich durch eine stärkereiche Wurzel aus, die sich leicht zermahlen lässt.

Für Typhawurzeln wurde eine Nährwertanalyse vorgenommen. Die Ergebnisse zeigen einen hohen Energiegehalt an, bedingt durch einen hohen Kohlenhydratgehalt. Die Makronährstoffe liegen somit im Bereich von *Triticum dicoccon*.

Tab. XII- 8, Energie und Nährstoffgehalt von *Typha* und *Triticum dicoccon*, (Revedin et al. 2010)

Energy and proximate composition	<i>Typha</i> : Ryzome flour	<i>Triticum dicoccon</i> (29)	
		Whole meal	Refined flour
Energy (kcal; kJ)	266–1,128	307–1,302	329–1,394
Protein	9.1	11.9	11.0
Lipid	2.2	2.8	1.7
Total dietary fiber	17.3	10.4	4.7
Insoluble	14.1	8.2	3.0
Soluble	3.2	2.2	1.7
Soluble/total	0.18	0.21	0.36
Available/digestible carbohydrates	52.5	58.7	67.3

5.11.3 Dolní Věstonice I

Bei einem Artefakt aus Dolní Věstonice handelt es sich um ein Sandsteinelement mit einer Fraktur gegenüber der Seite, die als die funktionelle Fläche angesehen wird. Es entstammt der mittleren Zone von Fundplatz 1, wiegt 498 g und misst 9,3 cm x 6 cm x 4,6 cm. Entsprechend der Morphologie kann es ein Multifunktionswerkzeug gewesen sein.

Es wurden Stärkekörner von unterschiedlicher Morphologie gefunden, die teilweise stark beschädigt waren. Die Größe und Morphologie der Stärkekörner sind charakteristisch für verschiedene moderne Pflanzenarten aus der *Poaceae* (Süßgräser) Familie. Aber die

Merkmale lassen sich nicht genau einer spezifischen Pflanzengruppe zuweisen (Revedin et al. 2015).

Das Fettsäuremuster von Typhaarten ist sehr interessant, weil es einen hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren von 44,8 % der Gesamtfettsäuren enthält. Mit 5,8 % aller Fettsäuren ist auch der Gehalt an α -Linolensäure (C-18:3 n-3) ausgesprochen hoch und trägt zur Versorgung mit dieser essentiellen Fettsäure bei.

Tab. XII- 9, Fettsäuremuster von Eichel und Emmer, (Revedin et al. 2015)

Fatty acid	Acorn flour	Typha rhizome flour	Emmer whole meal
Linoleic (C18:2)	17.4	39.5	59.8
Palmitic (C16:0)	13.6	35.3	16.3
Stearic (C18:0)	2.4	9.4	0.9
Oleic (C18:1)	63.6	5.7	18.8
Linoleic (C18:3)	1.0	5.3	4.2
Myristoleic (C14:1)	–	4.8	–
Total Saturated	16.0	44.7	17.2
Total Monounsaturated	63.6	10.5	18.8
Total Polyunsaturated	18.4	44.8	64.0
Unsaturated/Saturated	5.1	1.2	4.8
Poly/Monounsaturated	0.3	4.3	3.4

Source: Revedin et al., 2010; Leon-Camacho et al., 2004.

5.11.4 Zusammenfassung: Pflanzenrekonstruktion durch Stärke von Steinartefakten

Tab. XII- 10, Zusammenfassung der Pflanzennachweise durch Stärke an Steinartefakten

Fundort	Datierung	Pflanzenart	nutzbarer Pflanzenteil
Pavlov IV	Gravettien	<i>Typha angustifolia</i>	Rhizome
		<i>Typha latifolia</i>	Rhizome
Kostenki 16	Gorodtsovian 28 – 31 ka	<i>Botrychium</i>	Rhizome
Dolní Věstonice I	Gravettien	<i>Poaceae</i>	Samen

6 Gebrauchsspurenanalyse an Ground stone tools in Kombination mit Stärkeanalyse

Im archäologischen Kontext kommen auch ungeschlagene Steine als Werkzeuge vor, wenn auch in weit geringerer Anzahl. In Fortführung der Arbeiten von Semionov (Knutsson 1988;

Phillips 1988) sowie Keeley und Newcomer (1977), die sich in der Hauptsache mit den Gebrauchsspuren auf geschlagenen Steinen befassen, werden auch sogenannte Ground stone tools auf Gebrauchsspuren untersucht.

6.1 Definition: Was sind Ground stone tools (GST)?

Ground Stone Tools sind Objekte, die produziert wurden oder benützt wurden für Aktivitäten wie Schlagen, Hämmern, Hacken, Reiben, Schleifen und Polieren. Als Synonym wird auch der Begriff „Macro-lithic-tools“ benützt.

Zur Kategorie der Ground Stone Tools gehören Hammersteine, Schleifsteine, Reibplatten, Mahlsteine, Handmühlen, Unterlegplatten, Mörser, Stößel, Äxte und Dixel (Dubreuil et al. 2014; Dubreuil and Savage 2014).

Hammersteine kommen sehr früh vor, während die ersten Läufersteine und Reibsteine zuerst zwischen 300 ka und 50 ka in Südafrika auftreten. Mörser und Stößel treten später auf, während des Jungpaläolithikums in Europa.

Um die Entstehung von Gebrauchsspuren zu verstehen, ist man in der Hauptsache auf die Durchführung von Experimenten angewiesen. Die Experimente werden händisch ausgeführt, um einen Eindruck von der Machbarkeit und Effektivität der ausgeführten Aktion zu erhalten. Die meisten Experimente, die bisher durchgeführt wurden, beziehen sich auf Objekte, die zum Reiben genutzt werden, sowie verschiedene Formen von Schleifsteinen. Die Ergebnisse findet man unter Adams (2013) und Dubreuil und Savage (2014).

Unbedingt notwendig für die Interpretation der gewonnenen Ergebnisse ist der Aufbau einer experimentell geschaffenen Referenzsammlung (Adams 2013; Dubreuil and Savage 2014).

Revedin und Kollegen haben in Experimenten versucht, die „archäologische Situation“ der Funde aus der Fundstelle Bilancino/Italien nachzustellen. Die GSTs wurden aus dem Arno in der Nähe von Bilancino entnommen und Reib- und Zerstoßexperimente mit Typharhizomen (*Typha angustifolia*, wie in Bilancino) unternommen. Anschließend wurden die GST für drei Jahre in der Erde aufbewahrt und danach untersucht auf Gebrauchsspuren und Stärkekörner. Auf diese Weise konnten neue Methoden der Probenentnahme gewonnen werden, sowie die Dynamik des Werkzeuggebrauchs untersucht werden. Diese Methode liefert bessere Ergebnisse als der Vergleich mit einer Referenzsammlung (Revedin et al. 2017).

6.2 Was ist eine Gebrauchsspur?

Vom Standpunkt der Reibungslehre (Tribologie) aus, werden Gebrauchsspuren folgendermaßen definiert:

„ein fortlaufender Prozess der Zerstörung von Oberflächen, die mit einer Relativbewegung in Kontakt stehen.“

*„Der fortlaufende Verlust von Substanz einer Oberfläche als Ergebnis einer Relativbewegung zwischen der Oberfläche und einer anderen Kontaktfläche.“
(Adams 2014).*

Dabei werden vier Abnützungsprozesse unterschieden:

- Anhaftende Abnutzung: resultiert aus der Anziehungskraft zwischen Oberflächenkontakten auf atomarem Level.
- Ermüdungsabnutzung: (Aus)brechen von Gesteinskörnern durch Druck auf Kontaktpunkte.
- Scheuernde Abnutzung: zerkratzen einer weichen Oberfläche durch raue Stellen einer härteren Oberfläche.
- Tribochemische Abnutzung: Bildung von chemischen Reaktionsprodukten, die durch die Interaktion von zwei Oberflächen entstehen.

Jeder dieser Prozesse hinterlässt bestimmte Muster auf der Oberfläche von GST, die dann genutzt werden können, um die Umgebung der Kontaktflächen und den Gebrauchszusammenhang zu ermitteln. Idealerweise wird nicht nur die letzte Gebrauchsart, sondern die gesamte „Lebensdauer“ eines GST ergründet (Adams 2013, 2014; Dubreuil and Savage 2014).

6.3 Analyse und Untersuchungsmethoden für GST

Adams (2013) definiert vier Grundvoraussetzungen für die Analyse, die das Rohmaterial des GST betreffen:

- Geologische Klassifikation der Gesteinsart.
- Die Struktur der granulären Komponenten.
- Die Beschaffenheit, Konsistenz, Maserung des Gesteins, die Kohäsion und Porosität einschließen.
- Die mineralischen Bestandteile des Gesteins, die Hinweise auf Morphologie und Härte geben.

Vorbereitende Arbeiten zur Untersuchung von archäologischen GST ist die Reinigung der Objekte von anhaftenden Partikeln. Es wird eine Reinigungsprozedur mittels weicher Bürste beschrieben (Dubreuil et al. 2014; Dubreuil and Savage 2014).

Allerdings steht dies der Gewinnung von Rückständen von diesen GST entgegen (vgl. Kap. 5.11).

Es sollte daher schon frühzeitig überlegt werden, welche Erkenntnisse gewonnen werden sollen und welche Methoden der Reinigung bzw. Gewinnung von etwaigen Rückständen angewandt werden sollten.

Die Untersuchung der Objekte kann auf zwei verschiedene Weisen geschehen. Zum einen mit niedriger Vergrößerung bis zu 80fach unter dem Stereomikroskop, oder der

makroskopischen Analyse mit 50 bis 500facher Vergrößerung unter dem Metallmikroskop. Insgesamt wird die Analyse mit niedrigerer Auflösung immer noch häufiger praktiziert.

Zusätzlich können Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop, dem Rugosimeter und dem Konfokalmikroskop durchgeführt werden, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

6.3.1 Analyse mit niedriger Auflösung

Untersuchungsmerkmale für die Analyse mit niedriger Auflösung enthalten folgende Schritte:

- Beschreibung der Topografie des Objektes.
- Abnutzungsspuren einzelner Gesteinskörnchen:
 - Mikrofrakturen
 - Eckenverrundung
 - Nivellierungen
 - Abgelöste Gesteinskörner
- Lineare Spuren mit Unterscheidung von Striae und Kratzern, basierend auf deren Breite.
- Oberflächenreflexionsvermögen, wie Politur und Glanz.

Ausführlich und mit entsprechenden Fotos unter Dubreuil und Savage (2014).

Anbei ein Beispiel der Vorgehensweise mit Bewertung der gewonnenen Ergebnisse.

Tab. XII- 11, Kriterien, um Verarbeitungsspuren zu beschreiben auf einem experimentellen Set von Mörser und Stößel aus Basalt, (Dubreuil and Savage 2014)

Table 3	
An example of the criteria used for describing use-wear variation on a set of experimental mortars and pestles made of basalt.	
1. Description of the topography (Macroscopic and 5–10×)	
A. General aspect of the working surface	1. Uneven 2. Smooth, rounded 3. Leveling of the high topography 4. Flat
B. Aspect of the low topography (valleys, pits or grains extraction)	a. Size (1. large 2. intermediate 3. small) b. Limits (1. diffuse 2. sharp) c. Depth (1. deep 2. intermediate 3. superficial) d. Density (1. connected pattern 2. dense pattern 3. loose scattering) e. Distribution (1. loose 2. intermediate 3. concentrated)
C. Aspects of the high topography	a. General shape (1. peaks 2. smoothed peaks 3. leveled areas) b. Micro-topography (1. flat 2. smooth 3. irregular) c. Density (1. connected pattern 2. dense pattern 3. loose scattering)
2. Aspect of the phenocrists (Low magnifications)	
A. On high topography	a. Grain volume (1. no reduction 2. reduction 3. leveling of the summit) b. Grain edges (1. smooth 2. sharp 3. mostly smooth 4. mostly sharp) c. Dominant damage (1. leveling 2. fractures 3. rounding 4. extraction) d. Wear association (1. rounding-fracture 2. fracture-extraction 3. rounding-leveling)
B. On low topography	a. Grain volume (1. no reduction 2. reduction 3. leveling of the summit) b. Grain edges (1. smooth 2. sharp 3. mostly smooth 4. mostly sharp) c. Dominant damage (1. leveling 2. fractures 3. rounding 4. extraction) d. Wear association on grain (1. rounding-fracture 2. fracture-extraction 3. rounding-leveling)
3. Special features (low magnification)	
	a. Presence-absence (0. absent 1. present) b. Type (1. homogeneous zone 2. percussion marks 3. grain agglomerate) c. Size (1. small 2. intermediate 3. large) d. Morphology in section (1. irregular 2. rounded 3. flat) e. Incidence (1. high topography 2. low topography 3. high and partly on low topography) f. Occurrence (1. frequent 2. intermediate 3. rare) g. Density (1. connected pattern 2. dense pattern 3. loose scattering) h. Association (if associated with other features)
4. Sheen and linear traces	
A. Sheen	a. Presence-absence (0. absent 1. present) b. Level of observation (1. naked eye 2. stereomicroscope 3. both) c. Opacity (1. translucent 2. opaque 3. translucent-opaque 4. metallic aspect) d. Reflectivity (1. none 2. low 3. high 4. variable) e. Incidence (1. high topography 2. low topography 3. high and partly on low topography 4. specific association) g. Density (1. connected pattern 2. dense pattern 3. loose scattering)
B. Linear traces	a. Presence-absence (0. absent 1. present)
Characteristics of linear traces are not discussed here because no linear trace formation could be securely associated with the processing of a matter at macroscopic and low magnification scales (formation of such traces were observed during tool manufacture).	

6.3.2 Analyse mit hoher Auflösung

Untersuchungsmerkmale für die Analyse mit hoher Auflösung enthalten folgende Schritte:

- Untersuchung des Mikroreliefs.
- Untersuchung von Schäden, die auf einzelnen Gesteinskörnern sichtbar sind.
- Vorhandensein und Charakteristik von linearen Spuren und abgeschliffenen Flächen.
- Veränderungen im Grad des Oberflächenreflexionsvermögens.

Ein Hauptgrund, die hohe Auflösung zu nutzen, ist, die Mikropolitentstehung zu untersuchen, denn verschiedene Rohmaterialien unterscheiden sich in ihrer Empfänglichkeit für die Entstehung von Mikropolitur.

Die anschließend aufgeführten Ergebnisse der Untersuchung von GST verfolgen einen doppelten Ansatz. Die Gebrauchsspurenanalyse des jeweiligen GST sowie die Analyse der Rückstände auf dem GST (Dubreuil and Savage 2014).

Einen stärker auf die petrographischen Eigenschaften von Gesteinen, die als GST genutzt wurden, und die darauf überlieferten Gebrauchsspuren untersucht Delgado-Raack. Dabei spielen chemische und physikalische Eigenschaften der GST sowie deren mineralogische Zusammensetzung, Körnung und Kristallstruktur eine Rolle. Dies ist beschrieben unter Dubreuil und Savage (2014).

6.4.1 Dolní Věstonice

Datierung: 28 300 ± 300 BP (GrN 2092), 25 800 ± 170 BP (GrN 1286), 29 000 ± 200 BP (GrN 2598), TL

Bei dem Objekt handelt es sich um einen mehr oder weniger flachen Feldstein, der durchgebrochen war.

Die Gebrauchsspurenanalyse durch Mikroskope wurde auf dem Stößel durchgeführt und schloss das Areal C ein, auf dem die Stärkekörner gefunden wurden. Jedoch gibt es auf dem Objekt drei weitere Zonen, die stärker gebraucht aussehen. Die weißen Punkte in diesen Zonen, die mit 100facher Vergrößerung in diesem Bereich sichtbar waren, erwiesen sich als Stärkekörner.

Das Objekt wurde als Pestle-grinder (Stößel zum Reiben) angesehen. Spuren, die vom Reiben und Zerstoßen herrühren, zeigen sich durch eine abgeflachte Zone mit verstreuten Stärkekörnern (Revedin et al. 2015).

6.4.2 Kostenki 16

Datierung: 28 087 ± 253 und 31 904 ± 698 cal BC, Radiocarbon

In Kostenki 16 wurde ein stößelartiger, grobkörniger Stein mit einer trapezoiden/subpyramidalen/flachkonvexen Form in der Größe von 11,1 cm x 9,2 cm x 7,7 cm gefunden. Die

Gebrauchsspuren, die identifiziert wurden, konnten unterschiedlichen Funktionen als Stößel, Amboss und Hammer zugewiesen werden.

Die Zone A zeigt, dass das konvexe Ende benützt wurde, um pflanzliches Material zu bearbeiten, in dem es zum Reiben eingesetzt wurde. Die Spuren konzentrierten sich auf das konvexe Ende und treten nur gelegentlich an den lateralen Seiten auf. Dies deutet darauf hin, dass das Werkzeug auf einer etwas konkaven Unterlage einer weichen Steinplatte eingesetzt wurde (Revedin et al. 2010).

6.4.3 Pavlov VI

Datierung: 28 985 ± 337 cal BC (GrA 37627), 29 078 ± 339 cal BC (GrA 37628), 29 482 ± 288 cal BC (OxA 18306), Radiocarbon.

Von den vielen Steinen, die in Pavlov VI gefunden wurden, zeigten sich nur an einem 8,4 cm großen Objekt pflanzliche Reste (viele Stärkekörner in gutem Zustand) und Gebrauchsspuren (Revedin et al. 2010).

Die Kombination der beiden Methoden der Gebrauchsspurenanalyse mit der Residuenanalyse (in beiden Fällen Stärke), konnte belegt werden, dass stärkehaltige Pflanzen verarbeitet wurden zu einer Art Mehl. Mehl hat im Gegensatz zur frischen Pflanze den Vorteil, dass sie in diesem Zustand leicht lagerbar ist, leicht zu transportieren ist und in Verbindung mit Wasser und Feuer rasch zubereitet werden kann. Da Kohlenhydrate im Paläolithikum des nördlichen Europas stets knapp waren, ist dies eine neue innovative Methode zur Herstellung einer rasch verfügbaren Nahrungsressource in Zeiten der Knappheit. Diese neue Technologie scheint zeitgleich an verschiedenen Orten um 28 ka BP aufzutreten.

7 Dental Microwear Analyse – eine Methode für alle Nahrungsbestandteile

Unter Dental Microwear Analyse versteht man Mikroverschleißanalyse oder die Analyse von Mikroabnutzungsspuren von Zähnen.

„Antemortem dental microwear reveals the foods masticated in the last few days or weeks of an individual’s life.“ (Ungar 2015)

7.1 Abnutzung menschlicher Zähne

Die Abnutzung von Zähnen ist ein natürlicher und dynamischer Prozess, der in einem fortlaufenden Verlust von Zahnoberfläche resultiert. Die Abnutzungserscheinungen zeigen die physikalischen Spuren, welche die Kost, die Nahrungszubereitung und -verarbeitung und die kulturellen Verhaltensweisen eines Individuums hinterlassen haben. Die Abnutzung von Zahnschmelz beruht auf drei Mechanismen:

- Reibung (attrition)
- Abrieb (abrasion)
- Auswaschung (erosion)

Attrition entsteht als mechanische Abnützung durch den Kontakt zwischen gegenüberliegenden Zähnen. Die Reibung zwischen den Oberflächen der oberen und der unteren Zahnreihe führt zu polierten Bereichen mit gut definierten Grenzen, die Wear facets genannt werden (Fiorenza et al. 2015).

Abrasion entsteht durch physikalische Kräfte, die durch die Reibung von exogenen Partikeln auf der Zahnoberfläche verursacht wird. Abrasion ist makroskopisch nicht erkennbar, hinterlässt aber Microwear Muster in Form von Kratzern und Grübchen. Bei Jäger-und-Sammler Populationen entsteht dies meist durch harte und faserige Kost und durch die zufällige Aufnahme von Staub mit der Nahrung (Fiorenza et al. 2015).

Erosion beschreibt die chemische Auflösung von Zahnschmelze, entweder durch den Rückfluss von Magensäure in die Mundhöhle oder durch die exogene Aufnahme von säurehaltigen Früchten oder Getränken. Diese Form von Abnutzung kommt bei Jäger-und-Sammler Populationen nur in geringem Umfang vor (Fiorenza et al. 2015).

7.1.1 Okklusal, bukkal oder anterior?

Sowohl die Kauflächen der Prämolaren und Molaren, als auch deren bukkale Flächen können auf Abnutzungsspuren hin untersucht werden.

Die ersten Untersuchungen von Zähnen archäologischer Individuen hinsichtlich ihrer Abnutzung erfolgte an den Schneidezähnen.

Es werden bis heute Untersuchungen der o.g. drei verschiedenen Zahnflächen unternommen, dies muss beim Vergleich der Studien beachtet werden (Fiorenza et al. 2015).

7.1.2 Macrowear und Microwear

Macrowearanalysen beziehen sich auf die Betrachtung der Zahnoberflächen mit dem bloßen Auge und kamen in der Frühzeit der Wearanalysen zum Einsatz. Microwear bezieht sich auf die Betrachtung der Zahnoberflächen unter diversen Mikroskopen, wie anschließend noch erläutert wird.

7.2 Forschungsgeschichte

Die ersten Analysen der Abnutzungsspuren von Zähnen stammen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts von Simpson (1933) Er betrachtete Zähne unter dem Aspekt ihrer spezifischen Kieferbewegungen und kam zu dem Schluss, dass der Kauwinkel abhängt von den Eigenschaften, die die Nahrung besitzt, die gekaut wurde.

In den 1950er Jahren beobachtete Butler (1952), dass Zähne, unter dem Mikroskop betrachtet, Kratzer und Bereiche okklusaler Abnutzung zeigen und diese Spuren einen Hinweis darauf geben, wie sich der Kiefer bewegt und welche Art von Nahrung eingenommen wird. In der anthropologischen Literatur wurde zum ersten Mal von Baker und Mitarbeitern (1959) von Zahnabnutzung (Dental wear) gesprochen. Es wurden Zähne von modernen Menschen und die aus archäologischen Sammlungen stammenden mittels Lichtmikroskopie untersucht. Die Autoren waren der Meinung, dass sie mit diesen Vergleichen auf die unterschiedlichen Ernährungsweisen von menschlichen Populationen schließen könnten. Dabei hinterließen folgende Einflüsse Riefen auf der Zahnoberfläche: Nahrungskomponenten, siliziumhaltiges Material in der Nahrung, die mechanische Notwendigkeit, die Nahrung zu zerkleinern, damit sie geschluckt und verdaut werden konnte (Ungar et al. 2008).

Eine der ersten Analysen in der Archäologie gehen auf das Jahr 1981 zurück (Puech and Albertini 1981). Sie untersuchten die Schneidezähne des Neandertalers von La Ferrassie und fanden, dass dessen Abnutzungsspuren denen von australischen Aborigines ähnelten, die eine stark abrasive Kost aus Fleisch und Gemüse zu sich nahmen. Sie waren weiterhin der Meinung, dass abrasive Partikel, wie Sand, sich in der Kost befunden hätten.

Andere Forscher waren dagegen der Ansicht, dass die Abnutzungsspuren der anterioren Zähne der Nutzung der Schneidezähne als dritte Hand geschuldet seien. Danach konzentrierte man sich in den Microwearanalysen auf die bukkalen und okklusalen Flächen (Fiorenza et al. 2015).

Während der ersten Jahrzehnte erfolgten die Untersuchungen unter dem Lichtmikroskop. Es zeigte sich aber, dass man dabei an die Grenzen kam, was die Tiefe des Feldes und die Auflösung betrifft. Es waren kaum mehr als enge Bänder von Riefen zu erkennen, die bei gekrümmten Oberflächen Probleme aufwarfen.

Ende der 1970er Jahre nahmen zeitgleich mehrere Forscher das Rasterelektronenmikroskop (REM) zur Dental Microwear Analyse in Gebrauch. Das REM erbrachte fast eine 200fache Auflösung, 100fache maximale Auflösung, 100fache Arbeitsdistanz und 10fache Feldtiefe bei einer gegebenen Vergrößerung, verglichen mit den damals handelsüblichen Lichtmikroskopen. Zum ersten Mal konnten kleinere Strukturen untersucht werden.

Die Untersuchungen mittels REM stützten sich zunächst auf zwei Bereiche:

- a) Voraussagen darüber, ob unterschiedliche Ernährungsformen unterschiedliche, voraussagbare Microwear Muster hinterlassen. Dies wurde an vielen Tierarten getestet und
- b) Untersuchen von Dental Microwear, um Hinweise zu finden für die Ernährungsweise von frühen Hominiden.

Sie waren der Meinung, dass es bei laubfressenden Tieren zu narbigen, schartigen Oberflächen führte, während es bei Grasfressern zu gestreift, gefurchten Oberflächen kam (Ungar et al. 2008).

Puech und Prone (1979) nutzten Durchlichtmikroskopie und REM, um den Zahnschmelz von fossilen Menschen zu vergleichen mit experimentell produzierter Microwear. Sie wiesen verschiedene Muster an afrikanischen und europäischen Hominiden nach, von körniger, vegetarischer Nahrung bis zu säurehaltiger Früchtekost und Fleischkost.

Anfang der 1980er Jahre wurden eine Reihe von Publikationen veröffentlicht, die darauf hinwiesen, dass es nicht möglich sei, zwischen Pflanzenkost und Insektenchitin zu unterscheiden. Dazu fand man, dass Silexfragmente und Phytolithen in experimentellen Studien die gleichen Muster hinterließen und Samen von Dicotyledonen überhaupt keine Spuren auf dem Zahnschmelz hinterließen (Ungar et al. 2008).

Es wurde im Laufe der Jahre klar, dass technische und methodische Faktoren, wie Vergrößerung, Orientierung des Zahnes unter dem Mikroskop, Oberflächenorientierung sowie die jeweilige Einrichtung des REM die Ergebnisse beeinflussten. Dennoch gingen die Microwear Studien weiter und erbrachten eine Fülle von Ergebnissen zu Primaten, Unterschieden zwischen eng verwandten Spezies, saisonalen und ökologischen Unterschieden innerhalb von Taxa und umfassten bald alle Tierarten, sogar Fische.

Dabei untersuchten die meisten Forscher die Oberflächen der Molaren, nur wenige untersuchten die Schneidezähne.

Es war aber in all den Jahrzehnten nicht gelungen, eine standardisierte Methode zu entwickeln, mit deren Hilfe man die Microwear Muster quantifizieren konnte, um die einzelnen Studien vergleichen zu können. Rensberger (1978) entwickelte eine Klassifikation, um bestimmte Strukturen zu erfassen, wie Politur, Riefen, Fissuren, Furchen, schuppige Grübchen und steinige Textur. Ryan (1981) sowie Puech und Mitarbeiter (1983) schufen Begriffe wie Mikroschuppen, Granulierung und Druckfrakturen, um die Muster der Microwear zu beschreiben. Auch Länge und Weite der Merkmale, sowie deren Orientierung und der Prozentsatz der Grübchen begannen eine Rolle zu spielen.

Es wurde zunehmend klar, dass die Quantifizierung notwendig war, um statistische Auswertungen vornehmen zu können. Die Quantifizierung jedoch war zeitraubend und teuer, da die Prozedur für einen einzelnen Zahn Stunden in Anspruch nehmen konnte.

Zu diesem Zeitpunkt 2002 kehrten manche (SOLOUNIAS and SEMPREBON 2002) zurück zur Low-magnification-Mikroskopie. Sie testeten Huftiere und untersuchten die Zahnoberflächen mit einem Binocularlichtmikroskop und kombinierten dies mit der Messung der erfassten Merkmale am Computerbildschirm. Abgesehen von den bereits genannten Einschränkungen der Lichtmikroskopie mit geringer Vergrößerung stellte man fest, dass selbst erfahrene Betrachter Schwierigkeiten hatten, die verschiedenen Microweartypen zu unterscheiden.

Das größte Problem aber war in beiden Fällen, den Messfehler zu ermitteln, egal ob unter niedriger Vergrößerung oder mittels REM. In einer Studie von Grine und Mitarbeitern (2002) wird die Fehlerrate mit dem REM mit durchschnittlich 9 % angegeben. Die Ursache dafür sind zum einen Messfehler, die durch den Betrachter erfolgen, aber auch der Datenverlust,

der dadurch entsteht, dass eine 3D-Oberfläche in zwei Dimensionen abgebildet wird (Ungar et al. 2008).

Lalueza und Mitarbeiter (1996) suchten nach Möglichkeiten, drei Probleme zu lösen, den Betrachtermessfehler, den Datenverlust von 3D auf 2D und die Kosten. Die Lösung fanden sie in der Anwendung von Weißlicht Konfokalmikroskopie kombiniert mit der skalensensitiven Fraktalanalyse (SSFA), bei der die Fraktalanalyse automatisiert werden kann. Die Ausschaltung des Betrachterfehlers war wichtig, damit Analysen miteinander verglichen werden konnten.

Interessant ist die Arbeit von Lalueza und Kollegen (1996), in der sie nicht nur die bukkale Mikrowear untersuchten, sondern auch belegen konnten, dass das Geschlecht des Zahnträgers, die Zahnart selbst (Molar oder Premolar), die Zahnseite und der Kiefer keinen Einfluss haben auf das Abnutzungsmuster, sondern allein die Ernährungsweise der untersuchten Gruppen.

Die Geschichte der Microwear Analysen zeigt ein stetiges Hin und Her zwischen dem jeweiligen Stand der Forschung und den technischen Innovationen, die zur Verfügung standen. Im Laufe der Zeit widmeten sich mehr Forscher der Methode und so entstand eine Fülle von Daten. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass Microwear Analysen maximal die Abnutzungsspuren für einen Zeitraum von einer Woche bis zu den letzten Wochen vor dem Tod des Individuums zeigen (Ungar et al. 2008).

7.3 Derzeitige Analysemethoden

In einer standardisierten Weise werden heute mehrere Merkmale auf der Zahnoberfläche untersucht und im Hinblick auf die Ernährung des Individuums interpretiert.

7.3.1 Complexity (Asfc)

Die Komplexität wird gemessen als eine Veränderung der Oberflächenrauigkeit in verschiedenen Abstufungen. Asfc ist die Steigung des steilsten Teils der Krümmung über einen abgestuften Bereich, über den die Messung vorgenommen wird. Je steiler die Krümmung ist, desto komplexer ist die Oberfläche. Grübchen und Kratzer von unterschiedlicher Größe, die übereinander liegen, ergeben eine komplexe Oberfläche.

7.3.2 Messung der maximalen Komplexität (Smc)

Smc ist die Feinmessung des steilsten Bereichs der Krümmung, die durch die Asfc Messung festgelegt wurde. Oberflächen mit einem höheren Wert für Smc neigen dazu, bei sehr feinen Skalen weniger Verschleiß zu zeigen und bei gröberen Skalen mehr Verschleißmerkmale. So kann beispielsweise eine Oberfläche, die von großen Grübchen dominiert ist, aber mit wenig feinen Kratzern versehen, einen hohen Smc Wert haben.

7.3.3 Anisotropy (epLsar)

Die Anisotropie ist ein Maß für die Orientierungskonzentration der Oberflächenrauheit. epLsar ist ein Maß für Unterschiede in der Länge von Tiefenprofilproben über eine Oberfläche bei verschiedenen Orientierungen auf einer bestimmten Skala. Die durchschnittliche Länge der Profile und ihrer Orientierungen (als Vektoren behandelt) wird nach der genauen Proportionsmethode normiert und die mittlere Vektorlänge berechnet.

Eine Oberfläche, die durch Kratzer, die alle in eine Richtung weisen, dominiert ist, hat eine hohe epLsar (Pérez-Pérez et al. 2003).

7.3.4 Texture fill volume (Tfv)

Diese Messung untersucht summierte Volumina von quadratischen Quadern einer bestimmten Größe, die eine Oberfläche ausfüllen. Tfv wird als Differenz des summierten Volumens für sehr feine (2 µm Seitenlänge) und größere Quader (10 µm Seitenlänge) berechnet. Dadurch wird die Struktur der gesamten Oberfläche (z.B. Facettenkurve) entfernt und die Charakterisierung auf die Microwearmerkmale selbst beschränkt.

Eine Oberfläche, die dominiert ist von mehr Merkmalen im mittleren Skalenbereich, würde ein hohes Tfv aufweisen (Pérez-Pérez et al. 2003).

7.4 Statistische Analysen

Alle Daten werden statistisch ausgewertet, um das Ausmaß der Variationen der Abnutzungserscheinungen zu beschreiben.

Alle Daten wurden vor der Analyse rangtransformiert, da Microwearrohdaten typischerweise gegen Annahmen im Zusammenhang mit parametrischen statistischen Tests verstoßen (Ungar et al. 2008).

7.5 Occlusal Fingerprint Analysis (OFA)

Seit 2009 ist die OFA in Benützung. Durch sie werden digitale 3D Oberflächenmodelle von Zähnen zur Analyse von Abnutzungsfacettenmustern genutzt, um strukturelle Parameter wie Facettenbereich, Umfang, Neigung und räumliche Orientierung zu erfassen.

Ganz gleich, welche Methode jeweils zum Einsatz kommt, muss Vergleichsmaterial von modernen Jäger-und-Sammlergruppen (z.B. Inuit, Cumash, australischen Aborigines, Fuegians, Koi-San) herangezogen werden und deren Zahnabnutzungsstrukturen mit dem archäologischen Material verglichen werden (Fiorenza et al. 2011; Lalueza et al. 1996). Es werden Zähne aus Museumsbeständen genutzt sowie ethnografische Aufzeichnungen über deren Ernährungsweise.

7.6 Bestandsaufnahme

Die nachfolgend zusammengestellte Tabelle liefert Ergebnisse von verschiedenen Arten der Microwear Untersuchungen für Neandertaler und AMH während der OIS 3 im nördlichen Europa. Dabei ist die Vorgehensweise und Analyseverfahren der einzelnen Forscher nicht immer die gleiche. Es kommen sowohl Microwear als auch Macrowear Analysen vor, sowie Occlusal Fingerprint Analysis und die Analyse von occlusalen und buccaler Zahnoberflächen.

Es wurden bis auf eine Ausnahme (Sungir 3) stets Molaren oder Prämolaren von erwachsenen Individuen untersucht. Nicht alle in die Analyse aufgenommenen Publikationen sind nur der Kostform nachgegangen. Gerade die Untersuchung von El Zaatari und Hublin (2014) betraf eigentlich die Suche nach Unterschieden in den Habitaten verschiedener jungpaläolithischer Individuen und diese wurden von ihnen korreliert mit paläoökologischen Daten der Fundorte. Ihre Einschätzung der Kostformen ergab eine Übereinstimmung zwischen Aurignacien- und Gravettienindividuen, aber einen Unterschied dieser zu Magdalénienindividuen (hier nicht weiter aufgeführt, da OIS 2).

Unter einer Mixed-diet verstehen die Autoren eine Kost aus Fleisch- und Pflanzenkomponenten. Eine Meat-based diet bedeutet nicht, dass die Individuen ausschließlich Fleisch aßen, dass aber der Anteil an harter, faseriger Pflanzenkost niedriger war als bei der Mixed-diet.

Tab. XII- 12, Nachweis von Dental microwear für Neandertaler und AMH von verschiedenen Fundorten in Europa

Fundort	Homini- den- art	Datierung	Microwear	Macro- wear	Quelle
Le Portel/Frankreich	Nt	70 – 50 ka BP	gemischte Kost	-	(Pérez-Pérez et al. 2003)
Petit Puy-moyen 2, 4/Frankreich	Nt	60 – 40 ka BP	fast nur Fleisch	-	(El Zaatari et al. 2011)
Marillac/Frankreich	Nt	45 – 40 ka BP	gemischte Kost	-	(Lalueza et al. 1996)
Trou de l'Abîme/Belg.	Nt Kind	45 – 40 ka BP	fleischbasiert	-	(Toussaint et al. 2010)

Le Moustir 1/Frankreich	Nt	42 ka BP	-	fleisch- basiert	(Fiorenza et al. 2011)
Spy/Belgien	Nt	36 ka BP	fleischbasiert	-	(El Zaatari et al. 2011)
St. Cesaire/ Frankreich	Nt	-	gemischte Kost	-	(Lalueza et al. 1996)
Hortus III/Frankreich	Nt Kind	OIS 3	stärker verarbei- tete Nahrung als bei adulten Nt	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Hortus IV/Frankreich	Nt sub- adult	OIS 3	stärker verarbei- tete Nahrung als bei adulten Nt	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Hortus V/Frankreich	Nt adult	OIS 3	Harte, faserhal- tige Nahrung	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Hortus VI Frankreich	Nt adult	OIS 3	harte, faserhal- tige Nahrung	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Hortus VIII/Frankreich	Nt adult	OIS 3	harte, faserhal- tige Nahrung	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Hortus XI /Frank.	Nt se- nil	OIS 3	harte, faserhal- tige Nahrung	-	(L'Engle Williams et al. 2018)
Sungir 1+ 2/Russland	AMH buc- cal	28 – 27 ka BP	gemischte Kost	-	(Pinilla and Trinkaus 2014)
Sungir 3/Russ- land	AMH	28 – 27 ka BP	marine und Fleischkompo- nenten dominie- ren aber: Milch- zähne!!!	-	(Pinilla and Trinkaus 2014)

Mladeč/Tschechien	AMH OFA linguale und buccale Phase, occlusaler Bereich	31 ka BP	fleischbasiert	-	(Fiorenza et al. 2011)
Dolní Věstonice 13, 15, 16, 31/Tschechien	AMH	Gravettien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Pavlov 1/Tschechien	AMH	Gravettien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Predmosti 1 Tschechien	AMH	Gravettien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Abri Labatut/Frankreich	AMH	Gravettien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Cro-Magnon 2/Frankreich	AMH	Gravettien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Les Rois/Frankreich	AMH	Aurignacien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Mladeč 1, 2, 8/Tschechien	AMH	Aurignacien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)
Abri Blanchard/Frankreich	AMH	Aurignacien	fleischbasiert	-	(El Zaatari and Hublin 2014)

Diese Ergebnisse sind nicht weiter überraschend, denn für eine fleischreiche Ernährung der in der OIS 3 lebenden Menschen im nördlichen Europa sprechen auch die Faunenanalysen (Kap. VII) und die Ergebnisse der Isotopenanalysen (Kap. X) aus diesem Gebiet und Zeitabschnitt.

Eine hauptsächlich auf Fleisch basierende Kost ist aber, wie bereits gezeigt, physiologisch nicht möglich. Dies zeigen hier zumindest einige Microwear Untersuchungen an Neandertalerzähnen, die mit gemischter Kost oder harter, faserreicher Nahrung aufwarten. Dass Microwear Analysen von AMH ausschließlich fleischierte Kost andeuten, könnte mit dem stetigen Kälte werden und dem Verlust bestimmter pflanzlicher Nahrung zusammenhängen.

Interessant sind dabei die Ergebnisse für den AMH, für den ausschließlich eine fleischierte Nahrung nachgewiesen wurde, in einem Zeitabschnitt der OIS 3, in dem es immer kälter und trockener wurde und man daher nach El Zaatari und Kollegen (2011) eher eine abrasivere Pflanzenkost erwartet hätte.

Einige andere Ergebnisse im Hinblick auf Neandertaler erbrachte eine Studie von 2003 (Pérez-Pérez et al. 2003). Sie untersuchte die Zähne von Neandertalern aus dem Mittel- und Spätpleistozän aus Europa und dem Nahen Osten. In verschiedenen geografischen Zonen fand sie eine hohe Variabilität innerhalb der Neandertalergruppe (französische Fundorte), die gegen eine strikt carnivore Ernährung sprechen.

Die bukkale Abnutzung von Neandertalerzähnen, bezogen auf die Chronologie und die klimatischen Verhältnisse, ergab eine Zunahme der Abnutzungsspuren während kalter Klimate, während eine deutliche Abnahme der Kratzspuren während der warmen Zeitabschnitte zu verzeichnen war. Dies wird dahingehend interpretiert, dass Neandertaler während Kaltphasen ihre Nahrung mit abrasiver Pflanzenkost, wie Wurzeln und Knollen angereichert hätten.

El Zaatari und Kollegen (2011) untersuchten Neandertalerzähne in einem großen geografischen Raum und konnten dann nachweisen, dass die Oberflächenmerkmale von Neandertalerzähnen die paläoökologische Umwelt zu ihrer Lebenszeit widerspiegeln. Sie teilten die Neandertalergruppen in drei ökologische Zonen:

- offene Steppenvegetation,
- Waldsteppenvegetation,
- Laubwaldvegetation,

entsprechend der Vorgaben von van Andel, für die OIS 3 ein. Sie fanden eine Korrelation zwischen den bewaldeten Zonen mit einer Zunahme der Komplexität und Heterogenität der Zahnoberflächen. Die Zunahme dieser Merkmale spricht für den Konsum von harten, pflanzlichen Materialien. Neandertaler, die in kalten Steppenhabitaten lebten, konsumierten eine eher fleischierte Kost.

7.7 Beurteilung der Methode

Es ist aber mit den verschiedenen Methoden der Micro- und Macrowear nicht möglich, den jeweiligen prozentualen Anteil an carnivorer Kost und vegetabiler Kost zu erfassen. Allenfalls können Tendenzen erkannt werden. Für die präzise Analyse ist die Methode zu ungenau und zu wenig standardisiert. Die vorliegenden Ergebnisse sind von der Methodik her

doch sehr divers. Sie tragen daher wenig zum Erkenntnisgewinn bezüglich der Nahrungsinhaltsstoffe und Kostformen der Menschen in der OIS 3 bei.

Nicht erfasst werden können mit dieser Methode der Konsum von weicher Pflanzennahrung, wie beispielsweise Kräuter, da sie kaum Spuren hinterlassen.

Als problematisch empfinde ich auch den Umstand, dass nur die letzten Wochen oder gar eine Woche vor dem Tod (Last-supper-Phänomen) des Individuums abgebildet werden (Fiorenza et al. 2015).

Die Methode ist eher nützlich zur Untersuchung heute lebender Populationen und der Unterschiede in deren Ernährung, sowie für den Vergleich früherer Hominiden. Allerdings sind auch da auf Grund geringer Fallzahlen statistische Auswertungen nicht möglich.

Wünschenswert wäre eine genauere Datierung der verwendeten Exemplare, um Vergleiche mit den paläoklimatischen und kulturellen Verhältnissen durchführen zu können.

8 Die Rekonstruktion von Pflanzen aus Sedimenten: Umwelt-DNA (environmental DNA)

Es ist mittlerweile möglich, sehr geringe Mengen an DNA zu analysieren, und es ist daher auch möglich, pflanzliche DNA aus dem Sediment bis auf eine niedrigere taxonomische Ebene zu bestimmen als Pollenanalysen das zulassen. Die Diversität bei den Bestimmungen steigt ebenfalls an. Auslaugen von Bodenschichten findet im Permafrostboden nicht statt oder in Sedimenten, die erst kürzlich aufgetaut sind.

2014 wurden 242 Sedimentproben aus der gesamten Arktis untersucht (Willerslev et al. 2014). Die Gebiete waren in den nachgenannten Zeiträumen nicht von Eis bedeckt. Das Alter der Proben wurde mit AMS bestimmt. Es wurden drei Zeithorizonte untersucht: 50 – 25 ka, 25 – 15 ka und post-LGM (15 – 0 ka).

Die Pflanzen wurden identifiziert nach ihren Molecular Operative Taxonomic Units (MOTU).

Für den Zeitraum 50 – 12 ka wurden Pflanzentaxa gefunden, die sowohl typisch sind für die Tundra als auch für die arktische Steppe:

In trockenen Standorten fanden sich:

- *Bromus pumellianus* (Trespenart),
- *Artemisia frigida* (Alaska Beifuß),
- *Plantago canescens* (Plantagoart),
- *Anemone patens* (Küchenschellenart).

In salzhaltigen Standorten fanden sich:

- *Puccinella* (Salzmarschpflanze),
- *Armeria* (Grasnelken).

In feuchten Standorten fanden sich:

- *Caltha* (Dotterblume → Hahnenfußgewächs, *Ranunculaceae*).

In steinigen Standorten fanden sich:

- *Dryas* (Silberwurz),
- *Draba* (Felsenblümchen → *Brassicaceae*).

und in bewaldeten Standorten dominierte *Salix*.

Die häufigsten Pflanzenarten vor dem LGM und während des LGM sind

- *Anthemideae* (Korbblütler),
- *Asteraceae* (Korbblütler),
- *Artemisia* (Korbblütler),
- *Achillea* (Schafgarben),
- *Chrysanthemum* (*Asteraceae*, Korbblütler),
- *Tanacetum* (Falsche Kamille, Mutterkraut).

Die Vegetation vor dem LGM war dominiert von Krautpflanzen, deren Anzahl während des LGM noch zunahm, während die Graminoiden weniger als 20 % der Vegetation ausmachten.

Diese Ergebnisse bilden einen Gegensatz zu pollenbasierten Analysen, die eine Dominanz von Graminoiden in der nicht von Eis bedeckten Arktis und angrenzenden Gebieten betonen, die als Mammutsteppe bezeichnet werden.

Die Häufigkeit an Krautpflanzen war höher in den Proben von den Standorten, die wiederholt von Megafauna (DNA von Wollmammut, Wollnashorn, Pferd, Rentier, Elch nachgewiesen) besucht worden waren, als in Proben von Standorten, in denen keine DNA der Fauna nachgewiesen werden konnte. Dies könnte durch einen Düngeeffekt durch die Exkremente der Megafauna erklärt werden.

Es wurden auch der Intestinalinhalt sowie die Koprolithen von 8 Individuen von Mammut, Wollnashorn, Bison und Pferd aus Sibirien und Alaska aus dem Zeitraum 55 ka – 21 ka untersucht. Der überwiegende Anteil der Proben entstammte Krautpflanzen und nur untergeordnet aus Graminoiden. Krautpflanzen sind auch von Herbivoren besser zu verdauen als Graminoide (Willerslev et al. 2014).

Diese Daten von Willerslev und Kollegen decken sich mit denen, die Guthrie für die in der Mammutsteppe beschriebenen Pflanzen annahm, sowie mit denen, die das Stage 3 Projekt ermittelte, wobei Willerslev eine deutliche Dominanz der Krautpflanzen belegen konnte.

9 Kohlenhydratbomben- USO

„The exploitation of taproots during an intensely cold period, when open tundra and mammoth steppe prevails in the region, illustrates that plant exploitation in cold regions may be significantly underestimated.“ (Power and Williams 2018)

Besonders reich an Kohlenhydraten sind sogenannte Unterirdische Speicherorgane (Underground storage organs = USO), das sind unterirdisch wachsende Pflanzenteile, wie Wurzeln, Rhizome, Knollen und Zwiebeln. Ihr Nährwert liegt zwischen 72 kcal und 107 kcal/100 g, was ein beträchtlicher Beitrag zu den im Fleisch fehlenden Kohlenhydraten darstellen würde (Hardy 2010).

In den Daten von Kuhnlein und Turner (1991) sind 53 Arten solcher Wildpflanzen mit unterirdischen Knollen aufgeführt, in der von Couplan (1983) für Europa sind es 90.

Aus dieser Vielfalt hat Hardy (2010) jene ermittelt, die neben den Kohlenhydraten eine gute Quelle für Vitamin C und Calcium bilden, eine weite geografische Verbreitung haben und sehr kältetolerant sind. Pflanzen mit diesen Voraussetzungen hat er mit der Stage 3 Datenbank zu Pflanzen sowie mit der Winterhärte bzw. Kälteresistenz von heute vorkommenden Wildpflanzen aus der Gattung der USO verglichen. Damit nimmt er an, dass sie auch während der OIS 3 im nördlichen Europa vorhanden gewesen sein mussten.

Folgende USOs wurden von Hardy identifiziert.

- *Typha latifolia* (Rohrkolben) → Typhaceae. Essbar sind Samen, Schösslinge, Blüten, Wurzeln, Stängel. Wurzeln sind roh oder gekocht verzehrbar. Die beste Erntezeit liegt zwischen Herbst und frühem Frühjahr. Die Pflanzendichte ist sehr hoch (1 ha ergibt 8 t Rohrkolbenmehl).
- *Polygonum bistorta* (Vogelknöterich) → Polygonaceae. Die Wurzeln können roh oder gekocht gegessen werden, haben aber auch sehr viel Tannin. Frische Wurzeln lassen sich in der Erde lagern.
- *Polygonum viviparum* (Schlangenknoeterich) → Polygonaceae. Die Wurzeln haben einen Zuckergehalt von 6,11 % und können unterirdisch gelagert werden.
- *Sagittaria sagittifolia* (Sumpfkartoffel) → Alismataceae. Die Wurzeln können einen Durchmesser von 15 cm erreichen, sie sind gekocht essbar und haben einen hohen Inulingehalt (= Oligofruktose). Ihre beste Erntezeit ist der Sommer.

- *Erythronium dens-canis* (Hundszahnlilie) → Liliaceae. Die Knollen werden 10 – 15 cm groß und können roh oder gekocht gegessen werden. Sie können getrocknet zu Mehl verarbeitet werden.
- *Arctium lappa* (Klette) → Compositae. Die Wurzeln können roh oder gekocht verzehrt werden. Sie können bis zu 120 cm lang werden, sind aber am besten, wenn sie 60 cm Länge erreicht haben. Sie enthalten 45 % Inulin.
- *Daucus carota* (Wilde Karotte) → Umbellifera. Diese Wurzel ist die Vorläuferpflanze der domestizierten Karotte. Sie ist als junge Wurzel essbar, ältere Wurzeln werden holzig.
- *Pastinaca sativa* (Echte Pastinake) → Umbellifera. Die Wurzeln können roh oder gekocht gegessen werden. Die beste Erntezeit ist Herbst bis Winter.

(Hardy 2010)

10 Zusammenfassung und abschließende Bewertung

Als weiteres zusätzliches Informationsreservoir für Pflanzen der OIS 3 wurden die derzeit gebräuchlichen Methoden (Makropflanzenreste, Stärkenachweis im Zahnstein von Homini- den und auf Werkzeugen, Gebrauchsspurenanalyse von Werkzeugen und Dental microwear) herangezogen. Alle Methoden lieferten Ergebnisse für die OIS 3, aber es war nicht möglich, eine zeitliche Trennung vorzunehmen, wie dies für die tierischen Ressourcen der Fall war.

Die ergiebigste Methode ist dabei der Nachweis von Stärke im Zahnstein und auf Werkzeugen. Stärke wird schon bei Neandertalerzähnen im Mittelpaläolithikum nachgewiesen. Dann erst wieder bei *H. sapiens* Zähnen im Gravettien. Die scheinbare Fundlücke dazwischen ist wohl die Folge der wenigen *H. sapiens* Überreste, die es für das frühe Jungpaläolithikum gibt.

In manchen Fällen war es möglich, aus der Stärke die Pflanzenart zu ermitteln, dabei handelte es sich ausnahmslos um Stärke aus Gräsern oder unterirdischen Speicherorganen. Dies ist ein Beleg dafür, dass bereits die Neandertaler sehr gut wussten, welche Pflanzengruppen die besten Kohlenhydratquellen sind.

Die Untersuchung von Stärkekörnern auf Werkzeugen ergab ein ähnliches Ergebnis, sie stammen überwiegend von unterirdischen Speicherorganen und Samen. Allerdings ist der Nachweis von Stärke auf Werkzeugen erst ab dem Gravettien gegeben, weil die Werkzeuge wie Ground Stone Tools erst ab diesem Zeitpunkt in den Fundplätzen auftreten.

Die Gebrauchsspurenanalyse von Werkzeugen ist aus o.g. Gründen auch erst ab dem Gravettien möglich. Diese Ground Stone Tools sind durchweg von der Art: Reibsteine, Stößel, Reibplatte. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass Pflanzen damit bearbeitet wurden, teilweise in Kombination mit der Analyse von Stärkerückständen.

Die Gebrauchsspurenanalysen auf Steinartefakten machen Aussagen bezüglich der Nutzung der Werkzeuge. Nur wenn Stärkekörner identifizierbar sind, ist es möglich, etwas über die bearbeitete Pflanzenart auszusagen. Es konnten keine Publikationen gefunden werden, die den selektiven Gebrauch von Steinwerkzeugen zur Bearbeitung von Fleisch belegen würden.

Die Gebrauchsspuren, wie sie sich auf Zähnen (Dental Microcwear) identifizieren lassen, lassen keine Aussage darüber zu, welche Pflanzen oder Tiere gegessen wurden. Es ist lediglich eine Aussage dazu möglich, ob eine Kost überwiegend aus Pflanzen oder aus abrasiven Substanzen oder aus Fleisch bestanden hat. Dabei scheint das Vorhandensein von Nahrungskomponenten in der Umgebung der Hominiden eine entscheidende Rolle beim Verzehr gespielt zu haben. Eine rein auf Fleisch basierende Nahrung konnte nie nachgewiesen werden.

Eine Methode mit Zukunft ist die Identifikation von Pflanzen in archäologischen Fundorten mittels der DNA der Pflanzen im Sediment, in Koprolithen oder im Mageninhalt von Herbivoren. Leider gibt es dazu momentan erst eine Veröffentlichung. Die Ergebnisse ergänzen die Pflanzenarten, die aus der Biomisation bekannt sind.

Als zu den während der OIS 3 verfügbaren unterirdischen Speicherorganen konnten *Typha latifolia*, *Polygonum bistorta*, *Polygonum viviparum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Erythronium dens-canis*, *Arctium lappa*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa* identifiziert werden. Alle Arten zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Kohlenhydraten aus (vgl. Kap. XIII,1) Sie können als Knollen/Rhizome gelagert werden, und es kann aus ihnen Mehl hergestellt werden. Einige haben einen hohen Inulingehalt, was sich positiv auf die Darmflora und damit auf die Immunität des Konsumenten auswirkt.

Alle vorgestellten Methoden zum Aufspüren von Pflanzen im archäologischen Kontext zeigen Unterschiede bezüglich ihrer Aussagekraft zu ganzen Populationen oder Individuen und bezüglich der zeitlichen Tiefe ihrer Ergebnisse.

Makropflanzenreste und Pflanzen DNA geben ausschließlich das Vorhandensein dieser Pflanzen an. Ob und von wem diese konsumiert wurden, einer Person oder von vielen, ist nicht möglich, zu beantworten. Stärke im Dental Calculus zeichnet nur die Nahrung der letzten Wochen eines Individuums auf. Ebenso dürfte es sich mit der Stärke auf Werkzeugen verhalten, eine Information über die letzten Nutzungen. Daraus kann keine Aussage über den Verzehr des Individuums während seiner gesamten Lebensdauer gemacht werden.

Kapitel XIII: Modellkalkulationen für pflanzliche Nahrung

Wie bereits angesprochen, folgt hier eine Liste der Pflanzen, die in der OIS 3 im nördlichen Europa vorkamen, mit ihren Makro- und Mikronährstoffen, soweit dies möglich war. Die gesamte Nährwerttabelle befindet sich im Anhang B.

Die Pflanzen wurden bewusst nicht in botanischen Gruppen erfasst, sondern in Gruppen, die die Nutzung der jeweiligen Pflanzenteile durch den Menschen anzeigen.

Es war vergleichsweise einfach, für vier eiszeitliche Jagdtiere Nährstoffgehalte zu finden, wenn man dies ins Verhältnis dazu setzt, den Nährstoffgehalt von mehreren Hundert verfügbaren Nahrungspflanzen der OIS 3 zu finden.

Die ergiebigste Quelle ist Kuhnlein und Turner (1991). Die Pflanzengattungen, die entsprechend der Biomisation in der OIS 3 verfügbar waren, wurden mit den Pflanzen verglichen, die durch Kuhnlein und Turner als essbar durch die indigenen Völker Kanadas eingestuft wurden. Von Kuhnlein und Turner stammen auch die meisten Nährwertangaben. Leider sind diese Angaben alles andere als vollständig und entsprechen den Möglichkeiten der Labor-diagnostik, wie sie zu Ende der 1980er Jahre zur Verfügung standen. Daher fehlen z. B. so wichtige Mikronährstoffe wie Folsäure.

Insgesamt konnten 13 Quellen für Nährwertangaben eruiert werden, aber es sind nie alle Mikronährstoffe untersucht worden. Dadurch ergeben sich erhebliche Datenlücken, dessen bin ich mir bewusst. Die Quellen sind im Anhang B mit den jeweiligen Nährwerten verknüpft.

1 = Kuhnlein and Turner 1991

2 = Couplan 1983

3 = Koschtschejew 1990

4 = Pinela et al. 2017

5 = Miyake 1913

6 = Lim 2015

7 = Voigtländer et al. 1976

8 = Wani et al 2015

9 = Agarwal and Saini 2013

10 = Raes-ul and K 2015

11 = Elmadfa et al. 2020

12 = Hesecker and Hesecker 2019

13 = Souci et al. 2016

Um die Ergänzung der Nahrung tierischer Herkunft durch Pflanzen feststellen zu können, sind zunächst die in Tieren knappen Ressourcen Kohlenhydrate und Fette wichtig. Des Weiteren sind folgende Mikronährstoffe in Fleisch nicht oder in zu geringen Mengen vorhanden: *Vitamin E, Vitamin C, Biotin, Calcium und Jod*. Für *Vitamin K, Vitamin D* und *Folsäure* liegen keine Nährwerte aus Fleisch vor.

Die gesammelten Nährwertangaben sollen daher auf die fehlenden Nährstoffkomponenten hin untersucht werden.

Dort, wo von einer Pflanze mehrere Nährwertangaben von verschiedenen Autoren vorliegen, fällt auf, dass sie teilweise wenig übereinstimmen. Dies ist jedoch erklärbar, weil die Bodenverhältnisse, Wasserverfügbarkeit, Sonneneinstrahlung unterschiedlich waren.

1 Bedarfsdeckung mit Kohlenhydraten

Wie bereits im Kap. IV, 33.2 beschrieben, ist es nicht möglich, einen Menschen dauerhaft ausschließlich mit den Ressourcen Fleisch, Fett, Knochenmark und Innereien zu ernähren. Eine Mindestmenge von 150 g Kohlenhydraten ist notwendig, damit das Gehirn mit Glukose ernährt werden kann, und es zu keiner Umstellung auf einen fettabbauenden und damit ketoazidotischen Stoffwechsel kommt.

Im Folgenden wird der durchschnittliche Gehalt an Makro- und Mikronährstoffen, wie sie für die jeweilige Pflanzengruppe ermittelt wurden, angegeben. Die vollständigen Daten finden sich im Anhang B.

Tab. XIII- 1, berechneter Kohlenhydratgehalt einzelner Pflanzengruppen

Blätter, Stängel [g/100g]	Greens, Salatpflanzen [g/100g]	innere Rinde [g/100g]	Nüsse und Samen [g/100g]	Knollen, Wurzeln, Rhizome [g/100g]	Früchte, Beeren [g/100g]	Gräser-samen [g/100g]
8,1	5,5	11,8	44,4	21,5	12,8	68,8

Notwendige Menge zur minimalen Bedarfsdeckung (150 g Kohlenhydrate) pro Pflanzengruppe.

Tab. XIII- 2, notwendige Menge von Kohlenhydraten zur minimalen Bedarfsdeckung pro Pflanzengruppe

Blätter, Stängel [g]	Greens, Salatpflanzen [g]	innere Rinde [g]	Nüsse und Samen [g]	Knollen, Wurzeln, Rhizome [g]	Früchte, Beeren [g]	Gräser-samen [g]
1852	2727	1271	337	698	1172	218

Eine Bedarfsdeckung mit Kohlenhydraten mit realistischen Verzehrsmengen würden nur Nüsse, Samen, Knollen, Wurzeln, Rhizome und Gräsersamen ergeben. Alle anderen Pflanzengruppen haben einen so geringen Kohlenhydratgehalt, dass Mengen bis zu 3 kg täglich davon gegessen werden müssten, was für das Verdauungssystem nicht zu leisten wäre (vgl. 1.1).

Weiterhin muss bedacht werden, dass nicht alle pflanzlichen Ressourcen ganzjährig zur Verfügung stehen (vgl. Kap. XII,7).

Einzelne Pflanzen jedoch aus den folgenden Gruppen können höhere Werte als der Durchschnitt erreichen:

- Blätter, Nadeln, Stängel: wie die Nadeln von *Picea mariana* (11,8 g/100 g), Blätter von *Salix reticulata* (25,9 g/100 g), die Blätter von *Malva sylvestris* (16,9 g/100 g), Blätter von *Brassica napus* (11,2 g/100 g) und *Taraxacum officinalis* (9,2 g/100 g).
- Samen und Nüsse: Samen von *Typha latifolia* (79,1 /100 g), Samen von *Stellaria media* (51,7 g/100g), *Persicaria lapatifolia* (71,6 g/100g), *Chenopodium album* (46,9 g/100g), *Plantago major* (59,5 g/100g), *Corylus species* (61,6 g/100g).
- Knollen, Wurzeln, Rhizome: *Arctium lappa* (33,4 g/100 g), *Typha latifolia* (52,5 g/100 g), *Allium sativum* (33,6 g/100 g), *Fritillaria camchatcensis* (21,8 g/100 g), *Sagitta sagittifolium* (55,4 g/100 g), *Polygonum bistorta* (40 g/100 g).
- Früchte, Beeren: *Rubus parviflorus* (24,7 g/100 g), *Arctostaphylos uva-ursi* (22,4 g/100 g), *Vaccinium vitis-idea* (14,9 g/100 g), *Smilacina racemosa* (20,7 g/100 g), *Rosa palustris* (27,5 g/100 g).

Sie verfügen über so hohe Kohlenhydratwerte, dass Mengen bis zu 300 g Tag ausreichen würden, um den Glukosebedarf des Gehirns zu decken.

Kohlenhydratmengen, wie sie unter Kapitel IX als Ergänzung zu Proteinen und Fetten aus der tierischen Nahrung notwendig wären, sind mit der zur Verfügung stehenden Pflanzennahrung nicht zu decken, da bei Vorhandensein unrealistisch hohe Mengen verzehrt werden müssten.

Daraus würde sich für den Stoffwechsel ergeben, dass die Bedarfsdeckung mit Kohlenhydraten stets so gering war, dass der Stoffwechsel sehr häufig oder längere Zeit im Jahr immer wieder auf eine ketoazidotische Lage umgestellt werden müsste. Dauerhaft könnte dies zu den unter Kapitel IV genannten gesundheitlichen Problemen geführt haben.

1.1 Realistische und physiologisch akzeptable Verzehrsmengen

Schaut man sich die physiologisch notwendigen Verzehrsmengen der o.g. Pflanzenkost, aber auch die Menge an Fleisch (bis zu 1,5 kg/d) an, erscheinen einem diese Mengen sehr hoch. Die Frage ist, ob der Verdauungstrakt das leisten kann.

Der menschliche Magen ist in der Lage, eine Menge von 900 ml an Volumen aufzunehmen, ohne dass der Mageninnendruck steigt. Ab einer Menge von 1,5 l wird Sättigung verspürt, und ab 2,5 l ist eine totale Sättigung erreicht. Insgesamt ist der Magen in der Lage, etwa 6 l Volumen pro Tag in Etappen aufzunehmen.

Die Gesamtaufnahmefähigkeit des Magens ist abhängig vom Weitertransport der Nahrung in den Dünndarm. Der Weitertransport ist abhängig von der Zusammensetzung der Nahrung (Energiedichte) und von der Zeit, die der Magen benötigt zur mechanischen Zerkleinerung und Durchmischung. Flüssigkeiten verlassen den Magen rasch, feste Nahrungsbestandteile werden auf die Größe von mindestens 2 mm zerkleinert, die meisten Partikel sind 0,25 mm groß, ehe sie den Magen verlassen.

Je nach energetischer Dichte der Nahrung bleibt diese zwischen 1 und 8 Stunden im Magen. Überwiegend kohlenhydrathaltige Nahrung benötigt bis zu 3 Stunden, etwas länger wird für überwiegend proteinhaltige Nahrung benötigt, überwiegend fetthaltige Nahrung kann bis zu 8 Stunden im Magen verbleiben (Jänig and Vaupel 2019).

Bei der vorwiegend proteinreichen Nahrung der paläolithischen Hominiden müsste die täglich notwendige Verzehrmenge von Seiten der Verdauung zu bewältigen sein.

Für die minimale, täglich notwendige Aufnahme von 150 g Kohlenhydraten wären Verzehrsmengen an Blättern, Stängeln, Salatpflanzen von etwa 200 g bis 400 g/Tag und somit eine Kohlenhydratmenge von 11 g bis 40 g erforderlich. Wurzeln, Knollen und Rhizome bis zu einer Menge von 300 – 400 g würden 20 – 40 g Kohlenhydrate bieten und Früchte und Beeren 500 g/Tag würden 22 – 65 g Kohlenhydrate liefern.

Während Blätter, Salatpflanzen, Früchte und Beeren sofort und ohne vorherige Verarbeitung verzehrt werden könnten, auch während der Sammeltätigkeit, ist für Knollen, Nüsse, Samen und vor allem für Gräsersamen vermutlich eine Form der Verarbeitung notwendig.

Wurzeln, Knollen und Rhizome könnten und sollten zur besseren Verdaulichkeit erhitzt werden. Sie könnten dann warm oder wieder erkaltet gegessen werden. Für diese Pflanzenteile käme ein weiterer Verarbeitungsschritt in Frage. Die gekochten Knollen könnten zerrieben und das Mus getrocknet und bevorratet werden. Stärkekörner in Neandertalerzähnen deuten auf eine frühe Nutzung von Wurzeln, Knollen und Rhizomen hin.

Nüsse und Samen müssen geschält werden, könnten dann sofort gegessen oder auch bevorratet werden.

Gräsersamen könnten sofort während der Sammeltätigkeit gegessen werden. Die Spelzen müssten ausgespuckt werden. Sie könnten aber auch getrocknet und anschließend entspelzt und bevorratet werden.

Von allen Pflanzen bieten die Gräsersamen den höchsten Gehalt an Kohlenhydraten. Allerdings ist das Sammeln und die Verarbeitung von Gräsersamen arbeitsaufwändig. Erst ab dem Gravettien sind Methoden der Pflanzenverarbeitung nachweisbar.

1.2 Ballaststoffe

Tab. XIII- 3, berechneter Ballaststoffgehalt einzelner Pflanzengruppen

Blätter, Stängel [g/100g]	Greens, Salatpflanzen [g/100g]	innere Rinde [g/100g]	Nüsse und Samen [g/100g]	Knollen, Wurzeln, Rhizome [g/100g]	Früchte, Beeren [g/100g]	Gräsersamen [g/100g]
2,9	3,1	9,1	11,0	3,19	4,9	15,5

Obwohl die Daten für Ballaststoffe nicht üppig sind, ergibt sich ein ähnliches Profil wie bei domestizierten Pflanzen (Getreide hat den höchsten Ballaststoffgehalt von allen modernen Nahrungsmitteln) mit den höchsten Werten bei Nüssen und Samen sowie bei den Gräsersamen.

Da Menschen keine Verdauungsenzyme besitzen, die Ballaststoffe abbauen können, tragen diese vordergründig nicht zur Energieversorgung bei. Tatsächlich sind sie aber für etwa 10 % der täglichen Energiezufuhr verantwortlich. Sie werden vom Mikrobiom des Kolons zu Gasen und kurzkettigen Fettsäuren (Butyrat, Acetat) abgebaut. Die kurzkettigen Fettsäuren dienen zur Ernährung der Kolonmukosa und bilden so einen wichtigen Beitrag zur Mukosabarriere und Immunfunktion des Kolons. Von der Kolonmukosa weiter nicht gebrauchte Fettsäuren werden resorbiert und stehen als Energieträger zur Verfügung (Biesalski 2019a).

2 Proteine

Tab. XIII- 4, berechneter Proteingehalt einzelner Pflanzengruppen

Blätter, Stängel [g/100g]	Greens, Salatpflanzen [g/100g]	innere Rinde [g/100g]	Nüsse und Samen [g/100g]	Knollen, Wurzeln, Rhizome [g/100g]	Früchte, Beeren [g/100g]	Gräsersamen [g/100g]
4,21	3,5	1,3	36,8	2,8	1,4	11,6

Obwohl der Proteinbedarf durch Fleisch mehr als notwendig gedeckt wird, liefern auch Pflanzen Proteine. Nüsse, Samen sowie Gräsersamen zeichnen sich durch einen hohen Proteingehalt aus. Selbst in Zeiten, in denen keine Fleischnahrung zur Verfügung steht, wären Proteine noch aus pflanzlichen Nahrungsmitteln zu erhalten, so dass hier von einer stetigen und sehr guten Bedarfsdeckung ausgegangen werden kann.

3 Fette

Tab. XIII- 5, berechneter Fettgehalt einzelner Pflanzengruppen

Blätter, Stängel [g/100g]	Greens, Salat- pflanzen [g/100g]	innere Rinde [g/10 g]	Nüsse und Sa- men [g/100g]	Knollen, Wurzeln, Rhizome [g/100g]	Früchte, Beeren [g/100g]	Gräser- samen [g/100g]
1,1	0,6	0,5	14,6	0,9	1,4	4,3

Wie bereits beschrieben, sind Fette eine eher knappe Ressource, so dass auch Fette pflanzlicher Herkunft mit zur Bedarfsdeckung beitragen. Wie nicht anders zu erwarten, sind es in erster Linie Nüsse und Samen.

Fettsäuremuster einiger Wildpflanzen – oder: Können Wildpflanzen zur Versorgung mit mehrfach ungesättigten, langkettigen Fettsäuren beitragen?

Für einige Wildpflanzen, die schon in der OIS 3 im nördlichen Europa existiert haben und von denen es heute noch Vorkommen gibt, konnte das Fettsäuremuster ermittelt werden. Im Vergleich zu heutigen, domestizierten Agrarpflanzen sind ihre Gehalte an essentiellen Fettsäuren sehr viel höher.

Insgesamt ist der Gesamtfettgehalt von Wildpflanzen sehr gering, aber ausgesprochen hoch ist der Gehalt an n-6 und n-3 Fettsäuren.

Insgesamt haben alle laubabwerfenden Pflanzen eine sehr ähnliche Fettsäurezusammensetzung, aber *Boraginaceae* (Raublattgewächse) und *Caryophyllaceae* (Nelkengewächse) haben höhere Gehalte an den o.g. essentiellen Fettsäuren.

Es wird zwar vereinzelt berichtet, dass es Pflanzen gäbe, in denen C-20 Fettsäuren, wie die Eicosapentaensäure, vorkommen, dennoch gilt es als generell akzeptiert, dass Landpflanzen nicht in der Lage sind, Kettenlängen über C-18 hinaus zu produzieren (Guil-Guerrero and Rodríguez-García 1999).

Sollte es langkettige (>C-20), mehrfach ungesättigte Fettsäuren in Landpflanzen geben, dann in so geringen Mengen, dass sie keinen Beitrag zur menschlichen Ernährung im Paläolithikum geleistet haben dürften.

In der Tabelle sind die n-6 und n-3 Werte von einigen in der OIS 3 vorhandenen Wildpflanzen aufgeführt.

Damit ist ein Bezug hergestellt zu der äußerst wichtigen Aufnahme von langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren aus Fleisch von Tieren mit einer monogastrischen Verdauung (vgl. Kap. IV, 3.4 und Kap. IX, 3.5).

Tab. XIII- 6, n-3- und n-6- Fettsäuregehalt einzelner Pflanzen

	Energie	Proteine	Fett	Kohlenhydrate	n-6 FS	n-3 FS	Quelle
	[kcal/100g]	[g/100g]	[g/100g]	[g/100g]	[g/100g]	[g/100g]	
<i>Chenopodium album</i>	-	-	2,2	-	0,62	0,99	(Guil-Guerrero and Rodríguez-García 1999)
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	0,2	0,308	(Guil et al. 1997)
<i>Chenopodium murale</i>	-	-	-	-	0,083	0,156	(Guil et al. 1997)
<i>Chenopodium obtusifolium</i>	-	-	-	-	0,049	0,135	(Guil et al. 1997)
<i>Plantago major</i>	-	-	1,46	-	0,175	0,48	(Guil-Guerrero and Rodríguez-García 1999)
<i>Plantago major</i>	-	-	-	-	0,026	0,072	(Guil-Guerrero 2001)
<i>Plantago media</i>	-	-	-	-	0,029	0,078	(Guil-Guerrero 2001)
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	0,064	0,152	(Guil-Guerrero 2001)
<i>Urtica dioica</i>							(Guil-Guerrero et al. 2003)
Blätter	-	-	2,1	-	0,24	0,85	(Guil-Guerrero et al. 2003)
junge Blätter	-	-	3,3	-	0,6	0,976	(Guil-Guerrero et al. 2003)

Samen	-	-	15,1	-	3,43	0,997	(Guil-Guerrero et al. 2003)
Stängel	-	-	1,5	-	0,51	0,18	(Guil-Guerrero et al. 2003)
Wurzeln			34,3	-	0,034	0,002	(Guil-Guerrero et al. 2003)
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	0,0034	0,0075	(Carvalho et al. 2011)
<i>Cirsium setosum</i>							
oberirdisch	-	-	-	-	0,15	0,14	(Nikolaeva et al. 2019)
unterirdisch	-	-	-	-	0,13	0,06	(Nikolaeva et al. 2019)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	38,8	0,7	0,8	6,9	0,23	0,29	(Bere 2007)
<i>Rubus chamaemorus</i>	45,6	1,3	0,9	7,7	0,32	0,27	(Bere 2007)
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	52,7	0,7	0,5	10,9	0,14	0,18	(Bere 2007)
∅					0,384	0,348	

Dies sind beeindruckend hohe Werte für n-6 und n-3 Fettsäuren in Wildpflanzen, die durchschnittlich vollumfänglich im Bereich der empfohlenen Zufuhr an essentiellen Fettsäuren durch die internationalen Fachgesellschaften liegen. Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass, da sie aus Pflanzen stammen, ihre Umwandlung zu längerkettigen Fettsäuren (>C-18), die für das Gehirn wichtig sind, nur zu 1 – 6 % synthetisiert wurden (vgl. Kap. IV, 3.4).

Aber für alle anderen physiologischen Wirkungen stehen sie zur Verfügung.

Anknüpfend an die Werte für essentielle Fettsäuren durch das Fleisch monogastrischer Tiere ist eine Zufuhr dieser Fettsäuren durch aquatische Ressourcen nicht notwendig zur Gehirnentwicklung hin zum modernen Menschen, wie bisher angenommen wurden. Die

pflanzlichen und tierischen Ressourcen der OIS 3 im nördlichen Europa stellen ausreichende Mengen zur Verfügung.

Exkurs: Rentiermägen

Vielfach wird in der archäologischen Literatur davon berichtet, dass indigene Völker den Inhalt von Herbivorenmägen verzehrten. Dies scheint in einer eher pflanzenarmen Umgebung wie der Arktis eine sinnvolle Strategie zu sein, um den Bedarf an Kohlenhydraten zu decken (Andersen 2005; Corrigan 1946; Fediuk 2000; Lame Deer and Erdoes 1972; Lee and Daly 2004; Nansen 1893; Sollas 1911).

Am häufigsten ist der Verzehr von Rentiermägen belegt, und diese galten teilweise als Delikatesse (Nansen 1893). Buck und Stringer (2014) nahmen dies als Hinweis für diese Praxis auch bei Neandertalern an. In ihrem Zahnstein wurden Stärkekörner gefunden, die den Verzehr von Pflanzen (Kamille und Schafgarbe) belegen, die keine Nährwert besäßen. Von den Erstautoren (Hardy et al. 2012) war dies als Hinweis auf den Verzehr von Medizinalpflanzen gewertet worden. Archäologisch nachweisbar ist keine der beiden Hypothesen.

Dennoch muss der Frage nachgegangen werden, ob Hominiden der OIS 3 den Inhalt von Herbivorenmägen verzehrt haben könnten, weil es ihnen eine zusätzliche Portion an (bereits vorverdauter) Pflanzennahrung bot.

Kuhnlein und Humphries (2017) geben in ihrer Datenbank der Nährwerte von arktischen Tieren den Mageninhalt von Rentieren mit folgenden Werten an.

Energie [kcal/100 g]	Protein [g/100 g]	Fett [g/100 g]
89	4	1

Der Gastrointestinaltrakt von Rentieren umfasst mehrere, unterschiedlich große Abschnitte:

- Netzmagen und Pansen (Vormagensystem), was allgemein wohl als Magen verstanden wird,
- Blättermagen,
- Labmagen,
- Dünndarm,
 - Caecum,
 - distale Fermentationskammer,
- proximales Colon,
- gewundenes Colon und distales Colon.

Rentiere verzehren im Sommer - im Vergleich zum Winter - anderes Futter. Im Winter ist das Futter reich an Lichen und hölzernen Pflanzen, welche energiereich sind, im Sommer ist die Nahrung dominiert von Gräsern und Kräuterpflanzen mit hohem Gehalt an Proteinen und Energie.

Gewichtsmäßig den größten Anteil hat das Vormagensystem mit rund 8,2 – 8,5 kg Inhalt (Mathiesen et al. 1999). Alle anderen Teile des Magen-Darmtraktes wiegen 1,4 kg und weniger. Selbst junge Rentiere in einem Alter von 5 Monaten haben schon einen Mageninhalt von 3,4 – 3,9 kg (Aagnes and Mathiesen 1996).

Ausgehend von dem von (Kuhnlein and Humphries 2017) genannten Energiegehalt von Rentiermägen, würde der Inhalt eines adulten Rentiermagens rund 756 kcal an Energie bieten.

Zusammensetzung des Futters im Vormagen	Sommer in %	Winter in %
<i>Gefäßpflanzen</i>	48,4	8,41
<i>Graminoideae</i>	16,7	12,7
<i>Cladina sp.</i>	8,4	31,2
<i>Salix sp.</i>	5,2	-
<i>Empetrum sp.</i>	4,6	2,8
<i>Moos</i>	4,2	6,3
<i>hölzerne Pflanzen</i>	3,1	28,4
<i>V. myrtillus</i>	2,5	0,22
<i>Stereocaulon sp.</i>	2,4	5,0
<i>Betula nana</i>	1,1	1,06
<i>V. vitisidaea</i>	1,1	0,88
<i>Pilze</i>	0,4	-
<i>Andere</i>	1,8	0,4
<i>Calluna</i>	-	0,08

(Mathiesen et al. 1999)

Hier sind deutliche Unterschiede im Sommer- und Winterfutter zu erkennen. Für den Menschen verdaubar dürfte alles sein, außer den hölzernen Pflanzen, Moosen und der Flechte *Cladina*.

Die Nahrung wird aus dem Vormagensystem des Rentiers in den Dünndarm abgegeben, wenn die Vorverdauung abgeschlossen ist. Wie weit diese Verdauung sich auf eine bessere Aufnahme der Nährstoffe für Menschen auswirkt, ist nicht abschätzbar

4 Mikronährstoffe

Vitamin B₁₂ kommt ausschließlich in Nahrungsmitteln tierischer Herkunft vor, daher ist dieses Vitamin im Folgenden nicht aufgeführt.

4.1 Blätter, Stängel, Nadeln

Nachfolgend stehen hier die Mittelwerte der angegebenen (Makro- und) Mikronährstoffe, wie sie für die jeweilige Pflanzengruppe berechnet wurden. Die gesamte Tabelle befindet sich im Anhang.

Tab. XIII- 7, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Blätter, Stängel, Nadeln

Energie [kcal/100g]	42,4	Retinoläquivalent [μ g/100g]	1,56
Protein [g/100g]	4,2	Kalzium [mg/100g]	213,3
Fett [g/100g]	1,1	Phosphor [mg/100g]	90,34
Kohlenhydrate [g/100g]	8,1	Natrium [mg/100g]	58,48
Ballaststoffe [g/100g]	2,9	Kalium [mg/100g]	426,47
Thiamin [mg/100g]	0,16	Magnesium [mg/100g]	56,31
Riboflavin [mg/100g]	0,31	Kupfer [μ g/100g]	0,8
Niacin [mg/100g]	1,14	Zink [mg/100g]	1,32
Ascorbinsre. [mg/100g]	103	Eisen [mg/100g]	6,31

Vitamin C: nur 100 g einer Mischung aus den in der Tabelle genannten Blättern, Stängeln und Nadeln der genannten Pflanzen bieten eine über den Tagesbedarf hinausgehende Menge an Vitamin C.

Vitamin A: nur 50 g einer Mischung aus Blättern, Stängeln und Nadeln kann den Tagesbedarf an Vitamin A decken.

Calcium: mit einem Gehalt von 213,3 mg/100 g steuern diese Pflanzen etwa 20 % zum Tagesbedarf bei.

Die Vitamine B₁, B₂, Niacin, Pantothensäure sowie die Spurenelemente Kupfer, Zink und Eisen werden durch Fleisch schon optimal gedeckt. Dennoch trägt auch diese Pflanzengruppe zu einem beträchtlichen Teil zur Versorgung mit diesen Mikronährstoffen bei.

Die Mengenelemente Natrium, Kalium und Phosphor sind schon bedarfsdeckend in Fleisch vorhanden. Der Beitrag an Natrium und Phosphor in 100 g dieser Pflanzengruppe beträgt etwa 10 % des Tagesbedarfs, der von Kalium und Magnesium etwa 20 %.

Bedeutend sind in dieser Pflanzengruppe wegen ihres Kohlenhydratgehaltes: Die Blätter von *Salix reticulata*, *Urtica dioica*, *Brassica oleracea*, *Sedum rosea* und *Mentha spicata*.

In Bezug auf ihren Fettgehalt stechen hervor: Blätter von *Betula papyrifera*, *Chenopodium sp.* sowie *Arctostaphylos uva-ursi*.

Einen sehr hohen Vitamin C Gehalt weisen auf: die Nadeln von *Picea mariana*, *Picea abies*, *Picea rubens*, die Blätter von *Juniperus*, *Salix arctophyla*, *Persicaria viviparum*, *Ranunculus ficaria*, *Potentilla*, *Urtica dioica*, *Brassica oleracea*.

Ausgesprochen Vitamin-A-reich sind: Blätter von *Urtica dioica*, *Mentha spicata*, *Chenopodium*, *Salix arctophyla*, *Artemisia vulgaris* und *Ranunculus repens*.

Gute Calciumlieferanten sind: Blätter von *Gaultheria procumbens*, *Chenopodium*, *Juniperus*, *Betula papyrifera*, *Persicaria aviculare*, *Potentilla fruticosa*, *Urtica dioica*.

Gute Kaliumlieferanten sind: Blätter von *Juniperus*, *Allium tricoccum*, *Epilopium angustifolium*, *Stellaris media* und *Aegopodium podagraria*.

4.2 Greens, Salatpflanzen

Tab. XIII- 8, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Greens und Salatpflanzen

Energie [kcal/100g]	37,85	Retinoläquivalent [µg/100g]	3,40
Protein [g/100g]	3,48	Calcium [mg/100g]	205,86
Fett [g/100g]	0,63	Phosphor [mg/100g]	69,00
Kohlenhydrate [g/100g]	5,45	Natrium [mg/100g]	73,67
Ballaststoffe [g/100g]	3,14	Kalium [mg/100g]	488,83
Thiamin [mg/100g]	0,15	Magnesium [mg/100g]	109,7
Riboflavin [mg/100g]	0,26	Kupfer [µg/100g]	0,28
Niacin [mg/100g]	2,15	Zink [mg/100g]	1,34

Ascorbinsre. [mg/100g]	85,19	Eisen [mg/100g]	5,29
------------------------	-------	-----------------	------

Vitamin C: der Vitamin-C-Bedarf kann durch eine Portion von 80 g/Tag der Salatpflanzen gedeckt werden.

Vitamin A: nur 50 g decken den Tagesbedarf an Vitamin A.

Calcium: der Calciumbedarf wird zu 20 % durch Salatpflanzen gedeckt, mit einer Portion von 100 g/Tag.

Wie in der o.g. Gruppe trägt eine Portion von 100 g zum Tagesbedarf an Natrium und Phosphat zu etwa 10 % bei, zum Tagesbedarf an Magnesium zu 30 % und Kalium zu etwa 25 %.

Auch hier sind die in Fleisch vorkommenden Mikronährstoffe B₁, B₂, Niacin, Kupfer, Zink und Eisen ebenfalls vorhanden. So muss bei diesen Mikronährstoffen von einer überdurchschnittlich guten Deckung des Tagesbedarfs ausgegangen werden.

Der Kohlenhydratgehalt ist besonders hoch in: *Allium schoenoprasum*, *Arctium lappa*, *Taraxacum officinale*, *Chenopodium album*, *Brassica napus*, *Brassica oleracea*, *Mentha spicata*, *Malva sylvestris*.

Einen kleinen Beitrag zum Fettbedarf liefern: *Artemisia gnaphalodes*, *Chenopodium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Mentha piperita*, *Malva sylvestris*.

Besonders geeignet, den Bedarf an nachfolgenden Mikronährstoffen zu decken, sind diese Pflanzenarten:

Vitamin C: *Polygonum sachaline*, *Polygonum bistorta*, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolia*, *Alliumarten*, *Chenopodium album*, *Brassicaarten*.

Vitamin A: *Rumex crispus*, *Taraxacum officinale*, *Chenopodiumarten*, *Brassica nigra*, *Brassica oleracea*.

Calcium: *Polygonum aviculare*, *Artemisia gnaphalodes*, *Galium aparine*, *Chenopodiumarten*, *Brassicaarten*, *Mentha spicata*, *Malva sylvestris*.

Kalium: *Rumex obtusifolium*, *Taraxacum officinalis*, *Galium aparine*, *Ranunculus bulbosus*, *Chenopodiumarten*, *Mentha piperita*, *Tussilago farfare*, *Malva sylvestris*.

4.3 Innere Rinde, Cambium

Tab. XIII- 9, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für innere Rinde und Cambium

Energie [kcal/100g]	82,8	Retinoläquivalent [µg/100g]	-
---------------------	------	-----------------------------	---

Protein [g/100g]	1,31	Calcium [mg/100g]	183,2
Fett [g/100g]	0,53	Phosphor [mg/100g]	33,50
Kohlenhydrate [g/100g]	11,76	Natrium [mg/100g]	1,8
Ballaststoffe [g/100g]	9,05	Kalium [mg/100g]	130,0
Thiamin [mg/100g]	-	Magnesium [mg/100g]	17,14
Riboflavin [mg/100g]	-	Kupfer [µg/100g]	0,43
Niacin [mg/100g]	-	Zink [mg/100g]	2,22
Ascorbinsre. [mg/100g]	11,00	Eisen [mg/100g]	2,4

Kohlenhydrate: mit einen Kohlenhydratgehalt von knapp 12 % liegt diese Ressource über den beiden o.g. Gruppen. Da sie aber zeitlich und mengenmäßig nur sehr begrenzt zur Verfügung steht, wird sie hier als nicht weiter zur Versorgung beitragend betrachtet werden.

4.4 Samen, Nüsse, fetthaltige Körner

Tab. XIII- 10, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Samen, Nüsse und fetthaltige Körner

Energie [kcal/100g]	415,91	Retinoläquivalent [µg/100g]	0,65
Protein [g/100g]	38,96	Calcium [mg/100g]	246,53
Fett [g/100g]	15,12	Phosphor [mg/100g]	423,06
Kohlenhydrate [g/100g]	43,38	Natrium [mg/100g]	48,46
Ballaststoffe [g/100g]	10,88	Kalium [mg/100g]	608,35
Thiamin [mg/100g]	1,14	Magnesium [mg/100g]	300,11
Riboflavin [mg/100g]	0,18	Kupfer [µg/100g]	22,19
Niacin [mg/100g]	1,20	Zink [mg/100g]	5,02
Ascorbinsre. [mg/100g]	362,85	Eisen [mg/100g]	26,22

Samen und Nüsse sind nicht nur reich an Fetten, sondern auch an Kohlenhydraten. Besonders hohe Kohlenhydratgehalte haben: Samen von *Typha latifolia*, *Persicaria lapatifolium*, *Quercus garryana*, *Plantago major* und *Corylusarten*.

Fettgehalt: besonders fettreich sind die Samen der Quercusarten, *Linum usitatissimum*, *Corylus*arten, *Brassica rapa*, *Papaver rhoeas*, *Papaver somniferum*. *Papaver somniferum* hat dazu einen sehr hohen Vitamin C Gehalt, was für Samen und Fettfrüchte eher untypisch ist, und einen mäßig hohen Vitamin A Gehalt.

Vitamin C: der durchschnittliche Gehalt von 362,85 mg/100 g an Vitamin C in frischen Nüssen und Samen ist ausgesprochen hoch und damit mehrfach bedarfsdeckend. Vitamin C schützt die Fette vor dem ranzig werden.

Vitamin A: Nüsse und fetthaltige Samen sind eine gute Vitamin-A-Quelle, mit 100 g lässt sich der Vitamin-A-Bedarf pro Tag decken.

Calcium: mit rund 246,53 mg/100 g Calcium tragen die Nüsse und Samen zu knapp einem Drittel zur Bedarfsdeckung bei. Besonders calciumreich sind: *Linum usitatissimum*, *Chenopodium album*, *Sporobolus cryptandrus*, *Papavers somniferum*.

Natrium ist in Nüssen und Samen zu etwa 10 % des Tagesbedarfs vorhanden, Phosphor zu rund 50 %, Magnesium zu 100 % und Kalium zu etwa 25 %.

Auch hier sind die in Fleisch vorkommenden Mikronährstoffe B₁, B₂, Niacin, Kupfer, Zink und Eisen ebenfalls vorhanden. So muss bei diesen Mikronährstoffen von einer überdurchschnittlich guten Deckung des Tagesbedarfs ausgegangen werden.

Besonders magnesiumreich sind: *Chenopodium album*, *Linum usitatissimum*, *Papaver somniferum*, *Corylus*.

4.5 Wurzeln, Knollen

Tab. XIII- 11, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Wurzeln und Knollen

Energie [kcal/100g]	91,82	Retinoläquivalent [μ g/100g]	4,01
Protein [g/100g]	2,57	Calcium [mg/100g]	46,95
Fett [g/100g]	0,85	Phosphor [mg/100g]	78,94
Kohlenhydrate [g/100g]	21,5	Natrium [mg/100g]	16,31
Ballaststoffe [g/100g]	3,19	Kalium [mg/100g]	305,69
Thiamin [mg/100g]	0,16	Magnesium [mg/100g]	22,95
Riboflavin [mg/100g]	0,06	Kupfer [μ g/100g]	0,24
Niacin [mg/100g]	0,56	Zink [mg/100g]	3,39
Ascorbinsre. [mg/100g]	16,4	Eisen [mg/100g]	4,32

Wurzeln, Knollen und Rhizome sind mit die besten Kohlenhydratquellen mit einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 21 %. Besonders kohlenhydratreich sind: *Arctium lappa*, *Typha latifolia*, *Allium sativum*, *Fritillaria camschatsensis*, *Sagitta sagittifolium*, *Rumex obtusifolium*, *Polygonum bistorta*.

Gleichzeitig einen hohen Fettgehalt besitzen: *Sagitta sagittifolium* und *Polypodium glycyrrhiza*.

Vitamin C: der Gehalt in Vitamin C ist so minimal, dass er nur etwa zu 15% zum Tagesbedarf in frischem Zustand beigetragen haben dürfte. Während der Lagerung wird ein Teil der Vitamine eingebüßt.

Vitamin A: es gibt nur wenige Werte zum Vitamin-A-Gehalt in dieser Pflanzengruppe. Den höchsten Gehalt hat *Daucus carota* mit 16,7 % des Tagesbedarfs pro 100 g. Weitere Aussagen können auf Grund der mangelnden Daten nicht gemacht werden.

Calcium: der Calciumgehalt der Knollen, Wurzeln und Rhizome trägt nur zu 5 % zum Tagesbedarf bei.

Magnesium: auch Magnesium enthalten sie nur in geringen Mengen.

Erwähnenswert ist noch der hohe Kaliumgehalt von etwa 80 % für eine 100 g Portion.

4.6 Früchte, Beeren

Tab. XIII- 12, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Früchte und Beeren

Energie [kcal/100g]	59,98	Retinoläquivalent [μ g/100g]	125,91
Protein [g/100g]	1,40	Calcium [mg/100g]	56,12
Fett [g/100g]	1,37	Phosphor [mg/100g]	35,97
Kohlenhydrate [g/100g]	12,97	Natrium [mg/100g]	6,77
Ballaststoffe [g/100g]	4,85	Kalium [mg/100g]	163,29
Thiamin [mg/100g]	0,21	Magnesium [mg/100g]	25,07
Riboflavin [mg/100g]	0,25	Kupfer [μ g/100g]	0,89
Niacin [mg/100g]	0,46	Zink [mg/100g]	0,58
Ascorbinsre. [mg/100g]	134,70	Eisen [mg/100g]	1,14

Beeren und Früchte sind in der Umwelt des Paläolithikers, neben der schwer einschätzbaren Ressource Honig, die einzigen süß schmeckenden Nahrungsmittel. Man erwartet daher

einen hohen Kohlenhydratgehalt, und er liegt auch im Mittel bei rund 13 %. Im Unterschied zu den sog. kohlenhydrathaltigen Knollen und Gräsern liegen hier die Kohlenhydrate in der rasch resorbierbaren Form von Mono- und Disacchariden vor. Diese können daher als schnelle Energiereserve genutzt werden, z.B. beim Laufen, bei der Jagd, bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten.

Über dem durchschnittlichen Kohlenhydratgehalt liegen die Beeren von: *Rubus ursinus*, *Rubus parviflorus*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Smilacina racemosa*, *Amelanchier alnifolia*, *Malusarten*, *Rosa canina*, *Rosa palustris*, *Rosa multiflora*, *Rosa rugosa*, *Rubusarten*, *Ribesarten*, *Sorbus aucuparia*.

Fett: Einige der Beeren haben innerhalb der Beerenfrucht Samen, die fetthaltig sind: *Hippophae rhamnoides* und Rosaarten sowie *Cornus mas*.

Vitamin C: Eine Portion von nur 80 g Beeren deckt den Tagesbedarf an Vitamin C.

Vitamin A: überdurchschnittlich hoch ist der Vitamin-A-Gehalt von Beeren, insbesondere die *Sambucus* Arten, die *Ribes* Arten und *Sorbus aucuparia* sind sehr hoch in ihrem Vitamin A Gehalt.

Calcium, Natrium, Kalium Phosphor, Magnesium liegen in nur vernachlässigbaren Mengen vor.

Vitamin C: Folgende Beerenarten stechen durch ihren hohen Vitamin-C-Gehalt hervor: *Arctostaphylos rubra*, *Vaccinium myrtillus*, *Hippophae rhamnoides*, *Fragaria vesca*, *Rosa canina*, *Ribes nigrum*.

Vitamin A: Ausgesprochen gute Vitamin-A-Quellen sind: *Vaccinium macrocarpon*, *Vaccinium myrtillis*, *Hippophae rhamnoides*, *Prunus avium*, Rosaarten, *Ribes urva-crispa*, *Sambuccusarten*.

Kaliumreich sind: *Prunus persica*, *Rosa canina*, *Rubusarten*, *Sorbus aucuparia*, *Ribesarten* und *Sambuccusarten*.

4.7 Poaceae (Süßgräser), Gräsersamen

Tab. XIII- 13, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Gräsersamen

Energie [kcal/100g]	393,67	Retinoläquivalent [$\mu\text{g}/100\text{g}$]	0,01
Protein [g/100g]	11,06	Calcium [mg/100g]	222,18
Fett [g/100g]	4,29	Phosphor [mg/100g]	272,73
Kohlenhydrate [g/100g]	68,76	Natrium [mg/100g]	9,77
Ballaststoffe [g/100g]	15,52	Kalium [mg/100g]	753,42
Thiamin [mg/100g]	0,47	Magnesium [mg/100g]	217,00
Riboflavin [mg/100g]	0,20	Kupfer [$\mu\text{g}/100\text{g}$]	1,02
Niacin [mg/100g]	2,48	Zink [mg/100g]	9,78
Ascorbinsre. [mg/100g]	-	Eisen [mg/100g]	55,63

Kohlenhydrate: der große Vorteil der Gräsersamen liegt in ihrem hohen Gehalt an Kohlenhydraten mit einem Durchschnitt von 69 %. Proteine sind mit durchschnittlich 11 % vertreten und Fette mit 4,3 %. Durch einen höheren Fettgehalt zeichnen sich *Avena fatua* (7,3 %) und *Avena sativa* (6,3 %) sowie *Setaria lutescens* (6,0 %) aus.

Poaceae besitzen einen hohen mittleren Ballaststoffgehalt von 15 %. Keine andere Pflanzengruppe hat solch hohe Werte. Ballaststoffe sind wertvolle Lieferanten für die Bildung kurzkettiger Fettsäuren im Kolon und tragen auf diese Weise zur Darmgesundheit und Energieversorgung bei.

Gräsersamen zeichnen sich durch hohe Gehalte an Vitamin B₁, B₂ und Niacin aus, zu weiteren Vitaminen können keine Aussagen gemacht werden, aufgrund der fehlenden Daten.

Zum Calciumbedarf tragen 100 g Gräsersamen zu 20 %, zum Kaliumbedarf zu 200 %, zum Magnesiumbedarf zu 80 % und zum Phosphorbedarf zu etwa 30 % bei.

Setaria lutescens hat einen ausgesprochen hohen Calciumgehalt und einen sehr hohen Kaliumgehalt. Einen hohen Magnesiumgehalt weist *Echinochloa cruce galli* auf.

In allen Pflanzengruppen kommen bedarfsdeckende Gehalte an B-Vitaminen, Zink, Kupfer, Eisen und Phosphor vor. Gleiches gilt für die tierischen Produkte.

Exkurs: Pflanzennahrung aus Nagernestern

Bis zum 19. Jahrhundert war es eine gängige Praxis bei indigenen Gruppen Sibiriens und des arktischen Nordamerikas sowie der nordeuropäischen Polarregionen, Nagernester zu suchen und die darin von den Nagern angesammelten Knollen und Wurzeln auszuräumen und als Nahrung zu nutzen (Ståhlberg and Svanberg 2010) Diese Praxis war besonders wichtig, um pflanzliche Nahrung in den Winter- und Frühjahrsmonaten zu erhalten. Teilweise wurden dieselben Pflanzen gesammelt, wie aus den Nagernestern entnommen wurden, andere Gruppen verließen sich allein auf den Inhalt der Nagernester.

In Sibirien wurde diese Form des Sammelns ausgeübt von den Sagai, Altai, Chulym, Barabin Tataren, Sakha (Yakut), Evenki (Tungus) und Buryat. Im russischen fernen Osten von den Chukchi, Koryk und Itelmen (Kamchadal).

Verschiedene, im Norden lebende Nagetiere legen sich Wintervorräte an aus kohlenhydratreichen Knollen und Wurzeln. Sie nützen sie als Futter im Herbst, wenn sie sich auf den Winterschlaf vorbereiten, oder als Futter im Winter.

Name lat.	Name deutsch
<i>Microtus socialis</i>	<i>Levante-Wühlmaus</i>
<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Wühlmaus, Sumpfmaus</i>
<i>Marmota bobak</i>	<i>Steppenmurmeltier</i>
<i>Cricetus cricetus</i>	<i>Europäischer Hamster</i>
<i>Mus spicilegus</i>	<i>Steppenmaus</i>
<i>Spermophilus citellus</i>	<i>Europäischer Pelzziesel</i>

Die Wühlmäuse arbeiten beim Anlegen ihrer Speicher meist in Paaren und können Nester mit einer Menge von 3 – 5 kg sauber geputzter Knollen und Wurzeln ansammeln. Andere Quellen sprechen von bis zu 13 kg Pflanzenmasse pro Nest.

Bevorzugt gesammelt wurden von den Tieren die Knollen und Wurzeln, sowie Nüsse und Beeren.

<i>Taxa latein</i>	<i>Taxa deutsch</i>	<i>Pflanzen- teil</i>
Sibirien		
<i>Equisetum arvense</i>	Schachtelhalm	USO
<i>Angelica archangelica</i>	Angelika	USO
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	Erdkastanie	USO
<i>Coryalis solida</i>	Gefingerter Lerchensporn	USO
<i>Allium schoenoprasum</i>	Wilde Zwiebel	USO
<i>Allium angulosum</i>	Wilder Knoblauch	USO
<i>Fritillaria sp.</i>	Liliengewächse, über 100 Arten	USO
<i>Lilium martagon</i>	Türkenbundlilie	USO
<i>Erythronium dens-canis</i>	Hundzahnblume	USO
<i>Adenophora lilifolia</i>	Becherglocke	USO
<i>Rumex acetosa</i>	Großer Sauerampfer	USO
<i>Heracleum sphondylium</i>	Gewöhnlicher Bärenklau	USO
<i>Bistorta major</i>	Wiesenknöterich	USO
<i>Bistorta viviparum</i>	Knollenknöterich	USO
<i>Paeonia anomala</i>	Wildpaeonie, Sibirische Paeonie	USO
<i>Sanguisorba minor</i>	Pimpinelle	USO
<i>Allium altaicum</i>	Altai-Lauch	USO
<i>Hedysarum alpinum</i>	Eskimo potato/Süßklee	USO
<i>Latyrus tuberosus</i>	Knollen-Platterbse	USO
<i>Butomus umbellatus</i>	Doldige Schwanenblume	USO

Nordamerika		
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras	Samen
<i>Carex spp.</i>	Segge	Samen
<i>Carya ovata</i>	Schuppenrinden-Hickorey	Nuss
<i>Equisetum pratense</i>	Wiesenschachtelhalm	USO
<i>Amphicarpa bracteata</i>	Erbsbohne	USO
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasie	Samen

(Ståhlberg and Svanberg 2010)

Die Liste zeigt eine erstaunliche Anzahl der USO, die von Nagern gesammelt wurden und, von Menschen an sich gebracht, eine beträchtliche Ressource für Kohlenhydrate darstellten.

Für das Auffinden der Pflanzen im Gelände und für das Ausräumen der Nagerester waren bei den sibirischen Völkern hakenartige Stöcke (Material unbekannt) üblich. Es erforderte daher keine spezielle Technologie und war gefahrlos, die Nagerester auszuräumen. Allerdings gab es andere Konkurrenten um diese Ressourcen, wie Bären, Wildschweine und große Vögel (Ståhlberg and Svanberg 2010).

5 Bewertung der Mikronährstoffversorgung

Die bisherige Abschätzung der Mikronährstoffversorgung bezog sich auf tierische Ressourcen. Die dort mangelhaften Mikronährstoffe können teilweise durch Pflanzen kompensiert werden. Teilweise stehen aber keine Daten zur Verfügung. Die nachfolgende Tabelle zeigt jedoch, dass selbst geringe Mengen von nur 100 g Pflanzenkost einen Beitrag zur Versorgung mit Mikronährstoffen leistet.

Tab. XIII- 14, prozentualer Beitrag zur Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen durch verschiedene Pflanzengruppen

defizitäre Vitamine durch alleinige Fleischnahrung	Blätter, Stängel, Nadeln	Greens, Salatpflanzen	Samen und Nüsse	Wurzeln, Knollen, Rhizome	Früchte, Beeren	Poa-ceae
Vitamin C	100 %	85 %	362 %	16 %	134 %	k.D.

Vitamin D	-	-	-	-	-	-
teilweise defizitär						
Vitamin A	156 %	340 %	65 %	401 %	1250 %	1%
Vitamin E	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Folsäure	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Biotin	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
Vitamin K	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
defizitäre Mineralstoffe durch alleinige Fleischnahrung						
Calcium	21 %	20,6 %	24,7 %	4,7 %	5,6 %	22,2 %
Natrium	10,6 %	13,4 %	8,8 %	3 %	1,2 %	1,7 %
Kalium	21,3 %	24,4 %	30,4 %	15,3 %	8,2 %	37,7 %
Magnesium	16,1%	31,1 %	85,7 %	5,3 %	7,1 %	62 %
Phosphor	12,3 %	9,8 %	60,4 %	11,3 %	5,1 %	38,8 %
keine Daten für Fleisch verfügbar						
Jod	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.

k.D. = keine Angaben vorhanden

5.1 Defizitäre Vitamine durch ausschließliche Fleischnahrung

5.1.1 Vitamin C (Tagesbedarf: 100 mg)

Vitamin C ist bei einer einseitigen Ernährung mit Fleisch stets defizitär. Dies hat Guil-Guerrero (2017) zu der Annahme gebracht, dass der Mangel an Vitamin C durch ausschließliche Ernährung aus tierischen Ressourcen die Menschen am Übergang vom Mittelpaläolithikum

zum Jungpaläolithikum zum Kannibalismus getrieben habe. Da nur innere Organe von Menschen, insbesondere das Gehirn, den Bedarf an Vitamin C decken könnten.

Unter Einbeziehung der pflanzlichen Nahrung, die während dieses Zeitraums auch im nördlichen Europa zur Verfügung stand, muss dieser Aussage von Guil-Guerrero widersprochen werden. Vitamin C ist in fast allen Pflanzengruppen, außer in Knollen und Wurzeln, in reichlichen Mengen verfügbar.

5.1.2 Vitamin A (Tagesbedarf: 1 mg)

Vitamin A kommt ausreichend in Leber vor. Aber Innereien sind eine begrenzte Ressource, nicht nur für Vitamin A. Besonders hoch ist der Bedarf für schwangere und stillende Frauen.

Vitamin A kann aber aus allen Pflanzengruppen in ausreichender Menge zusätzlich aufgenommen werden, außer aus Gräsern. Vitamin A kann über 6 – 12 Monate in der Leber gespeichert werden (Biesalski 2015).

5.2 Teilweise defizitäre Mineralstoffe durch ausschließliche Fleischnahrung

Calcium (Tagesbedarf: 1000 mg)

Calcium ist von allen Mineralstoffen mengenmäßig am meisten im menschlichen Körper vorhanden.

Moderne Menschen nehmen den größten Teil ihres Calciums durch Milch und Milchprodukte auf. Mit einem Bedarf von 1000 mg/Tag ist der Bedarf für einen Erwachsenen sehr hoch. Kinder und Jugendliche müssen bis zum 25. Lebensjahr ausreichend Calcium aufgenommen haben, weil danach die physiologische Aufbauphase endet.

Die Resorption von Calcium aus Muttermilch ist sehr gut. In Zeiten von erhöhtem physiologischem Calciumbedarf sowie in Schwangerschaft und Stillzeit ist die intestinale Calciumabsorption erhöht. Auch bei niedriger Aufnahme von Calcium mit der Nahrung wird mehr Calcium absorbiert als bei einem reichlichen Nahrungsangebot. Es findet eine Adaptation des Verdauungssystems an den Körperstatus statt.

Eine hohe Proteinaufnahme dagegen fördert die Calciumausscheidung über den Urin.

Die Hauptfunktion von Calcium ist, in Verbindung mit Phosphat, der Aufbau von Knochen und Zähnen. Das Skelett ist auch der Calciumspeicher des Körpers, aus dem bei Bedarf Calcium ins Blutplasma abgezogen werden kann. Dies ist notwendig für die vielen anderen Funktionen, die Calcium im Organismus hat, auf die aber hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Eine langfristige Unterversorgung mit Calcium, insbesondere in Kindheit und Jugend, führt im Alter zur Osteoporose, einer Erkrankung, bei der die Knochenmasse pro Volumeneinheit

verringert ist und dies zu Knochenbrüchen führt. Betroffen sind insbesondere Frauen nach der Menopause und Menschen mit Bewegungsmangel (Biesalski 2019a, 2019b; Elmadfa and Leitzmann 2020)

Eine Menge von nur 100 g/Tag an Blättern, Stängeln, Salatpflanzen und Gräsersamen, dazu etwas Samen und Nüsse, decken den Calciumbedarf auch ohne Milchprodukte.

Weiterhin ist anzunehmen, dass ein Teil des Trinkwassers calciumreich war (Deutsche Mineralbrunnen haben heute einen Calciumgehalt zwischen 2 und 566 mg/l) und durch das Kauen von Knochen zum Zweck der Knochenmarksgewinnung ebenfalls Calcium aufgenommen wurde. Die Resorption von Calcium hängt aber entscheidend von der ausreichenden Versorgung mit Vitamin D (vgl. 8.3) ab.

Die mittlere Lebenserwartung von Neandertalern lag um die 40 Jahre. Es ist daher wahrscheinlich, dass sie nie von Osteoporose infolge von mangelhafter Calciumaufnahme betroffen waren, da sie „zu jung“ verstarben.

5.3 Keine Daten für tierische und pflanzliche Ressourcen

5.3.1 Vitamin E (Tagesbedarf: 11–15 mg)

Unter dem Begriff Vitamin E oder Tocopherole fasst man chemische Verbindungen zusammen, die einen Chromanring, eine freie oder veresterte OH-Gruppe und gesättigte oder ungesättigte Isoprenoidseitenketten haben. Natürlich vorkommende Tocopherole werden ausschließlich von Pflanzen synthetisiert. Ihre Hauptaufgabe im Organismus ist es, ihn vor den Folgen reaktiver Sauerstoffspezies zu schützen und u.a. die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in den Zellmembranen vor Peroxidation zu bewahren. Die Verdauung und Absorption von Tocopherolen ist an die gleichzeitige Zufuhr von Fetten gekoppelt und dosisabhängig.

Vitamin E kommt in Muskelfleisch, Fettgewebe, Leber und Nebennieren vor. Aus Mangel an Daten für tierische Ressourcen muss auf moderne Daten von domestizierten Pflanzen und Tieren zurückgegriffen werden, um die Situation abschätzen zu können. Schnell wachsende Pflanzen verfügen über wenig Vitamin E. Langsam wachsende, ausgewachsene und dunkelgrüne Pflanzenteile verfügen über mehr Vitamin E.

Unterhalb einer täglichen Aufnahme von 4 mg Tocopheroläquivalenten/Tag muss von einer verstärkten Lipidoxidation und damit der Zerstörung von Zellmembranen ausgegangen werden (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020).

Vitamin E kommt in Süß- und Salzwasserfischen sowie in Schalen- und Krustentieren zu 0,8 – 2,1 mg/100 g vor. Innereien von Säugetieren bieten etwa 1,2 mg/100 g.

Taraxacum officinale (1,5 mg/100 g), *Pastinaca sativa* (1,7 mg/100 g), *Rumex* (1,3 mg/100 g), *Brassicaceae* (durchschnittlich 2,5 mg/100 g), *Allium* (1,6 mg/100 g), Mohnsamen (4 mg/100 g), Leinsamen (1,3 mg/100 g) und Haselnuss (26,6 mg/100 g).

Insgesamt dürfte damit eine Bedarfsdeckung mit Vitamin E gewährleistet gewesen sein (Nährwerte aus: Elmadfa et al. 2020).

5.3.2 Folsäure (Tagesbedarf: 300 µg)

Die Feststellung des Folsäuregehaltes eines Lebensmittels ist auch heute noch eine Herausforderung. Es existieren über 200 verschiedene chemisch verwandte Folsäureverbindungen (Mono- und Polyglutamate), die unterschiedlich bioaktiv sind. Man spricht hier wie bei den Vitaminen A und E von Folsäureäquivalenten. Die verschiedenen Folsäureäquivalente werden auch in unterschiedlichem Maß resorbiert, aus einer gemischten Nahrung zu etwa 50 %.

Folsäure kann sehr leicht durch Hitze und Sonnenlicht zerstört werden. Dies kann bei gleichzeitiger Aufnahme von Antioxidantien, wie Vitamin C, aber verhindert werden. Da grüne Blattgemüse beide Vitamine reichlich enthalten, sind sie eine gute Quelle.

Insgesamt kommt Folsäure in pflanzlichen Lebensmitteln weitverbreitet vor, insbesondere in grünen Gemüsen, aber in relativ geringen Mengen. Ansonsten verfügt Tierleber über einen hohen Folsäuregehalt (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020).

5.3.3 Folsäuremangel

Folsäure spielt eine entscheidende Rolle bei der Zellteilung und Zelldifferenzierung.

Folsäuremangel zeigt sich als erstes in Geweben mit einer hohen Zellteilungsrate, den Leukozyten und den Erythrozyten, der Darmmukosa und der Mukosa des Urogenitaltraktes. Das Leitsymptom des Folatmangels ist die megaloblastische Anämie. An den Epithelien der Schleimhäute kommt es zur Ausbildung von Glossitis, Cheilosis und zur Malabsorption von Nährstoffen.

Folsäuremangel führt zur Sterilität bei beiden Geschlechtern, zu neuropsychiatrischen Schäden und vor allem zu Aborten und der Ausbildung von Neuralrohrdefekten beim Ungeborenen.

Zu den Risikogruppen gehören in erster Linie sehr junge Erstgebärende, die über keinen ausreichenden Folsäurestatus verfügen und Mehrgebärende, denen es nicht gelingt, zwischen den Schwangerschaften einen ausgeglichenen Folsäurebestand im Körper aufzubauen (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020).

Tierleber moderner domestizierter Tiere liefert zwischen 170 – 590 µg/100 g Folsäure.

Bei den pflanzlichen Lebensmitteln, die auch während der OIS 3 vorkamen, sind dies *Corylus* (90 µg/100 g), *Papaver somniferum* 100 µg/100 g), *Linum usitatissimum* (73 µg/100 g), *Brassicaceae* (42 – 187 µg/100 g), Alliumarten (durchschnittlich 103 µg/100 g), Pilze (25 – 50 µg/100 g), die zur Folsäureversorgung beigetragen haben könnten (Elmadfa et al. 2020).

Eine gute Quelle wären vermutlich auch Eier von Wildvögeln.

Die Bedarfsdeckung hängt von der Verteilung der Ressource Leber ab!

5.3.4 Biotin (Tagesbedarf: 30 –60 µg)

Biotin entzieht sich weitgehend den Untersuchungen zur Bedarfsdeckung heute. Bei einer üblichen Ernährung konnte bis heute kein Biotinmangel beim Menschen erzeugt werden. Der alimentäre Bedarf an Biotin kann daher bis heute nicht exakt bestimmt werden.

Biotin ist enthalten in Carboxylasen, die Schlüsselenzyme der Glukoneogenese sind, im Abbau der essentiellen Aminosäuren Methionin, Isoleucin, Threonin und Valin, und in der Fettsäurebiosynthese.

Es wird daher angenommen, dass körpereigenes Biotin einem effektiven Recycling innerhalb des menschlichen Organismus unterliegt (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020).

An modernen Lebensmitteln sind Pilze (15 µg/100 g), Mohnsamen (10 µg/100g), Leinsamen (16 µg/100 g), Haselnuss (17,2 µg/100 g) und Innereien von Tieren (100 – 210 µg/100 g) an der Bedarfsdeckung beteiligt (Elmadfa et al. 2020).

Daher kann auch im Fall des Biotins von einer ausreichenden Versorgung ausgegangen werden.

5.3.5 Vitamin K (Tagesbedarf: 65 – 80 µg)

Neben der Biosynthese von Proteinen für den Knochenstoffwechsel ist Vitamin K in erster Linie zuständig für die Bildung der auf die Blutgerinnung einwirkenden Proteine (Faktor II, VII, X).

Es wird angenommen, dass Vitamin K in ausreichender Menge vom Mikrobiom des Kolons hergestellt wird. Wie weit dies zur Bedarfsdeckung beiträgt, ist ungeklärt.

Bei Erwachsenen kann selbst ein marginaler Mangel experimentell nicht erzeugt werden. Gefährdet sind aber auch heute noch voll gestillte Säuglinge, weil die Muttermilch sehr Vitamin-K-arm ist, Vitamin K nicht gut plazentagängig ist, und der kindliche Darm in den ersten Tagen nach der Geburt noch steril ist. Junge Säuglinge können früh an Gehirnblutungen versterben, was man heute mit Vitamin-K-Gaben kurz nach der Geburt verhindert.

Der Bedarf ist experimentell nicht eindeutig zu klären. Auch die Bestimmung des Vitamin-K-Gehaltes in Lebensmitteln ist infolge analytischer Probleme immer noch schwierig (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020).

Pflanzen tragen auch zur Bedarfsdeckung bei: *Brassicaceae* (100 – 153 µg/100 g), Alliumarten (42 – 380 µg/100 g), Spinat (381 µg/100 g), Rucola (252 µg/100 g).

Ebenfalls ist Tierleber mit 80 µg/100 g eine gute Vitamin K Quelle (Elmadfa et al. 2020).

5.3.6 Vitamin B₁₂ (Tagesbedarf: 4 µg)

Da ausschließlich Nahrungsmittel tierischer Herkunft Vitamin B₁₂ enthalten, ist bei einer fleischbetonten Ernährung, wie sie für die OIS 3 angenommen wird, der Bedarf an diesem Vitamin gedeckt. Der B₁₂ Gehalt von modernen, domestizierten Tieren liegt für Fleisch zwischen 0,5 – 4,9 µg/100 g, der von Leber zwischen 39 – 65 µg/100 g und der von Niere bei 33,4 µg/100 g (Elmadfa et al. 2020).

Vitamin B₁₂ kann in der menschlichen Leber bis zu 3 Jahren gespeichert werden (Biesalski 2019b; DGE 2019; Elmadfa and Leitzmann 2020). Es ist für den paläolithischen Menschen daher nicht mit einem Mangel zu rechnen.

5.4 Abschließende Bewertung der Mikronährstoffversorgung durch tierische und pflanzliche Ressourcen

Tab. XIII- 15, abschließende Bewertung der Mikronährstoffversorgung durch die verschiedenen Pflanzengruppen

	Blätter, Stängel, Nadeln	Greens, Salatpflanzen	Samen und Nüsse	Wurzeln, Knollen, Rhizome	Früchte Beeren	Gräser-samen	Fleisch	Leber
Vitamine								
Vit A	xx	xx	x	xx	xx	x	x	xxx
Vit D	-	-	-	-	-	-	x	x
Vit E	x	x	xx	x	-	-	1/2	1/2
Vit K	x	x	x	-	-	-	-	x
Thiamin	x	x	x	x	x	x	x	x
Riboflavin	x	x	x	x	x	x	x	x

Niacin	x	x	x	x	x	x	x	x
Folsäure	x	x	x	-	-	-	-	xx
Pantothensäure	-	x	-	-	x	-	xx	x
Pyridoxin	x	x	x	x	-	-	x	x
Biotin	-	-	x	-	-	-	-	x
Cobalamin	-	-	-	-	-	-	x	xx
Ascorbinsäure	x	x	xxx	x	x	-	Aug- äpfel	-
Mineralstoffe								
Natrium	/	/	/	/	/	/	x	x
Kalium	/	/	/	/	/	/	x	x
Phosphor	/	/	x	/	/	x	x	x
Calcium	x	x	x	/	/	x	-	Kno- chen
Magnesium	/	x	x	/	/	/	-	x
Eisen	x	x	x	-	-	-	x	xx
Zink	-	-	-	-	-	-	xx	xx
Jod	-	-	-		-	-	Schild- drüse von Säugetieren	-
Selen	-	-	-	-	-	-	x	x

/ = teilweise

x = gut

xxx = sehr gut

- = Vorkommen sehr gering

grau gedruckt = keine belastbaren Daten verfügbar

Die Tabelle macht klar, dass der Bedarf an Mikronährstoffen während der OIS 3 in weiten Teilen gedeckt werden konnte. In Fleisch und Innereien allein sind für die Bedarfsdeckung mit Vitamin A, B₁, B₂, Niacin, Pantothensäure, Pyridoxin, B₁₂ und den Mineralstoffen: Natrium, Kalium, Phosphor, Magnesium, Eisen, Zink und Selen ausreichenden Mengen vorhanden.

Die Vitamine A und C sowie der Mineralstoff Magnesium können bedarfsdeckend aus Pflanzen und der Mineralstoff Eisen bedarfsdeckend aus Fleisch, Innereien und Pflanzen aufgenommen werden.

Für die Vitamine E, K, Folsäure, Biotin und den Mineralstoff Calcium kann eine Bedarfsdeckung durch Kombination von pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln angenommen werden, wenn dafür auch für die OIS 3 belastbare Daten fehlen.

Dies sind sehr gute Werte. Problematisch bleiben Jod und Vitamin D₃, für die es keine Daten gibt, und auch nicht geklärt werden kann, ob und wie die Hominiden ihren Bedarf damit decken konnten.

6 Die Problematischen: Jod und Vitamin D

6.1 Jod (TB: 150 – 200 µg)

Unlösbar scheint mir das Problem einer ausreichenden Jodversorgung zu sein.

Jod gehört zu den Ultraspurenelementen in der Lithosphäre. Das liegt daran, dass Jod aufgrund seines Ionenradius keine Kristallgitter bildet mit den mineralienformenden Gesteinen. Jod kommt konzentriert nur in Meereswasser, der Biosphäre und der Atmosphäre vor. Meerwasser ist das größte Jodreservoir. Daher ist in Meeresorganismen (Phytoplankton, Algen, Fischen, Schalen- und Krustentieren) Jod in angereicherter Form vorhanden. Der Transfer von Jod aus dem Meereswasser in Böden erfolgt über Aerosole und Regen in Form von Methyljodid und anorganisches Jodid, der in der Nähe von Küsten über dem Land abgerechnet wird. Es konnte gezeigt werden, dass dieser Vorgang entfernungsabhängig von den Küsten ist. So ist auch zu verstehen, dass in allen Gebirgsregionen der Erde Jodmangel den Menschen betrifft (Fuge 2013).

Die Ablagerung von Jod aus der Atmosphäre ist von den jeweiligen Böden abhängig. Je reicher diese an organischem Material sind, z.B. Moore, desto eher wird Jod angereichert. Ebenfalls günstig für die Jodablagerung sind alkalische Böden.

Es kommt durch Verwitterung von Gestein auch zu keiner signifikanten Anreicherung der Böden mit Jod.

Die Absorption von Jod durch Pflanzen auf jodreichen Böden ist nicht dosisabhängig. Insgesamt nehmen Pflanzen Jod nur schlecht auf. Am besten ist noch die Aufnahme durch die Wurzeln, was aber nicht in die übrigen Pflanzenteile weitergeleitet wird.

Trinkwasser kann jodreich sein, kann aber maximal zu 10 % zur Jodversorgung beitragen (Fuge 2013).

Fleisch von domestizierten Tieren hat durchschnittlich 4 µg/100 g an Jod (Carlsen et al. 2018). Mit dem in Kap. VIII postulierten Fleischkonsum von bis zu 1,5 kg/d wären eine Jodaufnahme von 40 – 60 µg erreichbar. Das ist nicht ausreichend.

Es bleiben daher nur die o.g. Meeresressourcen für Jod: Algen (0,5 – 1100 µg/100 g) (Forster 2019), Fische, Schalen- und Krustentiere. Die Hauptquelle für Jod sind Seefische (13 – 228 µg/100 g), (Elmadfa et al. 2020), sowie Schalen- und Krustentiere (6 – 150 µg/100 g) (Elmadfa et al. 2020). Für Inlandbewohner, wie es die Hominiden fast aller Fundorte, die ich genutzt habe, waren, ist nicht vorstellbar, woher sie die notwendigen Mengen an Jod erhalten haben könnten (Biesalski 2015).

An den im Inland gelegenen Fundorten der OIS 3 sind diese Nahrungsmittel kaum nachweisbar. Nur für das südliche Europa ist bisher die Ausbeutung aquatischer Ressourcen belegt (Adán et al. 2009; Zilhão et al. 2020).

Eine Ressource gäbe es noch für Inlandbewohner: der Verzehr der jodreichen Schilddrüsen von Jagdtieren. Allerdings ist dies eine sehr begrenzte Ressource, denn eine Pferdeschilddrüse wiegt gerade mal 40 g. Daten zum Jodgehalt von Schilddrüsen der Jagdtiere sind nicht verfügbar. Jod ist über einige Wochen in der Schilddrüse des Menschen speicherbar, was eine nur zeitweilige Aufnahme möglich macht (Biesalski 2015).

6.2 Warum wäre eine mangelhafte Jodversorgung so problematisch?

Jodmangel bei Erwachsenen führt zur Ausbildung eines Kropfes, das ist ein übermäßiges Wachstum der Schilddrüse, die auf diese Weise versucht, den Mangel an Jod auszugleichen. Der Kropf ist so lange kein Problem, als er nicht die Atemwege einengt. In diesem Fall wird heute die vergrößerte Schilddrüse entfernt.

Ein weitaus größeres Problem ist Jodmangel in der Fetal- und Säuglingszeit. Jodmangel in dieser entscheidenden Phase der Entwicklung führt zum Krankheitsbild des Kretinismus, der auch durch spätere, adäquate Jodgaben nicht mehr rückgängig zu machen ist. Jodmangel führt vermehrt zu Tot- und Fehlgeburten sowie zu Missbildungen beim Ungeborenen (Elmadfa and Leitzmann 2020).

Kretinismus beschreibt ein Krankheitsbild von vermindertem Längenwachstum (stunted growth) in Kombination mit Gehirnschäden. Das Gehirn des Neugeborenen ist nur etwa 1/3 so groß, wie es zum Geburtszeitpunkt sein sollte. Die Hirnleistung ist stark eingeschränkt und dies ist oft mit Taubheit und Sprachstörungen verbunden.

Das Schilddrüsenhormon Thyroxin, für dessen Funktionsfähigkeit Jod notwendig ist, steuert die Stoffwechselaktivität des Gehirns, den Glukosetransport von den Astrocyten in die Nervenzellen und die Myelinisierung der Nervenbahnen. Die Dichte der Nervenfasern bei derart mangelernährten Feten und Säuglingen nimmt ab, und die Plastizität ist vermindert.

Im erwachsenen Gehirn kommt es bei Jodmangel überall dort zu Veränderungen, wo sich Kernrezeptoren für Thyroxin befinden, das sind die Großhirnrinde, der Hippocampus und das Innenohr. Thyroxinmangel führt in diesen Regionen zu einer verminderten Bildung von Neurogranin, das wiederum notwendig ist für Lernen und Gedächtnis (Biesalski 2015, 2019b; Elmadfa and Leitzmann 2020).

Ein Jodmangel hat daher in allen Lebensphasen Einfluss auf die kognitive Entwicklung. Dies scheint mir ausschlaggebender für mangelnde Intelligenzentwicklung zu sein als das Fehlen von n-3-Fettsäuren im Gehirn.

Für n-3-Fettsäuren konnte nachgewiesen werden, dass sie auch in küstenfernen Gebieten, während der OIS 3 ausreichend in der Ernährung vorhanden waren, für Jod kann dies nicht ausreichend belegt werden.

6.3 Vitamin D (TB: 4 – 20 µg je nach Lebensalter und Sonnenexposition)

Vitamin D₃ kann als einziges Vitamin nicht nur mit der Nahrung aufgenommen werden, sondern auch in der Haut produziert werden, wenn die Faktoren, von denen die Bildung abhängig ist, stimmen. Vitamin D₃ (1,25-Dihydroxycholecalciferol) ist der wirksame Metabolit unter den diversen D Vitaminvarianten.

Vitamin D₃ liegt in nennenswerten Mengen nur in Süß- und Salzwasserfischen (0,8 – 20 µg/100 g), Schalen- und Krustentieren (0,1 – 8 µg/100 g) und in Leber und Niere von Säugetieren (0,3 – 1,7µg/100 g) vor (Elmadfa et al. 2020).

Außer für Südeuropa (während der OIS 3 für Europa) (Adán et al. 2009; Zilhão et al. 2020) gibt es derzeit keinen Hinweis auf eine starke Nutzung von Fischen, Schalen- und Krustentieren.

Die Ressource Leber ist, wie schon angedeutet, begrenzt.

Vitamin D kann als einziges Vitamin in der menschlichen Haut durch das Sonnenlicht synthetisiert werden. Das im Unterhautfettgewebe liegende 7-Dehydrocholesterol wird unter dem Einfluss von Sonnenlicht mit der Wellenlänge 290 – 315 nm (Spektrum der UVB Strahlung) und der Körperwärme in Cholecalciferol umgewandelt.

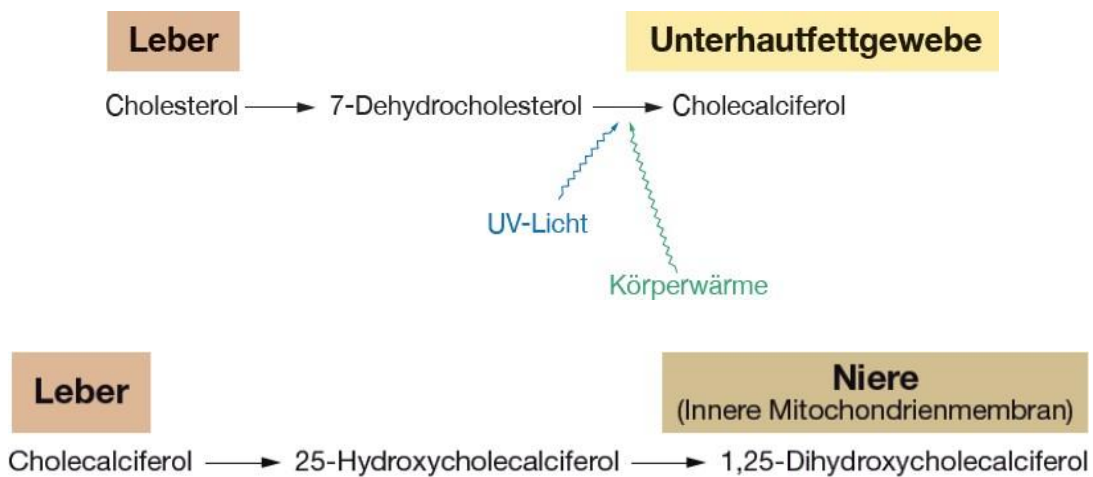


Abb. XIII- 1, Vitamin D Bildung durch Sonnenlicht in Haut, Leber und Niere

Cholecalciferol wird zurück zur Leber transportiert und dort zu 25-Hydroxycholecalciferol (25-OH-D₃) umgewandelt. Erst in der inneren Mitochondrienmembran der Nierenzellen erhält es seine eigentliche biologische Funktion als 1,25-Dihydroxycholecalciferol (1,25-(OH)₂-D₃).

6.4 Vitamin-D-Bildung beeinflussende Faktoren

Es gibt endogene, dem Individuum eigene Faktoren, die die Vitamin-D-Bildung beeinflussen, sowie exogene Faktoren, die auf das Individuum einwirken.

Tab. XIII- 16, Faktoren die die Vitamin-D-Bildung beeinflussen

Endogene Faktoren	Exogene Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Hautpigmentation - Lebensalter - Bekleidung - verfügbares 7-Dehydrocholesterin - Expositionsdauer der unbedeckten Haut 	<ul style="list-style-type: none"> - Solarer Zenitwinkel (SZA) - geograf. Breite - Tageszeit - Jahreszeit - lokaler Zustand der Atmosphäre - Ozongehalt - Wolkenbedeckung - Aerosole - Albedo

haben Einfluss auf die auf der Erdoberfläche ankommende UVB-Strahlung

Der einzige unabhängige Faktor ist der Solare Zenitwinkel. Alle anderen, insbesondere die exogenen Faktoren, sind so variabel, dass idealisierte Modellbedingungen für das jeweilige Wettergeschehen angenommen werden müssten, um deren Einfluss auf die UVB-Strahlung bestimmen zu können (Webb 2006).

6.4.1 Exogene Faktoren

Solarer Zenitwinkel (SZA)

Steht die Sonne hoch am Himmel, so ist der SZA klein und die Sonnenstrahlen haben einen kurzen Weg durch die Atmosphäre, womit die in der Strahlung enthaltene Energie relativ ungeschwächt auf eine bestimmte Fläche trifft. Umgekehrt ist bei niedrigem Sonnenstand die eintreffende Energie auf die gleiche Fläche wegen der stärkeren Absorption und Streuung in der Atmosphäre sowie dem flachen Einfallswinkel geringer.

Der SZA wird bestimmt durch die Rotation der Erde um die Sonne und die Eigenrotation der Erde in Kombination mit der jeweiligen Position auf der Erdoberfläche.

Im Sommer, in der Tagesmitte und in niedrigen geografischen Breiten ist der SZA klein. Im Winter, am Vormittag, am Nachmittag und in hoher geografischer Breite ist der SZA groß.

Der SZA beeinflusst sowohl die Intensität als auch das Spektrum der Strahlung, die auf die Erdoberfläche trifft (Webb 2006).

Alle folgenden, anderen Faktoren sind schwer einschätzbar.

Ozon

Ozon ist der Hauptabsorber von UVB-Strahlung. Der Ozongehalt der Atmosphäre unterliegt saisonalen Zyklen, kann aber auch großen Tagesschwankungen und Jahresschwankungen unterliegen.

Wolkenbedeckung

Die Absorption von UVB-Strahlung durch Wolken ist abhängig von der Höhe, in der die Wolken sich befinden, ihrer Ausdehnung und ihrer räumlichen Verteilung.

Aerosole

Der Einfluss von Aerosolen auf die UVB-Absorption hängt ab vom jeweiligen Stoff und dessen Dichte in der Atmosphäre.

Albedo

Die Reflexion der eintreffenden Strahlung ist abhängig von der jeweiligen Oberfläche. Die meisten Oberflächen, außer Schnee, haben eine niedrige Albedo im UVB-Bereich: 5 % bei Vegetation, 10 % bei Böden und Gestein, 20 % auf trockenem Sand, 90 % auf Schnee.

Diffuse Strahlung

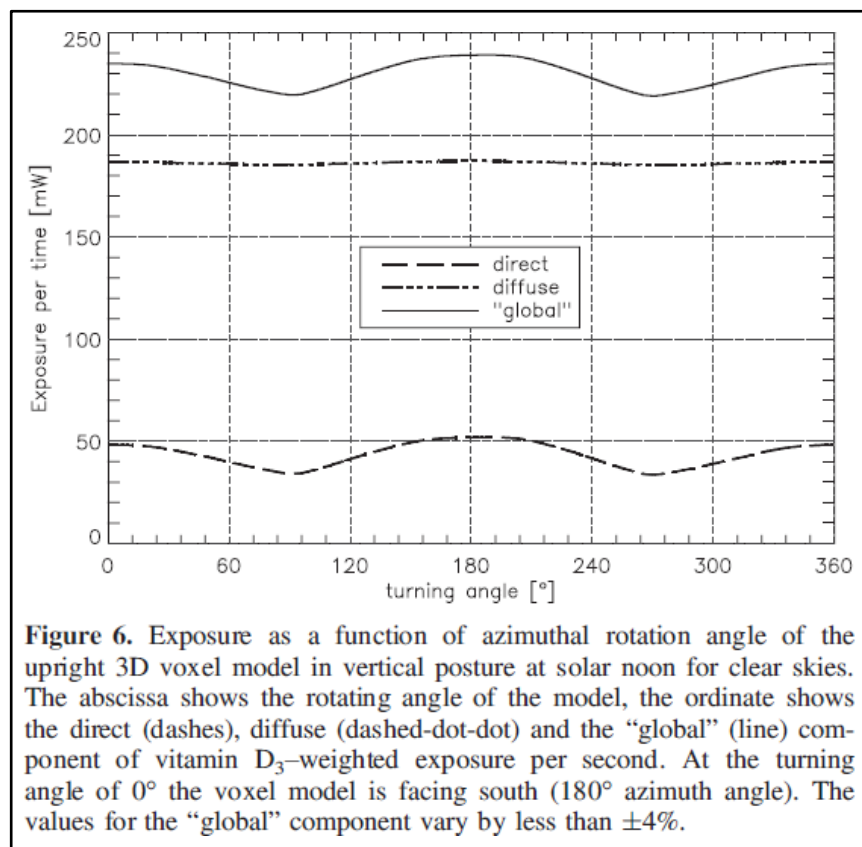


Abb. XIII- 2, direkte, diffuse Strahlung, (Seckmeyer et al 2013)

Wenn Sonnenstrahlen auf die Erdatmosphäre treffen, kommt es zur Streuung der ursprünglich nur parallelen Strahlengänge an atmosphärischen Partikeln und die Strahlung erreicht die Oberfläche aus verschiedenen Richtungen. Diese sogenannte diffuse Strahlung ist ein wichtiger Teil der Gesamtstrahlung, besonders im UVB-Bereich.

Je größer der SZA, desto größer ist die diffuse Strahlung, d.h. wenn die direkte Sonnenstrahlung blockiert ist, erreicht dennoch viel diffuse Strahlung die Erdoberfläche (Seckmeyer et al. 2013; Webb 2006).

6.4.2 Endogene Faktoren

Der Hauttyp beeinflusst die Menge an Cholecalciferol, die durch eine bestimmte UVB-Dosis synthetisiert werden kann. Je mehr Melanin die Haut besitzt, desto weniger Cholecalciferol wird pro UVB-Dosis gebildet.

Lebensalter

Mit zunehmendem Lebensalter nimmt die Konzentration an 7-Dehydrocholesterol, der Ausgangssubstanz für die Vitamin-D₃-Bildung in der Haut, ab.

Kleidung

Je mehr unbedeckte Haut der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, desto höher ist die Cholecalciferol Produktion pro Einstrahlungsdauer.

Physiologie

Bei Menschen, die in höheren geografischen Breiten, auf der Nordhalbkugel, mit deutlich unterschiedlichen Jahreszeiten leben, ist der Vitamin-D₃-Gehalt des Blutes am Ende des Sommers am höchsten und am Ende des Winters am niedrigsten.

Die beste Methode, mittels Sonnenlicht Vitamin D₃ anzureichern, besteht in kurzer, regelmäßiger Sonnenexposition der unbedeckten Haut. Dies ist effektiver als eine lange Sonnenexposition.

In der Regel dauert die Bildung von Vitamin D₃ aus 7-Dehydrocholecalciferol zu Cholecalciferol bei ausreichender UVB-Bestrahlung etwa 15 – 20 Minuten. Danach kommt die Produktion zum Erliegen und es bilden sich die inaktiven Metaboliten Lumisterol und Tachysterol (Elmadfa and Leitzmann 2020; Webb 2006).

6.5 Fragen zur UVB-Strahlung während der OIS 3 im nördlichen Europa und damit zur Möglichkeit der Vitamin-D₃-Bildung durch die dort lebenden Hominiden.

6.5.1 Solarer Zenitwinkel (SZA)

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass der SZA während der OIS 3 an einem bestimmten Punkt auf der Erde dem heutigen entspricht. Die langfristigen Änderungen, die die Sonneneinstrahlung betreffen, ergeben sich aus den Milanković-Zyklen, durch die Änderung der Erdbahn um die Sonne, die Änderung der Neigung der Erdachse und die Präzession der Erdrotationsachse. Daraus ergeben sich auch Änderungen in der Intensität der UVB-Strahlung.

Die Forschungsgruppe von Prof. G. Seckmeyer von der Universität Hannover beschäftigt sich eingehend mit der Messung der Vitamin D relevanten UVB-Strahlung. Bis heute ist es schwierig, die Strahlung zwischen 290 nm und 315 nm zu erfassen (Riechelmann et al. 2013; Seckmeyer kein Jahr, 2010). Desgleichen gibt es bis heute nur wenige Versuche, die diffuse Strahlung zu erfassen.

Um die Strahlung während der OIS 3 ableiten zu können, bräuchte man ein gutes Proxyverfahren, was auf Grund der o.g. Beschränkungen aber nicht möglich ist (persönl. Mitteilung: G. Seckmeyer 15.6.20).

Die Gruppe um Seckmeyer hat seit 2008 an einem Verfahren gearbeitet zur Berechnung der Vitamin D₃ gewichteten Exposition zur UVB-Strahlung (Riechelmann et al. 2013; Seckmeyer et al. 2013, 2013; Seckmeyer et al. 2018).

Mit dieser Methode bestimmten sie die notwendige UVB-Strahlung für die Bildung von Vitamin D in Hannover (54,39° Nord/9,70° Ost / 52 müNN, dies liegt fast am äußeren Rand meines Bearbeitungsgebietes).

Für Hannover beträgt der monatliche Mittelwert der Vitamin D gewichteten täglichen Strahlungsdosis in J/m².

Tab. XIII- 17, Strahlungsenergie heute, als Maß der UVB-Strahlung in Hannover zu verschiedenen Monaten im Jahr, (Seckmeyer et al. 2018b)

	November [J/m ²]	Dezember [J/m ²]	Januar [J/m ²]	Februar [J/m ²]	März [J/m ²]
Hannover 2010	166	31	72	298	-
Hannover 2014	223	48	61	275	920

Man sieht den deutlichen Abfall der Vitamin D₃ gewichteten Strahlung von November bis Januar, am stärksten ist der Abfall im Dezember und Januar.

Es wurden weitere Messungen durchgeführt für den 21. Juni, 21. März und 21. Dezember, und es wurde berechnet, wie lange ein Mensch bei wolkenlosem oder bedecktem Himmel sich mit und ohne Bekleidung dem Sonnenlicht aussetzen müsste, um die notwendige Menge Vitamin D₃ zu bilden.

Tab. XIII- 18, Bestrahlungsdauer der Haut heute die notwendig ist zur Bildung von Vitamin D, in Hannover, in verschiedenen Monaten des Jahres, (Schrempf 2019)

Han. 21.Juni wolkenlos	Han. 21.Juni bedeckt	Han. 21. März wolkenlos	Han. 21. März bedeckt	Han. 21.Dez wolkenlos	Han. 21. Dez bedeckt
unbekleidet, aufrechte Haltung					
1,1 min	6,6 min	2,3 min	19 min	39 min	2,1 d
Winterbekleidung, aufrechte Haltung					
18 min	1,9 h	37 min	9,6 h	3,0 d	35 d

Dies würde bedeuten, dass eine unbekleidete Person am 21. Dezember in der Höhe von Hannover bei wolkenlosem Himmel sich 39 Minuten der Sonne aussetzen müsste, bei

bedecktem Himmel 2,1 Tage und mit Winterbekleidung und wolkenlosem Himmel 3 Tage, bei bedecktem Himmel 35 Tage. Dagegen wären dies am 21. Juni nur jeweils wenige Minuten bis maximal 1,9 Stunden, je nachdem ob der Himmel klar oder bedeckt ist und Kleidung getragen wird oder nicht.

Aus diesen Daten wird klar, dass die UVB-Strahlung, die in nördlichen Breiten die Erde erreicht, zwischen November und Anfang März nicht ausreicht, damit eine wirkungsvolle Vitamin D₃ Produktion in der Haut stattfinden kann.

Bei regelmäßiger Sonnenbestrahlung der Haut können in nördlichen Regionen 15 µg Vitamin D₃ pro Tag und in den Wintermonaten 2 – 3 µg pro Tag gebildet werden (Biesalski 2019a).

Eingedenk der o.g. Einschränkungen, dass es nicht möglich ist, die Strahlenwerte für die OIS 3 zu ermitteln, sind diese Ergebnisse ein Hinweis darauf, dass es wie heute im Zeitraum zwischen November und Anfang März nicht zu einer ausreichenden Vitamin-D₃-Bildung bei den Hominiden kam, die im nördlichen Europa gelebt haben.

6.5.2 Andere exogene Faktoren

Die anderen exogenen Faktoren, wie Albedo, Ozongehalt der Atmosphäre, Aerosole in der Atmosphäre, die Wolkenbedeckung und die diffuse Strahlung, sind für die OIS 3 nicht einschätzbar oder zu ermitteln. Sie sind aber wichtige Faktoren, welche die UVB-Strahlung, die auf die Erdatmosphäre trifft, vermindern oder verstärken können.

Prof. R. Tiedemann und Prof. G. Lohmann teilen die Einschätzung, dass die Glaziale weitgehend wolkenfrei gewesen sein müssten, da das Wasser in den Gletschern gebunden war, nicht (persönliche Mitteilung: 11.6.20).

6.5.3 Endogene Faktoren

Entsprechend der genetischen Analysen des Neandertalergenoms sollen diese hellhäutig gewesen sein und damit hochsensibel für die Absorption der zur Vitamin-D₃-Bildung notwendigen UVB Strahlung (Chaplin and Jablonski 2009; Jablonski and Chaplin 2010; Lalueza-Fox et al. 2007; Yuen and Jablonski 2010).

Wie es sich mit der Körperbedeckung in Form von Kleidung verhielt, ist ebenfalls nur schwer abschätzbar. Nach allem, was wir wissen, hat erst der *Homo sapiens* zugeschnittene und vernähte Kleidungsstücke getragen und damit eine optimale Isolation gegen Kälte gehabt, aber Neandertaler sollen in der Lage gewesen sein, ihre Körperoberfläche zu 80 % zu bedecken (Wales 2012).

Dagegen kann für beide Hominidenarten angenommen werden, dass sie die meiste Zeit im Freien verbracht haben und damit die Möglichkeit hatten, sich jederzeit dem Sonnenlicht auszusetzen. Die beste Methode, die Vitamin-D-Bildung in Gang zu setzen, sind kurze,

regelmäßige Sonnenexpositionen der unbedeckten Haut. Dies ist effektiver als ein langes Sonnenbad pro Woche (Webb 2006).

6.5.4 Warum ist eine ungenügende Vitamin-D₃-Produktion problematisch?

Das typische Krankheitsbild des Vitamin-D₃-Mangels ist die Rachitis – ein Schreckgespenst der Großstädte im 19. Jahrhundert – wo nahezu jedes Kind von dieser Mangelkrankheit betroffen war.

Kinder zwischen dem 6. und 24. Lebensmonat neigen am ehesten dazu, eine Rachitis zu entwickeln, die infolge eines Vitamin-D₃-Mangels entsteht. Bei einer zu niedrigen Vitamin-D-Aufnahme oder unzureichenden Bildung in der Haut wird zu wenig Calcium aus dem Darm resorbiert. Dies führt langfristig zu einer unzureichenden Mineralisation der Wachstumsfugen. Da zwar weiter Knochenkollagen gebildet wird, das aber aus Calciummangel nicht verknöchern kann, wird der Knochen weich und verformbar.

Bei der Rachitis sind besonders das Brustbein, der Schädel und die Extremitäten von der Deformation betroffen. Eine nachträgliche Vitamin-D-Gabe kann die Deformationen nicht wieder rückgängig machen, aber weitere verhindern.

Beim Erwachsenen nennt man das Krankheitsbild Osteomalazie. Dabei handelt es sich um eine ungenügende Mineralisation des Knochens während normaler Knochenumbauprozesse. Sie ist schmerzhaft.

Neben einem klassischen Vitamin-D-Mangel kommen bei Erwachsenen Nieren- und Lebererkrankungen für die Entstehung der Osteomalazie in Frage. Gefährdet waren insbesondere Schwangere, Stillende und Säuglinge, die im Winterhalbjahr geboren wurden (Dörr and Martin 2016).

Rachitische Skelettveränderungen führen zur körperlichen Behinderung, eingeschränkter Beweglichkeit und Schmerzen, wodurch die betreffende Person eine Belastung für die Gemeinschaft gewesen sein könnte, da sie sich nicht im vollen Umfang an den Arbeiten für die Gemeinschaft beteiligen konnte.

Das ausgeprägte Bild einer Rachitis zeigt sich am Skelett, was man für die zahlreichen Neandertalerskelette, die bereits vorhanden sind, überprüfen könnte.

Während man für die Zeit ab dem Neolithikum zahlreiche Hinweise auf Vitamin-D-Mangel findet, sind für das Pleistozän nur zwei Beispiele verfügbar. Bei den Hominiden von Tabun (n=5) konnte an zweien leichter Vitamin-D-Mangel festgestellt werden und bei den Hominiden von Skhul (n=2) hatten beide Anzeichen von Episoden von Vitamin-D-Mangel während der Kindheit (Brickley et al. 2017). Dies ist insofern sonderbar, als dass beide Orte so weit südlich liegen, dass man von einer fast ganzjährig ausreichenden Vitamin-D-Bildung durch Sonnenlicht ausgehen muss.

Diese sehr ausgeprägte Form des Vitamin-D-Mangels ist zu unterscheiden von den Mangelerscheinungen, die sich ergeben, wenn zu wenig Vitamin D vorhanden ist, das als Kernrezeptor fungiert.

6.5.6 Andere Funktionen des Vitamins D₃

Vitamin D₃ wirkt über Kernrezeptoren auf Gene, z.B. zur Bildung von Wachstumsfaktoren und Hormonen im Zentralnervensystem.

Vitamin D₃ wirkt auf die Differenzierung von Zellen im Immunsystem und kann entzündliche Prozesse herunterregulieren. Ein gut funktionierendes Immunsystem war für die paläolithischen Hominiden sehr wichtig, da sie sich täglich in Interaktion mit einer zoonotischen Umwelt befanden.

In etwa 30 Geweben (u.a. Pankreas, Muskeln, Gehirn, Geschlechtsorgane) wurden Rezeptoren für Vitamin D₃ gefunden, was zu der Vermutung veranlasst, dass es dort ebenfalls Funktionen ausüben muss. Im menschlichen Genom existieren 2700 Bindungsstellen für den Vitamin-D-Rezeptor (VDR). Die Funktionen des Vitamin-D-Rezeptors sind noch nicht vollständig aufgeklärt.

Folgendes wird diskutiert:

- Gehirn: Einfluss auf Plastizität, Neurogenese und Gehirnreifung
- Haut: Wachstum und Differenzierung
- Pankreas: Einfluss auf die Insulinausschüttung
- Muskeln: Einfluss auf den Calciumtransport
- Tumorzellen: Hemmung der Zellproliferation
- Blutdruck: Hemmung des blutdrucksteigernden Hormons
- Fertilität: Vitamin-D-Mangel hat einen ungünstigen Einfluss auf die weibliche und männliche Fertilität
- Immunsystem: Bildung von Cathelicidin, welches Entzündungen der Haut entgegenwirkt und das angeborene Immunsystem stärkt.

(Biesalski 2015; Dörr and Martin 2016)

6.5.7 Depigmentierung, Vitamin D und Folsäure

Im Laufe der Evolution ist es bei den aus Afrika ausgewanderten Hominiden zur Depigmentierung der Haut gekommen. Dies ist eine Reaktion auf die schlechtere Vitamin-D-Bildung bei pigmentierter Haut. Bei ihrer Wanderung in nördliche Regionen der Erde ist der Verlust von Hautpigmentierung ein Vorteil, denn in nördlichen Regionen steht im Jahresverlauf weniger UVB-Strahlung zur Vitamin-D-Bildung in der Haut zur Verfügung.

Die dunklere Haut hat aber durchaus ihre Vorteile. Sie schützt vor Sonnenbrand, bildet eine Barrierefunktion gegen Krankheitserreger durch ihre Dicke, schützt vor reaktiven Sauerstoffradikalen, aber vor allem ist sie ein wirksamer Schutz vor der Oxidation von Folsäure, die in

den Blutkapillaren der Haut zirkuliert. Daher sind Menschen mit heller Hautpigmentierung im Vorteil, was die Vitamin-D-Produktion betrifft aber im Nachteil bei der Versorgung mit Folsäure, die von UVB-Strahlung zerstört wird.

Wie oben angesprochen, ist es auf Grund fehlender Daten nicht möglich, den Folsäuregehalt der Nahrung in der OIS 3 abzuschätzen. Die Oxidation der Folsäure durch UVB-Strahlung ist ein zusätzlicher Unsicherheitsfaktor (Elmadfa 2020).

7 Verfügbarkeit der Nahrungspflanzen im Jahresverlauf

Nicht alle Pflanzen stehen das ganze Jahr über zur Verfügung und nicht alle Pflanzen lassen sich konservieren oder bevorraten. Für die eruierten Pflanzen wurde eine Liste zusammengestellt, die deren Reife- bzw. Erntezeitpunkt im derzeitigen nördlichen Europa angibt. Sie wurde der momentan verfügbaren umfangreichsten Liste von Fleischhauer und Kollegen (2018) entnommen. Dabei dürfte klar sein, dass sich Reife- und Erntezeitpunkt ähneln, aber in der OIS 3 möglicherweise enger beieinander lagen, so dass in den Wintermonaten eine noch extremere Situation bestand. Mitaufgeführt sind die Pflanzen, die toxisch sind und deren Verzehr daher eingeschränkt werden muss und die Pflanzen, die man zur besseren Verdaulichkeit oder zum Zerstören von Giftstoffen oder antinutritiven Stoffen einer Behandlung unterziehen musste.

Tab. XIII- 19, phänologische Liste nach Fleischhauer et al. 2018

Name	Pflanzenteil	Jahreszeit	Behandlung notwendig	Toxizität [Seitenzahl, Fleischhauer]
<i>Erica spp.</i>	Triebspitzen	April – September	-	-
<i>Vaccinium spp.</i> <i>Heidelbeeren</i>	Blätter	April – Mai	-	-
<i>Vaccinium spp.</i> <i>Heidelbeeren</i>	Früchte	Spätsommer – Herbst	-	-
<i>V. myrtillus</i> <i>Heidelbeere</i>	Früchte	s.o.	-	-
<i>V. vitis-idaea</i> <i>Preiselbeere</i>	Früchte	s.o.	-	-
<i>V. macrocarpon</i> <i>Große Moosbeere</i>	Früchte	s.o.	-	-

<i>V. uliginosum</i> Rauschbeere	Früchte	s.o.	-	**, 312
<i>V. oxycoccus</i> Kleine Moosbeere	Früchte	s.o.	-	-
<i>Empetrum nigrum</i> Krähenbeere	Früchte	später Herbst, nach Frosteinbruch	-	*, 533
<i>Picea</i> Kieferngewächse	Triebspitzen	Frühling	-	-
<i>Pinus</i> Kiefer	Triebspitzen	April – Mai	-	-
<i>Pinus</i> Kiefer	Rindencambium	März – April	Hitze	-
<i>Pinus</i> Kiefer	Kerne	August – September	-	-
<i>Betula</i> Birkengewächse	Blätter	Frühling	-	-
<i>Betula</i> Birkengewächse	Saft	März – April	-	-
<i>Juniperus</i> Wacholder	Triebspitzen	März – April	-	-
<i>Juniperus</i> Wacholder	inneres Rinden- cambium	?	Hitze	-
<i>Juniperus</i> Wacholder	Beeren	August	Hitze	*, 62
<i>Populus</i> Pappeln	Blätter	Frühling	-	-
<i>Salix</i> Weiden	Knospen	April	-	-

<i>Salix</i> <i>Weiden</i>	Rindencambium	März – April	Hitze	*,180
<i>Polygonum</i> <i>Knöterichgewächse</i>	Triebspitzen, Greens	März – April	-	-
<i>Polygonum</i> <i>Knöterichgewächse</i>	Samen	August – Oktober	-	-
<i>Rumex</i> <i>Ampfer</i>	Greens	ab Frühling	-	*, 101, Oxal- säure
<i>Rumex acetosa</i> <i>Großer Sauerampfer</i>	Greens	ab Frühling	-	*, 102, Oxal- säure
<i>Hippophae</i> <i>Sanddorne</i>	Früchte	September – Okto- ber	-	-
<i>Allium</i> <i>Lauch-Arten</i>	Zwiebeln	Herbst oder im nächsten Frühjahr	-	-
<i>Allium</i> <i>Lauch-Arten</i>	Blätter	vor der Blüte, Früh- ling – Frühsommer	-	-
<i>Allium</i> <i>Lauch-Arten</i>	Blüten	April – Sommer	-	-
<i>Asteraceae</i> <i>Korbblütlergewächse</i>	Frühlingstriebe, Blattsprossen	März – April	-	-
<i>Asteraceae</i> <i>Korbblütlergewächse</i>	Blütenknospen	Frühsommer	Hitze	-
<i>Artemisia</i> <i>Beifußgewächse</i>	Blätter	während der ge- samten Vegetati- onsperiode	-	-
<i>A. absinthum</i> <i>Wermut</i>	Blätter, als Ge- würz, nur kleine Mengen	April – August	-	**, 435

<i>A. campestris</i> <i>Feldwermut</i>	Blätter, als Gewürz, nur kleine Mengen	April – August	-	** , 436
<i>A. vulgaris</i> <i>Gewöhnlicher Beifuß</i>	die obersten 10 cm der Haupttriebe, junge Triebe,	April – Mai	-	-
<i>Arctium lappa</i> <i>Große Klette</i>	Greens	April – August	-	-
<i>Arctium lappa</i> <i>Große Klette</i>	Samen	?	-	-
<i>Arctium lappa</i> <i>Große Klette</i>	Wurzeln	Herbst, Winter	-	-
<i>Taraxacum</i> <i>Löwenzahnarten</i>	Blüten	März – April	-	-
<i>Taraxacum</i> <i>Löwenzahnarten</i>	Greens	März – Juni	-	-
<i>Taraxacum</i> <i>Löwenzahnarten</i>	Blütenstängel	April – September	-	-
<i>Taraxacum</i> <i>Löwenzahnarten</i>	Wurzeln	September – März	-	-
<i>Tragopogon</i> <i>Bocksbartarten</i>	Greens, Tribspitzen, knospige Blütenstände	April – Juni	-	-
<i>Tragopogon</i> <i>Bocksbartarten</i>	Wurzeln	April	Hitze	-
<i>Typha</i> <i>Rohrkolben</i>	Jungtriebe	April – Anfang Mai	Hitze	-

<i>Typha</i> <i>Rohrkolben</i>	Wurzeln	Herbst – März	-	45 % Stärke
<i>Typha</i> <i>Rohrkolben</i>	unreife, weibliche Blütenteile	Juli – August	-	-
<i>Tussilago</i> <i>Huflattich</i>	Blütenstängel	März – Juni	-	*, 148
<i>Tussilago</i> <i>Huflattich</i>	Wurzeln	September – Winter – Frühling	-	-
<i>Tussilago</i> <i>Huflattich</i>	junge Blätter	Mai – Juli	-	-
<i>Tussilago</i> <i>Huflattich</i>	Blüten	März – April	-	-
<i>Epilobium</i> <i>Weidenröschen</i>	Greens, Triebspitzen	April – Juli	-	-
<i>Epilobium</i> <i>Weidenröschen</i>	Wurzeln	Frühling	-	-
<i>Epilobium</i> <i>Weidenröschen</i>	Blüten, Blütenknospen	Mai – Juli	-	-
<i>Dipsacus</i> <i>Karden</i>	Wurzeln	?	-	extrem bitter
<i>Dipsacus</i> <i>Karden</i>	Blätter	?	-	extrem bitter, eher Heilpflanze
<i>Galium</i> <i>Labkräuter</i>	Samen	September – Oktober	-	getrocknet, geröstet als Getränk
<i>Galium</i> <i>Labkräuter</i>	Wurzeln	?	-	-

<i>Galium</i> <i>Labkräuter</i>	Greens	Mai – August	-	-
<i>Galium</i> <i>Labkräuter</i>	Blüten	Mai – Oktober	-	-
<i>Liliaceae</i> <i>Liliengewächse</i>	Zwiebeln	Herbst – Frühling	-	-
<i>Linum</i> <i>Leinarten</i>	Triebspitzen	April – Juni	-	-
<i>Linum</i> <i>Leinarten</i>	Samen	September – Oktober	-	*, 549 bis max. 3 Eszl. /Tag → Blausäure
<i>Plantago</i> <i>Wegericharten</i>	Greens	Frühling	-	-
<i>Plantago</i> <i>Wegericharten</i>	Samen	Sommer	-	-
<i>Plantago</i> <i>Wegericharten</i>	Wurzeln	Herbst	-	-
<i>Ranunculaceae</i> <i>Hahnenfußgewächse</i>	Greens	April – Juni	-	-
<i>Ranunculaceae</i> <i>Hahnenfußgewächse</i>	Wurzeln	?	-	**, 140
<i>Potentilla</i> <i>Fingerkräuter</i>	Greens	April – Mai	viel Vit. C	-
<i>Potentilla</i> <i>Fingerkräuter</i>	Wurzeln	September – Frühling	-	-
<i>Resedaceae</i>	Greens	April – Juni	-	-

<i>Wau-Arten</i>				
<i>R. canina</i> <i>Hundsrose</i>	Fruchtfleisch	Herbst	-	-
<i>R. canina</i> <i>Hundsrose</i>	Nüsschen	Herbst	-	-
<i>R. rugosa</i>	Fruchtfleisch	Herbst	-	-
<i>Crataegus</i> <i>Weißdornarten</i>	Früchte	August – September	-	-
<i>Crataegus</i> <i>Weißdornarten</i>	junge Blattknospen	April	-	-
<i>Crataegus</i> <i>Weißdornarten</i>	Blüten	Mai – Juni	-	-
<i>Crataegus</i> <i>Weißdornarten</i>	Blätter	März – April	-	-
<i>Crataegus</i> <i>Weißdornarten</i>	Beeren	Juni – Juli	-	-
<i>Malus sylvestris</i> <i>Wildapfel</i>	Früchte	Herbst	-	-
<i>Prunus avium</i> <i>Vogelkirsche</i>	Früchte	Juni – Juli	-	-
<i>Prunus spinosa</i> <i>Schlehe</i>	Früchte	nach dem Frost im Herbst	-	-
<i>Pyrus</i> <i>Birne</i>	Früchte	Herbst	-	-
<i>Rubus spp.</i>	Früchte	Herbst	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> <i>gemeine Eberesche</i>	Früchte	Oktober, nach den Frostrnächten	Hitze	*,306

<i>Urticaceae</i> <i>Brennnessel</i>	Triebspitzen der Blätter	April – Juni	-	-
<i>Veronica</i> <i>Wegerichgewächse</i>	Blätter, Triebspitzen	Frühling	-	-
<i>Daucus carota</i> <i>Wilde Möhren</i>	Wurzeln	September – Frühjahr	-	-
<i>Daucus carota</i> <i>Wilde Möhren</i>	Kraut	April – Juni	-	-
<i>Pastinaca sativa</i> <i>Hammelmöhre</i>	Wurzeln	September – Frühjahr	-	-
<i>Pastinaca sativa</i> <i>Hammelmöhre</i>	Kraut	April – Juli	-	-
<i>Chenopodium</i> <i>Gänsefußarten</i>	Greens	ab April	-	-
<i>Chenopodium</i> <i>Gänsefußarten</i>	Samen	August – September	Hitze	-
<i>Chenopodium</i> <i>Gänsefußarten</i>	Samen	ab Spätsommer	-	-
<i>Chenopodium</i> <i>Gänsefußarten</i>	unterirdisches Wurzelwerk	Frühling	-	-
<i>Brassicaceae</i> <i>Kreuzblütengewächse</i>	Wurzeln	Frühling, vor der Blüte	-	-
<i>Brassica hirta</i> <i>Gelber Senf</i>				
<i>B. kaber</i> <i>Ackersenf</i>				
<i>B. nigra</i> <i>Schwarzer Senf</i>				

<i>B. oleacea</i> Kohl				
<i>B. rapa</i> Rübsen				
	Blütenstände und Blätter	März – Mai	-	-
<i>Sedum</i> <i>Fetthenne</i>	Triebspitzen, in kleinen Mengen	vor der Blüte	-	**, 299
<i>Ribes</i> <i>Johannisbeeren</i> <i>Stachelbeergewächse</i>	Beeren	Sommer	-	-
<i>Symphytum</i> <i>Beinwell</i>	junge Blätter, in kleinen Mengen	Frühling	-	**, 196
<i>Symphytum</i> <i>Beinwell</i>	Wurzeln, in klei- nen Mengen	September – Früh- ling	-	-
<i>Mentha</i> <i>Minzen</i>	Blätter als Ge- würz	Frühling – Herbst	-	-
<i>Vicia</i> <i>Wicke</i>	junge Triebe	Frühjahr	mehrere Stunden wässern vor Ge- nuss	***, 405
<i>Vicia</i> <i>Wicke</i>	Samenschoten	Sommer	-	-
<i>Vicia</i> <i>Wicke</i>	Samen	ab September	s.o.	-
<i>Glycyrrhiza</i> <i>Süßhölzer</i>	Wurzeln	September – Win- ter	-	-
<i>Malva</i> <i>Malven</i>	Wurzeln	Herbst – Frühjahr	-	-

<i>Malva</i> <i>Malven</i>	junge Blätter	Frühjahr	-	-
<i>Malva</i> <i>Malven</i>	knospige Blüten	Sommer	-	-
<i>Papaver somniferum</i> <i>Schlafmohn</i>	Blätter	wenn erste An- sätze der Blüten- knospen sichtbar werden	-	-
<i>Papaver somniferum</i> <i>Schlafmohn</i>	Samen	August	-	-
<i>Sambuccus</i> <i>Holunder</i>	Blüten	Mai – Juni	-	-
<i>Sambuccus</i> <i>Holunder</i>	Früchte	August – Septem- ber	-	-
<i>Viburnum</i> <i>Schneeballarten</i>	Früchte	September, in klei- nen Mengen	-	-
<i>Sorbus</i> <i>Vogelbeere</i>	Früchte	August – Septem- ber	-	**, 305
<i>Corylus</i> <i>Haselnuss</i>	knospende Blät- ter	März – April	-	-
<i>Corylus</i> <i>Haselnuss</i>	Nüsse	September	-	-

* = es besteht eine geringfügige Gefahr bei der Verwendung

** = es bestehen Gesundheitsrisiken bei der Verwendung

*** = es bestehen dauerhaft gesundheitsschädigende und/oder lebensbedrohliche Gefahren (Fleischhauer et al. 2018)

Tab. XIII- 20, grafische Darstellung der phänologischen Liste

Name	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<i>Erica</i> spp., Blätter				Green	Green	Green	Green	Green	Green			
<i>Vaccinium</i> spp., Blätter				Green	Green							
<i>Vaccinium</i> spp., Früchte								Red	Red	Red		
<i>Empetrum nigrum</i> , Krähenbeere											Red	
<i>Picea</i> , Kieferngewächse, Greens			Green	Green	Green							
<i>Pinus</i> , Kiefer, Greens			Green	Green	Green							
<i>Pinus</i> , Kiefer, Nadeln			Blue	Blue								
<i>Pinus</i> , Kiefer, Samen								Brown	Brown			
<i>Betula</i> , Birkengewächse, Blätter			Green	Green	Green							
<i>Juniperus</i> , Wacholderblätter			Green	Green								
<i>Juniperus</i> , Wachholder, Früchte								Red				
<i>Populus</i> Pappeln, Blätter			Green	Green	Green							
<i>Salix</i> Weiden, Blätter				Green								
<i>Salix</i> Rindencambium				Blue	Blue							
<i>Polygonum</i> , Knöterichgewächse, Greens					Green	Green						
<i>Rumex acetosa</i> , Gro- ßer Sauerampfer, Greens			Green	Green	Green	Green	Green	Green				
<i>Hippophae</i> , Sanddornbeeren									Red	Red		
<i>Allium</i> , Laucharten, Wurzeln	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow					Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

<i>Allium</i> , Greens			■	■								
<i>Allium</i> , Blüten				■	■	■	■	■				
Asteraceae, Korbblüt- lergewächse, Greens			■	■								
<i>Artemisia</i> , Beifußgewächse, Greens			■	■	■	■	■	■	■			
<i>A. absinthum</i> , Wermut, Greens				■	■	■	■	■				
<i>A. campestris</i> , Feldwermut, Greens				■	■	■	■					
<i>A. vulgaris</i> , Gewöhnli- cher Beifuß, Greens				■	■							
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette, Greens				■	■	■	■					
<i>Taraxacum</i> , Löwenzahnarten, Greens			■	■	■							
<i>Taraxacum</i> , Blütenstängel				■	■	■	■	■	■			
<i>Taraxacum</i> , Wurzeln	■	■	■						■	■	■	■
<i>Taraxacum</i> , Blüten			■	■								
<i>Tragopogon</i> , Bocksbartarten, Greens				■	■	■						
<i>Tragopogon</i> , Wurzeln				■								
<i>Typha</i> , Rohrkolben, Greens				■	■							
<i>Typha</i> , Wurzeln							■	■				
<i>Typha</i> , Junge Blütenteile							■	■				
<i>Tussilago</i> , Huflattich, Stängel			■	■	■	■						
<i>Tussilago</i> , Wurzeln	■	■	■						■	■	■	■
<i>Tussilago</i> , Junge Blätter					■	■	■					

<i>Tussilago</i> , Blüten												
<i>Epilobium</i> , Weidenröschen, Blätter												
<i>Epilobium</i> , Labkräuter, Blüten												
<i>Epilobium</i> , Wurzeln												
<i>Epilobium</i> , Samen												
<i>Epilobium</i> , Greens												
<i>Epilobium</i> , Blüten												
<i>Liliaceae</i> , Liliengewächse, Wurzeln												
<i>Linum</i> , Leinarten												
<i>Linum</i> , Samen												
<i>Plantago</i> , Wegericharten, Greens												
<i>Plantago</i> , Samen												
<i>Ranunculaceae</i> , Hahnenfußgewächse, Greens												
<i>Potentilla</i> , Fingerkräuter, Greens												
<i>Potentilla</i> , Wurzeln												
<i>Resedaceae</i> , Wau-Arten, Greens												
<i>Rosa canina</i> , Hundsrose, Früchte												
<i>Rosa rugosa</i> , Früchte												
<i>Crataegus</i> Weißdornarten, Früchte												

<i>Crataegus,</i> <i>Greens</i>				■								
<i>Fragaria,</i> <i>Erdbeeren, Greens</i>			■	■								
<i>Fragaria,</i> <i>Beeren</i>						■	■					
<i>Malus sylvestris,</i> <i>Wildapfel</i>								■	■			
<i>Prunus avium,</i> <i>Vogelkirsche</i>						■	■					
<i>Prunus spinosa,</i> <i>Schlehe</i>											■	
<i>Pyrus,</i> <i>Birne</i>								■	■			
<i>Rubus species,</i> <i>Beeren</i>								■	■			
<i>Sorbus aucuparia,</i> <i>Gemeine Eberesche,</i> <i>Früchte</i>									■			
<i>Urticaraceae,</i> <i>Brennnessel</i>				■	■	■						
<i>Veronica,</i> <i>Wegerichgewächse</i>			■	■	■							
<i>Daucus carota,</i> <i>Wilde Möhren</i>				■	■	■						
<i>Daucus carota,</i> <i>Wurzeln</i>	■	■	■						■	■	■	■
<i>Pastinaca sativa,</i> <i>Hammelmöhre,</i> <i>Greens</i>				■	■	■						
<i>Pastinaca sativa,</i> <i>Wurzeln</i>	■	■	■	■					■	■	■	■
<i>Chenopodium,</i> <i>Gänsefußarten,</i> <i>Greens</i>				■	■	■	■					
<i>Chenopodium,</i> <i>Samen</i>								■	■			
<i>Poaceae,</i> <i>Süßgräser</i>								■	■			
<i>Poaceae,</i> <i>Wurzeln</i>			■	■								
<i>Brassicaceae,</i> <i>Kreuzblütengewächse</i>			■	■	■							

<i>Brassicaceae,</i> <i>Wurzeln</i>			Yellow	Yellow	Yellow							
<i>Brassicaceae,</i> <i>Blüten</i>			Pink	Pink	Pink							
<i>Ribes,</i> <i>Johannisbeeren, Bee-</i> <i>ren</i>							Red	Red				
<i>Symphytum,</i> <i>Beinwell, Greens</i>			Green	Green	Green							
<i>Symphytum,</i> <i>Wurzeln</i>	Yellow	Yellow	Yellow						Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Mentha,</i> <i>Minzen, Greens</i>			Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green			
<i>Vicia</i> <i>Wicke, Greens</i>			Green	Green	Green							
<i>Vicia</i> <i>Samenschoten</i>							Brown	Brown				
<i>Glycyrrhiza,</i> <i>Süßhölzer, Wurzeln</i>	Yellow	Yellow							Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Malva,</i> <i>Malven, Greens</i>			Green	Green	Green							
<i>Malva,</i> <i>Wurzeln</i>	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow					Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Papaver somniferum,</i> <i>Schlafmohn, Greens</i>					Green							
<i>Papaver somniferum</i> <i>Samen</i>								Brown				
<i>Sambuccus,</i> <i>Holunder, Blüten</i>					Pink	Pink						
<i>Sambuccus,</i> <i>Früchte</i>								Red	Red			
<i>Viburnum,</i> <i>Schneeballarten,</i> <i>Früchte</i>									Red			
<i>Sorbus,</i> <i>Vogelbeere</i>									Red			
<i>Corylus,</i> <i>Haselnuss, Greens</i>			Green	Green								
<i>Corylus,</i> <i>Nüsse</i>									Brown			

Legende:

grün = Blätter, Stängel, Greens

pink = Blüten

rot = Früchte

gelb = Wurzeln, Knollen, Rhizome

braun = Samen, Nüsse

Tab. XIII- 21, Zusammenfassung der phänologischen Liste

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
gelb	gelb	gelb						gelb	gelb	gelb	gelb
		grün	grün	grün	grün	grün	grün	grün			
			pink	pink	pink	pink	pink				
							rot	rot	rot		
							braun	braun	braun		

7.1 Kohlenhydrate

Als einzige Kohlenhydratquellen über die Wintermonate zwischen November und Februar sind Wurzeln, Knollen und Rhizome verfügbar. Teilweise sind diese lagerbar, teilweise können sie in der Erde verbleiben und zeitnah geerntet werden (Fleischhauer et al. 2018).

Von März bis September stellen die wichtigsten Kohlenhydratquellen Greens/Salatpflanzen und Blätter sowie Blüten von vielen verschiedenen Pflanzen dar. Für Blüten konnten keine Nährwerte gefunden werden.

Die ergiebigsten Monate bezüglich der knappen Kohlenhydrate sind August und September, in denen neben den Greens auch Beeren, Früchte, fetthaltige Samen und Wurzeln u.ä. zur Verfügung stehen.

Es darf angenommen werden, dass Beeren, Früchte und fetthaltige Nüsse und Samen gesammelt und bevorratet wurden.

Kohlenhydrate aus Pflanzen stehen dann ganzjährig zur Verfügung, wenn eine stetige Sammelwirtschaft und Bevorratung von Pflanzenteilen betrieben wird.

7.2 Mikronährstoffe

Überwiegend müssen Vitamine und Mineralstoffe regelmäßig mit der Nahrung aufgenommen werden. Nur einige verfügen über Körperspeicher, die über Zeiten schlechter Versorgung hinweghelfen können:

- Vitamin A: Speicherung über 6 – 12 Monate
- Niacin: kann teilweise durch die Aminosäure Tryptophan ersetzt werden.
- Vitamin B₁₂: Speicherung bis zu 3 Jahren
- Eisen: Speicherung über Wochen
- Jod: Speicherung über Wochen

(Biesalski 2015)

8 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Ernährung der Hominiden während der OIS 3 im nördlichen Europa, unter der Annahme eines hohen Fleischverzehrs, gut dem Bedarf entsprach.

Die Berechnungen gehen aus von erwachsenen Neandertalern bzw. AMH. Nicht eingerechnet wurde der höhere Bedarf von Schwangeren, Stillenden, Säuglingen und Kindern. Ausgegangen wurde von einem gesunden Menschen ohne Erkrankungen, Enzymdefekten oder Polymorphismen im Vitamin- und Mineralstoffstoffwechsel, die deren Verarbeitung im Organismus verhindern. Ebenfalls nicht in Betracht gezogen wurden Verluste von Mikronährstoffen, die durch Verarbeitung, Lagerung und Zubereitung, insbesondere durch Hitze, zu Stande kommen. Insgesamt ist es als eine Modellkalkulation zu sehen, für deren Parameter das derzeitige Wissen zur Materie als Grundlage genommen wurde.

Bei den Makronährstoffen wird stets eine nicht üppige Versorgung mit Kohlenhydraten geherrscht haben, aber der tägliche Minimalbedarf des Gehirns war zu decken. Energie für alle anderen Organe und die Muskulatur sowie für Fortpflanzung und Wachstum musste aus Fetten (und Proteinen) gewonnen werden.

Eine gleichmäßige Versorgung mit Kohlenhydraten war aber nur gegeben unter der Annahme, dass kohlenhydratreiche Wurzeln, Knollen und Rhizome für die Zeit zwischen November und März gesammelt und bevorratet wurden. Weiterhin war es möglich, einige dieser Gewächse auch im Winter vor Ort zu ernten, da sie sich in der Erde besser erhielten. Dies wiederum war nur möglich, wenn eine genaue Kenntnis der Geografie und Topografie der Umwelt vorhanden war, denn einige Wurzeln und Knollen wachsen bevorzugt in Feuchtgebieten andere in sandigen Böden. Ebenfalls muss eine gute Kenntnis und Unterscheidungsfähigkeit für Pflanzen vorhanden gewesen sein, da einige als akut giftig bis chronisch giftig einzustufen sind (vgl. Kap. XII, 1.3.1).

Interessant sind dabei die Ergebnisse der Untersuchung von Stärkekörnern im Zahnstein und auf Werkzeugen. Es handelt sich bei den Proben, bei denen von den Stärkekörnern auf

die Pflanzenart geschlossen werden konnte, ausschließlich um Stärkekörner aus Gräsersamen sowie aus unterirdischen Speicherorganen. Beide Pflanzengruppen haben den höchsten Stärkegehalt aller Pflanzenarten.

Aus dem Zahnstein ist die Nutzung dieser stärkehaltigen Pflanzen bereits ab 100 ka vor heute nachgewiesen, für die Nutzung von Werkzeugen zur Verarbeitung stärkehaltiger Pflanzen erst ab dem Gravettien (vgl. Kap. XII,7).

Es ist aber schwierig, sich vorzustellen, auf welche Weise Gräsersamen geerntet und konsumiert wurden. Sie sind sehr klein und es müsste eine sehr intensive Sammeltätigkeit angenommen werden, damit ausreichend Stärke aus ihnen konsumiert werden konnte. Eine Verarbeitung von stärkehaltigen Pflanzen ist erst ab dem Gravettien belegt in Form von Gegenständen zur Verarbeitung mit Stärkerückständen. Dies weist darauf hin, dass den paläolithischen Hominiden bewusst war, was für eine wichtige Ressource diese stärkehaltigen Pflanzen für sie waren.

8.1 Mikronährstoffe

Für die Mikronährstoffe Folsäure, Vitamin K, Biotin, Jod und Vitamin D standen keine Nährwertangaben für tierische und pflanzliche Ressourcen zur Verfügung. Hier konnte nur abgeschätzt werden, ob eine bedarfsdeckende Versorgung möglich war. Für Folsäure, Vitamin K, Vitamin E, Biotin und teilweise für Vitamin D, war die Bedarfsdeckung gegeben, wenn der Zugang zur Ressource Leber und Niere geregelt war. Beide Organe kommen zwar in jedem Jagdtier vor, aber nur in begrenzter Menge.

Jäger hatten vermutlich den Erstzugang zu den inneren Organen. Sie konnten, im Unterschied zum Muskelfleisch, auch sofort und roh verzehrt werden.

Einen erhöhten Bedarf an den kritischen Nährstoffen hatten aber Schwangere, Stillende, Säuglinge und Kinder. Sie wurden nur ausreichend versorgt, wenn die Ressource Leber und Niere innerhalb der Gruppe geteilt oder ihnen „Sonderrationen“ davon zur Verfügung gestellt wurden. Diese Art von „Food sharing“ wird seit der Frühzeit der Entwicklung zum Menschen hin angenommen, ist aber im archäologischen Kontext nicht nachweisbar.

Die Folgen einer Mangelversorgung der o.g. Personengruppen würde sich nachteilig auf die Fortpflanzung ausgewirkt haben.

Besonders Folsäure wäre notwendig für eine Schwangerschaft ohne Komplikationen und die Geburt eines gesunden Kindes. Folsäuremangel dagegen führt zu Fehlgeburten und Neuralrohrschädigungen, die nicht mit dem Überleben des Kindes in der paläolithischen Umwelt vereinbar gewesen sein dürften.

Ungeklärt bleiben muss, wie die Hominiden ihren Bedarf an Jod und Vitamin D gedeckt haben. Vorstellbar wäre eine Wanderung im Jahresverlauf in südlichere Regionen im Winter und zu an Küsten gelegenen Regionen.

Dieses Verhalten würde einige Probleme gleichzeitig lösen. Wanderungen in südlichere Regionen wären mit einer größeren Verfügbarkeit an kohlenhydratreicher Nahrung verbunden, sowie mit der Möglichkeit im Jahresverlauf mehr Vitamin D anzureichern, da in südlicheren Regionen die UVB-Strahlung auf Grund des höheren Sonnenstandes eher die Atmosphäre durchdringt.

Aber nur Wanderungen zu Küstenregionen würden das Problem mit dem Jodmangel lösen. Ansonsten käme nur die Schilddrüse der Jagdtiere als Quelle in Frage. Weil auch dies eine begrenzte Ressource ist, müsste auch hier von Food sharing ausgegangen werden.

8.2 Fortpflanzung und Mikronährstoffe

Wie bereits beschrieben, ist eine mangelhafte Nahrungsversorgung mit einem schlechteren Gesundheitszustand, Krankheiten, gestörtem Wachstum und dem Rückgang der Fertilität verbunden.

Hier sollen nun noch Vitamine und Spurenelemente auf ihren Beitrag zu Fortpflanzung untersucht werden. Für eine erfolgreiche Fortpflanzung sind:

- eine gelungene Konzeption,
- ein komplikationsloser Verlauf der Schwangerschaft und Geburt,
- sowie ein Überleben der Säuglingszeit

notwendig.

Für diese Prozesse sind insbesondere folgende Mikronährstoffe notwendig: Vitamin A, Vitamin D, Vitamin K, Folsäure, Eisen, Calcium, Jod.

Tab. XIII- 22, Beurteilung der Mikronährstoffversorgung für die Fortpflanzung

Mikronährstoff	vulnerable Phase	Vorkommen in im Paläolithikum verfügbaren Nahrungsmitteln	Verfügbarkeit
Vitamin A	Spermatogenese	Leber, Pflanzen	ausreichend
Vitamin D	Kindheit	UVB, Strahlung, Fettfische, Leber	unklar
Vitamin K	Neugeborene werden mit einem Mangel geboren, Muttermilch ist Vit. K arm	Leber, Niere, jahreszeitlich bedingt in Pflanzen	wahrscheinlich begrenzt

Folsäure	Schwangerschaft, Mangel führt zu Neuralrohrdefekten und Abort	Fleisch, Leber, grüne Blattgemüse	begrenzt
Eisen	frühe Gehirnent- wicklung 6 Monate – 2 Jahre	Fleisch, Leber,	ausreichend
Calcium	6.– 24. Lebensmo- nat	Knochen, calciumhalti- ges Trinkwasser, bestimmte Pflanzen	vermutlich ausreichend
Jod	Fetal- und Säug- lingszeit	Meeresalgen, Meeresfi- sche, Schalen- und Krus- tentiere	unklar

Für eine erfolgreiche Fortpflanzung ist das Überleben des Fetus und des Säuglings notwendig. Eine erfolgreiche Fortpflanzung sichert das Überleben der Gruppe und den Fortbestand der Art. Wie schon oben angedeutet, sind gerade Folsäure-, Jod- und Vitamin D Versorgung in der OIS 3 nicht sicher, so dass sich ein Mangel hiervon auf die Demographie ausgewirkt haben könnte.

Überall dort, wo die Bedarfsdeckung mit Mikronährstoffen über Fleisch und Innereien gesichert ist, darf man von einer ganzjährigen Versorgung ausgehen. Problematisch sind jene Mikronährstoffe, deren Hauptbeitrag über Pflanzen oder aquatische Ressourcen erfolgt. Dies wären Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K, Folsäure und die Mineralstoffe Calcium und Jod.

Wenn in den Wintermonaten nur frische und gelagerte Wurzeln und Knollen sowie Gräser-samen zur Verfügung stehen, fehlt es an Vitamin K, Folsäure und Calcium. Zu Engpässen bei Vitamin C kommt es, wenn Früchte, Beeren, Samen und Nüsse nicht bevorratet werden können.

8.3 Welche Folgen ergeben sich daraus? Calcium, Jod, Folsäure, Vitamin D

Wie für Vitamin K bereits besprochen, ist vermutlich die Herstellung des Vitamins durch das Mikrobiom des Kolons gesichert. Vitamin E könnte durch Bevorratung von Nüssen und Samen geliefert werden.

8.3.1 Calcium

Die Versorgung mit Calcium würde saisonalen Schwankungen unterliegen, wobei Speicher aufgebaut werden in Zeiten, in denen ausreichend Calcium zur Verfügung steht. In Mangelzeiten könnte dem Skelett Calcium entzogen werden. Zur Resorption von Calcium aus dem Dünndarm ist Vitamin D notwendig.

Die Calciumabsorption ist altersabhängig. In der Kindheit erfolgt sie über passive Diffusion, in Schwangerschaft und Stillzeit sind der aktive und der passive Calciumtransport gesteigert. Ab dem 40. Lebensjahr nimmt die Calciumabsorption ab.

Eine hohe Proteinaufnahme, insbesondere an schwefelhaltigen Aminosäuren (Fleisch) steigert die renale Calciumausscheidung (DGE 2019).

Dies deutet an, dass die Calciumversorgung Zeiten von Knappheit unterlag. Vorstellbar ist das von mir bereits erwähnte „Kauen von Knochen“ zum Zweck der Knochenmarksausbeutung. Für diese Verhaltensweise sind jedoch keine Belege in Form menschlicher Kau- und Bissspuren auf Knochen zu finden.

8.3.2 Folsäure

Folsäure kann ganzjährig über die knappe Ressource Leber konsumiert werden und in der Zeit von März bis September über Stängel, Blätter, Salatpflanzen. In den Monaten, in denen die Pflanzenkost weitgehend über Knollen, Wurzeln und bevorratete Nüsse, Samen und getrocknete Früchte erfolgt, wird es zu Engpässen gekommen sein.

8.3.3 Jahreszeitliche Unterschiede

Von November bis Februar stehen an frischen Kohlenhydratträgern ausschließlich Wurzeln, Knollen und Rhizome zur Verfügung. Sie sind entweder vor Ort zu ernten oder können bevorratet werden. Eine benötigte Portion von 750 g pro Tag und Person ist noch immer recht hoch. Sie könnten ergänzt worden sein durch die Bevorratung von Nüssen, Samen sowie getrockneten Beeren und Früchten.

Ab März stehen Blätter und Greens zur Verfügung. Wie bereits oben angesprochen, ist eine Bedarfsdeckung mit Kohlenhydraten ausschließlich über Blätter und Salatpflanzen auf Grund der notwendigen hohen Mengen nicht vorstellbar. Es müssten auch in diesen Monaten weitere Quellen aus der Bevorratung von Beeren, Wurzeln und Nüssen vorhanden sein.

August und September sind die Monate mit dem größten Angebot an pflanzlicher Nahrung, nämlich erste Wurzeln, Blätter und Salatpflanzen, Beeren und Nüsse.

Auch im Oktober sind noch drei der vier pflanzlichen Quellen verfügbar. In dieser Zeit müssten dann Vorräte gesammelt, aber auch getrocknet und in einen lagerbaren Zustand gebracht werden. Ohne diese Vorratshaltung ist die Überwinterung nicht denkbar.

Von März bis September wird der Bedarf an Vitamin C, Vitamin A und zum Teil Calcium durch Blätter und Salatpflanzen sehr gut gedeckt. Geringe Mengen an Vitamin A können auch in der menschlichen Leber gespeichert werden. Die Resorption von Calcium ist abhängig vom Bedarf.

Zwischen August und Oktober stehen weitere Quellen an Vitamin C und Vitamin A durch Samen, Nüsse und Beeren zur Verfügung.

Die Versorgung mit Vitamin A und C in den Wintermonaten, zwischen November und Februar, gelingt nicht, wenn ausschließlich von Wurzeln und Knollen gelebt wird. Auch hier muss eine Bevorratung weiterer Pflanzen (Beeren) angenommen werden.

Diese Annahmen sind nur richtig, wenn die verfügbare Pflanzenmasse/Individuum vorhanden war.

Kapitel XIV: Zusammenfassung

Die Arbeit ging der Frage nach, wie sich die Ernährung der Hominiden während der sehr wechselhaften Klimabedingungen der OIS 3 gestaltete. Es sollte belegt werden, was gegessen wurde, ob die klimatischen Bedingungen zu Hunger zwangen, ob die Ernährung, wie aus Faunenuntersuchungen und Isotopenuntersuchungen vielfach geschlossen wird, ausschließlich aus tierischen Ressourcen bestehen konnte, und ob es Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen dem AMH und den Neandertalern bezüglich der Ernährung gab. Ferner sollte geklärt werden, inwieweit sich die Ernährung auf Gesundheit und Fortpflanzungsfähigkeit der Hominiden auswirkte.

Archäologische Hinterlassenschaften lassen keine Einschätzung bezüglich der Energieaufnahme, der Bedarfsdeckung mit Makro- und Mikronährstoffen für ein einzelnes Individuum zu. Es musste daher ein Instrument in Form von Modellkalkulationen geschaffen werden, welches eine Abschätzung für die Bedarfsdeckung einer Person zuließe.

Eine ausführliche Zusammenfassung der Ergebnisse befindet sich am Ende jedes der vorangegangenen Kapitel. Hier soll eine Beantwortung der eingangs formulierten Fragestellungen erfolgen.

Gibt es Unterschiede in der Nahrungsaneignung, die bedingt sind durch die klimatischen Bedingungen in den drei Abschnitten der OIS 3?

Dominanz der Jagdtiere

Bezüglich der untersuchten Merkmale der Ernährung und Nahrungsaneignung während der OIS 3 sind kaum Unterschiede in der Präferenz der Jagdtiere erkennbar. In den beiden ersten Perioden machen Rentiere rund 47 % der Beute aus, in Periode III geringfügig weniger. Rentiere dominieren somit in Periode I und III, in Periode II sind es die Pferde. In Periode III werden ähnlich viel Pferde erlegt wie in Periode I, aber es kommt eine weitere dominante Jagdgruppe hinzu, die Mammuta.

Bezüglich der Klimaänderungen sieht man in Periode III eine bevorzugte Hinwendung zu einem weiteren Jagdtier, dem Mammut, wobei auch die Jagdtiere der beiden vorhergehenden Perioden noch weiterhin eine große Rolle spielen. Mammuta bieten sehr viel mehr Energie und Fette als die anderen Jagdtiere und wären von Vorteil in einer immer kälter werdenden Umwelt.

Kleine Tiere

Nachdem das Vorhandensein von Leporiden und großen Vögeln in Periode II stark zurückging, findet ein großer Anstieg in Periode III statt, der über dem Vorkommen in Periode I liegt. Die Zunahme von Leporiden und großen Vögeln in der Periode III könnte auch als ein Klimasignal gedeutet werden, weil es in diesem Zeitabschnitt immer kälter wird. Fische dagegen bleiben auf einem gleichbleibend niedrigen Niveau.

Jagdmuster

In Periode I und III dominiert das Prime age adult Jagdmuster, in Periode II das Catastrophic Profil. Die Periode II zeigt also eine Abweichung vom bevorzugten Jagdmuster, dem Prime age adult Profil, in Periode I und III hin zum Catastrophic Profil. Dies könnte eine sehr variable Umwelt widerspiegeln mit nicht immer vorhersehbaren Ressourcen, denn die Periode II war gekennzeichnet durch starke Klimasprünge, die wohl von Veränderungen in den Tierpopulationen bzw. deren Verfügbarkeit bekleidet waren.

Skeletteildominanz

In Periode I und II dominieren die Extremitäten, in Periode III die ganze Karkasse bei der Auswahl der Skelettelemente. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass in der Periode III mehr Möglichkeiten zum Transport zur Verfügung standen, oder Jagdplätze und Base camps identisch waren. Für die Auswahl der Skeletteile ist kein Klimasignal erkennbar. In allen drei Zeitabschnitten werden die ganze Karkasse, die Extremitäten und die Crania von den Jägern bevorzugt, dies allerdings in verschiedenen Verhältnissen zueinander.

Anthropogene Spuren

Insgesamt sind in allen drei Perioden die Schlag- und Schnittspuren sowie die Knochenmarkgewinnung auf einem sehr hohen Niveau (80 % und darüber). Brandspuren dagegen nehmen von Periode I zu Periode II stark zu und bleiben in Periode III auf diesem Niveau. Herde und andere Combustion Features sind in Periode I und II fast gleichviele vorhanden und nehmen in Periode III um das Doppelte zu. Dies könnte die Folge von Erhaltungsbedingungen sein.

Schlag- und Schnittspuren sowie die Knochenmarkgewinnung lassen kein Klimasignal erkennen. Diese anthropogenen Eingriffe an der Fauna sind auf gleichbleibend hohem Niveau durch die drei Zeitabschnitte.

Jagdsaison

Für die Periode I ist eine gleichmäßig hohe Jagdaktivität für die Monate April bis November gegeben. Die Tiere werden besonders im Spätsommer und frühen Herbst erlegt, der Zeit, in der sie in bester körperlicher Verfassung hinsichtlich der Menge an Fleisch und Fettgewebe sind. Dies entspricht den Erwartungen für eine optimale Ausbeute.

Auch in der zweiten Periode ist noch ein Trend hin zur höchsten Jagdaktivität in den Sommer- und Herbstmonaten zu erkennen.

In Periode III gibt es einen signifikanten Abfall der Jagdaktivität in den Frühlingsmonaten April und Mai. Die Tiere sind zum Winterausgang in der schlechtesten körperlichen Verfassung, was eine Folge des aufgezehrten Muskelfetts und des subkutanen Fettes ist, werden aber in den Monaten Dezember bis Februar genauso stark bejagt wie im August. Eine verstärkte Jagd zu diesem Zeitpunkt im Jahresverlauf lässt sich eventuell dadurch erklären, dass das Knochenmark der Tiere begehrt war, da es paradoxerweise in den Wintermonaten sehr fettreich ist.

Während in den Perioden I und II eine ausgeprägte Jagdaktivität von Frühling bis Herbst zu verzeichnen ist, liegt sie in Periode III im Winter und es ist ein starker Rückgang der Jagdaktivität in den Frühlingsmonaten zu beobachten. Dies könnte nur damit erklärt werden, dass es bei einer immer kälter werdenden Umwelt notwendig wurde, auch im Winter Jagd zu machen, um das in Hungerzeiten der Tiere mit Fett aufgeladene Knochenmark zu erlangen.

Insgesamt scheint sich das Klima auf die untersuchten Merkmale nicht stark ausgewirkt zu haben. Die Periode II unterscheidet sich hierin stark von der Periode I und der Periode III.

Höhlenbären als Nahrung

Es gibt im Arbeitsgebiet sehr viele Höhlen, die für Höhlenbären Hibernationsorte waren, und Höhlen, die von Hominiden und Höhlenbären genutzt wurden. Dennoch ist die Zahl der Fundplätze, in denen Höhlenbären sicher zu Nahrungszwecken gedient haben, niedrig.

In Periode I gibt es vier Fundorte, in Periode II sind zwar 7 Fundorte mit anthropogenen Spuren an Höhlenbären nachweisbar, aber nur für einen (Grotte du Renne) ist dies wohl zu Nahrungszwecken geschehen. In Periode III liegen alle Fundorte mit Höhlenbärenausbeutung auf der Schwäbischen Alb.

Monospezifische Jagd

Die monospezifische Jagd kann in Periode I in fünf Fundorten (20 % der Fundplätze) auf *Rangifer tarandus* und *Mammuthus primigenius* nachgewiesen werden, in Periode II sind es nur zwei Fundplätze (10,5 %) mit monospezifischer Jagd auf *Bos sp.* und *Equus sp.* und in Perioden III 9 Fundorte (25 %) mit Jagd auf *Rangifer tarandus*, *Equus sp.* und *Mammuthus primigenius*, sie liegen vom äußersten Westen bis in den äußersten Osten des Arbeitsgebietes. Insgesamt nimmt die monospezifische Jagd im Laufe der Zeit zu, bei den dabei bevorzugten Tierarten für die monospezifische Jagd jedoch gibt es keinen Trend.

Mammuta

Die Jagd auf *Mammuta* nimmt nach einem starken Rückgang von Periode I zu Periode II in Periode III stark zu. Der Schwerpunkt liegt in Periode III in den Freilandfundstellen in Österreich, Tschechien und Polen. Ganz im Westen ist kein Fundplatz mit Mammutjagd nachweisbar.

Aber schon in Periode I kann nachgewiesen werden, dass in vier Fundorten – Lynford, Balver Höhle, Salzgitter-Lebenstedt und Molodova I – *Mammuta* gezielt für Ernährungszwecke genutzt wurden. In Molodova I liegt sogar monospezifische Jagd auf *Mammuta* vor.

In Periode II kann für drei Fundorte die Jagd auf *Mammuta* festgestellt werden. Für die Grotte de Spy und den Vogelherd kann eine Ausbeutung von Mammutcrania nachgewiesen werden.

Sind Unterschiede zwischen den beiden Hominidenarten (Neandertaler und AMH) und ihren jeweiligen archäologischen Belegungsepochen zu erkennen bezüglich Nahrungsauswahl und Nahrungsverarbeitung?

Ist für den AMH eine größere „Diet breadth“ nachweisbar?

Welche Tiere wurden gegessen?

Welche Spuren der Verarbeitung von Nahrung gibt es?

Dominante Jagdtiere

Im Mittelpaläolithikum und im Aurignacien dominieren das Rentier und die Pferde, im Gravettien sind es Mammut und Rentier. Das Ren nimmt vom Mittelpaläolithikum zum Aurignacien stark zu und im Gravettien ab, unter den Level des Mittelpaläolithikums.

Die Anzahl der gejagten Tierarten ist im Mittelpaläolithikum am größten. Im Gravettien ist das Mammut die bevorzugte Jagdbeute.

Insgesamt liegt der größte Unterschied in der Auswahl der bevorzugten Jagdbeute nicht zwischen Neandertalern und AMH des Aurignaciens, sondern zwischen dem Aurignacien und dem Gravettien, wie auch durch die Berechnung verschiedener Diversitätsmaße gezeigt werden konnte (vgl. Kap. VII, Ergebnisse II, 5.1).

Vom Mittelpaläolithikum über das Aurignacien bis zum Gravettien werden stets Tiere mit einer mehrgastrischen Verdauung (Rentiere, Boviden, Cerviden) in Kombination mit Tieren mit einer monogastrischen Verdauung (Pferde, Mammuta, Wollnashörner) gejagt. Es werden nie ausschließlich Rentiere oder auch andere mehrgastrische Tiere, wie Boviden oder Cerviden gejagt, wenn man von den Fundplätzen mit monospezifischer Jagd absieht.

Kleine Tiere

Wie an anderer Stelle erwähnt, ist der Nachweis, dass die Kleinen Tiere von Hominiden zu Nahrungszwecken genutzt wurden, nicht zu erbringen. Aber es ergibt sich eine Veränderung vom Mittelpaläolithikum zum Gravettien in deren Häufigkeit an den Fundplätzen.

Das Vorhandensein von Leporiden und großen Vögeln nimmt vom Mittelpaläolithikum bis zum Gravettien stark zu. Dies spricht für eine vergrößerte Diet Breath, insbesondere für die Menschen des Gravettien. Es könnten aber auch die besseren Erhaltungsbedingungen an den jüngeren Fundplätzen sein, die mehr erhaltenes Knochenmaterial bereithalten.

Fische nehmen in allen drei archäologischen Kulturen eine untergeordnete Rolle ein.

Dass nur große Vögel und Leporiden verstärkt in den Fundplätzen vorkommen, könnte neben deren Ernährungszweck auch darauf hindeuten, dass deren Felle und Federn für die Menschen von Bedeutung waren.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht ergibt sich hier keine vergrößerte Diet Breath, weil die Kleinen Tiere in Bezug auf ihre Nährwerte keine Verbesserung darstellen.

Jagdmuster

Vom Mittelpaläolithikum bis zum Gravettien dominiert das Prime age adult Profil beim Jagdmuster, allerdings auf unterschiedlich hohem Niveau. Es ist im Vergleich aller Jagdmuster

im Aurignacien am höchsten. Im Mittelpaläolithikum und im Aurignacien steht an zweiter Stelle das Catastrophic Profil. Beide Jagdmuster sind ein Beleg für die möglichst optimale Ausbeute hinsichtlich Menge und Qualität der Jagdtiere.

Bevorzugte Skelettelemente

Die bevorzugten Skeletteile sind vom Mittelpaläolithikum bis zum Gravettien Extremitäten und die ganze Karkasse, aber in unterschiedlichen Verhältnissen. Im Aurignacien dominiert die ganze Karkasse, im Mittelpaläolithikum die Extremitäten und im Gravettien werden beide in gleichem Maß bevorzugt.

Die Bevorzugung der Extremitäten und der ganzen Karkasse deuten darauf hin, dass die Hominiden sowohl auf möglichst viel Fleisch, als auch auf Knochenmark und subkutanes Fett Wert legten. Fleischreiche Teile, wie die Extremitäten, zu transportieren, ist mit einer Transportentscheidung verbunden, was ebenfalls einen Einfluss auf die Skeletteildominanz gehabt haben dürfte.

Anthropogene Spuren

Schlacht- und Schnittspuren sowie die Knochenmarkgewinnung sind im Mittelpaläolithikum und Aurignacien auf einem sehr hohen Niveau und sinken im Gravettien ab. Dagegen nehmen die Brandspuren an der Fauna vom Mittelpaläolithikum über das Aurignacien zum Gravettien hin stark zu. Auch Herde und Feuerstellen sind im Aurignacien und Gravettien stärker vertreten als im Mittelpaläolithikum.

Neandertaler und AMH des Aurignaciens haben ihre Beutetiere in ähnlicher Weise stark ausgebeutet, die Menschen des Gravettien dagegen, scheinen ihre Beutetiere weniger stark ausgenutzt zu haben.

Jagdsaison

Bezüglich der bevorzugten Jagdsaison im Jahresverlauf unterscheiden sich die drei archäologischen Kulturen. Während sich die Jagdmonate des Mittelpaläolithikums und des Aurignaciens noch stark überschneiden (Sommer, Herbst), wurde im Gravettien bevorzugt von Frühling bis Sommer gejagt. Zum Herbst hin gibt es im Gravettien einen deutlichen Rückgang.

Insgesamt haben sich Neandertaler und die AMH des Aurignaciens sehr ähnlich verhalten, was Auswahl, Verarbeitung der Jagdbeute und Jagdsaison betrifft. Im Gravettien dagegen verhalten die Menschen sich in Bezug auf die genannten Merkmale anders.

Dies könnte dahin gehend gedeutet werden, dass sie andere, neue und zusätzliche Methoden oder Ressourcen genutzt haben, um ihren Nahrungsbedarf zu decken.

Monospezifische Jagd

An fünf (9,6 %) der Fundplätze findet im Mittelpaläolithikum eine monospezifische Jagd statt. Jagdbeute sind Rentiere, Boviden und in einem Fall auch Mammuta.

Im Aurignacien kommt die monospezifische Jagd an sechs (19,1 %) der Fundplätze vor. Die Beutetiere sind Rentiere und Pferde. Sie erstrecken sich vom äußersten Westen bis in den äußersten Osten des Arbeitsgebietes. Allgemein sind die dominanten Jagdtiere Rentiere, Mammuta und Pferde.

Im Gravettien findet sich monospezifische Jagd bei 16 % aller Fundplätze. Die begehrte Beute ist das Mammut. Für keine andere Tierart ist monospezifische Jagd nachgewiesen.

Die monospezifische Jagd hat einen Peak im Aurignacien, wobei sich die bevorzugten Beutetiere in jeder Epoche ändern.

Neandertaler haben somit am wenigsten Jagd auf eine Tierart allein unternommen, wobei aber der Fundplatz Molodova I mit einer monospezifischen Jagd auf Mammut herausragt.

Höhlenbären als Nahrung

Für das Mittelpaläolithikum wird eine Erbeutung von Höhlenbären im Geißenklösterle und dem Hohlenstein-Stadel sowie der Balver Höhle während des Winterschlafes der Tiere angenommen.

Die Balver Höhle liefert Hinweise auf Bärenjagd auf Prime age adulte Tiere im Winterschlaf.

Insgesamt dürfte die Jagd auf die Tiere im Winterschlaf weniger gefährlich gewesen sein als im Sommer. Andererseits bauen die Bären während des Winterschlafes ihr Fettgewebe ab und sind als Nahrung nicht mehr so interessant. Bleibt noch die Jagd auf die Bären zur Nutzung der Felle.

Im Aurignacien ist die Ausbeutung von Höhlenbären für die Deszczowa Höhle (ohne weitere Angaben), das Geißenklösterle sowie den Hohlenstein-Stadel nachgewiesen. Im Hohlenstein-Stadel gibt es auf den Höhlenbärenknochen Schlacht- und Schnittspuren.

Die Ausbeutung von Höhlenbären ist für das Gravettien nur für die Höhlen auf der Schwäbischen Alb nachgewiesen. Im Geißenklösterle erlegte man die Tiere zum Winterende. Im Hohle Fels sind an Bärenknochen Schlacht- und Schnittspuren nachgewiesen. Eventuell nutzte man die Bärenknochen als Brennmaterial. Hier wurde den Bären ebenfalls im Winter nachgestellt.

Die Behandlung der Bärenknochen in der Brillenhöhle lässt auf die Gewinnung von Knochenmark schließen.

Mammuta

Im Mittelpaläolithikum ist für vier Fundplätze die gezielte Jagd auf Mammuta nachweisbar. Molodova I ist der einzige außergewöhnliche Mammutjagdplatz. Hier liegt eine monospezifische Jagd vor. Es wurden alle Altersklassen erlegt.

Nur für zwei Fundplätze ist im Aurignacien die Jagd auf Mammuta nachgewiesen. Beide liegen auf der Schwäbischen Alb. Am Vogelherd wurden insbesondere Mammutcrania ausgebeutet. Im Geißenklösterle kommen Mammutüberreste in zwei Aurignacienschichten vor.

Im Gravettien steigt die Jagd auf Mammuta sprunghaft an. Der Schwerpunkt liegt dabei in Österreich und Tschechien. Für Milovice I liegt eine monospezifische Jagd vor, 98,7 % der Fauna besteht aus Mammuta. Sie erlegten dort Prime age adulte Tiere und verarbeiteten die gesamte Karkasse wobei die Fußknochen fehlen. Ebenfalls monospezifische Jagd fand in Krakow Spadzista Street statt, hier stammt 99,8 % des Faunenmaterials von Mammuta.

Gab es genügend Nahrung oder war Hunger ein täglicher Begleiter?

Schaut man sich die Mengen an Fleisch, Fett und Knochenmark an, die in der Modellkalkulation (vgl. Kap. IX) (bis zu 1,5 kg Fleisch und 200 g Fett) ermittelt wurden, dürfte es keinen Hunger gegeben haben. Ein einziges der Jagdtiere hätte eine Gruppe von Menschen für viele Tage mit Proteinen und Fett versorgt, gerade dann, wenn die Hominiden die maximale täglich mögliche Fleischaufnahme, die durch die Stickstoffentgiftung begrenzt ist, verzehrt hätten.

Aus den Kalkulationen für Fleisch ergaben sich die defizitär vorhandenen Makro- und Mikronährstoffe, woraus abgeleitet werden konnte, wie viel von den verschiedenen, in der OIS 3 vorhandenen Pflanzengruppen gegessen werden musste, um die Defizite auszugleichen.

Da Pflanzen die einzigen Kohlenhydratträger in der paläolithischen Welt waren, mussten verhältnismäßig große Mengen, bis zu 700 g/Tag, z.B. an unterirdischen Speicherorganen, konsumiert werden.

Sofern man voraussetzt, dass die Jagd regelmäßig erfolgreich war und die Pflanzenstandorte bekannt und erreichbar waren, sollte Hunger keine Rolle gespielt haben.

Gibt es Unterschiede zwischen den Fundplatzgattungen: Freiland, Höhle und Abri innerhalb der drei zeitlichen Perioden?

Sowohl die Entwicklung des Morisita-Horn-Index als auch der χ^2 - Tests zeigen, dass im Laufe der Perioden I bis III die Überlappung der Ressourcen zwischen Höhle und Abri gegenüber dem Freiland abnimmt.

Dies liegt vermutlich auch daran, dass in Periode III die Freilandfundstellen stärker vertreten sind. Es kann aber auch als eine unterschiedliche Art der Nutzung der Fundplatzgattungen interpretiert werden.

War es für die Menschen, die im nördlichen Europa lebten, aus Sicht der Ernährungsphysiologie möglich, während der letzten Eiszeit zu „überleben“? Welche Art von Nahrung dominierte?

War die Ernährung bedarfsdeckend und eine Grundlage für ein gesundes Leben?

Gab es Nährstoffe, die im Überfluss konsumiert werden konnten oder gab es Nährstoffe, die nur begrenzt verfügbar waren?

Alle Makro- und Mikronährstoffe in ausreichender Menge garantieren bestmögliche Gesundheit und Fortpflanzungsfähigkeit.

Energie, Proteine, Fette

Der Energiebedarf, obwohl sehr hoch, konnte mit den vorhandenen Ressourcen gedeckt werden. Es gibt aber einen großen Unterschied im Verhältnis der Makronährstoffe zueinander im Vergleich zu einer heutigen, modernen, westlichen Ernährung. Energie bezogen die Hominiden in erster Linie aus Fett. Solange Fette ausreichend vorhanden waren und eine minimale Zufuhr von Kohlenhydraten aus Pflanzen sichergestellt werden konnte, kam es nicht zum Abbau von körpereigenen Proteinreserven zu Gunsten der Versorgung der Glukosebedürfnisse des Gehirns, der Erythrozyten und des Nierenmarks.

Kohlenhydrate

In Zeiten des Kohlenhydratmangels (Mangels an pflanzlicher Nahrung), musste der Organismus zunächst auf den Umbau von Proteinen zu Glukose und im weiteren Verlauf zu einem Abbau von Fetten (sofern es Fettreserven im Körper gab) zu Ketokörpern umgestellt werden. Dauerte dieser Zustand des Kohlenhydratmangels länger als etwa 1 Woche an, stellte sich langfristig eine Ketoazidose ein.

Nur Pflanzen bieten die notwendigen Kohlenhydrate.

Die Ergebnisse der Biomisation im Stage 3 Projekt ergab eine Liste von PFT, die in diesem Zeitabschnitt vorhanden waren. Diese Ergebnisse wurden verglichen mit neueren Daten von Biomisationen und dem Vorkommen von Pollen an Fundorten innerhalb des Arbeitsgebietes und der OIS 3. Diese Ergebnisse ergänzten sich hervorragend.

In einem weiteren Schritt wurde versucht, Nachweise für Pflanzen an Fundorten, die mittels verschiedener Methoden (Makropflanzenreste, Stärkenachweis, Gebrauchsspuren auf Werkzeugen, Microwear von Zähnen) erhoben wurden, zu ermitteln.

Die ergiebigste Methode ist der Nachweis von Stärke im Zahnstein und auf Werkzeugen. Stärke wird schon bei Neandertalerzähnen im Mittelpaläolithikum nachgewiesen. Dann erst wieder bei Zähnen des *H. sapiens* im Gravettien. Die scheinbare Fundlücke dazwischen ist wohl die Folge der wenigen *H. sapiens*-Überreste, die es für das frühe Jungpaläolithikum gibt.

In manchen Fällen war es möglich, aus der Stärke die Pflanzenart zu ermitteln. Dabei handelte es sich ausnahmslos um Stärke aus Gräsern oder unterirdischen Speicherorganen. Dies ist ein Beleg dafür, dass bereits die Neandertaler sehr gut wussten, welches die besten Kohlenhydratquellen sind, nämlich Gräsern und USO.

Es bleibt rätselhaft, in welcher Form die Gräsern konsumiert wurden, da die entspelzt werden mussten und die darin enthaltene Stärke auch nur gut in gekochtem Zustand für die Verdauungsenzyme verwertbar sind. Eventuell wurden sie in Wasser zum Gären gebracht, oder nach dem Entspelzen ohne Werkzeuge zerrieben.

Die Untersuchung von Stärkekörnern auf Werkzeugen ergab ein ähnliches Ergebnis, sie stammen überwiegend von USO und Samen. Allerdings ist der Nachweis von Stärke auf geschlagenen Werkzeugen erst ab dem Gravettien gegeben, weil die Werkzeuge wie GST erst ab diesem Zeitpunkt in Fundplätzen auftreten.

Die Gebrauchsspurenanalyse von Werkzeugen (GST) ist aus o.g. Gründen auch erst ab dem Gravettien möglich. Die Werkzeuge sind durchweg Reibsteine, Stößel, Reibplatten, Hammersteine. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass Pflanzen damit bearbeitet wurden, teilweise in Kombination mit dem Nachweis von Stärkerückständen.

Durch die Kombination der beiden Methoden der Gebrauchsspurenanalyse mit der Residuenanalyse konnte belegt werden, dass stärkehaltige Pflanzen verarbeitet wurden zu einer Art Mehl. Mehl hat im Gegensatz zur frischen Pflanze den Vorteil, dass sie in diesem Zustand leicht lagerbar ist, leicht zu transportieren ist und in Verbindung mit Wasser und Feuer rasch zubereitet werden kann. Da Kohlenhydrate im Paläolithikum des nördlichen Europas stets knapp waren, ist dies eine neue innovative Methode zur Herstellung einer rasch verfügbaren Nahrungsressource in Zeiten der Knappheit. Diese neue Technologie scheint zeitgleich an verschiedenen Orten um 28 ka BP aufzutreten.

Die Dental Microwear-Analyse ergab sowohl für die Hominiden des Mittelpaläolithikums als auch des Jungpaläolithikums, dass diese sowohl eine gemischte Kost als auch eine fleischbasierte Kost, in manchen Fällen eine harte, faserartige Kost zu sich nahmen. Dieses Ergebnis ist nicht weiter erstaunlich, da die Dental Microwear-Analyse nur die Ernährung während weniger Wochen vor Ableben des Individuums feststellen kann.

Auf der Basis der durch die Biomisation ermittelten Pflanzen, die in der OIS 3 im nördlichen Europa vorhanden waren, wurde nach den Nährwerten für diese Pflanzen gesucht. Es konnten 13 Quellen für die Zusammensetzung von Wildpflanzen der OIS 3 gefunden werden. Diese Datenbasis umfasst leider nicht alle Wildpflanzen der OIS 3, gibt aber einen hervorragenden Überblick über die einzelnen essbaren Pflanzengruppen:

- Blätter, Stängel, Nadeln,
- Greens, Salatpflanzen,
- Innere Rinde, Cambium,
- Nüsse und fetthaltige Samen,
- Wurzeln, Knollen, Rhizome (USO),

- Gräsersamen.

Um den minimalen Bedarf von 150 g/d an Kohlenhydraten decken zu können, müsste von allen Pflanzengruppen täglich gegessen werden. Am ergiebigsten sind dabei USO und Nüsse und Samen. Beide Pflanzengruppen können gut gelagert werden und wären Nahrung für Notzeiten. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass die tägliche Kohlenhydrataufnahme zeitweise unter 150 g lag und sich der Körper auf einen ketoazidotischen Stoffwechsel umgestellt hat.

Pflanzen tragen in geringem Umfang auch zur Proteinversorgung und zur Fettversorgung bei. Nüsse und fetthaltige Samen haben den höchsten Fettgehalt und tragen auch zur Versorgung mit essentiellen Fettsäuren bei.

Es konnte nachgewiesen werden, dass es mit Pflanzen der OIS 3 sehr gut möglich ist, den Bedarf an Vitamin C und Vitamin A zu decken (defizitär in Fleisch). Da Vitamin C in tierischen Ressourcen nur sehr begrenzt vorkommt, ist so eine Bedarfsdeckung durch Pflanzen gegeben.

Die im Fleisch defizitären Mineralstoffe Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium und Phosphor können ebenfalls durch eine Kombination der o.g. Pflanzengruppen zur Verfügung gestellt werden.

Für die Vitamine D, E, Folsäure, Biotin, Vitamin K und Vitamin B₁₂, sowie für den Mineralstoff Jod standen keine Analysewerte für die Tiere und Pflanzen der OIS 3 zur Verfügung. Es wurde versucht, diese zu rekonstruieren aus Daten domestizierter Pflanzen und Tiere.

Der Bedarf an Vitamin E kann durch wenige in der OIS 3 vorhandene Pflanzen gedeckt werden wie, z.B. Löwenzahn, Leinsamen, Pastinaken, Haselnuss, Brassicaarten, Rumex und Knoblauch.

Die Leber domestizierter Tiere ist sehr folsäurehaltig, was man auch von Wildtieren annehmen darf. Leber ist aber eine begrenzte Ressource, sie müsste in erster Linie schwangeren Frauen zur Verfügung gestellt worden sein. Die gleichen Pflanzen, die Vitamin E enthalten, sind auch folsäurereich. Auch in diesem Fall ist mit einer Bedarfsdeckung der Hominiden der OIS 3 zu rechnen.

Der Bedarf an Biotin kann durch Innereien sowie durch die Pflanzen Haselnuss, Leinsamen, Brassicaarten, Knoblauch sowie durch Pilze gedeckt worden sein.

Vitamin K kann vermutlich vom Darmmikrobiom produziert werden. Gute pflanzliche Quellen wären Spinat, Brassicaarten, Knoblauch und Rucola.

Vitamin B₁₂ kommt ausschließlich in Nahrung tierischer Herkunft vor. Fleisch und insbesondere Innereien sind reich an Vitamin B₁₂. Bei dem hohen Fleischkonsum, der für die paläolithischen Hominiden ermittelt wurde, war der Bedarf mehrfach gedeckt.

Essentielle Fettsäuren

Der Bedarf an n-6 und n-3 Fettsäuren kann durch intramuskuläres Fett von Rentier und Boviden nicht gedeckt werden, ebenfalls nicht durch Fettgewebe dieser Tiere. Beim Rentier könnte der Bedarf an n-3 Fettsäuren und n-6 Fettsäuren lediglich durch die gesamte Menge an Knochenmark eines Tieres für eine Person gedeckt werden.

Einen großen Unterschied jedoch gibt es bei Pferden. Ausgehend von der maximal möglichen Fleischmenge pro Tag, wäre es möglich, den Bedarf an n-3 Fettsäuren für eine Person mit Pferdemuskelfleisch zu decken, jedoch nicht den Bedarf an n-6 Fettsäuren.

Eine bessere Quelle ist das Depotfett der Pferde. Der Bedarf an n-6 und n-3 Fettsäuren lässt sich sehr gut aus dem Depotfett von Pferden decken. Die minimale Fettzufuhr, um den Bedarf an n-6 Fettsäuren zu decken, liegt zwischen 135 g und 200 g Depotfett. Bei einer Depotfettmenge von 7000 g würde dies für rund 35 Personen ausreichen.

Der Bedarf an n-3 Fettsäuren ist weit geringer und wäre mit 27 g – 33 g pro Tag gedeckt. Das würde für weit mehr Personen ausreichen, da aber zur Bedarfsdeckung mit n-6 Fettsäuren 135 g – 200 g täglich notwendig wären, wären sie der limitierende Faktor.

Für die Gehirnentwicklung sind die mehrfach ungesättigten Fettsäuren EPA und DHA notwendig. Allein durch den Verzehr der sehr hohen Menge an Muskelfleisch von Pferden lässt sich der Bedarf an EPA und DHA nicht decken. Auch Depotfett wäre nicht ausreichend, da unrealistisch hohe Mengen gegessen werden müssten (500 g bis 1,5 kg).

Da Pferdefleisch und Pferdefett einen sehr hohen Gehalt an ALA haben, bliebe noch die Konversion zu DHA im menschlichen Organismus. ALA aus Pferdefleisch würde den Bedarf nicht decken, aber ALA aus 100 g Depotfett (6,7 g/100 g Depotfett) würde bei einer Konversionsrate von 3,8 – 6 % rund 0,255 g bis 0,402 g DHA ergeben. Dies liegt im Bereich des Tagesbedarfs an EPA und DHA für das Gehirn.

Dies ist eine bedeutende Feststellung. Sie lässt den Schluss zu, dass aquatische Ressourcen, wie sie für die OIS 3 im nördlichen Europa auch kaum nachgewiesen sind, auch nicht notwendig wären, wie bisher angenommen wurde.

Eine Ernährung mit Pferdefleisch und Pferdefett könnte den Bedarf sehr gut decken. Dies lässt den Schluss zu, dass in allen drei zeitlichen Perioden der OIS 3 und in allen drei archäologischen Perioden stets Tiere mit monogastrischer Verdauung, wie es Pferde und Mammuta sind, gejagt wurden. Eine reine Ernährung mit Fleisch und Fett von Tieren mit mehrkammrigem Magen würde nicht ausreichend essentielle Fettsäuren liefern. Nur Fleisch und Fett von Tieren mit monogastrischer Verdauung haben ausreichende Mengen der n-3 und n-6 Fettsäuren sowie ALA zur Konversion zu DHA gespeichert.

Daneben konnte nachgewiesen werden, dass einige der in der OIS 3 verfügbaren Pflanzen ebenfalls große Mengen an n-6 Fettsäuren und n-3 Fettsäuren speichern, was ebenfalls zur Versorgung beigetragen haben dürfte.

Mikronährstoffe

Die Vitamine B₁, B₂, Niacin, Pyridoxin, Pantothersäure und Vitamin B₁₂ sowie die Mineralstoffe Eisen, Kupfer und Zink kommen reichlich im Muskelfleisch vor. Vitamin A kann nur teilweise durch Muskelfleisch bereitgestellt werden, kommt aber in Leber reichlich vor. Die genannten Mikronährstoffe sind weit über den Tagesbedarf hinaus in der tierischen Nahrung vorhanden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass eine Ernährung auf der alleinigen Basis tierischer Ressourcen den Bedarf an Kohlenhydraten sowie der Vitamine C, Folsäure, Vitamin E, Biotin und Vitamin K und der Mineralstoffe Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium und Phosphat nicht decken kann.

Während es möglich war, für die Tiere eine Aufteilung nach den drei zeitlichen Perioden der OIS 3 vorzunehmen, ist das für die pflanzliche Nahrung nicht möglich. Es konnte lediglich gezeigt werden, dass die in der OIS 3 verfügbaren Pflanzen in der Lage sind, die Defizite durch eine ausschließliche Fleischnahrung auszugleichen.

Eine alleinige Ernährung auf der Basis von Pflanzen dagegen, wäre in der OIS 3 nicht bedarfsdeckend gewesen. Diese würde einen Mangel an Energie, Proteinen, Fetten und den Mikronährstoffen, Vitamin B₁, B₂, Niacin, Pyridoxin, Pantothersäure und Vitamin B₁₂ und an den Mineralstoffen Eisen, Zink, Selen, Kupfer und Mangan bedeuten. Ein gesundes Überleben und erfolgreiche Fortpflanzung wären mit einer ausschließlichen Kost auf der Basis der in der OIS 3 verfügbaren Pflanzen nicht möglich gewesen.

Die Vitamine A und C sowie die Mineralstoffe Magnesium und Eisen können bedarfsdeckend aus Pflanzen aufgenommen werden.

Für die Vitamine E, K, Folsäure, Biotin und den Mineralstoff Calcium kann eine Bedarfsdeckung durch Kombination von pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln angenommen werden, wenn dafür auch für die OIS 3 harte Daten fehlen.

Nicht geklärt werden konnte, wie sich die Hominiden der OIS 3 ohne aquatische Ressourcen mit Jod versorgen konnten. Die einzige Quelle für Jod ist die Schilddrüse von Jagtieren. Dies ist aber eine sehr begrenzte Ressource, da dieses Organ sehr klein ist.

Vitamin D wird normalerweise in der menschlichen Haut unter der Einwirkung der UVB Strahlung (290 – 315 nm) gebildet. Die Mengen an Vitamin D, die in erster Linie aus Innenreien stammen, sind begrenzt und nicht bedarfsdeckend.

Die notwendige Strahlung von 290 –315 nm durchdringt in nördlich gelegenen Regionen heute zwischen November und März kaum die Atmosphäre. Menschen leben in dieser Zeit aus ihren Vitamin D-Speichern, sofern diese in den Monaten April bis Oktober durch Bildung von Vitamin D in der Haut oder durch Vitamin D in der Nahrung aufgebaut wurden.

Studien der Universität Hannover zeigen, dass es nicht möglich ist, die Sonneneinstrahlung, bzw. die UVB Strahlungsintensität während der OIS 3 im nördlichen Europa sowie die

anderen Faktoren, die Einfluss auf diesen Strahlungsbereich hatten, zu erfassen. Es ist daher nicht möglich zu beurteilen, ob die UVB Strahlung in Kombination mit Kleidung, die den Körper zum größten Teil bedeckt haben dürfte, für die Hominiden ausreichend war.

Welche Folgen für die Gesundheit und die Fortpflanzungsfähigkeit, und damit für die Erhaltung der Art, haben begrenzt verfügbare Ressourcen?

Eine bedarfsdeckende Ernährung war für die Hominiden der OIS 3 nur dann möglich, wenn in Bezug auf knappe Ressourcen ein gewisses Management betrieben wurde.

Eine Ernährung, die durch zeitweisen Energiemangel geprägt ist, beeinträchtigt das kindliche Wachstum, die Lebensdauer und die Fertilität und gefährdet auf diese Weise das Überleben von Populationen.

Wie angedeutet, muss davon ausgegangen werden, dass es immer einmal wieder zu einem Mangel an Kohlenhydraten kam. Die ketoazidotische Stoffwechsellage, die sich auf Grund dessen einstellt, hat negative Folgen für den Organismus. Mit dem Abbau von Proteinen kommt es zum Gewichts- und Kraftverlust und zum Abbau von Muskulatur. Eine ketoazidotische Stoffwechsellage führt zu einer verminderten Fertilität.

Eine Ernährung, die bis zur Grenze der Stickstoffentgiftung auf Fleisch beruht, führt zu einer Entwicklung von Nierensteinen, einer erhöhten Ausscheidung von Calcium und einer azidotischen Stoffwechsellage.

In Bezug auf die Fertilität, eine gelungene Konzeption, eine erfolgreich zu Ende gebrachte Schwangerschaft und Säuglingszeit sind folgende Mikronährstoffe von besonderer Bedeutung: Vitamine C, A, K, D, E, Niacin, Pantothenensäure, Folsäure, Eisen, Jod und Calcium. Durch die Kombination von tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln, die in der Umwelt der OIS 3 vorhanden waren, lässt sich der Bedarf an den genannten Mikronährstoffen gut decken, d.h. nur in Zeiten des Nahrungsmangels dürfte die Reproduktionsrate verringert gewesen sein.

Eine Ausnahme besteht für Jod und Vitamin D, für die keine ausreichenden Ressourcen nachgewiesen werden konnten. Da insbesondere der Mangel an Jod in der Schwangerschaft zur geistigen und körperlichen Behinderung des Kindes führt, könnte dies eine erhebliche Einschränkung der Reproduktion bedeutet haben.

Der Bedarf an essentiellen Fettsäuren und einigen Mikronährstoffen kann jedoch nur dann gedeckt werden, wenn knappe Ressourcen, wie Innereien (Vitamin A, Folsäure, Vitamin D), die Schilddrüse der Tiere (Jod), Knochenmark, Knochenfett, Fettgewebe von Pferden oder anderen monogastrischen Tieren (Calcium, essentielle Fettsäuren), Nüsse und fetthaltige Samen (Vitamin A, essentielle Fettsäuren), Beeren und Früchte (Vitamin C, Vitamin A) in erster Linie den Gruppenmitgliedern im Wachstum bzw. schwangeren Frauen zuteilwurden.

Gab es Nahrungsmittel/Nährstoffe, die im Überfluss konsumiert werden konnten?

Tatsächlich gab es auch in der OIS 3, wenn die Jagd erfolgreich war, Fleisch im Überfluss. Verbunden mit einem hohen Fleischkonsum ist eine hohe Aufnahme von Vitaminen aus der B-Gruppe, sowie von Eisen, Zink und Kupfer.

Es sind keine negativen Auswirkungen einer hohen Aufnahme der B-Vitamine bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass sie als wasserlösliche Vitamine einfach ausgeschieden werden (Biesalski 2019).

Eine hohe Zinkaufnahme stärkt das Immunsystem, fördert die Wundheilung und beugt der altersabhängigen Makuladegeneration vor. Kinder haben im Vergleich zu Erwachsenen einen erhöhten Zinkbedarf. Eine hohe Zinkzufuhr ist daher positiv zu bewerten für Menschen in der OIS 3.

Ein hoher Konsum von Fleisch und Innereien verursacht eine hohe Aufnahme von Eisen. Ein hoher Konsum von rotem Fleisch (alles außer Geflügel) ist ursächlich für eine hohe Rate an Dickdarmkrebs in den modernen Gesellschaften verantwortlich. Die Ursache dafür scheint die überhöhte Aufnahme von Eisen zu sein, das nicht resorbiert werden kann und als freies Eisen den Dickdarm erreicht. Freie Eisenionen gelten als zytotoxisch, weil sie zur Bildung reaktiver Sauerstoffspezies beitragen. Wahrscheinlicher ist, dass nitrolysiertes Häm zur Bildung von N-Nitrosoverbindungen und Fettoxydationsprodukten führt. Diese können die DNA schädigen und auf diese Weise cancerogen wirken (Hahn et al. 2016).

Allerdings muss man anmerken, dass Dickdarmtumoren eine lange Entwicklungszeit haben und daher bei den Hominiden der OIS 3 wahrscheinlich nie als Krankheit zum Tragen kamen, da diese zu früh verstarben.

Anzumerken bleibt am Ende noch, dass nicht nur eine Nährwertrelation (12 % Proteine, 30 % Lipide, 50 -60 % Kohlenhydrate), wie sie aus Sicht der Ernährungswissenschaft für den modernen Menschen als gesund und bedarfsdeckend empfohlen wird, diesen Anspruch erfüllt. Die Zusammensetzung der Nahrung, wie sie hier für die Hominiden der OIS 3 gezeigt wird, entspricht nicht den heutigen Vorgaben, dennoch konnte gezeigt werden, dass sie bedarfsdeckend und gesund war.

Der evolutionäre Erfolg der menschlichen Ernährungsbedürfnisse liegt nicht, in einer evolutionären Anpassung an eine paläolithische Ernährung, sondern in der Flexibilität des Stoffwechsels, der sich auf ein sehr breites Nahrungsangebot einstellen kann.

Fazit:

Die Grundlage der Ernährung der Hominiden in der OIS 3 war Fleisch, subkutanes Fett und Knochenfett, denn nur auf diese Weise konnte der hohe Energiebedarf gedeckt werden. In

Kombination mit Pflanzen der OIS 3 war die Ernährung ausreichend und bedarfsdeckend, sofern die Ressourcen erlangt werden konnten.

Beim Fleisch musste stets auch ein Jagdtier mit monogastrischer Verdauung ausgewählt werden, was in allen drei archäologischen Kulturen der Fall war, weil nur so der Bedarf an essentiellen Fettsäuren gedeckt werden konnte.

Zeiten des Mangels können nicht ausgeschlossen werden. Neandertaler verhielten sich in Bezug auf die Jagdtiere, Verarbeitung und Ausbeutung der tierischen Ressourcen und hinsichtlich der Jagdsaison nicht anders als AMH. Es gibt aber Unterschiede zwischen dem Aurignacien und dem Gravettien.

Carnivoren und Höhlenbären wurden zu keinem Zeitpunkt und weder von Neandertalern noch vom AMH systematisch als Nahrungsressource ausgebeutet. Die monospezifische Jagd gab es ebenfalls in allen Zeitabschnitten und scheint zum Gravettien hin tendenziell zuzunehmen.

Die Jagd auf Mammuta fällt verstärkt in das Gravettien, in der Region Österreich, Tschechien, Polen. Außerhalb dieses Gebietes trifft dies auch für das Gravettien nur wenig zu.

Das Klima hatte nur einen geringen Einfluss auf das Ernährungsverhalten der beiden Hominidenarten.

Sowohl für Neandertaler als auch für den AMH ist Stärke im Zahnstein nachgewiesen. Ein Beleg dafür, dass die stärkehaltigen Pflanzen bereits im Mittelpaläolithikum bekannt waren und ausgebeutet wurden. Der notwendige Bedarf an Kohlenhydraten lässt darauf schließen, dass stärkehaltige Nahrung verarbeitet und erhitzt wurde, da nur in diesem Zustand die Stärke für den Menschen verdaubar ist. Ebenso muss eine gewisse Vorratshaltung von stärkehaltigen USO angenommen werden, da nur so der Winter zu überstehen war.

Erst ab dem Gravettien ist eine Verarbeitung von stärkehaltigen Pflanzenprodukten durch Stärke an Werkzeugen und Ground stone tools nachweisbar. Dies ist eventuell ein Hinweis darauf, dass auf Grund der zunehmend kühleren Temperaturen hin zum LGM, eine intensivere Nutzung der vorhandenen Ressourcen notwendig wurde.

Ausblick

Die Ergebnisse legen nahe, dass bereits im Mittelpaläolithikum Gräsersamen in nennenswerten Mengen konsumiert wurden. Da der Verzehr von Gräsersamen als Kohlenhydratquelle nur sinnvoll ist, wenn die in den Gräsersamen enthaltene Stärke zuvor in Wasserquellen konnte und anschließend erhitzt wurde, entsteht die Frage nach der Art und Weise dieser Arbeitsschritte.

Belege für Pflanzenverarbeitung in Form der materiellen Kultur gibt es aber erst ab dem Gravettien. Es könnte eine lohnende Aufgabe sein, nach Belegen in Form der materiellen Kultur ab dem Mittelpaläolithikum zu suchen.

Ebenfalls ungeklärt ist die Durchführung der Fleischreifung, da es auch dafür keine materiellen Belege gibt.

Exkurse

Exkurs: Resistente Stärke, Kap. IV	109
Exkurs: Häm-Eisen, Kap. IV	143
Exkurs: Taurinbedarf von Neugeborenen, Kap. IV	150
Exkurs: Murmeltiere, Kap. VII	283
Exkurs: Fische, Kap. VII	295
Exkurs: Kannibalismus in Goyet, Kap. VII	297
Exkurs: Menschenblut an Steinartefakten, Kap. VII	301
Exkurs: Große Vögel als Nahrung, Kap. VII	308
Exkurs: Eine Feuerstelle die zur Nahrungszubereitung genutzt wurde, Kap. VII	316
Exkurs: Wölfe als Nahrung, Kap. VII	322
Exkurs: Rentiermägen, Kap. XIII	562
Exkurs: Pflanzennahrung aus Nagernestern, Kap. XIII	571

Internetadressen:

Längen-und Breitengrade

www.favicate.de/geo-laengen-breitengrade, 23.10.2020

Proteinogene Aminosäuren https://media.springernature.com/lw785/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-662-53488-5_13/MediaObjects/978-3-662-53488-5_13_Fig1_HTML.jpg, 20.6.21

Eine Studie des RKI von 2002 (https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsB/was_essen_wir_heute.pdf?__blob=publicationFile)

The National Institute for Health (NIH) <https://www.nap.edu/catalog/10490/dietary-reference-intakes-for-energy-carbohydrate-fiber-fat-fatty-acids-cholesterol-protein-and-amino-acids>, 17.11.20

The National Health and Medicinical Research Council

<https://www.nhmrc.gov.au/health-advice/nutrition/australian-dietary-guidelines-review>, 17.11.20

European Food Safety Authority (EFSA) <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/updating-drvs-job-done-after-10-years-and-34-nutrients>, 17.11.20

Elefantenjagd 7.1.21

<https://www.youtube.com/watch?v=1CdtOSPXADM>

<https://www.youtube.com/watch?v=BjrNUNaQPIQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=zn4tl1TKPwE>

<https://www.youtube.com/watch?v=2VYrDr9Yzec>

Abbildungsverzeichnis

Abb. II- 1, Korrelation der Stadiale und Interstadiale mit den Sauerstoffisotopenstufen (Lang 1994)	30
Abb. II- 2, vereinfachtes Schema der klimatischen Veränderungen während der OIS 3, (van Andel 2003).....	35
Abb. II- 3, die Ausdehnung des fennoscandischen Eisschildes in verschiedenen Zeitabschnitten des Weichsel/Würm-Glazials, van Andel 2003: 30)	41
Abb. II- 4, Karte der datierten Fundplätze von großen Säugtieren während der OIS in Europa, Fundregionen nach Gamble (Stewart et al. 2003: 106, 110)	47
Abb. II- 5, Anzahl der archäologischen Fundplätze in Europa in ihrer zeitlichen Abfolge vorausberechnet werden , (Lahr And Foley 2003)	54
Abb. II- 6, Anzahl der paläolithischen Fundplätze, Mittelpaläolithikum(LAHR AND FOLEY 2003).....	55
Abb. II- 7, Erwartete und tatsächliche Bevölkerungsentwicklung (Lahr and Foley 2003)	55
Abb. IV- 1, Verteilung des Energiebedarfs auf verschiedene Organe, (Dörr and Martin 2016)	78
Abb. IV- 2, Energieverbrauch nach den zwei Modellen (Pontzer et al. 2016), additive und contrained physical activity	88
Abb. IV- 3, tatsächliche und zu erwartende Organgewichte für einen 65 kg schweren Menschen	90
Abb. IV- 4, Grundstruktur der Aminosäuren, (Dörr and Martin 2016).....	93
Abb. VI- 5, proteinogene Aminosäuren	94
Abb. IV- 6, Folgen eines hohen Proteinkonsums	106
Abb. IV- 7, Die Phasen des Hungestoffwechsels, (Dörr and Martin 2016)	116
Abb. IV- 8, Klassifikation der Fettsäuren	119
Abb. IV- 9, Aufbau einer Fettsäure (Dörr and Martin 2016a).....	120
Abb. IV- 10, Bildung der DHA und AA aus ihren Vorstufen, verändert nach (Hahn et al. 2016b).....	123
Abb. IV- 11, Bildung der Prostaglandine und Leukotriene aus Linolsäure und α -Linolensäure	125
Abb. IV- 1, (Sugasini et al. 2019) DHA an Triglyceride gebunden und an Lysophosphatidylcholin gebunden, 130	
Abb. IV- 13, Der Intermediärstoffwechsel der B- Vitamine (Biesalski 2015a)	136
Abb. IV- 14, Schleichende Entwicklung eines Vitaminmangels, (Dörr and Martin 2016a).....	142
Abb. IV- 15, Glykogenabbau im Fleisch.....	155
Abb. IV- 16, Gerüche und Geschmacksnoten die bei Lagerung und Verderb von Fleisch entstehen, (Casaburi et al. 2015)	163
Abb. V- 1, dreipoliger Graf zur Altersverteilung nach Stiner 1990.....	172
Abb. V- 2, Beispiele für dreipolige Grafen zur Altersverteilung nach Stiner, 1990	173
Abb. V- 3, die Skelettregionen der Schlachttiere, (Schmid 1972)	186
Abb. V- 4, Übersicht über den Tierkörper.....	186
Abb. V- 5, Skelettregionen nach Utilität (Stiner 2002).....	187
Abb. V- 6, Nutzung der Skelettteile von Rentiere durch die Nunâ (Pasda 2013).....	187
Abb. V- 7, archäologische Nachweisbarkeit der Nutzung der Skelettregionen von Rentieren (Pasda 2013)	188
Abb. V- 8 Vergleich von Knochenmarksausbeute von Langknochen von 4 Huftieren (Blumenshine and Madrigal 1993)	208
Abb. VII- 1, dominante Taxa, Periode I	280
Abb. VII- 2, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode I	281
Abb. VII- 3, Jagdmuster, Periode I	283
Abb. VII- 4, Skelettteilrepräsentanz, Periode I	284
Abb. VII- 5, anthropogene Spuren, Periode I	285
Abb. VII- 6, Jagdereignisse pro Monat und Taxon, Periode I.....	288
Abb. VII- 7, Trendlinie der Jagdsaison im Jahresverlauf, Periode I	288
Abb. VII- 8, dominante Taxa, Periode II	293
Abb. VII- 9, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode II	294
Abb. VII- 10, Jagdmuster, Periode II	297
Abb. VII- 11, Skelettteilrepräsentanz, Periode II.....	298

Abb. VII- 12, anthropogene Spuren, Periode II	299
Abb. VII- 13, Jagdsaison nach Taxa, Periode II	301
Abb. VII- 14, Trendline der Jagdereignisse, Periode II.....	301
Abb. VII- 15, dominante Taxa, Periode III	305
Abb. VII- 16, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode III	306
Abb. VII- 17, Jagdmuster, Periode III	312
Abb. VII- 18, Skeletteilrepräsentanz, Periode III.....	313
Abb. VII- 19, anthropogene Spuren, Periode III	314
Abb. VII- 20, Jagdereignisse nach Taxa, Periode III	317
Abb. VII- 21, Trendlinie der Jagdereignisse, Periode III.....	317
Abb. VII- 22, Vergleich: dominante Tierarten	323
Abb. VII- 23, Vergleich: Kleine Tiere	324
Abb. VII- 24, Vergleich: Jagdmuster	325
Abb. VII- 25, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz	326
Abb. VII- 26, Vergleich: anthropogene Spuren.....	327
Abb. VII- 27, Jagdereignisse im Vergleich der drei Perioden	328
Abb. VIII- 1, dominante Taxa, MP	339
Abb. VIII- 2, Kleine Tiere, MP	340
Abb. VIII- 3, Jagdmuster, MP	341
Abb. VIII- 4, Skeletteildominanz, MP	342
Abb. VIII- 5, anthropogene Spuren, MP	343
Abb. VIII- 6, Jagdereignisse nach Taxa, MP	345
Abb. VIII- 7, Trendlinie der Jagdereignisse, MP	345
Abb. VIII- 8, dominante Taxa, Au	347
Abb. VIII- 9, Vorkommen Kleiner Tiere, Au	348
Abb. VIII- 10, Jagdmuster, Au	349
Abb. VIII- 11, Skeletteilrepräsentanz, Au.....	350
Abb. VIII- 12, anthropogene Spuren, Au	351
Abb. VIII- 13, Jagdereignisse nach Taxa, Au	353
Abb. VIII- 14, Trendlinie der Jagdereignisse, Au	353
Abb. VIII- 15, dominante Taxa, Gr.....	355
Abb. VIII- 16, Kleine Tiere, Gr	355
Abb. VIII- 17, Jagdmuster, Gr	357
Abb. VIII- 18, Skeletteilrepräsentanz, Gr	358
Abb. VIII- 19, anthropogene Spuren, Gr.....	359
Abb. VIII- 20, Jagdmuster der dominanten Taxa, Gr.....	360
Abb. VIII- 21, Trendlinie der Jagdereignisse, Gr	361
Abb. VIII- 22, Vergleich: dominante Taxa.....	363
Abb. VIII- 23, Vergleich: Kleine Tiere	364
Abb. VIII- 24, Vergleich: Jagdmuster	367
Abb. VIII- 25, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz	368
Abb. VIII- 26, Vergleich: anthropogene Spuren.....	369
Abb. VIII- 27, Vergleich der Jagdsaison	370
Abb. VIII- 28, Trendlinie der Jagdsaison.....	370
Abb. X- 1, Zunahme der Stickstoffisotopensignaturen von einem trophischen Level zum nächsten, (Bocherens 2009)	450
Abb. X- 2, Clusteranalyse, (Wißing et al. 2016)	459
Abb. X- 3, Kohlenstoff- und Stickstoffisotopensignaturen von belgischen Fundorten, (Wißing et al. 2016)	460
Abb. X- 4, Speziesproportionen in der Ernährung der Neandertaler von Goyet, (Wißing et al 2016).....	461
Abb. X- 5, Clusteranalysen carnivorere und omnivorere Säugetierspezies von belgischen Fundorten, (Wißing et al. 2019)	462

Abb. X- 6, Illustration des Verhältnisses zwischen der trophischen Position und der Stickstoff Isotopenzusammensetzung von Glutaminsäure und Phenylalanin, a) terrestrisches Ökosystem, b) aquatisches Ökosystem, (Naito et al. 2016).....	464
Abb. X- 7, Clusteranalyse basierend auf den $\delta^{15}\text{N}_{\text{Glu}}$ und $\delta^{15}\text{N}_{\text{Phe}}$ Werten für die Beutetiere der Neandertaler	465
Abb. XI- 1, Karte der Pollenfunde, die für das Stage 3 Projekt genutzt wurden, (Huntley and Allen 2003)...	471
Abb. XI- 2, PFT für warme Intervalle innerhalb der Stage 3, (Huntley et al. 2003)	474
Abb. XI- 3, PFTs für kalte Intervalle innerhalb der Stage 3(Huntley et al. 2003),.....	475
Abb. XI- 4, Karte der Fundplätze mit Pollennachweisen und Durchschnittstemperaturen zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr, (Helmens 2014).....	483
Abb. XII- 1, Stärkekörner gewonnen aus Zahnstein von Neandertalern aus Spy I und Spy II, (Henry et al. 2011)	521
Abb. XII- 2, Stärkekörner von modernen Wasserlilien unter dem Breitfeld Mikroskop mit polarisiertem Licht, (Henry et al.2011)....	521
Abb. XIII- 1, Vitamin D Bildung durch Sonnenlicht in Haut, Leber und Niere	585
Abb. XIII- 2, direkte, diffuse Strahlung, (Seckmeyer et al 2013)	588

Tabellenverzeichnis

Tab. II-1 räumliche Eingrenzung des Arbeitsgebiets, festgelegt nach www.favicate.de/geo-laengen-breitengrade , 23.10.2020.....	25
Tab. II- 2, Sommer- Wintertemperaturen im Vergleich (Liedke 2003a).....	33
Tab. II- 3, die drei Klimaphasen der OIS 3	35
Tab. II- 4, Sommer- und Wintertemperaturen, im Westen	37
Tab. II- 5, Sommer- und Wintertemperaturen im Osten	37
Tab. II- 6, rezente und ausgestorbene Taxa (Stewart et al. 2003).....	47
Tab. II- 7, prozentualer Anteil von Daten, die mit großen Säugetieren assoziiert sind und in einer der drei Zeitperioden fallen	50
Tab. II- 8, Biome und ihre durchschnittliche Primärproduktivität, verändert nach (Hassan 1981)	52
Tab. II- 9, Beispiele für Sekundärproduktivität verändert nach (Hassan 1981).....	53
Tab. III- 1, Neandertalmorphologie nach (Finlayson 2004; Harvati 2008b; Klein 1999)	59
Tab. III- 2, Morphologie des <i>H. sapiens</i> (Klein 1999)	64
Tab. III- 3, Forschungsergebnisse zur Ernährung der beiden Hominidenarten	67
Tab. IV- 1, Beispiele für den durchschnittlichen täglichen Energieumsatz bei unterschiedlichen Berufs- und Freizeittätigkeiten von Erwachsenen, (DGE 2019,	80
Tab. IV- 2, Energiebedarf der Hominiden der OIS 3	82
Tab. IV- 3, Erhöhung der BMR durch Schwangerschaft bei Neandertalern.....	84
Tab. IV- 4, Aufnahme von essentiellen Nährstoffen für verschiedene BMR und PAL Werte bei schwangeren Neandertaler Frauen.....	85
Tab. IV- 5, Körpergewicht von Neandertalern und AMH, (Ruff et al. 2005)	85
Tab. IV- 6, Körpergewicht und Größe von <i>H. sapiens</i> und Neandertalern, (Will et al. 2017).....	86
Tab. IV- 7, Gesamtenergiebedarf verschiedener Jäger- und Sammler Populationen, (Sorensen and Leonard 2001)	87
Tab. IV- 8, Organgewicht und metabolische Rate von Menschen, (Aiello and Wheeler 1995)	91
Tab. IV- 9, Nährwertrelationen der verschiedenen Fachgesellschaften.....	93
Tab. IV- 10, Bereich der täglichen Proteinaufnahme bezogen auf das Körpergewicht und den Algorithmus nach Rudman, maximalen Harnstoffsyntheserate.....	102
Tab. IV- 11, Beispiele für die Wirkungsweise der Eicosanoide (Dörr and Martin 2016a).....	126
Tab. IV- 12, Angaben zum Bedarf von EPA und DHA der verschiedenen Fachgesellschaften	132
Tab. IV- 13, Gehalt an EPA und DHA verschiedener Meeresfischsorten (Kris-Etherton et al. 2009).....	133
Tab. IV- 14, Einteilung der Vitamine	135
Tab. IV- 15, Funktionen der Mikronährstoffe im Energiestoffwechsel, (Biesalski 2015:146)	137
Tab. IV- 16, Funktionen, Mangelerscheinungen und Speicherkapazität von Vitaminen.....	138
Tab. IV- 17, Einteilung der Mineralstoffe	142
Tab. IV- 18, Funktionen und Mangelerscheinungen von Mineralstoffen	144
Tab. IV- 19, Mikronährstoffe, die die Konzeption beeinflussen, Verändert nach (Biesalski 2015a).....	147
Tab. IV- 20, Mikronährstoffe, die die Fetalzeit beeinflussen, verändert nach (Biesalski 2015a).....	147
Tab. IV- 21, (Casaburi et al. 2015) Bakterienstämme die in rohem Fleisch vorkommen und die bei verschiedenen Bedingungen gelagert werden. MAP= modified atmospheric packing, spielt in paläolithischer Umgebung keine Rolle, VP = vacuum packing und kann mit sauerstoffarmer Umgebung gleichgesetzt werden. Dabei wird sichtbar, dass nicht alle Stämme in der Lage sind sich unter sauerstoffarmer Atmosphäre zu vermehren. Ausführlicher unter (Doulgeraki et al. 2012)	161
Tab. IV- 22, pathogene und verderbniserregende Mikroorganismen im Fleisch, verändert nach (Jones et al. 2008)	164
Tab. IV- 23, <i>Lactobacillus</i> stämme, die gegen verderbniserregende Bakterien wirksam sind.....	164
Tab. V- 1, Unterschiede zwischen Massenjagd und Einzeltierjagd.....	174
Tab. V- 2, Größenklassen der Fauna nach (Brain 1981)	180
Tab. V- 3, Fleischgewichte von Schlachttieren (Musil 2010).....	199
Tab. V- 4, Knochenmarkgewicht von Pferden	209

Tab. V- 5, Fleisch- und Knochenmarkgewichte der einzelnen Skelettregionen, zeigt beispielhaft, wie gering die Menge an Knochenmark und damit Knochenfett bei Pferden ist.....	210
Tab. V- 6, Bewertungsmerkmale eines Fundplatzes.....	213
Tab. VI- 1, Übersicht.....	273
Tab VII- 1, Räumliche und zeitliche Verteilung der Taxa nach (Stewart 2007).....	278
Tab VII- 2, dominante Taxa, Periode I.....	280
Tab VII- 3, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode I.....	281
Tab VII- 4, monospezifische Jagd, Periode I.....	282
Tab VII- 5, Jagdmuster, Periode I.....	283
Tab VII- 6, Skeletteilrepräsentanz, Periode I.....	284
Tab VII- 7, anthropogene Spuren, Periode I.....	285
Tab VII- 8, Jagdsaison nach Taxa im Jahresverlauf, Periode I.....	287
Tab VII- 9, Mammuta, Periode I.....	290
Tab VII- 10, dominante Taxa, Periode II.....	292
Tab VII- 11, Kleine Tiere, Periode II.....	293
Tab VII- 12, monospezifische Jagd, Periode II.....	295
Tab VII- 13, Jagdmuster, Periode II.....	297
Tab VII- 14, Skeletteilrepräsentanz, Periode II.....	298
Tab VII- 15, anthropogene Spuren, Periode II.....	298
Tab VII- 16, Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa, Periode II.....	300
Tab VII- 17, Mammuta, Periode II.....	304
Tab VII- 18, Höhlenbären und Carnivoren, Periode II.....	304
Tab VII- 19, dominante Taxa, Periode III.....	305
Tab VII- 20, Vorkommen Kleiner Tiere, Periode III.....	306
Tab VII- 21, monospezifische Jagd, Periode III.....	310
Tab VII- 22, Jagdmuster, Periode III.....	311
Tab VII- 23, Skeletteilrepräsentanz, Periode III.....	312
Tab VII- 24, anthropogene Spuren, Periode III.....	313
Tab VII- 25, Jagdsaison im Jahresverlauf nach Taxa, Periode III.....	315
Tab VII- 26, Vergleich: dominante Tierarten.....	322
Tab VII- 27, Vergleich: Vorkommen Kleiner Tiere.....	323
Tab VII- 28, Vergleich: Jagdmuster.....	324
Tab VII- 29, Vergleich: Skeletteilrepräsentanz.....	325
Tab VII- 30, Vergleich: anthropogene Spuren.....	326
Tab VII- 31, Jagdereignisse im Vergleich der drei Perioden.....	328
Tab VII- 32, Vergleich: dominante Tierarten.....	331
Tab VII- 33, Nischenüberlappung: dominante Tierarten.....	332
Tab VII- 34, Nischenüberlappung: Kleine Tiere.....	333
Tab VII- 35, Nischenüberlappung: Jagdmuster.....	333
Tab VII- 36, Nischenüberlappung: Skeletteildominanz.....	334
Tab VII- 37, Nischenüberlappung: anthropogene Spuren.....	334
Tab VII- 38, Nischenüberlappung der untersuchten Merkmale.....	334
Tab VII- 39, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Freiland.....	335
Tab VII- 40, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Abri gegen Freiland.....	335
Tab VIII- 1, dominante Taxa, MP.....	338
Tab VIII- 2, Vorkommen Kleiner Tiere, MP.....	339
Tab VIII- 3, monospezifische Jagd, MP.....	340
Tab VIII- 4, Jagdmuster, MP.....	341
Tab VIII- 5, Skeletteilrepräsentanz, MP.....	341
Tab VIII- 6, anthropogene Spuren, MP.....	342
Tab VIII- 7, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf, MP.....	343
Tab VIII- 8, dominante Taxa, Au.....	347
Tab VIII- 9, Vorkommen Kleine Tiere, Au.....	347

Tab VIII- 10, monospezifische Jagd, Au.....	348
Tab VIII- 11, Jagdmuster, Au.....	349
Tab VIII- 12, Skelettteilrepräsentanz, Au.....	350
Tab VIII- 13, anthropogene Spuren, Au.....	350
Tab VIII- 14, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf, Au.....	352
Tab VIII- 15, dominante Taxa, Gr.....	354
Tab VIII- 16, Vorkommen Kleiner Tiere, Gr.....	355
Tab VIII- 17, monospezifische Jagd, Gr.....	356
Tab. VIII- 18, Jagdmuster, Gr.....	357
Tab. VIII- 19, Skelettteilrepräsentanz, Gr.....	358
Tab. VIII- 20, anthropogene Spuren, Gr.....	359
Tab. VIII- 21, Jagdsaison der einzelnen Taxa im Jahresverlauf, Gr.....	359
Tab. VIII- 22, Vergleich: dominante Tierarten.....	363
Tab. VIII- 23, Vergleich: Vorkommen Kleiner Tiere.....	364
Tab. VIII- 24, monospezifische Jagd: Mittelpaläolithikum.....	365
Tab. VIII- 25, monospezifische Jagd: Aurignacien.....	365
Tab. VIII- 26, monospezifische Jagd: Gravettien.....	366
Tab. VIII- 27, Vergleich: Jagdmuster.....	366
Tab. VIII- 28, Vergleich: Skelettteilrepräsentanz.....	367
Tab. VIII- 29, Vergleich: anthropogene Spuren.....	368
Tab. VIII- 30, Anzahl der Jagdereignisse pro Monat, absolut und relativ.....	369
Tab. VIII- 31, Diversität der dominierenden Tierarten in den kulturellen Epochen.....	372
Tab. VIII- 32, Nischenüberlappung: dominante Tierarten.....	373
Tab. VIII-33, Nischenüberlappung: Vorkommen Kleiner Tiere.....	373
Tab. VIII-34, Nischenüberlappung: Jagdmuster.....	374
Tab. VIII-35, Nischenüberlappung: Skelettteilrepräsentanz.....	374
Tab. VIII-36, Nischenüberlappung: anthropogene Spuren.....	374
Tab. VIII-37, Nischenüberlappung der Merkmale zwischen den kulturellen Perioden.....	375
Tab. VIII- 38, Nischenüberlappung zwischen Fundplatzgattungen in den kulturellen Perioden.....	375
Tab. VIII- 39, Nischenüberlappung zwischen Höhle und Freiland.....	376
Tab. IX- 1, Gewicht, Körpergröße und Energiebedarf, Neandertaler und AMH.....	379
Tab. IX- 2, Nährwerte verschiedener Gewebearten im Rentier, (Guil-Guerrero 2017).....	381
Tab. IX- 3, Energiebereitstellung durch eine Rentierkarkasse.....	382
Tab. IX- 4, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Muskelfleisch von Rentieren.....	383
Tab. IX- 5, maximal mögliche tägliche Fleischmenge aus Rentier.....	383
Tab. IX- 6, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Fleischnahrung.....	384
Tab. IX- 7, Defizite bei Fett und Kohlenhydraten bei ausschließlicher Fleischnahrung.....	384
Tab. IX- 8, Fettgewebe im Rentierkörper.....	385
Tab. IX- 9, Fettbereitstellung durch eine Rentierkarkasse.....	386
Tab. IX- 10, Menge an n-3- und n-6-Fettsäuren in verschiedenen Rentiergeweben.....	387
Tab. IX- 11, Bereitstellung an n-3- und n-6-Fettsäuren durch Rentiermuskelfleisch.....	387
Tab. IX- 12, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch Leber und Knochenmark.....	388
Tab. IX- 13, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf.....	388
Tab. IX- 14, Vitamingehalt von Fleisch, Leber, Fett und Knochenmark in Rentieren,(Hassan et al. 2012),.....	389
Tab. IX- 15, Vitamin A Bereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	389
Tab. IX- 16, Vitamin E Bereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	390
Tab. IX- 17, Thiaminbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	391
Tab. IX- 18, Riboflavinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	391
Tab. IX- 19, Niacinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	392
Tab. IX- 20, Pantothen säurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	393
Tab. IX- 21, Pyridoxinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	393
Tab. IX- 22, Folsäurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	394
Tab. IX- 23, Biotinbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	395

Tab. IX- 24, Cobalaminbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	395
Tab. IX- 25, Ascorbinsäurebereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	396
Tab. IX- 26, Mineralstoffe in verschiedenen Rentiergeweben, (Hassan et al. 2012)	396
Tab. IX- 27, Eisenbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	397
Tab. IX- 28, Zinkbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	397
Tab. IX- 29, Calciumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	398
Tab. IX- 30, Selenbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	398
Tab. IX- 31, Natriumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	399
Tab. IX- 32, Kaliumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe	400
Tab. IX- 33, Magnesiumbereitstellung durch verschiedene Rentiergewebe.....	401
Tab. IX- 34, Energie und Nährwerte für verschiedene Gewebe im Pferdekörper.....	402
Tab. IX- 35, Energiebereitstellung durch eine Pferdekarkasse.....	403
Tab. IX- 36, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Pferdefleisch	404
Tab. IX- 37, maximal mögliche tägliche Fleischmenge durch Pferdefleisch	405
Tab. IX- 38, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Pferdefleischnahrung	405
Tab. IX- 39, Defizite an Fett und Kohlenhydrate bei ausschließlicher Pferdefleischnahrung	406
Tab. IX- 40, Fettbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch.....	407
Tab. IX- 41, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch intramuskuläres Pferdefett und Depotfett	407
Tab. IX- 42, Bereitstellung von n-3- und n-6- Fettsäuren durch intramuskuläres Pferdefett.....	408
Tab. IX- 43, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf	408
Tab. IX- 44, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren durch Depotfett von Pferden.....	409
Tab. IX- 45, Bereitstellung von n-3- und n-6-Fettsäuren aus Depotfett von Pferden für Neandertaler und AMH	409
Tab. IX- 46, Bedarf an DHA und EPA nach verschiedenen Fachorganisationen	410
Tab. IX- 47, Bereitstellung von EPA und DHA durch Muskelfleisch von Pferden.....	411
Tab. IX- 48, Bedarfsdeckung mit EPA und DHA durch Muskelfleisch von Pferden.....	411
Tab. IX- 49, Bedarfsdeckung mit EPA und DHA durch Depotfett von Pferden.....	412
Tab. IX- 50, Konversion von ALA zu DHA aus intramuskulärem Fett und Depotfett von Pferden.....	412
Tab. IX- 51, Vitamine im Pferdemuskelfleisch, (Chong-Eon et al. 2007)	413
Tab. IX- 52, Vitamine im Pferdemuskelfleisch, (Badiani et al. 1997)	414
Tab. IX- 53, Vitamine im Pferdemuskelfleisch.....	414
Tab. IX- 54, Vitamin A Bereitstellung durch Pferdemuskelfleisch	415
Tab. IX- 55, Thiaminbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch	415
Tab. IX- 56, Riboflavinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch	416
Tab. IX- 57, Niacinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch.....	416
Tab. IX- 58, Pyridoxinbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch	417
Tab. IX- 59, Ascorbinsäurebereitstellung durch Pferdemuskelfleisch.....	417
Tab. IX- 60, Cobalaminbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch.....	418
Tab. IX- 61, Mineralstoffgehalte von Pferdemuskelfleisch	418
Tab. IX- 62, Calciumbereitstellung durch Pferdemuskelfleisch.....	419
Tab. IX- 63, Kaliumbereitstellung durch Pferdefleisch	419
Tab. IX- 64, Magnesiumbereitstellung durch Pferdefleisch.....	420
Tab. IX- 65, Natriumbereitstellung durch Pferdefleisch.....	420
Tab. IX- 66, Eisenbereitstellung durch Pferdefleisch	421
Tab. IX- 67, Manganbereitstellung durch Pferdefleisch	421
Tab. IX- 68, Energie und Nährwerte von Muskelfleisch und Depotfett von Boviden.....	422
Tab. IX- 69, Energiebereitstellung durch eine Bovidenkarkasse	423
Tab. IX- 70, maximal mögliche tägliche Proteinaufnahme durch Muskelfleisch eines Boviden	423
Tab. IX- 71, maximal mögliche tägliche Bovidenfleischmenge	424
Tab. IX- 72, minimales und maximales Energiedefizit bei ausschließlicher Ernährung mit Bovidenfleisch ...	424
Tab. IX- 73, Defizite an Fett und Kohlenhydrate bei ausschließlicher Ernährung mit Bovidenfleisch	425
Tab. IX- 74, Fettquellen im Bovidenkörper.....	425
Tab. IX- 75, Fettbereitstellung durch eine Bovidenkarkasse.....	425

Tab. IX- 76, Bereitstellung an n-3- und n-6-Fettsäuren durch Bovidenmuskelfleisch, Berechnung nach (Guil- Guerrero 2017)	426
Tab. IX- 77, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf	426
Tab. IX- 78, Bereitstellung von DHA und EPA durch Depotfett von Boviden	427
Tab. IX- 79, Vitamine in Bovidenfleisch, (Driskell et al. 1997)	428
Tab. IX- 80, Vitamin A Bereitstellung durch Bovidenfleisch	428
Tab. IX- 81, Vitamin E Bereitstellung durch Bovidenfleisch	429
Tab. IX- 82, Thiaminbereitstellung durch Bovidenfleisch	429
Tab. IX- 83, Pyridoxinbereitstellung durch Bovidenfleisch	430
Tab. IX- 84, Cobalaminbereitstellung durch Bovidenfleisch	430
Tab. IX- 85, Mineralstoffe in Bovidenfleisch, (Marchello et al. 1989)	431
Tab. IX- 86, Calciumbereitstellung durch Bovidenfleisch	431
Tab. IX- 87, Kaliumbereitstellung durch Bovidenfleisch	432
Tab. IX- 88, Natriumbereitstellung durch Bovidenfleisch	432
Tab. IX- 89, Eisenbereitstellung durch Bovidenfleisch	433
Tab. IX- 90, Phosphorbereitstellung durch Bovidenfleisch	433
Tab. IX- 91, Kupferbereitstellung durch Bovidenfleisch	434
Tab. IX- 92, Magnesiumbereitstellung durch Bovidenfleisch	434
Tab. IX- 93, Zinkbereitstellung durch Bovidenfleisch	435
Tab. IX- 94, Manganbereitstellung durch Bovidenfleisch	435
Tab. IX- 95, Gewichte von Elefantenprodukten	437
Tab. IX- 96, Tagesbedarf an n-3- und n-6-Fettsäuren gemessen am Energiebedarf	439
Tab. IX- 97, Vitamingehalt von Elefantenfleisch	439
Tab. IX- 98, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch fettlösliche Vitamine aus Produkten verschiedener Tierarten	443
Tab. IX- 99, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch wasserlösliche Vitamine aus Produkten verschiedener Tierarten	443
Tab. IX- 100, Zusammenfassung der Bedarfsdeckung durch Mineralstoffe aus Produkten verschiedener Tierarten	444
Tab. X- 1, Werte für stabile Isotopensignaturen von Neandertalern	454
Tab. X- 2, Isotopensignaturen von Tierarten verschiedener Fundorte in Frankreich, (Bocherens et al. 2005)	454
Tab. X- 3, Isotopensignaturen für AMH, Jungpaläolithikum (Richards 2009)	457
Tab. X- 4, Isotopensignaturen für AMH, Gravettien	458
Tab. X- 5, Istotopensignaturen Neandertaler, Goyet und Spy, (Wißing et al. 2016)	459
Tab. X- 6, Isotopensignaturen, AMH, Goyet, (Wißing et al. 2019)	462
Tab. X- 7, Stickstoffisotopensignaturen, für Glutaminsäure und Phenylalanin und Trophic Level, (Naito et al. 2016)	464
Tab. XI- 1, Biome mit zugewiesenen PFT, (Huntley et al. 2003; Huntley and Allen 2003)	476
Tab. XI- 2, immergrüne Taiga	477
Tab. XI- 3, Tundra: Strauchtundra, Zwergstrauchtundra, Flechten- und Moostundra	477
Tab. XI- 4, gemäßigtetes Grasland	478
Tab. XI- 5, Steppe, Tundra/Warmsteppe	478
Tab. XI- 6, kühler Mischwald	479
Tab. XI- 7, Definition von Megabiomen in Europa, (Fletcher et al. 2010)	482
Tab. XI- 8, Pollennachweise, (Helmens 2014)	483
Tab. XI- 9, Pollennachweise Lynford, (Green 2012)	485
Tab. XI- 10, Pollennachweise, Kulná-Höhle, Quelle	486
Tab. XI- 11, Pollennachweise Kabazi II, (Gerasimenko 1999)	4877
Tab. XI- 12, Pollennachweise Geißenklösterle, (Knipping 2019)	488
Tab. XI- 13, Pollennachweise, Abri Pataud, (Donner 1975; Gerasimenko 1999)	489
Tab. XI- 14, Pollennachweise, Dolní Věstonice, Dohnalová 2011)	491

Tab. XI- 15, traditionelle Nahrungspflanzen der indigenen Bevölkerung Kanadas, (Kuhnlein and Turner 1991)	493
Tab. XI- 16, Nutzung und Anzahl der Pflanzenspezies durch Indigenen in Kanada, (Kuhnlein and Turner 1991)	493
Tab. XI- 17, immergrüne Taiga.....	495
Tab. XI- 18, gemäßigtes Grasland	496
Tab. XI- 19, Tundra/Warmsteppe	499
Tab. XI- 20, kühler Mischwald	500
Tab. XI- 21, Nutzung von medizinisch wirksamen Wildpflanzen in Kortkeros/Rußland, (Stryamets et al. 2015)	501
Tab. XII- 1, sekundäre Pflanzenstoffe in Pflanzen der OIS 3.....	507
Tab. XII- 2, , Wirkungsspektrum von Sekundären Pflanzenstoffen Zusammengefasst nach (Elmadfa 2019a; Hahn et al. 2016a)	507
Tab. XII- 3, Sekundäre Pflanzenstoffe zusammengefasst nach (Hahn et al. 2016).....	508
Tab. XII- 4, Untersuchungen zu archäologischer Stärke weltweit.....	519
Tab. XII- 5, Materialien in denen archäologische Stärke gefunden wurde (Barton and Torrence 2015)	520
Tab. XII- 6, Nachweis von Stärke und identifizierte Pflanzenspezies	526
Tab. XII- 7, Nachweis von Pflanzenarten und Pflanzenteilen aus Pavlov VI, (Aranguren et al. 2011)	530
Tab. XII- 8, Energie und Nährstoffgehalt von Typha und Triticum diococcon, (Revedin et al. 2010)	531
Tab. XII- 9, Fettsäuremuster von Eicheln und Emmer, (Revedin et al. 2015).....	531
Tab. XII- 10, Zusammenfassung der Pflanzennachweise durch Stärke an Steinartefakten	532
Tab. XII- 11, Kriterien um Verarbeitungsspuren zu beschreiben auf einem experimentellen Set von Mörser und Stößel aus Basalt, (Dubreuil and Savage 2014).....	536
Tab. XII- 12, Nachweis von Dental microwear für Neandertaler und AMH von verschiedenen Fundorten in Europa	544
Tab. XIII- 1, berechneter Kohlenhydratgehalt einzelner Pflanzengruppe.....	556
Tab. XIII- 2, notwendige Menge von Kohlenhydraten zur minimalen Bedarfsdeckung pro Pflanzengruppe	556
Tab. XIII- 3, berechneter Ballaststoffgehalt einzelner Pflanzengruppe	559
Tab. XIII- 4, berechneter Proteingehalt einzelner Pflanzengruppe	559
Tab. XIII- 5, berechneter Fettgehalt einzelner Pflanzengruppe.....	560
Tab. XIII- 6, n-3- und n-6- Fettsäuregehalt einzelner Pflanzen	561
Tab. XIII- 7, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Blätter, Stängel, Nadeln.....	565
Tab. XIII- 8, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Greens und Salatpflanzen	566
Tab. XIII- 9, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für innere Rinde und Cambium	567
Tab. XIII- 10, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Samen, Nüsse und fetthaltige Körner.....	568
Tab. XIII- 11, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Wurzeln und Knollen.....	569
Tab. XIII- 12, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Früchte und Beeren	570
Tab. XIII- 13, Mittelwerte der Makro- und Mikronährstoffe für Gräsersamen	572
Tab. XIII- 14, prozentualer Beitrag zur Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen durch verschiedene Pflanzengruppen.....	575
Tab. XIII- 15, abschließende Bewertung der Mikronährstoffversorgung durch die verschiedenen Pflanzengruppen.....	581
Tab. XIII- 16, Faktoren die die Vitamin-D-Bildung beeinflussen.....	586
Tab. XIII- 17, Strahlungsenergie heute, als Maß der UVB-Strahlung in Hannover zu verschiedenen Monaten im Jahr, (Seckmeyer et al. 2018b)	590
Tab. XIII- 18, Bestrahlungsdauer der Haut heute die notwendig ist zur Bildung von Vitamin D, in Hannover, in verschiedenen Monaten des Jahres, (Schrempf 2019)	590
Tab. XIII- 19, phänologische Liste nach Fleischhauer et al. 2018.....	594
Tab. XIII- 20, grafische Darstellung der phänologischen Liste	604
Tab. XIII- 21, Zusammenfassung der phänologischen Liste	609
Tab. XIII- 22, Beurteilung der Mikronährstoffversorgung für die Fortpflanzung	612

Literatur

Kapitel I: Einleitung und Fragestellung

- Anderson D, Boesch C, Goné Bi ZBA, Stahl D, Robbins MM (eds) (2006) Feeding ecology in apes and other primates: Ecological, physiological and behavioral aspects. Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology. Cambridge University Press, Cambridge
- Beck BB (1980) Animal tool behavior. The use and manufacture of tools by animals. Garland STMP Press, New York, London
- Becker PR (1993) Werkzeuggebrauch im Tierreich. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Biesalski H-K (2015) Mikronährstoffe als Motor der Evolution. Springer
- Boesch C, Boesch H (1983) Optimization of nut-cracking with natural hammers by wild chimpanzees. *Behavior* 83:265–286
- Boesch C, Boesch H (1990) Tool use and tool making in wild chimpanzees. *Folia Primatologica* 54:86–99
- Boesch C, Bi ZB, Anderson D, Stahl D (2011) Food choice in Tai chimpanzees: are cultural differences present? In: Hohmann G, Robbins MM, Boesch C (eds) Feeding ecology in apes and other primates. Cambridge University Press, Cambridge, pp 183–202
- Clark G (1952) Prehistoric Europe: the economic basis
- Cordain L (2002) The Paleo Diet: Lose weight and get healthy by eating the food you were designed to eat. John Wiley & Sons
- Cordain L, Miller JB, Eaton SB, Mann N, Holt SHA, Speth JD (2000) Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *Am J Clin Nutr* 71:682–692. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.3.682>
- Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O’Keefe JH, Brand-Miller J (2005) Origins and evolution of the Western diet: Health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr* 81:341–354. <https://doi.org/10.1093/ajcn.81.2.341>
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (2019) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2nd edn. Umschau-Verlag, Neustadt an der Weinstraße
- Dörr S, Martin E (2016) Ernährung und Stoffwechsel. Bildungsverlag EINS, Köln
- Finlayson C, Pacheco FG, Rodríguez-Vidal J, Fa DA, Gutierrez López JM, Pérez AS, Finlayson G, Allue E, Preysler JB, Cáceres I, José S. Carrión, Fernández Jalvo Y, Glead-Owen CP, Jimenez Espejo FJ, López P, López Sáez JA, Riquelme Cantal JA, Sánchez Marco A, Guzman FG, Brown K, Fuentes N, Valarino CA, Villalpando A, Christopher B. Stringer CB, Martinez Ruiz F, Sakamoto T (2006) Late survival of

- Neanderthals at the southernmost extreme of Europe. *Nature* 443:850–853.
<https://doi.org/10.1038/nature05195>
- Fox EA, bin´Muhammad I (2002) New tool use by wild Sumatran orangutans (*Pongo pygmaeus abelii*). *American Journal of Physical Anthropology*:186–188
- Groot H de (2011) Ernährungswissenschaft. Verlag Europa Lehrmittel, Haan-Gruiten
- Hahn A, Ströhle A, Wolters M (2015) Ernährung: Physiologische Grundlagen, Prävention und Therapie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Hardy BL, Moncel M-H, Petraglia MD (2011) Neanderthal Use of Fish, Mammals, Birds, Starchy Plants and Wood 125-250,000 Years Ago. *PLOS ONE* 6:e23768.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023768>
- Jones M (2007) *Feast - Why Humans Share Food*. Oxford University press, Oxford
- Lambert JE (2010) Primate Nutritional Ecology: Feeding Biology and Diet at Ecological and Evolutionary Scales. In: Campell CJ, Fuentes A, McKinnon HC, Panger M, Bearder SK (eds) *Primates in Perspective*. Oxford University press, pp 677–690
- Mellars P (1973) The Character of the Middle-Upper-Palaeolithic Transition in South- West France. In: Renfrew C (ed) *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*. Gerald Duckworth & Co., London, pp 255–276
- Milton K (1987) Primate diets and gut morphology: implications for hominid evolution. In: Harris M, Ross EB (eds) *Food and evolution: toward a theory of human food habits*. Temple University Press, Philadelphia
- Russon AE (2014) Orangutan fish eating, primate aquatic fauna eating, and their implications for the origins of ancestral hominin fish eating. *Journal of Human Evolution* 77
- Schick KD, Toth N, Garufi G (1999) Continuing investigations into the stone-tool-making and tool-using capabilities for a Bonobo (*Pan paniscus*). *Journal of Archeological Science*:821–832
- Schoeninger MJ, Bunn HT, Murray S, Pickering T, Moore J (2001) Meat Eating by the Fourth African Ape. In: Stanford CB (ed) *Meat eating and human evolution*. Oxford University press, Oxford
- Schuster G, Smits W, Ullal J (2008) *Thinkers of the Jungle*. Ullman Publishing, Königswinter
- Schuster J (2009) *Das Werkzeugverhalten von Orang-Utans, Kognitive Variabilität, Flexibilität und Komplexität*. Magisterarbeit, Tübingen
- Stanford CB, Bunn HT (eds) (2001) *Meat-eating & human evolution*. The human evolution series. Oxford University press, Oxford [England], New York
- Stewart KM (2010) The case of exploitation of wetlands environments and foods, by pre-sapiens hominins. In: Cunnane SC, Stewart KM (eds) *Human brain Evolution: The Influence of Freshwater and Marine Resources*. John Wiley & Sons, Hoboken, pp 137–171

- Stier KB (2000) Primate behavioural ecology. Verlag Allyn and Bacon, Boston
- Stolarczyk RE (2009) Das Werkzeugverhalten von Schimpansen, Kognitive Flexibilität, Variabilität und Komplexität. Masterarbeit, Tübingen
- van Andel TH, Davies W (eds) (2003) Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation. Oxbow Books, Cambridge
- Worm N (2008) Syndrom X oder Ein Mammut auf den Teller!: Mit Steinzeitdiät aus der Wohlstandsfalle. systemed

Kapitel II: Die Ökologie des Weichsel /Würm Glazials mit Schwerpunkt OIS 3

- Alfano MJ, Barron Allen, Judy R. M. E, Pollard DH, Huntley B, Allen JRM (2003) Comparison of climate model results with European Vegetation and permafrost during oxygen isotope stage three. *Quaternary Research* 59:97–107
- Barron E, van Andel TH, Pollard D (2003) Glacial Environments II: Reconstructing the Climate of Europe in the Last Glaciation. Chapter 5. In: van Andel TH, Davies W (eds) Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation. Oxbow Books, Oxford, pp 57–78
- Behre KE (1989) Biostratigraphy of the last glacial period. *Quaternary Science Reviews*:25–44
- Bick, Birg H, Schug W, Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen (eds) (1991) Funkkolleg Humanökologie: Mensch - Umwelt - Ernährung. Beltz Verlag, Weinheim
- Burroughs WJ (2005) *Climate Change in Prehistory: The end of the reign of chaos*. Cambridge University Press, Cambridge
- Conard NJ, Bolus M (2003) Radiocarbon dating the appearance of modern humans and timing of cultural innovations in Europe: new results and new challenges. *Journal of Human Evolution* 44:331–371
- Conard NJ, Bolus M (2008) Radiocarbon dating the late Middle Paleolithic and the Aurignacian of the Swabian Jura. *Journal of Human Evolution* 55:886–897. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.08.006>
- Delcourt HR, Delcourt P (1991) *Quaternary Ecology: A Paleoecological Perspective*. Springer Science & Business Media
- Ehlers J (2012) *Das Eiszeitalter*. Spektrum Verlag, Hamburg
- Frenzel B (1967) *Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters*. Vieweg Verlag, Braunschweig
- Frenzel B (ed) (1990) *Klimageschichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre*, vol 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Gamble C (1986) *The Paleolithic Settlement of Europe*. Cambridge University Press, Cambridge
- Hassan FA (1981) *Demographic Archaeology*. Studies in Archaeology. Academic Press, New York
- Huntley B, Allen JRM (2003) Glacial Environments III: Palaeo-vegetation Patterns in Last Glacial Europe. In: van Andel TH, Davies W (eds) Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation. Oxbow Books, Oxford, pp 79–102

- Jöris O, Street M (2008) At the end of the 14C time scale—the Middle to Upper Paleolithic record of western Eurasia. *Journal of Human Evolution* 55:782–802. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.04.002>
- Kasse C, Vandenberghe J, van Huissteden J, Bohncke SJP, Bos JAA (2003) Sensitivity of Weichselian fluvial systems to climate change (Nochten mine, eastern Germany). *Quaternary Science Reviews* 22:2141–2156. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(03\)00146-X](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(03)00146-X)
- Kelly RL (1995) *The Foraging Spectrum: Diversity in Hunter- Gatherer Lifeways*, Washington, London
- Klostermann J (2009) *Das Klima im Eizeitaler*, 2nd edn. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Koenigswald W von (2002) *Lebendige Eiszeit, Klima und Tierwelt im Wandel*. Theiss Verlag, Stuttgart
- Lahr MM, Foley RA (2003) Demography, Dispersal and Human Evolution in the Last Glacial Period: Kapitel 14. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 241–256
- Lang G (1994) *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Liedke H (2003) *Deutschland zur letzten Eiszeit: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland- Relief, Boden, Wasser*. Springer, Heidelberg
- Lowe JJ, Walker MJC (1997) *Reconstructing Quaternary Environments*, Essex
- Mangerud J (1990) The Scandinavian Ice Sheet during the last Glaciation: a review and some current interpretations along its southern margin. In: Frenzel B (ed) *Klimage-schichtliche Probleme der letzten 130 000 Jahre*, vol 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp 307–331
- Penck A, Brückner E (1901/1909) *Die Alpen im Eiszeitalter*. Tauchnitz, Leipzig
- Prentice IC, Cramer W, Leemans R, Monserud RA, Solomon AM, Harrison SP (1992) A global biome model based on plant physiology and dominance soil properties and climate. *Journal of Biogeography*:117–134
- Probst E (2010) *Deutschland im Eiszeitalter*, 1st edn. Grin Verlag, München, Ravensburg
- Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk RC, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 55:1869–1887
- Richter D, Waiblinger J, Rink WJ, Wagner GA (2000) Thermoluminescence, Electron Spin Resonance and 14 C- dating of the Late Middle and Early Upper Palaeolithic Site of Geißenklösterle Cave in Southern Germany. *Journal of Archaeological Science*

- Schmidt I, Zimmermann A (2019) Population dynamics and socio-spatial organization of the Aurignacian: Scalable quantitative demographic data for western and central Europe. *PLOS ONE* 14:e0211562. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211562>
- Stewart JR (2004) Neanderthal–modern human competition? A comparison between the mammals associated with Middle and Upper Palaeolithic industries in Europe during OIS 3. *International Journal of Osteoarchaeology* 14:178–189. <https://doi.org/10.1002/oa.754>
- Stewart JR (2005) The ecology and adaptation of Neanderthals during the non-analogue environment of Oxygen Isotope Stage 3. *Quaternary International* 137:35–46. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.11.018>
- Stewart JR (2007) Neanderthal extinction as part of the faunal change in Europe during Oxygen Isotope Stage 3. *Acta Zoologica Cracoviensia - Series A: Vertebrata* 50:93–124. <https://doi.org/10.3409/000000007783995372>
- Stewart JR, van Kolfschoten T, Markova A, Musil R (2003) The Mammalian Faunas of Europe during Oxygen Isotope Stage Three. Chapter 7. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 103–130
- Talamo S, Hughen KA, Kromer B, Reimer PJ (2012) Debates over Palaeolithic chronology- the reliability of ¹⁴C is confirmed. *Journal of Archaeological Science*:2464–2467
- van Andel TH (2002) The Climate and Landscape of the Middle Part of the Weichselian Glaciation in Europe: The Stage 3 Project. *Quaternary Research* 57:2–8. <https://doi.org/10.1006/qres.2001.2294>
- van Andel TH (2003) Glacial Environments I: the Weichselian Climate in Europe between the End of the OIS-5 Interglacial and the Last Glacial Maximum. Chapter 2. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 9–19
- van Andel TH, Davies W (eds) (2003) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford
- van Andel TH, Davies W, Weniger B, Jöris O (2003) Archeological Dates as Proxies für the Spatial and Temporal Human Presences in Europe: a Discourse on the Method: Chapter 3. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 21–29
- Weniger B, Jöris O (2008) A 14C age calibration curve for the last 60 ka: the Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Eurasia. *Journal of Human Evolution* 55:772–781. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.08.017>

Kapitel III: Die Protagonisten

- Adler DS, Bar-Oz G, Belfer-Cohen A, Bar-Yosef O (2006) Ahead of the Game. *Current Anthropology* 47:89–118. <https://doi.org/10.1086/432455>
- Bar-Yosef O (2004) Eat what is there: Hunting and gathering in the world of Neanderthals and their neighbours. *Int. J. Osteoarchaeol.* 14:333–342. <https://doi.org/10.1002/oa.765>
- Bar-Yosef O, Vandermeersch B, Arensburg B, Belfer-Cohen A, Goldberg P, Laville H, Meignen L, Rak Y, Speth JD, Tchernov E, Weiner S, Clark GA, Garrard A, Henry DO, Hole F, Roe D, Rosenberg KR, Schepartz LA, Shea JJ, Smith FH, Trinkaus E, Whalen NM, Wilson L (1992) The Excavations in Kebara Cave, Mt. Carmel [and Comments and Replies]. *Current Anthropology* 33:497–550. <https://doi.org/10.1086/204112>
- Bocherens H (2009) Neanderthal Dietary Habits: Review of the Isotopic Evidence. In: Hublin J-J, Richards MP (eds) *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 241–250
- Bocherens H, Drucker DG, Billiou D, Patou-Mathis M, Vandermeersch B (2005) Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: Review and use of a multi-source mixing model. *Journal of Human Evolution* 49:71–87. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.003>
- Bolus M (2004) Wer war der Neandertaler. In: Conard NJ (ed) *Woher kommt der Mensch?* Attempto Verlag, Tübingen, pp 136–163
- Bolus M (2012) Mittelpaläolithische Spitzen. In: Floss H (ed) *Steinartefakte: Vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit*. Kerns Verlag Tübingen, Tübingen, pp 273–280
- Churchill SE (1993) Weapon Technology, Prey Size Selection, and Hunting Methods in Modern Hunter-Gatherers: Implications for Hunting in the Palaeolithic and Mesolithic - Churchill - 1993 - Archeological Papers of the American Anthropological Association - Wiley Online Library. *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 4:11–24
- Churchill SE, Rhodes JA (2009) The Evolution of the Human Capacity for "Killing at a Distance": The Human Fossil Evidence for the Evolution of Projectile Weaponry. In: Hublin J-J, Richards MP (eds) *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*. Springer Science & Business Media, pp 2001–2010
- Conard NJ, Bolus M (2003) Radiocarbon dating the appearance of modern humans and timing of cultural innovations in Europe: New results and new challenges. *Journal of Human Evolution* 44:331–371. [https://doi.org/10.1016/s0047-2484\(02\)00202-6](https://doi.org/10.1016/s0047-2484(02)00202-6)
- Cortés-Sánchez M, Morales-Muñiz A, Simón-Vallejo MD, Lozano-Francisco MC, Vera-Peláez JL, Finlayson C, Rodríguez-Vidal J, Delgado-Huertas A, Jiménez-Espejo FJ, Martínez-Ruiz F, Martínez-Aguirre MA, Pascual-Granged AJ, Bergadà-Zapata MM, Gibaja-Bao JF, Riquelme-Cantal JA, López-Sáez JA, Rodrigo-Gámiz M, Sakai S, Sugisaki S, Finlayson G, Fa DA, Bicho NF, Lalueza-Fox C (2011) Earliest Known Use of Marine

- Resources by Neanderthals. PLOS ONE 6:e24026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024026>
- Cristiani E, Lemorini C, Dalmeri G (2013) Ground stone tool production and use in the Late Upper Palaeolithic: The evidence from Riparo Dalmeri (Venetian Prealps, Italy). *Journal of Field Archaeology* 37:34–50. <https://doi.org/10.1179/0093469011Z.0000000003>
- Delson E, Tattersall I, Van Couvering JA, Brooks AS (2000) *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory*. Garland Publishing Inc., New York
- Drucker D, Bocherens H (2004) Carbon and nitrogen stable isotopes as tracers of change in diet breadth during Middle and Upper Palaeolithic in Europe. *Int. J. Osteoarchaeol.* 14:162–177. <https://doi.org/10.1002/oa.753>
- Dusseldorp G,L (2009) A view to a kill. Investigating Middle Palaeolithic subsistence using an optimal foraging perspective. Dissertation, Universiteit van Leiden
- Ebeling JR, Rowan YM (2004) The Archaeology of the Daily Grind: Ground Stone Tools and Food Production in the Southern Levant. *Near Eastern Archaeology* 67:108–117. <https://doi.org/10.2307/4132366>
- El Zaatari S, Grine FE, Ungar PS, Hublin J-J, Macchiarelli R (2016) Neandertal versus Modern Human Dietary Responses to Climatic Fluctuations. PLOS ONE 11:e0153277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153277>
- El Zataari S (2007) Ecogeographic variation in Neandertal dietary habits: Evidence from microwear texture analysis. Dissertation, Stony Brook University
- Finlayson C (2004) *Neanderthals and Modern Humans: An Ecological and Evolutionary Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge
- Flannery KV (1972) The Cultural Evolution of Civilizations. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3:399–426. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.03.110172.002151>
- Floss H (1994) Rohmaterialversorgung im Paläolithikum des Mittelrheingebiets. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, Nr. 21. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn
- Floss H (ed) (2012) *Steinartefakte: Vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit*. Tübingen Publications in Prehistory. Kerns Verlag Tübingen, Tübingen
- Gaudzinski S (2006) Monospecific or Species-Dominated Faunal Assemblages During the Middle Paleolithic in Europe. In: *Transitions Before the Transition*. Springer, Boston, MA, pp 137–147
- Gaudzinski S, Niven L (2009) Hominin Subsistence Patterns During the Middle and Late Paleolithic in Northwestern Europe. In: Hublin, Richards (Hg.) 2009 – *The origin of hominin diets*, pp 99–111
- Gramsch B, Beran J, Hanik S, Sommer RS (2013) A Palaeolithic fishhook made of ivory and the earliest fishhook tradition in Europe. *Journal of Archaeological Science* 40:2458–2463. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.01.010>

- Grayson DK, Delpech F (2008) The large mammals of Roc de Combe (Lot, France): The Châtelperronian and Aurignacian assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology* 27:338–362. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2008.04.002>
- Hardy BL, Kay M, Marks A, Monigal K (2001) Stone tool function at the paleolithic sites of Starosele and Buran Kaya III, Crimea: Behavioral implications. *PNAS* 98:1091–10977
- Hardy BL, Moncel M-H, Petraglia MD (2011) Neanderthal Use of Fish, Mammals, Birds, Starchy Plants and Wood 125-250,000 Years Ago. *PLOS ONE* 6:e23768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023768>
- Harvati K (2007) Neanderthals and their Contemporaries. In: *Handbook of Paleoanthropology*. Springer, pp 1717–1748
- Harvati K (2008a) Neanderthals and their contemporaries. In: Harvati K (ed) *The Paleoanthropology of Neanderthals*, Tübingen, pp 1717–1748
- Harvati K (ed) (2008b) *The Paleoanthropology of Neanderthals*, Tübingen
- Hawkes K, O'Connell J (1992) On Optimal Foraging Models and Subsistence Transitions. *Current Anthropology* 33:63–66
- Henry AG, Books AS, Piperno DR (2011) Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *Proceedings of the National Academy of Science* 108:486–491
- Hockett B, Haws J (2003) Nutritional ecology and diachronic trends in Paleolithic diet and health. *Evol. Anthropol.* 12:211–216. <https://doi.org/10.1002/evan.10116>
- Hoffecker JF (2009) Neanderthal and Modern Human Diet in Eastern Europe. In: Hublin J-J, Richards MP (eds) *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 87–98
- Hoffecker JF, Cleghorn N (2000) Mousterian hunting patterns in the northwestern Caucasus and the ecology of the Neanderthals - Hoffecker - 2000 - *International Journal of Osteoarchaeology* - Wiley Online Library. *Int. J. Osteoarchaeol.*:368–378
- Hoffecker JF, Hoffecker IT (2017) Technological complexity and the global dispersal of modern humans. *Evol Anthropol* 26:285–299. <https://doi.org/10.1002/evan.21553>
- Hublin JJ, Richards MP (eds) (2009) *The origin of hominin diets: Integrating Approaches to the Study of Paleolithic subsistence*. Springer, Heidelberg
- Jungmanns J (2009) Präzise und tödlich, Pfeile und Bögen steinzeitlicher Jäger. In: *Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg und Abteilung für Ältere Urgeschichte und Quartärökologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen (Hg.) 2009 – Eizeit*, pp 196–1999
- Kahlke HD (1961) Revision der Säugetierfaunen der klassischen deutschen Pleistozän-Fundstellen von Süßenborn, Mosbach und Taubach. *Geologie* 10:493–532

- Karkanas P, Koumouzelis M, Kozłowski JK, Sítivly V, Sobczyk K, Berna F, Weiner S (2004) The earliest evidence for clay hearths: Aurignacian features in Klisoura Cave 1, southern Greece. *Antiquity* 78:513–525. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00113195>
- Kelly RL (1995) *The Foraging spectrum*. Smithsonian Institution Press, Washington DC
- Klein RG (2009) *The Human Career: Human Biological and Cultural Origins*, 3rd edn. The University of Chicago Press, Chicago
- Kuzawa CW, Bragg JM (2012) Plasticity in Human Life History Strategy. *Current Anthropology* 53:S369–S382. <https://doi.org/10.1086/667410>
- Lazuén T (2012) European Neanderthal stone hunting weapons reveal complex behaviour long before the appearance of modern humans. *Journal of Archaeological Science* 39:2304–2311. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.02.032>
- Lupo KD, Schmitt DN (2002) Upper Paleolithic Net-Hunting, Small Prey Exploitation, and Women's Work Effort: A View from the Ethnographic and Ethnoarchaeological Record of the Congo Basin. *Journal of Archaeological Method and Theory* 9:147–179. <https://doi.org/10.1023/A:1016578224794>
- Manne T, Bicho N (2009) Vale Boi. *Before Farming* 2009:1–21. <https://doi.org/10.3828/bfarm.2009.2.1>
- Marean CW (2010) Pinnacle Point Cave 13B (Western Cape Province, South Africa) in context: The Cape Floral kingdom, shellfish, and modern human origins. *J Hum Evol* 59:425–443. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.07.011>
- McDonald K, Roebroeks W, Verpoorte A (2009) An Energetics Perspective on the Neanderthal Record. In: Hublin JJ, Richards MP (eds) *The origin of hominin diets: Integrating Approaches to the Study of Paleolithic subsistence*. Springer, Heidelberg, pp 211–220
- Müller-Beck H, Conard NJ, Schürle W (2001) *Anfänge der Kunst Eiszeitkunst im süddeutschen- schweizerischen Jura*. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart
- Nakazawa Y, Straus LG, González-Morales MR, Solana DC, Saiz JC (2009) On stone-boiling technology in the Upper Paleolithic: Behavioral implications from an Early Magdalenian hearth in El Mirón Cave, Cantabria, Spain. *Journal of Archaeological Science* 36:684–693. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.10.015>
- Nikolskyi P, Pitulko V (2013) Evidence from the Yana Palaeolithic site, Arctic Siberia, yields clues to the riddle of mammoth hunting. *Journal of Archaeological Science* 40:4189–4197
- Niven L (2007) From carcass to cave: Large mammal exploitation during the Aurignacian at Vogelherd, Germany. *J Hum Evol* 53:362–382. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2007.05.006>
- Rendu W, Costamagno S, Meignen L, Soulier M-C (2012) Monospecific faunal spectra in Mousterian contexts: Implications for social behavior. *Quaternary International* 247:50–58. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.01.022>
- Renfrew C (2008) *Prehistory: the making of the Human Mind*. Phoenix, London

- Richards M, Harvati K, Grimes V, Smith C, Smith T, Hublin J-J, Karkanas P, Panagopoulou E (2008a) Strontium isotope evidence of Neanderthal mobility at the site of Lakonis, Greece using laser-ablation PIMMS. *Journal of Archaeological Science* 35:1251–1256. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.018>
- Richards MP, Taylor G, Steele T, McPherron SP, Soressi M, Jaubert J, Orschiedt J, Malley JB, Rendu W, Hublin JJ (2008b) Isotopic dietary analysis of a Neanderthal and associated fauna from the site of Jonzac (Charente-Maritime), France. *J Hum Evol*:179–185
- Richards MP, Trinkaus E (2009) Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *PNAS* 106:16034–16039
- Rillardon M, Brugal J-P (2014) What about the Broad Spectrum Revolution?: Subsistence strategy of hunter–gatherers in Southeast France between 20 and 8 ka BP. *Quaternary International* 337:129–153. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.020>
- Robson SL, Wood B (2008) Hominin life history: reconstruction and evolution. *Journal of Anatomy*:394–425
- Sabine Gaudzinski (2006) Monospecific or Species-Dominated Faunal Assemblages During the Middle Paleolithic in Europe. In: *Transitions Before the Transition*. Springer, Boston, MA, pp 137–147
- Soffer O, Adovasio JM, Illingworth JS, Amirkhanov HA, Praslov ND, Street M (2000) Palaeolithic perishables made permanent. *Antiquity* 74:812–821. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00060464>
- Starkovich BM (2012) Intensification of small game resources at Klissoura Cave 1 (Peloponnese, Greece) from the Middle Paleolithic to Mesolithic. *Quaternary International* 264:17–31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.019>
- Stiner MC, Munro ND, Surovell TA (2000) The Tortoise and the Hare. *Current Anthropology* 41:39–79
- Stiner MC (2001) Thirty years on the "broad spectrum revolution" and paleolithic demography. *Proc Natl Acad Sci U S A* 98:6993–6996. <https://doi.org/10.1073/pnas.121176198>
- Stodiek U (2009) Der verlängerte Arm, durchschlagende Waffen am Ende der Eiszeit. In: *Archäologisches Landesmuseum Baden- Württemberg un Abteilung für Ältere Urgeschichte und Quartärökologie der Eberhard Karls Universität Tübingen (ed) Eizeit - Kunst und Kultur*. Thorbecke, Ostfildern, pp 192–195
- Stringer CB, Finlayson JC, Barton RNE, Fernández-Jalvo Y, Cáceres I, Sabin RC, Rhodes EJ, Currant AP, Rodríguez-Vidal J, Giles-Pacheco F, Riquelme-Cantal JA (2008) Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105:14319–14324. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805474105>
- Trinkaus E (1995) Neanderthal mortality patterns. *Journal of Archaeological Science* 22:121–142. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(95\)80170-7](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(95)80170-7)

- Villa P, Lenoir M (2009) Hunting and hunting weapons of the Lower and Middle paleolithic of Europe. In: Hublin JJ, Richards MP (eds) *The origin of hominin diets: Integrating Approaches to the Study of Paleolithic subsistence*. Springer, Heidelberg, pp 59–85
- Wild EM, Teschler-Nicola M, Kutschera W, Steier P, Wanek W (2006) 14C Dating of Early Upper Palaeolithic Human and Faunal Remains from Mladeč. In: Teschler-Nicola M (ed) *Early Modern Humans at the Moravian Gate: The Mladec Caves and their Remains*. Springer-Verlag/Wien, Vienna, pp 149–158
- WRIGHT K (1991) THE ORIGINS AND DEVELOPMENT OF GROUND STONE ASSEMBLAGES IN LATE PLEISTOCENE SOUTHWEST ASIA. *Paléorient* 17:19–45
- Zeder MA (2012) The Broad Spectrum Revolution at 40: Resource diversity, intensification, and an alternative to optimal foraging explanations. *Journal of Anthropological Archaeology* 31:241–264. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2012.03.003>
- Zilhão J, Angelucci DE, Igreja MA, Arnold LJ, Badal E, Callapez P, Cardoso JL, d'Errico F, Daura J, Demuro M, Deschamps M, Dupont C, Gabriel S, Hoffmann DL, Legoinha P, Matias H, Monge Soares AM, Nabais M, Portela P, Queffelec A, Rodrigues F, Souto P (2020) Last Interglacial Iberian Neandertals as fisher-hunter-gatherers. *Science* 367:eaaz7943. <https://doi.org/10.1126/science.aaz7943>

Kapitel IV: Die Ernährung des „Menschen“

- Aiello L, Wheeler P (1995) The Expensive-Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution | *Current Anthropology*: Vol 36, No 2. *Current Anthropology* 36:199–221
- Aiello LC (1997) Brains and guts in human evolution: The Expensive Tissue Hypothesis. *Braz. J. Genet.* 20:141–148. <https://doi.org/10.1590/S0100-84551997000100023>
- Aiello LC, Wheeler P (2003) Neanderthal thermoregulation and the glacial climate. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 147–166
- Ammor S, Tauveron G, Dufour E, Chevallier I (2006) Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility. *Food Control* 17:454–461. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.02.006>
- Auerbach BM, Ruff CB (2004) Human body mass estimation: A comparison of morphometric and mechanical methods. *Am. J. Phys. Anthropol.* 125:331–342. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20032>
- Barzel US, Massey LK (1998) Excess dietary protein can adversely affect bone. *J Nutr* 128:1051–1053. <https://doi.org/10.1093/jn/128.6.1051>
- Bassenge E, Wendt VE, Schollmeyer P, Blümchen G, Gudbjarnason S, Bing RJ (1965) Effect of ketone bodies on cardiac metabolism. *American Journal of Physiology-Legacy Content* 208:162–168. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1965.208.1.162>
- Baumann MU, Deborde S, Illsley NP (2002) Placental Glucose Transfer and Fetal Growth. *ENDO* 19:13–22. <https://doi.org/10.1385/ENDO:19:1:13>
- Ben-Dor M, Gopher A, Barkai R (2016) Neandertals' large lower thorax may represent adaptation to high protein diet. *Am J Phys Anthropol* 160:367–378. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22981>
- Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L (2013) *Biochemie: Evolution einer Wissenschaft*. In: Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L, Gatto GJ (eds) *Biochemie*, 7th edn. Springer Spektrum, Berlin, pp 1–24
- Berna F, Goldberg P, Horwitz LK, Brink J, Holt S, Bamford M, Chazan M (2012) Microstratigraphic evidence of in situ fire in the Acheulean strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109:E1215–20. <https://doi.org/10.1073/pnas.1117620109>
- Bier DM, et al (1999) Report of the IDECG Working Group on lower and upper limits of carbohydrate and fat intake. *Eur J Clin Nutr*:177–178
- Biesalski H-K (2015) *Mikronährstoffe als Motor der Evolution*. Springer Spektrum

- Biesalski H-K (ed) (2019a) Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer, 5th edn. Thieme, Stuttgart
- Biesalski H-K (2019b) Vitamine, Spurenelemente und Minerale, 2nd edn. Thieme, Stuttgart
- Biesalski H-K, Grimm P, Nowitzki-Grimm S (2020) Taschenatlas der Ernährung. Thieme, Stuttgart
- Bilsborough S, Mann N (2006) A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16:129–152. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.2.129>
- Binke R (2003) Vom Muskel zum Fleisch. *Mitteilungsblatt BAFF*:347–354
- Black AE, Prentice AM, Coward WA (1986) Use of food quotients to predict respiratory quotients for the doubly-labelled water method of... *Human Nutrition. Clinical Nutrition* 40:381–391
- Bloch MH, Hannestad J (2012) Omega-3 fatty acids for the treatment of depression: Systematic review and meta-analysis. *Mol Psychiatry* 17:1272–1282. <https://doi.org/10.1038/mp.2011.100>
- Böhles H, Niederau C, Eickmeier O, Riethmüller J, van Dullemen S Angeborene Stoffwechselerkrankungen, pp 991–1016
- Boon L, Geerts WJC, Jonker A, Lamers WH, van Noorden CJF (1999) High protein diet induces pericentral glutamate dehydrogenase and ornithine aminotransferase to provide sufficient glutamate for pericentral detoxification of ammonia in rat liver lobules. *Histochemistry and Cell Biology* 111:445–452. <https://doi.org/10.1007/s004180050380>
- Bradbury J (2011) Docosahexaenoic acid (DHA): An ancient nutrient for the modern human brain. *Nutrients* 3:529–554. <https://doi.org/10.3390/nu3050529>
- Brand-Miller JC, Colagiuri S (1994) The carnivore connection: Dietary carbohydrate in the evolution of NIDDM. *Diabetologia* 37:1280–1286. <https://doi.org/10.1007/BF00399803>
- Brand-Miller JC, Griffin HJ, Colagiuri S (2012) The Carnivore Connection Hypothesis: Revisited. *Journal of Obesity*:1–9
- Brenna JT, Carlson SE (2014) Docosahexaenoic acid and human brain development: Evidence that a dietary supply is needed for optimal development. *Journal of Human Evolution* 77:99–106. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.02.017>
- Broadhurst CL, Wang Y, Crawford MA, Cunnane SC, Parkington JE, Schmidt WF (2002) Brain-specific lipids from marine, lacustrine, or terrestrial food resources: Potential impact on early African Homo sapiens. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* 131:653–673. [https://doi.org/10.1016/S1096-4959\(02\)00002-7](https://doi.org/10.1016/S1096-4959(02)00002-7)

- Bundesinstitut für Riskobewertung (2006) Kritischer als Gammelfleisch: Toxinbildende Bakterien und ihre Giftstoffe in Fleisch und Fleischerzeugnissen: Stellungnahme: Nr. 0004/2006 des BfR vom 21. Dezember 2006
- Cahill GF, Veech RL (2003) Ketoacids? Good medicine? *TRANSACTIONS OF THE AMERICAN CLINICAL AND CLIMATOLOGICAL ASSOCIATION*:149–163
- Casaburi A, Piombino P, Nychas G-J, Villani F, Ercolini D (2015) Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food Microbiol* 45:83–102. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.02.002>
- Chiu C-C, Su K-P, Cheng T-C, Liu H-C, Chang C-J, Dewey ME, Stewart R, Huang S-Y (2008) The effects of omega-3 fatty acids monotherapy in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: A preliminary randomized double-blind placebo-controlled study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* 32:1538–1544. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2008.05.015>
- Chouinard-Watkins R, Scott Lacombe RJ, Metherel AH, Masoodi M, Bazinet RP (2019) DHA Esterified to Phosphatidylserine or Phosphatidylcholine is More Efficient at Targeting the Brain than DHA Esterified to Triacylglycerol. *Molecular Nutrition & Food Research* 63. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201801224>
- Chow W-H, Gridley G, McLaughlin JK, Mandel JS, Wacholder S, Blot WJ, Niwa S, Fraumeni JF (1994) Protein Intake and Risk of Renal Cell Cancer. *JNCI Journal of the National Cancer Institute* 86:1131–1139. <https://doi.org/10.1093/jnci/86.15.1131>
- Churchill SE (2006) Bioenergetic perspectives on Neanderthal thermoregulatory and activity budgets. In: Hublin JJ, Harvati K, Harrison T (eds) *Neanderthals Revisited: New Approaches and Perspectives* | SpringerLink. Springer Science+ Business, pp 113–133
- Colagiuri S, Brand Miller J (2002) The 'carnivore connection'--evolutionary aspects of insulin resistance. *Eur J Clin Nutr* 56 Suppl 1:S30-5. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601351>
- Cordain L, Watkins BA, Florant GL, Kelher M, Rogers L, Li Y (2002a) Fatty acid analysis of wild ruminant tissues: Evolutionary implications for reducing diet-related chronic disease. *Eur J Clin Nutr* 56:181–191. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601307>
- Cordain L, Eaton SB, Brand Miller J, Mann N, Hill K (2002b) The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *European Journal of Nutrition* 56:42–52
- Cotter DG, Schugar RC, Crawford PA (2013) Ketone body metabolism and cardiovascular disease. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 304:H1060-H1076. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00646.2012>
- Crawford MA, Bloom M, Broadhurst CL, Schmidt WF, Cunnane SC, Galli C, Gehbremeskel K, Linseisen F, Lloyd-Smith J, Parkington J (1999) Evidence for

- the unique function of docosahexaenoic acid during the evolution of the modern hominid brain. *Lipids* 34 Suppl:S39-47. <https://doi.org/10.1007/BF02562227>
- Crittenden AN (2011) The Importance of Honey Consumption in Human Evolution. *Food and Foodways* 19:257–273. <https://doi.org/10.1080/07409710.2011.630618>
- Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Stampfer MJ (1993) A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones. *N Engl J Med* 328:833–838. <https://doi.org/10.1056/NEJM199303253281203>
- Denke MA (2001) Metabolic effects of High-Protein, low-carbohydrate diets. *The American Journal of Cardiology*:59–61
- DGE (ed) (2004) *Ernährungsbericht 2004*
- DGE (2019) *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*, 2nd edn. Umschau-Verlag
- Diaz G, Goldberg GR, Taylor M, Savage JM, Sellen D, Coward WA, Prentice AM (1991) Effects of dietary supplementation on work performance in Gambian laborers. *American Journal of Clinical Nutrition* 53:803–811
- Dimski DS (1994) Ammonia Metabolism and the Urea Cycle: Function and Clinical Implications. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 8:73–78. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1994.tb03201.x>
- Dittmann A (1990) *Das Kochen mit Steinen*. Marburger Studien zur Völkerkunde 7. Dittrich Reimer Verlag, Berlin
- Dörr S, Martin E (2016) *Ernährung und Stoffwechsel*. Bildungsverlag EINS, Köln
- Doulgeraki AI, Ercolini D, Villani F, Nychas G-JE (2012) Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology* 157:130–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.05.020>
- Draper HH (1977) The Aboriginal Eskimo Diet in Modern Perspective. *American Anthropologist* 79:309–316. <https://doi.org/10.1525/aa.1977.79.2.02a00070>
- Dusseldorp GL (2009) *A view to a kill*. Investigating Middle Paleolithic subsistence using an optimal foraging perspective. Dissertation, Universiteit Leiden
- Echeverría F, Valenzuela R, Catalina Hernandez-Rodas M, Valenzuela A (2017) Docosahexaenoic acid (DHA), a fundamental fatty acid for the brain: New dietary sources. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 124:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2017.08.001>
- Elmadfa I (2019) *Ernährungslehre*. UTB
- Elmadfa I, Leitzmann C (2019) *Ernährung des Menschen*, 6th edn. UTB, Stuttgart
- Fehm HL, Kern W, Peters A (2006) The selfish brain: Competition for energy resources. In: Kalsbeek A (ed) *Hypothalamic integration of energy metabolism: Proceedings of the 24th International Summer School of Brain Research*, held at the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam, the Netherlands,

29 August-1 September 2005, 1st edn., vol 153. Elsevier, Amsterdam, Boston, pp 129–140

- Fischer DC (1995) Experiments on subaqueous meat caching. *Current Research in the Pleistocene*:77–80
- Fonseca-Azevedo K, Herculano-Houzel S (2012) Metabolic constraint imposes tradeoff between body size and number of brain neurons in human evolution. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109:18571–18576. <https://doi.org/10.1073/pnas.1206390109>
- Fritzen AM, Lundsgaard A-M, Kiens B (2019) Dietary Fuels in Athletic Performance. *Annu Rev Nutr* 39:45–73. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-082018-124337>
- Froehle AW, Churchill SE (2009) Energetic Competition Between Neandertals and Anatomically Modern Humans. *PaleoAnthropology*:96–116
- Fromente A (2001) Evolutionary biology and health of hunter-gatherer populations. In: Panter-Brick C, Layton RH, Rowley-Conway P (eds) *Hunter-gatherers: an interdisciplinary perspective*. Cambridge University Press, pp 239–266
- Gibson RA, Muhlhausler B, Makrides M (2011) Conversion of linoleic acid and alpha-linolenic acid to long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFAs), with a focus on pregnancy, lactation and the first 2 years of life. *Matern Child Nutr* 7 Suppl 2:17–26. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2011.00299.x>
- Gowlett JAJ (2016) The discovery of fire by humans: A long and convoluted process. *Philos Trans R Soc Lond , B, Biol Sci* 371. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0164>
- Gram L, Ravn L, Rasch M, Bruhn JB, Christensen AB, Givskov M (2002) Food spoil-age—interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 78:79–97. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00233-7)
- Grimm P (2019) Ernährung in Schwangerschaft und Stillzeit. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 374–383
- Guil-Guerrero JL (2017) Evidence for chronic omega-3 fatty acids and ascorbic acid deficiency in Palaeolithic hominins in Europe at the emergence of cannibalism. *Quaternary Science Reviews* 157:176–187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.016>
- Guil-Guerrero JL, Rincón-Cervera MA, Venegas-Venegas CE, Ramos-Bueno RP, Suárez MD (2013) Highly bioavailable α -linolenic acid from the subcutaneous fat of the Palaeolithic Relict “Galician horse”. *International Food Research Journal*:3249–3258
- Hahn A, Ströhle A, Lechler T (2016) *Ernährung: Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie*, 3rd edn. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Stuttgart, Stuttgart
- Halton TL, Hu FB (2004) The Effects of High Protein Diets on Thermogenesis, Satiety and Weight Loss: A Critical Review. *Journal of the American College of Nutrition* 23:373–385. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719381>

- Hamberg O, Nielsen K, Vilstrup H (1992) Effects of an increase in protein intake on hepatic efficacy for urea synthesis in healthy subjects and in patients with cirrhosis. *Journal of Hepatology* 14:237–243. [https://doi.org/10.1016/0168-8278\(92\)90164-K](https://doi.org/10.1016/0168-8278(92)90164-K)
- Harauma A, et al (2017) The essentiality of arachidonic acid in addition to docosahexaenoic acid for brain growth and function. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 116:9–18. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2016.11.002>
- Hardy K, Brand-Miller J, Brown KD, Thomas MG, Copeland L (2015) The Importance of Dietary Carbohydrate in Human Evolution. *The Quarterly Review of Biology* 90:251–268. <https://doi.org/10.1086/682587>
- Hashimoto M, Hossain S, Al Mamun A, Matsuzaki K, Arai H (2017) Docosahexaenoic acid: One molecule diverse functions. *Crit Rev Biotechnol* 37:579–597. <https://doi.org/10.1080/07388551.2016.1207153>
- Heldmaier G, Neuweiler G (2013) *Vergleichende Tierphysiologie, Band 2*. Springer, Heidelberg
- Henry AG (2017) Neanderthal Cooking and the Costs of Fire. *Current Anthropology* 58:S329-S336. <https://doi.org/10.1086/692095>
- Herrera E (2000) Metabolic adaptations in pregnancy and their implications for the availability of substrates to the fetus. *Eur J Clin Nutr* 54:S47 -S51. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600984>
- Heyes P, MacDonald K (2015) Neandertal energetics: Uncertainty in body mass estimation limits comparisons with *Homo sapiens*. *Journal of Human Evolution* 85:193–197. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.04.007>
- Hockett B (2012) The consequences of Middle Paleolithic diets on pregnant Neanderthal women. *Quaternary International* 264:78–82. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.002>
- Honikel KO (2004) Vom Fleisch zum Produkt Reifen - Erhitzen - Zerkleinern - Salzen From meat to meat products Ageing – heating – comminuting – salting. *Mitteilungsblatt BAFF*:1–9
- Horn F (2018) *Biochemie des Menschen*, 7th edn. Thieme, Stuttgart
- Huff Lonergan E, Zhang W, Lonergan SM (2010) Biochemistry of postmortem muscle - lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci* 86:184–195. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>
- Husson A, Brasse-Lagnel C, Fairand A, Renouf S, Lavoine A (2003) Argininosuccinate synthetase from the urea cycle to the citrulline-NO cycle. *Eur J Biochem* 270:1887–1899. <https://doi.org/10.1046/j.1432-1033.2003.03559.x>
- Inchley CE, Cynthia D. A. Larbey, Nzar A. A. Shwan, Luca Pagani, Lauri Saag, Tiago Antão, Guy Jacobs, Georgi Hudjashov, Ene Metspalu, Mario Mitt, Christina A. Eichstaedt, Boris Malyarchuk, Miroslava Derenko, Joseph Wee, Syafiq Abdullah,

- François-Xavier Ricaut, Maru Mormina, Reedik Mägi, Richard Villems, Mait Metspalu, Martin K. Jones, John A. L. Armour, Toomas Kivisild (2016) Selective sweep on human amylase genes postdates the split with Neanderthals. *Sci Rep* 6:1–10. <https://doi.org/10.1038/srep37198>
- Innis SM (2000) The role of dietary n-6 and n-3 fatty acids in the developing brain. *Dev Neurosci* 22:474–480. <https://doi.org/10.1159/000017478>
- Innis SM (2007) Dietary (n-3) fatty acids and brain development. *J Nutr* 137:855–859. <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.855>
- Jäger R, Chad M. Kerksick, Bill I. Campbell, Paul J. Cribb, Shawn D. Wells, Tim M. Skwiat, Martin Purpura, Tim N. Ziegenfuss, Arny A. Ferrando, Shawn M. Arent, Abbie E. Smith-Ryan, Jeffrey R. Stout, Paul J. Arciero, Michael J. Ormsbee, Lem W. Taylor, Colin D. Wilborn, Doug S. Kalman, Richard B. Kreider, Darryn S. Willoughby, Jay R. Hoffman, Jamie L. Krzykowski, Jose Antonio (2017) International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 14:1–25. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Jenike MR (2001) Nutritional ecology: diet, physical activity and body size. In: Panter-Brick C, Layton RH, Rowley-Conway P (eds) *Hunter-gatherers: an interdisciplinary perspective*. Cambridge University Press, pp 205–238
- Jerardino A (2010) Large shell middens in Lamberts Bay, South Africa: A case of hunter-gatherer resource intensification. *Journal of Archaeological Science* 37:2291–2302. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.04.002>
- Jónasdóttir SH (2019) Fatty Acid Profiles and Production in Marine Phytoplankton. *Mar Drugs* 17. <https://doi.org/10.3390/md17030151>
- Jones M (2007) *Feast: Why humans share food*. OUP Oxford
- Jones RJ, Hussein HM, Zagorec M, Brightwell G, Tagg JR (2008) Isolation of lactic acid bacteria with inhibitory activity against pathogens and spoilage organisms associated with fresh meat. *Food Microbiol* 25:228–234. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2007.11.001>
- Kandra L, Gyémánt G, Zajác A, Batta G (2004) Inhibitory effects of tannin on human salivary alpha-amylase. *Biochem Biophys Res Commun* 319:1265–1271. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2004.05.122>
- Kaspar H (2014) *Ernährungsmedizin und Diätetik*, 11th edn. Urban&Fischer, München
- Keim NL, Roy LJ, Havel PJ (2006) Carbohydrates. In: Shils ME, Young VR (eds) *Modern nutrition in health and disease*, Philadelphia (Pennsylvania), pp 62–83
- Keweloh H (2008) *Mikroorganismen in Lebensmitteln*. Pfannenberg, Haan-Gruiten
- Kim YJ, Felig P (1972) Maternal and amniotic fluid substrate levels during caloric deprivation in human pregnancy. *Metabolism* 21:507–512. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(72\)90094-7](https://doi.org/10.1016/0026-0495(72)90094-7)

- Kleiber M (1947) BODY SIZE AND METABOLIC RATE. *Physiological Reviews* 27:511–541. <https://doi.org/10.1152/physrev.1947.27.4.511>
- Klein RG, Avery G, Cruz-Uribe K, Halkett D, Parkington JE, Steele T, Volman TP, Yates R (2004) The Ysterfontein 1 Middle Stone Age site, South Africa, and early human exploitation of coastal resources. *PNAS* 101:5708–5715. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400528101>
- König D, Hamm M, Dickhuth H-H, Berg A (2010) Proteinzufuhr im Sport - Bedeutung für Aufbau und Erhalt der muskulären Leistungsfähigkeit. *Sportmed Präventivmed* 40:7–11. <https://doi.org/10.1007/s12534-010-0118-7>
- König D, et al (2020) Proteinzufuhr im Sport. *ErnährungsUmschau* 67. Jahrgang:132–139
- Kopp C, Nieß A (2019) Sport und Ernährung: Beitrag Plauth, M.; Weiss, H. (2019): Immunonutrition. In: Hans-Konrad Biesalski (Hg.): *Ernährungsmedizin. Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*: Amazon.de: Biesalski, Hans Konrad, Pirlich, Matthias, Bischoff, Stephan C., Weimann, Arved: Bücher. Unter Mitarbeit von Hans-Konrad Biesalski. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 406–418
- Koussoroplis A-M, Lemarchand C, Bec A, Desvillettes C, Amblard C, Fournier C, Berny P, Bourdier G (2008) From aquatic to terrestrial food webs: Decrease of the docosahexaenoic acid/linoleic acid ratio. *Lipids* 43:461–466. <https://doi.org/10.1007/s11745-008-3166-5>
- Kris-Etherton PM, Grieger JA, Kris-Etherton T (2009) Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*
- Kyriacou K, Blackhurst DM, Parkington JE, Marais AD (2016) Marine and terrestrial foods as a source of brain-selective nutrients for early modern humans in the southwestern Cape, South Africa. *Journal of Human Evolution* 97 :86–96. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2016.04.009>
- Lacombe RJS, Chouinard-Watkins R, Bazinet RP (2018) Brain docosahexaenoic acid uptake and metabolism. *Molecular Aspects of Medicine* 64:109–134. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.12.004>
- Lambert AD, Smith JP, Dodds KL (1991) Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat — a review. *Food Microbiol* 8:267–297. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(05\)80002-4](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(05)80002-4)
- Lechler T (2001) Die Ernährung als Einflussfaktor auf die Evolution des Menschen. Dissertation, Universität Hannover
- Linn T, Santosa B, Grönemeyer D, Aygen S, Scholz N, Busch M, Bretzel RG (2000) Effect of long-term dietary protein intake on glucose metabolism in humans. *Diabetologia* 43:1257–1265. <https://doi.org/10.1007/s001250051521>

- Lücke F-K (2000) Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Sci* 56:105–115. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00029-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00029-2)
- Majou D (2018) Evolution of the Human Brain: The key roles of DHA (omega-3 fatty acid) and $\Delta 6$ -desaturase gene. *OCL* 25:A401. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017059>
- Martin WF, Armstrong LE, Rodriguez NR (2005) Dietary protein intake and renal function. *Nutr Metab (Lond)* 2:25. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-2-25>
- Massey LK, Roman-Smith H, Sutton RAL (1993) Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones. *Journal of the American Dietetic Association* 93:901–906. [https://doi.org/10.1016/0002-8223\(93\)91530-4](https://doi.org/10.1016/0002-8223(93)91530-4)
- Mateos A, Goikoetxea I, Leonard WR, Martín-González JÁ, Rodríguez-Gómez G, Rodríguez J (2014) Neandertal growth: What are the costs? *Journal of Human Evolution* 77:167–178. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.09.003>
- McCann JC, Ames BN (2005) Is docosahexaenoic acid, an n–3 long-chain polyunsaturated fatty acid, required for development of normal brain function?: An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. *Am J Clin Nutr* 82:281–295. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.2.281>
- McNally MA, Hartmann AL (2012) Ketone bodies in Epilepsy. *Journal of Neurochemistry* 121:28–35
- Metges CC, Barth CA (2000) Metabolic consequences of a high dietary-protein intake in adulthood: Assessment of the available evidence. *J Nutr* 130:886–889. <https://doi.org/10.1093/jn/130.4.886>
- Metzger BE, Lowe LP, Dyer AR, Trimble ER, Chaovarindr U, Coustan DR, Hadden DR, McCance DR, Hod M, McIntyre HD, Oats JJN, Persson B, Rogers MS, Sacks DA (2008) Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. *N Engl J Med* 358:1991–2002. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0707943>
- Morris SM (2002) Regulation of enzymes of the urea cycle and arginine metabolism. *Annu Rev Nutr* 22:87–105. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.22.110801.140547>
- Mouillé B, Robert V, Blachier F (2004) Adaptative increase of ornithine production and decrease of ammonia metabolism in rat colonocytes after hyperproteic diet ingestion. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 287:G344–51. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00445.2003>
- Müller WA, Frings S, Möhrle F (eds) (2019) *Tier- und Humanphysiologie eine Einführung*. Springer Spektrum, Berlin
- Navarrete A, van Schaik K, Isler K (2011) Energetics and the evolution of human brain size. *Nature*:91–93
- Nelson K (2010) Environment, cooking strategies and containers. *Journal of Anthropological Archaeology* 29:238–247. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2010.02.004>

- Nettleton JA, Salem N (2019) International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids 2018 Symposium: Arachidonic and Docosaehaenoic Acids in Infant Development. *Ann Nutr Metab* 74:83–91. <https://doi.org/10.1159/000495906>
- Niki E (2009) Lipid peroxidation: Physiological levels and dual biological effects. *Free Radic Biol Med* 47:469–484. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2009.05.032>
- Orton J, Hart T, Halkett D (2005) Shell Middens in Namaqualand: Two Later Stone Age Sites at Rooiwalbaai, Northern Cape Province, South Africa. *The South African Archaeological Bulletin* 60:24–32
- Ouattara B, Simard RE, Holley RA, Piette GJ-P, Bégin A (1997) Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International Journal of Food Microbiology* 37:155–162. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(97\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(97)00070-6)
- Owen OP (2005) Ketone bodies as a fuel for the brain during starvation. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 33:246–251. <https://doi.org/10.1002/bmb.2005.49403304246>
- Paddon-Jones D, Rasmussen BB (2009) Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 12:86–90. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32831cef8b>
- Parkington J (2001) Milestones: The Impact of the Systematic Exploitation of Marine Foods on Human Evolution. *MilestonesUR* - [https://www.torrossa.com/it/resources/an/2254822:1000–1010](https://www.torrossa.com/it/resources/an/2254822:1000-1010). <https://doi.org/10.1400/38996>
- Parkington J (2003) Middens and moderns: Shellfishing and the middle stone age of the western Cape, South Africa. *South African Journal of Science*:243–247
- Pearce E, Stringer C, Dunbar RIM (2013) New insights into differences in brain organization between Neanderthals and anatomically modern humans. *Proc Biol Sci* 280:20130168. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0168>
- Perry GH, Dominy NJ, Claw KG, Lee AS, Fiegler H, Redon R, Werner J, Villanea FA, Mountain JL, Misra R, Carter NP, Lee C, Stone AC (2007) Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nat Genet* 39:1256–1260. <https://doi.org/10.1038/ng2123>
- Peters A, Schweiger U, Pellerin L, Hubold C, Oltmanns KM, Conrad M, Schultes B, Born J, Fehm HL (2004) The selfish brain: Competition for energy resources. *Neurosci Biobehav Rev* 28:143–180. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2004.03.002>
- Plauth M, Weiss H Immunonutrition, pp 502–512
- Pontzer H (2017) The crown joules: Energetics, ecology, and evolution in humans and other primates. *Evolutionary Anthropology* 26:12–24. <https://doi.org/10.1002/evan.21513>

- Pontzer H, Raichlen DA, Wood BM, Mabulla AZP, Racette SB, Marlowe FW (2012) Hunter-gatherer energetics and human obesity. *PLoS ONE* 7:e40503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040503>
- Pontzer H, Durazo-Arvizu R, Dugas LR, Plange-Rhule J, Bovet P, Forrester TE, Lambert EV, Cooper RS, Schoeller DA, Luke A (2016) Constrained Total Energy Expenditure and Metabolic Adaptation to Physical Activity in Adult Humans. *Current Biology* 26:410–417. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.046>
- Pothakos V, Devlieghere F, Villani F, Björkroth J, Ercolini D (2015) Lactic acid bacteria and their controversial role in fresh meat spoilage. *Meat Sci* 109:66–74. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.014>
- Quinn JF, Raman R, Thomas RG, Yurko-Mauro K, Nelson EB, van Dyck C, Galvin JE, Emond J, Jack CR, Weiner M, Shinto L, Aisen PS (2010) Docosahexaenoic Acid Supplementation and Cognitive Decline in Alzheimer Disease. *JAMA* 304:1903. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1510>
- Rafoth RJ, Onstad GR (1975) Urea synthesis after oral protein ingestion in man. *J Clin Invest* 56:1170–1174. <https://doi.org/10.1172/JCI108193>
- Rasow J, Hauser K, Netzker R, Deuzmann R (2016) *Biochemie*. Thieme, Stuttgart
- Ratner S (1977) A long view of nitrogen metabolism. *Annu Rev Biochem* 46:1–24. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.46.070177.000245>
- Reddy ST, Wang C-Y, Sakhaee K, Brinkley L, Pak CYC (2002) Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism. *American journal of kidney diseases: the official Journal of the National Kidney Foundation* 40:265–274. <https://doi.org/10.1053/ajkd.2002.34504>
- Rehner G, Daniel H (2010) *Biochemie der Ernährung*, 3rd edn. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- Remer T, Pietrzik K, Manz F (1996) A moderate increase in daily protein intake causing an enhanced endogenous insulin secretion does not alter circulating levels or urinary excretion of dehydroepiandrosterone sulfate. *Metabolism* 45:1483–1486. [https://doi.org/10.1016/S0026-0495\(96\)90176-6](https://doi.org/10.1016/S0026-0495(96)90176-6)
- Riediger ND, Othman RA, Suh M, Moghadasian MH (2009) A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. *Journal of the American Dietetic Association* 109:668–679. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.12.022>
- Roebroeks W, Villa P (2011) On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *PNAS* 108:5209–5214. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018116108>
- Rogers LK, Valentine CJ, Keim SA (2013) DHA supplementation: Current implications in pregnancy and childhood. *Pharmacological Research* 70:13–19. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2012.12.003>

- Rudman D, DiFulco TJ, Galambos JT, Smith RB, Salam AA, Warren WD (1973) Maximal rates of excretion and synthesis of urea in normal and cirrhotic subjects. *J Clin Invest* 52:2241–2249. <https://doi.org/10.1172/JCI107410>
- Ruff C, Niskanen M, Junno J-A, Jamison P (2005) Body mass prediction from stature and bi-iliac breadth in two high latitude populations, with application to earlier higher latitude humans. *Journal of Human Evolution* 48:381–392. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.11.009>
- Sales PM, Souza PM, Simeoni LA, Magalhães PO, Silveira D (2012) α -Amylase Inhibitors: A Review of Raw Material and Isolated Compounds from Plant Source. *J Pharm Pharm Sci* 15:141. <https://doi.org/10.18433/J35S3K>
- Samad F, Ruf W (2013) Inflammation, obesity, and thrombosis. *Blood* 122:3415–3422. <https://doi.org/10.1182/blood-2013-05-427708>
- Sandgathe DM (2017) Identifying and Describing Pattern and Process in the Evolution of Hominin Use of Fire. *Current Anthropology* 58:S360-S370. <https://doi.org/10.1086/691459>
- Schek A (2017) *Ernährungslehre kompakt: Kompendium der Ernährungsehre für Studierende der Ernährungswissenschaft, Medizin, Naturwissenschaften und zur Ausbildung von Ernährungsfachkräften*, 6th edn. Fachbuch uzv, Bonn
- SHIMOKOMAKI M, ELSDEN DF, BAILEY AJ (1972) MEAT TENDERNESS: AGE RELATED CHANGES IN BOVINE INTRAMUSCULAR COLLAGEN. *J Food Science* 37:892–896. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03696.x>
- Simopoulos AP (ed) (1998) The return of [omega]3 fatty acids into the food supply: I. Land-based animal food products and their health effects ; International Conference, Bethesda, Md., September 1997. *World Review of Nutrition and Dietetics*, vol 83. KARGER, Basel
- Simopoulos AP (2002) Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 11:S163-S173. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.11.s.6.5.x>
- Simopoulos AP (2004) Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biol Res* 37:263–277. <https://doi.org/10.4067/s0716-97602004000200013>
- Singh M (2005) Essential fatty acids, DHA and human brain. *The Indian Journal of Pediatrics* 72:239–242. <https://doi.org/10.1007/BF02859265>
- Snodgrass JJ, Leonard WR (2009) Neandertal Energetics Revisited: Insights Into Population Dynamics and Life History Evolution. *PaleoAnthropology*:220–237
- Sol D (2009) Revisiting the cognitive buffer hypothesis for the evolution of large brains. *Biology letters*:130–133
- Sonestedt E (2018) Salivary amylase gene variations influence the physiologic response to starchy foods: 2 sides of the story. *Am J Clin Nutr* 108:656–657. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy258>

- Sorensen MV, Leonard WR (2001) Neandertal energetics and foraging efficiency. *Journal of Human Evolution* 40:483–495. <https://doi.org/10.1006/jhev.2001.0472>
- Speth JD (1989) Early hominid hunting and scavenging: The role of meat as an energy source. *Journal of Human Evolution* 18:329–343. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(89\)90035-3](https://doi.org/10.1016/0047-2484(89)90035-3)
- Speth JD (1991) Protein selection and avoidance strategies of contemporary and ancestral foragers: Unresolved issues. *Philos Trans R Soc Lond , B, Biol Sci* 334:265–9; discussion 269–70. <https://doi.org/10.1098/rstb.1991.0115>
- Speth JD (2012) *The Paleoanthropology and Archaeology of Big-Game Hunting*. Springer, New York
- Speth JD (2015) When did humans learn to boil? *PaleoAnthropology*:54–67
- Speth JD (2017) Putrid Meat and Fish in the Eurasian Middle and Upper Paleolithic: Are We Missing a Key Part of Neanderthal and Modern Human Diet? *PaleoAnthropology*:44–72
- Speth JD, Spielmann KA (1983) Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies. *Journal of Anthropological Archaeology* 2:1 –31. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(83\)90006-5](https://doi.org/10.1016/0278-4165(83)90006-5)
- Stegmann AT, Cerny FJ, Holliday TW (2002) Neandertal cold adaptation: Physiological and energetic factors - Stegmann - 2002 - *American Journal of Human Biology* - Wiley Online Library. *American Journal of Human Biology* 14:566–583
- Stehle P (2019) Makro- und Mikronährstoffe- Bedarf und Referenzwerte. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 240–250
- Stringer CB, Finlayson JC, Barton RNE, Fernández-Jalvo Y, Cáceres I, Sabin RC, Rhodes EJ, Currant AP, Rodríguez-Vidal J, Giles-Pacheco F, Riquelme-Cantal JA (2008) Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105:14319–14324. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805474105>
- Ströhle A (2009) *Rück- und Seitenblicke im Zeitalter der Ernährungsver(w)irrung*. Ralf Reglin Verlag, Köln
- Sugasini D, Yalagala PCR, Goggin A, Tai LM, Subbaiah PV (2019) Enrichment of brain docosahexaenoic acid (DHA) is highly dependent upon the molecular carrier of dietary DHA: Lysophosphatidylcholine is more efficient than either phosphatidylcholine or triacylglycerol. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 74:1 –10. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108231>
- Swanson D, Block R, Mousa SA (2012) Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life. *Adv Nutr* 3:1–7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>
- Tay J, Goss AM, Locher JL, Ard JD, Gower BA (2019) Physical Function and Strength in Relation to Inflammation in Older Adults with Obesity and Increased

- Cardiometabolic Risk. *The journal of nutrition, health & aging* 23:949–957. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1260-4>
- Tester RF, Qi X, Karkalas J (2006) Hydrolysis of native starches with amylases. *Animal Feed Science and Technology* 130:39–54. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.016>
- Théry- Parisot I, Meignen L (2000) Economie des combustibles dans l'Abri moustérien des Canalettes, de l'expérimentation a la simulation des besoins énergétiques. *Gallia Préhistoria*:45–55
- Théry-Parisot I (2001) Economie des combustibles au paléolithique: expérimentation, taphonomie, anthracologie
- Thomsen HH, Rittig N, Johannsen M, Møller AB, Jørgensen JO, Jessen N, Møller N (2018) Effects of 3-hydroxybutyrate and free fatty acids on muscle protein kinetics and signaling during LPS-induced inflammation in humans: Anticatabolic impact of ketone bodies. *Am J Clin Nutr* 108:857–867. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy170>
- Tosi F, Sartori F, Guarini P, Olivieri O, Martinelli N (2014) Delta-5 and Delta-6 Desaturases: Crucial Enzymes in Polyunsaturated Fatty Acid-Related Pathways with Pleiotropic Influences in Health and Disease. In: Camps J (ed) *Oxidative stress and inflammation in non-communicable diseases: Molecular mechanisms and perspectives in therapeutics*. Springer, Cham, Heidelberg, pp 61–81
- van de Poll MCG, Wigmore SJ, Redhead DN, Beets-Tan RGH, Garden OJ, Greve JWM, Soeters PB, Deutz NEP, Fearon KCH, Dejong CHC (2007) Effect of major liver resection on hepatic ureagenesis in humans. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 293:G956-62. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00366.2006>
- Vaupel P, Biesalski HK (2019a) Lipide. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 124–144
- Vaupel P, Biesalski HK (2019b) Protein. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 145–163
- Vaupel P, Ristow M (2019) Kohlenhydrate. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*, 5th edn. Thieme, Stuttgart, pp 96–123
- Veech RL (2004) The therapeutic implications of ketone bodies: The effects of ketone bodies in pathological conditions: ketosis, ketogenic diet, redox states, insulin resistance, and mitochondrial metabolism. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 70:309–319. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2003.09.007>
- Vilstrup H (1980) Synthesis of urea after stimulation with amino acids: Relation to liver function. *Gut* 21:990–995. <https://doi.org/10.1136/gut.21.11.990>

- Vlajinac HD, Marinković JM, Ilić MD, Kocev NI (1997) Diet and prostate cancer: A case-control study. *European Journal of Cancer* 33:101–107. [https://doi.org/10.1016/S0959-8049\(96\)00373-5](https://doi.org/10.1016/S0959-8049(96)00373-5)
- Wales N (2012) Modeling Neanderthal clothing using ethnographic analogues. *Journal of Human Evolution* 63:781–795. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.08.006>
- Wang Z, O'Connor TP, Heshka S, Heymsfield SB (2001) The Reconstruction of Kleiber's Law at the Organ-Tissue Level. *J Nutr* 131:2967–2970. <https://doi.org/10.1093/jn/131.11.2967>
- Wang S, Copeland L (2013) Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: A review. *Food Funct* 4:1564–1580. <https://doi.org/10.1039/c3fo60258c>
- Wang SP, Yang H, Wu JW, Gauthier N, Fukao T, Mitchell GA (2014) Metabolism as a tool for understanding human brain evolution: Lipid energy metabolism as an example. *Journal of Human Evolution* 77:41–49. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.06.013>
- Weaver TD, Steudel-Numbers K (2005) Does Climate or Mobility Explain the Differences in Body Proportions Between Neandertals and Their Upper Paleolithic Successors? *Evolutionary Anthropology*:218–223
- Weigle DS, Breen PA, Matthys CC, Callahan HS, Meeuws KE, Burden VR, Purnell JQ (2005) A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *Am J Clin Nutr* 82:41–48. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.41>
- Weiser MJ, Butt CM, Mohajeri MH (2016) Docosahexaenoic Acid and Cognition throughout the Lifespan. *Nutrients* 8:99. <https://doi.org/10.3390/nu8020099>
- Weiβ C (2009) Biogene Amine. *ErnährungsUmschau*:172–179
- Wilkinson SB, Phillips SM, Atherton PJ, Patel R, Yarasheski KE, Tarnopolsky MA, Rennie MJ (2008) Differential effects of resistance and endurance exercise in the fed state on signalling molecule phosphorylation and protein synthesis in human muscle. *J Physiol (Lond)* 586:3701–3717. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.153916>
- Will M, Parkington JE, Kandel AW, Conard NJ (2013) Coastal adaptations and the Middle Stone Age lithic assemblages from Hoedjiespunt 1 in the Western Cape, South Africa. *Journal of Human Evolution* 64:518–537. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.02.012>
- Will M, Kandel AW, Kyriacou K, Conard NJ (2016) An evolutionary perspective on coastal adaptations by modern humans during the Middle Stone Age of Africa. *Quaternary International* 404:68–86. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.021>

- Will M, Pablos A, Stock JT (2017) Long-term patterns of body mass and stature evolution within the hominin lineage. *Royal Society Open Science*:1 –22. <https://doi.org/10.1098/rsos.171339>
- Wragham R (2009) *Catching fire: how cooking made us human*. Basic Books
- Wu G (2016) Dietary protein intake and human health. *Royal Society of Chemistry*:1251–1265
- Wurz S (2012) The significance of MIS 5 shell middens on the Cape coast: A lithic perspective from Klasies River and Ysterfontein 1. *Quaternary International* 270:61–69. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.06.032>
- Ying W, Lee YS, Dong Y, Seidman JS, Yang M, Isaac R, Seo JB, Yang B-H, Wollam J, Riopel M, McNelis J, Glass CK, Olefsky JM, Fu W (2019) Expansion of Islet-Resident Macrophages Leads to Inflammation Affecting β Cell Proliferation and Function in Obesity. *Cell Metab* 29:457-474.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.12.003>
- Yudkin JS (2007) Inflammation, obesity, and the metabolic syndrome. *Horm Metab Res* 39:707–709. <https://doi.org/10.1055/s-2007-985898>

Kapitel V: Methoden und Quellen I: Fleisch, Knochenmark und Knochenfett

- Binford LR (1978) *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press, New York
- Binford LR (1981) *Bones: ancient man and modern myth*. Academic Press, New York
- Binford LR (1985) Human ancestors: Changing views of their behavior. *Journal of Archaeological Science*:292–327
- Binford LR (1986) Comment on Bunn and Kroll. *American Antiquity* 27:444–446
- Blumenshine R, Marean CW, Capaldo SD (1996) Blind Test of Inter-analyst Correspondence and Accuracy in Identification of Cut Marks, Percussion Marks, and Carnivore Tooth Marks on Bone Surface. *Journal of Archaeological Science*:493–507
- Blumenshine RJ, Madrigal TC (1993) Variability in Long Bone Marrow Yields of East African Ungulates and its Zooarchaeological Implications. *Journal of Archaeological Science* 20:555–587. <https://doi.org/10.1006/jasc.1993.1034>
- Bratlund B (1999) Taubach revisited. *Jahrbuch des RGZM* 46:61–174
- Bunn HT, Bartram LE, Kroll EM (1988) Variability in Bone Assemblage Formation from Hadza Hunting, Scavenging and Carcass processing. *Journal of Anthropological Archaeology*:412–457
- Chase PG (1986) *The hunters of Combe Grenal: Approaches to the Middle Paleolithic subsistence in Europe*. British Archaeological Reports International Series 286, Oxford
- Chase PG (1988) Scavenging and hunting in the Middle Paleolithic. In: Dibble HL, Montet-White A (eds) *Upper Pleistocene prehistory of western Eurasia*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp 225–232
- Church RR, Lyman RL (2003) Small fragments make small differences in efficiency when rendering grease from fractured artiodactyl bones by boiling. *Journal of Archaeological Science* 30:1077–1084. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00010-4)
- Costamagno S, Théry-Parisot I, Brugal J-P, Guibert R (2005) Taphonomic consequences of the use of bones as fuel. Experimental data and archaeological applications. In: O'Connor T (ed) *Biosphere to lithosphere*. Oxbow Books, Oxford, pp 51–62
- Costamagno S, Rigaud J-P (2014) L'exploitation de la graisse au Paléolithique. In: Costamagno S (ed) *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes.*: Actes du 138ème Congrès national des sociétés historiques et scientifiques. HAL Id : hal-01891718, version 1, pp 1–20

- Cruz-Urbe K, Klein RG (1994) Chew marks and cut marks on animal bones from the Kasteelberg B and Dune Field Midden Later Stone Age Sites, Western Cape Province, South Africa. *Journal of Archaeological Science*:35–49
- Cruz-Urbe K (2013) Distinguishing Hyena from Hominid Bone Accumulations. *Journal of Field Archaeology* 18:467–486. <https://doi.org/10.1179/009346991791549068>
- Domínguez-Rodrigo M (2002) Hunting and Scavenging by Early Humans: The State of the Debate. *Journal of World Prehistory* Vol 16:1–54
- Egeland CP (2003) Carcass Processing Intensity and Cutmark Creation: An Experimental Approach. *Plains Anthropologist*:39–51
- Enloe JG (1993) Ethnoarchaeology of Marrow Cracking: Implications for the Recognition of Prehistoric Subsistence Organisations. In: Hudson J (ed) *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*. Center of Archaeological Investigations, Carbondale, pp 82–97
- Fladerer FA (2001) Die Faunaresten vom jungpaläolithischen Lagerplatz Krems-Wachtberg, Ausgrabung 1930: Jagdwild und Tierkörpernutzung an der Donau vor 27 000 Jahren. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien
- Flannery KV (1969) Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East. In: Ucko PJ, Dimbleby GW (eds) *The domestication and exploitation of plants and animals*. Gerald Duckworth & Co., London, pp 73–100
- Gaudzinski S (1999) Knochen und Knochengeräte der mittelpaläolithischen Fundstelle Salzgitter-Lebenstedt (Deutschland). In: *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*: 45. Jahrgang, 1998, Teil 1, Teil 1. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Mainz, pp 163–220
- Gaudzinski S (2006) Monospecific or Species-Dominated Faunal Assemblage During the Middle Paleolithic in Europe. In: Hovers E, Kuhn SL (eds) *Transitions before the transition: Evolution and stability in the Middle Palaeolithic and Middle Stone Age*. Springer, New York, pp 137–147
- Geist V (1978) *Life Strategies, Human Evolution, Environmental Design*. Springer, New York
- Grayson DK (1984) *Quantitative Zooarchaeology: Topics in the Analysis of archaeological Faunas*. Academic Press INC., Orlando
- Hasegawa T, Hiraiwa M, Nishida T, Takasaki H (1983) New Evidence on Scavenging Behavior in Wild Chimpanzees. *Current Anthropology* 24:231–232
- Haynes G (1993) *Mammoths, Mastodons & Elephants*. Cambridge University Press, Cambridge
- Hendrikson SL (2003) Bison Freezers and Hunter-Gatherer Mobility: Archaeological Analysis of Cold Lava Tube Caves on Idaho's Snake River Plain. *Plains Anthropologist* Vol 48:263–285

- Houston AI (2011) Central-place foraging by humans: Transport and processing. *Behav Ecol Sociobiol* 65:525–535. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1119-5>
- Janzen A, Reid REB, Vasquez A, Gifford-Gonzalez D (2014) Smaller fragment size facilitates energy-efficient bone grease production. *Journal of Archaeological Science* 49:518–523. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.06.004>
- Jin JJH, Mills EW (2011) Split phalanges from archaeological sites: evidence of nutritional stress? *Journal of Archaeological Science* 38:1798–1809
- Jones M (2007) *Feast- why Humans share food.*, Oxford
- Kelly RL (1995) *The Foraging Spectrum: Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways.* Smithsonian Institution Press, Washington und London
- Kindler L (2012) *Die Rolle von Raubtieren bei der Einnischung und Subsistenz jungpleistozäner Neandertaler: Archäologie und Taphonomie der mittelpaläolithischen Fauna aus der Balver Höhle (Westfahlen).* Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, vol 99. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz
- Kitagawa K (2014) *Exploring hominins and animals in the Swabian Jura: Study of the Paleolithic fauna from Hohlenstein- Stadel.* Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
- Klein RG (1994) Southern Africa before the Iron Age. In: Corruccini RS, Ciochan RI (eds) *Integrative path to the past.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, pp 471–519
- Klein RG (1995) Anatomy, behavior and modern human origin. *Journal of World Prehistory*:167–198
- Klein RG (1998) Why anatomical modern people did not disperse from Africa 100 000 years ago. In: Akazawa T, Aoki K, Bar-Yosef O (eds) *Neanderthals and modern humans in western Asia.* Plenum Press, New York, pp 509–521
- Klein RG, Cruz-Urbe K (1984) *The Analysis of Animal Bones from Archeological Sites.* The University of Chicago Press, Chicago, London
- Krause MA, Skopos L (2017) Prey Choice. In: Shakelford TK, Weekes- Shakelford VA (eds) *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science.* Springer, Cham, pp 1–7
- Krebs JR, Davies NB (1981) *An Introduction to Behavioural Ecology.* Blackwell Scientific Publications, Boston
- Lupo KD (1998) Experimentally Derived Extraction Rates for Marrow: Implications for Body Part Exploitation Strategies of Plio-Pleistocene Hominid Scavengers. *Journal of Archaeological Science*:657–675
- Lupo KD, Schmitt DN (1997) EXPERIMENTS IN BONE BOILING: NUTRITIONAL RETURNS AND ARCHAEOLOGICAL REFLECTIONS. *Anthropologica*:137–144

- Lyman RL (1987) Archeofaunas and butchery studies: a taphonomical perspective. In: Schiffer MD (ed) *Advances in Archaeological Method and Theory*, San Diego, pp 249–337
- Lyman RL (1992) Anatomical considerations of utility curves in Zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science* 19:7–22. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(92\)90003-L](https://doi.org/10.1016/0305-4403(92)90003-L)
- Lyman RL (1994) *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge
- Lyman RL (2008) *Quantitative Paleozoology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge
- Manne T (2010) Upper Paleolithic foraging decisions and early economic intensification at Vale Boi, southwestern Portugal. The University of Arizona
- Manne T (2014) Early Upper Paleolithic bone processing and insights into small-scale storage of fats at Vale Boi, southern Iberia. *Journal of Archaeological Science* 43:111–123. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.12.003>
- Manne T, Cascalheira J, Évora M, Marreiros J, Bicho N (2012) Intensive subsistence practices at Vale Boi, an Upper Paleolithic site in southwestern Portugal. *Quaternary International* 264:83–99. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.02.026>
- Marean CW, Assefa Z (1999) Zooarchaeological evidence for the faunal exploitation behavior of Neandertals and early modern humans. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 8:22–37. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6505\(1999\)8:1<22:AID-EVAN7>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6505(1999)8:1<22:AID-EVAN7>3.0.CO;2-F)
- Marean CW, Cleghorn N (2003) Large Mammal Skeletal Element Transport: Applying Foraging Theory in a Complex Taphonomic System. *Journal of Taphonomy*:15–72
- Marean CW, Abe Y, Nilssen PJ, Stone EC (2001) Estimating the Minimum Number of Skeletal Elements (MNE) in Zooarchaeology: A Review and a New Image-Analysis GIS Approach. *Am. Antiq.* 66:333–348. <https://doi.org/10.2307/2694612>
- Marshall F, Pilgram T (1991) Meat Versus Within-bone Nutrients: Another Look at the Meaning of Body Part Representation in Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science*:149–163
- Mellars P (1973) The Character of the Middle-Upper-Palaeolithic Transition in South-West France. In: Renfrew C (ed) *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*. Gerald Duckworth & Co., London, pp 255–276
- Metcalfe D, Jones KT (1988) A Reconsideration of Animal Body-Part Utility Indices. *American Antiquity* 53:486–504
- Morin E, Soulier M-C (2017) NEW CRITERIA FOR THE ARCHAEOLOGICAL IDENTIFICATION OF BONE GREASE PROCESSING. *Am. Antiq.* 82:96–122. <https://doi.org/10.1017/aaq.2016.16>

- Munro ND, Bar-Oz G (2005) Gazelle bone fat processing in the Levantine Epipalaeolithic. *Journal of Archaeological Science* 32:223–239.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.08.007>
- Münzel S, Conard NJ (2004) Change and continuity in subsistence during the middle and upper Palaeolithic in the Ach Valley of Swabia (South- West Germany). *Int. J. Osteoarchaeol.*:225–243
- MÜNDEL SC, LANGGUTH K, Conard NJ, Uerpmann H-P (2001) Höhlenbärenjagd auf der Schwäbischen Alb vor 30.000 Jahren. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31:317-328UR - <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecord-Detail&idt=14212732>
- Nieminen M, Laitinen M (1986) Bone marrow and kidney fat as indicators of condition in reindeer. 1:219–226. <https://doi.org/10.7557/2.6.2.649>
- Niven L (2006) *The Palaeolithic Occupation of Vogelherd Cave: Implications for the Subsistence Behavior of Late Neanderthals and Early Modern Humans.* Tübingen Publications in Prehistory. Kerns Verlag, Tübingen
- Noe-Nygaard N (1989) Man-made trace fossils in bones. *Human Evolution* 4:461–491
- O’Connell JF, Hawkes K, Jones NB (1988) Hadza Scavenging: Implications for Plio/Pleistocene Hominid Subsistence. *Current Anthropology* 29:356–363
- Outram AK (2001) A New Approach to Identifying Bone Marrow and Grease Exploitation: Why the “Indeterminate” Fragments should not be Ignored. *Journal of Archaeological Science* 28:401–410
- Outram AK (2002) *Bone Fracture and Within-bone Nutrients: an Experimentalley Based Method for Investigating Levels of Marrow Extraction*
- Outram AK (1998) *The identification and Palaeoeconomic context of prehistoric bone marrow and grease exploitation.* E-Theses, Durham University
- Parker CH, Hawkes K (2018) Optimal Foraging Theory. In: Callan H (ed) *The international encyclopedia of anthropology.* John Wiley & Sons Ltd, Hoboken, NJ, pp 1–8
- Pasda K (2013) Caribou hunting and utilization in West Greenland: Past and present variants. *Anthropozoologica* 48:111–123. <https://doi.org/10.5252/az2013n1a6>
- Payne SB (1985) Morphological distinction between the mandibular teeth of young sheep, Ovis and goats, Capra. *Journal of Archaeological Science* 12:139–147
- Perkins DJ, Daly P (1968) A hunter’s village in Neolithic Turkey. *Scientific American*:96–106
- Peters A (2012) *Das egoistische Gehirn.* Ullstein Verlag, Berlin
- Pickering TR (2002) Reconsideration of criteria for differentiating faunal assemblages accumulated by hyenas and hominids. *Int. J. Osteoarchaeol.* 12:127 –141.
<https://doi.org/10.1002/oa.594>

- Pierce GC, Ollason JG (1987) Eight Reasons Why Optimal Foraging Theory Is a Complete Waste of Time. *OIKOS* 49:111–117
- Ratcliffe PR (1980) Bone marrow fat as an indicator of condition in roe deer. *Acta Theriol.* 25:333–340. <https://doi.org/10.4098/at.arch.80-30>
- Reitz EJ, Wing ES (1999) *Zooarchaeologie*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge
- Rhode C, Cosmides L, Hell W, Tooby J (1999) When and why do people avoid unknown probabilities in decisions under uncertainty? Testing some predictions from optimal foraging theory. *Cognition* 72:269–304
- Saint-Germain C (1997) THE PRODUCTION OF BONE BROTH: A STUDY IN NUTRITIONAL EXPLOITATION. *Anthropologica*:153–156
- Saladié P, Rodriguez-Hidalgo A, Diez C, Martín-Rodríguez P, Carbonell E (2013) Range of bone modifications by human chewing. *Journal of Archaeological Science* 40:380–397
- Schoeninger MJ, Bunn HT, Murray S, Pickering T, Moore J (2001) Meat- Eating bei the Fourth African Ape. In: Stanford CB, Bunn HT (eds) *Meat-eating and human evolution*. Oxford University Press, Oxford, pp 179–189
- Shahack-Gross R, Bar-Yosef O, Weiner S (1997) Black-Coloured Bones in Hayonim Cave, Israel: Differentiating Between Burning and Oxide Staining. *Journal of Archaeological Science*:439–446
- Shipman P, Rose J (1983) Early hominin hunting, butchering and carcasse-processing behaviors: approaches to the fossil record. *Journal of Anthropological Archaeology*:57–98
- Smith EA, Bettinger RL, Bishop CA, Blundell V, Cashdan E, Casimir MJ, Christenson AL, Cox B, Dyson-Hudson R, Hayden B, Richerson PJ, Roth EA, Simms SR, Stini WA (1983) Anthropological Applications of Optimal Foraging Theory: A Critical Review [and Comments and Reply]. *Current Anthropology* 24
- Speth JD (1997) Communal bison hunting in western North America: Background for the study of paleolithic bison hunting in Europe. In: Patou- Mathis M (ed): *L'Alimentation des Hommes du Paleolithique*. ERAUL 83, Liège, pp 23–57
- Spiess AE (1979) *Reindeer and Caribou Hunters: An Archaeological Study*. Academic Press, New York
- Stanford CB, Bunn HT (eds) (2001) *Meat-eating and human evolution*. Oxford University Press, Oxford
- Steele TE (2003) Using Mortality Profiles to infer Behavior in the Fossil Record. *Journal of Mammalogy* 84:418–430
- Stephens D, Krebs JR (1886) *Foraging Theory*. Princeton University Press, Princeton

- Stiner MC (1990) The Use of Mortality Patterns in Archeological Studies of Hominid Predatory Adaptions. *Journal of Anthropological Archaeology*:305–351
- Stiner MC (1991a) An interspecific perspective on the emergence of modern human predator niche. In: Stiner MC (ed) *Human predators and prey mortality*. West View Press, Boulder, pp 149–185
- Stiner MC (1991b) Food Procurement and Transport by Human and Non-human Predators. *Journal of Archaeological Science*:455–482
- Stiner MC (ed) (1991c) *Human predators and prey mortality*. West View Press, Boulder
- Stiner MC (1993) Nutritional Implications of Head- Collection. In: Hudson J (ed) *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*. Center of Archaeological Investigations, Carbondale, 52-61
- Stiner MC (1994) *Honor among Thieves«»: A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology*. Princeton University Press, Princeton
- Stiner MC (2013) An Unshakable Middle Paleolithic?: Trends versus Conservatism in the Predatory Niche and Their Social Ramnifications. *Current Anthropology* 54:S000
- Stiner MC, Munro ND (2002) Approaches to Prehistoric Diet Breadth, Demography, and Prey Ranking Systems in Time and Space. *Journal of Archaeological Method and Theory* 9:181–214
- Stiner MC, Kuhn SL, Weiner S, Bar-Yosef O (1995) Differential Burning, Recrystallization, and Fragmentation of Archaeological Bone. *Journal of Archaeological Science* 22:223–237. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0024>
- Stiner MC, Munro ND, Surovell TA (2000) The Tortoise and the Hare: Small-Game Use, the BroadSpectrum Revolution, and Paleolithic Demography. *Current Anthropology* 41:39–73
- Sunseri CK (2015) Taphonomic and Metric Evidence for Marrow and Grease Production. *Journal of California and Great Basin Anthropology* 35:275–290
- Thieme H (2007) *Die Schöninger Speere: Mensch und Jagd vor 400 000 Jahren*. Theiss, Stuttgart
- Uerpmann H-P (1973) Animal bone finds and economic archaeology: a critical study of "osteoaarchaeological" method. *World Archaeology* Vol 4:307–321
- Valde-Nowak P, Nadachowski A, Madeyska T (2003) *Olbazowa Cave: Human activity, stratigraphy and paleoenivronment*. Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Kraków
- Villa P, Lenoir M (2006) Hunting weapons of the Middle Stone Age and the Middle Palaeolithic: spear points from Sibudu, Rose Cottage and Bouheben. *Southern African Humanities* 18:89–122

- Watts DP (2008) Scavenging by chimpanzees at Ngogo and the relevance of chimpanzee scavenging to early hominin behavioral ecology. *Journal of Human Evolution*:125–133
- White TE (1953) A method of calculation the dietary percentage of various food animals utilized bei aboriginal peoples. *American Antiquity*:396–398
- Wojtal P (2007) Zoorachaeological studies ot he Late Pleistocene sites in Poland. Institute of Systematic and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Krakow

Kapitel VI: Fundstellen der Faunenanalyse

- Absolon K (1938) Die Erforschung der diluvialen Mammut-Jäger-Station von Unter-Wisternitz an den Pollauer Bergen in Mähren: Arbeitsbericht über das erste Jahr 1924. Druck der Mährischen Druckerei A. G. Polygrafie in Brünn, Brünn
- Baryshnikov G, Hoffecker JF, Burgess RL: (1996) Palaeontology and Zooarchaeology of Mezmaiskaya Cave (Northwestern Caucasus, Russia). *Journal of Archaeological Science*:313–335
- Blackmar JM (2002) La faune moustérienne de site de Solutré-village (Cave Deneziller). In: Combier J, Montet-White A (eds) *Solutré 1968-1998*, pp 219–223
- Blanco-Lapaz A (2019) Fische. In: Kind C-J (ed) *Löwenmensch und mehr: Die Ausgrabungen 2008–2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal*, Gemeinde Asselfingen, *Archäologie in Baden-Württemberg*, Band 15:, pp 175–178
- Bochenski ZM, Tomek T, Wilczynski J, Svoboda J, Wertz K, Wojtal P (2009) Fowling during the Gravettian: The avifauna of Pavlov I, the Czech Republic. *Journal of Archaeological Science*:2655-2565
- Böttcher R, Cep B, Kind C-J, Mörike D, Pawlik A, Rähle W, Steppan K, Torke R, Torke W, Ziegler R (2000) Kogelstein- eine mittelpaläolithische Fundstelle bei Schelklingen-Schmiechen. *Fundberichte aus Baden- Württemberg*, Band 25:1–177
- Brugère A, Fontana L, Oliva M (2009) Mammoth procurement and exploitation at Milovice (Czech Republic). *New Data for the Moravian Gravettian*. In: Fontana L, Chauvière F-X, Bridault A (eds) *In search of total animal exploitation. Case studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*. John and Erica Hedges, Oxford, pp 45–69
- Brühl E (2005) The Bone, Antler and ivory tools. In: Svoboda JA (ed) *Pavlov I South-east: A Window into the Gravettian Lifestyle*. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 252–293
- Burke A (1999) Butchering and Scavenging at the Middle Paleolithic Site of Starosele: Chapter 1. In: Chabai VP, Monigal K (eds) *The Middle Paleolithic of Western Crimea*, Vol. 2, Liège, pp 1–40
- Burke A (2000) The View from Starosele: Faunal Exploitation at a Middle Palaeolithic Site in Western Crimea. *International Journal of Osteoarchaeology*:325–335
- Burke A (2004) Karabi Tamchin: Faunal Remains. In: Chabai VP, Monigal K, Marks AE (eds) *The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea*. ERAUL 104, Liège, pp 283–288
- Castel J-C, Discamps E, Soulier M-C, Sandgathe D, Dibble HL, McPherron SJP, Goldberg P, Turq A (2017) Neandertal subsistence strategies during the Quina

- Mousterian at Roc de Marsal (France). *Quaternary International* 433:140–156.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.033>
- Chiotti L, Patou-Mathis M, Vercoutère C (2003) Comportements techniques et de subsistance à l'Aurignacien ancien: La couche 11 de l'abri Pataud (Dordogne). *galip* 45:157–203. <https://doi.org/10.3406/galip.2003.2038>
- Comeyne A (2012-2013) Taphonomy, osteometry and archaeozoology of the Pleistocene herbivores from the third horizon of the Goyet cave, Belgium. MSc, Universität Gent
- Conard NJ, Bolus M, Goldberg P, Münzel S (2006) The last Neanderthals and the first modern humans in the Swabian Jura. In: Conard NJ (ed) *When Neanderthals and modern humans met*. Kerns Verlag, Tübingen, pp 304–341
- Conard NJ, Bolus M (2008) Radiocarbon dating the late Middle Paleolithic and the Aurignacian of the Swabian Jura. *Journal of Human Evolution* 55:886–897
- Conard NJ, Bolus M, Münzel SC (2012) Middle Paleolithic land use, spatial organization and settlement intensity in the Swabian Jura, Southwest Germany. *Quaternary International* 247:236–245
- Conard NJ, Bolus M, Münzel S (eds) (2019) *Geißenklösterle: Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb* Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Kerns Verlag, Tübingen
- Connet N, Bayle G, Bémilli C, Kervazo B, Konik S, Julien M, Vanhaeren M, Boitard E, Molez D (2012) Stratégies de subsistance des Aurignaciens de Solutré (Saône-et-Loire). Les apports de la fouille préventive de 2004. *galip* 54:33–65.
<https://doi.org/10.3406/galip.2012.2493>
- Costamagno S, Meignen L, Beauval C, Vandermeersch B, Maureille B (2006) Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France): A mousterian reindeer hunting camp? *Journal of Anthropological Archaeology* 25:466–484.
<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2006.03.008>
- Daujeard C, Abrams G, Germonpré M, Le Pape J-M, Wampach A, Di Modica K, Moncel M-H (2016) Neanderthal and animal karstic occupations from southern Belgium and south-eastern France: Regional or common features? *Quaternary International*:179–197
- Daujeard C, Vettese D, Britton K, Béarez P, Boulbes N, Crégut-Bonnoure E, Desclaux E, Lateur N, Pike-Tay A, Rivals F, Allué E, Chacón MG, Puaud S, Richard M, Courty M-A, Gallotti R, Hardy B, Bahain JJ, Falguères C, Pons-Branchu E, Valladas H, Moncel M-H (2017) Neanderthal selective hunting of reindeer? The case study of Abri du Maras (south-eastern France). *Archaeological and Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0580-8>

- Demay L, Péan S, Patou-Mathis M (2012) Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine). *Quaternary International*:212–226
- Demidenko YE, Noiret P (2012) Radiocarbon Dates for the Siuren I Sequence. In: Demidenko YE, Otte M, Noiret P (eds) *Siuren I Rock-Shelter: From late Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic to Epi-Paleolithic in Crimea*, Liège, pp 49–53
- Demidenko YE, Uthmeier T (eds) (2013) *Kiik-Koba Grotto Crimea (Ukraine)*. Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westfahlen
- Dibble HL, McPherron SJP, Goldberg P, Sandgathe DM (eds) (2018) *The Middle Paleolithic Site of Pech de l'Azé*. Springer
- Dobosi VT (ed) (2000) *Bodrogkeresztur-Henye /NE-Hungary Upper Palaeolithic Site*. Printing House of the Hungarian National Museum, Budapest
- Enloe JG (1993) Subsistence Organization in the Early Upper Paleolithic: Reindeer Hunters of the Abri du Flageolet, Couche V. In: *Before Lascaux: The Complex Record of the Early Upper Paleolithic*. CRC Press, pp 101–112
- Enloe JG (2013) Neanderthal to Neanderthal Evolution: Preliminary Observations on Faunal Exploitation from Mousterian to Châtelperronian at Arcy-sur-Cure. In: Clark JL, Speth JD (eds) *Zooarchaeology and Modern Human Origins: Human Hunting Behavior during the Later Pleistocene (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology)*. Springer, Dordrecht, pp 163–172
- Farizy C, David F, Jaubert J (eds) (1994) *Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne)*. CNRS Edition, 20-22, rue Saint-Amand 75015 Paris, Paris
- Felgenhauer F (1956-1959) *Willendorf in der Wachau: Monographie der Paläolithischen Fundstellen I-VII, 1. Teil, Text*. Kommissionsverlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien, Wien
- Fladerer FA (2011) *Die Faunarestes vom jungpaläolithischen Lagerplatz Krems-Wachtberg Ausgrabung 1930, vol 39*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, Wien
- Fladerer FA, Salcher-Jedrasiak T (2010) Animal Facts and Human Decisions, 27 ka Ago: The Krems-Hundssteig 2000-2002 Camp Periphery. In: Neugebauer-Maresch C, Owens LR (eds) *New Aspects of the Central und Eastern European Upper Palaeolithic - methods, chronology, technology and subsistence*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp 163–181
- Fladerer FA, Salcher-Jedrasiak TA, Händel M (2014) Hearth-side bone assemblages within the 27 Ka BP Krems-Wachtberg settlement: Fired ribs and the mammoth bone-grease hypothesis. *Quaternary International*:115–133
- Freund G, Reisch L (eds) (2014) *Sesselfelsgrotte VI Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und*

Mesolithikum des Unteren Altmühltals II". Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren. Franz Steiner Verlag, Stuttgart

- Gaudzinski S (1999a) Das mittelpaläolithische Rentierjägerlager bei Salzgitter-Lebenstedt. In: Boetzkes M, Schweitzer I, Vespermann J (eds) *EisZeit: Das große Abenteuer der Naturbeherrschung*. Roemer- und Pelizaeus Museum und Jan Throbecke Verlag, Hildesheim und Stuttgart, pp 166–175
- Gaudzinski S (1999b) Knochen und Knochengeräte der mittelpaläolithischen Fundstelle Salzgitter-Lebenstedt (Deutschland). In: *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*: 45. Jahrgang, 1998, Teil 1, Teil 1. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Mainz, pp 163–220
- Gaudzinski S, Roebroeks W (2000) Adults only. Reindeer hunting at the middle palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, northern Germany. *Journal of Human Evolution* 38:497–521. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0359>
- Gaudzinski S (2000) Zur systematischen Verwertung der Jagdbeute im Mittelpaläolithikum.: Ein Beitrag zu Salzgitter- Lebenstedt. *Germania* 78:247–270
- Gautier A, Cordy J-M, Straus LG, Otte M (1997) Taphonomic, Chronostratigraphic, Paleoenvironmental and Anthropogenic Implications of the Upper Pleistocene Faunas from Le Trou Magritte, Belgium. *Anthropozoologica*:343-345
- Germonpré M, Udrescu M, Fiers E (2012/ 2013) The Fossil Mammals of Spy: Chapter XV. *Anthropologica et Praehistorica*:289–327
- Germonpré M, Udrescu M, Fiers E (2014) Possible evidence of mammoth hunting at the Neanderthal site of Spy (Belgium). *Quaternary International* 337:28 –42. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.10.035>
- Grayson DK, Delpech F (1998) Changing Diet Breadth in the Early Upper Palaeolithic of Southwestern France. *Journal of Archaeological Science* 25:1119 –1129. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0339>
- Grayson DK, Delpech F (2008) The large mammals of Roc de Combe (Lot, France): The Châtelperronian and Aurignacian assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology* 27:338–362. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2008.04.002>
- Guenther EW (1991) Die Backenzähne von *Mammuthus primigenius* und *Mammuthus primigenius-trogotherii* von Salzgitter-Lebenstedt und einigen anderen Fundorten. In: Busch, Schwabedissen (Hg.) 1991 – *Der altsteinzeitliche Fundplatz Salzgitter-Lebenstedt*, pp 101–161
- Günther K (1964) *Die altsteinzeitlichen Funde der Balver Höhle*. Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung Münster Westfalen, Münster
- Hahn J (1989) *Genese und Funktion einer jungpaläolithischen Freilandstation: Lommersum im Rheinland*. Rheinland Verlag GmbH, Köln

- Hoffecker JF, Kuz'mina IE, Syromyatnikova EV, Anikovich MV, Sinitsyn AA, Popov VV, Holliday VT (2010) Evidence for kill-butchery events of early Upper Paleolithic age at Kostenki, Russia. *Journal of Archaeological Science*:1073–1089
- Jöris O (2001) Der spätmittelpaläolithische Fundplatz Buhlen (Grabungen 1966-69): Stratigraphie, Steinartefakte und Fauna des Oberen Fundplatzes, vol 73. Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn
- Kindler L (2012) Die Rolle von Raubtieren bei der Einnischung und Subsistenz jungpleistozäner Neandertaler: Archäologie und Taphonomie der mittelpaläolithischen Fauna aus der Balver Höhle (Westfalen). *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, vol 99. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz
- Kitagawa K (2014) Exploring hominins and animals in the Swabian Jura: Study of the Paleolithic fauna from Hohlenstein-Stadel. Dissertation, Eberhard- Karls- Universität Tübingen
- Kitagawa K (2019) Großsäuger. In: Kind C-J (ed) Löwenmensch und mehr: Die Ausgrabungen 2008–2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal, Gemeinde Asselfingen, Archäologie in Baden-Württemberg, Band 15:, pp 135–166
- Kleinschmidt A (1953) Die zoologischen Funde der Grabung Salzgitter- Lebenstedt 1952. *Eiszeitalter und Gegenwart*:166–188
- Klíma B (1963) Dolní Vestonice, Výzkum táboriste lovcu mamutu v letech 1947-1952. Nakladatelství Československé Akademie Ved, Prag
- Klíma B (1995) Dolní Věstonice II: Ein Mammutjägerplatz und seine Bestattungen, Vol. 3. *Etudes et Recherches Archéologique de l' Université de Liège*, Liège
- Krönneck P, Niven L, Uerpmann H-P (2004) Middle Palaeolithic subsistence in the Lone Valley (Swabian Alb, southern Germany). *International Journal of Osteoarchaeology* 14:212–224. <https://doi.org/10.1002/oa.757>
- Krönneck P (2012) Die pleistozäne Makrofauna des Bockstein (Lonetal, Schwäb. Alb): Ein neuer Ansatz zur Rekonstruktion der Paläoumwelt. Dissertation, Eberhard- Karls- Universität Tübingen
- Lacarrière J, Bodu P, Julien M-A, Dumarçay G, Goutas N, Lejay M, Peschaux C, Naton H-G, Théry-Parisot I, Vasiliu L (2015) Les Bossats (Ormesson, Paris basin, France): A new early Gravettian bison processing camp. *Quaternary International* 359-360:520–534. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.011>
- Ludowici B, Pöppelmann H (eds) (2018) Die Tierknochenfunde der mittelpaläolithischen Jägerstation von Salzgitter-Lebenstedt *Forschungen und Berichte des Braunschweigischen Landesmuseums - Neue Folge*: Amazon.de: Babette Ludowici, Heike Pöppelmann, Braunschweigisches Landesmuseum: Bücher, 1st edn., vol 1

- Mania D, Toepfer V (1973) Königsau - Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithischer Fundplatz der letzten Eiszeit. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
- Martisius NL, Dogandzic T, Lenoir M, McPherron SP, Steele T (2015) Neandertal Subsistence at the Late Mousterian Site of Abri Peyrony, France. Accessed 17 August 2018
- Massé J, Patou-Mathis M (2012) Zooarchaeological Analysis of the faunal Assemblages from Siuren I, Crimea (Ukraine). In: Demidenko YE, Otte M, Noiret P (eds) Siuren I Rock-Shelter: From late Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic to Epi-Paleolithic in Crimea, Liège, 55-53
- Maul LC (2014) Leporid remains of the Sesselfelsgrötte (Neuessig, Lower Bavaria). In: Freund G, Reisch L (eds) Sesselfelsgrötte VI Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“. Franz Steiner Verlag, Stuttgart, pp 119–139
- Morin E (2012) Reassessing paleolithic subsistence: The Neandertal and modern human foragers of Saint-Césaire. Cambridge Univ. Press, New York
- Münzel S (2005) Mammoth remains in the Upper and Middle Palaeolithic layers of Geißenklösterle Cave (Ach: Hunting season, acquisition of raw material and tool production at Geißenklösterle Cave. In: Vialou D, Renault-Miskovsky J, Mathou-Patis M (eds) Comprends des hommes du Paléolithique Moyen et Supérieur en Europe: territoires et milieux, Paris, pp 39–49
- Münzel S, Conard NJ (2004a) Cave bear hunting in Hohle Fels, a cave site in the Ach Valley, Swabian Jura. *Revue de Paléobiologie*;1–9
- Münzel SC, Conard NJ (2004b) Change and Continuity in Subsistence during the Middle and Upper Palaeolithic in the Ach Valley of Swabia (South-west Germany). *International Journal of Osteoarchaeology*:225–243
- Münzel SC, Langguth K, Conard NJ, Uerpman H-P (2001) Höhlenbärenjagd auf der Schwäbischen Alb vor 30 000 Jahren. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31:317–328
- Musil R (2003) The Middle and Upper Palaeolithic Game Suite in Central and South-eastern Europe. In: Andel, Davies (Hg.) 2003 – Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation, pp 167–190
- Musil R (2005) Animal Prey. In: Svoboda JA (ed) Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 190–228
- Musil R (2010) The Environment of the Middle Palaeolithic Site in Central and Eastern Europe. *Acta Universitatis Wratislaviensis* No 3207:1–59
- Neugebauer-Maresch C (2008) Krems-Hundssteig- Mammutjägerlager der Eiszeit: Ein Nutzungsareal paläolithischer Jäger-und-Sammler(innen) vor 41 000- 27 000 Jahren. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, Wien

- Niven L (2006) *The Palaeolithic Occupation of Vogelherd Cave: Implications for the Subsistence Behavior of Late Neanderthals and Early Modern Humans*. Tübingen Publications in Prehistory. Kerns Verlag, Tübingen
- Niven L, Martin H (2018) Zooarcheological Analysis of the Assemblage from 2000-2003 Excavations. In: Dibble HL, McPherron SJP, Goldberg P, Sandgathe DM (eds) *The Middle Paleolithic Site of Pech de l'Azé*. Springer, pp 95–116
- Oliva M (2009a) Geography, Stratigraphy and Dating. In: Oliva M (ed) *Milovice: Site of the Mammoth People*. Moravske Zemske Muzeum, Brno, pp 22–25
- Oliva M (ed) (2009b) *Milovice: Site of the Mammoth People*. Moravske Zemske Muzeum, Brno
- Otte M (ed) (1995) *Le Trou Magritte, Fouilles 1991-1992: Resurrection of a Classique én Wallonie*. ERAUL 69, Liège
- Pastors A (2001) *Die mittelpaläolithische Freilandstation von Salzgitter-Lebenstedt: Genese der Fundstelle und Systematik der Steinbearbeitung*. Archiv der Stadt Salzgitter, Salzgitter
- Patou-Mathis M (1997) LES GRANDS MAMMIFÈRES DE LA COUCHE 5 DE MUTZIG I (BAS-RHIN). LA SUBSISTANCE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN EN ALSACE. ANTHROPOLOGICA:363–374
- Patou-Mathis M (1999) Archeozoological Analysis of the Middle Palaeolithic Fauna from selected Levels of Kabazi II. In: Chabai VP, Monigal K (eds) *The Middle Paleolithic of Western Crimea, Vol. 2*, Liège, pp 41–74
- Patou-Mathis M (2004a) Archeozoological Analysis of Large Mammals Fauna from Buran-Kaya III Layer B: Chapter 8. In: Chabai VP, Monigal K, Marks AE (eds) *The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea*. ERAUL 104, Liège, pp 95–111
- Patou-Mathis M (2004b) Subsistence Behaviours in a Middle Palaeolithic Site in Poland: Raj Cave. *International Journal of Osteoarchaeology*:244–255
- Pirson S, Cattelain P, El Zaatari S, Flas D, Letourneux C, Miller R, Olenjiczak AJ, Otte M, Toussaint M (2009) *Le Trou de l'Abîme à Couvin. Bilan des recherches de laboratoire avant la reprise de nouvelles fouilles en septembre 2009*. *Notae Praehistorica*:59–75
- Rabeder G (1996) *Die Säugetier-Reste des frühen Aurignacien von Groß-Weikersdorf C (Niederösterreich)*. *Beiträge zur Paläontologie*, Wien:85–91
- Rathgeber T (2002) *Höhlenbären aus dem Mittel- und Jungpaläolithikum der Sesselfelsgrötte im unteren Altmühlal (Bayern, Bundesrepublik Deutschland)*. *Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde*:22–26
- Rathgeber T (2014) *Zur Technischen Aufbereitung des Faunenmaterials und Übersicht über die jungpleistozänen Großsäugerfauna der Sesselfelsgrötte (Neuessig, Niederbayern)*. In: Freund G, Reisch L (eds) *Sesselfelsgrötte VI*

- Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“. Franz Steiner Verlag, Stuttgart, pp 13–25
- Rendu W (2010) Hunting behavior and Neanderthal adaptability in the Late Pleistocene site of Pech-de-l'Azé I. *Journal of Archaeological Science* 37:1798–1810. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.01.037>
- Richter J (1994) Der G-Schichtkomplex der Sesselfelsgrötte: Ein Beitrag zum Verständnis des Micoquien. Habilitationsschrift, Philosophischen Fakultät der Universität Köln
- Riek G (1973) Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb) Teil 1. Verlag Müller & Gräff, Kommissionsverlag Stuttgart, Stuttgart
- Riek G, Boessneck J, Driesch A von den, Lepiksaar J, Storch G (1973) Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb), Teil 2: Die jungpleistozänen Tierknochenfunde aus der Brillenhöhle. Verlag Müller & Gräff, Kommissionsverlag Stuttgart, Stuttgart
- Rougier H, Crevecoeur I, Beauval C, Posth C, Flas D, Wißing C, Furtwängler A, Geronpré M, Gómez-Olivencia A, Semal P, van der Plicht J, Bocherens H, Krause J (2016) Neandertal cannibalism and Neandertal bones used as tools in Northern Europe. *Scientific Reports* 6:29005. <https://doi.org/10.1038/srep29005>
- Sablin MV (2013) Large Mammalian Fauna from Layer IV of Kiik-Koba Grotto: A Zooarchaeological Analysis of the Bone Assemblage. In: Demidenko YE, Uthmeier T (eds) *Kiik-Koba Grotto Crimea (Ukraine)*. Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westfahlen, pp 165–172
- Sajnerová A (2005) Use-Wear Analysis of the Lithics. In: Svoboda JA (ed) *Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle*. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 134–147
- Sázelová S (2016) XI. Small osteological Elements Analysis. Case study of newly Excavated faunal remains. In: Svoboda J (ed) *Dolní Věstonice II: Chronostratigraphy, Paleoethnology, Paleoanthropology*. Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, Brno, pp 129–137
- Schmidt RR (1912) *Die diluviale Vorzeit Deutschlands*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung Nägele und Dr. Sproesser, Stuttgart
- Schreve DC (2006) The taphonomy of a Middle Devensian (MIS 3) vertebrate assemblage from Lynford, Norfolk, UK, and its implications for Middle Palaeolithic subsistence strategies. *J. Quaternary Sci.* 21:543–556. <https://doi.org/10.1002/jqs.1036>
- Smith GM (2012) Middle Palaeolithic subsistence: The role of hominins at Lynford, Norfolk, UK. *Quaternary International* 252:68–81. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.002>

- Soffer O, Vandiver P (2005) Ceramic Fragments. In: Svoboda JA (ed) Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 415–431
- Soulier M-C, Mallye J-B (2012) Hominid subsistence strategies in the South-West of France: A new look at the early Upper Palaeolithic faunal material from Roc-de-Combe (Lot, France). *Quaternary International* 252:99–108.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.03.053>
- Street M (2002) Plaidter Hummerich. An early Weichselian Middle Palaeolithic site in the Central Rhineland, vol 45
- Svoboda J (ed) (2011) Pavlov. Excavations 2007-2011. The Dolni Vestonice Studies, vol 18. The Dolni Vestonice Studies
- Svoboda J, Bochenski ZM, Culikova V, Dohnalova A, Hladilova S, Wojtal P, (Keine Angabe) (2011) Paleolithic Hunting in a Southern Moravian Landscape: The Case of Milovice IV, Czech Republic. *Geoarchaeology*. In *International Journal*:838–866
- Svoboda JA (ed) (2005) Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno
- Svoboda JA, Bar-Yosef O (2003) Stránská skála: Origins of the Upper Paleolithic in the Brno Basin, Moravia, Czech Republic. *Dolni Vestonice Studies*, vol 10, Cambridge, Massachusetts
- Tafelmaier Y (2011) Revisiting the Middle Palaeolithic site Volkringhauser Höhle (North Rhine-Westphalia). *Quartär*:153–182
- Tolmie C (2013) Animals for food, animals for tools: fauna as a source of raw material at Abri Cellier, Dordogne, and the Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure. Dissertation, University of Iowa
- Valde-Nowak P, Nadachowski A, Madeyska T (2003) Olbazowa Cave: Human activity, stratigraphy and paleoenvironment. Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science, Kraków
- Valoch K (ed) (1988) Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961-1976. *Anthropos Studien zur Anthropologie, Paläoethnologie, Paläontologie und Quartärgeologie*, vol 24. Moravské muzeum-Anthropos Institut, Brno
- Valoch K, Pelisek J, Musil R, Kovanda J, Opravil E (1969) Die Erforschung der Kůlna-Höhle bei Sloup im Mährischen Karst (Tschechoslowakei). *Quartär*:1–45
- Villa P, Castel J-C, Beauval C, Bourdillat V, Goldberg P (2004) Human and carnivore sites in the European Middle and Upper Paleolithic: Similarities and differences in bone modification and fragmentation. *Revue de Paléobiologie*:705–730
- Weißmüller W (1995) Sesselfelsgrötte II: Die Silexartefakte der Unteren Schichten der Sesselfelsgrötte II. Ein Beitrag zum Problem des Moustérien.: Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“. *Quartärbibliothek*, vol 5. Saarbrücken Druckerei und Verlag SDV, Saarbrücken

- Wertz K, Wilczynski J, Tomek T (2015) Birds in the pavlovian culture: Dolní Věstonice II, Pavlov I and Pavlov II. *Quaternary International*:72–76
- Wilczynski J, Wojtal P, Lanczont M, Mroczek P, Sobieraj D, Fedorowicz S (2015) Loess, flint and bones: Multidisciplinary research at Jaksice II Gravettien site (southern Poland). *Quaternary International*:114–130
- Wojtal P, Sedláčková L, Wilczynski J (2005) Human Activities on the Faunal Material. In: Svoboda JA (ed) *Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle*. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 229–231
- Wojtal P (2007) *Zoarchaeological Studies of the Late Pleistocene Sites in Poland*, Krakau
- Wojtal P, Sobczyk K (2005) Man and woolly mammoth at the Kraków Spadzista Street (B)- taphonomy of the Site. *Journal of Archaeological Science*:193–206
- Wojtal P, Nyvltova Fiskakova M, Wilczynski J (2011) The Fauna from Pavlov VI. In: Svoboda J (ed) *Pavlov. Excavations 2007-2011. The Dolni Vestonice Studies*, pp 61–75
- Wojtal P, Wilczynski J, Bochenski Z, Svoboda JA (2012) The scene of spectacular feasts: Animal remains from Pavlov I south-east, the Czech Republic. *Quaternary International*:122–141
- Wojtal P, Wilczynski J, Wertz K (2016) X. Pavlovian Hunters among Bones. The animal remains. In: Svoboda J (ed) *Dolní Věstonice II: Chronostratigraphy, Paleoethnology, Paleoanthropology*. Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, Brno, pp 105–128

Kapitel VII: Ergebnisse I: gegliedert nach den drei klimatischen Zeitperioden der OIS 3

und

Kapitel VIII: Ergebnisse II nach archäologischen Kulturen

- Absolon K (1938) Die Erforschung der diluvialen Mammut-Jäger-Station von Unter-Wisternitz an den Pollauer Bergen in Mähren: Arbeitsbericht über das erste Jahr 1924. Druck der Mährischen Druckerei A. G. Polygrafie in Brünn, Brünn
- Blanco-Lapaz A (2019) Fische. In: Kind C-J (ed) Löwenmensch und mehr: Die Ausgrabungen 2008–2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal, Gemeinde Asselfingen, Archäologie in Baden-Württemberg, Band 15:, pp 175–178
- Bochenski ZM, Tomek T, Wilczynski J, Svoboda J, Wertz K, Wojtal P (2009) Fowling during the Gravettian: The avifauna of Pavlov I, the Czech Republic. *Journal of Archaeological Science*:2655-2565
- Böhme G (2019) 8 Skelettreste von Fischen, Amphibien und Reptilien aus der jungpleistozänen Schichtenfolge der Geißenklösterle-Höhle bei Blaubeuren. In: Conard NJ, Bolus M, Münzel S (eds) Geißenklösterle: Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Kerns Verlag, Tübingen, pp 117–134
- Chao A, Jost L, Chisholm R (2015) Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods Ecol Evol* 6:873–882. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12349>
- Conard NJ, Bolus M, Goldberg P, Münzel S (2006) The last Neanderthals and the first modern humans in the Swabian Jura. In: Conard NJ (ed) When Neanderthals and modern humans met. Kerns Verlag, Tübingen, pp 304–341
- Conard NJ, Bolus M, Münzel S (eds) (2019) Geißenklösterle: Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Kerns Verlag, Tübingen
- Daujeard C, Vettese D, Britton K, Béarez P, Boulbes N, Crégut-Bonnoure E, Desclaux E, Lateur N, Pike-Tay A, Rivals F, Allué E, Chacón MG, Puaud S, Richard M, Courty M-A, Gallotti R, Hardy B, Bahain JJ, Falguères C, Pons-Branchu E, Valladas H, Moncel M-H (2017) Neanderthal selective hunting of reindeer? The case study of Abri du Maras (south-eastern France). *Archaeological and Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0580-8>

- Demay L, Péan S, Patou-Mathis M (2012) Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine). *Quaternary International*:212–226
- Devlin MJ (2011) Why does starvation make bones fat? *Am. J. Hum. Biol.* 23:577–585. <https://doi.org/10.1002/ajhb.21202>
- Eastham A (1999) Buhlen upper cave: The Avifauna- an interim Report. In: *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*: 45. Jahrgang, 1998, Teil 1. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Mainz, pp 251–266
- Everitt BS (1977) *The Analysis of Contingency Tables. Monographs on Applied Probability and Statistics.* Chapman and Hall, London
- Fladerer FA (2011) Die Faunarestes vom jungpaläolithischen Lagerplatz Krems-Wachtberg Ausgrabung 1930, vol 39. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft, Wien
- Fladerer FA, Salcher-Jedrasiak T, Händel M, Simon U (2010) Evidence of mammoth bone grease manufacture within a 27 ka BP Gravettian encampment at Krems an der Donau (Lower Austria)? alexandriaarchive.org
- Gaudzinski S (1999a) Das mittelpaläolithische Rentierjägerlager bei Salzgitter-Lebenstedt. In: Boetzkes M, Schweitzer I, Vespermann J (eds) *EisZeit: Das große Abenteuer der Naturbeherrschung.* Roemer- und Pelizaeus Museum und Jan Throbecke Verlag, Hildesheim und Stuttgart, pp 166–175
- Gaudzinski S (1999b) Knochen und Knochengeräte der mittelpaläolithischen Fundstelle Salzgitter-Lebenstedt (Deutschland). In: *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*: 45. Jahrgang, 1998, Teil 1, Teil 1. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Mainz, pp 163–220
- Gaudzinski S, Roebroeks W (2000) Adults only. Reindeer hunting at the middle palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, northern Germany. *Journal of Human Evolution* 38:497–521. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0359>
- Gaudzinski S (2000) Zur systematischen Verwertung der Jagdbeute im Mittelpaläolithikum.: Ein Beitrag zu Salzgitter- Lebenstedt. *Germania* 78:247–270
- Germonpré M, Udrescu M, Fiers E (2014) Possible evidence of mammoth hunting at the Neanderthal site of Spy (Belgium). *Quaternary International* 337:28–42. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.10.035>
- Guenther EW (1991) Die Backenzähne von *Mammuthus primigenius* und *Mammuthus primigenius-trogotherii* von Salzgitter-Lebenstedt und einigen anderen Fundorten. In: Busch, Schwabedissen (Hg.) 1991 – *Der altsteinzeitliche Fundplatz Salzgitter-Lebenstedt*, pp 101–161
- Guil-Guerrero JL (2017) Evidence for chronic omega-3 fatty acids and ascorbic acid deficiency in Palaeolithic hominins in Europe at the emergence of cannibalism. *Quaternary Science Reviews* 157:176–187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.016>

- Günther K (1964) Die altsteinzeitlichen Funde der Balver Höhle. Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung Münster Westfalen, Münster
- Hahn J (1972) Eine jungpaläolithische Feuerstelle aus Lommersum, Kreis Euskirchen. In: Beiträge zum Paläolithikum im Rheinland, vol 11. Rheinland Verlag GmbH, Bonn, pp 56–79
- Hahn J (1989) Genese und Funktion einer jungpaläolithischen Freilandstation: Lommersum im Rheinland. Rheinland Verlag GmbH, Köln
- HODGES KE, BOONSTRA R, Krebs CJ (2006) Overwinter mass loss of snowshoe hares in the Yukon: Starvation, stress, adaptation or artefact? *J Anim Ecology* 75:1–13. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2005.01018.x>
- Josefsen TD, Sørensen KK, Mørk T, Mathiesen SD, Ryeng KA (2007) Fatal inanition in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): Pathological findings in completely emaciated carcasses. *Acta Vet Scand* 49:1–11. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-49-27>
- Jost L, Chao A (2004) Diversity analysis. Chapman & Hall, London
- Jost L (2010) The Relation between Evenness and Diversity. *Diversity* 2:207–232. <https://doi.org/10.3390/d2020207>
- Kindler L (2012) Die Rolle von Raubtieren bei der Einnischung und Subsistenz jungpleistozäner Neandertaler: Archäologie und Taphonomie der mittelpaläolithischen Fauna aus der Balver Höhle (Westfalen). Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, vol 99. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz
- Kitagawa K (2014) Exploring hominins and animals in the Swabian Jura: Study of the Paleolithic fauna from Hohlenstein-Stadel. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
- Klíma B (1963) Dolní Vestonice, Výzkum táboriste lovcu mamutu v letech 1947-1952. Nakladatelství Československé Akademie Ved, Prag
- Krebs CJ (1989) *Ecological Methodology*. HarperCollinsPublisher, New York
- Krönneck P (2012) Die pleistozäne Makrofauna des Bockstein (Lonetal, Schwäb. Alb): Ein neuer Ansatz zur Rekonstruktion der Paläoumwelt. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
- Krönneck P (2019) 7 Die Vogelfauna aus dem Geißenklösterle. In: Conard NJ, Bolus M, Münzel S (eds) *Geißenklösterle: Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb* Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Kerns Verlag, Tübingen, pp 101–116
- Kuhnlein HV, Humphries MM (2017) Traditional Animal Foods of Indigenous Peoples of Northern North America. <http://traditionalanimalfoods.org/>. Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment, McGill University, Montreal

- Ludowici B, Pöppelmann H (eds) (2018) Die Tierknochenfunde der mittelpaläolithischen Jägerstation von Salzgitter-Lebenstedt Forschungen und Berichte des Braunschweigischen Landesmuseums - Neue Folge: Amazon.de: Babette Ludowici, Heike Pöppelmann, Braunschweigisches Landesmuseum: Bücher, 1st edn., vol 1
- Münzel S, Conard NJ (2004a) Cave bear hunting in Hohle Fels, a cave site in the Ach Valley, Swabian Jura. *Revue de Paléobiologie*:1–9
- Münzel SC, Conard NJ (2004b) Change and Continuity in Subsistence during the Middle and Upper Palaeolithic in the Ach Valley of Swabia (South-west Germany). *International Journal of Osteoarchaeology*:225–243
- Musil R (2005) Animal Prey. In: Svoboda JA (ed) Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 190–228
- Newman ME (1995) Organic Residue Analysis of The Lithic Artifacts From Le Trou Magritte. In: Otte M (ed) Le Trou Magritte, Fouilles 1991-1992: Resurrection of a Classique én Wallonie. ERAUL 69, Liège, pp 189–194
- Niven L (2006) The Palaeolithic Occupation of Vogelherd Cave: Implications for the Subsistence Behavior of Late Neanderthals and Early Modern Humans. Tübingen Publications in Prehistory. Kerns Verlag, Tübingen
- Pastors A (2001) Die mittelpaläolithische Freilandstation von Salzgitter-Lebenstedt: Genese der Fundstelle und Systematik der Steinbearbeitung. Archiv der Stadt Salzgitter, Salzgitter
- Probst E (2009) Der Höhlenbär. <https://www.grin.com/document/137524>. Accessed 17 June 2019
- Rathgeber T (2002) Höhlenbären aus dem Mittel- und Jungpaläolithikum der Sesselfelsgrötte im unteren Altmühltal (Bayern, Bundesrepublik Deutschland). *Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde*:22–26
- Rougier H, Crevecoeur I, Beauval C, Bocherens H, Flas D, Germonpré, Gomez-Olivencia A, Krause J, Posth C, Semal P, van der Plicht J, Wissing C (2015) First evidence of Neandertal cannibalism in Northern Europe: The case of the “Troisième Caverne” of Goyet (Belgium)
- Rougier H, Crevecoeur I, Beauval C, Posth C, Flas D, Wissing C, Furtwängler A, Germonpré M, Gómez-Olivencia A, Semal P, van der Plicht J, Bocherens H, Krause J (2016) Neandertal cannibalism and Neandertal bones used as tools in Northern Europe. *Scientific Reports* 6:29005. <https://doi.org/10.1038/srep29005>
- Schreve DC (2006) The taphonomy of a Middle Devensian (MIS 3) vertebrate assemblage from Lynford, Norfolk, UK, and its implications for Middle Palaeolithic subsistence strategies. *J. Quaternary Sci.* 21:543–556. <https://doi.org/10.1002/jqs.1036>

- Smith GM (2012) Middle Palaeolithic subsistence: The role of hominins at Lynford, Norfolk, UK. *Quaternary International* 252:68–81.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.002>
- Stewart JR (2007) Neanderthal extinction as part of the faunal change in Europe during Oxygen Isotope Stage 3. *Acta Zoologica Cracoviensia - Series A: Vertebrata* 50:93–124. <https://doi.org/10.3409/000000007783995372>
- Tolmie C (2013) Animals for food, animals for tools: fauna as a source of raw material at Abri Cellier, Dordogne, and the Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure. Dissertation, University of Iowa
- Valde-Nowak P, Alex B, Ginter B, Krajcarz MT, Madeyska T, Miekina B, Sobczyk K, Stefanski D, Wojtal P, Zajac M, Zarzecka-Szubinska K (2014) Middle Paleolithic sequences of the Ciemna Cave (Pradnik valley, Poland): The problem of synchronisation. *Quaternary International*:125–145
- Wagner H, Nusser D (1988a) Murmeltier- und Dachsfett. Das antiphlogistisch wirkende Prinzip. *Deutsche Apothekerzeitschrift* 128:1921–1932
- Wagner G, Nusser D (1988b) Nachweis von Corticosteroiden im Fett von Dachs und Murmeltier. *Zeitschrift für Naturforschung* 43b:631–633
- Wertz K, Wilczynski J, Tomek T (2015) Birds in the pavlovian culture: Dolnic Vespertone II, Pavlov I and Pavlov II. *Quaternary International*:72–76
- Wojtal P, Sedláčková L, Wilczynski J (2005) Human Activities on the Faunal Material. In: Svoboda JA (ed) *Pavlov I Southeast: A Window into the Gravettian Lifestyle*. Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, Brno, pp 229–231
- Wojtal P (2007) *Zoarchaeological Studies of the Late Pleistocene Sites in Poland*, Krakau
- Wojtal P, Wilczynski J, Bochenski Z, Svoboda JA (2012) The scene of spectacular feasts: Animal remains from Pavlov I south-east, the Czech Republic. *Quaternary International*:122–141
- Yamane T (1976) *Statistik- ein einführendes Lehrbuch*, vol 2. Fischer Verlag, Frankfurt/Main

Kapitel IX: Modellkalkulationen zu Fleisch, Knochenmark und Fett

- Agam A, Barkai R (2016) Not the brain alone: The nutritional potential of elephant heads in Paleolithic sites. *Quaternary International* 406:218–226.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.02.008>
- Badiani A, Nanni N, Gatta PP, Tolomelli B, Manfredini M (1997) Nutrient Profile of Horsemeat¹. *Journal of Food Composition and Analysis* 10:254–269.
<https://doi.org/10.1006/jfca.1997.0540>
- Barnes RFW, Agnagna M, Alers MPT, Blom A, Doungoube G, Fay M, Masunda T, Nkoumou JCN, Kiyengo CS, Tchamba M (1993) Elephants and ivory poaching in the forests of equatorial Africa. *Oryx* 27:27–34.
<https://doi.org/10.1017/S0030605300023929>
- Belaunzaran X, Lavin P, Barron LJR, Mantecón AR, Kramer JKG, Aldai N (2017) An assessment of the fatty acid composition of horse-meat available at the retail level in northern Spain. *Meat Science*:39–47
- Biesalski H-K (2015) Mikronährstoffe als Motor der Evolution. Springer Spektrum
- Bilsborough S, Mann N (2006) A Review of Issues of Dietary Protein Intake in Humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16:129–152. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.2.129>
- Binford LR (1978) *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press, New York
- Borch-Iohnsen B, Nilssen KJ (1987) Seasonal iron overload in Svalbard reindeer liver. *J Nutr* 117:2072–2078. <https://doi.org/10.1093/jn/117.12.2072>
- Carretero J-M, Rodríguez L, García-González R, Arsuaga J-L, Gómez-Olivencia A, Lorenzo C, Bonmatí A, Gracia A, Martínez I, Quam R (2012) Stature estimation from complete long bones in the Middle Pleistocene humans from the Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca (Spain). *J Hum Evol* 62:242–255.
<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.11.004>
- Chong-Eon L, Pil-Nam S, Woon-Young O, Moon-Suck K, Kyu-Il K, Jae-Hong J (2007) Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork. *Nutr Res Pract*:70–73
- CRILE GMD, QUIRING DP (1940) A RECORD OF THE BODY WEIGHT AND CERTAIN ORGAN AND GLAND WEIGHTS OF 3690 ANIMALS. *The Ohio Journal of Science*:219–259
- Del Bò C, Simonetti P, Gardana C, Riso P, Lucchini G, Ciappellano S (2013) Horse meat consumption affects iron status, lipids profile and fatty acid composition of red blood cells in healthy humans. *International Journal of Food Science and Nutrition*:147–154
- DGE (2019) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2nd edn. Umschau-Verlag

- Doreau M, Ferlay A (1994) Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 45:379–396. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90039-6)
- Driskell JA, Yuan X, Giraud DW, Hadley M, Marchello MJ (1997) Concentrations of selected vitamins and selenium in bison cuts. *Journal of Animal Science* 75:2950–2954. <https://doi.org/10.2527/1997.75112950x>
- Eilertsen SM, Schjelderup I, Dryden GM, Mathiesen SD (2001) High protein pastures in spring - effects on body composition in reindeer. *Ran* 21:13. <https://doi.org/10.7557/2.21.1.1523>
- Elmadfa I, Aign W, Muskat E, Fritzsche D (2018/19) Die große GU Nährwerte Kalorien Tabelle 2018/19. Gräfe und Unzer, München
- Franco D, Rodríguez E, Purriños L, Crecente S, Bermúdez R, Lorenzo JM (2011) Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science* 88:292–298. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.004>
- Guil-Guerrero JL, Rincón-Cervera MA, Venegas-Venegas CE, Ramos-Bueno RP, Suárez MD (2013) Highly bioavailable α -linolenic acid from the subcutaneous fat of the Palaeolithic Relict "Galician horse". *International Food Research Journal*:3249–3258
- Guil-Guerrero JL, Tikhonov A, Rodríguez-García I, Protopopov A, Grigoriev S, Ramos-Bueno RP (2014) The fat from frozen mammals reveals sources of essential fatty acids suitable for Palaeolithic and Neolithic humans. *PLoS ONE* 9:e84480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084480>
- Guil-Guerrero JL (2017) Evidence for chronic omega-3 fatty acids and ascorbic acid deficiency in Palaeolithic hominins in Europe at the emergence of cannibalism. *Quaternary Science Reviews* 157:176–187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.016>
- Guil-Guerrero JL, Tikhonov A, Ramos-Bueno RP, Grigoriev S, Protopopov A, Savvinov G, González-Fernández MJ (2018) Mammoth resources for hominins: From omega-3 fatty acids to cultural objects. *J. Quaternary Sci.* 33:455–463. <https://doi.org/10.1002/jqs.3026>
- Hassan FA (1981) *Demographic Archaeology. Studies in Archaeology.* Academic Press, New York
- Hassan AA, Sandanger TM, Brustad M (2012) Level of selected nutrients in meat, liver, tallow and bone marrow from semi-domesticated reindeer (*Rangifer t. tarandus* L.). *Int J Circumpolar Health* 71:17997. <https://doi.org/10.3402/ijch.v71i0.17997>
- Koch RM, Jung HG, Crouse JD, Varel VH, Cundiff LV (1995) Growth, digestive capability, carcass, and meat characteristics of *Bison bison*, *Bos taurus*, and *Bos x*

- Bison. *Journal of Animal Science* 73:1271–1281.
<https://doi.org/10.2527/1995.7351271x>
- Kuhnlein HV, Humphries MM (2017) Traditional Animal Foods of Indigenous Peoples of Northern North America. <http://traditionalanimalfoods.org/>. Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment, McGill University, Montreal
- Lorenzo JM, Pateiro M (2013) Influence of type of muscles on nutritional value of foal meat. *Meat Science* 93:630–638. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.007>
- Lorenzo JM, Sarriés MV, Tateo A, Polidori P, Franco D, Lanza M (2014) Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Science* 96:1478–1488. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.006>
- Mann I (1964) Game Animals as Meat Sources, Vitamin Content and Amino Acid Composition of Some African Game Animals. *J. Agric. Food Chem.* 12:374–376. <https://doi.org/10.1021/jf60134a019>
- Marchello MJ, Slinger WD, Milne DB, Fischer AG, Berg PT (1989) Nutrient composition of raw and cooked Bison bison. *Journal of Food Composition and Analysis* 2:177–185. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(89\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0889-1575(89)90079-3)
- Martin-Rosset W, Saastamoinen MT (eds) (2008) *Nutrition of the exercising horse*, Wageningen
- Nettleton JA, Salem N (2019) International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids 2018 Symposium: Arachidonic and Docosahexaenoic Acids in Infant Development. *Ann Nutr Metab* 74:83–91. <https://doi.org/10.1159/000495906>
- Nieminen M, Laitinen M (1986) Bone marrow and kidney fat as indicators of condition in reindeer. *Ran* 6:219. <https://doi.org/10.7557/2.6.2.649>
- Nilsson LM (2015) Dietary Patterns in a Circumpolar Context. In: Preedy VR, Watson RR (eds) *The Mediterranean Diet: An Evidence-Based Approach*. Elsevier Science, Burlington, pp 579–588
- Olofsson A, Danell Ö, Forslund P, Åhman B (2008) Approaches to estimate body condition from slaughter records in reindeer. *Ran* 28:103. <https://doi.org/10.7557/2.28.1.192>
- Outram A, Rowley-Conwy P (1998) Meat and Marrow Utility Indices for Horse (Equus). *Journal of Archaeological Science* 25:839–849. <https://doi.org/10.1006/jasc.1997.0229>
- Renecker TA, Renecker LA, Mallory FF (2005) Relationships between carcass characteristics, meat quality, age and sex of free-ranging Alaskan reindeer: A pilot study. *Ran* 25:107. <https://doi.org/10.7557/2.25.2.258>
- Reshef H, Barkai R (2015) A taste of an elephant: The probable role of elephant meat in Paleolithic diet preferences. *Quaternary International* 379:28–34. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.002>

- Ringberg TM, White RG, Holleman DF, Luick JR (1981) Body growth and carcass composition of lean reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) from birth to sexual maturity. *Can. J. Zool.* 59:1040–1044. <https://doi.org/10.1139/z81-145>
- Ruff C, Niskanen M, Junno J-A, Jamison P (2005) Body mass prediction from stature and bi-iliac breadth in two high latitude populations, with application to earlier higher latitude humans. *J Hum Evol* 48:381–392. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.11.009>
- Sorensen MV, Leonard WR (2001) Neandertal energetics and foraging efficiency. *J Hum Evol* 40:483–495. <https://doi.org/10.1006/jhevol.2001.0472>
- Stiles D (2011) Elephant meat and ivory trade in Central Africa. *Pachyderm*:1–36
- Weaver TD, Steudel-Numbers K (2005a) Does Climate or Mobility Explain the Differences in Body Proportions Between Neandertals and Their Upper Paleolithic Successors? *Evol Anthropol*:218–223
- Weaver TD, Steudel-Numbers K (2005b) Does Climate or Mobility Explain the Differences in Body Proportions Between Neandertals and Their Upper Paleolithic Successors? *Evol Anthropol*:218–223

Kapitel X: Brückenschlag zwischen tierischen und pflanzlichen Ressourcen

- Bocherens H, Ullrich H (1999) Reconstruction of Neanderthal diet using bone collagen carbon and nitrogen stable isotopes. *Hominid Evolution, Lifestyles and Survival. Strategies*. Edition Archaea, Berlin:410–428
- Bocherens H, Billiou D, Mariotti A, Toussaint M, Patou-Mathis M, Bonjean D, Otte M (2001) New isotopic evidence for dietary habits of Neandertals from Belgium. *Journal of Human Evolution* 40:497–505. <https://doi.org/10.1006/jhev.2000.0452>
- Bocherens H (2009) Neanderthal Dietary Habits: Review of the Isotopic Evidence. In: Hublin J-J, Richards MP (eds) *The Evolution of Hominin Diets*. Springer, pp 241–250
- Bocherens H, Drucker DG, Billiou D, Patou-Mathis M, Vandermeersch B (2005) Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: Review and use of a multi-source mixing model. *Journal of Human Evolution* 49:71–87. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.003>
- Bocherens H, Drucker DG, Germonpré M, Lázníčková-Galetová M, Naito YI, Wissing C, Brůžek J, Oliva M (2015) Reconstruction of the Gravettian food-web at Předmostí I using multi-isotopic tracking (^{13}C , ^{15}N , ^{34}S) of bone collagen. *Quaternary International* 359-360:211–228. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.044>
- Box GEP, Draper NR (1987) *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. Wiley
- Drucker DG, Bocherens H, Péan S (2014) Isotopes stables (^{13}C , ^{15}N) du collagène des mammoths de Mezhyrich (Epigravettien, Ukraine): Implications paléoécologiques. *L'Anthropologie* 118:504–517. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2014.04.001>
- Fizet M, Mariotti A, Bocherens H, Lange-Badré B, Vandermeersch B, Borel JP, Bellon G (1995) Effect of diet, physiology and climate on carbon and nitrogen stable isotopes of collagen in a late pleistocene anthropic palaeoecosystem: Marillac, Charente, France. *Journal of Archaeological Science* 22:67–79. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(95\)80163-4](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(95)80163-4)
- Guthrie RD (1990) *Frozen fauna of the mammoth steppe: the story of Blue Babe*. University of Chicago Press
- Hedges REM, Reynard LM (2007) Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34:1240–1251. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- Hublin J-J, Richards MP (2009) *The evolution of hominin diets: Integrating approaches to the study of Palaeolithic subsistence*. Max Planck Institute subseries in human evolution. Springer, Dordrecht
- Jaouen K, Richards MP, Le Cabec A, Welker F, Rendu W, Hublin J-J, Soressi M, Talamo S (2019) Exceptionally high $\delta^{15}\text{N}$ values in collagen single amino acids confirm

- Neandertals as high-trophic level carnivores. *Proc Natl Acad Sci U S A* 116:4928–4933. <https://doi.org/10.1073/pnas.1814087116>
- LEE-THORP JA (2008) ON ISOTOPES AND OLD BONES*. *Archaeometry* 50:925–950. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00441.x>
- Makarewicz CA, Sealy J (2015) Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues: Expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 56:146–158. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.035>
- Naito YI, Chikaraishi Y, Drucker DG, Ohkouchi N, Semal P, Wißing C, Bocherens H (2016) Ecological niche of Neanderthals from Spy Cave revealed by nitrogen isotopes of individual amino acids in collagen. *Journal of Human Evolution* 93:82–90. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2016.01.009>
- Phillips DL, Inger R, Bearhop S, Jackson AL, Moore JW, Parnell AC, Semmens BX, Ward EJ (2014) Best practices for use of stable isotope mixing models in food-web studies. *Can. J. Zool.* 92:823–835. <https://doi.org/10.1139/cjz-2014-0127>
- Reitsema LJ (2013) Beyond diet reconstruction: Stable isotope applications to human physiology, health, and nutrition. *Am J Hum Biol* 25:445–456. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22398>
- Richards MP (2009) Stable Isotope Evidence for European Upper Paleolithic Human Diets. In: Hublin J-J, Richards MP (eds) *The Evolution of Hominin Diets: Integrating Approaches to the Study of Palaeolithic Subsistence*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 251–257
- Schwarcz HP, Schoeninger MJ (2011) Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen as Tracers for Paleo-Diet Reconstruction. In: Baskaran M (ed) *Handbook of environmental isotope geochemistry: [volume I and volume II]*. Springer, Heidelberg, pp 725–742
- Wißing C, Rougier H, Crevecoeur I, Germonpré M, Naito YI, Semal P, Bocherens H (2016) Isotopic evidence for dietary ecology of late Neandertals in North-Western Europe. *Quaternary International* 411:327–345. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.091>

Kapitel XI: Rekonstruktion der Pflanzenökotope während der OIS 3

- Coles GM, Gilbertson DD, Hunt CO, Jenkinson RD (1989) Taphonomy and the palynology of cave deposits. *Cave Science*:83–89
- Fletcher WJ, Sánchez Goñi MF, Allen JRM, Cheddadi R, Combourieu-Nebout N, Huntley B, Lawson I, Londeix L, Magri D, Margari V, Müller UC, Naughton F, Novenko E, Roucoux K, Tzedakis PC (2010) Millennial-scale variability during the last glacial in vegetation records from Europe. *Quaternary Science Reviews* 29:2839–2864. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.11.015>
- Gerasimenko N (1999) Late Pleistocene Vegetational History of Kabazi II. In: Chabai VP, Monigal K (eds) *The Middle Paleolithic of Western Crimea, Vol.2: The Paleolithic of Crimea II*, Liège, pp 115–141
- Guthrie RD (1990) *Frozen fauna of the mammoth steppe: the story of Blue Babe*. University of Chicago Press
- Helmens KF (2014) The Last Interglacial–Glacial cycle (MIS 5–2) re-examined based on long proxy records from central and northern Europe. *Quaternary Science Reviews* 86:115–143. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.12.012>
- Huntley B, Allen JRM (2003) Glacial Environments III: Palaeo-vegetation Patterns in Last Glacial Europe. In: van Andel TH, Davies W (eds) *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation*. Oxbow Books, Oxford, pp 79–102
- Huntley B, Alfano MJ, Allen JRM, Pollard D, Tzedakis PC, Beaulieu J-Ld, Grüger E, Watts B (2003) European vegetation during Marine Oxygen Isotope Stage-3. *Quaternary Research* 59:195–212. [https://doi.org/10.1016/S0033-5894\(02\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0033-5894(02)00016-9)
- Jacomet S (1999) *Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung* - edoc
- Knipping M (2019) Pollenanalytische Untersuchungen an Sedimenten des Geißenklösterle. In: Conard NJ, Bolus M, Münzel SC (eds) *Geißenklösterle: Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb*. Kerns Verlag, pp 69–75
- Kuhnlein HV, Turner NJ (1991) *Traditional Plant Foods of Canadian Indigenous People*. Gordon and Breach Science Publishers, Philadelphia
- Lowe JJ, Walker MJ (1997) *Reconstructing Quaternary Environments*. Longman, Harlow
- Prentice C, Guiot J, Huntley B, Jolly D, Cheddadi R (1996) Reconstructing biomes from palaeoecological data: A general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics* 12:185–194. <https://doi.org/10.1007/BF00211617>

- Prentice IC, Cramer W, Harrison SP, Leemans R, Monserud RA, Solomon AM (1992) Special Paper: A Global Biome Model Based on Plant Physiology and Dominance, Soil Properties and Climate. *Journal of Biogeography* 19:117–134.
<https://doi.org/10.2307/2845499>
- Stryamets N, Elbakidze M, Ceuterick M, Angelstam P, Axelson P (2015) From economic survival to recreation: contemporary uses of wild food and medicine in rural Sweden, Ukraine and NW Russia. *JOURNAL OF ETHNOBIOLOGY AND ETHNOMEDICINE*:1–18
- Svoboda H (1988) Pollenanalytische Untersuchung des Schichtkomplexes 6-1 vor der Kůlná Hůhle. In: Valoch K (ed) *Die Erforschung der Kůlna-Hůhle 1961-1976*. Moravské muzeum-Anthropos Institut, Brno, pp 201–205

Kapitel XII: Direkter Nachweis von Pflanzen der OIS 3 im archäologischen Kontext

- Adams JL (2013) Ground stone analysis: A technological approach. The University of Utah Press, Salt Lake City
- Adams JL (2014) Ground stone use-wear analysis: a review of terminology and experimental methods | Elsevier Enhanced Reader. *Journal of Archaeological Science*:129–138
- Aranguren B, Longo L, Mariotti-Lippi M, Revedin A (2011) Evidence of edible plant exploitation. In: Svoboda J (ed) Pavlov excavations 2007-2011, Brno, pp 170–180
- Baker G, Jones LH, Wardrop ID (1959) Cause of wear in sheeps' teeth. *Nature*:1583–1584
- Barton H, Torrence R (2015) Cooking up recipes for ancient starch: Assessing current methodologies and looking to the future. *Journal of Archaeological Science* 56:194–201. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.031>
- Bigga G (2018) Die Pflanzen von Schöningen. Forschungen zur Urgeschichte aus dem Tagebau von Schöningen, Nr.3. Verlag des Römisch-germanischen Zentralmuseums, Mainz
- Butler PM (1952) The milk-molars of *Perissodactyla*, with remarks on molar occlusion. *Proceedings of the Zoological Society of London* 121:777–817. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1952.tb00784.x>
- Carle R (2019) Sekundäre Pflanzenstoffe. In: Biesalski H-K, Bischoff SC, Pirlich M, Weinmann A (eds) *Ernährungsmedizin*, 5th edn. Thieme, pp 251–258
- Collins MJ, Copeland L (2011) Ancient starch: Cooked or just old? *Proc Natl Acad Sci U S A* 108:E145, author reply E146. <https://doi.org/10.1073/pnas.1103241108>
- Copeland L (2016) Food carbohydrates from plants. In: Hardy K, Kubiak-Martens L (eds) *Wild Harvest: Plants in the hominin and pre-agrarian human worlds*. Oxbow Books, Oxford, pp 19–30
- Copeland L, Hardy K (2018) Archaeological Starch. *Agronomy* 8:4. <https://doi.org/10.3390/agronomy8010004>
- Couplan F (1983) *La Cuisine Sauvage Encyclopedie des Plantes Comestibles de l'Europe*
- Crowther A (2012) The differential survival of native starch during cooking and implications for archaeological analyses: A review. *Archaeological and Anthropological Sciences* 4:221–235. <https://doi.org/10.1007/s12520-012-0097-0>
- Dolan LC, Matulka RA, Burdock GA (2010) Naturally occurring food toxins. *Toxins (Basel)* 2:2289–2332. <https://doi.org/10.3390/toxins2092289>

- Dubreuil L, Savage D (2014) Ground stones: A synthesis of the use-wear approach. *Journal of Archaeological Science* 48:139–153. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.023>
- Dubreuil L, Savage D, Delgado-Raack S, Plisson H, Stephenson B, de la Torre I (2014). In: Lemorini C, Nunziante Cesaro S (eds) *An Integration of the Use-Wear and Residue Analysis for the Identification of the Function of Archaeological Stone Tools: Proceedings of the International Workshop, Rome, March 5th–7th, 2012*, Oxford, pp 105–158
- El Zaatari S, Hublin J-J (2014) Diet of upper paleolithic modern humans: Evidence from microwear texture analysis. *Am J Phys Anthropol* 153:570–581. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22457>
- El Zaatari S, Grine FE, Ungar PS, Hublin J-J (2011) Ecogeographic variation in Neanderthal dietary habits: Evidence from occlusal molar microwear texture analysis. *J Hum Evol* 61:411–424. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.05.004>
- Elmadfa I (2019) *Ernährungslehre*. UTB
- Fiorenza L, Benazzi S, Tausch J, Kullmer O, Bromage TG, Schrenk F (2011) Molar macrowear reveals Neanderthal eco-geographic dietary variation. *PLoS ONE* 6:e14769. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014769>
- Fiorenza L, Benazzi S, Henry AG, Salazar-García DC, Blasco R, Picin A, Wroe S, Kullmer O (2015) To meat or not to meat? New perspectives on Neanderthal ecology. *Am J Phys Anthropol* 156:43–71. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22659>
- Fleischhauer SG, Guthmann J, Spiegelberger R (2018) *Essbare Wildpflanzen: 200 Arten bestimmen und verwenden*, 20th edn. AT Verlag, Baden und München
- Grine FE, Ungar PS, Teaford MF (2002) Error rates in dental microwear quantification using scanning electron microscopy. *Scanning* 24:144–153. <https://doi.org/10.1002/sca.4950240307>
- Guil JL, Rodríguez-Garcí I, Torija E (1997) Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods for Human Nutrition* 51:99–107. <https://doi.org/10.1023/A:1007988815888>
- Hahn A, Stöhle A, Wolters M (2016) *Ernährung: Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Hardy K, Kubiak-Martens L (eds) (2016) *Wild Harvest: Plants in the hominin and preagrarian human worlds*. Studying scientific archaeology 2. Oxbow Books, Oxford
- Hardy K, Blakeney T, Copeland L, Kirkham J, Wrangham R, Collins M (2009) Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science* 36:248–255. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.09.015>
- Hardy BL (2010) Climatic variability and plant food distribution in Pleistocene Europe: Implications for Neanderthal diet and subsistence. *Quaternary Science Reviews* 29:662–679. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.11.016>

- Heer O (1865) Die Pflanzen der Pfahlbauten. Druck von Zürcher und Furrer
- Henry AG (2013/2014) IDENTIFICATION OF PLANT FOODS IN THE DIETS BASED ON ANALYSIS OF PLANT MICROFOSSILS TRAPPED IN DENTAL CALCULUS. *Anthropologica et Prehistorica*:1–7
- Henry AG, Hudson HF, Piperno DR (2009) Changes in starch grain morphologies from cooking. *Journal of Archaeological Science* 36:915–922. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.11.008>
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR (2014) Plant foods and the dietary ecology of Neanderthals and early modern humans. *J Hum Evol* 69:44–54. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.12.014>
- Henry AG, Debono Spiteri C, Büdel T, Hutschenreuther A, Schmidt S, Watzke J (2016) Methods to isolate and quantify damaged and gelatinized starch grains. *Journal of Archaeological Science: Reports*
- Jacomet S (1999) Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung - edoc
- Keeley LH, Newcomer MH (1977) Microwear analysis of experimental flint tools: A test case. *Journal of Archaeological Science* 4:29–62
- Knutsson K (1988) Making and using stone tools the analysis of the lithic assemblages from Middle Neolithic sites with flint in Västerbotten, Northern Sweden. *Societas Archaeologica Upsaliensis*, Uppsala
- Kuhnlein HV, Turner NJ (1991) Traditional Plant Foods of Canadian Indigenous People. Gordon and Breach Science Publishers, Philadelphia
- L'Engle Williams F, Droke JL, Schmidt CW, Willman JC, Becam G, de Lumley M-A (2018) Dental microwear texture analysis of Neandertals from Hortus cave, France. *Comptes Rendus Palevol* 17:545–556. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2018.04.003>
- Lalueza C, Pérez-Perez A, Turbón D (1996) Dietary inferences through buccal microwear analysis of Middle and Upper Pleistocene human fossils. *Am. J. Phys. Anthropol.* 100:367–387. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199607\)100:3<367:AID-AJPA5>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199607)100:3<367:AID-AJPA5>3.0.CO;2-R)
- Louderback LA, Field J, Janetski JC (2015) Curation practices and extraction methods in relation to starch grain yields from ground stone artifacts. *Journal of Archaeological Science: Reports* 4:535–540. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.10.011>
- Mania D, Toepfer V (1973) Königsau - Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithischer Fundplatz der letzten Eiszeit. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
- Marquardt H, Schäfer SG (2004) Lehrbuch der Toxikologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

- Mason SLR, Hather JG (eds) (2002) *Hunter-gatherer archaeobotany: Perspectives from the northern temperate zone*. Inst. of Archaeology Univ. College London, London
- Mason SLR, Hather JG, Hillman GC (1994) Preliminary investigation of the plant macro-remains from Dolní Věstonice II, and its implications for the role of plant foods in Palaeolithic and Mesolithic Europe. *Antiquity* 68:48–57. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00046184>
- Pearsall DM (2000) *Paleoethnobotany: a handbook of procedures*. Academic Press, San Diego
- Pérez-Pérez A, Espurz V, Bermúdez de Catsro JM, Lumley MA, Turbón D (2003) Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *J Hum Evol* 44:497–513. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(03\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(03)00030-7)
- Phillips P (1988) Traceology (Microwear) studies in the USSR. *World Archaeol* 19:349–356. <https://doi.org/10.1080/00438243.1988.9980045>
- Pinela J, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2017) Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. *Food and Chemical Toxicology* 110:165–188. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.020>
- Pinilla B, Trinkaus E (2014) Buccal Dental Microwear and Diet of the Sunghir Upper Paleolithic Modern Humans. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia* 42:131–142. <https://doi.org/10.1016/j.aeae.2015.01.013>
- Power RC, Williams FL'E (2018) Evidence of Increasing Intensity of Food Processing During the Upper Paleolithic of Western Eurasia. *J Paleo Arch* 1:281–301. <https://doi.org/10.1007/s41982-018-0014-x>
- Pryor AJE, Steele M, Jones MK, Svoboda J, Beresford-Jones DG (2013) Plant foods in the Upper Palaeolithic at Dolní Věstonice?: Parenchyma redux. *Antiquity* 87:971–984. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00049802>
- Puech P-F, Albertini H, Serratrice C (1983) Tooth microwear and dietary patterns in early hominids from Laetoli, Hadar and Olduvai. *J Hum Evol* 12:721–729. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(83\)80127-4](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(83)80127-4)
- Puech PF, Albertini H (1981) Mechanical process of dental surface alteration by non-abrasive and non-adhesive friction, reproduced by experimentation and applied to the diet of early man. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II* 293:729–734
- Puech PF, Prone A (1979) Mechanical process of dental wearing down by abrasion, reproduced by experimentation and applied to fossil man and his paleoecological surroundings. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences Serie* 289:895

- Rensberger JM (1978) Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores. Academic Press New York
- Revedin A, Aranguren B, Becattini R, Longo L, Marconi E, Lippi MM, Skakun N, Sinitsyn A, Spiridonova E, Svoboda J (2010) Thirty thousand-year-old evidence of plant food processing. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107:18815–18819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1006993107>
- Revedin A, Longo L, Mariotti Lippi M, Marconi E, Ronchitelli A, Svoboda J, Anichini E, Gennai M, Aranguren B (2015) New technologies for plant food processing in the Gravettian. *Quaternary International* 359-360:77–88. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.066>
- Revedin A, Aranguren B, Gennai M, Mariotti Lippi M, Pallecchi P (2017) The Processing of Plant Food in the Palaeolithic: New Data from the Analysis of Experimental Grindstones and Flour. *Rivista dei Sienze Preistoriche* LCVII:5–18
- Riehl S, Marinova E, Deckers K, Malina M, Conard NJ (2015) Plant use and local vegetation patterns during the second half of the Late Pleistocene in southwestern Germany. *Archaeol Anthropol Sci* 7:151–167. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0182-7>
- Riethmüller M (2018) Paläolithische Behälter: Archäologie, Ethnographie und Materialien. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität
- Ryan AS (1981) Anterior dental microwear and its relationship to diet and feeding behavior in three african primates (*Pan troglodytes troglodytes*, *Gorilla gorilla gorilla* and *Papio hamadryas*). *Primates* 22:533–550. <https://doi.org/10.1007/BF02381245>
- Sandgathe DM, Hayden B (2003) Did Neanderthals eat inner bark? *Antiquity* 77:709 – 718. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00061652>
- Shiple GP, Kindscher K (2016) Evidence for the Paleoethnobotany of the Neanderthal: A Review of the Literature. *Scientifica (Cairo)* 2016:8927654. <https://doi.org/10.1155/2016/8927654>
- Simpson GG (1933) Paleobiology of jurassic mammals. *Paleobiologica*:127–158
- SOLOUNIAS N, SEMPREBON G (2002) Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids. *American Museum Novitates* 3366:1–49. [https://doi.org/10.1206/0003-0082\(2002\)366<0001:AITROU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-0082(2002)366<0001:AITROU>2.0.CO;2)
- Stahl AB (1989) Plant-food processing: implication for dietary quality. In: Harris DR, Hillman GC (eds) *Foraging and Farming. The Evolution of Plant Exploitation*. Unwin Hyman, London, pp 171–194
- Toussaint M, Olejniczak AJ, El Zaatari S, Cattelain P, Flas D, Letourneux C, Pirson S (2010) The Neandertal lower right deciduous second molar from Trou de l'Ablme at Couvin, Belgium | Elsevier Enhanced Reader. *J Hum Evol*:56–67

- Ungar PS (2015) Mammalian dental function and wear: A review. *Biosurface and Biotribology* 1:25–41. <https://doi.org/10.1016/j.bsbt.2014.12.001>
- Ungar PS, Scott PS, Scott JR, Teaford M (2008) Dental microwear analysis: Historical perspectives and new approaches. In: Nelson GC, Irish JD (eds) *Technique and application in dental anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 389–425
- Willerslev E, Davison J, Moora M, Zobel M, Coissac E, Edwards ME, Lorenzen ED, Vestergård M, Gussarova G, Haile J, Craine J, Gielly L, Boessenkool S, Epp LS, Pearman PB, Cheddadi R, Murray D, Bråthen KA, Yoccoz N, Binney H, Cruaud C, Wincker P, Goslar T, Alsos IG, Bellemain E, Brysting AK, Elven R, Sønstebo JH, Murton J, Sher A, Rasmussen M, Rønn R, Mourier T, Cooper A, Austin J, Möller P, Froese D, Zazula G, Pompanon F, Rioux D, Niderkorn V, Tikhonov A, Savvinov G, Roberts RG, MacPhee RDE, Gilbert MTP, Kjær KH, Orlando L, Brochmann C, Taberlet P (2014) Fifty thousand years of Arctic vegetation and megafaunal diet. *Nature* 506:47–51. <https://doi.org/10.1038/nature12921>
- Wright PJ (2010) Methodological Issues in Paleoethnobotany: A consideration of Issues, Methods, and Cases. In: VanDerwarker AM, Peres TM (eds) *Integrating Zooarchaeology and Paleoethnobotany*. Springer, pp 37–64

Kapitel XIII: Modellkalkulationen für pflanzliche Nahrung

- Aagnes TH, Mathiesen SD (1996) Gross anatomy of the gastrointestinal tract in reindeer, free-living and fed baled timothy silage in summer and winter. 1 16:31. <https://doi.org/10.7557/2.16.1.1184>
- Adán GE, Álvarez-Lao D, Turrero P, Arbizu M, García-Vázquez E (2009) Fish as diet resource in North Spain during the Upper Paleolithic. *Journal of Archaeological Science* 36:895–899. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.11.017>
- Agarwal JK, Saini P (2013) Nutritional assessment of wild edible plant *Utrica ardense*. *Indian Journal of pharmaceutical and biological research* Vol. 1:53–59
- Andersen SM (2005) Vitamins and minerals in the traditional Greenland diet. NERI Technical Reports, No.528. https://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR528.PDF. Accessed 2 January 2020
- Bere E (2007) Wild berries: A good source of omega-3. *Eur J Clin Nutr* 61:431–433. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602512>
- Biesalski H-K (2015) Mikronährstoffe als Motor der Evolution. Springer Spektrum
- Biesalski H-K (ed) (2019a) Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer: Amazon.de: Biesalski, Hans Konrad, Pirlich, Matthias, Bischoff, Stephan C., Weimann, Arved: Bücher, Stuttgart
- Biesalski H-K (2019b) Vitamine, Spurenelemente und Minerale: Indikation, Diagnostik, Therapie. Thieme, Stuttgart
- Brickley MB, D’Ortenzio L, Kahlon B, Schattmann A, Ribot I, Raguin E, Bertrand B (2017) Ancient Vitamin D Deficiency: Long-Term Trends. *Current Anthropology* 58:420–427. <https://doi.org/10.1086/691683>
- Buck LT, Stringer CB (2014) Having the stomach for it: A contribution to Neanderthal diets? *Quaternary Science Reviews* 96:161–167. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.09.003>
- Carlsen MH, Andersen LF, Dahl L, Norberg N, Hjartåker A (2018) New Iodine Food Composition Database and Updated Calculations of Iodine Intake among Norwegians. *Nutrients* 10. <https://doi.org/10.3390/nu10070930>
- Carvalho IS, Teixeira MC, Brodelius M (2011) Fatty acids profile of selected *Artemisia* spp. plants: Health promotion. *LWT - Food Science and Technology* 44:293–298. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.033>
- Chaplin G, Jablonski NG (2009) Vitamin D and the evolution of human depigmentation. *Am. J. Phys. Anthropol.* 139:451–461. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21079>
- Corrigan C (1946) Scurvy in Cree woman. *Journal of the Canadian Medical Association*:380–383

- Couplan F (1983) *La Cuisine Sauvage Encyclopedie des Plantes Comestibles de l'Europe*
- DGE (2019) *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*, 2nd edn. Umschau-Verlag
- Dörr S, Martin E (2016) *Ernährung und Stoffwechsel*. Bildungsverlag Eins, Köln
- Elmadfa I, Leitzmann C (eds) (2020) *Ernährung des Menschen*, 6th edn. UTB, Stuttgart
- Elmadfa I, Muskat E, Fritzsche D, Meyer AL (2020) *Nährwert-Kalorien-Tabelle, Die große GU: Neuausgabe 2020/21 GU Tabellenwerk Gesundheit*: Amazon.de: Elmadfa, Ibrahim, Muskat, Erich, Fritzsche, Doris, Meyer, Alexa Leonie: Bücher. https://www.amazon.de/N%C3%A4hrwert-Kalorien-Tabelle-Die-gro%C3%9Fe-Neuausgabe-Tabellen-werk/dp/3833871210/ref=sr_1_2?__mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1YZVDWTHPVKWN&dchild=1&keywords=die+gro%C3%9Fe+gu+n%C3%A4hrwert-kalorien-tabelle+2020%2F2021&qid=1587380732&prefix=die+grosse+GU+n%C3%A4hrwert-ka%2Caps%2C157&sr=8-2. Accessed 20 April 2020
- Fediuk K (2000) *Vitamin C in the Inuit Diet: Past and present*, McGill University
- Fleischhauer SG, Guthmann J, Spiegelberger R (2018) *Essbare Wildpflanzen: 200 Arten bestimmen und verwenden*, 20th edn. AT Verlag, Baden und München
- Forster P (2019) *Vegetarische und vegane Kost: eine kritische Bewertung*. In: Biesalski H-K (ed) *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer*: Amazon.de: Biesalski, Hans Konrad, Pirlich, Matthias, Bischoff, Stephan C., Weimann, Arved: Bücher, Stuttgart, pp 435–447
- Fuge R (2013) *Soils and Iodine Deficiency*. In: Selinus O (ed) *Essentials of Medical Geology*. Springer, pp 417–433
- Guil JL, Rodríguez-García I, Torija E (1997) *Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants*. *Plant Foods for Human Nutrition* 51:99–107. <https://doi.org/10.1023/A:1007988815888>
- Guil-Guerrero JL, Rodríguez-García I (1999) *Lipids classes, fatty acids and carotenes of the leaves of six edible wild plants*. *European Food Research and Technology* 209:313–316. <https://doi.org/10.1007/s002170050501>
- Guil-Guerrero JL (2017) *Evidence for chronic omega-3 fatty acids and ascorbic acid deficiency in Palaeolithic hominins in Europe at the emergence of cannibalism*. *Quaternary Science Reviews* 157:176–187. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.016>
- Guil-Guerrero JL, Reboloso-Fuentes MM, Torija Isasa ME (2003) *Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (Urtica dioica L.)*. *Journal of Food Composition and Analysis* 16:111–119. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(02)00172-2)

- Guil-Guerrero JL (2001) Nutritional composition of *Plantago* species (*P. Major* L., *P. Lanceolata* L., and *P. Media* L.). *Ecol Food Nutr* 40:481–495. <https://doi.org/10.1080/03670244.2001.9991663>
- Hardy K, Buckley S, Collins MJ, Estalrich A, Brothwell D, Copeland L, García-Taberner A, García-Vargas S, La Rasilla M de, Lalueza-Fox C, Huguet R, Bastir M, Santamaría D, Madella M, Wilson J, Cortés AF, Rosas A (2012) Neanderthal medics? Evidence for food, cooking, and medicinal plants entrapped in dental calculus. *Naturwissenschaften* 99:617–626. <https://doi.org/10.1007/s00114-012-0942-0>
- Heseker H, Heseker B (eds) (2019) *Die Nährwerttabelle 2019/20*. Umschau Verlag
- Jablonski NG, Chaplin G (2010) Human skin pigmentation as an adaptation to UV radiation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107:8962–8968. <https://doi.org/10.1073/pnas.0914628107>
- Jänig W, Vaupel P (2019). In: Brandes R, Lang F, Schmidt RF (eds) *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*. Springer, Berlin Heidelberg, 492,493
- Koschtschejew AK (1990) *Wildwachsende Pflanzen in unserer Ernährung*. Fachbuchverlag Leipzig
- Kuhnlein H, Humphries M (2017) *Traditional Animal Foods of Indigenous Peoples of Northern North America*. <http://traditionalanimalfoods.org/nutrients.aspx>
- Kuhnlein HV, Turner NJ (1991) *Traditional Plant Foods of Canadian Indigenous People*. Gordon and Breach Science Publishers, Philadelphia
- Lalueza-Fox C, Rompler H, Caramelli D, Staubert C, Catalano G, Hughes D, Rohland N, Pilli E, Longo L, Condemi S, La Rasilla M de, Fortea J, Rosas A, Stoneking M, Schöneberg T, Bertranpetit J, Hofreiter M (2007) A Melanocortin 1 Receptor Allele Suggests Varying Pigmentation Among Neanderthals. *Science* 318:1453–1455. <https://doi.org/10.1126/science.1147417>
- Lame Deer, Erdoes R (1972) *Lame Deer: Seeker of Vision*. Simon and Schuster, New York
- Lee RB, Daly R (eds) (2004) *The Cambridge encyclopedia of hunters and gatherers*. Cambridge University Press, Cambridge
- Lim KW (ed) (2015) *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 9, vol 9*. Springer
- Mathiesen SD, Utsi TH, Sørmo W (1999) Forage chemistry and the digestive system in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in northern Norway and on South Georgia. 1 19:91–101. <https://doi.org/10.7557/2.19.2.285>
- Miyake K (1913) On the nature of sugars found in the tubers of arrowhead. *The Journal of biological chemistry* Vol XV
- Nansen F (1893) *Eskimo Life*, London

- Nikolaeva IG, Tsybiktarova LP, Taraskin VV, Radnaeva LD, Tykheev ZA, Nikolaeva GG (2019) Lipid Composition of *Cirsium setosum*. *Chemistry of Natural Compounds* 55:714–715. <https://doi.org/10.1007/s10600-019-02786-5>
- Pinela J, Carvalho AM, Ferreira ICFR (2017) Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. *Food and Chemical Toxicology* 110:165–188. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.020>
- Raes-ul H, K P (2015) Nutritional and processing aspects of carrot (*Daucus carota*) - A review. *South Asian J. Food Technol. Environ*:1–14
- Riechelmann S, Schrempf M, Seckmeyer G (2013) Simultaneous measurement of spectral sky radiance by a non-scanning multidirectional spectroradiometer (MUDIS) - IOPscience. *Measurement, Science and Technology*:1–8
- Seckmeyer G (ed) (kein Jahr) WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION GLOBAL ATMOSPHERE WATCH Nr. 125: Instruments to measure solar ultraviolet radiation, Part 1: Spectral instruments(WMO TD No. 1066)
- Seckmeyer G (ed) (2010) WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION: Instruments to Measure solar ultraviolet radiation. Part 4: Array Spectroradiometers(WMO/TD-No. 1538)
- Seckmeyer G, Schrempf M, Wieczorek A, Riechelmann S, Graw K, Seckmeyer S, Zankl M (2013) A Novel Method to Calculate Solar UV Exposure Relevant to Vitamin D Production in Humans. *Photochem Photobiol* 89:974–983. <https://doi.org/10.1111/php.12074>
- Seckmeyer G, Lagos Rivas L, Gaetani C, Heinzl JW, Schrempf M (2018) Biologische und medizinische Wirkung solarer Strahlung. *Deutscher Wetterdienst*:110–128
- Sollas WJ (1911) *Ancient Hunters and Their Modern Representatives*. McMillan and Co. Ltd., London
- Souci SW, Fachmann W, Kraut H, Andersen G (eds) (2016) *Food composition and nutrition tables: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen*, 8th edn. MedPharm Scientific Publishers an imprint of Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Ståhlberg S, Svanberg I (2010) Gathering Food from Rodent Nests in Siberia. *Journal of Ethnobiology* 30:184–202. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-30.2.184>
- Voigtländer G, Lang V, Kühbauch W (1976) Zum Reservestoffwechsel des Stumpfblättrigen Ampfers (*Rumex obtusifolius* L.) und des Wiesenknöterichs (*Polygonum bistorta* L.). *Landwirtschaftliche Forschung* Band 29:109–118
- Wales N (2012) Modeling Neanderthal clothing using ethnographic analogues. *J Hum Evol* 63:781–795. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.08.006>

- Wani IA, et al (2015) Effect of gamma-irradiation on physico-chemical and functional properties of arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) tuber flour. *Food Bioscience*:23 – 32
- Webb AR (2006) Who, what, where and when—influences on cutaneous vitamin D synthesis. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 92:17–25.
<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.004>
- Yuen AWC, Jablonski NG (2010) Vitamin D: In the evolution of human skin colour. *Medical Hypotheses* 74:39–44. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.08.007>
- Zilhão J, Angelucci DE, Igreja MA, Arnold LJ, Badal E, Callapez P, Cardoso JL, d’Errico F, Daura J, Demuro M, Deschamps M, Dupont C, Gabriel S, Hoffmann DL, Legoinha P, Matias H, Monge Soares AM, Nabais M, Portela P, Queffelec A, Rodrigues F, Souto P (2020) Last Interglacial Iberian Neandertals as fisher- hunter-gatherers. *Science* 367:eaaz7943. <https://doi.org/10.1126/science.aaz7943>

Kapitel XIV: Zusammenfassung

Biesalski H-K (ed) (2019) Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer, 5th edn. Thieme, Stuttgart

Hahn A, Ströhle A, Lechler T (2016) Ernährung: Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie, 3rd edn. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Stuttgart, Stuttgart

Anhang A und B

zu

Überleben am Rande der bewohnbaren Welt

**Die Ernährung der Hominiden während der OIS 3
im nördlichen Europa**

Elvira Martin

Tübingen 2021

Inhalt

Anhang A: Beschreibungen der Fundplätze und ihrer Fauna	7
Periode I.....	7
1 Großbritannien.....	7
1.1 Lynford	8
2 Frankreich	12
2.1 Abri du Maras.....	12
2.2 Abri Peyrony	15
2.3 Arcy-sur-Cure.....	18
2.4 Les Pradelles.....	22
2.5 Mutzig	25
2.6 Pech de l´Azé I	27
2.7 Pech de l´Azé IV.....	32
2.8 Roc de Marsal	35
2.9 Solutré-village	38
3 Belgien	41
3.1 Trou de l´Abîme	41
4 Deutschland-Nord.....	43
4.1 Balver Höhle.....	43
4.2 Buhlen (oberer Fundplatz)	50
4.3 Königsau A, B	53
4.4 Plaidter Hummerich	56
4.5 Salzgitter-Lebenstedt.....	58
5 Deutschland Süd	68
5.1 Bockstein.....	68

5.2	Hohlenstein-Stadel.....	78
5.3	Kogelstein	83
5.4	Sirgenstein	87
5.5	Vogelherd	89
5.6	Geißenklösterle	93
5.7	Sesselfelsgrotte II	97
6	Tschechien.....	100
6.1	Kůlna Hůhle.....	100
7	Polen.....	105
7.1	Ciemna Hůhle.....	105
7.2	Deszczowa Hůhle.....	107
7.3	Mamutowa Hůhle	112
7.4	Raj Cave	115
8	Ukraine	118
8.1	Chokurcha I.....	118
8.2	Karabi-Tamchin.....	120
8.3	Molodova I.....	123
	Periode II.....	126
1	Frankreich.....	126
1.1	Grotte du Renne.....	126
1.2	Mauran.....	131
1.3	Pech de l'Azé I.....	133
1.4	Roc-de-Combe/Lot.....	138
1.5	Solutrú M12	143
1.6	St. Césaire	146
2	Belgien	152

2.1 Goyet.....	152
2.2 Grotte de Spy	156
2.3 Le Trou Magrit(t)e	160
3 Deutschland Nord.....	163
3.1 Lommersum	163
3.2 Volkringhauser Höhle.....	168
4 Deutschland Süd	171
4.1 Geißenklösterle	171
4.2 Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013	173
4.3 Vogelherd	177
5 Tschechien.....	183
5.1 Stránská Skála IIIb	183
6 Polen.....	186
6.1 Deszczowa Höhle.....	186
7 Russland	189
7.1 Mezmaiskaya Cave	189
9 Ukraine	192
9.1 Kabazi II.....	192
9.2 Kabazi V.....	195
9.3 Karabi-Tamchin.....	198
9.4 Starosele.....	200
Periode III	204
1 Frankreich	204
1.1 Abri Pataud.....	204
1.2 Castanet.....	208
1.3 Le Flageolet I.....	210

1.4 Roc-de-Combe/Grotte de Lot	212
1.5 Les Bossats.....	217
1.6 Solutré	220
1.7 Solutré M12	224
2 Belgien	227
2.1 Le Trou Magrit(t)e	227
2.2 Goyet.....	230
3 Deutschland Süd	234
3.1 Bockstein Törle.....	234
3.2 Brillenhöhle	238
3.3 Geißenklösterle	242
3.4 Hohle Fels	249
3.5 Hohlenstein-Stadel.....	252
3.6 Vogelherd	258
4 Österreich.....	263
4.1 Groß-Weikersdorf C.....	263
4.2 Krems-Wachtberg	265
4.3 Krems-Hundssteig	272
4.4 Willendorf II	277
5 Tschechien.....	281
5.1 Milovice I.....	281
5.2 Dolní Věstonice.....	287
5.3 Pavlov	303
5.4 Předmostí	320
5.5 Stránská Skála IIIb.....	323
6 Polen.....	326

6.1 Deszczowa Höhle.....	326
6.2 Krakow Spadzista Street.....	329
6.3 Jaksice II, 2011–2013.....	332
6.4 Obłazowa Cave.....	334
Obłazowa Cave.....	334
7 Ungarn.....	337
7.1 Bodrogkeresztúr-Henye.....	337
8 Ukraine	340
8.1 Buran-Kaya III/Krim.....	340
8.2 Kiik-Koba	342
8.3 Siuren I	346
9 Russland	350
9.1 Kostenki.....	350
Literaturverzeichnis	358
Anhang B: Wildpflanzennährwerte	373

Anhang A: Beschreibungen der Fundplätze und ihrer Fauna

Hier werden die Fundplätze ausführlich besprochen. Dabei werden die Fundorte, die mehrere Schichten in unterschiedlichen Zeitperioden aufweisen, mehrfach aufgeführt. Ebenfalls sind Fundorte aufgeführt, die nicht ins Kapitel VI eingegangen sind, auf Grund eines zu niedrigen Scores. Sie dienen hier nur zur Veranschaulichung.

Periode I

1 Großbritannien

Zur Zeit der OIS 3 lag der südliche Teil von Großbritannien am äußersten Ende der bewohnbaren Welt, auch wenn dies der wärmere Abschnitt der letzten Eiszeit war.

Während es eine reiche Fauna in dieser Zeit gab, sind die Anzeichen für menschliche Einflüsse oder menschliche Anwesenheit eher rar. Besonders Akkumulationen in Höhlen kamen größtenteils durch die Aktivitäten von Carnivoren (weit verbreitet waren Hyänen) zustande, während Menschen einen untergeordneten Einfluss hatten auf die Hinterlassenschaften in Höhlen. Die Säugetierfauna der britischen Höhlen im genannten Zeitraum ist bemerkenswert gleich, was vermutlich auf deren Akkumulation durch Hyänen beruht. Dies bedeutet, dass die Höhlenfunde an Fauna nicht unbedingt die damals vorhandene Fauna abbildet, sondern eher die Jagdgewohnheiten von Hyänen repräsentiert. Daher sind keinerlei quantitativen Aussagen zur britischen Fauna während der OIS 3 in der Literatur publiziert (Currant und Jacobi 2001).

Die Datenlage wird erschwert dadurch, dass sich viele Fundplätze heute unter Wasser befinden und so viele vorhandene Fundplätze im 19. Jahrhundert ergraben wurden und deren Fauna nur mangelhaft erfasst wurde. Diese Fundplätze wurden auf die frühe OIS 3 datiert, erbrachten aber kaum von Menschen modifiziertes Material (Ashton und Scott 2016)

Die Säugetierfauna von Großbritannien für die OIS 3 wurde von Currant und Jacobi (2001) nach dem Inhalt der unteren Schichten von Pin Hole und Cresswell Crag die „Mammalian-Assemblage-Zone“ (MAZ) genannt. Diese unteren Schichten von Pin Hole gehören zum älteren Teil der OIS 3, 55 ka cal BP bis etwa 44 ka cal BP.

Die britischen Höhlen, auch Pin Hole, zeichnen sich dadurch aus, dass es ihnen an einer klaren Stratigrafie fehlt und die Pin Hole MAZ einen langen Zeitraum umfasst mit mehreren Stadien und Interstadien.

Table 1

Mammal fauna from the Pin Hole Lower Cave Earth, constituting the Pin Hole MAZ of Currant and Jacobi (2011: 171). Although red deer and Arctic fox are absent from the Pin Hole Lower Cave Earth, the former species occurs at MIS 3 sites in southern Britain and the latter in MIS 3 deposits at Ash Tree Cave (Derbyshire) (Currant and Jacobi, 2011: 172).

Lepus timidus (Linnaeus, 1758)	Arctic hare
Spermophilus major (Pallas, 1779)	Red-cheeked suslik
Canis lupus (Linnaeus, 1758)	Wolf
Vulpes vulpes (Linnaeus, 1758)	Red fox
Ursus arctos (Linnaeus, 1758)	Brown bear
Mustela erminea (Linnaeus, 1758)	Stoat
Mustela putorius (Linnaeus, 1758)	Polecat
Crocuta crocuta (Erxleben, 1777)	Spotted hyaena
Panthera leo (Linnaeus, 1758)	Lion
Mammuthus primigenius (Blumenbach, 1799)	Woolly mammoth
Equus ferus (Boddaert, 1785)	Wild horse
Coelodonta antiquitatis (Blumenbach, 1799)	Woolly rhinoceros
Megaloceros giganteus (Blumenbach, 1799)	Giant deer
Rangifer tarandus (Linnaeus, 1758)	Reindeer
Bison priscus (Bojanus, 1827)	Bison

Tab. A- 1, MAZ, nach Currant und Jacobi, 2011

So kann die britische Fauna nicht zu der von mir geplanten Untersuchung von möglichst vielen, weit im Norden Europas gelegenen Fundplätzen während der OIS 3 herangezogen werden. Die MAZ bietet lediglich eine Übersicht.

Dinnis und Kollegen kamen in ihren neueren Untersuchungen zu folgenden ergänzenden Ergebnissen:

- Aussterben des Wollnashorns nach 35 ka cal BP und der Hyäne nach 31 ka cal BP
- Ein Anstieg der Arten der sogenannten Mammutsteppe um 41 ka cal BP und um 33 ka cal BP
- Eine Neugliederung der Fauna um 30 ka cal BP mit dem Einsetzen der verschlechterten Umweltbedingungen hin zum LGM (Dinnis et al. 2016).

1.1 Lynford

Name	Lynford/Norfolk
Geograf. Breite	52°28'35.328" N
Geograf. Länge	0°41'49.121" E
Land	Großbritannien
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle/ Paläowasserstelle

Lithische Industrie	MTA
Datierung	53 000 ± 3100 BP (OxA-11571) ¹⁴ C AMS >49 700 BP (OxA-11572) ¹⁴ C AMS 64 000 ± 5000 BP (OSL) 67 000 ± 5000 BP (OSL)
Datierungsmethode	s.o.
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Schreve 2006; Smith 2012)

Der Fundplatz Lynford wurde 2002 entdeckt und ergraben. Er stellt einen paläolithischen Altwasserarm oder Flussbogen dar, in dem sich Steinwerkzeuge und Fauna akkumuliert haben.

Die Fauna ist stark fragmentiert durch Akkumulation im Kanal, Einwirkungen des Sedimentes und durch Trampling. Einige Individuen wurden bald eingesedimentiert, während andere einige Zeit an der Oberfläche lagen, 72 % des Materials war kleiner als 9 cm.

Neben mehr als 2700 Steinartefakten wurden 2045 Faunenelemente gefunden, von denen 1365 auf Spezies-, Genus- oder Familienlevel identifiziert werden konnten.

Mammut

Die dominierende Art ist *Mammuthus primigenius* mit einer NISP von 1245 und damit 91,3 % der Gesamtzahl. Allerdings sind die Mammutelemente dominiert von Stoßzahnfragmenten, nämlich 31,4 % der Gesamtzahl. Craniale Elemente machen 28,4 % der Mammutfunde und 10,4 % machen Rippenfragmente aus. Das Vorkommen von 8 Paaren Molaren zusammen mit Fragmenten von Maxilla und Mandibula in Assoziation mit Zahnwurzeln legt nahe, dass die Crania ursprünglich vor Ort vorhanden waren.

Skelettteilrepräsentanz

Außer Rippen sind postcraniale Elemente kaum vertreten, nur 206 Elemente sind postcraniale Elemente ohne Rippen, das sind 16 % der Gesamtzahl an Mammutelementen. Es handelt sich meist um Wirbel. Smith (2012) ist der Ansicht, dass das Fehlen der postcranialen Elemente dem intensiven Knochenbruch und Carnivorenverbiss und der nicht Identifizierbarkeit der Knochenelemente geschuldet ist. Schreve (2006) dagegen meint, dass die postcranialen Teile vom Fundplatz entfernt wurden. Es ist allerdings auch möglich, dass diese postcranialen Teile fehlen, weil ein Teil der Fläche vor der Grabung durch maschinellen Eingriff zerstört worden war.

Bei den vorhandenen Extremitätenknochen handelt es sich meist um diaphysale Elemente und nur selten um epiphysale Elemente.

Nach der Anzahl der vorhandenen Zähne und Stoßzähne der Mammuta ergibt sich eine MNI von 11 (Schreve 2006) . Bezieht man sich nur auf die vorhandenen postcranialen Knochenelemente, dann ergibt dies eine MNI von 2 (Smith 2012).

Altersstruktur, Geschlechtsstruktur

Es handelt sich zu 90 % um adulte männliche Tiere (18–45 Jahre) und es gibt nur wenige Hinweise auf juvenile und senile Tiere (Haynes Typ C).

2,7 % der Mammutknochen zeigen Carnivorenverbiss. Das Verbissmuster zeigt an, dass das meiste Fleisch zu diesem Zeitpunkt bereits von den Knochen entfernt worden war und die Carnivoren am Knochenmark interessiert waren. Vermutlich waren es in erster Linie Hyänen, da von ihnen Koprolithen gefunden wurden. Auch Wölfe werden in Betracht gezogen.

Anthropogene Spuren

An keinem der Mammutknochen konnten Schnittspuren nachgewiesen werden. Schreve (2006) erklärt dies mit dem Fragmentations- und Verwitterungsgrad der Knochen, die Schnittspuren überdecken können. Aber auch mit dem Umstand, dass nach den Versuchen von Haynes (1991) ein erfahrener Elefantenmetzger keine Schnittspuren hinterlässt. Dazu wird die Dicke der Fleischmassen bei Elefanten immer als ein Hinderungsgrund für das Entstehen von Schnittspuren angeführt.

Die Mammutknochen von Lynford zeigen einen ungewöhnlich hohen Anteil an Traumata- und Verletzungsspuren. Weder Schreve noch Smith können deren Ursachen eindeutig erklären.

Andere Herbivoren

Neben Mammuta kommen in Lynford noch in absteigender Reihenfolge nach NISP vor: *Rangifer tarandus*, nicht näher identifizierbare große Säuger, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus sp.* und *Bos sp.*.

Table 3
NISP counts for each species and %NISP data and Minimum Number of Individuals (MNI) represented.

Species	NISP	%NISP	MNI
<i>Mammuthus primigenius</i>	2341	66.9	2
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	46	1.3	1
Large mammal	58	1.7	
<i>Bison priscus</i>	4	0.1	1
<i>Equus ferus</i>	7	0.2	1
Deer/Horse size	2	0.1	
<i>Rangifer tarandus</i>	103	2.9	2
Deer sized	2	0.1	
Indet	935	26.7	
Total	3498		

Tab. A- 2, MNI und NISP für den Fundplatz Lynford,(Smith 2012)

Knochenmarkgewinnung

Rentier und Pferdeknochen weisen frische Spiralbrüche auf, und eine Rentierdiaphyse trägt eine Schlagmarke sowie Spuren des Aufbrechens von Knochen zum Zweck der Knochenmarksgewinnung.

Das Nashorn trägt am p3 und m2 Spuren von längsseitigen Brüchen. Es ist nicht vorstellbar, welche Aktionen dieses ungewöhnliche Bruchmuster verursacht haben, und es wird daher vermutet, dass es entstand, als die Mandibula geöffnet wurde, um an das Knochenmark zu gelangen. Ein ähnliches Bruchmuster wurde auch bei einem Unterkiefer des Pferdes gefunden.

Carnivorenverbiss deutet auf das Aufbrechen von Langknochen hin, um an das Knochenmark zu gelangen.

Sowohl Smith als auch Schreve sind der Meinung, dass es sich bei Lynford nicht um ein einziges Jagd- /Schlachtereignis handelt. Es ist kein Schlachtplatz, sondern vielmehr war es wohl eine Wasserstelle, an der sich die Tiere einfanden und dort getötet wurden oder auf natürlichem Weg verendet sind.

Ob die Mammuta von Neandertalern erlegt und ausgebeutet wurden, kann nicht sicher belegt werden. Bei den übrigen mittelgroßen Tieren ist von einer Verarbeitung durch Neandertaler auszugehen, wobei es sich um eine intensive Ausbeutung von Knochenmark handelt.

Die rekonstruierten Temperaturen in Lynford lagen zwischen 10 °C–13 °C, was eine kurzfristige Konservierung der Fauna an der Luft, aber auch von Tieren, die ins Wasser (vergl. Kap. IV, 6.3) gestürzt waren, ermöglicht. Lynford war vermutlich ein Ort, an dem Menschen und Carnivoren immer mal wieder vorbeischaute und sich am vorliegenden Tiermaterial zu Nahrungszwecken bedienten. Darauf deutet auch die große Anzahl an Steinartefakten hin.

Tab. A- 3, Ergebnisse Lynford

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	vermutlich nicht	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prima age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	eventuell Mammutcrania	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	nicht Mammuta, aber die anderen mittelgroßen Herbivoren	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	21
Score: 0,62			

2 Frankreich

2.1 Abri du Maras

Name	Abri du Maras
Geograf. Breite	44°45'34.664" N
Geograf. Länge	4°33'44.795" W

Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	Level 4.1(oberer Teil von Einheit 4): 40 000 ± 3000 BP, 46 000 ± 3000 BP
Datierungsmethode	Uran-Thorium Reihe
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Daujeard et al. 2017)

Die Schicht 4.1 enthielt 11 123 Faunenelemente, von denen 1347 auf der anatomischen Ebene und 1170 auf Speziesebene identifiziert werden konnten. Zusätzlich wurden 167 Überreste von Fischen entdeckt. Somit sind nur rund 12 % auf anatomischer Ebene identifizierbar.

Die Überreste haben einen hohen Fragmentationsgrad, $\frac{3}{4}$ der Knochen sind in frischem Zustand gebrochen, aber nur 10 weisen Carnivorenverbiss auf. Die Knochenoberflächen sind schlecht erhalten durch das Einwirken von Wurzeln.

98,7 % der Fauna gehören den Huftieren und 1,3 % den Lagomorphen an. Carnivoren wurden keine gefunden.

Die dominierende Art ist das Ren mit 88 % der NISP und 55 % der MNI. Die absolute MNI beträgt 16.

Fische

Auch hier liegt ein hoher Fragmentationsgrad vor. Von den 167 Fischüberresten konnten 46 auf Familienlevel bestimmt werden.

Es handelt sich um Cypriniden (Kaulbarsch) NISP=34 sowie Perciden (Flußbarsch) (NISP= 12). Diese Fischarten bringen es auf ein Gewicht von 550–850 g. An den Fischresten sind Zeichen von Kauen und Verdauung nachgewiesen. Außerdem gibt es keine anderen Predatoren, die in der Gegend den Fischen nachgestellt haben könnten, so dass angenommen werden muss, dass die Neandertaler sie akkumuliert haben.

Die dominante Tierart ist das Ren, gefolgt von Pferd und Bison.

Rentiere

Mit einer MNI von 16 gehören 7 der Tiere den Juvenilen an, zwei den Adulten, drei den alten Adulten und zwei den senilen Adulten. Im dreiachsigen Diagramm ergibt sich ein Catastrophic profile.

Skeletteilrepräsentation

Es sind wenige Schädel und Wirbelsäulenelemente vorhanden. Dominant sind Humerus, Tibia, Metatarsalia, Tarsalia, Radioulna und Metacarpalia.

Jagdsaison

Als Jagdsaison können Spätsommer bis Herbst angenommen werden. In diesem Zeitraum sind die Tiere in der besten körperlichen Verfassung, und es ist die Zeit der Paarung zu der alte und junge sowie weibliche und männliche Tiere zusammenleben.

Anthropogene Spuren

Schlacht- und Schnittspuren

21,8 % des Faunenmaterials trägt Schnittspuren, die von Steinwerkzeugen stammen. Bei Ren und Pferd tragen $\frac{1}{3}$ der Knochen Schnittspuren, am meisten an den Langknochenschäften.

Bison und Rothirsch tragen ebenfalls Schnittspuren.

Die Schnittspuren sprechen für Entbalken, Desartikulation, Kappen von Sehnen und Gewinnung von Fleisch, Knochenmark, Sehnen und Knochenfett.

Beim Pferd sprechen die Schnittspuren für das Zerstückeln der Vorderextremitäten und die Entfernung von Fleisch, beim Bison für das Filetieren von Fleisch.

Brandspuren

20,7 % der Fauna trägt Brandspuren. Spongiöse, karbonisierte Knochenfragmente aller Größenklassen machen $\frac{1}{4}$ der verbrannten Knochen aus. Die Rate der karbonisierten Knochen erreicht 81,4 %. Dies spricht für eine Nutzung der Knochen als Brennmaterial.

Tab. A- 4, Ergebnisse, Abri du Maras

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	88 % R.t.	3	3
Kleine Tiere	Pisces, Leporidae	3	3
Jagdmuster	Catastrophic profile	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Spätsommer, Herbst	5	5
Herd, Feuerstellen, Aschelinsen	Holzkohlelinsen im Zentimeterbereich in 4.1	1	1
$\Sigma=$		34	32
Score: 0,94			

2.2 Abri Peyrony

Name	Abri Peyrony
Geograf. Breite	45°8'48.973" N
Geograf. Länge	0°45'26.86" E
Land	Frankreich

Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	-
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	47 710 - 41 130 cal BP
Quelle	(Martisius et al. 2015)

Die nachfolgenden Daten stammen aus einer Neugrabung des Abri Peyrony von 2009, 2010 und 2012. Es werden 6 Level unterschieden, die alle Moustérienmaterial enthielten.

Die Fauna ist gut konserviert, 80 % des Materials zeigt keine Verwitterungsspuren, ist aber sehr kleinteilig zerbrochen.

2880 Faunenelemente wurden untersucht, davon konnten 1960 nicht auf Taxaebene identifiziert werden.

Tab. A- 5, Verteilung der Fauna auf die Fundschichten, (Martisius et al. 2015)

Taxonomic name	Common name	01	L-2	L-3A	L-3B	U-2	U-3
<i>Capreolus capreolus</i>	roe deer	0	0	0	1	0	4
Small ungulate		0	0	4	1	0	1
<i>Cervus elaphus</i>	red deer	1	0	2	0	1	6
<i>Rangifer tarandus</i>	reindeer	0	0	5	63	1	1
<i>Cervus/Rangifer</i>		3	0	32	406	8	20
Cervid		0	0	1	0	0	0
<i>Equus ferus</i>	horse	0	0	2	0	1	0
<i>Bos/Bison</i>	aurochs/bison	13	1	3	11	9	120
<i>Bos/Bison/Equus</i>		0	0	5	2	2	0
Large ungulate		5	2	5	34	31	101
Rhinocerotid	rhinoceros	0	0	0	1	0	0
Medium carnivore		0	0	0	1	0	0
Large carnivore		0	0	2	0	0	1
Leporid	hares & rabbits	0	0	0	3	0	2
Unkown		50	11	319	832	105	643
Total		68	14	380	1355	157	899

Es dominieren mittelgroße Huftiere, wie Rentier und Rothirsch, an zweiter Stelle stehen *Bos sp.* und große Huftiere. Carnivoren kommen nur im einstelligen NISP Bereich vor. Insgesamt ist die Fauna sehr divers, denn es kommen 7 verschiedene Tierarten, wenn auch in sehr geringen Zahlen, vor.

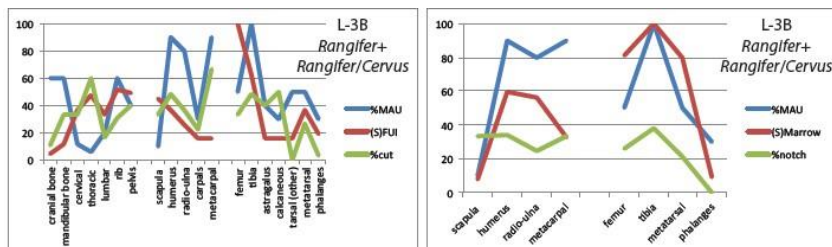
Mortalitätsprofil

Nur für Ren konnte ein Mortalitätsprofil erstellt werden. Dies ergab, dass Tiere aller Altersklassen erlegt wurden.

Skeletteilrepräsentanz

Von den am meisten vorkommenden Beutetieren sind überwiegend Femora und Humeri sowie in geringerem Umfang Radius und Ulna vorhanden.

Der überwiegende Anteil der Langknochen ist zerbrochen, was auf Knochenmarkausbeutung hindeutet. Der höchste Anteil an Langknochenfragmenten machen Schäfte aus, was die oben gemachte Aussage stützt.



(Left) Skeletal part representation (%MAU) compared to a Standardized Food Utility Index (FUI; Metcalfe and Jones. 1988. *Am. Ant.* 53:486-504) and the abundance of cut marks on those elements. (Right) Skeletal part representation (%MAU) compared to marrow cavity volume (Binford. 1978. *Nunamiut Ethnoarchaeology*) and the abundance of percussion notches on those elements.

Abb. A- 1, Skeletteilrepräsentanz , Martisius et al. 2015

Ebenfalls nachgewiesen ist frischer Bruch und Schlagspuren am Faunenmaterial wie die Grafik Abb. A-1 zeigt.

Tab. A- 6, Ergebnisse, Abri Peyrony

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Bos sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden NISP= 2	3	0
Jagdmuster	Catastrophic profile bei <i>Rangifer tarandus</i>	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Femora, Humeri zur Fleischgewinnung und Knochenmarkgewinnung, Radius, Ulna für Knochenmark	5	5

Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	16
Score: 0,47			

2.3 Arcy-sur-Cure

Name	Arcy-sur-Cure/Grotte du Bison
Geograf. Breite	47°35'29.612" N
Geograf. Länge	3°45'58.097" W
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Level I: denticulate Mousterian Level D: Châtelperronian
Datierung	Level I: \approx 50 ka geschlossen aus Datierung der darunter liegenden Schichten Level D: 34 050 \pm 750 BP, 33 670 \pm 450 BP (2006)
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Enloe 2013)

Level I

Im Level I wurden 2616 identifizierbare Faunenreste gefunden, die aus den Ausgrabungen 1961–1963 stammen. In den Grabungen zwischen 2006–2009 sind 9949 Faunenreste zusammengekommen, von ihnen waren 3224 identifizierbar, also 10,7 % (Angaben von Enloe 2013, stimmen nicht mit eigenen Berechnungen überein.) der Fauna. Mikrofauna wurde separat aufgenommen.

Die Fauna von Level I wird von Pferd und Ren dominiert, die zusammen über 65 % der NISP ausmachen. Für beide Tierarten wurde eine MNI von je 12 berechnet. Bei den Herbivoren kamen noch sehr geringe Mengen an Mammut, Rotwild, Gämse und Nashorn vor. Bei den Kleintieren sind Murmeltier und Hase in sehr kleinen Mengen vertreten.

Bei den Carnivoren dominieren Hyäne mit 8,52 % der NISP sowie Höhlenbär mit 8,66 % der NISP.

Insgesamt dominieren im Level I die Zähne von Ren, Pferd und den Carnivoren.

Das Verhältnis von Carnivoren zu Herbivoren beträgt 1: 2,56, das wären 28,6 % Carnivoren in diesem Level. Allerdings muss erwähnt werden, dass dies auch die Höhlenbären miteinschließt und in erster Linie die Höhle als deren Hibernationsort ausweist. Keineswegs darf davon ausgegangen werden, dass die für den hohen Anteil an Pferd und Ren verantwortlich zu machen sind.

Es kann aber auch nicht davon ausgegangen werden, dass Hyänen aufgrund des hohen Anteils an Koprolithen, fehlenden anthropogenen Modifikationen an der Fauna und Bissspuren selbst an den anthropogenen Knochenresten für einen Teil der in der Höhle vorkommenden Fauna verantwortlich sein müssen.

Tab. A- 7, Ergebnisse, Arcy-sur- Cure, Level I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, <i>M.marmota</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	4
Score: 0,12			

Level D

Das Faunenspektrum entspricht in diesem Level dem von Level I, es fehlen aber *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis*. Ren (MNI: 3) und Pferd (MNI: 2) dominieren. Boviden, Rotwild und Gämse sind in kleinen Mengen vertreten. Es waren 10,3 % der Fauna identifizierbar.

An Carnivoren kommen Höhlenbär, Hyäne, Rotfuchs und Wolf vor. Das Verhältnis von Carnivoren zu Herbivoren ist mit 1: 0,31 sehr hoch und ergibt einen Carnivorenanteil von 76,3 % der Gesamtmenge. Dies mag aber wieder falsch interpretiert sein, weil 60 % Höhlenbären ausmachen und davon ein großer Anteil an fetalen Knochen und Milchzähnen. Das Carnivoren- zu Herbivorenverhältnis beträgt dann 1:11,098. Also war die Höhle auch in diesem Zeitabschnitt ein Bärenhibernationsort. Die Bärenknochen fanden sich am oberen Ende von Level D, die Ren- und Pferdeknochen dagegen an der Basis desselben Levels.

Herde

An der Basis von Level D befindet sich eine Herdstelle mit einem Durchmesser von 30 cm.

Anthropogene Spuren

Die Vorder- und Hintergliedmaßen sind überrepräsentiert, was nur natürlich ist, da Femur und Tibia die beste und größte Menge an Fleisch liefern.

Ebenso stark vertreten sind die unteren Extremitäten, die Metacarpalia und Metatarsalia, eigentlich fleischarme Teile, dagegen fehlen die Phalangen. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass die fleischarmen Teile wegen ihres Knochenmarkreichtums mitgenommen wurden.

Dieser Befund stimmt überein mit 6 Knochentaschen, die an der Basis von Level D gefunden wurden und die ausschließlich Fragmente von Rentierdiaphysen enthielten. An ihnen haben sich auch alle Schnittspuren aus diesem Level befunden. Renmetapodien enthalten mehr als 10mal mehr an Knochenmark als die von Pferden, weil deren Kortikalis extrem dick ist. Die Renknochen sind dadurch auch leichter aufzubrechen und das Knochenmark kann mechanisch extrahiert werden. Bei Pferden ist dazu Knochen notwendig (Blumenshine und Madrigal 1993) Enloe 2007).

Tab. A- 8, Ergebnisse, Arcy-sur-Cure, Level D

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Metapodien	5	3
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1

$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			

2.4 Les Pradelles

Name	Les Pradelles (Marillac-le-France)
Geograf. Breite	45°44'29" N
Geograf. Länge	00°25'59" E
Land	Frankreich
Höhe	108 müNN
Fundplatzgattung	Kollabierte Galerie
Lithische Industrie	La Quina Moustérien
Datierung	60–50 ka BP (Frouin et al. 2017)
Datierungsmethode	U/Th Reihe, TL
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Costamagno et al. 2006)

Les Pradelles ist eine kollabierte Galerie im Karst. Leider gibt es bisher nur zwei Datierungsversuche (mittels U/Th Reihe und TL), deren Ergebnisse sehr ungenau ausfallen.

Die Knochenerhaltung wird als sehr gut beschrieben. 1500 Knochenelemente konnten identifiziert werden. Das Material ist intensiv fragmentiert, nur Zähne und einige kompakte Knochen sind vollständig erhalten.

Das Faunenmaterial ist durch den prähistorischen Menschen angesammelt worden. Carnivoren hatten einen Sekundärzugang.

Die dominante Art in den Schichten 9 und 10 ist *Rangifer tarandus* und macht in den beiden Schichten zwischen 78,1 % und 89,7 % aus. Erwähnenswert sind noch die

Mengen von maximal 8,8 % an Boviden und 7,9 % von *Equus sp.*. Die Carnivoren liegen unter 1,1 % der GesamtNISP.

Tab. A- 9, MNI und NISP nach Schichten

	Schicht 9 NISP/% NISP	MNI	Schicht 10 NISP/% NISP	MNI
<i>Rangifer tarandus</i>	800/ 89,7	33	477/ 78,1	22
<i>Equus sp.</i>	39 / 4,4	5	48/ 7,9	6
<i>Bos sp.</i>	39 / 4,4	4	54 / 8,8	4
Carnivora	4/ 0,4	1	7 / 1,1	3

Costamagno und Kollegen (2006) berechneten ein Fleischgewicht von 6–7 t für die beiden Schichten.

Eveness: E= 0,23 Level 9

E= 0,364 Level 10

Skeletteilrepräsentation in %MAU

Schicht 9: Am stärksten vertreten sind die oberen Extremitäten der Vorder- und Hinterbeine beim Ren, an zweiter Stelle kommen Schädel und Mandibula.

In Schicht 10 ist es genau umgekehrt, die dominanten Teile sind Schädel und Mandibula, an zweiter Stelle stehen die oberen Teile der Extremitäten.

In beiden Schichten gibt es kaum Rippen und Wirbelsäulenanteile. Dieser Befund lässt auf die Ausbeutung von Gehirn (Schädel fleischarm) und Zunge (Mandibula) sowie von fleischreichen Teilen (obere Extremitäten) und die Extraktion von Knochenmark schließen.

Anthropogene Spuren

An mehr als der Hälfte aller Langknochenschäfte sind Schnittspuren zu verzeichnen. Es wurden Zeichen für Desartikulation entdeckt. Überwiegend wurden frische Knochen gebrochen sie tragen spiralförmige Frakturen.

In Schicht 9 haben 25 % der Knochen Kerben, in Schicht 10 sind es 17 %, die durch Schläge entstanden sind. Viele Schlagmarken weisen die ersten und zweiten Phalangen auf. Dies lässt wiederum auf Knochenmarksextraktion schließen.

Es wurden keine Brandspuren an Knochen entdeckt und in keiner der beiden Schichten wurde ein Feuerplatz oder eine Herdstelle gefunden. Diese können aber dennoch in einer der beiden Schichten vorkommen, von denen bisher nur 30 m² ergraben sind.

Eine Altersangabe der gejagten Tiere liegt nicht vor. Die Jagdsaison war höchstwahrscheinlich der Herbst. Die Bearbeiter nehmen an, dass Les Pradelles als Kurzzeitlager zur Verarbeitung und Bevorratung diente.

Tab. A- 10, Ergebnisse, Les Pradelles

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	78,1–89,7 %	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Schädel, Mandibula, obere Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Herbst	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	24
Score: 0,71			

2.5 Mutzig

Name	Mutzig/Elsass
Geograf. Breite	48°32'12.422" N
Geograf. Länge	7°27'31.036" E
Land	Frankreich
Höhe	180–397 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	56–62 ka (Rebmann 2007)
Datierungsmethode	Uran/Thorium Reihe
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Patou-Mathis 1997)

Die Schicht 5 von Mutzig liegt ganz am Anfang des Bearbeitungszeitraumes der OIS 3.

Von der Gesamtfundzahl an Faunenresten sind 87 % nicht identifizierbar. Der Carnivorenverbiss liegt bei 0,4 % der Gesamtfauna.

Insgesamt konnten 9 Arten der größeren Säugetiere ausgemacht werden. Sie kommen vor in absteigender Reihenfolge: Ren > Pferd > Rothirsch > Mammut > Riesenhirsch > Wolf > Reh > Bison > Fuchs.

Mit einer NISP von 175 (MIN: 5) ist *Rangifer tarandus* die dominierende Art. Es handelt sich um zwei juvenile und drei adulte Tiere.

Das Pferd ist mit einer NISP: 33 und MNI: 5 vertreten, wobei ein juveniles und 4 adulte Individuen vorhanden sind. Das Mammut stellt (NISP: 62) ein Tier juvenilen Alters dar.

Der Anteil der Carnivoren liegt bei einer maximalen NISP von drei beim Wolf und eins beim Fuchs.

Skelettteilrepräsentanz

Insgesamt spricht das Vorhandensein von Skelettteilen dafür, dass die Tiere als Ganzes zum Fundort gebracht worden sind. Die vorderen und hinteren Extremitäten sowie die Autopodien des Ren sind zu 100 % vorhanden. Etwas weniger mit 90 % sind Schädel vorhanden. Wirbelsäulenelemente finden sich keine.

Anthropogene Spuren

Ren

Beim Ren sind Desartikulation, Entfleischung und Ausbeutung des Knochenmarks der Langknochen nachgewiesen. Alle Langknochen sind zerbrochen. Es gibt ein Defizit an spongiösen Extremitätenenden des Femurs und des Humerus. Diese könnten so kleinstückig zerbrochen worden sein, weil sie zur Gewinnung von Fett oder Boullion gedient haben könnten.

Cerviden

Von den Cerviden kann die Gewinnung von Fleisch und Knochenmark nachgewiesen werden.

Pferd

Desartikulation, Entfleischung, Schlagspuren und Schnittspuren, sowie Knochenmarksgewinnung konnte nachgewiesen werden.

Mammut

Schlagmarken auf Knochensplintern könnten auf die Gewinnung von Knochenmark hindeuten. Schnittspuren zeigen die Entfleischung an.

Die Jagdsaison wird in den Sommermonaten angesetzt. Zu diesem Zeitpunkt sind die Tiere dabei, sich genug Fett anzufressen und wohl in einem guten Zustand.

Tab. A- 11, Ergebnisse, Mutzig

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Sommer	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	16
Score: 0,47			

2.6 Pech de l'Azé I

Name	Pech de l'Azé I/Dordogne
Geograf. Breite	44°86'73" N
Geograf. Länge	1°24'9" E
Land	Frankreich

Höhe	130 müNN
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Level 4: MTA Typ A Level 6 und 7: MTA Typ B
Datierung	Level 4: < 43ka Level 6: 51 ka–37 ka Level 7: 41 ka–58ka
Datierungsmethode	ESR, ²³⁰ Th / ²³⁹ U Reihe
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Blackmar 2002; Rendu 2010)

Anmerkung: Alle Level sind ESR datiert, insbesondere Level 4 und Level 6 haben eine enorm weite Datierungsspanne. Daher werden sie in der Auswertung den Perioden I und Perioden II zugeordnet.

Pech de l'Azé I

Die dominierenden Arten in den Leveln 4, 6, und 7 sind *Cervus elaphus* und *Bison priscus*. *Rangifer tarandus*, *Capreolus capreolus* sowie Equiden kommen in untergeordneten Zahlen vor.

Tab. A- 12, MNI und NISP nach Leveln

	Level 4		Level 6		Level 7	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI
<i>Cervus elaphus</i>	201	16	229	10	179	19
<i>Bison priscus</i>	95	10	150	11	103	11

Bei den Carnivoren kommt nur *Vulpes vulpes* in verschwindend kleinen Mengen vor. Daher liegt der Carnivorenverbiss auch unter 1 % der totalen NISP.

Anthropogene Spuren sind bei 20 % der Faunenreste nachweisbar. Interessant sind die Schnittspuren an Adlerklauen aus dem Level 4 sowie an Biberknochen aus dem Level 7.

Das Material ist stark fragmentiert und 10 % der NISP bei den dominierenden Tierarten zeigen Schlagspuren und Kerben von Schlägen. Alle ersten und zweiten Phalangen wurden voneinander getrennt.

Skelettteilrepräsentanz

Die Skelettteilrepräsentanz konnte nur in Level 4 und 7 untersucht werden. Bei allen Tierarten dominieren die Langknochen. Rippen und Wirbelsäulenelemente sind dagegen rar. Ein Vergleich der Skelettteilrepräsentanz mit dem Marrow Utility Index zeigt eine positive Korrelation, so dass die Bearbeiter davon ausgehen, dass den paläolithischen Jägern das Knochenmark wichtiger war und nicht nur der reine Fleischanteil dieser Körperteile.

Das Vorhandensein von fetalen Knochen eines Individuums von *Cervus elaphus* legt nahe, dass die gesamte Karkasse zum Fundort transportiert wurde.

Mortalitätsprofil

In Level 4 wurden fünf juvenile, 10 adulte und vier senile Individuen gefunden. In Level 6 vier juvenile, fünf adulte und ein seniles Exemplar. Im Level 7 sind es ein juveniles, 10 adulte und ein seniles Individuum. Somit ergeben sich zwei verschiedene Mortalitätsprofile. Level 4 und 6 ergeben ein Catastrophic profile und Level 7 ein Prime age adult dominiertes Profil.

Jagdsaison

Die Jagd auf *Cervus elaphus* erfolgte im Level 4 ganzjährig mit einem Peak zur warmen Jahreszeit, während für Level 6 und 7 ein Jagdzeitpunkt in der zu Beginn und während der warmen Jahreszeit angenommen werden muss. In allen drei Level wurden Bison während der Jagdzeit von *Cervus elaphus* erlegt.

Die Geschlechterstruktur konnte auf Grund der geringen Anzahl der Tiere nicht ermittelt werden.

Tab. A- 13, Ergebnisse, Pech de l'Azé, Level 4

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus</i> , <i>Bison priscus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	ganzjährig: <i>Cervus elaphus</i>	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	21
Score: 0,62			

Tab. A- 14, Ergebnisse, Pech de l'Azé, Level 6

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus, Bison priscus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Catastrophic profile	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0

Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>Bison priscus</i> ganzjährig, <i>Cervus elaphus</i> zu Beginn der und während der warmen Jahreszeit	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	19
Score: 0,56			

Tab. A- 15, Ergebnisse, Pech de l'Azé, Level 7

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus</i> , <i>Bison priscus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>Cervus elaphus</i> in der warmen Jahreszeit <i>Bos priscus</i> ganzjährig	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

2.7 Pech de l'Azé IV

Name	Pech de l'Azé IV/Dordogne
Geograf. Breite	45°8'49.016" N
Geograf. Länge	0°45'25.996" E
Land	Frankreich
Höhe	40 m über Talboden
Fundplatzgattung	Eingestürzter Abri/Höhle
Lithische Industrie	Schicht 4B: La Quina Schicht 4A: La Quina Schicht 3: MTA
Datierung	Schicht 4B: 62 ± 3 ka (OSL) Schicht 4A: 57 ± 3 ka (OSL) Schicht 3B: 45,7 ± 3,9 ka (TL), 50 ± 3ka (OSL), 46,2 ± 1,6 ka cal BP (¹⁴ C), 42,3 ± 0,8 ka cal BP (¹⁴ C) Schicht 3A: 51 ka (OSL), 54,6 ± 5 ka (TL),
Datierungsmethode	s.o.
Calibrierte Daten	s.o.
Quelle	(Dibble et al. 2018; Niven und Martin 2018)

Ausgrabungen 2000–2003

In allen fünf Fundschichten von Pech de l'Azé IV, die zwischen 2000 und 2003 ausgegraben wurden, fanden sich 23 000 Faunenelemente. Hier sollen nur die Schichten 4 und 3 betrachtet werden.

Das Material ist stark fragmentiert und die Knochenoberfläche in Schicht 3 wird als sehr schlecht beschrieben. Es sind kaum Carnivorenelemente vorhanden und auch kaum Bissspuren von Carnivoren.

Bei einer Gesamtfundzahl von 745 Knochenelementen in Schicht 3A waren nur 170 nicht bestimmbar.

Tab. A- 16, MNI und NISP nach Schichten und Taxa

Schicht	3A	3A	3B	3B	4A	4A	4B	4B
Total	745		949		809		409	
Nicht bestimmbar	170		112		24		78	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI
<i>Equus sp.</i>	1	1	4	1	6	1	2	1
<i>C. elaphus</i>	1	1	2	1	6	1	4	1
<i>R. tarandus</i>	2	1	8	1	507	4	195	2
<i>C. capreolus</i>	3	1	13	1	9	1	13	1
<i>Bos sp.</i>	16	1	4	1	1	1	-	-
Große Cerviden	405		724		232		111	
Kleine Cerviden	3		3		5		-	

Die beiden Sublayers von Schicht 4 werden dominiert von Ren, dazu einige Pferde, so wie nicht näher bestimmbare Cerviden (Ren oder Rotwild).

In Schicht 3 A dominieren Ren und Bison und nicht näher bestimmbare Cerviden. Die Erhaltung ist in dieser Schicht schlecht, und es dominieren Langknochenfragmente.

In keiner der o.g. Schichten finden sich kleine Tiere oder Vögel.

Geschlechtsbestimmung

Eine Geschlechtszuweisung für die Tiere der Schichten 3 und 4 gelang nicht.

Jagdsaison

Für Schicht 3A gibt es keine Zuweisung zum Todeszeitpunkt, bzw. zur Jagdsaison, in Schicht 3B wurden die Pferde im Winter erlegt. In Schicht 4A gelang der Nachweis der Jagd auf Rentiere im Frühling und Sommer, für Schicht 4B für Frühling.

Altersbestimmung

Schicht 3 enthielt keinerlei Zähne, die zur Altersbestimmung hätten herangezogen werden können. Schicht 4A enthält mehr juvenile Rentiere und Schicht 4 B mehr adulte Rentiere. Da es sich in jeder Schicht nur um 3–4 Tiere handelt, ist der Aussagewert bezüglich der Altersstruktur begrenzt.

Skelettteilrepräsentanz

Pech de l'Azé IV war kein Jagdplatz, sondern ein Ort, an dem Nahrung verarbeitet wurde.

In Schicht 4B dominieren Mandibula, Humerus, Femur und Tibia bei *Rangifer tarandus*. Artikuläre Enden von Langknochen sind rar.

Anthropogene Spuren

Schnitt- und Schlagspuren

Die höchste Frequenz an Schnittspuren kommen beim Ren, insbesondere in Schicht 4A, vor.

Schnittspuren finden sich häufig an den Schäften der Langknochen, was auf die Entfernung von Fleisch hindeutet. Die fleischreicheren oberen Teile von Extremitäten weisen mehr Schnittspuren auf als die weniger fleischreichen unteren Teile von Extremitäten.

Schlagspuren treten gehäuft bei Cerviden auf und deuten auf Schläge mit einem Hammerstein hin, zum Zwecke des Öffnens der Markhöhlen der Langknochen. Es handelt sich überall um frische Brüche.

Tab. A- 17, Ergebnisse Pech de l'Azé IV

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Schicht 3 und 4 Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Langknochen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Pferde im Winter, Ren im Frühling und Sommer	5	0/ 5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	21
Score: 0,62			

2.8 Roc de Marsal

Name	Roc de Marsal/Dordogne
Geograf. Breite	44°53'41"
Geograf. Länge	0°58'41" E
Land	Frankreich

Höhe	180 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Schicht 4: La Quina
Datierung	Schicht 4: 45,4 ± 3,5 ka BP bis 61,0 ± 6,8 ka BP ≈ 50 ka BP
Datierungsmethode	TL
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Castel et al. 2017)

Schicht 4

Insgesamt wurden in Schicht 4 rund 23 000 faunistische Elemente aufgefunden. Ausgewertet wurden nur die drei reichsten Quadrate, die pro Liter aufgearbeitetes Sediment 12 faunistische Elemente lieferten. Insgesamt standen so 4700 Stück zur Untersuchung zur Verfügung.

Das Material ist hoch fragmentiert, spongiöse Knochenteile sind stark unterrepräsentiert. Verbrannte Knochen sind sehr rar, ebenso erhitzter Flint, und es fehlen jegliche „Combustion features“.

Rentiere

Die dominierende Spezies ist das Rentier. In den untersuchten Quadranten wurden 12 Individuen gefunden, auf die gesamte Fläche von Schicht 4 hochgerechnet, sind dies rund 230 Tiere.

Mit einer NISP von 196 ist das Pferd in den drei Quadranten vertreten. Bison und Rotwild und auch Carnivoren kommen im NISP Bereich von 1–25 vor. Dies ist also eine monospezifische Fauna. Dies legt entweder eine selektive Jagd oder aber eingeschränkte Umweltbedingungen nahe.

Nur 1,3 % der Fauna enthält Bissspuren, am ehesten von fuchsgroßen Carnivoren.

Jagdmuster

Bei den Rentieren sind alle Alterskategorien vorhanden, aber die juvenilen Tiere sind am wenigsten vertreten. Die Mortalitätsstruktur entspricht entweder der einer lebenden Population oder einer Prime age adult Ansammlung.

Skelettteilrepräsentation

Die am stärksten vertretenen Skeletteile sind Langknochenfragmente, sie machen 72 % aus. Innerhalb der Langknochen sind Tibia und Metatarsalia am stärksten vertreten, was aber eventuell daran liegt, dass diese Skeletteile gut identifizierbar sind. Wenig vorhanden sind Schädelfragmente, Mandibulafragmente und Elemente der Wirbelsäule.

Vermutlich wurden die gesamten Hinter- und Vorderextremitäten zum Fundplatz gebracht. Ein selektiver Transport dieser Teile kann jedoch von Castel und Kollegen (2017) nicht ausreichend geklärt werden, vor allem nicht das Fehlen axialer Skelettelemente. Auch postdepositionale Einflüsse können dafür nicht vollständig verantwortlich sein.

Die Gelenkverbindungen der Langknochen sind im Vergleich zur Anzahl der Langknochenschäfte unterrepräsentiert, sie machen nur 3,4 % der gesamten Knochenmenge aus.

Karkassenverwertung

Schnittspuren sind an 20,3 % des Materials nachweisbar. Entbalken kann nicht sicher nachgewiesen werden. An den fleischtragenden Skelettelementen korrespondieren die Schnittspuren mit Entfleischung. Aber auch die Entfernung von Sehnen legen manche Schnittspuren nahe.

Die Frakturmuster legen ein systematisches Zerbrechen der Langknochen zur Gewinnung von Knochenmark nahe. Alle Langknochen sind zerbrochen und zeigen ein Green bone breakage bzw. frischen Bruch.

19,7 % der Markknochen weisen Schlagspuren auf. Der hohe Anteil an zerbrochenen Langknochenschäften und das Fehlen von Gelenken legt ein systematisches Zerbrechen um die Gelenke nahe, an Stelle einer Zerlegung der Gelenke mit scharfem Werkzeug. Besonders spongiöse Knochen wurden intensiv zerstört, was nicht aus taphonomischen Bedingungen resultiert. Dies könnte folgende Ursachen haben:

- Intensive Verbrennung von spongiösem Knochen, da er sehr fettreich ist und daher ein gutes Brennmaterial darstellen könnte.
- Das Zerkauen von spongiösem Knochen, wie es von den Nunamiut für Rentierknochen bekannt ist, um die Ressource Fett zu gewinnen.
- Das Zerstoßen und Kochen der spongiösen Knochen in vergänglichen Behältern, um das Fett zur Bevorratung zu gewinnen.

Tab. A- 18, Ergebnisse, Roc de Marsal

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	x	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten mit viel Fleisch und Knochenmark	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	wenig	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	25
Score: 0,74			

2.9 Solutré-village

Name	Solutré-village/Sône-et-Loire
Geograf. Breite	46°18' N
Geograf. Länge	4°44' E
Land	Frankreich

Höhe	208-530 müNN
Fundplatzgattung	Freiland/Cave Denezillier
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	55 320 ± 4110 BP (CAMS- 55189 (SRLA-1057)) 55 740 ± 4320 BP (CAMS- 55188 (SRLA-1056))
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	47 000–63 000 cal BP
Quelle	(Blackmar 2002)

Die Fauna der Grabungen 1997 und 1998 des Moustérien von Solutré ist charakterisiert durch eine Dominanz an Ren und Pferd. Sie wurden vermutlich erlegt auf ihren jährlichen Wanderungen durch das Tal der Sône.

Insgesamt konnten 3005 Knochenelemente identifiziert werden. Die NISP der Spezies beträgt: *Rangifer tarandus*: 623, *Equus sp.*: 2369 und *Bos sp.*: 13. Die MNI betragen Ren: 150, Pferde: 45 und Bison: 3.

Es wurde wenig (keine genauen Angaben!) Carnivorenverbiss festgestellt.

Skeletteilrepräsentation

Beim Ren entstammt 79 % des Materials von den unteren Extremitäten (Metapodien, Phalangen und Tarsi). Allerdings erhalten sich diese Skeletteile auch sehr gut, da sie eine hohe Knochendichte haben. 15 % des Materials entstammt den oberen Extremitäten.

Es wurden zwar Zähne, aber keine Fragmente von Maxilla oder Mandibula gefunden. Ebenso fehlen Wirbelsäule und Becken.

Die Langknochen sind repräsentiert durch die distalen und proximalen Epiphysen, aber kaum Diaphysen.

Beim Pferd dominieren die unteren Extremitäten und die Zähne. Tibia und Radius dominieren, gefolgt von Femur und Humerus. Die Tibiae sind hauptsächlich durch distale Epiphysen repräsentiert. Humerus, Radius und Femur durch distale und proximale Epiphysen vertreten.

Anthropogene Spuren

Während alle Langknochen zerbrochen sind, sind die Metapodien unversehrt. Die zerbrochenen Langknochen lassen auf eine gezielte Knochenmarksextraktion schließen. Es sind Schlagspuren an den Diaphysen nachweisbar, sowie Green breakage.

Auch trockene Brüche kommen vor, aber die Ursache ist nicht zu belegen.

57 der Knochen vom Pferd und 16 der Fragmente tragen Schnittspuren. Ebenfalls nachweisbar sind Spuren der Entartikulation und Zergliederung, was auf die Gewinnung von Fleischportionen schließen lässt.

Brandspuren wurden keine gefunden.

Jagdsaison und Alter der Tiere

Die Tiere waren überwiegend adult, als Jagdsaison wird der Durchzug der Tiere auf ihren Wanderungen angenommen.

Es war nicht möglich, zu erkennen, wie viele Ereignisse zur Faunenakkumulation durch Menschen geführt haben.

Tab. A- 19, Ergebnisse, Solutr -village

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	Eventuell, wenn es ein Jagdereignis war.	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5

Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	21
Score: 0,62			

3 Belgien

3.1 Trou de l'Abîme

Name	Trou de l'Abîme
Geograf. Breite	46°24'10" N
Geograf. Länge	5°52'43" E
Land	Belgien
Höhe	197 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	Layer II: 46 820 ± 3290 uncal BP (1986) 44 500 + 1100 – 800 uncal BP (2011)
Datierungsmethode	Radiocarbon, konventionell,
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Daujeard et al. 2016; Pirson et al. 2009)

Die folgenden Daten entstammen den Grabungen 1984–1987 aus dem Testgraben A und der Schicht II.

Das Faunenmaterial umfasste 1610 Knochen und Zähne. Das Material ist stark fragmentiert. Nur 24 Knochen konnten auf Taxalevel identifiziert werden. Die Knochen wurden mit H₂O₂ behandelt, um Anhaftungen zu entfernen.

Dem Pferd konnten 16 Knochen und fünf dem Bison zugerechnet werden. Es sind an beiden Arten wenige Schnittspuren und Riefen erkennbar, die auf anthropogene Behandlung zurückzuführen sind. Ebenfalls sind frischer Bruch der Knochen sowie Schlagspuren nachgewiesen. Ungefähr 25 % des untersuchten Faunenmaterials war Feuer ausgesetzt.

Tab. A- 20, Ergebnisse, Trou de l'Abîme

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	Eventuell <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ=		34	12
Score: 0,35			

4 Deutschland-Nord

4.1 Balver Höhle

Name	Balver Höhle
Geograf. Breite	51°20'20.8" N
Geograf. Länge	7°52'19.1" E
Land	Deutschland
Höhe	233 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	AH II und III: Micoquien, AH III: KMG- B1 Pradnik Horizont AH IV: Moustérien, KMG nach Jöris 2003
Datierung	59–50 ka BP siehe Text
Datierungsmethode	Technologisch, geochronologisch
Archäolog. Horizont	AH II-IV
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Kindler 2012; Günther 1964)

Die Balver Höhle wurde seit den 1830er Jahren intensiv als Quelle für phosphat- und humusreiche Höhlenerde zum Düngen genutzt. Daher sind in ihr auch jungpaläolithische Schichten nicht mehr vorhanden. Ausgrabungen gab es in verschiedenen Teilen der Höhle ab 1843.

Das reiche Knochenmaterial aus der Grabung Bahnschulte von 1939 liegt nicht stratifiziert vor. Die Aufzeichnungen Bahnschultes lassen keine Schlüsse zur Häufigkeit einzelner Tierarten zu. Daher wurde dieses Material auch nie bearbeitet. Erst Kindler (2012) widmete sich dieser Arbeit.

Von Heller wurde eine Faunenliste aus der Ergänzungsgrabung von 1959 erstellt. Dabei ist die dominierende Tiergruppe mit 75 % der Höhlenbär. Die liegenden Schichten der Balver Höhle werden als ausschließlich zur Nutzung von Bären zum Überwintern angesehen. In den hangenden Schichten sind Mischfaunen überliefert.

Der Großteil der Grabung von 1939 scheint aus dem Zeitraum 80 bis 50 ka BP zu stammen. Für den Zeitraum des 1. Kältemaximums, 67 bis 59 ka, wird keine Ablagerung von Fauna angenommen.

Insgesamt liegen aus der Grabung Bahnschulte 22 093 Knochen und Zähne von Tieren vor.

Ein Anteil von rund 20 % des Materials konnte einer Tierart, Tiergattung oder eine Größenklasse zugewiesen werden.

Tab. A- 21, *bestimmbare Arten, (Kindler 2012)*

Art	Anzahl [%]
Höhlenbären	72, 83
Carnivoren	3,35
Herbivoren	23,28

Kindler legt in seiner Auswertung sehr viel Wert auf taphonomische Prozesse bei der Fundentstehung, auf fluviatile Einflüsse, Trampling durch das wiederholte Aufsuchen der Höhle durch Höhlenbären und Knochenerhaltung. Seine Arbeit hatte den Hauptzweck das Verhältnis zwischen Raubtieren und Menschen zu untersuchen.

Von insgesamt 5800 untersuchten Knochen wurden an 446 anthropogene Einflüsse nachgewiesen. Sie verteilen sich sowohl auf Carnivoren, als auch Höhlenbär und Herbivoren. Nur an Höhlenhyänen konnte kein menschlicher Einfluss festgestellt werden. Zu den anthropogenen Einflüssen rechnete Kindler Schnittspuren, Schlagspuren, Gebrauchsspuren der Knochen als Artefakte. Insgesamt tragen 7,69 % der NISP Knochen anthropogene Modifikationen, die bei *Bos sp.* mit 25,18 % am höchsten und bei *Coelodonta antiquitatis* mit 1,27 % am geringsten ausfallen. Von den 5800 untersuchten Knochen sind 104 Knochen mit Narbenfeldern übersät, was deren Verwendung als Retuscheur vermuten lässt (Kindler 2012). Sie entstammen Langknochen verschiedener Taxa, insbesondere aber des Mammuts. Aus der Grabung Bahnschulte ist bekannt, dass die oberen Sedimentabschnitte vermehrt Knochenkohlen enthielten.

Die Höhlenbären

Wie bereits erwähnt, nutzten die Höhlenbären die Balver Höhle als Hibernationsplatz. Die Dominanz der Bären in der Fauna kann nicht auf den Eintrag durch Menschen oder

Carnivoren zurückgeführt werden. Die natürliche Sterblichkeit während des Winters scheint in erster Linie die jungen Individuen zu betreffen.

Gemessen am Zahnalter kamen 61 juvenile, 174 adulte und 41 senile Höhlenbärenindividuen zu Tode. Die jüngsten Tiere verstarben am häufigsten während der Hibernation, d.h. die Sterblichkeit der adulten Tiere ist höher als zu erwarten wäre. Sie wurden wohl während des Winterschlafes getötet.

29 % der Bärenknochen sind in frischem Zustand gebrochen. Frische Brüche erzeugen vermehrt Schaftbrüche. Femur und Humerus sind von allen anderen Knochen mit Markhöhlen am stärksten fragmentiert. Kindler kann nachweisen, dass dies menschliche Einwirkungen auf die Langknochen sind, die der Ausbeutung von Knochenmark dienen. Raubtiere sollen nicht dafür verantwortlich sein. 41 % der Brüche gehen auf trockenen Bruch zurück. Der wahrscheinlichste Grund dafür ist Trampling durch andere Höhlenbären und Raubtiere.

Andere Modifikationen an den Höhlenbärenknochen gehen zu je 3 % auf Raubtiere und je 3 % auf den Neandertaler zurück. Schnittspuren an Schädel- und Unterkiefer stehen für die Durchtrennung von Gelenkverbindungen und Muskeln. Da es solche Schnittspuren auch an den Metapodien gibt, nimmt Kindler an, dass dies eher der Pelzgewinnung als der Nahrungsgewinnung diene.

Fragmentierte Knochen wurden als Retuscheure benutzt. Sie tragen neben Impaktspuren auch Schnittspuren.

Hinweise auf die sekundäre Ausnützung von Bärenkarkassen, nachdem Raubtiere den Erstzugang gehabt hatten, finden wir nicht.

Tab. A- 22, Ergebnisse, Balver Höhle, Höhlenbären

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Ursus spelaeus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten: Bären	5	5

Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	gezielte Jagd auf Bären, die sich im Winterschlaf befinden	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			
Bemerkungen	Knochenretuscheure kleine Spitze mit konkaver Basis aus Mammutbackenzahn		

Raubtiere

Es konnten 11 Individuen großer Raubtiere gefunden werden. Sie verteilen sich folgendermaßen:

Tab. A- 23, Ergebnisse, Balver Höhle, Raubtiere

Tierart	MNI	Raubtierverschleiß an den Knochen der Tierart [%]	11,6 % des Knochenmaterials sind Carnivoren, davon
<i>Panthera leo</i>	4	2,4	6,4 %
<i>Crocuta crocuta</i>	3	4,3	1,5 %
Große Caniden	4	3,9	3,7%

Alle drei Arten tragen Raubtierverschleiß. *Canis lupus* weist Schnittspuren auf, die auf Filetieren zum Zweck der Fleischgewinnung hindeuten. Beim Löwen tragen 2,4 % der

Knochen Schnittspuren, bei den großen Caniden 1,8 % Schnittspuren, die Nahrungsgewinnung belegen.

Ob die Tiere durch Neandertaler gejagt wurden, ist unklar (Kindler 2012).

Herbivoren

Für seine Untersuchungen teilte Kindler (2012) die Fauna der Balver Höhle in fünf Größenklassen ein, auf die er sich in der Auswertung bezieht.

- Größenklasse 1: Fuchs, Hase, Marder
- Größenklasse 2: Reh, Rothund
- Größenklasse 3: Rentier, Rothirsch, Wolf, Hyäne
- Größenklasse 4: große Boviden, Pferd, Riesenhirsch, Höhlenbär, Höhlenlöwe
- Größenklasse 5: Wollnashorn, Mammut

Von den 22 043 Knochen der Balver Höhlen entfallen nur 1554 auf andere Tiere als Höhlenbären. Davon sind 88,2 % Herbivoren und 11,8 % Carnivoren.

Das Material ist, wie bereits erwähnt, stark fragmentiert, und es war daher nicht sinnvoll, die MNI zu bestimmen. Gemessen an der NISP ist die häufigste Tiergruppe die von Rentiergröße/ Rothirschgröße. Daran schließen sich *Equus sp.* und *Mammuthus primigenius* an.

Bei den mittelgroßen und großen Huftieren sowie dem Mammut überwiegen die Knochen, die frisch gebrochen sind. Die trockenen Brüche gehen wie bei den Höhlenbären auf Trampling zurück. Auch sonst wird von den gleichen taphonomischen Prozessen die die Herbivorenfauna verändert haben ausgegangen wie die, welche die Höhlenbären betreffen.

Die Zerlegung der Herbivoren erfolgte auf die gleiche Weise, mit Verlust der Gelenkenden der Langknochen. Sie müssen im Gegensatz zu den Höhlenbären auch durch Raubtiere oder den Neandertaler in die Höhle verbracht worden sein.

Der hohe Fragmentierungsgrad der Knochen macht es nicht möglich, zu entscheiden, ob die Tiere komplett oder in Teilen von den Neandertalern in die Höhle verbracht wurden.

Anthropogene Spuren

Die anthropogenen Spuren an den Tieren der Größenklassen 3 und 4 sind 3mal so häufig wie die Spuren von Raubtieren. Die Verbisspuren von Raubtieren sind gleichmäßig über das Herbivorenskelett verteilt und betreffen überwiegend das Axialskelett. Die anthropogenen Spuren sind überwiegend auf Langknochen bezogen.

Die Fauna der Größenklassen 3 und 4 wurde von Neandertalern in die Höhle verbracht und ausgebeutet und erst in sekundärer Weise von Raubtieren verwertet.

Beim Mammut ist dieser Umstand weit schwieriger zu belegen, weil das Mammutmaterial sehr stark zerbrochen ist. Die anthropogenen Spuren sind auf die Langknochen beschränkt. Kindler ist allerdings der Meinung, dass die dicken Fleischschichten und die zähe Haut der Mammuta Schnittspuren auf anderen Knochenpartien verhindern, weil mit Steingeräten nicht so tief geschnitten werden könne.

Mortalitätsprofil

Für Mammut und Pferd konnte eine Bestimmung des Sterbealters durchgeführt werden, anhand von Zähnen. Dafür standen 64 Zähne von Pferden und 50 Zähne von Mammuta zur Verfügung.

Für die Pferde ergibt sich ein Sterbeprofil, das einem Prime age adult Profil am nächsten kommt. Pferde sind mit 4 Jahren ausgewachsen. Über die Hälfte der Balver Pferde verstarb zwischen 3 und 9 Jahren, als juvenile und heranwachsende Tiere. Es sind kaum senile Tiere mit im Fundmaterial.

Beim Mammut liegt die Situation etwas anders. Gut die Hälfte der Tiere verstarb unter einem Alter von 6 A.E.Y.. Die andere Hälfte konzentriert sich auf ein Alter um die Hälfte der Lebenszeit.

Juvenile Mammuts sind in vielen pleistozänen Höhlenfundplätzen nachgewiesen. Dies kann sowohl als Jagd durch den Menschen, als auch als Jagd durch Raubtiere gedeutet werden.

Erstaunlicher ist der Fund der vielen adulten Mammuta im Balver Material. Daher interpretiert Kindler die Mammutfauna in der Höhle als einen wichtigen Beitrag zur Ernährung der Neandertaler. Dennoch kann er nicht belegen, ob die aufgefundenen Mammutskelette durch aktive Jagd oder durch Aufsammeln von Material in der Landschaft verursacht wurden.

Ernährungsphysiologisch sind Mammuta mit ihrem hohen Fettgehalt eine wichtige Ressource für den pleistozänen Menschen.

Tab. A- 24, Ergebnisse, Balver Höhle, Pferde

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	Größenklasse 3 und 4	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Prime age adult: <i>Equus sp.</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	16
Score: 0,47			
Bemerkungen	104 Retuscheure aus Langknochen der großen Herbivoren und Mega-herbivoren. Nutzung von Raubtieren als Nahrung und für Felle		

Tab. A- 25, Ergebnisse, Balver Höhle, *Mammuta*

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	Prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	vollständige Zerlegung der Karkassen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	21
Score: 0,62			

Bemerkenswert bei der Verwertung der Balver Fauna ist das Vorkommen von 104 Knochenretuscheuren, die anhand von Impaktspuren identifiziert wurden. Überwiegend entstammen sie Langknochen von Tieren der Größenklasse 4, es sind aber auch einige der Größenklassen 5 und 3 dabei.

Mit der Balver Höhle hat man einen Fundort, der eine vollständige Zerlegung von Tierkarkassen anzeigt. Die Fauna wurde in unterschiedlichen Formen zur Subsistenz genutzt: Fleisch, Knochenmark und Knochen als Werkzeuge, sowie die Felle der Tiere. Interessant ist die Nutzung des Fleisches von Tieren, Höhlenbären und Raubtieren, die im allgemeinen wenig im Hinblick auf Nahrungsgewinnung betrachtet werden.

Balve ist ein Beispiel für die Nutzung „aller“ zur Verfügung stehenden Ressourcen durch die Neandertaler.

4.2 Buhlen (oberer Fundplatz)

Name	Buhlen/Nordhessen
Geograf. Breite	51°11'12.5" N
Geograf. Länge	9°05'02.0" E

Land	Deutschland
Fundplatzgattung	Felsdach, Oberer Fundplatz
Lithische Industrie	Bu-II = Moustérien
Datierung	Schicht Bu-IIIa = 64–57 ka BC = steril Schicht Bu-II = Beginn der OIS 3
Datierungsmethode	Biostratigrafisch, geochronologisch
Archäolog. Horizont	Bu-II
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Jöris 2001)

Der Fundplatz Buhlen gliedert sich in einen Unteren Fundplatz und einen Oberen Fundplatz. Von den beiden mittelpaläolithischen Schichten des Oberen Fundplatzes wird hier nur Bu-II betrachtet, weil nur sie in den geforderten Zeitrahmen passt. Bu-III ist mit OIS 5a zu alt.

Mit insgesamt 150 000 Knochen und Knochenfragmenten und verbrannten Tierresten und rund 200 000 Steinartefakten ist Buhlen ein Fundort mit sehr umfangreichem Inventar. Allerdings ist das gesamte Material so kleinstückig, unter 1–2 cm groß, dass nur in wenigen Fällen eine taxonomische Bestimmung vorgenommen werden konnte. Nur < 0,2 % aller Tierknochen konnten taxonomisch bestimmt werden.

Von den insgesamt 71 992 Fragmenten aus dem Horizont Bu-II sind 21 247 Knochenkohlenfragmente, 43 368 Stücke < 2 cm und 7377 Stücke > 2 cm Länge. Zur starken Fragmentation des Materials addiert sich Knochenentkalkung.

Vorherrschend in Bu-II ist das Ren. Es finden sich aber auch *Alopex lagopus*, *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis* im Inventar.

Die starke Fragmentierung wird auf den Menschen zurückgeführt und nicht auf Carnivoren. Dennoch gibt es Carnivorenverbiss, aber es gibt wenige Carnivoren, die größer als *Vulpes vulpes* sind. Insgesamt sind die Carnivorenknochen weniger stark fragmentiert als die Herbivorenknochen. Die Schnitt- und Hackspuren auf den Carnivorenknochen lassen auf Entbalkung schließen, so dass diese Tiere in erster Linie als Pelzlieferanten genutzt wurden. Carnivorenverbiss auf Carnivorenknochen ist nicht nachweisbar.

Anthropogene Spuren

Hack-, Schlag- und Schnittspuren sind nachweisbar, aber nicht immer von natürlich hervorgerufenen, ähnlichen Erscheinungen zu unterscheiden. Kratzspuren an den Rippen größerer Herbivoren lassen darauf schließen, dass das Periost abgeschabt wurde.

Jagdsaison

Die Nutzung von Bu-II sieht Jöris im Zeitraum zwischen Spätherbst und frühem Frühjahr. Mit der saisonalen Nutzung des Fundplatzes in der Winterzeit wird die hohe Anzahl der Knochenkohlen erklärt.

Skeletteilrepräsentanz

Was Bu-II so interessant macht, ist die Tatsache, dass 69,9 % aller Großsäugerreste Rippen sind. 32,03 % sind Langknochenfragmente unter 2 cm. Zusammen machen sie rund 95 % des Materials aus. Dies lässt auf eine gezielte Verbringung und Ausnutzung von fleischreichen Teilen aus der Wirbelsäulen-Rippen-Region und von Langknochen zur Knochenmarksgewinnung schließen. Jöris (2001) denkt,

„dass es sich um einen mittel- bis längerfristig belegten Wohnplatz handelt, zu dem von anderen Lagerplätzen größere Fleischreserven in Form von Koteletts und Filets eingebracht worden sind, die hier einer Endverwertung zugeführt wurden.“

Insgesamt einer der wenigen mittelpaläolithischen Belege für gezielte Ausnutzung der Tierkarkasse zum Zweck der Nahrungsgewinnung.

Tab. A- 26, Ergebnisse, Buhlen Oberer Fundplatz

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Aves	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Rippen und Langknochen von großen Herbivoren	5	5

Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Belegung zw. Spätherbst und Frühjahr	5	3
Herde, Aschelinsen, Feuerstellen	-	1	0
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			
Bemerkungen	Knochengeräte		

4.3 Königsau A, B

Name	Königsau A, B,
Geograf. Breite	51°49' N
Geograf. Länge	11°24' E
Land	Deutschland
Höhe	122 müM
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Moustérien, Keilmesser Typ Pradnik Lith. Artefakte in allen drei Fundschichten
Datierung	Schicht A: 43 800 ± 2100 BP (53 220 ± 8031 cal BP), Schicht B: 48 400 ± 3700 BP (58 497 ± 7420 cal BP),
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	A, B, C
Calibrierte Daten	s.o.
Quelle	(Mania und Toepfer 1973)

Die mittelpaläolithische Fundstelle Königsau ist eine Freilandfundstelle, die im Zuge des Braunkohletagebaus in den 1960er Jahren entdeckt und ergraben wurde.

Innerhalb der Schicht Ib fanden sich drei mittelpaläolithische Fundschichten (A, B, C), die in dem Zeitraum 60–45 ka BP, der frühen Warmphase der OIS 3, liegen.

Die Fundhorizonte lieferten reichlich lithisches Material, für organische Materialien wie Knochen waren aber die Fossilisationsbedingungen in Torf und entkalkten Sanden eher schlecht. Entsprechend angegriffen war das Faunenmaterial. Insgesamt handelt es sich auch um ein eher kleines Inventar. Königsau A umfasste 21 Individuen, Königsau B 15 Individuen, und Königsau C kann aufgrund von Störungen nicht mit einbezogen werden.

Am häufigsten bei den Herbivoren kommen in Königsau A Ren und Mammut vor. Aber Wildpferd und Wisent sind innerhalb des kleinen Inventares auch gut repräsentiert.

Im Königsau B Inventar dominiert das Wildpferd.

In beiden Horizonten sind Höhlenhyänen vorhanden. Nach Mania kommen sie nicht für die Jagd auf die großen Tiere in Frage, sondern sind nur verantwortlich für den sekundären Verbiss der Knochen.

Skelettteilrepräsentanz und Mortalitätsmuster

Von den fünf Mammuta, die in den beiden Horizonten nachgewiesen werden konnten, war ein Tier adult. Die dickwandigen Knochen der Mammuta, die auch im torfhaltigen Sediment hätten erhalten sein müssen, sind nicht vorhanden.

Weder Oberkieferfragmente noch Stoßzähne, nur Unterkiefermolaren sind vorhanden. Daraus schließt Mania, dass die Jagd auf diese Tiere ortsfremd stattgefunden hat und nur fleischreiche Teile zum Lagerplatz Königsau gebracht wurden. Die Rentiere waren im Alter von 2–3 Jahren.

Anthropogene Spuren

Das gesamte Knocheninventar aller Tiere ist stark zertrümmert. Große Mengen an Knochensplintern sind und in gleicher Weise zerstört worden. Es konnten keine

vollständigen Langknochen geborgen werden. Dies deutet auf eine systematische Ausbeutung von Knochenmark hin.

Schnittspuren konnten dagegen nicht nachgewiesen werden.

An kleinen Tieren ließen sich Hecht und Brasse im Horizont B nachweisen.

Ein Stück Harz mit Abdrücken lässt auf die Schäftung einer Holzwaaffe schließen.

Tab. A- 27, Ergebnisse Königsau A, B

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	Schicht A: <i>Rangifer tarandus</i> Schicht B: <i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Hecht, Brasse	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Ende April bis zum Herbst in B	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	14
Score: 0,41			

Interessant ist, dass Mania und Toepfer (1973) nach dem Vorbild von Wetzel versuchten, eine Ernährungsrekonstruktion vorzunehmen, in dem sie eine Sippe von 30

Personen unterschiedlichen Alters, einen mittleren täglichen Energiebedarf von 2000 kcal pro Person zu Grunde legten und für das Gewicht der Tiere annahmen, dass rund die Hälfte davon verzehrbar ist. Für die einzelnen Taxa legten sie das Gewicht von rezenten Arten zu Grunde.

Damit kommen sie auf ein Fleischgewicht von 15 270 kg für Königsau A und 5940 kg für Königsau B. Für Königsau A kommen sie dementsprechend zu einer Versorgungszeit mit Fleisch von 253 Tagen für die Sippe, für Königsau B nur für 100 Tage. Allerdings wurde dieser Jagdplatz wohl nur zwischen April und Oktober genutzt.

4.4 Plaidter Hummerich

Name	Plaidter Hummerich/Osteifel
Geograf. Breite	50°23'07.2" N
Geograf. Länge	7°22'01.0" E
Land	Deutschland
Höhe	225 müNN
Fundplatzgattung	Freilandstation in einem Vulkankegel
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	64 300 ± 7000 BP – 68 900 ± 7300 BP 36 500 ± 3800 – 32 300 ± 3800 BP
Datierungsmethode	TL
Archäolog. Horizont	Schicht E, aber unklare Stratigrafie. Artefakte aus Schicht D und E scheinen älter zu sein, denn Artefakte aus verschiedenen Schichten konnten zusammengesetzt werden. Solifluktion?
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Street 2002)

Die Knochenerhaltung wird vom Bearbeiter als schlecht eingeschätzt.

Von den 123 faunistischen Fundstücken in Schicht E entfallen 74 auf unbestimmbare. Ausgehend von Zahnsplittern ist *Equus sp.* (NISP: 19, MNI: 2) am zahlreichsten. Daran schließen sich *Bos sp.* (NISP: 11, MNI: 2) und *Cervus elaphus* (NISP: 10, MNI: 1) an.

Mit NISP: 6 ist *Marmota marmota* vertreten. Diese Knochen wurden nicht ausgewertet, weil man ihre Anwesenheit als nicht von Jägern eingebracht ansah, sondern als von natürlich verendeten Tieren. Da Murmeltierfett hohe Gehalte an Corticoiden aufweist, ist die Anwesenheit von *Marmota marmota* an einem Fundplatz nicht selbstverständlich.

Skeletteilrepräsentanz

Beim Pferd dominieren neben den Zahnsplittern die Wirbelsäulenelemente, Schädel und Langknochen. Bei den Boviden ebenfalls Schädel und Langknochen.

Insgesamt sind 57,86 % der Knochen Langknochen, was auf Knochenmarkausbeutung hindeutet. 32,1 % der Knochen sind nicht identifizierbar.

Tab. A- 28, Ergebnisse Plaidter Hummerich

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> = <i>Bos. sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Marmota marmota</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Langknochen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	wahrscheinlich	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ =		34	14
Score: 0,41			

4.5 Salzgitter-Lebenstedt

Name	Salzgitter-Lebenstedt/Niedersachsen
Geograf. Breite	52°09'26.6" N
Geograf. Länge	10°19'11.7" E
Land	Deutschland
Höhe	76 müNN
Fundplatzgattung	Freilandstation, Jagdlager
Lithische Industrie	Keilmesser-Gruppe, Micoquien
Datierung	Schicht 1: ¹⁴ C: 48 780 ± 260 BP (GrN 9254) Schicht 2: ¹⁴ C: 48 500 ± 2000 BP (GrN 1219) – 55600 ± 900 BP (GrN 2083)
Datierungsmethode	Radiocarbon und palynologisch
Archäolog. Horizont	Schichtkomplex 1 und 2
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Guenther 1991; Gaudzinski 1999a, 2000, 1999b; Pastoors 2001; Gaudzinski und Roebroeks 2000; Ludowici und Pöppelmann 2018; Kleinschmidt 1953, 1953)

Die Fauna des Jagdplatzes Salzgitter-Lebenstedt wurde mehrfach untersucht. Zuerst 1953 durch Kleinschmidt (1953). Durch die teilweise Konservierung der Knochen mit Leim entstanden moderne Beschädigungen der Knochen, die heute nur schwer von ursprünglichen Einwirkungen durch die Jäger unterschieden werden können. Die Thanatocoenose wurde durch abiotische und biotische Prozesse geprägt (Gaudzinski 1999b).

Die Fauna und die verschiedenen Fundareale wurden im Laufe der Jahre von verschiedenen Personen ausgewertet. Daraus und durch unterschiedliche Ausgangsdaten von MNI und NISP ergeben sich leicht voneinander abweichende Ergebnisse (Pastoors 2001).

Der Jagdfundplatz lag an einem Fluss, hier lagert sich regelhaft sogenannte Hintergrundfauna ab. Sie zeichnet sich aus durch eine bestimmte Skelettzusammensetzung, unterschiedliche Grade der Verwitterung durch Liegen an der Oberfläche, intensiven Raubtierverschleiß und das Fehlen von menschlichen Einwirkungen auf die vorhandene Fauna. Zur Hintergrundfauna gehören neben Wolf, Mammut (17 Individuen), Pferd (8 Individuen), Wollnashorn und Wisent (3 Individuen).

Davon abzugrenzen ist die Jagdfauna, die ausschließlich aus Rentieren (86 Individuen) besteht. Alle Skelettelemente sind vorhanden. Die Tiere wurden unweit der Stelle, an der sie im Sediment verschwanden, gejagt. Die gejagten Rentiere entstammen altersmäßig am häufigsten der Gruppe der 8–9jährigen. Jungtiere unter 30 Monaten sind mit 7 Individuen vertreten (Gaudzinski 1999a).

Tab. A- 29, Datenauswertung von drei Autoren nach Pastoors 2001

Bearbeitung durch	Kleinschmidt	Gaudzinski	Staesche
Grabung	1952	1998	1977
Berechnungsgrundlage	MNI in %	MNI in %	NISP in %
Ren	72,00	72,9	74,8
Mammut	14,0	14,4	10,6
Wisent	5,4	6,8	8,2
Pferd	4,6	6,8	8,2
Wollnashorn	2,0	0,8	1,3

Tab. A- 30, MNI nach Kleinschmidt

Nach Kleinschmidt	MNI	[%]
<i>Homo sp.</i>	2	-
<i>C. lupus</i>	1	-
<i>M. primigenius</i>	17	14
<i>Equus sp.</i>	8	4,6
<i>C. antiquitatis</i>	1	-

<i>R. tarandus</i>	86	72
<i>B. priscus</i>	3	5,4

Rentiere

Das Ren ist mit 72 % die dominierende Jagdbeute. Bei Ren sind auch Zertrümmerungen im Sinne von Knochenmarksgewinnung nachgewiesen. Das sind 86 Individuen, berechnet nach rechten schädelechten Geweihen.

Die Tiere sind der Gruppe der jungen Adulten zuzurechnen. Es wurden also in erster Linie die jungen, unerfahrenen und die alten, schwächeren Tiere gejagt, dies entspricht dem Attritional profile.

Die Carnivorenfraßspuren bei den postcranialen Skeletteilen des Ren liegen mit 1,7 % weit unter denen von Mammut und Pferd. Im Gegensatz zu den anderen Arten scheint hier der Carnivorenverbiss durch Wölfe und nicht durch Hyänen verursacht worden zu sein (Gaudzinski 1999b).

Jagdsaison

Untersuchungen zeigten, dass die Tiere vorwiegend in der Zeit zwischen September und Oktober gejagt wurden, einem Zeitraum, in dem männliche und weibliche Tiere, adulte und junge Tiere gemeinsam in der Herde leben und sich auf ihrer Wanderung in die Winterweidegebiete befinden. So haben sich die mittelpaläolithischen Menschen an diesem Fundplatz gezielt auf Rentierjagd begeben.

Anthropogene Spuren

Die Rentierskelette zeigen zahlreiche Hinweise auf Schlachtspuren. Schnittspuren zeigen eine Grobzerlegung zur Fleischgewinnung an, dazu kommen konische Knochenaufbrüche, die für die Gewinnung von Knochenmark stehen. Gaudzinski fand dafür eine standardisierte Vorgehensweise, die besonders an den Metatarsalia abzulesen ist.

Es wurden dazu in erster Linie Knochen von adulten Tieren genutzt, Knochen von jungen Tieren oder wenig markhaltige Knochen, wie Unterkiefer, Phalangen und Metatarsalia, dagegen blieben weitgehend unangetastet (Gaudzinski 1999b, 2000).

Mammuta

Mortalitätsprofil

Es wurden die Backenzähne von *Mammuthus primigenius*, die von 27 Tieren stammen, aufgefunden. Der Bearbeiter (Guenther 1991) ist der Ansicht, dass deren Altersverteilung für menschliche Jagd sprechen, auch wenn keine weiteren Skelettreste gefunden wurden.

52 % der Tiere sind unter 18 Jahre, also juvenil, nur 21 % der Tiere sind älter als 30 Jahre, nur 17 % der Tiere sind der Gruppe der jungen Adulten zuzurechnen. Es wurden also in erste Linie die jungen, unerfahrenen und die alten, schwächeren Tiere gejagt. Eine Jagdform die beim Neandertaler für die Megafauna typisch zu sein scheint.

Skelettteilrepräsentanz

Beim Mammut sind Rippen und Fibulae überrepräsentiert. Die hohe Anzahl an kompletten Fibulae spricht für mindestens 7 Individuen. Sie korrespondieren nicht mit der Häufigkeit artikulierender Elementen, wie Tibia oder Fußwurzelknochen (Gaudzinski 1999a). Daher kann es nicht um die Ausbeutung der Fettpolster unter den Füßen gegangen sein. Gaudzinski meint, dass diese Selektion durch den Menschen zu Stande kam, der diese Knochenteile als Rohmaterial für die Herstellung von Werkzeugen nutzte. Dabei ist nicht nachweisbar, ob es sich um Reste von erlegten Tieren oder um Reste anderweitig verstorbener Tiere handelt.

Mindestens fünf Fibulae und 19 Rippen gelten als artifiziell verändert. Sie wurden zugespitzt oder abgeflacht oder gespalten. Der bedeutendste Fund ist eine kleine geflügelte Knochenspitze. Die Funktion der Knochenwerkzeuge ist unbekannt (Gaudzinski 1999a).

Anthropogene Spuren

Es sind sowohl anthropogene Einflüsse auf den Mammutresten nachweisbar, als auch der Verbiss durch Carnivoren (Fraßspurenanteil 27,7 %), wohl in erster Linie Hyänen, aber auch der Wolf kann nicht ausgeschlossen werden. Die Langknochen waren mit Impaktspuren versehen, deren Herkunft aber nicht sicher Mensch oder Tier zugewiesen werden kann.

Mammutrippen tragen zahlreiche Schnittspuren (Gaudzinski 1999b).

Pferde

Einen kleinen Anteil der Beute machen Pferde aus. Mandibulae, Scapulae und Metatarsalia sind dominierend – in der genannten Reihenfolge. Die Postcranialreste sind zu

22,24 % von Carnivorenverbiss betroffen. Impaktspuren lassen sich, wie schon beim Mammut, nicht eindeutig Mensch oder Tier zuweisen. Eindeutige Schnittspuren, die auf menschliche Aktivität zurückgehen, lassen sich beim Pferd nicht nachweisen.

Tab. A- 31, Ergebnisse Salzgitter-Lebenstedt, alt

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> ,	1	1
Monospezifisch	<i>Rangifer tarandus</i>	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	junge Adulte	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	ausschließliche Nutzung von markreichen Knochen zur Knochenmarksgewinnung	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	September bis Oktober	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			
Bemerkungen	Knochengeräte Knochenreste von NT		

Neuauswertung 2018 (Ludowici und Pöppelmann 2018)

Die Neuauswertung umfasst das Faunenmaterial aller bisherigen Grabungen (1952,1977) der Grabungsflächen Kleinschmidt (1953) und Staesche (1977 in Grote und Preul 1978) und ergab eine Menge von über 8774 Knochenelementen mit einem Gesamtgewicht von 368,731 kg. 3330 Fragmente blieben auf Grund zu geringer Größe unbestimmbar.

Rentiere

Gut die Hälfte des Faunenmaterials stellt *Rangifer tarandus* mit einer NISP von 4358 und einem Gewicht von 94,565 kg. Geweihbruchstücke und Stangen sind hier nicht mitgezählt, sondern nur Stücke, bei denen wenigstens die Rose vorhanden war.

Das Material ist stark fragmentiert, männliche und weibliche Individuen sind zu gleichen Teilen vertreten.

Mortalitätsprofil

Je nach Analyseverfahren (Zähne, Geweih, Schädel) können 7 –20% der Tiere der Altersgruppe juvenil bis subadult zugerechnet werden, 13–19 % der Gruppe adulte Tiere. Es sind jedoch alle Lebensalter vertreten, keine Altersgruppe ist dominant vertreten.

Es darf daher angenommen werden, dass die Tiere als Ganzes zum Lager gebracht wurden. Ebenso scheinen auch einzelne Fleischteile aus größerer Entfernung zum Jagdlager gebracht worden zu sein.

Skeletteilrepräsentanz und anthropogene Spuren

Die starke Fragmentation lässt auf Knochenmarksgewinnung schließen. Etwas irritierend ist der Umstand, dass im Verhältnis zu den distalen Extremitätenknochen zu wenige Femora vorhanden sind.

Insgesamt sind mehr Femora und Humeri vorhanden als es im Verhältnis zu Wirbel, Rippen und Beckenknochen geben dürfte. Dies weist auf eine vorrangige Nutzung für Fleisch und Knochenmark hin, denn die Langknochen waren alle zerschlagen.

Als Jagdsaison für die Rentiere werden die Perioden Frühsommer bis Herbst sowie Winter ermittelt. Die Untersuchung des Todeszeitpunktes bei zwei Individuen mit Hilfe der Zahnzementzonierung ergaben einmal den Zeitraum von November bis frühem Dezember und einmal den Zeitraum von Mitte Januar bis Anfang Februar.

Mammuta

Mit einer Fundanzahl von 550 und einem Knochengewicht von 170,503 kg ist das Mammut die fundstärkste Gruppe nach Gewicht. Es wurden von fast allen Skeletteilen Knochenreste gefunden. Dominant sind aber Backenzähne sowie Rippen nach Anzahl. Nach Gewicht sind Rippen und Beckenelemente dominant. Es fehlen die Mittelfußknochen. Das Material ist stark zertrümmert. Es handelt sich um eine Mindestanzahl von Individuen die zwischen sieben und 17 liegt.

Mortalitätsprofil

Die Altersbestimmung wurde nicht nach der sonst üblichen und weit verbreiteten Methode von Haynes (1991) vorgenommen, sondern nach Maschenko (2000 in Zenin et al. 2000), der eine Altersbestimmung aus der Kombination von Zahnentwicklung und Größenwachstum von 33 fossilen Mammuta aus Sandgruben im Permafrost von Svensk/Russland ableitet.

Danach sind die Mammuta von Salzgitter-Lebenstedt zu 63,2 % subadult (= 13–35 Jahre), 13,6 % sind adult (> 40 Jahre) und 12,8 % sind juvenil (6–7 bis 11–13 Jahre). Damit widersprechen die Bearbeiter einer früheren Einschätzung von Gaudzinski und Roebroeks (2000), dass es sich ausschließlich um adulte Tiere handele.

Geschlechtsbestimmungen konnten nicht vorgenommen werden.

Pferde

Das Pferd macht 14 % des Knochenmaterials nach Gewicht aus, oder 378 Stück und 45,277 kg.

Auch beim Pferd sind alle Skelettregionen vorhanden, lediglich Wirbel und Rippen sowie Knochen des Stylopodiums sind unterrepräsentiert. Schädelknochen haben eine hohe Repräsentanz.

Insgesamt werden die Pferde als sehr kleinwüchsig bezeichnet.

Von den Tieren waren 6 % juvenil bis subadult, 41 % juvenil bis adult, aber die Aussagen zum Alter sind auf Grund der sehr unterschiedlichen Größe pleistozäner Pferde schwierig.

Boviden

Die Boviden sind mit 8 % der Funde nach Gewicht vertreten oder mit einer NISP von 84 und einem Gewicht von 33,733 kg.

Auch hier sind alle Skeletteile vertreten mit einer hohen Repräsentanz von Schädeln und Tibiae. Dass mehr Tibiae im Verhältnis zu Femora vertreten sind, wird mit der besseren Erhaltbarkeit von Tibiae erklärt.

In diesem Material kann keine Unterscheidung nach dem Geschlecht vorgenommen werden.

Jungtiere sind die Ausnahme, die Hauptmenge stellen subadulte bis adulte Tiere, ebenfalls einen sehr kleinen Anteil stellen ältere Tiere.

Neben den hier genannten Herbivoren kamen auch einzelne Knochen von *Coelodonta antiquitatis* und *Megaloceros giganteus* vor.

Carnivoren

Bei den Carnivoren sind Höhlenlöwe (NISP: 2) und Wolf (NISP: 8) vertreten. Es wird kein Carnivorenverbiss am Herbivorenmaterial erwähnt.

Fische

Es wurden Überreste von zwei Fischarten gefunden. Es ist aber nicht entscheidbar, ob sie Beute der Neandertaler waren, denn die Fundschichten sind Ablagerungen eines Bachbettes von einem Bach, an dem die Neandertaler ihr Lager aufgeschlagen hatten.

Anthropogene Modifikationen

Der Zustand des Knochenmaterials wird als sehr gut beschrieben.

Brandspuren

Insgesamt wurden 30mal Brandspuren an Knochen entdeckt, aus beiden Grabungsbereichen. Sie sind zumeist weißlich kalziniert, was dafür spricht, dass sie als Brennmaterial Verwendung fanden. Diese Funde streuen sehr weit und geben daher keinen Hinweis auf eine Herdstelle.

Schlagspuren

Fast alle Langknochen sind quer geteilt. Die Brüche sind gleichartig und dienen der Markgewinnung. Die gleichartigen Brüche lassen auf eine standardisierte Arbeitsform mit rascher Ausbeutung des Knochenmarkes schließen.

Es treten auch längsgespaltene Röhrenknochen auf, die durch lokal begrenzte Schläge mit einem Steingerät entstanden sind, wobei auf der Innenseite der Röhrenknochen typisch muschelartige Brüche entstanden. Das zuletzt genannte Bruchmuster tritt nur

beim Ren auf. Mammuta-, Nashorn- und Wisentknochen sind dazu wahrscheinlich zu massiv. Insgesamt treten die meisten Schlagspuren an der am stärksten bejagten Gruppe der Rentiere auf.

Schnittspuren

Auch Schnittspuren sind beim Ren am häufigsten, werden aber auch beim Pferd, Mammut und Wisent beobachtet. Ein Teil der Knochen, u.a. auch die der Mammuta, waren nach der Ausgrabung zur Konservierung mit Knochenleim getränkt worden. Dieser setzte sich auf der Oberfläche der Knochen ab und erschwert das Auffinden von Schnittspuren.

Feine Schnitte auf den Rippen werden nicht als zur Entfleischung genutzt gedeutet. Die Rippen dienten eher als Unterlagen zum Schneiden feiner Materialien.

Knochengeräte

Die Fundstelle Salzgitter-Lebenstedt zeichnet sich dadurch aus, dass einige Werkzeuge aus Knochen und Geweih gefunden wurden. Retuscheure sind aus Ren, Pferd, Riesenhirsch und Wisent angefertigt worden und enthalten Druckmarken. Aus Rengeweihen wurden Geweihhacken gefertigt. Interessant dabei ist, dass eine der Geweihhacken von den Bearbeitern auch als ein Werkzeug angesehen wird, das zum Schlagen eines Loches in die Schädelknochen von Ren und Pferd genutzt werden könnte, also zur Gewinnung von Gehirn.

Die geflügelte Knochenspitze dagegen wird heute nicht mehr dem Mittelpaläolithikum zugeordnet, sondern scheint ein Fund aus dem Neolithikum zu sein.

Tab. A- 32, Ergebnisse, Salzgitter-Lebenstedt, Neuauswertung 2018 (Ludowici and Pöppelmann 2018)

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> nach NISP <i>Mammuthus primigenius</i> nach Gewicht	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Pisces	3	3

Jagdmuster	attritional profile bei <i>M.primigenius</i>	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>R. tarandus</i> = Extremitäten <i>Equus sp.</i> und <i>Bos. sp.</i> ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnitt- spuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Lager, wahrscheinlich ganzjährig belegt <i>R. tarandus</i> : Frühsommer bis Winter	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ =		34	28
Score: 0,85			
Bemerkungen	Retuscheure, Geweihhacken		

Pilze

Eine Besonderheit sind die Funde von zwei Pilzarten. Es handelt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um *Calvaria uteriformes* und *Bovista plumbea*. Beide Pilzarten sind auf mesophilen bis trockenen Wiesen und Steppenrasen der gemäßigten Klimazonen verbreitet. Unter den Fundstücken sind nur reife Pilze, keine jungen Exemplare vertreten. Es handelt sich entweder um vor Ort vorhandene Pilze oder um eine bewusste menschliche Auswahl, denn die Endoperidien der Pilze haben eine antibiotische Wirkung, die den Neandertalern eventuell bekannt war (Pastoors 2001).

5 Deutschland Süd

5.1 Bockstein

Name	Bockstein Bocksteinschmiede/- loch (BS) Bocksteintörle (BT)
Geograf. Breite	48°33'15" N
Geograf. Länge	10°09'17" E
Land	Deutschland
Höhe	12 m über dem Tal
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	BS-I: Mittelpal BS-II: Mittelpal BS-III: Keilmesserkomplex BS-IV: Micoquien BT X: Mittelpal BT IV- VI: Gravettien BT VII: Aurignacien
Datierung	BS-I: BS-II BS-III: > 44 ka BP BS-IV: BT X: > 44 ka BT IV–VI: 20–23 ka BP BT VII: 26–31 ka BP
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	BS I bis V
Calibrierte Daten	-

Quelle	(Krönneck 2012)
--------	-----------------

Es ist nicht einfach, aus der vorliegenden Dissertation von Krönneck (2012) zur Fauna des Bocksteins die Subsistenz abzulesen, da die Fauna zum Zweck der Umweltrekonstruktion bearbeitet wurde. So werden zwar Schlacht- und Schnittspuren erwähnt, die Ausbeutung von Knochen zur Knochenmarksgewinnung dagegen nirgends erwähnt.

Das Material selbst ist kleinstückig zerbrochen, und die nicht bestimmbareren Anteile überwiegen die bestimmbareren. Es überwiegen die Zähne alle anderen Skeletteile. Auffällig ist, dass neben den dominierenden Arten eine sehr breite Palette (9 Herbivorentaxa) anderer Tiere gejagt wurden. Insgesamt schätzt Krönneck den Einfluss des Menschen am Bockstein als nicht zu leugnen ein. Wenn auch seine Spuren gering sind, so spräche ein geringer Carnivorenanteil in allen Horizonten dafür, dass die Inventare dem Menschen zuzuschreiben seien (Krönneck 2012:181).

Tab. A- 33, Bockstein, Fundzahlen für die wichtigsten Tierarten und Artengruppen in ausgewählten Fundschichten verschiedener Grabungen, (Krönneck 2012)

n (ohne Elfenbein)	BSIII Keilmesserkomplex	Törle X Mittelpaläolithikum	Törle VII Aurignacien	Törle IV-VI Gravettien	Westloch Magdalénien
Hasen und Nager	8	23	24	13	0
Fleischfresser	111	38	20	12	11
Höhlenbär (<i>Ursus spelaeus</i>)	33	23	28	6	1
Megafauna gesamt	90	42	6	13	4
Equiden gesamt	384	293	72	51	25
verschiedene Paarhufer	71	3	7	20	4
Rentier (<i>Rangifer tarandus</i>)	98	32	32	62	12
Wildrinder (<i>Bos/Bison</i>)	59	23	8	4	0
Vögel gesamt	21	15	10	10	1
Amphibien u. Mollusken	0	0	1	3	0
Bestimmte gesamt	875	492	208	194	58

Tabelle 2: Bockstein. Fundanzahlen für die wichtigsten Tierarten und Artengruppen in ausgewählten Fundschichten verschiedener Grabungsstellen (vgl. Abb. 6)

Bocksteinschmiede/-loch - III

Der fundreichste mittelpaläolithische Horizont des Bockstein ist der BS-III (Keilmesserkomplex). Von den 2304 Funden mit einem Gewicht von rund 29 kg ist der überwiegende Teil nicht bestimmbar. Die Anzahl der verschiedenen Taxa ist in diesem Fundhorizont am größten.

Tab. A- 34, NISP und Knochengewicht, Bocksteinschmiede /-loch - III

Groß	NISP	[%]	Gewicht [kg]
Herbivora			
<i>A. alces</i>	2	0,23	267,0

<i>Bos sp.</i>	59	6,75	1538,7
<i>C. ibex</i>	2	0,23	18,6
<i>Artiodactyla in-</i> <i>det.</i>	4	0,46	17,3
<i>C. elaphus</i>	8	0,92	64,3
<i>Cervidae indet.</i>	26	2,97	138,9
<i>C. antiquitatis</i>	46	5,26	1032,1
<i>Equus sp.</i>	385	44,06	9823,4
<i>M. primigenius</i>	43	4,92	7624,7
<i>O. moschatus</i>	1	0,11	201,0
<i>R. tarandus</i>	98	11,21	680,0
<i>R. rubicapra</i>	7	0,8	55,7
Carnivora			
<i>Ursus sp.</i>	33	3,77	152,8
Klein: Her- bivora und Car- nivora			
<i>Lepus sp.</i>	5	0,57	15,5
Vögel indet.	3	0,34	2,9
Greifvögel	1	0,11	2,0
Schneehuhn	2	0,23	1,8
Auerhuhn	11	1,26	20,0
Kolkraben	2	0,23	4,3

Es waren 874 der Knochen bestimmbar und 1480 unbestimmbar. Es konnten 154 Schlacht- und Schnittspuren sowie 143 Brandspuren identifiziert werden. Knapp die Hälfte des Inventars von BS III ist auf Speziesebene nicht bestimmbar.

Geschlecht und Alter

Bei den Mammuta sind juvenile, subadulte und adulte Individuen vertreten. Es kommen viele Rentiere vor, aber keine Jungtiere.

Schnitt- und Schlagspuren

Schnittspuren beim Ren sind an einem Femur vorhanden sowie ein verbrannter Halswirbel.

Schnittspuren bei *Mammuthus primigenius*, die auf Nutzung als Unterlage des Knochens hindeuten. Bei Boviden gibt es Schnittspuren auf einer Rippe und einmal Brandspuren. Bei den Equiden sind 40mal anthropogene Einflüsse in Form von Schnitt-, Trenn-, Schlag- und Brandspuren nachweisbar. Die Spuren deuten auf das Auslösen von Fleisch hin. Ein Wollnashorn trägt Brandspuren. Gämsen tragen Abhäutungsspuren. Bei allen Tiergruppen überwiegen die Zähne.

Pferde

Bei den bestimmbar Taxa dominiert das Pferd in drei verschiedenen Arten (wie in allen anderen Horizonten des Bockstein).

Neben Brandspuren finden sich Schlacht- und Schnittspuren am Material. Ebenso Re-tuscheure. Zerlegespuren weisen auf Freilegen der Wirbelsäule und Abtrennen der Rippen hin.

Bei den Jungtieren überwiegen Zähne, Rippen- und Wirbelfragmente. Es sind fast alle Altersstufen vertreten, nur die sehr alten Tiere fehlen. Eine Jagdsaison konnte nicht ermittelt werden. Abgesehen von Rippen, die dominieren, scheint eine ausgeglichene Skelettelementverteilung des Postcraniums bei den Equiden vorzuliegen.

Bei den Carnivoren überwiegt der Wolf. Beim Höhlenbären können menschliche Einbringungen in den Fundort nicht ausgeschlossen werden, außerdem fanden sich Schnittspuren an den Rippen.

Mammuta

Das zweitwichtigste Tier im Fundkomplex ist das Mammut, von dem überwiegend Zähne, aber kein Elfenbein vorhanden sind. Einige wenige Stück des Postcraniums sind vorhanden. Es handelt sich um Reste von vier juvenilen und 14

subadulten-adulten Tieren, sowie einem Jungtier. Bei den Schnittspuren handelt es sich vermutlich weniger um anthropogene Spuren, die der Nahrungsgewinnung dienten, als eher um die Nutzung der Mammutknochen als Unterlage.

Vögel

Von den 20 Vogelfunden konnten drei nicht bestimmt werden. Bei den bestimmbar sind Schneehuhn, Auerhuhn, Kolkrabe, Singvögel und Greifvögel. Beim Auerhuhn sind verbrannte Knochenteile und Schlachtsuren nachweisbar.

Wie schon mehrmals besprochen, ist auch hier nicht auszuschließen, dass die Vögel durch Menschen in die Höhle verbracht wurden.

Tab. A- 35, Ergebnisse, Bocksteinschmiede/-loch -, III

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Vögel, Leporiden	3	0
Jagdmuster	ev. prime age adult: <i>Rangifer tarandus</i> <i>Equus sp.</i> : catastrophic profil	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Rippen- und Wirbelfragmente: Equiden juvenil, sonst ganze Karkasse	5	5
Schlag- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	17
Score: 0,5			

Bocksteinschmiede/-loch- I

Das Inventar dieser Fundschicht ist sehr klein und daher nicht statistisch auswertbar, von den 100 Fundstücken sind 49 nicht bestimmbar (Krönneck 2012).

Dominierende Tierart nach NISP und Knochengewicht in diesem Horizont ist ebenfalls das Pferd, gefolgt von Boviden, dem Wollnashorn, dem Höhlenbär und der Hyäne. Der Höhlenbär und die Hyänen machen 17,6 % des gesamten Inventares aus.

Es gibt Schnitt-, Schlag- und Brandspuren. Diese anthropogenen Spuren machen 60,7 % alle Modifikationen aus.

Tab. A- 36, Ergebnisse, Bocksteinschmiede /-loch- I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Aves indet.	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			

Bocksteinschmiede/-loch- II

Auch in diesem sehr kleinen Inventar sind von 206 Knochenfragmenten 158 nicht bestimmbar. Subadulte bis adulte Wildpferde sowie subadulte bis adulte Wildrinder dominieren. Bei den unbestimmbaren handelt es sich um die Größenklasse Steinbock- bis Pferdegröße. Bei den Carnivoren überwiegt die Höhlenhyäne.

Schlag- und Schnittspuren kamen nur einmal vor, Brandspuren an unbestimmbaren Fragmenten 41mal. Leider liegt der Carnivorenanteil über 20 % und der score ist sehr niedrig, daher kann dieser Fundort nicht in die Untersuchungen einbezogen werden.

Tab. A- 37, Ergebnisse, Bocksteinschmiede /-loch- II

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma = 0,21$		34	7

Bocksteinschmiede/-loch- IV

Der unbestimmbare Anteil des Inventares (NISP:779) liegt doppelt so hoch wie der bestimmbare (NISP: 307).

Es dominieren *Equus sp.* sowie *Coelodonta antiquitatis* und *Rangifer tarandus*.

Bei den Equiden überwiegen die subadulten, aber sie tragen Schnittspuren, die auf Abhäutung hinweisen und ebenfalls Brandspuren. Insgesamt aber überwiegen bei den Equiden die Zähne.

Von *Cervus elaphus* gibt es nur adulte Tiere und bei den Rentieren überwiegen die postcranialen Elemente, nämlich Schafffragmente von Metatarsen.

Bei den Carnivoren sind alle großen Arten vertreten, insbesondere Höhlenhyänen. Ebenfalls im Inventar ist der Höhlenbär.

Interessant ist ein kleines, aber sehr diverses Inventar an großen Vögeln, wie Gans, Auerhuhn, Raufußhuhn, Alpenschneehuhn und Greifvögel.

277 der Funde tragen anthropogene Modifikationen, die meisten modifizierten Funde stammen von adulten *Cervus elaphus*.

Tab. A- 38, Ergebnisse, Bocksteinschmiede/-loch- IV

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus sp.</i> , <i>M. marmota</i> , Aves div.	3	3
Jagdmuster	prime age adult: <i>C. elaphus</i>	5	5

Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>R. tarandus</i> nur Postcrania	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x (11)	5	5
Brandspuren	x (261)	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	20
Score: 0,59			

Bocksteinschmiede/-loch- V

Bei dem kleinen Inventar überwiegen die unbestimmbaren Anteile mit 247 die bestimm- baren mit 113. Dominant sind *Equus sp.* sowie *Rangifer tarandus*. Bei den unbestimm- baren überwiegt die Gruppe in Pferdegröße.

Es sind alle großen Carnivoren sowie der Höhlenbär vorhanden.

Die Equiden tragen Schlacht-, Schnitt- und Brandspuren. Alle drei anthropogenen Mo- difikationsarten sind auch bei den unbestimmbaren Stücken nachweisbar, Brandspuren 141, Schlacht- und Schnittspuren nur 5. Beim Ren gibt es Schnittspuren und bei *Bos sp.* ein verbranntes Humerusfragment.

Tab. A- 39, Ergebnisse, Bocksteinschmiede/-loch- V

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewich- tungsfaktor	Er- reichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer taran- dus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	
Score: 0,21			

Bockstein-Törle X

Der zweitmächtigste mittelpaläolithische Horizont am Bockstein ist BS-Törle X mit 1614 Funden von denen 492 bestimmbar waren. Das Durchschnittsgewicht der Funde liegt bei 6,2 g, und somit ist das Material als stark fragmentiert einzustufen.

In diesem Fundhorizont gibt es keine Silexartefakte, was sein zu Stande kommen durch den Menschen fraglich macht. Dennoch überwiegt das Pferd alle anderen Spezies und es waren Brandspuren sowie Schlag- und Schnittspuren, wenn auch in geringerer Zahl als natürliche Modifikationen, zu verzeichnen.

Bei den Pferden überwiegen die jungen Tiere, senile fehlen vollständig.

Krönneck stellte überwiegend frische Spiralbrüche fest, die auf Knochenmarksausbeutung hindeuten, allerdings ist sie sich nicht sicher, ob sie hauptsächlich durch Menschen verursacht wurden, da die Zahl der Schnitt- und Schlagspuren so gering ist.

Zusammenfassung

Von allen am Bockstein untersuchten Horizonten trägt der BS- III die meisten Schnittspuren mit 6,7 % der NISP. Bei den Brandspuren liegt BS-III mit 6,3 % der NISP allerdings im unteren Drittel. Im BS-V dagegen weist 39,4 % des Materials Brandspuren auf.

Skelettteilrepräsentanz

Im BS-III dominieren Rentiermetatarsen andere Skeletteile, bei den Equiden sind es die Rippen. Da diese Skelettelemente häufig als Werkzeuge dienen, scheinen sich keine Subsistenzüberlegungen daraus ableiten zu lassen.

In den mittelpaläolithischen Schichten der verschiedenen Bocksteingrabungsareale dominiert das Pferd. Als zweithäufigste Arten kommen *Rangifer tarandus*, *Bos sp.*, *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis*.

Ebenfalls vertreten sind in diesen Schichten große Carnivoren, aber sie dominieren das Inventar nicht. Anthropogene Modifikationen sind in allen mittelpaläolithischen Schichten nachweisbar, teilweise in großer Anzahl. Die starke Fragmentierung des Materials lässt kaum Deutungen von Mortalitätsprofile zu.

Insgesamt scheint es sich um einen Platz zu handeln, an dem große Herbivoren und Megafauna von Menschen verarbeitet wurden, auch wenn keine aktive Jagd auf diese Tiere ausschließlich durch Menschen nachweisbar ist. Interessant ist, dass neben den eher proteinreichen Tieren auch die fettreichen, wie *Mammuthus primigenius* und *Coelodonta antiquitatis*, ausgebeutet wurden.

5.2 Hohlenstein-Stadel

Name	Hohlenstein-Stadel
Geograf. Breite	48°32'57.26" N
Geograf. Länge	10°10'22.76" E
Land	Deutschland
Höhe	470 müM Bärenhöhle 467 müM, Stadel 464 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	RMP: E: 46 440 ± 1050 BP, D: 40 560 ± 480 BP UMP: A2: 41 920 ± 545 BP, C 39 805 ± 420 BP

Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	RMP = Wetzel: VIII, IX , Beutelspacher und Kind: E, D (GH) UMP: Wetzel, Beutelspacher und Kind: A2, C (GH)
Calibrierte Daten	RMP: E: out of range, D: 43 577 – 45 238 (cal BP, oxcal) UMP: A2: 44 523 – 46 187, C: 43 103 – 44 555 (cal BP, oxcal)
Quelle	(Conard et al. 2012; Kitagawa 2014; Krönneck et al. 2004)

Die Daten zur Auswertung entstammen verschiedenen Grabungskampagnen: a) sind Daten aus den Grabungen Wetzel 1939, b) sind Daten von Beutelspacher und Kind 2008– 2011. Sie wurden von Kitagawa 2014 im Rahmen ihrer Dissertation ausgewertet (Kitagawa 2014).

Der Hohlenstein-Stadel ist ein kombinierter Platz für Hominiden, Carnivoren und Höhlenbären. Es wurden 16 verschiedene Säugetiertaxa, welche die Tundra-Steppe sowie Waldland besiedelten, nachgewiesen. Das am häufigsten vorkommende Taxon ist der Höhlenbär. Bären nutzten die Höhle als Winterschlafplatz. Höhlenbären werden selten von anderen Tieren in Höhlen transportiert.

Die zweithäufigste Spezies nach Bären sind Pferde, sie dominieren alle Herbivorenspezies.

Mittelpaläolithische Schichten

Tab. A- 40, NISP, Knochengewicht und Merkmale, RMP, Hohlenstein-Stadel

Herbivora groß	NISP	[%]	Gewicht [g]	Schnittspuren	Schlagspuren
<i>Bos sp.</i>	9	0,19	468,8		
<i>Bovidae</i>	1	0,02	0,4		
<i>C. elaphus</i>	1	0,02	19,8		
<i>C. antiquitatis</i>	41	0,84	1672,9		
<i>Equus sp.</i>	137	2,82	2125,4	Metapodien Langknochen	Langknochen

<i>M. primigenius</i>	102	2,10	2746,4		
<i>R. tarandus</i>	25	0,51	128,2		Meta- tarsus III
Cervidae	15	0,31	42,3		
Ungulate small	6	0,12	5,6		
Ungulate me- dium	16	0,33	61,7		
Ungulate large	31	0,64	664,9		
Ungulate indet.	18	0,37	18,7		
<i>Ursus sp.</i>	1085	22,31	6518,0		
Body size 1	32	0,66	6,1		
Body size 2	357	7,34	288,3		
Body size 3	707	14,54	1674,7		
Body size 4	670	13,78	4634,0	Rippe	
Body size 5	20	0,41	960,4		
Carnivora groß					
<i>C. crocuta,</i>	62	1,28	490,9		
<i>P. leo spelea,</i>	9	0,19	328,4		
<i>Vulpes vel La- gopus</i>	29	0,6	12,5		
<i>C.lupus</i>	27	0,56	207,6		
Klein: Carni- vora und Her- bivora					
<i>Lepus sp.</i>	10	0,21	2		
Vögel	14	0,29	2,3		

Fische	4	0,08	0,8		
--------	---	------	-----	--	--

Tab. A- 41, NISP, Knochengewicht und Merkmale, RMP, Hohlenstein-Stadel

Herbivora Groß	NISP	%	Gewicht	Schnitt- spu- ren	Schlag- spuren
<i>Bos sp.</i>	5	0,09	497,6		
<i>Bovidae</i>	2	0,03	3,2		
Ungulate small	29	0,5	88,8		
Ungulate medium	18	0,31	98,5		
Ungulate large	39	0,67	495,5		
ungulate	26	0,45	59,3		
<i>C. elaphus</i>	1	0,02	11,1		
<i>C. antiquitatis</i>	57	0,98	2086,0		
<i>Equus sp.</i>	218	3,75	5636,3	Meta- podien	Langkno- chen
<i>M. primigenius</i>	109	1,87	3293,4		
<i>Cervidae</i>	9	0,15	33,3		
<i>R. tarandus</i>	34	0,58	436,0		
<i>Ursus sp.</i>	1221	21	12642,7		Langkno- chen
Body size 1	35	0,6	8,0		
Body size 2	169	2,91	132,4		
Body size 3	1351	23,23	3271,9		Langkno- chen
Body size 4	1488	25,59	10956,0	Lang- kno- chen	

Body size 5	15	0,26	425,6		
Klein: Carnivora und Herbivora					
<i>Lepus sp.</i>	12	0,21	17,3		
Vögel indet.	16	0,28	9,2		
Fische indet.	2	0,03	0,8		

Altersprofil

Das Sterbeprofil der Pferde wird dominiert durch juvenile und adulte Tiere, berechnet nach NISP. Dabei ist nicht klar, wer die Prädatoren waren.

In allen Schichten kommt das Wollnashorn vor. Das Sterbeprofil der Wollnashörner ist dominiert von juvenilen Tieren und ist daher sowohl Folge von menschlicher als auch von Jagd durch Carnivoren.

Rentier, Boviden und Rotwild sind sehr selten in den MP Schichten.

Unter den Carnivoren dominieren Hyänen und Füchse.

Equiden, Wollnashorn und Mammuta sind in den MP Schichten hauptsächlich durch Zähne repräsentiert. Bei Pferden und Rentieren dominieren Zähne und Schädel.

Schnitt- und Schlag- und Brandspuren

Schnitt- und Schlagspuren kommen beim Pferd und Ren vor, 2,17 % des Inventars trägt Brandspuren.

In allen Schichten sind Leporiden vertreten. Die Akkumulation der Fischfragmente wird Höhlenbären und Feliden zugeschrieben. Die Vogelknochen gehen eventuell auf Homíniden zurück.

Knochenmarksgewinnung ist für Rentiermetapodien belegt.

Tab. A- 42, Ergebnisse, MP, Hohlenstein-Stadel

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus sp.</i> ,) <i>Equiden</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Lepus, Aves, Pisces	3	3
Jagdmuster	<i>Equus sp</i> : juvenile und adulte <i>C. antiquitatis</i> : juvenile catastrophic profile	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	Zähne	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	Schlagspuren > Schnittspuren in Anzahl MPR: 4,2 % MPU: 1,2 %	5	5
Brandspuren	2,17 % aller Knochen	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	13
Score: 0,38			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

5.3 Kogelstein

Name	Kogelstein
Geograf. Breite	48°21'45" N
Geograf. Länge	9°43'17" E
Land	Deutschland

Höhe	543,8 müM
Fundplatzgattung	-
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	> 45 000 BP, MP= älteres oder mittleres Würmglazial
Datierungsmethode	Radiocarbon, Knochen
Archäolog. Horizont	AH O, AH Io, AH Iu, AHII
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Böttcher et al. 2000; Conard et al. 2012)

Der Fundort besteht heute nicht mehr, da er wegen des Baus einer Bahntrasse zerstört wurde. Es konnten nur wenige Fundstücke geborgen werden. Entsprechend der Steinartefakte ist es ein mittelpaläolithisches Inventar.

Die dominierende Carnivorenart ist die Hyäne, die dominierende Herbivorenart nach NISP ist das Pferd, danach folgen in absteigender Reihenfolge Boviden und Gämsen.

Diese Höhle wird als Hyänenwurfplatz (Münzel und Conard 2004b; Böttcher et al. 2000) eingestuft, das Altersprofil spricht für viele Jungtiere. Der Verbiss der Knochen ist typisch für Hyänen. Bei den Herbivoren dominieren Equiden, Cerviden und Boviden. Da die Ernährung von Hyänen und Menschen sich sehr ähnlich ist, ist es schwierig, das Material einem der beiden zuzuweisen (Stiner 1994).

Interessant ist das relativ hohe Ausmaß an Murmeltieren mit Schnittspuren. Dieser Umstand deutet auf gezielte Ausbeutung des Murmeltierfettes, oder auch des Felles und Fleisches hin. Murmeltierfett enthält Corticoide, die entzündungshemmend und schmerzlindernd sind. Murmeltierfett wird aber nicht eingenommen, sondern äußerlich angewandt (Wagner und Nusser 1988b; Wagner und Nusser 1988a).

Tab. A- 43, NISP, MNI und Merkmale, Kogelstein

Herbivora groß	NISP	[%]	MNI	Schnitt-, Schlacht- spuren
<i>Bos sp.</i>	53	4,8	8	
<i>Bovidae</i>				

<i>C. ibex</i>	5	0,4	2	
<i>C. elaphus</i>	34	3,2	6	
<i>C. antiquitatis</i>	12	1,1	3	
<i>Equus sp.</i>	143	12,8 Schnitt- spuren	9	1
<i>M. primigenius</i>	5	0,4	2	
<i>M. giganteus</i>	1	0,1	1	
<i>R. tarandus</i>	37	3,3	5	
<i>R. rubicapra</i>	46	4,1	6	
Carnivora groß				
<i>Ursus sp.</i>	2	0,2	1	
<i>C. crocuta</i>	127	11,4	16	
<i>P. leo spelea</i>				
<i>Vulpes vel La- gopus</i>	418	37,6	22	1?
<i>C. lupus</i>	44	3,9	6	
Klein				
<i>Lepus sp.</i>	65	5,8	6	
<i>Castor fiber</i>				
<i>M. marmota</i>	113	10,4 Schnitt- spuren	7	1
<i>M. meles</i>	1	0,1	1	

Vögel	85 Vogel- tierreste			
Fische				
<i>Thymallus thymallus</i> , Äsche	53			
<i>Lota lota</i> , Rutte	31	5		
Fische gesamt	94			
Gesamt be- stimmbar	1114			
unbestimmbar	22311			

Kleine Tiere, Vögel, Fische

Insgesamt enthält das Material auch viele kleine Tiere, Vögel und Fische. Der Eintrag der größeren Fische (41 der Fische: Gewicht: 100 g–200 g, 37 der Fische: Gewicht 300 g bis 1,5 kg) wird auf den Menschen zurückgeführt, die kleineren Fische gehen auf das Konto von Eulen.

Anthropogene Einflüsse

Schnittspuren zeigen der Rotfuchs, das Marmelotier, das Rentier, das Pferd und der Höhlenbär, Schnitt- und Schlagspuren der Riesenhirsch. Die meisten Schnittspuren finden sich bei der dominierenden Herbivorenart dem Pferd.

Es wurden zwar Holzkohlen gefunden, sie sind aber stratigrafisch schwer einzuordnen.

Gebrauchsspurenanalyse

Einige Werkzeuge wurden einer Gebrauchsspurenanalyse unterzogen. Dabei waren Fell- und Lederarbeiten erkennbar: einfacher Schaber (Museum Schelklingen), Politur weist auf Kontakt mit organischem Material hin, Vergleiche deuten auf Schlachtstätigkeiten oder Abziehen des Felles von Extremitätenknochen hin.

Tab. A- 44, Ergebnisse, Kogelstein

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Marmota marmota, Aves, Pisces</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			

5.4 Sirgenstein

Name	Sirgenstein/Achtal
Geograf. Breite	48°38'58.834" N
Geograf. Länge	10°17'46.936" E
Land	Deutschland

Höhe	35 m. ü. Talhöhe
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	> 45 000 BP
Datierungsmethode	-
Archäolog. Horizont	VII und VIII
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Münzel und Conard 2004b; Conard et al. 2012; Schmidt 1912)

Neuanalyse Sirgenstein MP, (Münzel und Conard 2004b)

Eine frühere Analyse erbrachte, dass das häufigste Taxon am Sirgenstein der Höhlenbär ist und der Ort als Überwinterungsplatz für Bären diene. Dies konnte nicht verifiziert werden, weil wohl ein Teil des Materials verloren ging.

Die Analyse des vorhandenen Materials zeigte eine Dominanz von Wildpferd und Riesenhirsch. Die Neuanalyse ergab Schnittspuren beim Pferd, einige Knochenretuscheure und Herdstellen. Die Jagdsaison für die Pferde war der Winter (Dezember/Januar), entsprechend dem Gestationsalter von fötalen Knochen.

Tab. A- 45, Ergebnisse, Sirgenstein

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Megaloceros giganteus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus sp.</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

5.5 Vogelherd

Name	Vogelherd/Lonetal
Geograf. Breite	48°33'32.537" N
Geograf. Länge	10°11'39.851" E
Land	Deutschland
Höhe	18 m.ü. Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	31 310 + 240/ - 230 BP (Bolus and Conard, 2006)
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	AH VI, spätes Moustérien
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Niven 2006)

Der Moustérienhorizont AH VII des Vogelherdes liegt in der frühen Warmphase der OIS 3.

Die beiden häufigsten Taxa sind *Equus sp.* und *Coelodonta antiquitatis*.

Im AH VII gibt es keine Schnitt- oder Schlagmarken und auch keine Brandspuren. Carnivoren haben an die 79 % der Knochen zerstört. Beim Wollnashorn sind sie sogar für 90 % des Verbisses verantwortlich. Bezogen auf die Skeletteile sind bei Pferd, Mammut und Wollnashorn Zähne dominierend.

Es gibt einen Knochenretuscheur, der auf menschliche Nutzung der Höhle schließen lässt.

Bei sechs Bovidenknochen und einer Pferdephalange konnte Green breakage nachgewiesen werden, dies kann allerdings auch auf Carnivoren zurückzuführen sein. Kratzspuren auf Knochenoberflächen von acht Fragmenten könnten von menschlichen Schlachtaktivitäten oder Carnivoren verursacht worden sein.

In diesem Horizont gibt es keine Herde und auch keine Aschelinsen.

Die großen Carnivoren sind mit 12,5 % der MNI vertreten. Dies liegt unter dem 20 % Minimum, die die Ansammlung ausschließlich Carnivoren zuweisen würde.

Mortalitätsmuster

Es war nur möglich, Sterblichkeitsprofile für Wollnashorn und Pferd anzulegen. Beim Wollnashorn liegt ein Attritional Profil vor, d.h. die Gruppe der 0–3jährigen Tiere überwiegt. Dies kann verursacht sein durch Carnivoren oder ist die Folge von natürlichem Tod, weil diese Altersgruppe besonders vulnerabel ist.

Da es nur wenige gesicherte Belege für die menschliche Jagd auf Wollnashörner gibt, ist es schwierig, zu entscheiden, wie ein solches Mortalitätsprofil aussehen würde.

Beim Pferd liegt ebenfalls ein Attritional Profil vor mit leichter Dominanz der Altersgruppe der Prime age adults. Ob es sich dabei um tierische oder menschliche Predatoren handelt, ist nicht entscheidbar.

Bei der Skelettrepräsentanz überwiegen die Crania der großen Herbivoren, außer bei den Boviden.

Insgesamt entspricht die Skelettrepräsentanz der einer gemischten Ansammlung durch Mensch und Hyäne.

Der Anteil der Pferdecrania deutet auf eine menschliche Ausbeutung dieser Ressource hin.

Tab. A- 46, NISP, MNI, Knochengewicht, Vogelherd

Groß	AHVII NISP	Ge- wicht [g]	MNI
<i>Bos sp.</i>	49	441	7
<i>C. elaphus</i>	10	102	2
<i>C. antiquitatis</i>	57	5809	10
<i>Equus sp.</i>	329	18898	28
<i>M. primigenius</i>	15	2014	5
<i>M. giganteus</i>	7	94	1
<i>R. tarandus</i>	7	2577	2
<i>Ursus sp.</i>	26	886	3
Carnivora			
<i>C. crocuta</i>	10	54	2
<i>P. leo spelea</i>	2	23	1
<i>Vulpes vel La- gopus</i>			
<i>C. lupus</i>	6	32	2
Klein			
<i>Lepus sp.</i>	1	1	1

Gesamt identifiziert	64		
----------------------	----	--	--

Tab. A- 47, Ergebnisse, Vogelherd

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp, Coelodonta antiquitatis</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult ev., für Pferde	5	4
Dominanz einzelner Skelettelemente	überwiegend Crania bei den großen Herbivoren, außer bei Boviden; Crania durch Menschen ausgebeutet	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			

5.6 Geißenklösterle

Name	Geißenklösterle
Geograf. Breite	48°23'36.74" N
Geograf. Länge	9°45'20.632" E
Land	Deutschland
Höhe	60 m über Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	AH IV- VIII Mittelpaläolithikum
Datierung	IV 33 200 + 520/-490 MP IV 35 010 + 380/-360 MP IV 36 700 + 450/-430 MP IV 36 820 + 400/-380 MP IV 37 780 + 520/-490 MP IV 38 240 + 780/-710 MP IV 38 490 + 460/-430 MP VI 38 450 + 550/-520 MP VII 31 629 +391/-373 MP VIII 33 430 + 480/-450 MP VIII 40 090 + 640/-600 MP VIII 41 410 +1,500/-1 260 MP
Datierungsmethode	ESR
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Conard et al. 2006; Conard 2006; Conard und Bolus 2008; Conard et al. 2019; Münzel und Conard 2004a)

Der mittelpaläolithische Horizont ist geprägt von starken Einflüssen des Sedimentdruckes und von Schäden durch Carnivoren.

Die mittelpaläolithischen Horizonte des Geißenklösterle ergaben 1308 Knochenfragmente, von denen 510 nicht sicher einer Art sondern nur eine Größenklasse zugewiesen werden konnten. Die Mehrzahl mit einer NISP von 586 entfällt auf den Höhlenbär.

Die dominierende Herbivorenart ist das Ren mit einer NISP von 53, das Pferd mit NISP von 21 und das Wollnashorn mit NISP 20.

Schnitt- und Schlagspuren

Schnitts- und Schlagspuren befinden sich auf Wolf, Höhlenbär, Pferd, Schnittspuren beim Steinbock und Schlagspuren bei Gämse und Rothirsch.

Angaben zu Geschlecht, Alter, Skelettteilrepräsentanz und Jagdsaison gibt es nicht.

Table 2. Geißenklösterle. NISP and bone weight (g) of large mammal species from the Middle Paleolithic and Aurignacian. Modified after Münzel and Conard 2004a.

Industry Archaeological/geological layers	Upper Aurignacian		Lower Aurignacian		GH 17(nearly sterile)		Middle Paleolithic	
	AH II		AH III		GH 17		AH IV-VIII	
Species	NISP	Weight (g)	NISP	Weight (g)	NISP	Weight (g)	NISP	Weight (g)
Brown/Arctic hare (<i>Lepus</i> sp.)	182	210,1	27	12,0	1	3,0	8	8,8
Marmot (<i>Marmota marmota</i>)							1	0,1
Wolf (<i>Canis lupus</i>)	56	282,6	35	134,8	5	17,2	19	103,6
Red fox (<i>Vulpes vulpes</i>)	8	8,5	4	5,5			1	2,6
Arctic fox (<i>Alopex lagopus</i>)	2	1,9	3	2,5				
Red/Arctic fox (<i>Vulpes</i> or <i>Alopex</i>)	63	32,9	79	67,6	13	15,0	25	31,9
Cave bear (<i>Ursus spelaeus</i>)	1 656	7 905,6	1 316	4 781,2	386	2 270,4	586	2 945,4
Cave lion (<i>Panthera leo spelaea</i>)			1	4,1			3	13,1
Lynx (<i>Felis lynx</i>)	1	1,2	1	0,5			1	1,0
Polecat (<i>Mustela putorius</i>)	1	0,2						
(<i>Mustela erminea/nivalis</i>)			1	0,2				
indet. marten (<i>Martes</i> sp.)	1	0,2	1	0,5			1	0,2
Hyena (<i>Crocuta spelaea</i>)	5	7,5	8	14,3	9	70,0	8	26,6
indet. small carnivores	6	1,4	7	7,1	3	1,4		
indet. large carnivores	8	14,0	28	23,5	9	5,2	7	14,9
Mammoth (<i>Mammuthus primigenius</i>)	1 883	4 697,3	3 178	2 941,5	8	19,2	20	25,2
Wild horse (<i>Equus ferus</i>)	381	5 091,8	102	1 359,7	24	572,7	21	316,6
Woolly rhino (<i>Coelodonta antiquitatis</i>)	19	119,6	43	749,2	4	348,4	8	129,2
indet. large ungulates	3	1,2	5	1,6				
indet. cervids			1	2,4				
Giant deer (<i>Megaloceros giganteus</i>)	1	51,8			1	17,0	7	68,9
Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)	5	63,1	5	80,2	3	38,5	2	250,1
Roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)			3	18,5			2	5,9
Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	263	1 728,3	230	1 189,4	14	49,3	53	1 106,8
large bovid (<i>Bos</i> or <i>Bison</i>)			1	12,5	1	6,9		
Ibex (<i>Capra ibex</i>)	51	250,3	53	274,0	11	82,7	20	268,1
Chamois (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	17	62,0	18	53,8	5	22,0	5	30,5
indet. small ruminants	95	190,3	151	330,8	19	30,8	64	231,0
indet. large ruminants	2	24,2	2	1,3	2	1,2		
indet., no size class	4 407	847,7	1 129	386,4	109	31,7	118	74,5
indet., hare- to fox-size	37	16,8	38	16,7	2	1,3	5	3,0
indet., middle-sized carnivores to size of small ruminants	22	35,0	34	41,2	1	0,5	14	23,8
indet., ibex-, reindeer- & red deer size	135	200,8	323	451,5	18	33,8	80	186,5
indet., bear- to horse-size	757	2 248,8	664	1 724,7	114	293,2	220	790,6
indet., mammoth- to rhino-size	147	2 051,3	42	510,6	2	17,4	9	58,1
Total	10 214	26 146	7 533	15 200	764	3 949	1 308	6 719

Mittelpaläolithikum (Conard et al. 2006)

Von den insgesamt 1308 faunistischen Fundstücken aus diesem Horizont fallen nach NISP und Gewicht 586 auf den Höhlenbären und 220 Stücke die in die Größenklasse des Höhlenbären gehören. Der Höhlenbär ist somit die dominierende Tierart.

An zweiter Stelle steht das Rentier mit NISP: 53 und der Hälfte des Gewichts des Höhlenbären. Insgesamt sind 18 verschiedene große Spezies vertreten.

Bei den echten Carnivoren dominieren Rotfuchs und Wolf. Bei den Herbivoren nach Rentier, das Pferd und der Steinbock bezogen auf den Gewichtsanteil im Inventar.

Eine kleine Menge kann dem Mammut und dem Wollnashorn zugeschrieben werden. Die Menge an Wollnashorn ist in den mittelpaläolithischen Schichten größer als in den nachfolgenden Aurignacienschichten.

Tab. A- 48, Ergebnisse, Geißenklösterle, MP

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Ursus spelaeus, Equus sp., Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Vögel, Fische	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	9
Score:0,26			

5.7 Sesselfelsgrotte II

Name	Sesselfelsgrotte II/Altmühltal
Geograf. Breite	48°56'8,2" N
Geograf. Länge	11°47'21,6" E
Land	Deutschland
Höhe	374 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien, Micoquien
Datierung	<p>Ende OIS 3, 55 000 – 40 000 BP</p> <p>G2: 35 200 ± 260</p> <p>G2: 34 800 ± 300 Knochenkohle</p> <p>G2: 36 600 ± 875</p> <p>G2: 41 840 +1170 -1020 Holzkohle</p> <p>G4: 46 600 +980 -880 Knochenkohle</p> <p>E 3: spätes Mittelpaläolithikum</p> <p>E 1-2: Jungpaläolithikum</p>
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäol. Horizont	Nur G ist OIS 3
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Freund und Reisch 2014; Maul 2014; Rathgeber 2014; Richter 1994; Weißmüller 1995; Rathgeber 2002)

Micoquien, G-Schichten Komplex

Die Sesselfelsgrotte ist eine besondere Fundstelle, da sie rund 25 Kulturhorizonte aufweist.

Der G-Schicht Komplex fällt in das Micoquien, in etwa in den Beginn der OIS 3. Es ist die Zeit, in der sie am stärksten durch den Menschen frequentiert wurde.

Bei den Herbivoren überwiegen *Rangifer tarandus*, *Mammuthus primigenius* und *Equus sp.* Beim Mammut sind es nur Lamellensplitter von Backenzähnen, daraus ergibt sich die hohe Anzahl an Exemplaren (Freund und Reisch 2014) und die geringe Stückzahl Elfenbein, Stoßzahnfragmente und Knochen. Vom Wollnashorn sind Zahnsplitter und Skelettelemente vorhanden.

Tab. A- 49, NISP und anthropogene Spuren, Sesselfelsgrötte II

Groß	NISP	Anthropogene Spuren
<i>Bos sp.</i>	165	-
<i>C. ibex</i>	18	-
<i>C. elaphus</i>	5	-
<i>C. antiquitatis</i>	34	-
<i>Equus sp.</i>	140+57	-
<i>M. primigenius</i>	253	-
<i>M. giganteus</i>	11	-
<i>R. tarandus</i>	418	-
Klein		
<i>Lepus sp.</i>	49	Schnittspuren
Pisces	1 Hecht 3 Cyp- rinidae kein ein- deutiger Hinweis auf menschl. Fischfang	-

Vom Ren sind viele Tibiaschäfte, Metapodien und Phalangen vorhanden, was auf eine Ausbeutung von Knochenmark hindeutet.

Aber auch Wolf, Eisfuchs, Rotfuchs, Rothirsch, Riesenhirsch und Steppenbison sowie Auerochse, Steinbock und Gämse sind vertreten.

Es sind alle großen Carnivoren vertreten und 38 nicht identifizierbare Carnivorenfragmente.

Der Höhlenbär ist mit 17 identifizierten Zähne und Knochen in allen Schichten vertreten. Er ist mit einer Mindestindividuenzahl von 8 im G-Schichtkomplex ein untergeordnetes Faunenelement. Der Entwicklungs- und vor allem der Erhaltungszustand ist ungleichwertig, so dass Vermessungen unmöglich sind.

Rathgeber (2002) ist der Meinung, dass die Höhlenbären durch menschlichen Einfluss in die Fundstelle kamen, und die Fundstelle kein Höhlenbärenhibernationsort war. Es herrschen subadulte bis adulte Individuen vor, einzelne sogar senil. Die Höhlenbärenknochen zeigen keine anthropogenen Spuren auf. Aus dem Fragmentierungsgrad einzelner Eckzähne könnte lediglich geschlossen werden, dass sie – noch im Kieferknochen verankert – als Schlagwerkzeuge genutzt wurden (Rathgeber 2002).

Bei den kleinen Tieren sind Fische und in relativ großer Zahl Leporiden vorhanden. An ihnen befinden sich Brandspuren und Schnittspuren. Im gesamten G-Horizont befinden sich verbrannte Knochen.

In der Fundschicht G sind 13 Neandertalerknochen vorhanden.

Spätes Mittelpaläolithikum, E 1–3 Schicht

Eine späte mittelpaläolithische Belegung wird durch die E Schichten angezeigt, die fundarm sind und neben Caniden, Höhlenbär, Hase, Pferd, Ren kommen weitere große Paarhufer vor. Mammut, Steinbock und Gämse kommen in diesem Horizont das letzte Mal vor.

Tab. A- 50, Ergebnisse, Sesselfelsgrotte, E 1-3 Schicht

Merkmale	An- oder Abwesenheit des Merkmals	Gewichtungsaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus sp.</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelet-telemente	Ren: Tibiaschaft, Meta-podien, Phalangen	5	3
Schlacht- und Schnittspuren	<i>Lepus sp.</i>	5	5
Brandspuren	<i>Lepus sp.</i>	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Asche-linsen	-	1	0
Σ		34	18
Score: 0,53			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

6 Tschechien

6.1 Kůlna Höhle

Name	Kůlna Höhle
Geograf. Breite	49°40' N
Geograf. Länge	16°73' E
Land	Tschechien/Mähren
Fundplatzgattung	Höhle
	469 müM
Lithische Industrie	Schicht 6a: frühes Micoquien Schicht 7a, b, c, d, 8a, 9b: Micoquien Schicht 10: Mittelpaläolithikum Flächen c-f, g-h = Sektoren G1, G2: Gravettien
Datierung	Schicht 6a, b: >50 000 BP, Schicht 7a: 45 660 ± 2850 BP, 38 600 ± 950/800 BP

	Schicht 7a mit ERS: 50 000 ± 5000 BP, 53 000 ± 6000 BP, 45 660 ± 2850/2200 BP 27 568 ± 445 BP 25 827 ± 516 BP
Datierungsmethode	Schicht 7a: ERS Radiocarbon: Gravettien
Calibrierte Daten	Schicht 7a: 56 153 ± 7702 cal BP, 42 974 ± 1152 cal BP Schicht 7c: ≈ 50 000 – >69 000
Quelle	(Musil 2010; Valoch et al. 1969; Valoch 1988)

Die Kulna-Höhle im mährischen Karst verfügt über mittelpaläolithische Horizonte, sowie über zwei jungpaläolithische Horizonte, die dem Gravettien und dem Magdalénien angehören.

Micoquien

Säugetierspezies wurden von Musil nach Horizonten aufgeführt, aber er gibt nirgends exakte Daten in NISP oder MNI an, so dass diese Daten schwierig mit anderen Fundorten zu vergleichen sind.

Die kalibrierten Daten der Schicht 7a umfassen einen Zeitraum von rund 56 ka bis 42 ka und decken die frühe Warmphase der OIS 3 ab.

Schicht 7a: diese Schicht ist an faunistischem Material am fundreichsten.

- Aves,
- Leporidae: *Alopex lagopus*
- Carnivora: *Panthera sp.*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Crocuta spelaea*, *Ursus spelaeus*.
- Herbivora: *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus sp.*, *Rangifer tarandus*, *Alces alces*, *Bovidae*, *Saiga tartarica*.
- Das Ren dominiert alle anderen Arten. Ebenfalls reich vertreten ist das Mammut. Alle anderen Tierarten kommen nur sporadisch vor.

Schicht 7b: enthält Fauna, ist aber steril hinsichtlich Steinartefakten.

Schicht 7c:

- Herbivora: *Mammuthus primigenius*, *Equus sp.*, *Bovidae*, *Alces alces*, *Capra ibex*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Rangifer tarandus*, Aves.

- *Carnivora: Canis lupus, Vulpes vulpes, Alopex lagopus, Crocuta crocuta, Ursus spelaeus.*

Schicht 7d:

- *Herbivora: Alces alces, Bovidae, Castor fiber, Capridae, Capreolus capreolus, Cervus elaphus, Coelodonta antiquitatis, Equus sp., Lepus sp. Mammuthus primigenius, Rangifer tarandus.*

Die dominierende Art ist das Mammut, während Ren und Wollnashorn ganz in den Hintergrund treten. Das Mammut ist ausschließlich durch einige Molaren und Stoßzähne von Jungtieren belegt. Musil schließt daraus, dass die Tiere am Jagdplatz zerlegt und zur Höhle transportiert wurden.

Anthropogene Spuren

Die Knochen der anderen Tiere waren durchweg zerschlagen oder aufgespalten, was menschlicher Tätigkeit zugewiesen wird, wenn auch Carnivorenverbiss an manchen nachweisbar ist.

Das Zerschlagen von Knochen, die kein Mark enthalten, wird zur Nutzung als Brennmaterial gedeutet (Valoch 1988).

Musil betrachtete die Fauna der Kúlna Höhle ausschließlich im Sinne der Umweltrekonstruktion, so dass es kaum Aussagen zum Zustand der Fauna, anthropogene Einflüsse, zum Tierverschiss, Sterbeprofilen oder Skelettrepräsentanz gibt.

Diese Auswertung ist eigentlich nur dazu geeignet, festzustellen, welche Tierarten im vorliegenden Zeitabschnitt vorkamen.

Die Jagdorientierung war laut Musil zu Gunsten der Großsäuger.

Tab. A- 51, Ergebnisse, Kúlna Höhle, Schicht 7a

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			
Bemerkungen	NT Skelettreste in 7a		

Tab. A- 52, Ergebnisse, Kúlna Höhle, Schicht 7c

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	keine quantitative Erfassung	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0

Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			

Gravettien

Der Gravettienhorizont der Kúlna Höhle enthielt wenig Fauna. Zur Auswertung können nur die gleichen Aussagen getroffen werden wie für das Micoquien.

Die Knochen sind intensiv fossilisiert. Folgende Taxa, die zur großen Jagdfauna gezählt werden, machen 92 % aller Faunenfunde aus: *Bos sp.*, *Cervus elaphus*, *Equus sp.*, *Mammuthus primigenius*. Die Aufzählung bezeichnet keine quantitative Reihenfolge.

Tab. A- 53, Ergebnisse, Kúlna Höhle, Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp.</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	wenige nur beim Ren	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	-	5	0

Jagdsaison	-	1	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	6
Score: 0,18			

7 Polen

7.1 Ciemna Höhle

Name	Ciemna Höhle
Geograf. Breite	50°11'45" N
Geograf. Länge	19°49'45" E
Land	Polen
Höhe	372 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Pradnik industry, Micoquo-Prondnikiens
Datierung	Sector CO, trenches I, II, IV, V entspricht der Datierung in Schicht 11 von trench II 41 500 ± 1000 BP (Poz-27 268) verbrannter Knochen,
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	47 000 – 43 000 cal BP,
Quelle	(Valde-Nowak et al. 2014)

In der Ciemna Höhle wurde seit 1871 immer wieder gegraben. Die Hauptgrabungen lagen zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Der Sektor CO ist besonders wichtig, da nach dessen Steinartefakten das regionale Micoquien „Pradnicki cykl“ benannt wurde.

In einer Arbeit von 2014 gelang es die Schichten der verschiedenen Grabungen zu korrelieren. Die ältesten Schichten datieren in das Eem, MIS 5e.

Von den vielen Schichten und Sektoren in der Ciemna Höhle, die archäologisch ergraben wurden, wird nur von Sector CO5 und seinen Schnitten von Fauna berichtet. Ein Teil der Fauna ging während des 2. Weltkrieges verloren.

In den vier Schnitten von Sector CO5 wurden 10 895 Knochenfragmente gefunden, von denen nur 4 % auf Taxaebene bestimmt werden konnten. Sie konnten 16 verschiedenen Taxa zugewiesen werden.

88 % des identifizierbaren Materials stammt von Carnivoren und hier dominiert *Ursus spelaeus*. Nur 12 % des Materials kommt von Herbivoren (58 Individuen). Unter ihnen kommen vor: *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius* und *Cervus sp.*. Abgesehen von der überragenden Anzahl von *Ursus spelaeus* ist die zweithäufigste Carnivorenart der Wolf.

Erwähnenswert ist das Vorkommen von *Rubicapra rubicapra* sowie *Capra ibex*, die üblicherweise in bergigeren Regionen auftreten. Adulte und sehr junge Bären dominieren die Bärenfauna, woraus geschlossen wird, dass die Höhle ein Hibernationsort war.

Anthropogene Spuren

Bemerkenswert ist das hohe Aufkommen verbrannter Knochen in der Hauptkulturschicht. Die Ausgräber notieren die vollkommen grauen Sedimente dieser Schicht und das Fehlen von Holzkohlen.

Schlacht- und Schnittspuren, sowie Alters- und Geschlechtszuweisungen der Fauna werden nicht erwähnt.

Tab. A- 54, Ergebnisse, Ciemna Höhle

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus spelaeus</i>)	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma =$		34	3
Score: 0,09			

7.2 Deszczowa Höhle

Name	Deszczowa Höhle
Geograf. Breite	50°46'58.134" N
Geograf. Länge	19°8'45.298" E
Land	Polen
Höhe	300 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Schicht IV: Mittelpaläolithikum Schicht V: Micoquien-Prondnikian Schicht VI: Mittelpaläolithikum Schicht VII: Aurignacien Schicht VIII: Epigravettien
Datierung	IV: 42 800 ± 1900 BP (Poz-3749), 2006 VI: 43 ka BP (Poz-330), 2007

	VI: 44 ka ± 2000 BP (Poz-373), 2007 VII: 26 200 ± 300 BP (Poz-314), 2007
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	Mittelpaläolithikum bis Epigravettien
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Wojtal 2007)

Die Deszczowa Höhle verfügt über eine lange Chronologie vom Mittelpaläolithikum bis zum Epigravettien. Allerdings scheint die Datierung nicht ganz konsistent mit dem archäologischen Horizont im Aurignacien (vergl. Tab. oben).

Carnivoren

Mittelpaläolithikum

Schicht IV

Dominant sind die beiden Bärenarten, *Ursus sp.* mit 2 Individuen. Ferner findet sich je ein Individuum von *Canis lupus*, *Panthera spelaea* und *Vulpes vulpes*.

Schicht V

Die beiden Bärenarten dominieren auch diese Schicht mit insgesamt zwei Tieren. Von beiden Fuchsarten gibt es je ein Exemplar.

Schicht VI

Mit vier Individuen dominieren die Bären auch diese Schicht. Ferner finden sich in dieser Schicht ein Exemplar *Crocuta spelaea*, sowie sechs Individuen der beiden Fuchsarten.

Aurignacien

Schicht VII

Von den beiden Bärenarten kommen vier Individuen, 8 Individuen beider Fuchsarten vor. Es gibt je ein Exemplar von *Felis silvestris*, *Canis lupus* und *Crocuta spelaea*.

Epigravettien

Schicht VIII

Es sind fünf Bärenindividuen, fünf Eisfüchse, drei Rotfüchse und ein Wolf nachweisbar.

Herbivoren

Mittelpaläolithikum

Schicht IV:

Ein Pferd nachweisbar.

Schicht V:

Es sind zwei Rentierindividuen, ein Mammut, ein Wollnashorn, ein Pferd und nicht näher identifizierbare Cerviden vorgekommen.

Schicht VI

Je ein Individuum von Mammut, Wollnashorn, Pferd, Rothirsch, Rentier und Riesenhirsch sind nachweisbar, sowie nicht näher identifizierbare Cerviden.

Aurignacien

Schicht VII

Rangifer tarandus dominiert mit 8 Individuen, es folgen *Megaloceros giganteus* mit zwei, je ein Mammut, Wollnashorn, Pferd und Reh, sowie weiter nicht identifizierbare Cerviden.

Epigravettien

Schicht VIII

Rangifer tarandus dominiert mit 12 Individuen, je ein Exemplar Mammut, Wollnashorn, Pferd, Wildschwein, Riesenhirsch und Saigaantilope kommen in dieser Schicht vor.

Schnittspuren

Schnittspuren finden sich in den Schichten V an Ren und Fuchs, in VII am Ren. In Schicht VIII finden sich Schnittspuren an *Ursus sp.*, die auf Häuten hindeuten, sowie am Eisfuchs.

Brandspuren an Knochen finden sich in den Schichten VI, VII und VIII.

Zu allen Zeiten scheint die Höhle ein Hibernationsort für Bären gewesen zu sein. Insgesamt ist sie sowohl für Neandertaler als auch für den modernen Menschen immer nur ein Kurzaufenthaltort gewesen.

Tab. A- 55, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, Mittelpaläolithikum

Merkmale		Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus sp.</i> bei den Carnivoren), Herbivoren keinerlei Dominanz	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0

Herd, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

Tab. A- 56, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>(Ursus sp.), Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

Tab. A- 57, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, Epigravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus sp.</i>), <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

7.3 Mamutowa Höhle

Name	Mamutowa Höhle
Geograf. Breite	51°55'9.977" N
Geograf. Länge	19°8'42.49" E
Land	Polen

Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	zeitgleich mit Moustérien-Szeletien, zeitgleich mit Jerzmanovicien zeitgleich mit Gravettien
Datierung	Trenches: II, III, IV Schicht VI: 42 400 BP (OxA-14474) Schicht VII: 40 700 ± 800 BP (OxA-14407) Schicht VIII: 46 400 ± 1200 BP (OxA-14404), 38 250 ± 550 (OxA- 14405) Schicht IX: 37 550 ± 450 BP (OxA-14408), 38 500 ± 500 BP (OxA-14475)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS, Knochen
Archäolog. Horizont	s.o.
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Wojtal 2007; Kowalski 1972)

Die Mamutowa Höhle wurde bereits im 19. Jahrhundert ergraben, aber die aus diesen Grabungen hervorgegangene Fauna wurde nicht stratifiziert aufgenommen und ging teilweise verloren.

Die hier genannten Daten gehen auf Grabungen der Jahre 1957–1974 durch Kowalski zurück. Am wichtigsten sind dabei die Schichten, die durch eine Grabung von 1960 in vier verschiedenen Gräben eröffnet wurden, ein Graben am Eingang und drei im Inneren der Höhle. Leider ist es nicht ganz gelungen, die Schichten der Gräben II, III und IV mit den Schichten des Grabens I im Eingang zu korrelieren.

Die Radiocarbonaten stammen von Faunenmaterial und wurden 2006 erhoben. Insgesamt ist es ein recht kleines Inventar.

Tab. A- 58, MNI von verschiedenen Schichten, Mamutowa Höhle

Carnivoren	MNI in VI	MNI in VIII	MNI in IX
<i>Ursus sp.</i>	8	1	1

<i>Vulpes vel Alopex</i>	2	1	1
<i>Felis silvestris</i>	1	-	-
<i>Canis lupus</i>	1	-	-
Herbivoren			
<i>Rangifer tarandus</i>	3	1	-
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	-	-
<i>Cerviden</i>	2	-	-
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	1	-	-

Nur Schicht VI ist halbwegs auswertbar, die beiden anderen faunaführenden Schichten haben zu geringe Anzahlen aufzuweisen, um in die Auswertung mit einbezogen werden.

Anthropogene Spuren

In der Schicht VI sind Schnittspuren, die auf Entbalken und Zergliedern der Karkasse hindeuten, bei *Ursus sp.* nachweisbar. Ebenso ist an einer *Rangifer tarandus* Mandibula eine Zerschlagung erkennbar, die auf die Gewinnung von Knochenmark hindeutet.

In Schicht VIII sind Schnittspuren bei *Rangifer tarandus* vorhanden, die auf das Zerstückeln des Tierkörpers schließen lassen.

Die Höhle scheint kurzzeitig von Menschen und Tieren belegt gewesen zu sein, außerdem war sie ein Hibernationsort für Höhlenbären.

Tab. A- 59, Ergebnisse, Mamutowa Höhle, Schiche VI

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	6
Score: 0,18			

7.4 Raj Cave

Name	Raj Cave
Geograf. Breite	50°52´ N
Geograf. Länge	20°39´ E
Land	Polen
Höhe	326 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	East Charentian
Datierung	Layer 4 Layer 6 Zwischen 50 000 BP und 43 000 BP (Kowalski 1972)

Datierungsmethode	-
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Patou-Mathis 2004a)

In den beiden Schichten 4 und 6 wurden 367 Überreste gefunden, die 14 verschiedenen Tierarten angehören.

Gemessen an der MNI, kommen in Schicht 4 Pferd, Bison, Rothirsch und Rentier mit je zwei Exemplaren vor.

Vier Exemplare von *Ursus spelaeus* und je ein Exemplar von *Canis lupus*, *Crocuta crocuta* und *Panthera leo* sind vorhanden.

In Schicht 6 dominiert das Pferd mit 9 Individuen und das Ren mit sechs Individuen. Neben zwei Individuen Mammuta sind je ein Exemplar Wollnashorn, Elch und Rothirsch vertreten. Der Höhlenbär ist mit sieben Exemplaren und die Hyäne mit drei Exemplaren dominierend. Je einmal kommen *Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*, *Crocuta crocuta* und *Panthera leo spelaea* vor. Bei einem so kleinen Inventar ist es notwendig, auch die Taxa zu benennen, die in sehr kleiner Zahl vorkommen.

Die Erhaltungsbedingungen sind sehr schlecht, besonders in Schicht 4 durch Wasserdurchfluss. Die Höhle war ein Überwinterungsort für Höhlenbären, vermutlich ehe sie von Neandertalern aufgesucht worden war. Die Bearbeiterin gibt an, dass Raj kein Hyänenrückzugsort war.

Die vorkommenden Herbivoren sind Herdentiere, migratorisch und von großer oder mittlerer Größe. Prime age Tiere sind selten und es kommen viele Fußteile vor, sowie Zähne und Geweihteile, was weniger auf Jagd als auf Scavenging schließen lässt.

Jagdmuster

Allein die Mortalitätsprofil in Schicht 6 von Ren und Pferd dagegen, lassen auf Jagd auf vorwiegend Prime age adults schließen. Alle Rentiere und Pferde waren weiblich.

Anthropogene Spuren

In der Schicht 4 sind Rentierknochen vorhanden, die reich an Knochenmark oder fleischreich sind. In der Schicht 6 sind bei allen Taxa Knochenmark und fleischreiche Knochen vertreten, außer bei *Cervus elaphus*.

Es sind nur wenige Schnittspuren auf Knochen, die nicht identifiziert werden konnten, und dies nur beim Ren, nachgewiesen. An verbrannten Knochen wurde nur ein Artiodactylafragment gefunden.

In Schicht 6 sind 58 Fragmente von abgeworfenen Geweihstangen des Rens gefunden worden.

Patou-Mathis hält Raj Cave nur für einen Aufenthaltsort von einer Saison, vermutlich von Frühling bis zum Herbstbeginn.

Tab. A- 60, Ergebnisse, Raj Cave

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	Schicht 6: <i>Equus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitätenknochen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Frühling bis Herbstbeginn	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

8 Ukraine

8.1 Chokurcha I

Name	Chokurcha I
Geograf. Breite	44°57'34.308" N
Geograf. Länge	34°8'7.987" E
Land	Krim, Ukraine
Höhe	8 m über der Flussebene Salgir
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Crimean Micoquian
Datierung	Unit IV hat 21 Level, davon ist nur Unit IV-O datiert Knochen: 45 400 BP uncal (OXA-10873) (Chabai 2004)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Patou-Mathis 2004c)

Chokurcha ist ein Abri mit einer vielfältigen Forschungsgeschichte seit den 1920er Jahren.

Hier kommt nur die Unit IV aus einer neueren Grabung zur Auswertung. Unit IV umfasst 21 archäologische Horizonte. Der einzige datierte Level ist IV-O und auch einer der reichsten bezüglich Steinartefakten und Faunenmaterial.

Das Material ist kleinstückig zerbrochen und nur 7,1 % des Materials konnte auf Taxebene und Skelettelementebene identifiziert werden.

Im Level IV-O fand man 8 verschiedene Arten. Entsprechend der NISP ergeben sich folgende Häufigkeiten: *Saiga tartarica* (37), *Equus hydruntinus* (15), *Bos sp.* (5), *Coeodonta antiquitatis* (2) und *Mammuthus primigenius* (nur Zähne und Stoßzahnfragmente).

Bei den Carnivoren sind fünf Fragmente von *Vulpes vulpes* und ein Schneidezahn von *Putorius evermannii* vertreten. Obwohl keine Knochenüberreste von *Crocota crocuta*

vorhanden sind, gibt es Verbissspuren dieser Art am Material sowie ein Koprolith. Es gibt in allen Leveln nur einen Hyänenknochen.

Anthropogene Spuren

Bei *Saiga tartarica* wurde die gesamte Karkasse vor Ort zerlegt. An 0,2 % des Saigamaterials sind Schnittspuren nachweisbar. Es handelt sich um ein juveniles und ein adultes Individuum. An einem großen Herbivoren unidentifizierbarer Art sind Spuren der Entfleischung sichtbar.

Jagdmuster

Beim Pferd handelt es sich um ein juveniles und ein altes adultes Individuum.

Anthropogene Spuren

Die Fragmentation der Knochenüberreste geht zu 10 % auf anthropogenen Einfluss zurück und diente der Knochenmarkgewinnung. Ein anderer großer Einflussfaktor auf die Fragmentierung scheinen die Aktivitäten von Hyänen zu sein.

Weiterhin wurden 18 intentionelle Brüche an Mammut, Pferd und Bison nachgewiesen. Von den Knochen in Unit IV-O zeigen 174 teilweise starke Verbrennung auf. Es sind meist Langknochen mit weniger als 5 cm Länge, das entspricht 9,8 % des gesamten Knochenmaterials in dieser Schicht.

Befunde und Funde

Ebenfalls in Unit IV-O fand man 11 Knochenretuscheure von verschiedenen Tierarten mit Gebrauchsspuren. Des Weiteren befanden sich in dieser Schicht zwei Hammersteine, einer aus einem Tuff-ähnlichen Kiesel, einer aus Sandstein. Sie weisen jeweils eine Arbeitszone auf. Ihre Maße werden folgendermaßen angegeben: 6,1 cm x 7,9 cm, 4,1 cm x 5,7 cm und 3,5 cm x 3,4 cm.

Tab. A- 61, Ergebnisse, Chokurcha I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Saiga tartarica</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Aves	3	3

Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Alle Skeletteile bei <i>Saiga tatarica</i> wurden verwendet.	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	20
Score: 0,58			
Bemerkungen	11 Knochenretuscheure 2 Hammersteine		

8.2 Karabi-Tamchin

Name	Karabi-Tamchin
Geograf. Breite	48°22'45.959" N
Geograf. Länge	31°9'56.088" E
Land	Ukraine
Höhe	800 müNN
Fundplatzgattung	Außen liegender Höhenrücken
Lithische Industrie	Schicht III: Western Crimean Mousterian Schicht IV: Crimean Micoquian

Datierung	Schicht III: 42 400 BP uncal. (OXA-10883) Schicht IV: 41 200 BP uncal. (OXA-11884) (Yevtushenko et al. 2004)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Burke 2004)

Karabi-Tamchin ist ein erst vor wenigen Jahren entdeckter, mittelpaläolithischer Fundplatz auf der Krim. Die vorgefundene Fauna ist stark fragmentiert, meist nur bis 2 cm lang und die Knochenoberfläche ist schlecht erhalten.

Von der in Level III gefundenen Fauna (total: 11832) sind 89,8 % weder auf Taxaebene noch auf Skelettelementebene identifizierbar. Im Level IV (total: 9392) sind 95,2 % des Materials nach o.g. Kriterien nicht identifizierbar.

Level III

Die dominierende Art ist *Equus sp.* mit einer NISP von 40 und NISP von 126 für Equiden, deren Skelettposition nicht ermittelt werden konnte. Das ergibt eine MNI von mindestens fünf Individuen. Die zweithäufigste Taxon mit einer NISP von 35 ist *Rangifer tarandus* (MNI: 2).

Es kommen in diesem Level *Crocota crocuta*, *Vulpes vulpes* und *Panthera leo* vor. Gemessen an der NISP liegen sie unter 20 %.

Mortalitätsmuster

Die Equiden in diesem Level haben folgende Altersstruktur: drei Prime age Adulte, ein juveniles und ein Fohlen unter zwei Jahren. Dazu kommen drei Föten, was bedeutet, dass die adulten Individuen alle weiblich waren.

Level IV:

Auch in diesem Level ist *Equus sp.* das dominierende Taxon mit einer MNI von drei (NISP: 37), die zweithäufigste Art ist *Rangifer tarandus*. Von den Equiden sind zwei adulte Tiere und eines ein juveniles Tier.

An Carnivoren sind *Crocota crocuta* und *Vulpes vulpes* in geringer NISP Anzahl vorhanden.

Anthropogene Spuren

Bei diesem Inventar kann Green breakage nachgewiesen werden. Die Kleinstückigkeit des Materials geht aber auch auf Brüche bei der Lagerung zurück.

Es wurden die ganzen Karkassen vor Ort verarbeitet.

In Level III fand man 20 Brandspuren und 14 Schlachtspuren, im Level IV sind es 252 verbrannte Knochen und 9 Schlachtspuren. Die kleinteilige Zersplitterung der Langknochen weist auf Knochenmarksgewinnung hin.

Jagdsaison

Anhand der Altersbestimmung der Pferde und deren Föten wird ein Jagdzeitraum von Herbst bis Frühwinter angenommen.

Tab. A- 62, Ergebnisse, Karabi-Tamchin

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adulte: Equiden	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	alle Skeletteile wurden ausgebeutet	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Herbst bis Frühwinter	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	27
Score: 0,79			

8.3 Molodova I

Name	Molodova I
Geograf. Breite	48°54' N
Geograf. Länge	27°05' E
Land	Krim/Ukraine
Höhe	88 müM
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle/Fluss
Lithische Industrie	Moustérian without bifacial form, rare Quina
Datierung	Schicht 4: 44 000 BP (GrN, 3659) Chernysh 1982
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Demay et al. 2012)

Die mittelpaläolithische Schicht 4 des Fundplatzes Molodova I bietet neben den üblichen Funden an Tierknochen eine runde Struktur aus Mammutknochen. Solche Strukturen, die Gebäudestrukturen darstellen, sind sonst nur aus dem späten Jungpaläolithikum in Russland bekannt.

Die Schicht 4 umfasst eine Fläche von 1200 m² und besteht aus fünf Gebieten: eine Grube, die mit Knochen verfüllt ist, ohne lithische Artefakte, ein Gebiet mit Knochen, die anthropogene Spuren tragen, die nicht bei der Nahrungsgewinnung entstanden sind, zwei Zonen im Westen und Osten mit lithischen Ansammlungen und Knochen sowie eine runde Akkumulation von Knochen und Werkzeugen im Zentrum.

Diese runde Knochenansammlung hat seit den 1960er Jahren durch verschiedene Forscher mehrere, voneinander abweichende Interpretationen erfahren.

Daneben wurden 26 Herdstrukturen ausgemacht, die zwischen 40 cm x 30 cm und 100 cm x 40 cm groß sind, mit Aschelinsen, die 1– 2 cm dick sind.

Die früher publizierte Anzahl der Knochen war 3000. Die hier gemachte, neue Analyse umfasst davon nur 2438 Stücke. Den Schwund erklärt man sich dadurch, dass die kleinsten Fragmente nach der Grabung verworfen wurden.

Tab. A- 63, NISP und MNI, Molodova I

Herbivora	NISP	MNI
<i>M. primigenius</i>	1695	15
	328 Mammuta, aber nicht auf Skeletteile identifiziert	
<i>C. elaphus</i>	59	4
<i>R. tarandus</i>	7	3
<i>Bos sp.</i>	30	3
<i>Equus sp.</i>	19	3
<i>C. antiquitatis</i>	22	1
Carnivora		
<i>C. lupus</i>	1	1
<i>Vulpes vel Al-opex</i>	2	1
<i>P. pardus</i>	8	1
	155 nicht identifiziert	

86 % (150–650 Knochen von 10–95 Mammuta) der Mammutknochen waren hauptsächlich in und um die Grube lokalisiert. In der ringförmigen Akkumulation waren es 5,2 % der Mammutknochen. Die übrigen o.g. Taxa waren überwiegend in der Grube vorgefunden worden, außer den Pferderückständen, die im Südostgebiet gefunden wurden.

Die Knochenerhaltung wird als gut beschrieben, kaum Spuren von Carnivoren, Abdrücke von Wurzeln auf den Knochen und wenig Trampling.

Jagdmuster

Bei den Mammuta sind alle Altersklassen vertreten, mit einer Dominanz von jungen und ausgewachsenen Adulten. Durch natürliche Ursachen verstorbene Mammutpopulationen weisen eine Dominanz von jungen und alten Tieren auf. Die hier belegte Struktur weist auf eine Mischung aus natürlichen Toden und Jagd hin. Diese Struktur ist auch in der räumlichen Verteilung der Mammutknochen erkennbar.

Anthropogene Spuren

Demay und Kollegen unterscheiden bei den anthropogenen Spuren zwischen „Food-related Modifications“ und „Non-food-related Modifications“. Für beides finden sie Hinweise. Hier sollen nur die bei der Verarbeitung zur Nahrungsbeschaffung entstandenen Spuren betrachtet werden.

Schlag- und Schnittspuren wurden an verschiedenen Skelettteilen von Boviden gefunden. An Rentierknochen wurden frische Brüche festgestellt. Phalangen, Tarsalia und Carpalia von *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus* und *Bos sp.* wurden zur Knochenmarksgewinnung genutzt.

Sehr kurze Knochen waren in der Nähe der Feuerstellen aufgefunden worden, sie waren gebleicht, was Demay und Kollegen als einen klaren Beleg für das Kochen und Essen ansehen.

Beim Mammut wurde ein Projektil in einer Rippe und vermutlich ein weiteres in einer Rippe entdeckt.

Schnittspuren und Desartikulationsspuren, die auf das Filetieren der frischen Mammutkarkasse hindeuten, sind an verschiedenen Skelettteilen nachgewiesen. Schnittspuren am Zygomaticum sollen bei der Entfernung der Ohren entstanden sein.

Drei Mammutknochen tragen frische Frakturen an den distalen und proximalen Condylen, die der Gewinnung von Knochenmark dienen.

Die Mammutknochen mit anthropogenen Spuren lagen in der Grube. Die Grube war vermutlich ein Abfallplatz.

Tab. A- 64, Ergebnisse, Molodova I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1

Monospezifisch	86 %	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	<i>M. primigenius</i> : prime age adult, teilweise Jagd und natürliche Tode, d.h. auch Scavenging	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	26 Herde	1	1
$\Sigma=$		34	18
Score: 0,53			

Periode II

1 Frankreich

1.1 Grotte du Renne

Name	Grotte du Renne/Arcy sur Cure/Burgund
Geograf. Breite	47°35'26.398" N
Geograf. Länge	3°45'45.004" E
Land	Frankreich

Fundplatzgattung	Kollabierter Höhlenteil und Galerie
Lithische Industrie	Schicht XIV bis XI: Moustérien Schicht X, IX, VIII: Châtelperronien, X = Xa, Xb, Xc Schicht VII: Aurignacien Schicht VII, V: Gravettien
Datierung	Schicht X: 40 000 – 35 000 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Menschliche Überreste	Schicht Xc: Neandertalerzähne, Os temporale juvenil
Quelle	(Tolmie 2013)

Schicht Xc

Die Knochenerhaltung wird als exzellent beschrieben. Der Großteil der Knochen war zerbrochen. Beim Ren waren beispielsweise nur 7 % der Knochen intakt.

Die dominierende Art unter den am meisten vorkommenden Herbivoren sind Rentiere. Einen Anteil von 14,83 % der NISP stellen Pferde. Weitere Herbivoren sind Mammuta und Boviden. Mit einer NISP von nur 211 sind Carnivoren vertreten, hier dominiert der Höhlenbär. Nur 5,54 % der NISP stellen echte Carnivoren, dominiert durch Hyänen. Nur 67 Knochen zeigen Verbiss durch Carnivoren oder Nager, 3,6 % davon sind an Rentierknochen sichtbar.

Das minimale Vorkommen von Megafauna ist erstaunlich, weil Mammutstoßzähne dagegen gut repräsentiert vorkommen.

Von frischem Bruch ist 41,15 % der Fauna betroffen und von trockenem Bruch 54,97 %. Dies deutet einen hohen Anteil an postdepositionalem Bruch an, vermutlich durch herabfallende Steine in der Höhle. Knochenfragmente, die größer als Splitter sind, entstammen zu 92 % Langknochen, der Größe nach von Rentieren oder Boviden. Von den Knochensplittern waren 44 % verbrannt und 56 % nicht verbrannt.

Mit einer MNI von 14 dominieren die Rentiere, bei den Carnivoren der Höhlenbär mit einer MNI von 7.

Anthropogene Spuren: Ren

Nur 25 Knochen vom Ren zeigen Verbrennungsspuren. Dies steht im Kontrast zu dem Anteil von 42 % von Verbrennung an den Knochensplittern.

Schnittspuren sind an zahlreichen Skelettelementen nachweisbar. Sie weisen auf das Entbalken der Karkasse, Entfernen von Sehnen, Entfernen von Fleisch hin.

Die Mehrzahl der Schnittspuren an den Metacarpalia und Metatarsalia liegt auf dem Schaft und nicht an den distalen oder proximalen Enden.

Die Langknochen weisen überwiegend frischen Bruch auf, während die axialen Elemente trockenen Bruch aufweisen. Beides spricht für die Ausbeutung von Knochenmark.

Schlagspuren finden sich an Humerus, Tibia und Radiocubitus im Bereich der Schäfte, auch zur Ausbeutung des Knochenmarks.

Skeletteilrepräsentation: Ren

Den höchsten Anteil an Skelettelementen stellen erste und zweite Phalangen, proximale Tibia, Humeri, Femora und Carpalia. Die axialen Elemente sind unterrepräsentiert, außer den Crania. Die vorhandenen Skeletteile beinhalten alle große Mengen an Knochenmark, Knochenfett und Gehirnmasse.

Altersbestimmung: Ren

Von den 14 Individuen sind 12 adult und zwei juvenil.

Pferd

Die MNI für Pferde beträgt vier, davon sind drei adulte und eines ein subadultes Individuum. Diese Zahl ist zu klein, um daraus ein Mortalitätsprofil erstellen zu können.

Das am häufigsten vorkommende Skelettelement, abgesehen von Zähnen, ist die Tibia, axiale Elemente wurden keine gefunden.

Trotz der hohen Anzahl an Zähnen konnte kein intaktes Cranium oder Kieferelemente gefunden werden.

Anthropogene Spuren

Die Extremitätenknochen weisen mindestens einen frischen Bruch auf, was verwunderlich ist, da Pferdeknochen wenig Knochenmark enthalten, da sie sehr kompakte

Knochen sind und wenig Kavitätenvolumen enthalten. Allerdings dürfte auch in ihren spongiösen Anteilen Knochenfett enthalten sein.

Schnittspuren sind nicht so zahlreich wie beim Ren.

Vermutlich wurden nur die Crania und die Extremitäten zum Fundplatz gebracht, während relativ fleischarme Axialelemente fehlen. Möglicherweise wurde auch nur das Fleisch zum Fundplatz gebracht und die knöchernen Anteile am Schlachtplatz liegen gelassen.

Boviden

Mit einer MNI von zwei sind die Boviden die dritthäufigste Herbivorengruppe in der Grotte du Renne.

Die verhältnismäßig hohe Anzahl an Zähnen lässt darauf schließen, dass die Crania zum Fundplatz verbracht wurden. Postcranielle Elemente, insbesondere Extremitäten-elemente, wurden nur vereinzelt gefunden. Dies legt ein ähnliches Ausbeutungsmuster wie bei den Pferden nahe. Verarbeitung der Beute teilweise am Schlachtplatz und Verbringen von Fleisch ohne Knochen, sowie Knochenmark und gehirnreichen Teilen in die Höhle.

Sowohl Schnittspuren als auch frischer Bruch sind nachweisbar, sie weisen auf das Filetieren von Fleisch, auf das Aufschneiden von Sehnen sowie auf Fett- und Knochenmarkausbeutung hin.

Hasenartige

Neben weiteren Herbivoren wurden auch Knochen von Hasenartigen im Umfang von zwei Tieren gefunden. Da sie keinerlei Schnittspuren oder Verarbeitungsspuren tragen, ist nicht klar, ob die Neandertaler ihnen nachgestellt haben.

Höhlenbären

Höhlenbärenindividuen wurden 7 gefunden, davon sind 5 Jungtiere und zwei adulte Tiere.

Es sieht nicht so aus, als wären die Tiere während der Hibernation verstorben, sie weisen nämlich Schlachtspuren auf. Die Langknochen tragen frische Brüche zur Knochenmarkausbeutung. Für Bärenfett ist in der ethnografischen Literatur die Verwendung als Brennmaterial und zum Kochen belegt (Pastoureau 2007).

Schnittspuren an den Phalangen lassen an Entbalken und Verarbeitung der Bärenklauen denken.

Hyänen

Obwohl die Hyänen in der Grotte du Renne Schnittspuren tragen, meint Tolmie, dass diese der Gewinnung von Fell und nicht zur Nahrungsgewinnung dienten.

Aschelinsen

Es existieren drei kleine Aschelinsen, die relativ frei von Knochenelementen und Splittern sind.

Tab. A- 65, Ergebnisse, Grotte du Renne

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, aber nur MINI: 2	3	0
Jagdmuster	prime age adult: Ren	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten, Crania: Ren, Pferd, Boviden	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	3 sehr kleine Aschelinsen	1	0
$\Sigma=$		34	22
Score: 0,65			

1.2 Mauran

Name	Mauran/Haute-Garonne
Geograf. Breite	43°11'22" N
Geograf. Länge	1°01'56" E
Land	Frankreich
Höhe	275 müNN
Fundplatzgattung	Durch einen Erdsturz freigelegte Freilandfundstelle, Jagdplatz
Lithische Industrie	Moustérien
Datierung	35 ka – 45 ka BP
Datierungsmethode	ESR
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Farizy et al. 1994)

Mauran ist eine der am weitest südlich gelegenen Fundstellen im Untersuchungsgebiet. Die Datierung ist sehr grob, dennoch vermerken (Farizy et al. 1994), dass die Faunenfundschiicht sich durch wiederholte Begehungen der Fundschiicht innerhalb eines Zeitraumes von 800 bis 1000 Jahren angesammelt habe. Die Knochenerhaltung der Jungtiere wird als schlecht bezeichnet.

Es wurden 25 m² von einer vermuteten Siedlungsfläche von 1000 m² ausgegraben.

Die Fauna besteht zu 98,7 % aus Bison. Das ergibt – je nach Bestimmungsmethode – eine Gesamtindividuenzahl von 83–132 Tieren. Gaudzinski bezeichnet dies als eine monospezifische Fauna (Gaudzinski 2006).

Daneben gibt es noch kleine Mengen an Pferd (0,88 %), Rothirsch (0,12 %) und einen einzigen Knochen eines Höhlenbären (0,02 %). Andere Carnivoren oder Carnivorenverbiss sind nicht festgestellt worden.

Geschlechtsverteilung und Mortalitätsmuster

Bei den Bisons handelt es sich mit 80 % um weibliche und juvenile (Geschlecht nicht feststellbar) Tiere und mit 20 % um männliche, adulte Tiere. Dies könnte zum einen bedeuten, dass Jagd auf geschlechtsgetrennte Gruppen aus weiblichen Tieren mit

ihren Jungen (üblicherweise Gruppen aus 11–20 Tieren) oder auf eine Herde aus männlichen adulten Tieren (üblicherweise männliche Einzelgänger oder Gruppen bis zu vier adulten männlichen Tieren) gemacht wurde.

Das Mortalitätsmuster entspricht einem Catastrophic profile. Die Jagdsaison liegt zwischen Spätsommer und Herbst. In dieser Zeit sind die Tiere in der besten Verfassung, mit einem hohen Fettanteil in Geweben und Knochenmark.

Anthropogene Spuren

Alle Tiere von der Oberkante bis zur Unterkante der Fundschicht wurden in gleicher Weise verarbeitet. Dies spricht für eine langfristig gleichbleibende Schlachtweise. Es handelt sich um eine großangelegte Fleisch- und Knochenmarksverwertung.

Skeletteilrepräsentation

Dominant sind Mandibula, obere und untere Extremitätenknochen der Vorder- und Hinterbeine. Rippen und Wirbelsäulenanteile sind praktisch keine vorhanden.

Die Knochen sind stark fragmentiert, es wird aber keine Aussage zum Zeitpunkt der Fragmentation (frisch, postdepositional?) gemacht, aber angenommen, dass gerade die Langknochen zum Zweck der Knochenmarksausbeutung zerbrochen wurden. Dafür spricht, dass nicht nur Schnittspuren, sondern vor allem Schlagmarken auf den Diaphysen aller Langknochen gefunden wurden.

Die Zahl der Schnittspuren wird mit „relativ klein“ angegeben, was die Bearbeiter aber auf die schlechte Oberflächenerhaltung der Knochen und die Fragmentierung des Materials zurückführen.

Die Fleischausbeute pro Bison wird mit 450 kg–500 kg angesetzt. Ausgehend von einer Siedlungsfläche von 1000 m² kommen die Autoren mittels Hochrechnung auf eine vermutliche Anzahl von erlegten Bisons von 4000.

Tab. A- 66, Ergebnisse, Mauran

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp.</i> (eine Aussage zur Bisonart wird nicht getroffen)	1	1
Monospezifisch	98,7 %	3	3

Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	catastrophic profile	5	2
Dominanz einzelner Skelett-elemente	obere und untere Extremitäten von vorne und hinten, Mandibula	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison nachweisbar	Spätsommer bis Herbst	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

1.3 Pech de l'Azé I

Name	Pech de l'Azé I/Dordogne
Geograf. Breite	44°86'73" N
Geograf. Länge	1°24'9" E
Land	Frankreich
Höhe	130 müNN
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Level 4: MTA Typ A Level 6 und 7: MTA Typ B
Datierung	Level 4: < 43 ka

	Level 6: 51 ka–37 ka Level 7: 41 ka–58 ka
Datierungsmethode	ESR, ²³⁰ Th/ ²³⁹ U
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Blackmar 2002)

Pech de l'Azé I

Die dominierenden Arten in den Leveln 4, 6 und 7 sind *Cervus elaphus* und *Bison pris-cus*. *Rangifer tarandus*, *Capreolus capreolus* sowie Equiden kommen in untergeordneten Zahlen vor.

Tab. A- 67, NISP und MNI; Level 4,6,7, Pech de l'Azé I

	Level 4		Level 6		Level 7	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI
<i>C. elaphus</i>	201	16	229	10	179	19
<i>B. pris-cus</i>	95	10	150	11	103	11

Bei den Carnivoren kommt nur *Vulpes vulpes* in verschwindend kleinen Mengen vor. Daher liegt der Carnivorenverbiss auch unter 1 % der totalen NISP.

Anthropogene Spuren

Anthropogene Spuren sind bei 20 % der Faunenreste nachweisbar. Interessant sind die Schnittspuren an Adlerklauen aus dem Level 4 sowie an Biberknochen aus dem Level 7.

Das Material ist stark fragmentiert und 10 % der NISP bei den dominierenden Tierarten zeigen Schlagspuren und Kerben von Schlägen. Alle ersten und zweiten Phalangen sind voneinander getrennt worden.

Skeletteilrepräsentanz

Skeletteilrepräsentanz konnte nur in Level 4 und 7 untersucht werden.

Bei allen Tierarten dominieren die Langknochen. Rippen und Wirbelsäulenelemente sind dagegen rar. Ein Vergleich der Skeletteilrepräsentanz mit dem Marrow Utility Index zeigt eine positive Korrelation, so dass die Bearbeiter davon ausgehen, dass den paläolithischen Jägern das Knochenmark wichtiger war und nicht nur der reine Fleischanteil dieser Körperteile.

Das Vorhandensein von fetalen Knochen eines Individuums von *Cervus elaphus* legt nahe, dass die gesamte Karkasse zum Fundort transportiert wurde.

Mortalitätsprofil

In Level 4 wurden fünf juvenile, 10 adulte und vier senile Individuen gefunden. In Level 6 vier juvenile, fünf adulte und ein seniles Exemplar. Im Level 7 sind es ein juveniles, 10 adulte und ein seniles Individuum. Somit ergeben sich zwei verschiedene Mortalitätsprofile. Level 4 und 6 ergeben ein Catastrophic profile und Level 7 ein Prime age adult dominiertes Profil.

Jagdsaison

Die Jagd auf *Cervus elaphus* erfolgte im Level 4 ganzjährig mit einem Peak zur warmen Jahreszeit. Während für Level 6 und 7 ein Jagdzeitpunkt zu Beginn und während der warmen Jahreszeit angenommen werden muss. In allen drei Levels wurden Bisons während der Jagdzeit von *Cervus elaphus* erlegt.

Die Geschlechterstruktur konnte auf Grund der geringen Anzahl der Tiere nicht ermittelt werden.

Tab. A- 68, Ergebnisse, Pech de l'Azé I, Level 4

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	catastrophic profile	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5

Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	ganzjährig: <i>C. elaphus, Bos sp.</i>	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			

Tab. A- 69, Ergebnisse, Pech de l'Azé I, Level 6

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus, Bison priscus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	catastrophic profile	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>Bison priscus</i> ganzjährig, <i>Equus sp.</i> zu Beginn der und während der warmen Jahreszeit	5	5

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	18
Score: 0,53			

Tab. A- 70, Ergebnisse, Pech de l'Azé I, Level 7

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Cervus elaphus, Bison priscus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten, Rippen, Wirbelsäulenelemente	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>Cervus elaphus</i> in der warmen Jahreszeit <i>Bos priscus</i> ganzjährig	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

1.4 Roc-de-Combe/Lot

Name	Roc-de-Combe/Lot
Geograf. Breite	44°46'18" N
Geograf. Länge	1°20'45" E
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Châtelperronien, Aurignacien
Datierung	Aurignacien évolué, Schicht 5: 28 500 ± 700 uncal BP bis 32 000 ± 1000 uncal BP Aurignacien II, Schicht 6: 25 500 ± 1200 uncal BP, 27 500 ± 500 uncal BP Aurignacien typique, Schicht 7a: 28 000 ± 550 uncal BP Schicht 7b: 33 400 ± 1100 uncal BP, Schicht 7 c: 34 800 ± 750 uncal BP Alle (Hedges et al. 1990) Châtelperronien Schicht 8: 39 540 ± 970 uncal BP, (45 100 ± 2100 uncal BP, scheint nicht verlässlich zu sein), 40 000 ± 1300 uncal BP nach (Bordes 2002)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Grayson und Delpech 2008; Soulier und Mallye 2012)

Insgesamt sind für Roc-de-Combe 10 Schichten vom Holozän bis zum Moustérien nachgewiesen. Allerdings weist die Stratigrafie einige Schwierigkeiten auf, und die Radiocarbonaten lösen dieses Problem nicht. Aus diesem Grund stammen die folgenden Informationen nur aus den Schichten 5–8, bei denen klar ist, dass sie ungestört sind. Daten aus zwei Publikationen mit unterschiedlichem Ansatz vervollständigen das Bild aber.

Die Schichten 2–4 enthalten zusammen nur 316 Faunenelemente.

Die Untersuchung von Grayson und Delpech (2012) ist eine Neuaufarbeitung der Fauna aus den 60 Jahre zurück liegenden Grabungen von Roc-de-Combe.

Insgesamt wurden 3000 Skeletteile (Soulier und Mallye 2012) untersucht, und es sind 18 verschiedene Arten nachweisbar. Die dominierende Art in allen Schichten ist das Ren, gefolgt in großem Abstand von Pferd und Boviden bzw. anderen Huftieren. Carnivoren sind nicht sehr häufig, unter ihnen dominiert der Fuchs. An kleinen Tieren sind Hasenartige, Wiesel und Hermeline nachgewiesen.

Verbißspuren von Carnivoren liegen unter 1 % der NISP. Es gibt Huftierknochen, die nach der Ausbeutung durch den Menschen von Carnivoren verwertet wurden. Roc-de-Combe ist kein Carnivorenbau.

Tab. A- 71, NISP und MNI, Roc-de-Combe, Schicht 5,6 nach (Grayson and Delpech 2008) Schicht 7,8 nach (Soulier and Mallye 2012),

	Schicht 5		Schicht 6		Schicht 7		Schicht 8	
	NISP	%	NISP	%	NISP/%	MNI	NISP/%	MNI
<i>R. tarandus</i>	1470	96,7	296	78,46	1444/92,74	15	125/35,69	6
<i>Equus sp.</i>	10	0,66	10	3,37	75	4	69/24,2%	3
<i>Bos sp.</i>	14	0,92	31	10,44	k.D.	k.D.	k.D.	k.D.
<i>Huftiere</i>	25	1,64	13	4,72	176	-	163	-
<i>Vulpinae</i>	-	-	-	-	45	4	20	2
<i>Lepus sp.</i>	-	-	-	-	18	1	5	1

Während der Anteil des Rentiers in den Aurignacienschichten zwischen 78,46 % und 96,7 % liegt, ist sie in der Châtelperronienschicht aber nur noch bei 35,69 %. Die Pferde liegen in den Aurignacienschichten stets unter 4 % und in der Châtelperronienschicht bei 24,2 %. Allerdings gibt es nach absoluten Zahlen einen großen Unterschied im Vorkommen von Ren zwischen Schicht 5 und 6.

Im Aurignacien scheint also eine speziesdominierte Jagd auf Rentiere stattgefunden zu haben.

Anthropogene Spuren

Schlachtspuren (Soulie und Mallye 2012)

Roc-de-Combe ist ein Fundplatz, an dem die Fauna sehr intensiv verarbeitet und verwertet wurde. Es sind alle Verarbeitungsschritte vom Entbalken zum Desartikulieren, dem Filetieren, dem Zerschneiden der Knochen zum Zweck der Knochenmarkgewinnung sowie eine anschließende Nutzung als Brennmaterial von spongiösen Knochenanteilen nachgewiesen. Das Entbalken ist durch Schnittspuren bei Pferd, Boviden, Ren, Rothirsch und Steinbock in der Schicht 8 nachgewiesen. Für die Schicht 7 ist das Entbalken nur beim Ren gesichert.

Die Desartikulation von Skeletteilen ist in beiden Schichten präsent. Im Châtelperronien für das Ren und die Gämse, im Aurignacien für Ren, Rothirsch und Boviden.

Ebenfalls in beiden Schichten sind Filetieren und Entbeinen fleischreicher Teile für Ren, Pferd, Boviden und Rothirsch nachgewiesen.

Insgesamt ist der Anteil der Schnittspuren im Châtelperronien höher als im frühen Aurignacien.

In beiden Schichten gibt es kaum vollständige Knochen. Schlagspuren, Knochensplitter und frischer Bruch von Langknochenschäften und Phalangen deuten eine intensive Knochenmarkextraktion an. Daneben wurde aus der Mandibula von Pferd und Ren ebenfalls Knochenmark gewonnen.

Die Knochenmarksausbeute ist im Châtelperronien intensiver, es gibt keine vollständigen Phalangen wie im Aurignacien.

Brandspuren (Soulie und Mallye 2012)

Im Aurignacien sind 50 % der Huftierknochen karbonisiert, im Châtelperronien sind es nur 10 %. Die meisten Knochen mit Brandspuren sind spongiöse und damit Fett enthaltende Knochen. Daher wird angenommen, dass sie in erster Linie als Brennmaterial gedient haben.

Carnivoren (Soulie und Mallye 2012)

In beiden Schichten zeigen Wolf und Bär Spuren der Entbalkung und kleine Carnivoren, wie Wiesel und Hermelin, zeigen Schnittspuren, die auf Fleischgewinnung schließen lassen.

Kleine Tiere (Soulier und Mallye 2012)

In beiden Schichten wurden Hasenartige, wenn auch in sehr geringem Umfang, wegen ihres Fleisches verarbeitet.

Skelettteilrepräsentanz (Grayson und Delpech 2008)

Die Verteilung der Skelettteile ergibt keine Unterschiede zwischen Schicht 7 und Schicht 8, aber ist signifikant verschieden zwischen Schicht 5 und 6, sowie zwischen 6 und 7. Der Unterschied liegt hier innerhalb der Aurignacienschichten.

Mortalitätsprofile (Soulier und Mallye 2012)

Eine Angabe zum Mortalitätsprofil kann nur für das Ren gemacht werden. Die Individuenzahl der anderen Tierarten ist dazu zu gering.

In beiden Schichten liegt für die Rentiere ein Catastrophic profile vor. Tiere unter fünf Jahren dominieren.

Jagdsaison (Soulier und Mallye 2012)

Im Châtelperronien wurden Pferde im Sommer bis Spätherbst gejagt. Im Aurignacien nur im Spätsommer. Zu diesem Zeitpunkt sind die Tiere körperlich in sehr guter Verfassung und weisen einen hohen Fettgehalt auf. Allerdings sind zu diesem Zeitpunkt die Felle durch Insektenbefall in schlechterem Zustand.

Bei den Rentieren gibt es einen Unterschied zwischen den beiden Schichten. Im Châtelperronien wurden die Rentiere im Spätherbst und in den Wintermonaten erlegt. Zu diesem Zeitpunkt sind die männlichen Tiere in schlechter Verfassung, die weiblichen Tiere und Jungtiere büßen zum Frühling hin ihren hohen Fettanteil ein.

Im Aurignacien dagegen wurden die Rentiere im Sommer gejagt, ein Zeitpunkt, zu dem beide Geschlechter sich Reserven zulegen können.

Insgesamt sieht das Spektrum der erlegten Tiere sowie die intensive Verarbeitung der Tierkarkassen in beiden Schichten sehr ähnlich aus.

Tab. A- 72, Ergebnisse, Roc-de-Combe, Châtelperronien, Schicht 8

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae	3	3
Jagdmuster	catastrophic profile: <i>R.ta-randus</i>	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	diverse Taxa	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Pferd: Sommer bis Spätherbst Ren: Spätherbst bis Winter	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	22
Score: 0,65			
Bemerkungen	<i>C. lupus</i> , <i>U. spelaeus</i> , kleine Carnivoren als Nahrung nachgewiesen		

Tab. A- 73, Ergebnisse, Roc-de-Combe, Aurignacien Schicht 7

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae	3	3
Jagdmuster	catastrophic profile	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	1
Jagdzeit	Pferde: Spätsommer Ren: Sommer	5	5
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			

1.5 Solutré M12

Name	Solutré M12/Sône-et-Loire
Geograf. Breite	46°18' N
Geograf. Länge	4°44' E
Land	Frankreich

Höhe	208–530 müNN
Fundplatzgattung	Freiland
Lithische Industrie	Aurignacien Gravettien
Datierung	Secteur M 12, couche 6: 33 970 ± 360 BP (SRLA-058 CAMS), 34 010 ± 610 BP (Sy- 9245) Secteur J 10, Sondage B und C: 21 600 ± 700 BP (Ly-562) bis 28 650 ± 1100 BP (Ly-312)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Combiert und Montet- White 2002)

Secteur M 12, Aurignacien (Combiert und Montet- White 2002)

Für diesen Sektor der Grabung werden nur sehr kurze Aussagen zur Fauna gemacht, weil es sich nicht um in situ liegendes Material handelt, sondern um eine auf natürlichem Weg zustande gekommene Akkumulation.

Das Pferd ist dominant, Rentiere machen 5–10 % der totalen NISP aus, je nach zeitlichem Horizont innerhalb des Secteur M 12.

Es sind alle Skelettelemente vertreten, nur Wirbelsäulenelemente und Rippen sind rar.

Es gibt keine Aussagen zu anthropogenen Spuren, Alter und Mortalitätsmuster der Tiere.

Tab. A- 74, Ergebnisse, Solutré, Secteur M12, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	1
Score: 0,03			

Secteur J10: Gravettien (Combiert und Hofman 2002)

Für diesen Sektor gilt dasselbe wie für Sektor M 12, es ist eine natürliche Knochenerakkumulation.

Von einer totalen NISP von 2000 Stück sind nur 2 Knochenelemente nicht vom Pferd. Das Pferd dominiert klar diesen Horizont. Es wurden viele Zähne, Tarsalia, Carpalia und Phalangen gefunden. Bei den Langknochen dominieren Tibia und Radius.

Es wurden kein Carnivorenverbiss, keine Brandspuren und keine Schlagmarken oder Schnittspuren entdeckt.

Tab. A- 75, Ergebnisse, Solutr , Secteur J10: Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	viele Zähne, eventuell Schädel zur Gehirnausbeutung?	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	1
Score: 0,03			

1.6 St. Césaire

Name	St. Césaire
Geograf. Breite	45°45'11.16" N
Geograf. Länge	0°30'21.96" W
Land	Frankreich
Höhe	72–292 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	EJJ = Evolved Aurignacian EJM = Evolved Aurignacian EJF = Middle Aurignacian EJO sup. = Middle Aurignacian EJO inf. = low density

	EJOP sup. = Mousterian/ Châtelperronian EJOP inf. = Denticulated Mousterian EGPF = Denticulated Mousterian
Datierung	EJO sup (6): 30,8 ± 3,3 ka BP, 34,0 ± 3,9 ka BP EJOP sup (8): 33,7 ± 5,4 ka BP bis 38,2 ± 5,3 ka BP EGPF (10): 41,4 ± 4,2 ka (Durchschnitt von 9 TL Daten) EGP (11): 36,8 ± 3,7 ka BP bis 39,7 ± 3,9 ka BP EGF (12): 42,4 ± 4,3 ka BP
Datierungsmethode	TL
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Morin 2012)

St. Césaire hat 8 stratigrafische Level (siehe Tab. oben), die faunistisches Material enthalten. Insgesamt wurden in den 8 Schichten 132 500 Knochen und Knochenfragmente gefunden, wobei die überwiegende Mehrheit aus Stücken besteht, die kleiner als 2 cm und unbestimmbar sind. Die höchste NISP Anzahl kommt in folgenden Schichten vor, in absteigender Reihenfolge: Denticulated Mousterian > Middle Aurignacien > Mousterian/Châtelperronian. Die niedrigste Fundzahl kommt in dem so benannten Horizont low dens. = EJO inf. vor.

In allen Schichten sind Huftiere am häufigsten, sie repräsentieren zwischen 91,7 % und 99,5 % der Gesamtfauuna. Rentier, Bison und Pferd sind die dominanten Spezies. Im Gegensatz dazu sind Carnivoren (Fuchs am meisten) nur zu 0,5 % bis maximal 6,7 % vertreten und andere Huftiere wie Rotwild, Mammut und Wollnashorn, kommen nur zu maximal 1,7 % vor. Vögel treten sporadisch in den Schichten auf.

Das Rentier überwiegt in den Aurignacienschichten, während Bison in der Moustérien-/ Châtelperronienschicht und den übrigen Moustérienschichten dominiert. Das Pferd ist am häufigsten vertreten in der denticulate Moustérienschichten (EJOP inf. und EGPF).

Tab. A- 76, Skeletteilrepräsentation, St. Césaire, verschiedene Level

	EGPF*	EJOP inf.	EJOP sup.	EJOP*	EJO sup.*	EJF	EJM	EJJ
Dominante Art		Bison	Bison		Ren	Ren	Ren	

Bison	Schädel, Tibia	Humerus, Tibia, Cranium, Mandibula	Schädel, Langknochen Tibia	Tibia Schädel, Humerus	<i>Zu wenig Material für eine Beurteilung</i>	<i>Zu wenig Material für eine Beurteilung</i>	<i>Zu wenig Material für eine Beurteilung</i>	
Pferd	Schädel, Humerus, Tibia, Metacarpalia	Schädel, Tibia	Schädel, Humerus, Tibia	<i>Zu wenig Material für eine Beurteilung</i>	<i>Zu wenig Material für eine Beurteilung</i>	Tibia, Mandibula, Femur	Schädel, Metacarpalia, Tibia	
Ren	Langknochen insbes. Hintere Extremitäten	<i>Kein klares Muster, da sehr kleine Fundmenge</i>	Schädel, Langknochen	Schädel, Radius, Ulna, Tibia, Metatarsalia	Tibia, Metatarsalia, Humerus, Radius- Ulna	Tibia, Metatarsalia, Humerus, Radius, Femur	Femur, Tibia, Cranium, Mandibula, Vorderextremitäten	Schädel, Langknochen
		In allen drei Spezies dominieren die Schaftknochen ohne Epiphysen						

Ren

Langknochen der Vorder- und Hinterextremitäten sowie Schädel dominieren in den Moustérien- sowie den Aurignacienhorizonten.

Pferd

Auch hier dominiert das gleiche Skelettteilmuster mit einer Dominanz an Schädel, Mandibula und Langknochen.

Bison

Ebenfalls wurden beim Bison die gleichen Skelettelemente bevorzugt ausgebeutet, wie bei Ren und Pferd beschrieben.

Es existieren praktisch keine Unterschiede, und das ist nicht weiter verwunderlich, weil Schädel und Mandibula zwar wenig Fleisch aber dafür das Gehirn und Knochenmark enthalten. Ebenfalls sind Langknochen reich an Knochenmark. Die starke Fragmentierung des Materials spricht ebenfalls für eine Ausbeutung des Knochenmarks.

Tab. A- 77, anthropogene Spuren, St. Cesaire, verschiedene Level

	EGPF	EJOP inf.	EJOP sup.	EJO sup.	EJF	EJM	EJJ
Verbrannte Knochen	x	9,1 %	wenige	viel verbranntes Material	hohe Anzahl, hauptsächlich Ren, meist E-piphysen	hohe Anzahl	x
Schnittspuren	Ren, Pferd weniger Bison, überwiegend an Langknochen	Stärker vertreten an Langknochen als am Axialskelett	Bison Langknochen, wenig an Pferd und Ren	Hauptsächlich beim Ren und an den Langknochen	Ren: Humerus, Tibia, Femur	Hauptsächlich Ren; Humerus, Femur, Tibia. Nur wenige an Bison und Pferd	Meist an Langknochen

In allen Schichten sind sowohl verbrannte Knochen als auch Schnittspuren nachgewiesen. Der Anteil an verbrannten Knochen ist sehr unterschiedlich und betrifft (hier nicht genauer erwähnt) sehr unterschiedliche Skelettregionen, aus denen sich kein Muster ablesen lässt.

Schnittspuren treten überwiegend an Langknochen auf. Das ist keine Besonderheit, da Langknochen insgesamt gut vertreten sind und die oberen Teile der Extremitäten viel Fleisch enthalten. Eine Entfleischung, worauf die Schnittspuren hindeuten, wäre auch für die Aufbereitung des Knochenmarks sinnvoll.

Verbissspuren von Carnivoren sind nur wenige nachweisbar. Dasselbe gilt für verdaute Knochen.

Mortalitätsprofile und Jagdsaison

Insgesamt muss gesagt werden, dass St. Césaire in allen Leveln mehrmals pro Jahreszeit besucht wurde.

Die Jagdzeiten zwischen Ren, Pferd und Bison variieren. Ren wurde meist von Winter bis Frühling gejagt und in geringerem Ausmaß im Herbst. In den jüngeren Schichten zeichnet sich die Rentierjagd im Herbst ab.

Das Pferd wurde von Frühling bis Sommer erlegt und nur sehr selten im Winter. Herbstjagd auf das Pferd ist nur in den Aurignacienschichten nachweisbar.

Für Bison sind die Daten zu eingeschränkt, es scheint sich aber ein Muster wie bei den Pferden abzuzeichnen.

Die Jagdzeiten haben ihren Schwerpunkt im Winter und Frühling, der Zeit, in der die Nahrungssituation knapp war. Eine Verarbeitung des Knochenmarks und der Gehirne scheint daher sinnvoll, auch wenn der Fettgehalt des Knochenmarks zum Frühling hin abnimmt, weil auch die Tiere unter der Nahrungsknappheit leiden.

Tab. A- 78, Ergebnisse, St.Césaire, EGPF bis EJOP sup.

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp., Equus sp., Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Femur, Tibia, Cranium, Mandibula, Langknochen allgemein	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1

Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Ren: Winter bis Frühling Pferd: Frühling bis Sommer	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	20
Score: 0,59			

Tab. A- 79, Ergebnisse, St.Césaire, EGPF

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp., Equus sp. R. tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	überwiegend Langknochen Schädel, Tibia, Humerus, Langknochen allgemein	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	22
Score: 0,65			

Die Kurzzusammenfassung und Bewertung in den Tabellen entsprechen den Schlüssen, die Morin mit seiner sehr ausführlichen Analyse von St. Césaire getroffen hat.

„Es gibt keine Unterschiede im Management der Nahrungsbeschaffung und -verarbeitung zwischen den Moustérienleveln und den Aurignacienleveln, wenn man davon absieht, dass im Moustérien eher Bison und im Aurignacien eher Ren gejagt wurden.“

2 Belgien

2.1 Goyet

Name	Goyet
Geograf. Breite	50°26'44" N
Geograf. Länge	5°00'48" E
Land	Belgien
Höhe	280 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien, Aurignacien
Datierung	Chamber A, horizon 3, 3 rd cave 27 920 ± 160 -150 BP <i>Ursus spelaeus</i> (GR- 44539) bis 34 670 + 900 - 810 BP <i>Rangifer tarandus</i> (KIA- 33600)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	34 430 ± 300 cal BP bis 39 740 ± 1040 cal BP
Quelle	(Comeyne 2012-2013; Rougier et al. 2016)

Die Herbivoren von Chamber A, Horizont 3, 3te Höhle

Goyet war, wie viele pleistozäne Höhlen, sowohl von Menschen als auch von Carnivoren genutzt worden.

Die Herbivoren des dritten Horizontes der 3ten Höhle von Goyet waren nie untersucht worden seit den Zeiten des Erstausgräbers Dupont. Die Carnivoren sind andernorts beschrieben.

In diesem Horizont wurden mehr als 4000 Knochen gefunden, von denen 917 untersucht werden konnten. Die übrigen Knochen sind von Carnivoren oder blieben nicht identifizierbar.

Die dominierende Spezies nach NISP ist *Rangifer tarandus* mit 827 Fragmenten, entsprechend einer MNI von 21. Die zweithäufigste Spezies ist *Equus sp.* mit einer NISP von 592, entsprechend einer MNI von 22.

Coelodonta antiquitatis ist mit einer NISP von 145 und einer MNI von 5 vertreten. Dem schließt sich *Mammuthus primigenius* mit einer NISP von 98 und einer MNI von 5 an. Weiterhin vertreten sind in geringer Anzahl *Cervus elaphus*, *Bos sp.*, *Ovibos moschatus* und *Capra ibex*.

Anthropogene Modifikationen

Insgesamt wurden 329 Schnittspuren (18 % der gesamten, identifizierten Fragmente), 413 Ockerspuren (23 %), 229 (13 %) Verbissmarken und 1032 (58 %) Schlagspuren sowie 11 Knochenwerkzeuge nachgewiesen.

Zähne sind bei allen Spezies am besten erhalten.

Schnittspuren

Den höchsten Anteil von 25 % an Schnittspuren haben Rentier und Rothirsch in Relation zur Gesamt NISP. Gefolgt werden sie vom Pferd (15 %), Wollnashorn (9 %) und Mammut mit nur 1 %. Am Moschusochsen und Steinbock wurden keine Schnittspuren entdeckt.

In allen Spezies außer dem Mammut sind die meisten Schnittspuren an Metacarpalia und Metatarsalia. Ein anderes Knochenelement, das einen hohen Anteil an Schnittspuren trägt, ist die Mandibula des Pferdes und sind die Rippen und Phalangen des Wollnashorns.

Tab. A- 80, Schnittspuren, Goyet

Taxa	Häufigste Schnittspuren, Element
Pferd	Phalangen, Metapodien, Mandibula
Bison	Metacarpalia, Tibia
Wollnashorn	Rippen, Radiocubitus, Phalangen
Rothirsch	Metatarsus

Schlagspuren

In dieser Arbeit werden Schlagspuren gleichgesetzt mit gebrochenem und fragmentiertem Material. Der Fragmentationsgrad ist sehr hoch. Die Spezies mit dem höchsten Grad an Schlagspuren ist mit fast 100 % das Mammut, gefolgt von Pferd, Wollnashorn und Rothirsch mit rund 80 %, und Bison mit 70 % und nur 30 % beim Rentier.

Von allen Skelettelementen sind die Zähne am meisten fragmentiert, obwohl sie keine intentionellen Schläge erhalten haben.

Diese sehr ungenauen Aussagen lassen es nicht zu, zu beurteilen, ob die Fragmentation auf äußere Einflüsse zurückzuführen ist oder auf Zerschlagen der Knochen zum Zweck der Knochenmarkgewinnung.

Eine Schlagspur an einem Pferderippenfragment deutet darauf hin, dass es sich um eine Verletzung durch ein Projektil handelt. Beim Steinbock und dem Wollnashorn gibt es je ein Fragment, welches einen Schlag mit anschließendem longitudinalem Bruch anzeigt. Dies kann nur durch anthropogenen Einfluss entstanden sein.

Altersstruktur Pferd

Die Altersgruppe 4–10 Jahre ist als einzige mit mehr als 10 % vertreten, dies bedeutet, dass die adulten Tiere am meisten vertreten sind.

Mammut

Die Altersgruppe 0–12 A.E.Y. ist mit knapp 60 % und die Altersgruppe 12–24 A.E.Y. mit etwas mehr als 40 % vertreten. Tiere über 24 A.E.Y. sind nicht vorhanden. Dies wirft wieder die Frage auf, ob die Jungtiere bewusst ausgewählt wurden, oder ob sie am leichtesten zu erlegen und zu transportieren waren.

Wollnashorn

Die adulten 6–10 b.r.y. sind mit etwa 50 % vertreten, aber kaum ältere Tiere. Dagegen ist eine relativ hohe Anzahl an jungen Tieren 0–6 b.r.y vorhanden.

Rothirsch

Die meisten Tiere, über 40 %, kommen aus der Altersgruppe 6–9 Jahre, das sind adulte Tiere. Weniger sind alte Tiere und junge Tiere vertreten.

Carnivoren

Die Carnivoren sind Thema einer anderen Publikation. Hier soll nur erwähnt werden, dass in Chamber A, Horizont 3 *Ursus spelaeus* mit einer Anzahl von 26 Individuen, *Crocota crocota* mit 12 Individuen und *Alopex vel Vulpes* mit 7 Tieren vorkamen. Dies summiert sich zu einem Anteil echter Carnivoren, also ohne den Höhlenbären, von 14 % der totalen MNI in der Chamber A, Horizont 3.

Tab. A- 81, Ergebnisse, Goyet

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	<i>C. elaphus</i> , und <i>Equus sp.</i> : prime age adult <i>C. antiquitatis</i> und <i>M.primigenius</i> : juvenile	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5

Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	16
Score: 0,47			
Bemerkungen	Kannibalismus Knochenwerkzeuge		

2.2 Grotte de Spy

Name	Grotte de Spy
Geograf. Breite	50°28'50.131" N
Geograf. Länge	4°40'30.076" E
Land	Belgien
Höhe	18 m über dem Orneau
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Lower Level Moustérien
Datierung	Hauptbelegungszeit der Höhle ist die MIS 3 NT Skelette: 42 950 + 800 - 650 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Germonpré et al. 2014, 2012/ 2013)

Obwohl Spy nicht ganz den Kriterien entspricht, die ich für die auswertbaren Fundplätze zu Grunde gelegt habe, soll sie hier aufgenommen werden. In der Grotte de Spy wurde 1879 zum ersten Mal gegraben. Im Laufe der Jahre wurden weitere Grabungen von

unterschiedlichen Personen ausgeführt. Der Fauna lassen sich keine exakten stratigraphischen Positionen mehr zuweisen. Zu unterscheiden sind die Grabungsflächen außerhalb der Höhle auf der Terrasse sowie die Flächen innerhalb der Höhle. Es wurde eine Stratigrafie anhand von Radiocarbonaten aus einzelnen Tierknochen erarbeitet. Die Belegung der Höhle und der Terrasse liegt zwischen 25 670 + 130 - 110 uncal BP (GRA-37936) – entspricht dem Upper Level/Gravettien – und 42 950 + 800 - 650 uncal BP (GrA-44548) – entspricht dem Lower Level/Moustérien. Das Werkzeuginventar unterstreicht diese Datierungen, denn es liegen Gravettien, Aurignacien und Moustérien vor. Somit kann eine Belegungszeit für die gesamte MIS 3 angenommen werden.

Die Fauna, die in verschiedenen Museen lagert, wurde von (Germonpré et al. 2012/2013) als Gesamtheit untersucht und nicht nach den drei Hauptleveln (Upper Level,

Intermediate Level und Lower Level) unterschieden, da sich 23 % des Materials nicht sicher stratigrafisch einem Level zuordnen ließ.

Von einer totalen Knochenanzahl von 11 576 konnten nur 1418 nicht auf Taxaebene zugeordnet werden.

Bei den Carnivoren dominiert die Höhlenhyäne mit 15,1 % der NISP bzw. 29,2 % der MNI. Das nächsthäufigste Tier in dieser Kategorie ist der Höhlenbär mit 4,2 % der NISP bzw. 4,3 % der MNI.

Bei den Herbivoren bildet das Pferd 38,9 % der NISP und 34,2 % der MNI. Der zweithäufigste Herbivor ist das Mammut mit 10,2 % der NISP und 5,2 % der MNI. Im einstelligen Prozentbereich sind Boviden und Rentiere vorhanden.

Skelettrepräsentation und Altersstruktur

Das Mammut ist die dritthäufigste Art in Spy (NISP:1178). Am besten repräsentiert sind die Zähne. Es wurden keine Teile von Schädel, Unterkiefer oder Phalangen gefunden. Die stratigrafische Position der Zähne ist nicht klar, allerdings entstammen einige dem deuxième niveau Moustérien supérieur, die AMS Daten von Mammutzähnen liegen zwischen 37 ka und 43 ka BP.

Die postcranialen Knochen des Mammuts sind stark fragmentiert und lagen isoliert. Auch beim Pferd dominieren die Zähne, beim Ren dagegen die postcranialen Skelettelemente.

Altersstruktur

Von 56 Zähnen des Mammut konnte eine Altersstruktur erarbeitet und den Altersklassen nach Haynes (Haynes 1991) zugeordnet werden. 74 % der Zähne können der Altersklasse 0–12 A.E.Y. zugeordnet werden. 18 % entstammen der nächsten

Altersgruppe von 13–24 A.E.Y.. Alle höheren Altersgruppen sind nur zu weniger als 5 % vertreten. Insgesamt entspricht die Altersstruktur der Mammuta von Spy so dem Altersprofil B nach Haynes (1991).

Bei den Pferden dominieren Tiere zwischen 6 und 12 Jahren. Juvenile Tiere sind komplett unterrepräsentiert.

Anthropogene Modifikationen

Das Material ist insgesamt stark fragmentiert. Der Anteil der anthropogenen Modifikationen liegt bei 6 %. Germonpré und Kollegen (2012/ 2013) zählen zu den anthropogenen Modifikationen Ockerspuren, Schnittspuren, Knochenwerkzeuge. Damit liegt der Anteil der Schnittspuren unter 6 %. Interessant ist, dass die Knochen mit Schnittspuren auch meist Ockerspuren tragen. Da die Nutzung von Farbstoffen den Menschen des Jungpaläolithikums zugesprochen wird, müssten die Schnittspuren auch eher dem Jungpaläolithikum zugeordnet werden. Schnittspuren wurden an folgenden, häufig vorkommenden Taxa entdeckt: *Equus sp.*, *Rangifer tarandus*, *Bos sp.*, *Mammuthus primigenius*, aber auch an den nur wenig vorkommenden Taxa.

Skeletteilrepräsentanz

Aus der Skelettverteilung schließen (Germonpré et al. 2014), dass die Schädel der jungen Mammuta selektiv zur Höhle verbracht wurden, da sie eine sehr gute Ressource für Fett und ungesättigte Fettsäuren in Form des Gehirns bieten; der Anteil an ungesättigten Fettsäuren ist bei Jungtieren höher. Sie schließen aus, dass Carnivoren dafür verantwortlich sind.

- Die Isotopenanalysen der Spy Neandertaler weisen einen hohen Gehalt an Mammuta in der Ernährung auf. (Anmerkung: diese Aussage beruht auf dem Forschungsstand von vor 2014!)
- Große Carnivoren, wie Wölfe und Höhlenlöwen, zeigen eine Isotopenstruktur auf, die nicht auf den Verzehr von Mammuta hindeutet.
- Hyänen weisen zwar eine ähnliche Isotopenstruktur wie die Neandertaler auf, jedoch jagen moderne Hyänen Tiere, die das 2fache ihres Körpergewichtes betragen, das sind mittelgroße Huftiere mit etwa 150 kg Gewicht. Wenn Hyänen in Gruppen jagen, sind sie in der Lage, Tiere bis zum 3,5fachen ihres Körpergewichts zu erlegen, ca. 315 kg. Pleistozäne Hyänen wogen etwa 90 kg. Sie wären in Gemeinschaft in der Lage, ein 315 kg schweres Tier zu erlegen.
Die Hauptgruppe der Spy Mammuta entstammt der Altersgruppe 6 Monate bis 5 Jahre. Ein einjähriges Mammutkalb wiegt durchschnittlich 400 kg, ein zweijähriges 800 kg. Dies liegt über dem, was Hyänen in der Gruppe erlegen könnten.

Erschwerend kommt dazu, dass Hyänen zwar Skeletteile in die Höhlen verbringen, aber es keinen modernen Beleg dafür gibt, dass Hyänen in der Lage wären, Mammutschädel zu transportieren. Dennoch muss erwähnt werden, dass 53 % der Mammutknochen Bissspuren von Hyänen tragen. Dies wird dem Scavanging von Knochen durch Hyänen zugeschrieben.

Tab. A- 82, Ergebnisse, Grotte de Spy

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> ,	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere vertreten	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Mammutkälberschädel, Pferdeschädel Postcranium: <i>R. tarandus</i>	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	?	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			

2.3 Le Trou Magrit(t)e

Name	Le Trou Magrit(t)e
Geograf. Breite	50°13'19" N
Geograf. Länge	4°54'50" E
Land	Belgien
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Stratum 5, 4, Stratum 2: Aurignacien Stratum 3: Aurignacien
Datierung	Stratum 3: 41 300 ± 1690 BP (CAMS-10253), > 33 800 BP (GX-18539) Knochenkollagen Stratum 2: 34 225 ± 1925 BP (GX-18537), 30 100 ± 2200 BP (GX-18538) Knochenkollagen Nur Stratum 2 und 3 verwertbar, Ergebnisse für Stratum 4 und 5 erbrachten zu wenig Knochenkollagen
Datierungsmethode	AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Gautier et al. 1997; Otte 1995)

Neugrabung 1991–1992

Stratum 4 und 5

Die Makrofauna von Stratum 5 ist spärlich, Carnivoren (Höhlenbär, Fuchs und Wolf) sind gut repräsentiert.

Der einzige Hinweis auf menschliche Aktivitäten sind fünf Knochen vom Ren, Pferd und einer vom Steinbock sowie fünf des Wollnashorns.

Ein ähnliches Bild liefert Stratum 4 mit Fuchs als einzigem großem Carnivoren. Wollnashorn, Mammut, Steinbock und Pferd sind mit je einem Überrest vorhanden, was auf eine Neandertalersubsistenz schließen lässt. Eine Auswertung hinsichtlich der

Individuenzahl sowie der Skelettrepräsentanz wurde auf Grund der geringen Anzahl von vorhandenen Überresten nicht vorgenommen.

Die Autoren fanden es verwunderlich, dass weder Hyänenüberreste noch Hyänenkoprolithen in dieser Ausgrabung aufgefunden wurden.

Es sind Schnittspuren an der Fauna vorhanden, aber es gibt keine Herde oder verbranntes Material. Auch Steinartefakte sind es nur wenige. Daraus schließen Gautier et al., dass sich Neandertaler immer nur kurzzeitig in Le Trou Magritte aufgehalten haben. Die Hauptbesucher der Höhle waren Höhlenbären und kleine Carnivoren. Leider gibt es für diese Straten keine Datierungen.

Stratum 2 und 3

Die Fauna ist in diesen beiden Straten in größerem Umfang vertreten als in den beiden oben genannten.

Tab. A- 83, NISP und MNI Stratum 2 und 3, Le Trou Magritte, (Gautier et al. 1997)

Stratum 2	NISP	MNI	Stratum 3	NISP	MNI
<i>R. tarandus</i>	91	7	<i>R. tarandus</i>	36	1
<i>Equus sp.</i>	39	2	<i>Equus sp.</i>	17	1
<i>C. ibex</i>	31	1	<i>C. ibex</i>	10	1

Weitere Taxa, wie Bison, Gämse, Wollnashorn und Mammut sind nur durch je einen Knochen oder Zahn vertreten. Hasen, Füchse und Murmeltiere können durch den Menschen oder Carnivoren in die Höhle gelangt sein.

In den Straten 2 und 3 stellt das Rentier 57 % des Ensembles Ren + Pferd + Steinbock. Das Pferd stellt 27 % in Stratum 2 und 24 % in Stratum 3, sowie Steinbock 16 % in Stratum 2 und 19 % in Stratum 3. Dies deutet eine Kontinuität an Ressourcen und Subsistenzpraktiken über den sehr langen Zeitraum von 10 000 Jahren an.

Anthropogene Spuren

Sowohl der Mensch als auch die Lagerungsbedingungen und Witterungsverhältnisse sind für die Fragmentation der Knochen sowie vieler Zähne verantwortlich.

Skeletteilrepräsentanz

Die Skeletteilrepräsentanz bei Ren und Steinbock deutet darauf hin, dass die Tiere als Ganzes zur Höhle gebracht wurden.

Bei den Equiden dominieren die Zähne, was möglicherweise einen Transport der Schädel zur Höhle bedeutet, vermutlich zur Ausbeutung der Gehirne und Zungen.

Nur wenige Elemente von Humerus und Radius der Equiden sind vorhanden. Allerdings ist die Fragmentation der Pferdeknochen so hoch, dass sie schwer zu identifizieren sind. Distale Pferde Reste wurden offenbar nicht zur Höhle verbracht, was auf das hohe Gewicht pleistozäner Pferdeknochen im Gegensatz zu Ren- und Steinbockknochen zurückgeführt wird.

Jagdsaison und Jagdmuster

Für das Bison in Stratum 3 wird der Winter als Jagdzeit angenommen. Zwei Rentiere aus Stratum 2 sowie ein Steinbock wurden im späten Winter bis Frühling erlegt. Es gibt schwache Hinweise, dass es sich für Stratum 2 und 3 um ein Catastrophic Muster handelt. Vermutlich haben Lauerjäger die Herden beim Durchzug durch das Tal der Lesse gejagt.

Rückstandsanalysen

Mittels cross-over Immunoelktrophorese (CIEP) wurden 12 Steinartefakte aus den Straten 5, 3 und 2 auf organische Überreste untersucht. Die meisten Tests ergaben kein Ergebnis, aber zwei Kratzer aus Stratum 2 und 3 lieferten Belege für menschliche Proteine, vermutlich Blut.

Ein anderer Kratzer aus Stratum 3 zeigte Bovidenreste, aber keine Equiden, Cerviden oder Ovicapriden Antisera.

Die Belege menschlicher Proteine deutet darauf hin, dass sich Menschen gelegentlich beim Arbeiten mit Steinartefakten geschnitten haben (Newman 1995).

Tab. A- 84, Ergebnisse, Le Trou Magrit(t)e

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, aber nur in geringer Anzahl	3	0

Jagdmuster	schwache Belege für catastrophic Profil	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	Schädel bei den Equiden, <i>R. tarandus</i> und <i>C. ibex</i> ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>Bos sp.</i> Winter, <i>R. tarandus</i> Spätwinter bis Frühling	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	17
Score: 0,5			

3 Deutschland Nord

3.1 Lommersum

Name	Lommersum
Geograf. Breite	50°42'29.2" N
Geograf. Länge	6°47'39.6" E
Land	Deutschland
Fundplatzgattung	Freilandstation
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	<i>Bos sp.</i> : 39 870 + 780 – 710 BP

	<i>Coelodonta antiquitatis</i> : 37 040 + 440 – 410 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, Knochenkohle
Archäolog. Horizont	AH II c = datiert
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Hahn 1989)

Die jungpaläolithische Freilandstation Lommersum brachte Fauna von mindestens 52 Individuen zu Tage. Die Knochenerhaltung ist erwartungsgemäß nicht sehr gut. Das Material war stark zerbrochen und teilweise versintert, weswegen Zusammensetzungen schwierig waren.

Die fundstärkste Gruppe ist *Rangifer tarandus* mit 36 Individuen und an zweiter Stelle *Equus sp.* mit 10–11 Individuen. Von Murmeltier, Wolf, Eisfuchs, Höhlenlöwe und Vielfraß konnte je ein Exemplar nachgewiesen werden. Vom Mammut gibt es nur Elfenbeinsplitter. Hahn ordnet die Fundstelle ein als zeitlich begrenzter Siedlungsplatz, aber nicht als kill-site.

Rentiere

Mindestens 36 Individuen liegen vor. Die Zähne wurden auf ihr Alter hin untersucht. Es ergibt sich folgendes Bild:

- bis 1 Jahr: 31 Zähne
- bis 2 Jahre: 57 Zähne
- bis 3 Jahre: 44 Zähne = 5 Individuen

Jagdsaison

Die Untersuchung der Altersstruktur der Rentiere anhand der vorliegenden Zähne ergibt eine Jagdsaison im 10. bis 11. Lebensmonat. Entsprechend dem Vergleich mit rezenten Tieren wäre das in der Zeit von März bis Juni.

Es sind insgesamt 173 Geweihfragmente von Rentieren vorhanden, von denen 11 schädelecht sind. Es handelt sich um mindestens sechs Individuen, die mit Geweih gejagt wurden. Davon sind drei adulte, weibliche Tiere, eines subadult, männlich und eines juvenil. Bei den schädelechten Geweihen ist eine Demarkationslinie sichtbar, die andeutet, dass der jährliche Geweihabwurf unmittelbar bevorstand, etwa 1 –1,5 Monate vor Abwurf. Aus dieser Beobachtung leitet Hahn ab, dass die Jagdzeit der Tiere zwischen Anfang November und spätestens Ende April lag.

An vier Geweihschaftfragmenten liegen deutliche Schlagspuren vor, es handelt sich dabei aber nicht um die Spantechnik. Dennoch wurden Geweihanteile zur Herstellung von mindestens vier Artefakten genutzt, deren genaue Funktion nicht bestimmbar war.

Anthropogene Spuren

Bearbeitungsspuren an Knochen sind selten zu finden, einmal an einem Tibiafragment und fünf Schnittspuren an anderen Knochen.

„Sie befinden sich alle an Stellen, die für das Entfleischen typisch sind“ (Hahn 1989).

Die Phalangen wurden nicht zur Knochenfettgewinnung genutzt.

Skelettteilrepräsentation

Die Gesamtverteilung der Knochen sieht folgendermaßen aus.

Tab. A- 85, prozentuale Skelettteilrepräsentation, Lommersum

Skelettregion	[%]
Kopf	6,8
Rumpf	37,3
Extremitäten	55,9

Bei den Rentieren wie bei den Pferden machen die Extremitäten den höchsten Anteil aus. Da das Material stark fragmentiert ist, deutet dies auf die Ausbeutung von Knochenmark hin.

Hahn (1989) hält dies für Nahrungsknappheit, insbesondere Fettknappheit im Frühjahr. Er nimmt einen Jagdzeitraum zwischen November und maximal April an, einer Zeit, in der sich die Rentierherden auf Wanderschaft befinden.

Insgesamt ist eine Jagd in diesem Zeitraum, in welchem die Tiere zwar einen hohen Proteinanteil im Fleisch aber einen geringen Fettanteil des Fleisches aufweisen, eher irritierend. Eventuell kam es daher zu intensiver Knochenzerwirkung, um an das auch im Frühjahr noch relativ fettreiche Knochenmark zu gelangen.

Pferde

Berechnet nach den Zähnen, handelt es sich um 10–11 Individuen. Berechnet nach den Knochen sind nur 5 Individuen nachweisbar. Das Geschlechterverhältnis ist ausgeglichen. Zwei der Tiere sind, gemessen am Knochenmaterial juvenil.

Von 19 Femora liegen nur Bruchstücke vor. 162 Fragmente verteilen sich auf dickwandige Langknochen, sind jedoch nicht weiter bestimmbar. Drei der Tibiafragmente weisen Bearbeitungsspuren auf.

Skeletteilrepräsentation

Je nachdem, ob einzelne Zähne mitgerechnet werden oder nicht, ergibt sich ein hoher Anteil an Extremitäten oder Schädeln. Der Rumpf ist jeweils am schwächsten vertreten. Hahn erklärt dies damit, dass Rippen und Becken wegen geringer Knochendichte eine geringere Erhaltung besitzen. Allerdings sind auch wenige Wirbel erhalten.

Tab. A- 86, prozentuale Skeletteilrepräsentation mit und ohne Zähne, Lommersum

Skeletteil	Ohne Zähne [%]	Mit Zähnen [%]
Kopf	16,2	50,3
Rumpf	11,6	7,2
Extremitäten	72, 2	41,4

An keinem der Knochen in Lommersum wurde Raubtierverschleiß festgestellt.

Nach Einschätzung von Hahn (Hahn 1989) handelt es sich bei der Freilandstation Lommersum um einen Ort zum Zerlegen der Jagdbeute, der sich nahe beim Tötungsplatz befindet. Es wurde ein erheblicher Arbeitsaufwand zur Ausbeutung des Knochenfetts und nicht nur des Fleisches betrieben.

Die Feuerstelle

Die einzige Feuerstelle von Lommersum ist eine flache Mulde ohne Steinreflektoren und mit Knochen und Steinartefakten assoziiert. Sie diente der selektiven Weiterverarbeitung der Jagdbeute. Die Feuerstelle war eine der Zentren der Fundstelle.

Entsprechend der Zahl der Rollbeine um die Feuerstelle muss es sich um ein Minimum von 5 Rentieren und ein Maximum von 7 Rentieren handeln, die zum gleichen Ereignis gehören. Auf Grund der Zähne waren es zwei einjährige, ein drei- bis vierjähriges und drei fünf- bis siebenjährige Tiere.

Hahn interpretiert die Funktion der Feuerstelle als zur Zubereitung von Nahrung dienend, mit dem Schwergewicht auf Rösten/Schmelzen von Knochenmark.

Um die Feuerstelle ist eine Anreicherung von Schädeln und Unterkiefern auffallend. Dies deutet auf eine Ausbeutung von Gehirn und Zungen hin, die am Tierkörper zuerst verderben.

Die Feuerstelle wurde in der Fläche des Horizontes AH IIc auf ihren Phosphatgehalt hin untersucht. Die Phosphatkonzentrationen gehen auf verbrannte und unverbrannte Knochen zurück und stimmen mit der Feuerstelle überein. Im Profil konnte jedoch keine Phosphatanreicherung festgestellt werden.

Die Sedimente der Feuerstelle wurden auf Fette und Aminosäuren hin untersucht. Dünnschichtchromatografisch konnten Aminosäuren der Gruppe Prolin - Hydroxyprolin in einer Konzentration, die über dem Pegel einer durch Mikroorganismen verursachten Verunreinigung liegt, nachgewiesen werden (Hahn 1972).

Eine Untersuchung auf Fettsäuren zum damaligen Zeitpunkt ergab erwartungsgemäß wenig detaillierte Ergebnisse. Immerhin konnte das Fett als Knochenöl von Rentieren oder Rindern eingegrenzt werden. Da Rinder an der Fundstelle nicht nachgewiesen sind, bleibt Ren, was somit auch mit den archäozoologischen Funden übereinstimmt (Hahn 1989).

Gebrauchsspurenanalyse

An 78 retuschierten Steinartefakten wurden mikroskopische Gebrauchsspurenanalysen durchgeführt, dies brachte aber keine Ergebnisse, da das Material stark patiniert war. An 81 Artefakten wurden makroskopische Untersuchungen durchgeführt. Die Tätigkeiten, die mit den Artefakten durchgeführt wurden, sind: Schneiden weicher Materialien, Sägen härterer Materialien, Schaben von trockenem Fell und Haut. Als Material werden Holz, Geweih und Knochen angenommen. Nur indirekt kann damit auch eine Verarbeitung von Fleisch und Innereien belegt werden (Hahn 1989).

Tab. A- 87, Ergebnisse, Lommersum

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten bei Pferd und Ren	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>R. tarandus</i> : März bis Juni und November bis Anfang April	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
Σ=		34	23
Score: 0,68			

3.2 Volkringhauser Höhle

Name	Volkringhauser Höhle / NRW
Geograf. Breite	51°21'30.348" N
Geograf. Länge	7°52'33.874" E
Land	Deutschland
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Spätes Mittelpaläolithikum
Datierung	<i>Bos sp.</i> : 39 870 + 780 – 710 BP <i>Coelodonta antiquitatis</i> : 37 040 + 440 – 410 BP
Datierungsmethode	Typ. und techn. Analyse der Steinartefakte AMS von zwei Knochen mit anthropogener Modifikation

Archäolog. Horizont	keine Stratigrafie
Calibrierte Daten	<i>Bos sp.</i> : 43 700 ± 738 cal BP <i>Coelodonta antiquitatis</i> : 41 874 ± 370 cal BP
Quelle	(Tafelmaier 2011)

Für die Volkringhauser Höhle ist nahezu kein stratigrafischer Kontext vorhanden. Das Material stammt aus einer Grabung von 1924. Dennoch sollen die Ergebnisse der Fauna hier aufgenommen werden, da zwei AMS Daten von anthropogen veränderten Knochen vorliegen, die auf das späte Mittelpaläolithikum hindeuten.

Insgesamt liegen 219 Knochen- und Geweihfragmente vor und somit ein recht kleines Inventar. Das Material ist komplett fragmentiert, es liegen keinerlei komplette Skeletteile vor. Die Kleinstückigkeit des Materials ist teilweise den wenig sorgfältigen Grabungsmethoden geschuldet.

123 (56 %) Fragmente konnten auf Genusebene bestimmt werden, 33 % der Größenklasse 5 und 11 % der Größenklasse 7 zugeordnet werden.

Nach der Häufigkeit liegen vor: *Rangifer tarandus* (MNI = 11) > *Cervus elaphus* = *Equus sp.* = *Coelodonta antiquitatis* (MNI alle 2). Auch *Lepus sp.* ist mit einem Individuum vertreten. Abgesehen von je einem juvenilen Tier bei *Rangifer tarandus* und *Coelodonta antiquitatis*, sind alle Tiere bei ihrem Tod adult.

Anthropogene Spuren

5 % des Faunenmaterials ist gekennzeichnet durch Biss- und Nagespuren von Carnivoren. Mit je einem Exemplar sind folgende Carnivoren vorhanden: *Panthera leo spelaea*, *Canis lupus*, *Gulo gulo*. Ebenso ist ein Exemplar des Höhlenbären nachweisbar. Der Verbiss der Fauna und verdaute Knochen sollen aber von Hyänen stammen, die nicht im Fundmaterial vorkommen.

21 % des Faunenmaterials stammt von Carnivoren, und mit diesem Ausmaß wäre die Ansammlung nicht dem Menschen zuzuweisen.

Allerdings zeigen 36 (12 %) der Knochen Schlagspuren. Sie wurden gefunden an *Coelodonta antiquitatis*, *Cervus elaphus*, *Bos sp.* und *Rangifer tarandus*, sowie an Knochen der Größenklasse 5 und 7. Nirgends wurden Schnittspuren nachgewiesen. Die Position der Schlagmarken am Tierskelett deutet auf eine bewusste Fragmentation zur Gewinnung von Knochenmark hin.

Für *Mammuthus primigenius* ist ein menschlicher Einfluss nicht nachweisbar. Die Schlagspuren bei *Coelodonta antiquitatis* sind anthropogen, aber damit ist die Jagd nicht belegt.

Für die Boviden wird ein selektiver Transport zum Fundort angenommen, da nur Langknochen mit entsprechenden Anhängen vorhanden sind. Langknochen des Stylo- und Zeugopodiums inklusive Metarcarpalia und Metatarsalia dominieren bei allen Arten.

Von Mammut und Wollnashorn dagegen liegen vermehrt Rippen vor, sie stehen für fleischreiche Anteile.

Erwähnenswert sind 68 Rentiergeweihfragmente, die auf eine andere Nutzung als zur Nahrungsgewinnung hindeuten. Im Zusammenhang mit der Nahrungsgewinnung könnten sie als Brennmaterial gedient haben, aber es sind keine Brandspuren nachgewiesen. Eine andere eindeutige Erklärung existiert nicht.

Tab. A- 88, Ergebnisse, Volkringhauser Höhle

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	fraglich, da geringe Anzahl	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Langknochen Rippen bei <i>M. primigenius</i> und <i>C. antiquitatis</i>	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	diverse Taxa	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdmuster	-	5	0

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	16
Score: 0,47			

4 Deutschland Süd

4.1 Geißenklösterle

Name	Geißenklösterle
Geograf. Breite	48°23'36.74" N
Geograf. Länge	9°45'20.632" E
Land	Deutschland
Höhe	60 m über Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	AH IV- VIII Mittelpaläolithikum
Datierung	IV 33 200 + 520/-490 MP IV 35 010 + 380/-360 MP IV 36 700 + 450/-430 MP IV 36 820 + 400/-380 MP IV 37 780 + 520/-490 MP IV 38 240 + 780/-710 MP IV 38 490 + 460/-430 MP VI 38 450 + 550/-520 MP VII 31 629 + 391/-373 MP VIII 33 430 + 480/-450 MP VIII 40 090 + 640/-600 MP VIII 41 410 +1,500/-1 260 MP
Datierungsmethode	ESR

Calibrierte Daten	-
(Conard et al. 2006)Quelle	(Conard et al. 2006; Conard 2006; Conard und Bolus 2008; Conard et al. 2019; Münzel und Conard 2004a)

Die Knochenerhaltung der mittelpaläolithischen Horizonte wird als schlecht beschrieben. In den mittelpaläolithischen Horizonten des Geißenklösterle dominiert der Höhlenbär mit 44,8 % aller Taxa. Carnivoren kommen vereinzelt vor, maximal 0,6 %.

Unter den Herbivoren dominieren das Rentier (4,1 %) und das Pferd (1,6 %). Das Mammut macht 1,5 % aus. Allerdings wurden über 40 % des Fauneninventars nur nach Größenordnung identifiziert und nicht genau nach Taxon. Vom Wollnashorn sind fast nur Zähne erhalten.

Anthropogene Einflüsse

Schnittspuren finden sich nur auf einem Pferdeunterkiefer.

Knochenkohlen finden sich vereinzelt, aber keine Feuerstellen oder Aschelinsen. Münzel (Conard et al. 2019) ist der Ansicht, dass die Fauna nicht zu Nahrungszwecken in die Höhle eingebracht wurde, sondern die Skeletteile seien wichtig für die Artefaktherstellung gewesen seien.

Tab. A- 89, Ergebnisse, Geißenklösterle

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Ursus spelaeus, Equus sp., Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Vögel, Fische	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0

Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Aschelinsen, Feuerstellen	-	1	0
$\Sigma=$		34	9
Score: 0,26			

Fische

Die Fischreste der Grabungen 1997–2002 wurden von Böhme bearbeitet. Es waren nur Knochenfragmente erhalten, nie ein vollständiges Skelett und es wurden keine auffälligen Verdauungsspuren gefunden. Alle Fische entstammten Fließgewässern.

Der mittelpaläolithische Horizont war am wenigsten fundreich. Es wurden in zwei Schichten *Thymallus thymallus* und *Lota lota* gefunden.

Es ist nicht eindeutig festzustellen, ob die Fische durch den Menschen oder durch Eulen in die Höhle eingebracht wurden (Böhme 2019).

4.2 Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013

Name	Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013
Geograf. Breite	48°32'57.26" N
Geograf. Länge	10°10'22.76" E
Land	Deutschland
Höhe	470 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum
Datierung	E, D, A2, C: 39 000 – 46 000 BP ETH-38789, ETH-38799, ETH-38800, ETH-41324
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	C, A2, D, D4, D2, E, F, G, J, K, K-M = Mittelpaläolithikum
Calibrierte Daten	E, D, A2, C: 43 000 – 50 000 cal BP
Quelle	(Blanco-Lapaz 2019; Kitagawa 2019)

Die Neugrabung 2009–2013 erbrachte ein großes Inventar an Fauna. Der Großteil sind kleine bis kleinste Knochensplitter mit weniger als 5 mm–10 mm Länge und wurde nicht weiter untersucht. Die Anteile der verwitterten Knochen ist mit 61 %–93 % in den verschiedenen Schichten hoch.

Die Funddichte in den einzelnen Schichten variiert stark, aus den mittelpaläolithischen Schichten D4 und J konnten 40 % auf Artniveau bestimmt werden.

Tab. A- 90, NISP in den mittelpaläolithischen Fundhorizonten, ohne Geweihe und Stoßzähne

Arch. Horizont	C	A2	D	D4	D2	E	F	G	J	K	L	K-M
<i>Ursus sp.</i>	118	199	577	109	99	173	214	123	73	234	1	20
<i>M. primigenius</i>	11	28	104	1	12	7	24	8	1	7	-	-
<i>Equus sp.</i>	13	45	134	7	13	11	21	33	10	57	-	1
<i>C. antiquitatis</i>	4	6	24	7	9	1	6	4	1	15	-	2
<i>C. elaphus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>R. tarandus</i>	7	1	19	-	1	3	7	3	1	10	-	-
<i>Bos vel Bison</i>	-	-	-	-	1	-	-	3	1	9	-	2
<i>C. ibex</i>	-	-	-	-	-	-	-		-	3	-	-

Anthropogene Spuren

Brandspuren

Die häufigste anthropogene Veränderung betrifft Knochen mit Brandspuren, die meisten sind verkohlt nur wenige weiß verbrannt. Aus der räumlichen Verteilung der verbrannten Knochen sind keine Muster abzuleiten, die auf Feuerstellen hindeuten würden. Die gebrannten Knochen konnten nicht quantifiziert werden.

Schnittspuren

Schnittspuren konnten nicht entdeckt werden, da sie wahrscheinlich durch taphonomische Prozesse und Tierverschleiß überdeckt wurde

Carnivoren

Carnivoren kommen zwischen 1,6 % und 8,3 % vor, woraus Kitagawa ableitet, dass Raubtiere bei der Bildung des Knocheninventars beteiligt waren. Die häufigste Tiergruppe in den mittelpaläolithischen Horizonten sind Bären mit 57,1 % bis 79,9 % in den verschiedenen Horizonten. Die zweithäufigste Faunengruppe sind Pflanzenfresser mit jedoch sehr unterschiedlichen Anteilen in den einzelnen Horizonten von 0,0 % bis 23,1 % im Mittel bei 15 %.

Herbivoren

Von den Herbivoren sind Pferde die häufigste Gruppe. Mammuta und Wollnashorn sind zwar die zweit- und dritthäufigste Gruppe, aber von Mammuta sind nur Zähne und Elfenbein vorhanden. Ihr Vorkommen ist im Horizont D am häufigsten. Rentiere machen demnach die zweithäufigste Gruppe bei den Herbivoren aus. Die Dichte der Pferdereste ist besonders groß in den mittelpaläolithischen Schichten A2, D und G. Die dominante Gruppe an Skelettresten sind Zähne, postcraniale Elemente sind seltener.

Jagdmuster

In den Horizonten A2, D, G und K handelt es sich in erster Linie um adulte Tiere, gefolgt von juvenilen und spätadulten. Rentiere sind die zweithäufigste Herbivorengruppe, die im Horizont D am häufigsten vorkommen. Allerdings sind die größte Gruppe der Skeletteile Zähne. In anderen Horizonten finden sich auch mehr postcraniale Skeletteile. Es sind Tiere aller Altersgruppen belegt. Zusammenfassend erklärt Kitagawa, dass Pferde, Rentiere, Mammuta und Wollnashörner sowohl durch Menschen als auch durch Raubtiere akkumuliert wurden.

Leporiden

Der Anteil der Lagomorphen im mittelpaläolithischen Fundmaterial macht 2 % aus. Ob die Tiere vom Menschen in die Höhle verbracht und als Nahrung genutzt wurden, ist nicht festzustellen, Schnittspuren fehlen gänzlich.

Bären

Der größte Fundanteil in allen Schichten stellen Bären (Höhlenbär und Braunbär). Es dominieren Zähne. Es handelt sich überwiegend um juvenile Tiere. Es sind keinerlei Spuren von menschlicher Verwertung der Bärenkarkassen nachweisbar.

Fische (Blanco-Lapaz 2019)

Es wurden insgesamt 304 Fischreste gefunden, davon stamen 283 aus den mittelpaläolithischen Horizonten K-M. Es handelt sich um *Thymallus thymallus* (Äsche) 48 % aller Fischreste, *Lota lota* (Quappe), Karpfenfische (nicht näher bestimmbar) und Lachsfi-sche (nicht näher bestimmbar).

Auch wenn es auf Grund fehlender Schnittspuren nicht möglich ist, die Fischreste dem Menschen zuzuschreiben, ist es doch interessant zu erfahren, dass ausschließlich postcraniale Fischelemente gefunden wurden. Dies würde bedeuten, dass die Fischköpfe an einem anderen Platz als der Höhle entfernt wurden, woraus man am ehesten auf den Menschen als Jäger schließen könnte.

Äschen können eine Größe von bis zu 50 cm und ein Gewicht bis zu 1,5 kg erreichen und wären so auch für den Menschen eine lohnende Beute. Quappen werden mit 80 cm und 4 kg Gewicht noch größer.

Tab. A- 91, Ergebnisse, Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, Pisces vermutlich durch Menschen gejagt	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	5
Score: 0,15			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

4.3 Vogelherd

Name	Vogelherd/Lonetal
Geograf. Breite	48°33'42.66" N
Geograf. Länge	10°11'24.644" E
Land	Deutschland
Höhe	18 m über Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	-
Datierungsmethode	-

Archäolog. Horizont	Hori-	AH IV/V
Calibrierte Daten		-
Quelle		(Niven 2006)

Aurignacien

Die beiden Aurignacienhorizonte des Vogelherdes erbrachten ein Vielfaches (NISP: 13287) an faunistischem Material im Vergleich zum Moustérienhorizont.

Bezogen auf die MNI: 28 (Anzahl der Tibiaschäfte) und das Knochengewicht ist das Ren die dominierende Tierart, gefolgt von Mammut (MNI: 28) und Pferd (MNI: 27).

Ren

Im Gegensatz zu den anderen Herbivoren, gibt es vom Ren kaum Zähne. Es sind alle Altersgruppen vertreten, aber junge und Prime age Adulte herrschen vor.

Jagdmuster nach Alter

Es sind vorhanden: ein Individuum mit 18–30 Monaten, 7 Individuen mit 18–30 Monaten und älter, 8 Individuen mit 18–42 Monaten und älter sowie 6 Individuen mit 42–48 Monaten.

Geschlecht

Es handelt sich bei mindestens sechs Tieren um männliche Individuen und um 8 weibliche Individuen, also vermutlich eine gemischten Herde.

Jagdzeit

Die Hauptjagdzeit auf die Rentiere war Spätsommer bis Herbst, eventuell auch Frühling. In diesem ersten genannten Zeitabschnitt sind die Tiere in der besten Kondition.

Pferde

Entsprechend der NISP:1423, einem Knochengewicht von 41833 g und einer MNI von 27 sind Pferde die am zweithäufigst gejagten Tiere.

Jagdmuster

Anhand der vorhandenen Zähne handelt es sich bei 22 Individuen um sieben juvenile, 12 prime age adulte und sieben alte adulte Tiere. Die 5–8jährigen Tiere sind unterrepräsentiert. Daher handelt es sich vermutlich um eine Family Group mit adulten weiblichen Tieren und ihren Jungtieren, während die männlichen Tiere aus der genannten Gruppe der 5–8jährigen fehlen. Diese hatten die Herde vermutlich schon verlassen, um eine eigene Bachelorgroup zu bilden. Dies wird von der Bearbeiterin als ein Attritional Profil eingestuft.

Geschlecht

Zur Geschlechtsstruktur konnten keine Aussagen gemacht werden.

Jagdsaison

Als Jagdsaison auf die Pferde wird der Zeitraum von Sommer bis Frühherbst angenommen, der Zeitraum, in dem die Tiere am besten gemästet sind. Entsprechend dem einen Föten, der gefunden wurde, wäre die Jagdsaison im September/Oktober.

Skeletteilrepräsentation (Ren und Pferd)

Die appendikulären Elemente übersteigen die axilären Elemente bei beiden Arten. Es dominieren in absteigender Reihenfolge: Tibia, Metatarsalia, Humerus, Radius, Ulna und Femur. Die Vorderextremitäten und die oberen Hinterextremitäten sind gleich oft vorhanden bei Ren und beim Pferd. Die unteren Hinterextremitäten überwiegen beim Ren im Vergleich zum Pferd. Dagegen überwiegen Crania und Mandibula beim Pferd gegenüber dem Ren.

Anthropogene Spuren

Beim Ren tragen 17,7 % der Knochen Schnittspuren. Sie weisen auf folgende Tätigkeiten hin: Desartikulation, Abtrennen des Craniums, Entnahme der Zunge, Abtrennen des Femurs vom Rumpf, Abtrennen von Fleisch von Wirbelsäule und Rippen und Filetieren.

Beim Pferd tragen 8,2 % der Knochen Schnittspuren, die denen beim Ren stark ähneln.

5,2 % der Rentierknochen tragen Schlagmarken. Das gesamte Knochenmaterial aus den beiden Horizonten trägt 60 % Green breakage. Alle Langknochen beim Ren und Pferd sind frisch zerbrochen, auch Skelettelemente, wie z.B. die Scapula, die wenig Knochenmark enthält. Dies lässt auf eine intensive Knochenmarksgewinnung schließen.

Beim Pferd trägt 7,7 % des Materials Schlagspuren. Die Langknochen beim Pferd wurden genauso intensiv verarbeitet wie beim Ren, obwohl beim Pferd auf Grund des höheren Gehaltes an trabekulärem Knochen, die Knochenmark, -menge niedriger ist als beim Ren.

Jagdtiere von untergeordneter Rolle

Im Vogelherd wurde eine ganze Reihe weiterer Herbivoren aufgefunden, aber in viel geringerer Anzahl. Sie spielten für die Ernährung daher wohl eine untergeordnete Rolle: *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Rubicapra rubicapra*, *Megaloceros*, *Bos sp.*

Eine Rolle zwischen den Hauptjagdtieren Ren und Pferd sowie den gerade eben genannten spielte *Coelodonta antiquitatis* mit einer MNI von 12. Davon sind 42 % juvenile oder jungadulte Tiere. Es handelt sich vermutlich um Kühe und ihre Kälber. Es dominieren Schädel- und Langknochen. Aber es befinden sich keine Schnitt-, Schlag- oder Hackspuren auf dem Material. Daher ist die Jagd auf diese Tiere allein durch den Menschen fraglich.

Kleinsäuger

Mit einer NISP von 27 ist das Inventar an Hasenartigen im Vogelherd sehr klein. Allerdings wurden die Langknochen aufgebrochen und es finden sich keine Spuren von Raubvögeln oder Carnivoren am Knochenmaterial.

Vögel

Mit einer NISP von 13 sind Vögel im Aurignacienhorizont vertreten. Unter den 12 Individuen befinden sich Raben, Schneeeule, Schwan, Gans, Raufußhuhn und Auerhuhn. Niven schätzt ihr Vorkommen im Vogelherd eher als eine Folge der Aktivitäten von tierischen Räubern als von Menschen ein.

Carnivoren

Carnivoren spielen nur eine untergeordnete Rolle am Vogelherd. Dominant ist der Höhlenbär, er wurde vom Menschen nicht ausgebeutet.

Mammuta

Mit einer MNI von 28 und einer NISP von 3540, bestehend aus Knochen und Zahnmaterial (überwiegt), kommt das Mammut am Vogelherd vor.

Jagdmuster nach Alter

Mit 32 % kommen juvenile Individuen der Klasse 0–12 AEY vor. Je 21 % stellen ältere adulte Tiere mit 37–48 AEY und 49–60 AEY. Dieses Altersprofil stellt keine natürliche Herde dar und ist nach Niven nicht erklärbar. Vielfach wird behauptet, dass Jungtiere bevorzugte Beute von Carnivoren gewesen seien. Von modernen Elefantenherden jedoch weiß man, dass die Gruppe die Jungtiere massiv beschützt.

Da weniger Knochen als Zähne im Material präsent sind, ist das Geschlecht nicht bestimmbar. Von den 28 Individuen konnten 13 anhand von Knochen nachgewiesen werden, der Rest anhand von Zähnen.

Skelettteilrepräsentanz

Die Knochen entstammen dem sog. „Knochenlager“, das Riek am Südwesteingang der Höhle verortete. In diesem Material sind die Crania dominant. Von der großen Anzahl an Mammutknochen und Zahnmaterial sind nur 13 verbrannt.

Die Crania weisen überwiegend ein trockenes Bruchmuster auf, nur eine geringe Anzahl ist frisch gebrochen. Schnittspuren und Schlagmarken, die auf Desartikulation oder Fleischgewinnung hindeuten, wurden keine gefunden, nur eine Hackspur, deren Ursache nicht bestimmt werden konnte.

Das Knochenlager selbst und die ungewöhnliche Auswahl dürften durch den Menschen eingebracht worden sein. Niven scheint die Jagd auf Mammuta eher auszuschließen, sondern denkt an aufgesammeltes Material, wobei der Transport der Schädel rätselhaft bleibt, da sie sehr schwer sind und umständlich zu transportieren wären.

Am ehesten scheint das Knochenlager eine Rohmaterialquelle für Elfenbein, Brennstoff oder ein Vorratslager gewesen zu sein. Da Riek nicht berichtete, was sich am Grund des Knochenlagers befand, wäre auch ein Schutz von Vorräten durch das Mammutlager nicht auszuschließen

Herde

Aus dem AH IV/V sind 6 Herdstellen dokumentiert.

Tab. A- 92, Ergebnisse, Vogelherd

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>M. primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Aves	3	3
Jagdmuster	<i>Equus sp.</i> = attritional profile <i>Rangifer tarandus</i> : catastrophic profile	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>R. tarandus</i> : Extremitäten <i>Equus sp.</i> : Extremitäten und Crania <i>M. primigenius</i> : Crania	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>R. tarandus</i> : Spätsommer bis Herbst <i>Equus sp.</i> : Sommer bis Frühherbst	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	6 Herde	1	1
$\Sigma =$		34	29

Score: 0,85			
-------------	--	--	--

5 Tschechien

5.1 Stránská Skála IIIb

Name	Stránská Skála IIIb
Geograf. Breite	49°18´ N
Geograf. Länge	16°67´ E
Land	Tschechien, Mähren
Höhe	259 müM
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Aurignacien, Bohunicien, Epigravettien
Datierung	IIIb (1988-89): 32 600 + 1700 – 1400 BP III (1982): 38 500 + 1400 –1200 BP IIIe (1998): nicht datiert IV (1986): 18 220 ± 120 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Musil 2003, 2010; Svoboda und Bar-Yosef 2003; Valoch 1988)

Schicht IIIb (Musil)

In der Schicht IIIb wurden zwei Ansammlungen von Knochen gefunden, C1 umfasst 227 Knochen und B/C 5–6 umfasst 69 Knochen. Damit ist dies eine sehr kleine Knochenansammlung.

Sie wird von Musil als stark erodiert durch Pflanzenwurzeln, mit poröser Oberfläche, Spalten und Vertiefungen beschrieben, die mit Manganoxid ausgefüllt waren.

Die meisten Hinterlassenschaften sind Splitter von Langknochen von großen Tieren. Die Splitter sind zwischen 1 cm und 10 cm lang. Die Brüche sind verrundet und es ist unmöglich zu entscheiden, ob die Brüche natürlichen oder artifiziellen Ursprungs sind, durch die Grabung oder durch menschliche Eingriffe in der Vergangenheit entstanden. Die Pferdezähne waren vollständig aufgelöst. Das osteologische Material war stark zerstörenden chemischen Einflüssen ausgesetzt.

Diese Aussagen zum Zustand der Fauna widersprechen der von Svoboda getroffenen Einschätzung, der den Zustand der Fauna als gut erhalten beschreibt (Svoboda und Bar-Yosef 2003).

Die Epiphysen der Langknochen sind nicht zerstört, nur in einem Fall kann ein durch menschliches Zutun entstandener transversaler Bruch angenommen werden. Einige Knochen wurden longitudinal geschnitten, und es sind dünne Schichten von Kompakta abgelöst worden. Alle Knochen entstammen großen Tieren zweier Genera: Pferd und Bison bzw. Auerochse. Es gibt keinerlei Knochen von mittelgroßen oder kleinen Tieren. Musil führt das nicht auf taphonomische Prozesse bei der Kleinfafauna zurück, sondern auf selektive Jagd auf große Tiere.

Interessant scheint mir das ausschließliche Vorhandensein von Langknochen, andere Skeletteile und Zähne scheinen zu fehlen.

Andere Schichten (Svoboda und Bar-Yosef 2003; Valoch 1988)

Von Musil wurde nur die Schicht IIIb bearbeitet. Aus anderen Grabungen und anderen Schichten stammen weitere sehr kleine Mengen an Fauna.

Für Schicht III sind Pferd und Mammuth nachgewiesen. Für Schicht IIIe das Pferd. Beide gehören noch in die Aurignacienhorizonte.

Für die Schicht IV, dem Epigravettien, sind Pferd, Bison, Ren, Mammuth und Wollnashorn nachgewiesen, wobei das Pferd gegenüber den anderen Arten stark dominiert.

Herdstellen

In der sogenannten „upper soil unit“ wurden 4 Herde gefunden.

Bohunicien Horizont

Schicht III: Herd 1

1,25 m Durchmesser, einige Zentimeter tief, verfüllt mit Erde und Holzkohle. Silices und Ocker, keine Fauna. Vier weitere Befunde, die eventuell als Herde gedeutet werden könnten.

Schicht III d: Herd 2

Irreguläre Form von 30 cm x 20 cm, verteilt über eine Fläche von 80 cm x 60 cm war Holzkohle, 10 cm tief, Verfüllung wird nicht genannt. Weder Ocker noch Silices oder Fauna waren vorhanden.

Aurignacien Horizont

Schicht II a: Herd 4

Zwei longitudinale Zonen Holzkohle, von 36 cm Länge und 15 cm Breite und einer kürzeren und schmaleren Zone daneben.

Schicht III a: Herd 3

H 3 ist die am besten erhaltene Herd. Er war fast kreisförmig mit einem Durchmesser von 30 cm und einer Tiefe von 8 cm. Er war verfüllt mit Humus und Holzkohle. Diese Vertiefung war überlagert von einer ovalen Formation von 70 cm x 50 cm aus Holzkohle. Nur dieser Herd blieb von postdepositionalen Prozessen verschont. Derartige Herdformen sind aus Dolní Věstonice bekannt.

Weitere Herdstellen sind durch deformierte Holzkohlelagen angedeutet. Sie enthalten teilweise Abfälle aus der Produktion lithischer Artefakte. Fauna wurde auch hier nirgends gefunden.

Tab. A- 93, Ergebnisse, Stránská Skála III b

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Bos sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5

Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	fraglich	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	4 Herde	1	1
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

6 Polen

6.1 Deszczowa Höhle

Name	Deszczowa Höhle
Geograf. Breite	50°46'58.134" N
Geograf. Länge	19°8'45.298" E
Land	Polen
Höhe	300 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Schicht IV: Mittelpaläolithikum Schicht V: Micoquo-Prondnikian Schicht VI: Mittelpaläolithikum Schicht VII: Aurignacien Schicht VIII: Epigravettien
Datierung	IV: 42 800 ± 1900 BP (Poz-3749), 2006 VI: 43 ka BP (Poz-330), 2007 VI: 44 ± 2000 ka BP (Poz-373), 2007 VII: 26 200 ± 300 BP (Poz-314), 2007

Datierungsmethode	-
Archäolog. Horizont	Mittelpaläolithikum bis Epigravettien
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Wojtal 2007)

Die Deszczowa Höhle verfügt über eine lange Chronologie vom Mittelpaläolithikum bis zum Epigravettien. Allerdings scheint die Datierung nicht ganz konsistent mit dem archäologischen Horizont im Aurignacien (vergl. Tabelle oben).

Carnivoren

Mittelpaläolithikum

Schicht IV

Dominant sind die beiden Bärenarten, *Ursus sp.* mit 2 Individuen. Ferner findet sich je ein Individuum von *Canis lupus*, *Panthera spelaea* und *Vulpes vulpes*.

Schicht V

Die beiden Bärenarten dominieren auch diese Schicht mit insgesamt 2 Tieren. Von beiden Fuchsarten gibt es je ein Exemplar.

Schicht VI

Mit 4 Individuen dominieren die Bären auch diese Schicht. Ferner sind in dieser Schicht ein Exemplar *Crocuta spelaea* sowie 6 Individuen der beiden Fuchsarten vorhanden.

Herbivoren

Mittelpaläolithikum

Schicht IV:

Es kommt ein Pferd vor.

Schicht V:

Es kommen zwei Rentiere, ein Mammut, ein Wollnashorn, ein Pferd und nicht näher identifizierbare Cerviden vor.

Schicht VI

Je ein Individuum von Mammut, Wollnashorn, Pferd, Rothirsch, Rentier, Riesenhirsch und nicht näher identifizierbare Cerviden.

Anthropogene Spuren

Schnittspuren finden sich in den Schichten V an Ren und Fuchs und in VII an Ren. Brandspuren an Knochen finden sich in der Schicht VI.

Zu allen Zeiten scheint die Höhle ein Hibernationsort für Bären gewesen zu sein. Insgesamt ist sie sowohl für Neandertaler auch für den modernen Menschen immer nur ein Kurzeit Aufenthaltsort gewesen.

Tab. A- 94, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, mittelpaläolithische Schichten

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus sp.</i> bei den Carnivoren), Herbivoren keinerlei Dominanz	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

7 Russland

7.1 Mezmaiskaya Cave

Name	Mezmaiskaya Cave/nordwestl. Kaukasusregion
Geograf. Breite	45° N
Geograf. Länge	39° E
Land	Russland
Höhe	1300 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Moustérien = Schichten 2 und 3,
Datierung	Schicht 3 und 2B: Radiocarbon konventionell > 45 000 BP (LE-3841), 40 600 ± 1600 BP (LE-3599) Knochen Schicht 2A: Radiocarbon, AMS, 35 760 ± 400 BP (Beta-53896/CAMS-2999) und 36 280 ± 540 BP (Beta-53897/ETH-9817) Knochen
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Baryshnikov et al. 1996)

Mezmaiskaya Cave liegt 1300 m hoch, an den nordwestlichen Ausläufern des Kaukasus. Mit dieser geografischen Höhe stellt sie ein Sonderfall dar. Betrachtet werden die Schichten 2, 2A, 2B und 3.

Tab. A- 95, NISP und MNI, verschiedene Schichten, Mezmaiskaya Cave

Schicht	2A: NISP	2A: MNI	2B: NISP	2B: MNI	3: NISP	3: MNI
Herbivora						
<i>S. scofra</i>	-	-	1	1	-	-
<i>R. tarandus</i>	1	1	-	-	1	1
<i>C. capreolus</i>	-	-	1	1	-	-
<i>C. elaphus</i>	-	-	11	2	15	2
<i>B. priscus</i>	32	5	216	9	119	3
<i>Capra + Ovis</i>	117	8	161	10	10	3
<i>M. marmota</i>	15	2	11	2	-	-
Carnivora						
<i>C. lupus</i>	-	-	1	1	-	-
<i>V. vulpes</i>	11	2	5	1	3	1
<i>U. deningeri</i>	7	1	5	2	4	1

Dies ist der höchstgelegene Fundort, der in die Analyse miteinbezogen wird, obwohl er eigentlich außerhalb des ansonsten vorgegebenen Höhenbereichs liegt. Dies zeigt aber, dass die Höhe auch entscheidend ist für das Vorkommen einiger Taxa, dies gilt u.a. für das Murmeltier.

Capra caucasica (Westkaukasischer Steinbock) und *Ovis orientalis* (Asiatisches Mufflon/ Schaf) werden hier zusammengefasst, da sie morphologisch schlecht unterscheidbar sind.

Eine Gruppe von Säugern und Vögeln, die in der Höhle lebten, werden hier nicht erwähnt.

Marmota marmota ist ein Tier das in großer Höhe, wenn auch nicht in Höhlen, sondern selbst errichteten Erdhügeln lebt, für das aber keine Jagd durch den Menschen hier belegbar ist.

Die dominierenden Arten in allen drei Schichten sind der Steppenwisent sowie der Westkaukasische Steinbock und das Wildschaf.

Anthropogene Spuren

Beim Bison sind an 6,9 % der Knochen Schnittspuren an axialen Körperteilen und Extremitätenknochen nachweisbar. Ebenso an 4,7 % der Knochen von Ovis und Capra gibt es Schnittspuren. Die gefundenen Schnittspuren werden mit Filetieren, und Desartikulation in Verbindung gebracht aber mit dem Entbalken. Eine Verarbeitung von Knochen zur Gewinnung von Knochenmark konnte wegen des fragmentierten Charakters der Langknochen nicht belegt werden.

Skeletteildominanz

Sowohl Bos als auch Ovis/Capra sind durch eine große Anzahl verschiedener Skelettregionen vertreten, eine Dominanz bestimmter Skeletteile lässt sich nicht belegen.

Jagdmuster

Der Schwerpunkt in der Altersverteilung der dominanten Arten liegt auf dem Prime age adult Profil. Das Vorkommen von weiblichen und männlichen Tieren scheint ausgeglichen zu sein.

Die Jäger nahmen eine selektive Auswahl mittelgroßer Herbivoren im ausgewachsenen Alter und beiderlei Geschlechts vor.

Tab. A- 96, Ergebnisse, Mezmaiskaya Cave

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos priscus</i> , <i>Capra</i> und <i>Ovis</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>M. marmota</i>	3	3
Jagdmuster	prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0

Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	14
Score: 0,41			

9 Ukraine

9.1 Kabazi II

Name	Kabazi II
Geograf. Breite	48°22' N
Geograf. Länge	31°9' E
Land	Ukraine
Höhe	90 m über dem Fluss
Fundplatzgattung	Kollabierter Abri
Lithische Industrie	Western Crimean Mousterian
Datierung	<p>Level II/1: 31 550 ± 600 BP (AMS ¹⁴C) < 34 ka (ROSY ESR)</p> <p>Level II/A1: 30 ± 2 ka (ESR) 32 ± 6,5 ka (Uran Reihe)</p> <p>Level II/2, II/4, II/ 5: 30 ka – 35 ka (AMS ¹⁴C)</p> <p>Level II/8: 39 ± 3 ka (ROSY LU)</p> <p>Level II/7E, II/ 8C: 44 ± 5 ka (ESR) Chabai</p> <p>Level III/2: 51 ± 3 ka (ROSY ESR)</p> <p>(Rink et al. 1998)</p>
Datierungsmethode	s.o.
Calibrierte Daten	-

Quelle	(Patou-Mathis 1999)
--------	---------------------

Kabazi II ist ein teilweise kollabierter Abri. Die Stratigrafie ist daher recht kompliziert und somit auch die Datierung. Es wurden im Laufe der Jahre mehrere verschiedene und sich ergänzende Methoden benützt, dennoch sind nicht für jeden Level belastbare Datierungen verfügbar. Daher werden die Level IIA/1 und Level IIA/2 zur Faunenanalyse ausgeschlossen.

Level II/7E

Dieser Level enthielt 3749 Faunenreste, von denen 80,8 % nicht identifizierbar waren. Von den identifizierbaren Faunenresten gehören 94,7 % zu *Equus hydruntinus* (MNI: 18), 4,45 % zu *Saiga tartarica*, 0,14 % zu *Bos sp.* und zu 0,28 % *Panthera leo*. Die Knochenerhaltung wird als schlecht beschrieben.

Das Material ist durch Green breakage stark fragmentiert, es sind, soweit beurteilbar, alle Langknochen erhalten. Die Zerlegung der Karkassen fand vor Ort statt, mit deutlicher Häufung von Knochen in bestimmten Quadranten. Die Bearbeiterin nimmt eine „Reverse Gourmet Strategie“ an, bei der die Qualität der Ressource vor der Quantität geht.

Anthropogene Spuren

Es konnten keine Schlachts Spuren nachgewiesen werden.

Jagdmuster

Das Alter der Pferde wird folgendermaßen angegeben: 14 adulte Tiere und vier juvenile Tiere unter drei Jahren, eines davon 12–15 Monate. Nur ein adultes Tier war männlich. Das Mortalitätsprofil entspricht dem Catastrophic Profil, dies deutet auf das Erlegen einer Familienherde hin.

Level II/8C

Von den 891 gefundenen Knochenfragmenten sind 74,3 % nicht identifizierbar. Von den identifizierbaren gehören 97,3 % zu *Equus hydruntinus*, 2,6 % zu *Saiga tartarica*. Andere Spezies wurden nicht gefunden.

Die Knochenoberfläche wird als in gutem Zustand beschrieben. Die vollständigen Karkassen sind vor Ort verarbeitet worden. Teilweise müssen aber fleischreiche Teile vom Schlachtplatz entfernt worden sein. Eventuell wurden sie gezielt am Schlachtplatz zerlegt und dann zum Camp transportiert.

Anthropogene Spuren

Schlachtspuren wurden keine gefunden, aber anthropogene Fragmentation durch Schlag. Allerdings sind die Knochen während der Lagerung weiter gebrochen. Metacarpalia und Tibiae sind die am stärksten fragmentierten Knochen.

Es wurden nur weibliche Tiere gefunden, fünf adulte und drei juvenile unter drei Jahren.

Somit entspricht das Mortalitätsprofil dem einer kleinen Gruppe weiblicher Tiere mit ihren Jungtieren.

Level IIA/1 keine Datierung

Auch in diesem Level mit 757 Knochenfragmenten sind 72,7 % nicht identifizierbar. Von den identifizierbaren gehören 99,5 % der Gattung *Equus hydruntinus* an. Daneben wurden noch Fragmente für ein Exemplar *Saiga tartarica* gefunden.

Die Knochenerhaltung wird als sehr schlecht beschrieben, da das Inventar lange offen dalag und der Witterung ausgesetzt war. Das Inventar ist auch stark fragmentiert.

Anthropogene Spuren

Es wurden keinerlei Schnittspuren entdeckt, aber anthropogener Bruch der Langknochen, meist der Tibia. Weiterhin wurden 9 verbrannte Knochensplinter gefunden.

Es handelt sich um sieben adulte Pferde und ein juveniles Pferd unter drei Jahren, was die Bearbeiterin als Catastrophic Profil deutet. Mindestens ein Tier war männlich.

Skelettteilrepräsentanz

In allen Schichten sind die Pferdeschädel am besten erhalten.

Tab. A- 97, Ergebnisse, Kabazi II, Level II

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus hydruntinus</i>	1	1
Monospezifisch	94,7 % <i>E. hydruntinus</i>	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdprofil	catastrophic profile,	5	5

	teilweise prime age adult aber auch Jagd auf ganze Familienverbände		
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnitt- spuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Level II/7E: Frühling	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	25
Score: 0,74			

9.2 Kabazi V

Name	Kabazi V (400 m von Kabazi II entfernt)
Geograf. Breite	48°22' N
Geograf. Länge	31°9' E
Land	Krim/Ukraine
Höhe	120 m über dem Fluss Alma
Fundplatzgattung	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Western Crimean Mousterian
Datierung	Level III/ 1: 26 – 30 ka (ESR, Uran-Reihe) Level III/ 1A: < 41 ka (ESR, Uran-Reihe) (Rink et al. 1998)

Datierungsmethode	s.o.
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Patou-Mathis 1999)

Die hier vorgestellte Fauna von Kabazi V wurde in den Jahren 1986, 1990, 1993 und 1994 ausgegraben.

Datiert sind hier nur die Level III/1 und III/1A. Die Fauna ist von geringer Zahl, daher wurde von Burke der gesamte Level III zusammengefasst. Level III umfasst 2281 Knochenfragmente, die zu 24,5 % auf Taxaebene oder nach Größenklasse identifiziert werden konnten.

Mit einer NISP von 106 sind zwei *Equus* Arten vertreten, was insgesamt eine MNI von 7 ergibt. Für *Saiga tartarica* liegt die NISP bei 66, was eine MNI von 8 Individuen ergibt. Carnivoren machen nur 0,8 % der NISP aus.

Anthropogene Spuren

Das Material ist insgesamt stark fragmentiert. Von den nicht identifizierbaren Knochenfragmenten lag die Größe von 95 % bei bis zu 2 cm. Burke spricht dies als eine intensive Knochenverarbeitung an und eine Gewinnung von Knochenmark, Knochenfett und Knochen als Brennmaterial.

Es konnten 9 Schnittspuren und drei Knochensplitter festgestellt werden. Vermutlich wurden die ganzen Karkassen zum Fundort gebracht, allerdings ließ sich eine Skelettelementrepräsentation nicht erheben, weil das Material durch menschlichen Einfluss, Verbrennung von Knochen und Ablagerungsprozesse nach der Niederlegung so stark fragmentiert war.

Jagdsaison

An unverschmolzenen distalen Epiphysen von *Saiga tartarica* kann auf eine Jagdzeit im Spätsommer geschlossen werden.

Die o.g. Level in Kabazi V waren kurzzeitige Aufenthalte zum Zwecke der Jagd auf Pferde und Saigaantilopen.

Tab. A- 98, Ergebnisse, Kabazi V

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp., Saiga tartarica</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Spätsommer	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	22
Score: 0,65			
Bemerkungen	11 Knochenretuscheure im Level III/1 3 Knochenretuscheure im Level III/1A mit Gebrauchsspuren an den Enden		

9.3 Karabi-Tamchin

Name	Karabi-Tamchin
Geograf. Breite	48°22' N
Geograf. Länge	31°9' E
Land	Ukraine
Höhe	800 müNN
Fundplatzgattung	Außen liegender Höhenrücken
Lithische Industrie	Schicht III: Western Crimean Mousterian Schicht IV: Crimean Micoquian
Datierung	Schicht III: 42 400 BP uncal. (OXA-10883) Schicht IV: 41 200 BP uncal. (OXA-11884) (Yevtushenko et al. 2004)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Burke 2004)

Karabi-Tamchin ist ein erst vor wenigen Jahren entdeckter mittelpaläolithischer Fundplatz auf der Halbinsel Krim.

Die vorgefundene Fauna ist stark fragmentiert, meist nur bis 2 cm lang, und die Knochenoberfläche ist schlecht erhalten.

Von der in Level III gefundenen Fauna (total: 11 832) sind 89,8 % weder auf Taxaebene noch auf Skelettelementebene identifizierbar. Im Level IV (total: 9392) sind 95,2 % des Materials nach o.g. Kriterien nicht identifizierbar.

Level III

Die dominierende Art ist *Equus sp.* mit einer NISP von 126 für Equiden deren Skelettposition nicht ermittelt werden konnte. Das ergibt eine MNI von mindestens 5 Individuen. Die zweithäufigste Taxa mit einer NISP von 35 ist *Rangifer tarandus* (MNI: 2).

Es kommen in diesem Level *Crocota crocuta*, *Vulpes vulpes* und *Panthera leo* vor. Gemessen an der NISP liegen sie unter 20 %.

Jagdmuster

Die Equiden in diesem Level haben folgende Altersstruktur: drei Prime age adulte, ein juveniles und ein Fohlen unter 2 Jahren. Dazu kommen drei Föten, was bedeutet, dass die adulten Individuen alle weiblich waren.

Level IV:

Auch in diesem Level ist *Equus sp.* das dominierende Taxon mit einer MNI: 3 (NISP: 89), das zweithäufigste ist *Rangifer tarandus*.

An Carnivoren sind *Crocota crocuta* und *Vulpes vulpes* in geringer NISP Anzahl vorhanden.

Von den Equiden sind zwei adulte Tiere und eines ein juveniles Tier.

Anthropogene Spuren

Bei diesem Inventar kann Green breakage nachgewiesen werden. Die Kleinstückigkeit des Materials geht aber auch auf Brüche bei der Lagerung zurück.

In Level III fand man 20 Brandspuren und 14 Schlachtspuren, im Level IV sind es 252 verbrannte Knochen und 9 Schlachtspuren. Die kleinteilige Zersplitterung der Langknochen weist auf Knochenmarksgewinnung hin.

Skelettteilrepräsentanz

Es wurden die ganzen Karkassen vor Ort verarbeitet.

Jagdsaison

Anhand der Altersbestimmung der Pferde und deren Föten wird ein Jagdzeitraum von Herbst bis Frühwinter angenommen.

Tab. A- 99, Ergebnisse, Karabi-Tamchin

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult: Pferde	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	alle Skeletteile ausgebeutet	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Herbst bis Frühwinter	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	25
Score: 0,74			

9.4 Starosele

Name	Starosele
Geograf. Breite	45°20'43.091" N
Geograf. Länge	34°29'59.017" E
Land	Ukraine
Fundplatzgattung	Kollabierter Abri
Lithische Industrie	Western Crimean Mousterian
Datierung	Level 1: 41 200 ± 1800 BP (AMS ¹⁴ C) 41 200 ± 3600 BP (ESR/MSUS) Level 2: keine Daten

	Level 3: 42 000 ± 4700 BP (ESR Rosy LU) Level 4: Datierung unklar (Rink et al. 1998)
Datierungsmethode	s.o.
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Burke 2000, 1999)

Die neuen Faunenanalysen von Starosele entstammen den Grabungen von 1993–1995. Es konnten vier stratigrafische Level unterschieden werden. Level 4 wird aufgrund des Alters und unsicherer Datierung ausgeschlossen.

In allen Strata wurden 10 979 Knochenfragmente gefunden, von denen rund 30 % auf Taxaebene, nach Skelettelement und Größenklasse identifiziert werden konnten.

In den Leveln 1–3 ist das dominierende Taxon *Equus sp.* mit einer MNI von 12 in Level 1, von drei in Level 2 und 8 in Level 3.

Saiga tartarica ist die zweitdominante Tierart. Von allen anderen Tierarten kommt in jedem Level nur maximal ein Exemplar vor (*Cervus elaphus*, *Rubicapra rubicapra*, *Bos sp.*, *Rangifer tarandus*).

Bei den Carnivoren dominieren in Level 3 *Vulpes vulpes* und *Canis lupus* mit je zwei Exemplaren. Die anderen Carnivoren sind nur mit einem (*Crocuta crocuta*, *Ursus spelaeus*) Exemplar in Level 3 und Level 1 vertreten.

Die Tiere wurden vermutlich in der nahen Umgebung erlegt, da die Skeletteilrepräsentation für Skelettelemente sehr gleichmäßig ist, sie wurden nahezu vollständig zum Fundort verbracht. Dieser Umstand legt auch gezielte Jagd und nicht Scavenging nahe.

Level 3

Equiden dominieren diese Schicht. Eine natürliche Ansammlung der Knochen kann ausgeschlossen werden.

Anthropogene Spuren

Der Fragmentierungsgrad ist hoch, mit einem hohen Anteil an Green bone breakage. Ein Knochensplitter mit schuppigen Enden ist vorhanden. In diesem Level wurden 36 Schnittspuren und fünf Schlagspuren gefunden. Langknochen sind stark fragmentiert durch anthropogenen Einfluss und lassen auf Knochenmarkverarbeitung schließen.

Hyänen und Füchse hatten erst nach dem Menschen Zugang zu den Knochen. Im Level 3 befindet sich eine Feuerstelle

Skeletteilrepräsentanz

Die Verteilung der Skelettelemente ist gleichmäßig und lässt keinerlei Selektion vermuten, außer einer schwachen Dominanz zugunsten knochenmarkreicher Elemente.

Von den 8 Equusexemplaren sind 6 adulte und ein juveniles Tier, auf der Basis von postcranialen Elementen. Auf der Basis des Zahnalters sind mindestens zwei Tiere juvenil.

Jagdsaison

Außerdem wurden 23 fötale Knochen gefunden. Sie können zur Festlegung der Saisonalität der Jagd herangezogen werden, sofern man heutige Wachstumsdaten für fötale Pferde zugrunde legt und die Annahme, dass sie im Mai gezeugt worden sind. Dann würde die Jagdzeit zwischen Sommer und Herbst liegen.

Level 2

Diese Schicht enthält nur eine kleine Knochenansammlung in schlechtem Zustand, was vermutlich den anthropogenen Einfluss auf die Knochen maskiert.

Sie ist dominiert von Equidenknochen. Die Fragmentation ist nicht so hoch wie in den anderen Schichten. Die Knochen wurden im frischen Zustand gebrochen und eine Stelle, an der ein Knochensplitter abgeschlagen wurde, ist sichtbar.

Skeletteilrepräsentation

Es existiert eine schwache Dominanz für distale Extremitäten und Schädelknochen, was für selektiven Transport zur Fundstelle spricht. Ebenso kommen diagenetische und taphonomische Prozesse dafür in Frage, weil Fußknochen sich auf Grund ihrer Dichte besser erhalten.

Anthropogene Spuren

Eine Schnittspur und zwei Knochen mit Schlagspuren wurden aufgefunden. Es gibt nur schwache Evidenz für Nagespuren durch Carnivoren.

Die Altersstruktur der Pferde sieht folgendermaßen aus: zwei adulte, ein subadultes, gemessen am Zahnstatus, und ein Fötus, dessen Tragealter etwa 80–100 Tage beträgt. Ein Beleg für die Jagd im Spätsommer bis Herbst.

Eine natürliche Ansammlung der Knochen kann ausgeschlossen werden.

Level 1

Auch in diesem Level dominieren die Equiden. Eine natürliche Akkumulation der Knochen kann ausgeschlossen werden. Der Fragmentationsgrad ist sehr hoch.

Anthropogene Spuren

Die Langknochen sind frisch gebrochen, und Knochensplitter belegen, dass die Knochen intentionell zertrümmert wurden, um an das Knochenmark zu gelangen.

Hyänen hatten nach den Menschen Zugang zu den Knochen, was Nagespuren über Schnittspuren belegen.

Schnittspuren wurden 13 an Equiden und an *Saiga tartarica* gefunden. Schlagspuren wurden sechs verzeichnet. Eine Anzahl von 11 Knochen sind verbrannt. In der Schicht befindet sich ein Herd.

Jagdsaison

Auf der Basis des Zahnstatus sind von den 12 Pferden, fünf adulte matur, ein adultes senil sowie sieben subadulte. Ein fötales Individuum lässt auf eine Jagdzeit Ende des Sommers schließen. Insgesamt scheint es ein Familienverband gewesen zu sein.

Es wurden vermutlich ganze Pferdeschädel zum Fundplatz gebracht.

Tab. A- 100, Ergebnisse, Starosele

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	viele Adulte, aber auch Familienherden	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5

Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Sommer bis Herbst in allen drei Leveln	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	in zwei der drei Level	1	1
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

Periode III

1 Frankreich

1.1 Abri Pataud

Name	Abri Pataud/Dordogne
Geograf. Breite	44°56'12.89" N
Geograf. Länge	1°0'46.148" E
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	Schicht 11= Aurignacien: 32 000 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-

Abri Pataud, Schicht 11

Herbivoren machen zu 94,9 % das Faunenmaterial der Schicht 11 aus. Unter ihnen dominieren nach NISP Rentiere und Pferde. Carnivoren sind nur mit einer NISP von 139 vertreten, dominierend ist der Fuchs. Beim Fuchs ist ein Defizit an Autopodien nachweisbar, allerdings dominieren die Langknochen über die Schädelknochen. Zwei Elemente des Fuchsskeletts tragen anthropogene Spuren.

Das Rentier wird vertreten durch 1369 Überreste und mindestens 12 Individuen. Das Pferd ist mit 1368 Überresten und mindestens 15 Individuen vertreten.

Jagdmuster

Das Mortalitätsprofil der Rentiere ist ein Catastrophic Profil mit mindestens 58 % adulten Tieren. Das Vorhandensein, eines fötalen Humerus beweist das Erlegen eines weiblichen Tieres. Das Geschlecht der Tiere kann ansonsten nicht ermittelt werden.

Jagdsaison

Die Tiere wurden vermutlich im Winter erlegt und außerhalb des Abris gehäutet und zerlegt.

Es herrscht ein Mangel an Schädelknochen, dem Achsenskelett und an Autopodien, mit Ausnahme der Metapodien. Exartikulation und Ausbeutung des Knochenmarks fand innerhalb der Höhle statt.

Das Gewicht von Fleisch und Fett wird auf 459 kg bzw. 69,8 kg (basierend auf Daten von Spiess (1979) geschätzt.

Anthropogene Spuren

Fünfundvierzig Rentierknochen zeigen Schnittspuren. Siebzehn dieser Marken resultieren aus einer Exartikulation in allen wichtigen Bereichen . Dies deutet auf eine komplette Verarbeitung der Tiere hin.

Alle Langknochen sind zerbrochen. Mehr als 91 % sind weniger als 5 cm groß und 4,43 % davon sind verbrannt.

Jagdsaison

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Menschen im Winter Rentiere aller Altersgruppen gejagt haben. Männchen sind im Winter mager, Weibchen und Jungtiere dagegen haben mehr Fett als die Männchen.

Pferde

Jagdmuster

Das Pferd wird vertreten durch 1368 Überreste von mindestens 15 Individuen. Auch hier liegt ein Mortalitätsprofil des Catastrophic Profil vor.

Jagdsaison

Es dominieren Tiere unter drei Jahren (60 %). Es handelt sich wahrscheinlich um eine Familiengruppe. Die Jagd fand vermutlich in den Sommermonaten statt.

Die Pferde wurden wahrscheinlich in der Nähe des Abris erlegt und zerteilt. Die Ausbeutung des Knochenmarks, Fragmentierung der Knochen, Exartikulation fand am Fundplatz statt.

Das Gewicht von Fleisch und Fett wird auf 2 400 kg bzw. 120 kg (basierend auf Daten von Spiess (1979) geschätzt. Dieses Fleischgewicht bestätigt die Praxis von wiederkehrenden Jagden.

Schnittspuren

Schlachtspuren sind auf 79 Pferdeknochen zu sehen. 29 Knochen zeigen Spuren von Exartikulation. Alle Langknochen sind zerbrochen, 47 tragen Schlagspuren. Es herrscht ein Defizit an Epiphysenenden, welche wahrscheinlich zur Gewinnung des gelben Knochenfettes sehr kleinteilig zertrümmert wurden und daher nicht im Material identifizierbar sind. Eventuell wurden sie auch pulverisiert und auf diese Weise konsumiert.

Jagdsaison

Die Pferde wurden wahrscheinlich im Sommer gejagt. Rentiere wandern zweimal im Jahr: im Frühjahr, vor dem Abkalben, und im Herbst, nach der Brunftzeit. Pferde führen kleine Wanderungen je nach Grasland in ähnlicher Weise durch.

Herde (Marquer et al. 2010)

In allen Schichten des Abri Pataud sind Feuerstellen, Herde oder kleine Feuergruben nachgewiesen. In Schicht 11 sind zwei Herde nachgewiesen.

- Herd 1: Länge 80 cm x Breite 50 cm x Tiefe 15 cm, 2400 cm²
- Herd 2: Länge 70 cm x 70 cm x 15 cm, 4900 cm²

Die Herde haben einen hohen Gehalt an Knochenkohle

Tab. A- 101, Ergebnisse, Abri Pataud

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus caballus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	catastrophic profile: <i>R. tarandus</i> , <i>E. caballus</i>	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse, Epiphysen sind unterrepräsentiert	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Rentiere: Winterzeit Pferde: Sommer	5	3/5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2 mit Knochenkohle	1	1
Σ=		34	24/26
Score: 0,71– 0,76			

1.2 Castanet

Name	Castanet/Dordogne
Geograf. Breite	44°51'35.208" N
Geograf. Länge	1°8'42.918" E
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Frühes Aurignacien
Datierung	35 000 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Villa et al. 2004)

Insgesamt wurden 3558 Knochen und Fragmente untersucht, davon sind 2006 nicht auf Taxaebene identifizierbar. Die Erhaltung der Knochenoberfläche ist auf Grund des hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Sedimente nicht so gut. Zähne sind fast alle fragmentiert.

Herbivoren

Die dominierende Tierart (85 %) in Castanet ist das Rentier mit einer NISP von 1316 und einer MNI von 15. Zweithäufigste Tierart, aber in großem Abstand, ist das Pferd (NISP: 158, MNI: 3).

Carnivoren

Zwei Arten von Carnivoren sind nachgewiesen mit einer NISP von maximal 23. In sehr kleinem Umfang kommen auch Leporiden vor (NISP: 30).

Skeletteilrepräsentation

Beim Ren dominieren Radius, Ulna, Tibia, Femur, Humerus, Crania, Metacarpalia und Metatarsalia. Am wenigsten sind Wirbelsäulenelemente und Rippen vorhanden.

Anthropogene Einflüsse

Der überwiegende Teil der Langknochen zeigt frischen Bruch, 70 % zeigen eine V-förmige oder gekurvte Frakturmorphologie. Der Rest hat transversale, anguläre oder irreguläre Brüche. Der Bruch geht daher in erster Linie auf die Knochenverarbeitung durch den Menschen und nicht auf Sedimentdruck zurück.

97 % der gesamten Knochenmasse ist kleiner als 2 cm, 78 % zeigen Brandspuren, davon sind 99 % kleiner als 2 cm. Dies lässt auf die Nutzung der Knochen als Brennmaterial schließen. Schnittspuren tragen 17,5 % der Knochen.

Eine Feuerstelle enthielt große Mengen an verbrannten Knochen und nur geringe Mengen Holzkohle.

Tab. A- 102, Ergebnisse, Castanet

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	85 %	3	3
Kleine Tiere	Leporiden NISP= 30	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten für Fleisch und Knochenmark	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
Σ=		34	24
Score: 0,71			

1.3 Le Flageolet I

Name	Le Flageolet I/Dordogne
Geograf. Breite	44°51'8.939" N
Geograf. Länge	1°5'2.85" E
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Abri
Lithische Industrie	11 Hauptsedimente, jungpal. Schichten
Datierung	Level V: 25 700±700 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Grayson und Delpech 1998; Enloe 1993)

Im **Level V** wurden 1400 identifizierbare Faunenelemente geborgen. Das Material ist stark fragmentiert, wobei es überwiegend Splitter von Langknochen sind. Es gibt kaum Carnivorenverbiss.

Mit einer NISP von 1801 macht das Rentier 95 % aller Taxa aus. Weiterhin gibt es *Cervus elaphus*, *Equus caballus*, *Bos sp.*, *Rubicapra rubicapra*, *Capra ibex*, *Sus scrofa* und nicht näher identifizierbare große Vögel.

Mortalitätsprofil

Es dominieren Tiere zwischen zwei und sieben Jahren, dies entspricht einem Prime age Profil. Der Bearbeiter nimmt dafür die Jagdform des Lauerjägers an.

Geschlechtsverteilung und Jagdsaison

Es sind beide Geschlechter vorhanden, aber die weiblichen Tiere überwiegen etwas. Es handelte sich vermutlich um Mutter-und-Kind Herden, also Kühe mit Jungtieren, denn die weiblichen Tiere überwiegen und sie sind im Winter in einer besseren körperlichen Verfassung als die männlichen Tiere nach der Paarungssaison im Herbst, die zu diesem Zeitpunkt 20 % ihrer Körpermasse eingebüßt haben. Die Jagdsaison ist der Winter.

Skeletteilrepräsentanz und anthropogene Spuren

Insgesamt ist das Postcranium dominant und davon am häufigsten vertreten sind in absteigender Reihenfolge: Tibia > Metatarsalia > Humerus > Femur > Radiocubitus > Metacarpalia. Dies lässt den Schluss zu, dass eine intensive Verarbeitung zum Zweck der Knochenmarksgewinnung stattgefunden hat.

Schlacht- und Schnittspuren

Nur 3 % der Elemente tragen Schnittspuren, die dadurch entstanden, dass die Karosse zergliedert wurden. Die artikulären Enden wurden massiv zerstört. 32 % der Schnittspuren entstanden durch Filetieren von Fleisch.

Der intensive Bruch des Materials spricht für Knochenmarksgewinnung, auch wenn es den Eindruck macht, dass dies nicht sehr systematisch geschah. Enloe schätzt das Bruchmuster so ein, dass es entstand im Verlauf einer Mahlzeit, in der das Fleisch gegessen und danach das Knochenmark konsumiert wurde.

Tab. A- 103, Ergebnisse, Le Flageolet I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	95 %	3	3
Kleine Tiere	Aves, Pisces	3	3
Jagdmuster	prime age adult, <i>R. tarandus</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>Extremitäten</i>	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Winter	5	3

Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	30
Score: 0,88			
Bemerkungen	Knochenretuscheure		

1.4 Roc-de-Combe/Grotte de Lot

Name	Roc-de-Combe/Grotte de Lot
Geograf. Breite	44°46'18" N
Geograf. Länge	1°20'45" E
Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Châtelperronien, Aurignacien
Datierung	Aurignacien évolué, Schicht 5: 28 500 ± 700 uncal BP bis 32 000 ± 1000 uncal BP Aurignacien II, Schicht 6: 25 500 ± 1200 uncal BP, 27 500 ± 500 uncal BP Aurignacien typique, Schicht 7a: 28 000 ± 550 uncal BP Schicht 7b: 33 400 ± 1100 uncal BP, Schicht 7 c: 34 800 ± 750 uncal BP alle (Hedges et al. 1990) Châtelperronien Schicht 8: 39 540 ± 970 uncal BP, (45 100 ± 2100 uncal BP, scheint nicht verlässlich zu sein), 40 000 ± 1300 uncal BP nach (Bordes 2002)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-

Quelle	(Grayson und Delpech 2008; Soulier und Mallye 2012)
--------	---

Insgesamt sind für Roc-de-Combe 10 Schichten vom Holozän bis zum Moustérien nachgewiesen. Allerdings weist die Stratigrafie einige Schwierigkeiten auf und die Radiocarbonaten lösen dieses Problem nicht. Aus diesem Grund stammen die folgenden Informationen nur aus den Schichten 5–8, bei denen klar ist, dass sie ungestört sind. Die Daten sind aus zwei Publikationen mit unterschiedlichem Ansatz entnommen, vervollständigen das Bild aber. Die Schichten 2–4 enthalten zusammen nur 316 Faunenelemente.

Die Untersuchung von Grayson und Delpech (2008) ist eine Neuaufarbeitung der Fauna aus den 60 Jahre zurück liegenden Grabungen von Roc-de-Combe.

Insgesamt wurden 3000 Skeletteile (Soulier und Mallye 2012) untersucht, und es sind 18 verschiedene Arten nachweisbar. Die dominierende Art in allen Schichten ist das Ren, gefolgt in großem Abstand von Pferd und Boviden bzw. anderen Huftieren. Carnivoren sind nicht sehr häufig, unter ihnen dominiert der Fuchs. An kleinen Tieren sind Hasenartige, Wiesel und Hermeline nachgewiesen.

Verbissspuren von Carnivoren liegen unter 1 % der NISP. Es gibt Huftierknochen, die nach der Ausbeutung durch den Menschen von Carnivoren verwertet wurden. Roc-de-Combe ist kein Carnivorenbau.

Tab. A- 104, NISP und MNI, Roc-de-Combe, Schicht 5,6 nach (Grayson und Delpech 2008), Schicht 7,8 nach (Soulier und Mallye 2012)

	Schicht 5		Schicht 6		Schicht 7		Schicht 8	
	NISP	[%]	NISP	[%]	NISP/ [%]	MNI	NISP/ [%]	MNI
<i>R. tarandus</i>	1470	96,7	296	78,46	1444/ 92,74	15	125/ 35,69	6
<i>Equus sp.</i>	10	0,66	10	3,37	75	4	69/ 24,2	3
<i>Bos sp.</i>	14	0,92	31	10,44	k.D.	k.D	k.D.	k.D.
Huftiere	25	1,64	13	4,72	176	-	163	-
<i>Vulpinae</i>	-	-	-	-	45	4	20	2

<i>Lepus sp.</i>	-	-	-	-	18	1	5	1
------------------	---	---	---	---	----	---	---	---

k.D.= keine Daten

Während der Anteil des Rentiers in den Aurignacienschichten zwischen 78,46 % und 96,7 % liegt, ist sie in der Châtelperronianschicht zwar immer noch dominant, liegt aber nur noch bei 35,69 %. Die Pferde liegen in den Aurignacienschichten stets unter 4 % und in der Châtelperronianschicht bei 24,2 %. Allerdings gibt es nach absoluten Zahlen einen großen Unterschied im Vorkommen von Ren zwischen Schicht 5 und 6. Im Aurignacien scheint also eine speziesdominierte Jagd auf Rentiere stattgefunden zu haben.

Anthropogene Spuren

Schlachtspuren (Soulier und Mallye 2012)

Roc-de-Combe ist ein Fundplatz, an dem die Fauna sehr intensiv verarbeitet und verwertet wurde. Es sind alle Verarbeitungsschritte vom Entbalken zum Desartikulieren, dem Filetieren, dem Zerschneiden der Knochen zum Zweck der Knochenmarksgewinnung sowie eine anschließende Nutzung als Brennmaterial von spongiösen Knochenanteilen nachgewiesen.

Das Entbalken ist durch Schnittspuren beim Pferd, bei Boviden, Ren, Rothirsch und Steinbock in der Schicht 8 nachgewiesen. Für die Schicht 7 ist das Entbalken nur beim Ren gesichert.

Die Desartikulation von Skeletteilen ist in beiden Schichten präsent. Im Châtelperronien für das Ren und die Gämse, im Aurignacien für Ren, Rothirsch und Boviden. Ebenfalls in beiden Schichten sind Filetieren und Entbeinen fleischreicher Teile für Ren, Pferd, Boviden und Rothirsch nachgewiesen.

Insgesamt ist der Anteil der Schnittspuren im Châtelperronien höher als im frühen Aurignacien.

In beiden Schichten gibt es kaum vollständige Knochen. Schlagspuren, Knochensplitter und frischer Bruch von Langknochenschäften und Phalangen deuten eine intensive Knochenmarksextraktion an. Daneben wurde aus der Mandibula von Pferd und Ren ebenfalls Knochenmark gewonnen.

Die Knochenmarksausbeute ist im Châtelperronien intensiver, es gibt keine vollständigen Phalangen, wie im Aurignacien.

Brandspuren (Soulier und Mallye 2012)

Im Aurignacien sind 50 % der Huftierknochen karbonisiert, im Châtelperronien sind es nur 10 %. Die meisten Knochen die Brandspuren zeigen, sind spongiöse und damit Fett enthaltende Knochen, daher wird angenommen, dass sie in erster Linie als Brennmaterial gedient haben.

Carnivoren (Soulier und Mallye 2012)

In beiden Schichten zeigen Wolf und Bär Spuren der Entbalkung und kleine Carnivoren, wie Wiesel und Hermelin zeigen Schnittspuren, die auf Fleischgewinnung schließen lassen.

Kleine Tiere (Soulier und Mallye 2012)

In beiden Schichten wurden Hasenartige, wenn auch in sehr geringem Umfang wegen ihres Fleisches verarbeitet.

Skelettteilrepräsentanz (Grayson und Delpech 2008)

Die Verteilung der Skelettteile ergibt keine Unterschiede zwischen Schicht 7 und Schicht 8, ist aber signifikant verschieden zwischen Schicht 5 und 6, sowie zwischen 6 und 7. Der Unterschied liegt hier innerhalb der Aurignacienschichten.

Mortalitätsprofile (Soulier und Mallye 2012)

Eine Angabe zum Mortalitätsprofil kann nur für das Ren gemacht werden. Die Individuenzahl der anderen Tierarten ist dazu zu gering.

In beiden Schichten liegt für die Rentiere ein Catastrophic profile vor. Tiere unter 5 Jahren dominieren.

Jagdsaison (Soulier und Mallye 2012)

Im Châtelperronien wurden Pferde im Sommer bis Spätherbst gejagt. Im Aurignacien nur im Spätsommer. Zu diesem Zeitpunkt sind die Tiere in körperlich sehr guter Verfassung und weisen einen hohen Fettgehalt auf. Allerdings sind zu diesem Zeitpunkt die Felle durch Insektenbefall in schlechterem Zustand.

Bei den Rentieren gibt es einen Unterschied zwischen den beiden Schichten. Im Châtelperronien wurden die Rentiere im Spätherbst und in den Wintermonaten erlegt. Zu diesem Zeitpunkt sind die männlichen Tiere in schlechter Verfassung, die weiblichen Tiere und Jungtiere büßen zum Frühling hin ihren hohen Fettanteil ein.

Im Aurignacien dagegen wurden die Rentiere im Sommer gejagt, ein Zeitpunkt, zu dem beide Geschlechter sich Reserven zulegen können.

Insgesamt sieht das Spektrum der erlegten Tiere sowie die intensive Verarbeitung der Tierkarkassen in beiden Schichten sehr ähnlich aus.

Tab. A- 105, Ergebnisse, Roc-de-Combe, Châtelperronien, Schicht 8

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, aber sehr gering	3	3
Jagdmuster	catastrophic profile <i>R. tarandus</i>	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Equiden: Sommer bis Spätherbst Rentiere: Spätherbst bis Winter	5	5
Herd, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			

Tab. A- 106, Ergebnisse, Roc-de-Combe, Aurignacien, Schicht 7

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	78,46 % und 96,7 % R.t.	3	3
Kleine Tiere	Leporiden, aber nur in geringem Umfang	3	3
Jagdmuster	catastrophic profile	5	2
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Jagdsaison	Equiden: Spätsommer Rentiere: Sommer	5	5
$\Sigma=$		34	25
Score: 0,74			

1.5 Les Bossats

Name	Les Bossats/Pariser Becken
Geograf. Breite	48°51' N
Geograf. Länge	2°21' E

Land	Frankreich
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	26 691 ± 530 BP (Erl 8023)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Lacarrière et al. 2015)

Les Bossats ist eine Freilandfundstelle, die bis ins Mittelpaläolithikum zurückreicht. Hier sollen die Ergebnisse aus der Gravettenschicht besprochen werden.

Von den 1520 Knochenteilen konnten 1306 nicht identifiziert werden, was eine Identifikationsrate von 14,01 % ergibt.

Das Material ist entsprechend einer Freilandfundstelle stark verwittert.

Die dominante Art ist *Bos sp.*, was man sowohl an der NISP von 142 (MNI: 6) als auch der NISP der Größenklasse II/III von 452 sieht. Mit einer NISP von 19 (MNI: 1) ist *Rangifer tarandus* und mit einer NISP von 12 (MNI: 2) ist *Equus sp.* vertreten.

Skelettteilrepräsentanz

Vom Bison ist das ganze Skelett vertreten. Allerdings sind Epiphysen im Vergleich zu Diaphysen unterrepräsentiert. Dies kann Folge von Transportprozessen oder der Nutzung der spongiösen Epiphysen als Brennmaterial sein.

Ebenfalls wurden extrem wenig Zähne gefunden, was darauf schließen lässt, dass nicht alle Schädel der Tiere zum Fundort gebracht wurden. Dies ist ungewöhnlich im Vergleich zur Knochenmarksausbeutung (vergl. nächster Abschnitt).

Anthropogene Spuren

Es sind Schnittspuren nachgewiesen, die auf das Entbalken und das Entfernen von Fleisch hindeuten.

Es sind keine vollständigen Knochen vorhanden, die Langknochen tragen Schlagmarken und selbst Phalangen und Rippen wurden für die Knochenmarksgewinnung zerbrochen. Dies lässt auf eine intensive Verarbeitung der Karkassen schließen.

Im Bereich der Feuerstellen sind verbrannte Knochen zahlreich. Spongiöse Knochen machen 27 % aller verbrannten Knochen aus, was auf eine Nutzung als Brennmaterial hindeutet.

Herde

In der Gravettenschicht befinden sich zwei Herde. Herd 1 ist oval, 105 cm x 75 cm groß und enthält graue Sedimente, erhitzte Kalksteine, sowie gebrannten Flint und verbrannte Knochen.

Der zweite Herd ist kreisförmig und hat nur einen Durchmesser von 40 cm. Er enthält graue und schwarze Sedimente sowie verbrannte Knochen.

Tab. A- 107, Ergebnisse, Les Bossats

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Bos sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse, aber Crania fehlen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	Knochen, ev. als Brennmaterial	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2 Herde	1	1
$\Sigma=$		34	18
Score: 0,53			

1.6 Solutré

Name	Solutré/Sône-et-Loire
Geograf. Breite	46°18' N
Geograf. Länge	4°44' E
Land	Frankreich
Höhe	493 müNN
Fundplatzgattung	Felsvorsprung
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	Schicht 2: 27 000 – 30 000 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Connet et al. 2012)

Die Knochenablagerungen von Solutré sind seit langem bekannt. Sie haben in der Vergangenheit für die Herstellung von Phosphatdüngern für die Landwirtschaft gedient, bevor man in ihnen prähistorische Stätten erkannte.

Hier soll nun die Aurignacien Schicht 2 betrachtet werden. Die Knochenerhaltung ist für eine Freilandfundstelle sehr gut, sie spricht für eine rasche Einsedimentierung.

Insgesamt bringt es das Knochenmaterial der Schicht 2 auf etwa 47 000 Überreste, was einer durchschnittlichen Dichte von etwa 3 133 Resten pro Quadratmeter entspricht. Die hier untersuchte Stichprobe umfasst 6 872 Überreste (ca. 14 %), wovon 52 % auf Taxaebene ermittelt werden konnten. Der Rest sind unbestimmbare Fragmente von weniger als 2 cm.

Innerhalb der großen Säugetierfauna der Schicht 2 wurden das Pferd, die Rentiere, Hasenartige, der Polarfuchs und der Wolf identifiziert. Das Mammut kommt nur als Elfenbein vor und das Murmeltier nur als durchlochter Zahn. Weiterhin wurden zwei Großvögel identifiziert, der Rabe (*Corvus corax*) und ein Schneehuhn (*Lagopus sp.*). Auch Fischüberreste sind vorhanden. Die Carnivoren machen nur 0,7 % der NISP aus, auch der Carnivorenverbiss ist nur marginal.

Die große Säugetierfauna ist durch mindesten 11 Arten dokumentiert, wird aber weitgehend durch das Pferd (62,8 % der NISP) dominiert. Dem Pferd folgt das Rentier (34,5

% der NISP). Die Anzahl der Langknochen beim Pferd liegt bei 14,3 %, dagegen sind keine von Rentieren vorhanden. Epiphysen- bis Diaphysenraten sind hoch (65,8 % für Pferde und 31 % für Rentiere). Die proximalen Enden der Extremitäten sind sehr fettreich, Humerus und Femora sind gut vertreten.

Anthropogene Spuren

Weniger als einhundert Schnittspuren (2,43 %) sind nachweisbar. Dazu tragen 56 Reste (1,41 %) Brandspuren.

Pferde

Das Pferd wird durch 2261 Überreste repräsentiert, das sind 62,8 % der NISP. Diese Zahl wird wahrscheinlich unterschätzt, da 243 Überreste der gleichen Größenklasse vorliegen, die nicht zugeordnet werden konnten.

Mortalitätsprofile sind nicht bestimmbar.

Beim Pferd handelt es sich um 18 Individuen. Ein Fohlen kann als männlich eingestuft werden.

Jagdsaison und Alter

Die Jagdzeiten liegen vom Spätherbst bis in den Winter. Alle Pferde in Schicht 2 setzen sich daher hauptsächlich aus erwachsenen Weibchen und ihren Jungtieren zusammen und einigen senilen Individuen.

Skelettteilrepräsentation

Alle Skelettteile des Pferdes sind vorhanden, selbst die kleinsten und zerbrechlichsten, wie das Zungenbein.

Die überlieferten Zähne sind selten mit dem Oberkiefer assoziiert, beim Unterkiefer sind viele isolierte Zähne auffällig. Wirbel sind alle vorhanden, wenn auch stark fragmentiert.

Anthropogene Spuren

Schnittspuren an Phalangen und dem Sesamoid deuten Enthäuten an. Auf dem Schulterblatt, dem Kreuzbein, zwischen Tibia und Femur und Patella sind Spuren der Exartikulation sichtbar. Schnittspuren an den Teilen mit hoher Muskelmasse, wie Femur und Humerus, sind vorhanden.

Die absichtliche Zertrümmerung von Pferdeknochen ist offensichtlich auf einer Anzahl von Überresten (sechs Fragmente tragen Schlagspuren).

Von den Pferderesten waren 53 verbrannt und mehr als ein Viertel davon lag an der Basis von Schicht 2. Diese tragen eine braune bis schwarze Verfärbung, was einer durchschnittlichen Karbonisierung entspricht. Einige wenige sind grau/weiß kalziniert.

Rentiere

Das Rentier wird durch 1 241 Überreste repräsentiert (34,5 % der NISP). Zusätzlich gibt es 146 Überreste, die nicht auf Taxaebene zugeordnet werden konnten, außer, dass sie in die Größenklasse der Rentiere gehören. Insgesamt waren es 10 –12 Rentierindividuen, je nach Analysemethode.

Mortalitätsprofil

Es handelt sich um drei juvenile Tiere unter zweieinhalb Jahren, vier junge adulte Tiere zwischen zweieinhalb und fünf Jahren, vier adulte Tiere zwischen fünf und 10 Jahren und ein adultes Tier über 10 Jahre. Unter den Individuen sind mindestens vier männlich sowie zwei trächtige, weibliche Tiere mit Föten.

Jagdsaison

Sieben Tiere wurden zwischen Herbst und Winter, zwei zwischen Sommer und Herbst und eines im Sommer erlegt.

Skelettteilrepräsentation

Fast alle Skelettteile des Rentiers sind vertreten. Es fehlen jedoch die Tarsalknochen sowie der zweite Halswirbel. Da Atlas und andere Halswirbel vorhanden sind, ist das Fehlen des zweiten Halswirbels überraschend. Vermutlich hängt dies mit einer speziellen Vorgehensweise beim Schlachtvorgang zusammen.

Der am besten vertretene Skelettteil ist der Schädel. Die Skelettteile, die mit großem Fleischanteil verbunden sind, wie Radioulna, Humerus, Femur und Tibia sind ebenfalls sehr gut vertreten. Wirbelsäule und Rippen dagegen sind weniger häufig. Da die Skelette mehr oder weniger vollständig sind, wird davon ausgegangen, dass sie in der Umgebung erlegt und am Fundplatz verarbeitet wurden.

Schnittspuren

An 38 Überresten wurden Schnittspuren entdeckt, die an 15 verschiedenen Elementen lokalisiert sind. Die Schnittspuren deuten Entbalken, Zerstückeln, Exartikulation und Filetieren an. An 42 Knochenresten wurde frischer Bruch festgestellt. Schlagmarken an

Langknochen legen Knochenmarksgewinnung nahe. Handknochen dagegen wurden keine gebrochen.

Brandspuren wurden keine gefunden, nur eine unbestimmbare Rippe von Rentiergröße ist verkohlt.

Sonstiges

Die Hasenartigen sind durch 35 Knochenreste vertreten, die zu mindestens zwei Individuen gehören. Wenige Schnittspuren an Schulterblatt und Hüftknochen legen eine Verarbeitung durch Menschen nahe.

Tab. A- 108, Ergebnisse, Solutré

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> ,	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	zwei Hasenartige	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Pferd: Spätherbst bis Winter Rentier: Herbst bis Winter, Sommer bis Herbst	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	21

Score: 0,62			
-------------	--	--	--

1.7 Solutré M12

Name	Solutré M12/Sône-et-Loire
Geograf. Breite	46°18' N
Geograf. Länge	4°44' E
Land	Frankreich
Höhe	208 - 530 müNN
Fundplatzgattung	Freiland
Lithische Industrie	Aurignacien Gravettien
Datierung	Secteur M 12, couche 6: 33 970 ± 360 BP (SRLA-058 CAMS), 34 010 ± 610 BP (Sy- 9245) Secteur J 10, Sondage B und C: 21 600 ± 700 BP (Ly-562) bis 28 650 ± 1100 BP (Ly-312)
Datierungsmethode	AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Combier und Hofman 2002)

Secteur M 12, Aurignacien (Combier und Montet- White 2002)

Für diesen Sektor der Grabung werden nur sehr kurze Aussagen zur Fauna gemacht, weil es sich nicht um in situ liegendes Material handelt, sondern um eine auf natürlichem Weg zustande gekommene Akkumulation.

Das Pferd ist dominant, Rentiere machen 5–10% der totalen NISP aus, je nach zeitlichem Horizont innerhalb des Sektors M 12.

Es sind alle Skelettelemente vertreten, nur Wirbelsäulen und Rippen sind rar. Es gibt keine Aussagen zu anthropogenen Spuren, Alter und Mortalitätsmuster der Tiere.

Dieser Fundort wird hier aufgeführt, aber nicht in die Analyse miteinbezogen. Er ist lediglich ein Hinweis darauf, welche Tierarten vorkamen.

Tab. A- 109, Ergebnisse, Solutré, Secteur M12, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Aschelinsen, Feuerstellen	-	1	0
$\Sigma=$		34	6
Score: 0,18			

Secteur J 10: Gravettien (Combiert und Hofman 2002)

Für diesen Sektor gilt dasselbe wie für Sektor M 12, es ist eine natürliche Knochenakkumulation.

Von einer totalen NISP von 2000 Stück sind nur 2 Knochenelemente nicht vom Pferd. Das Pferd dominiert klar diesen Horizont. Es wurden viele Zähne, Tarsalia, Carpalia und Phalangen gefunden. Bei den Langknochen dominieren Tibia und Radius.

Es wurden kein Carnivorenverbiss, keine Brandspuren und keine Schlagmarken oder Schnittspuren entdeckt.

Tab. A- 110, Ergebnisse, Solutré, Secteur J10, Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	x	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Viele Zähne, eventuell Schädel zur Gehirnausbeutung? Extremitäten	5	3
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herd, Aschelinsen, Feuerstellen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

2 Belgien

2.1 Le Trou Magrit(t)e

Name	Le Trou Magrit(t)e
Geograf. Breite	50°13'19" N
Geograf. Länge	4°54'50" E
Land	Belgien
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Stratum 5, 4 Stratum 2: Aurignacien Stratum 3: Aurignacien
Datierung	Stratum 3: 41 300 ± 1690 BP (CAMS-10253), > 33 800 BP (GX- 18539) Knochenkollagen Stratum 2: 34 225 ± 1925 BP (GX-18537), 30 100 ± 2200 BP (GX- 18538) Knochenkollagen Nur Stratum 2 und 3 verwertbar, Ergebnisse für Stratum 4 und 5 erbrachten zu wenig Knochenkollagen
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Gautier et al. 1997; Otte 1995)

Neugrabung 1991-1992

Stratum 4 und 5

Die Makrofauna von Stratum 5 ist spärlich, Carnivoren (Höhlenbär, Fuchs und Wolf) sind gut repräsentiert.

Der einzige Hinweis auf menschliche Aktivitäten sind fünf Knochen vom Ren, Pferd und einer von Steinbock sowie fünf des Wollnashorns.

Ein ähnliches Bild liefert Stratum 4 mit Fuchs als einzigem großem Carnivor. Wollnashorn, Mammut, Steinbock und Pferd sind mit je einem Überrest vorhanden, was auf

eine Neandertalersubsistenz schließen lässt. Eine Auswertung hinsichtlich der Individuenzahl sowie Skelettrepräsentanz wurde auf Grund der geringen Anzahl von vorhandenen Überresten nicht vorgenommen.

Die Autoren fanden es verwunderlich, dass weder Hyänenüberreste noch Hyänenkoprolithen in dieser Ausgrabung aufgefunden wurden.

Anthropogene Spuren

Es sind Schnittspuren an der Fauna vorhanden, aber es gibt keine Herde oder verbranntes Material. Auch Steinartefakte sind es nur wenige. Daraus schließen Gautier und Mitarbeiter, dass sich Neandertaler immer nur kurzzeitig in Le Trou Magritte aufgehalten haben. Die Hauptbesucher der Höhle waren Höhlenbären und kleine Carnivoren. Leider gibt es für diese Straten keine Datierungen.

Stratum 2 und 3

Die Fauna ist in diesen beiden Straten in größerem Umfang vertreten als in den beiden oben genannten.

Tab. A- 111, NISP und MNI, Stratum2 und 3, Le Trou Magritte, Gautier et al. 1997,

Stratum 2	NISP	MNI	Stratum 3	NISP	MNI
<i>R. tarandus</i>	91	7	<i>R. tarandus</i>	36	1
<i>Equus sp.</i>	39	2	<i>Equus sp.</i>	17	1
<i>C. ibex</i>	31	1	<i>C. ibex</i>	10	1

Weitere Taxa wie Bison, Gämse, Wollnashorn und Mammut, sind nur durch je einen Knochen oder Zahn vertreten. Hasen, Füchse und Murmeltiere können durch den Menschen oder Carnivoren in die Höhle gelangt sein.

In den Straten 2 und 3 stellt das Rentier 57 % des Ensembles Ren + Pferd + Steinbock. Das Pferd stellt 27 % in Stratum 2 und 24 % in Stratum 3, sowie Steinbock 16 % in Stratum 2 und 19 % in Stratum 3. Dies deutet eine Kontinuität an Ressourcen und Subsistenzpraktiken über den sehr langen Zeitraum von 10 000 Jahren an.

Sowohl der Mensch als auch die Lagerungsbedingungen und Witterungsverhältnisse sind für die Fragmentation der Knochen sowie vieler Zähne verantwortlich.

Skelettteilrepräsentanz

Die Skelettteilrepräsentanz bei Ren und Steinbock deutet darauf hin, dass die Tiere als Ganzes zur Höhle gebracht wurden.

Bei den Equiden dominieren die Zähne, was möglicherweise einen Transport der Schädel zur Höhle bedeutet, vermutlich zur Ausbeutung der Gehirne und Zungen.

Nur wenige Elemente von Humerus und Radius der Equiden sind vorhanden. Allerdings ist die Fragmentation der Pferdeknochen so hoch, dass sie schwer zu identifizieren sind.

Distale Pferdereste wurden offenbar nicht zur Höhle verbracht, was auf das hohe Gewicht pleistozäner Pferdeknochen im Gegensatz zu Ren- und Steinbockknochen zurückgeführt wird.

Jagdsaison und Jagdmuster

Für das Bison in Stratum 3 wird der Winter als Jagdzeit angenommen. Zwei Rentiere aus Stratum 2 sowie ein Steinbock wurden im späten Winter bis Frühling erlegt.

Es gibt schwache Hinweise, dass es sich für Stratum 2 und 3 um ein Catastrophic Profil handelt. Vermutlich haben Lauerjäger die Herden beim Durchzug durch das Tal der Lesse gejagt.

Rückstandanalysen

Mittels cross-over Immunoelktrophorese (CIEP) wurden 12 Steinartefakte aus den Straten 5, 3 und 2 auf organische Überreste untersucht. Die meisten Test ergaben kein Ergebnis, aber zwei Kratzer aus Stratum 2 und 3 lieferten Belege für menschliche Proteine, vermutlich Blut.

Ein anderer Kratzer aus Stratum 3 zeigte Bovidenreste, aber keine Equiden-, Cerviden- oder Ovicapridenantisera.

Die Belege menschlicher Proteine deuten darauf hin, dass sich Menschen gelegentlich beim Arbeiten mit Steinartefakten geschnitten haben (Newman 1995).

Tab. A- 112, Ergebnisse, Le Trou Magritte

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Capra ibex</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, aber nur in geringer Anzahl	3	0
Jagdmuster	schwache Belege für prime age adult	5	4
Dominanz einzelner Skelettelemente	Schädel bei den Equiden, <i>R. tarandus</i> , <i>C. ibex</i> ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Winter	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	18
Score: 0,53			

2.2 Goyet

Name	Goyet
Geograf. Breite	50°26'44" N
Geograf. Länge	5°00'48" E
Land	Belgien
Höhe	280 müNN, 120 müNN?
Fundplatzgattung	Höhle

Lithische Industrie	Moustérien, Aurignacien
Datierung	Chamber A, horizon 3, 3 rd cave 27 920 + 160 - 150 BP <i>Ursus spelaeus</i> (GR- 44539) bis 34 670 + 900 - 810 BP <i>Rangifer tarandus</i> (KIA- 33600)
Datierungsmethode	AMS
Calibrierte Daten	34 430 ± 300 cal BP bis 39 740 ± 1040 cal BP
Quelle	(Comeyne 2012-2013; Rougier et al. 2016)

Aurignacien

Die Herbivoren von Chamber A, Horizont 3, 3te Höhle

Goyet ist wie viele pleistozäne Höhlen, sowohl von Menschen als auch von Carnivoren genutzt worden.

Die Herbivoren des dritten Horizontes der 3ten Höhle von Goyet waren nie untersucht worden, seit den Zeiten des Erstausräbers Dupont. Die Carnivoren sind andernorts beschrieben.

In diesem Horizont wurden mehr als 4000 Knochen gefunden, von denen 917 untersucht werden konnten.

Die dominierende Spezies nach NISP ist *Rangifer tarandus* mit 827 Fragmenten, entsprechend einer MNI von 21. Die zweithäufigste Spezies ist *Equus sp.* mit einer NISP von 592, entsprechend einer MNI von 22.

Coelodonta antiquitatis ist mit einer NISP von 145 und einer MNI von 5 vertreten. Dem schließt sich *Mammuthus primigenius* mit einer NISP von 98 und einer MNI von 5 an. Weiterhin vertreten sind in geringer Anzahl *Cervus elaphus*, *Bos sp.*, *Ovibos moschatus* und *Capra ibex*.

Anthropogene Modifikationen

Insgesamt wurden 329 Schnittspuren (18 % der gesamten, identifizierten Fragmente), 413 (23 %) Ockerspuren, 229 (13 %) Verbissmarken und 1032 (58 %) Schlagspuren sowie 11 Knochenwerkzeuge nachgewiesen. Zähne sind bei allen Spezies am besten erhalten.

Schnittspuren

Den höchsten Anteil von 25 % an Schnittspuren haben Rentier und Rothirsch in Relation zur Gesamt NISP. Gefolgt werden sie vom Pferd (15 %), Wollnashorn (9 %) und Mammuth mit nur 1 %. An Moschusochsen und Steinbock wurden keine Schnittspuren entdeckt.

In allen Spezies, außer dem Mammuth, sind die meisten Schnittspuren an Metacarpalia und Metatarsalia zu finden. Ein anderes Knochenelement, das einen hohen Anteil an Schnittspuren trägt, sind die Mandibula des Pferdes und die Rippen und Phalangen des Wollnashorns.

Tab. A- 113, Schnittspuren, Goyet

	Häufigste Schnittspuren, Element
<i>Equus sp.</i>	Phalangen, Metapodien, Mandibula
<i>Bos. sp.</i>	Metacarpalia, Tibia
<i>C. antiquitatis</i>	Rippen, Radiocubitus, Phalangen
<i>C. elaphus</i>	Metatarsus

Schlagspuren

In dieser Arbeit werden Schlagspuren gleichgesetzt mit gebrochenem und fragmentiertem Material. Der Fragmentationsgrad ist sehr hoch.

Die Spezies mit dem höchsten Grad an Schlagspuren ist mit fast 100 % das Mammuth, gefolgt von Pferd, Wollnashorn und *Cervus elaphus* mit rund 80 % und *Bos sp.* mit 70 % und nur 30 % bei *Rangifer tarandus*.

Von allen Skelettelementen sind die Zähne am meisten fragmentiert, obwohl sie keine intentionellen Schläge erhalten haben.

Diese sehr ungenauen Aussagen lassen es nicht zu, zu beurteilen, ob die Fragmentation auf äußere Einflüsse zurückzuführen ist oder auf Zerschlagen der Knochen zum Zweck der Knochenmarksgewinnung.

Eine Schlagspur an einem Pferderippenfragment deutet darauf hin, dass es sich um eine Verletzung durch ein Projektil handelt. Beim Steinbock und dem Wollnashorn gibt es je ein Fragment, welches einen Schlag mit anschließendem longitudinalem Bruch anzeigt. Dies kann nur durch anthropogenen Einfluss entstanden sein

Jagdmuster

Pferd

Die Altersgruppe 4–10 Jahre ist als einzige mit mehr als 10 % vertreten, dies bedeutet, dass die adulten Tiere am meisten vertreten sind.

Mammut

Die Altersgruppe 0–12 A.E.Y. ist mit knapp 60 % und die Altersgruppe 12–24 A.E.Y. mit etwas mehr als 40 % vertreten. Tiere über 24 A.E.Y. sind nicht vorhanden. Dies wirft wieder die Frage auf, ob die Jungtiere bewusst ausgewählt wurden, oder ob sie am leichtesten zu erlegen und zu transportieren waren.

Wollnashorn

Die adulten 6–10jährigen sind mit etwa 50 % vertreten, aber kaum ältere Tiere. Dagegen ist eine relativ hohe Anzahl an jungen Tieren von 0–6 Jahren vorhanden.

Cervus elaphus

Die meisten Tiere, über 40 %, kommen aus der Altersgruppe 6–9 Jahre, das sind adulte Tiere. Weniger sind alte Tiere und junge Tiere vertreten.

Carnivoren

Die Carnivoren sind Thema einer anderen Publikation. Hier soll nur erwähnt werden, dass in Chamber A, Horizont 3 *Ursus spelaeus* mit einer Anzahl von 26 Individuen, *Crocota crocuta* mit 12 Individuen und *Alopex vel Vulpes* mit sieben Tieren vorkamen. Dies summiert sich zu einem Anteil echter Carnivoren, also ohne den Höhlenbären, von 14 % der totalen MNI in der Chamber A, Horizont 3.

Tab. A- 114, Ergebnisse, Goyet

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0

Jagdmuster	prime age adult: <i>Equus</i> sp. und <i>C. elaphus</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnitt- spuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	unsicher	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			

3 Deutschland Süd

3.1 Bockstein Törle

Name	Bockstein Bocksteinschmiede/- loch (BS) Bockstein Törle (BT)
Geograf. Breite	48°33'15" N
Geograf. Länge	10°09'17" E
Land	Deutschland
Höhe	12 m über dem Tal
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	BS-I: Mittelpal

	BS-II: Mittelpal BS-III: Keilmesserkomplex BS-IV: Micoquien BT X: Mittelpal BT IV- VI: Gravettien BT VII: Aurignacien
Datierung	BS-III: > 44 ka BP BS-IV: BT X: > 44 ka BT IV-VI: 20–23 ka BT VII: 26–31 ka
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	BS I bis V
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Krönneck 2012)

Bockstein Törle IV – VI

Dies ist der größte Fundkomplex am Bockstein. Die unbestimmbaren Anteile der Sammlung überwiegen. Am häufigsten kommt das Mammut vor, aber nur in Form von Elfenbeinsplittern, was eher als Rohmaterial zur Artefaktherstellung zu deuten ist.

Anthropogene Spuren

Die zweithäufigste Tierart ist das Rentier, am häufigsten vertreten durch Metatarsalia. Die dritthäufigste Tierart sind Pferde, überwiegend durch Zähne repräsentiert, aber auch durch Kurzknochen der Extremitäten. Es gibt einmal eine Schnittspur mit einer Brandspur, dreimal Artefakte unbestimmbarer Art und 232 Brandspuren. Leporiden kommen vor als Vertreter der kleinen Tierarten und eine sehr kleine Anzahl an Vogelknochen.

Neben wenig Carnivoren ist auch der Höhlenbär vorhanden, der den Ort als Hibernationsplatz nutzte.

Tab. A- 115, Ergebnisse, Bockstein Törle IV- VI

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, Aves diverse	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	1	5	0
Brandspuren	232	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	5
Score: 0,15			

Bockstein Törle VII

Auch in dieser Schicht überwiegen die unbestimmbaren Anteile die bestimmbareren.

Jagdmuster

Die häufigste Art ist das Wildpferd, meist juvenil bis subadult. Als zweites schließt sich in der Häufigkeit das Ren an, meist subadulte bis adulte Tiere. Bei einem Renknochen ist eine Schlagspur zu verzeichnen.

Anthropogene Spuren

Bei den anthropogenen Modifikationen überwiegen mit 230 die Brandspuren. Es sind noch vier benutzte Splitter, zwei Schlag- und eine Schnittspur zu verzeichnen.

Bei den kleinen Tieren sind wenige Fragmente von *Lepus sp.* und einige Vogelknochen zu verzeichnen. In kleiner Zahl finden sich große und kleine Carnivoren. Höhlenbären sind die dritthäufigste Tierart, überwiegend durch Jungtiere repräsentiert, die im 1. Winterschlaf verstarben.

Tab. A- 116, Ergebnisse, Bockstein Törle VII

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus sp.</i> , Aves diverse	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	3	5	5
Brandspuren	230	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	10
Score: 0,29			

3.2 Brillenhöhle

Name	Brillenhöhle
Geograf. Breite	48°24'19" N
Geograf. Länge	9°46'40" E
Land	Deutschland
Höhe	687 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien, Gravettien
Datierung	<p>Schicht VII = 25 870 ± 230 – 27 030 +180 -170, Gravettien</p> <p>Schicht VIII > 29 000</p> <p>Schicht XIV = 30 400 + 240 /-230 bis 32 470 +270 /-260</p> <p>Gravettien:</p> <p>B-492 VII Charred bone: > 25 000 (Riek 1973)</p> <p>KIA 19553 VII mammoth/rhino rib Tool (point) 12.6: 25 870 ± 230 G (Conard and Moreau 2004)</p> <p>KIA 19549 VII mammoth/rhino rib 10.9: 27 030 + 180/ -170 G</p> <p>Aurignacien:</p> <p>KIA 19550 XIV reindeer? antler tool (point) 9.9: 30 400 + 240/- 230 (C in collagen) A (Bolus and Conard 2006)</p> <p>32 110 +480/- 450 (residual C)</p> <p>KIA 19551 XIV reindeer? antler tool (point) 9.4: 32 470 + 270/- 260</p> <p>Alle (Conard und Bolus 2008)</p>
Datierungsmethode	<p>Geochronologisch (Riek 1973)</p> <p>Radiocarbon, AMS (Conard und Bolus 2008)</p>
Archäolog. Horizont	<p>VII = Gravettien</p> <p>VIII- XIX = Aurignacien</p>
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Riek 1973; Riek et al. 1973; Conard und Bolus 2008)

Die Brillenhöhle enthält keine mittelpaläolithischen Schichten, aber drei jungpaläolithische Schichten mit jeweils mehreren Horizonten. Am fundreichsten ist das Magdalénien, das hier aber ausgeklammert wird.

Gravettien, Schicht VII

In den Schichten VII sind von allen Taxa die Säuger mit 70,5 % am zahlreichsten: 19,4 % sind Schneehasen, 22,4 % entfallen auf den Höhlenbären und 4,2 % auf das Ren. Vögel machen 26,1 % der Taxa aus: davon sind 14,1 % Schneehühner, 4,3 % Dohlen und 3,8 % Entenvögel und Sänger.

Auf Fische entfallen 5,2 % des Gesamtmaterials.

Gemessen an der NISP und daraus abgeleiteter MNI ist der Höhlenbär in dieser Schicht am stärksten vertreten. Ihm folgen: der Schneehase, das Ren und das Wildpferd. Von den 43 (!) nachgewiesenen Vogelarten ist das Schneehuhn das mit den meisten Funden (MNI: 56). Danach stehen die Dohlen mit verschiedenen Unterarten.

Schneehasen

Die Schicht VII ergab mindestens 22 Hasen, davon waren 14 adult und 8 juvenil, von diesen 2 Tiere nur wenige Wochen alt. Die zahlreich vorhandenen Knochen des Schneehasen können auf menschlichen Eintrag zurückgeführt werden. Zeitweise mögen sie auch in der Höhle gewohnt haben. Ein Eintrag durch Fuchs oder Hyäne ziehen die Bearbeiter (Riek et al. 1973) vermutlich nicht in Betracht, weil deren Zahl in der Brillenhöhle so gering ist. Von anthropogenen oder sonstigen Modifikationen an den Hasenknochen erwähnen sie nichts.

Höhlenbär

Vom Höhlenbär, der am zahlreichsten, auftritt finden sich überwiegend Zähne, Rippen und Langknochen. Die Bärenknochen sind alle stark fragmentiert und vom Menschen zerschlagen. Die Bearbeiter nehmen an, dass die Brillenhöhle ein Bärenhibernationsort ist, denn zu den dort verstorbenen Tieren gehören viele neonate und juvenile (ca. $\frac{1}{3}$ ist neonat verstorben, 60 % im 1. Winter), nur 20 % der Bären war adult. Daher wird auch die Einbringung von Bärenskeletten durch den jungpaläolithischen Menschen angenommen. Die Bärenknochen tragen aber weder Raubtierverschleiß noch anthropogene Spuren.

Die Anzahl der anderen wärmzeitlichen Taxa ist niedrig. Für keine sind anthropogene Modifikationen, aber auch kein Raubtierverschleiß durch Boessneck und von der Driesch (Riek et al. 1973) erwähnt.

Alpenschneehuhn, Moorschneehuhn

Schneehühner sind in dieser Schicht zahlreich, mindestens 56 Exemplare sind nachgewiesen. Sie sind mit Ausnahme von 2 Exemplaren alle adult, diese beiden juvenil. Dies deutet auf eine bewusste Selektion von fleischreichen Tieren hin. Schlag- oder Schnittspuren sind auch hier nicht erwähnt.

Fische

Zahlreiche Fischfunde sind in den Schichten IV bis VI, VII und XIX nachgewiesen. Am meisten in den erstgenannten, jungen Schichten. Die bestimmbareren Fundstücke gehören zu folgenden Fischarten:

- Huchen (*Hucho hucho*, LINNAEUS, 1758)
- Saiblinge (*Salvelinus alpinus*, LINNAEUS, 1758)
- Äsche (*Thymallus thymallus*, LINNAEUS, 1758)
- Quappe (*Lota lota*, LINNAEUS, 1758)

Die Hälfte aller bestimmbareren Fischfunde gehören zur Quappe. Der Bearbeiter Lepiksaar (Riek et al. 1973) gibt leider nicht für alle o.g. Arten die Fundverteilung auf die einzelnen Schichten an.

Tab. A- 117, Ergebnisse, Brillenhöhle, Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Ursus spelaeus</i> , <i>Lepus timidus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus timidus</i> , <i>Lagopus lagopus</i> vel <i>Lagopus mutus</i> 4 Arten Fische Aves diverse	3	3
Jagdmuster	prime age adult bei <i>Lagopus lagopus</i> vel <i>Lagopus mutus</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0

Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	<i>Ursus spelaeus</i>	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	in VIII: Brandschicht 1,8 m lang, 0,3 m - 0,65 m breit und 0,35 m tief und VII = Feuerstelle	1	1
$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			

Aurignacien, Schicht VIII – XIX

Alle auf das Aurignacien datierten Schichten werden, wegen teilweise geringem Materialumfang, hier zusammengefasst.

Mit 67,7 % ist der Höhlenbär dominierend, ihm folgen, weit abgeschlagen, mit 4,6 % das Ren, mit 2,7 % das Schneehuhn und mit 1,2 % das Pferd.

Bei den Vögeln ist das Schneehuhn hier die dominierende Art, aber im Vergleich ist dies nur ein Anteil von 10 % der Menge an Schneehühnern im Gravettien. Insgesamt machen die Vögel 9,9 % des faunistischen Materials dieser Schichten aus: 4,3 % sind Schneehühner, 3,5 % Dohlen.

Anthropogene Modifikationen sind nicht erwähnt. Die Dohlen sind nicht eindeutig als Jagdtiere zur Ernährung einzuordnen, da sie von selbst Höhlen als Nistplätze aufsuchen.

Im Fundmaterial sind in den Aurignacienhorizonten 1,6 % Fische enthalten, davon ist die Hälfte der Quappe zuzuordnen. Inwieweit Fische durch Höhlenbären eingebracht wurden, ist nicht angegeben. Wohl wird aber angenommen, dass diese, sofern sie Fische verspeisen, dies am Fangort tun.

Das Fundmaterial ist hinsichtlich der Ernährung der paläolithischen Menschen, die die Brillenhöhle aufgesucht haben, schwierig zu beurteilen. Zum einen dominiert der Höhlenbär, zum anderen gibt es aber auch Fisch, Hasen und Schneehühner und kaum große Raubtiere.

Tab. A- 118, Ergebnisse, Brillenhöhle, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>Ursus spelaeus</i>)	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Aves 4 Arten Fische	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	4
Score: 0,12			

3.3 Geißenklösterle

Name	Geißenklösterle/Achtal
Geograf. Breite	48°23'54" N
Geograf. Länge	9°46'20" E
Land	Deutschland

Höhe	60 m über Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien, Gravettien
Datierung	<p>38 – 40 000 BP</p> <p>33 – 36 000 BP</p> <p>AH IIa: 32 625 ± 746 BP bis 31 525 ± 770 BP (Hahn et al. 1977)</p> <p>AH IIa= UA</p> <p>30 625 ± 796 BP (Hahn 1982)</p> <p>31 090 ± 200 BP (Hofreiter et al. 2007)</p> <p>31 525 ± 770 BP (Hahn 1982)</p> <p>33 000 ± 240 BP</p> <p>33 200 ± 800 BP (Richter et al. 2000)</p> <p>33 700 ± 1 100 BP (Hahn 1988)</p> <p>36 800 ± 1 000 BP</p> <p>AH III = LA</p> <p>30 100 ± 500 BP (Conard and Bolus 2003)</p> <p>31 180 + 270/-260 BP (Conard and Bolus 2003)</p> <p>34 140 ± 1 000 BP (Hahn 1982)</p> <p>35 060 + 370/ -350 BP</p> <p>35 700 ± 550 LA</p> <p>36 540 ± 1 570 BP LA (Hahn 1982)</p> <p>37 300 ± 1 800 BP LA (Housley et al. 1997)</p> <p>38 010 ± 520 BP (Hofreiter et al. 2007)</p> <p>40 200 ± 1 600 BP (Hahn 1995)</p> <p>30 300 ± 550 BP LA (Conard and Bolus 2003)</p>
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Archäolog. Horizont	<p>AH IV bis VI = Mittelpal</p> <p>Schicht: II und III (Münzel 2005)</p> <p>AH IIa bis III = Aurignacien</p> <p>AH Ia und Ib = Gravettien</p>
Calibrierte Daten	-
Quelle	AH IV- VIII = (Hahn 1988; Hahn et al. 1977; Münzel 2005; Münzel und Conard 2004a)

	AH IV = Fundber. Aus Baden- Württemberg, 19/1, 1991, 68- 93 (Conard et al. 2019)
--	---

Oberes Aurignacien (AH II) (Münzel 2019)

Das Mammut dominiert mit 18,4 % die Aurignacienschicht, dicht gefolgt vom Höhlenbären mit 16,2 %. Das Wildpferd kommt zu 3,7 % und das Rentier zu 2,6 % vor. Ein Anteil von 54,7 % an allen Funden konnte nur einer Größengruppe und nicht einem Taxon zugeordnet werden. Davon sind für 43,1 % auch keine Größenangabe möglich. Dies schränkt die Angaben zu Geschlecht, Jagdmethode und Jagdzeit ein.

Jagdmuster

Bei den Mammuta handelt es sich um viele Jungtiere und es dominieren Schädelreste, sowie Fußwurzel- und Fingerknochen. Adulte Tiere sind durch Rippen belegt und viele Elfenbeinzelstücke.

Anthropogene Spuren

Vom Pferd sind insbesondere Langknochen erhalten. Sie sind aufgeschlagen und weisen Schnitt- und Schabspuren auf und wurden als Retuscheure verwendet.

Unteres Aurignacien (AH III)

Dieser Horizont unterscheidet sich merklich vom darüber liegenden. Die dominierende Tierart ist das Mammut mit 42,2 %, gefolgt vom Höhlenbären mit 17,5 %. Das Rentier trägt mit 3,1 % und das Pferd mit 1,4 % zu den Funden bei. Alle anderen Taxa sind mit noch weniger beteiligt. 31,7 % der Fauna dieser Schicht waren nur der Größe nach, nicht aber der Tierart nach einschätzbar.

Das Pferd ist hier nur wieder durch zwei Retuscheure belegt.

Gravettien (AH I)

Im Gravettien des Geißenklösterle ist der Höhlenbär die dominierende Art, sein Anteil beträgt 30,3 % aller Taxa.

Carnivoren liegen nur zu 0,1 % je Taxon vor, und bei den Herbivoren dominiert das Mammut (4,4 %), gefolgt vom Rentier (3,9 %) und dem Pferd (2,5 %). Allerdings muss

angemerkt werden, dass 49,6 % der Fauna nur einer Größenordnung zugeordnet werden und nicht auf Artebene identifiziert werden konnten.

Jagdmuster

Mammuta sind durch Jungtiere belegt, im Alter bis zu 4 Monaten.

Beim Ren sind in allen drei Schichten hauptsächlich Geweihe, Metatarsus und Tibia überrepräsentiert. Münzel deutet das als Rohmaterial zur Artefaktherstellung.

Anthropogene Einflüsse

Im AH III liegt eine Feuerstelle und unverbrannte Knochensplinter. In der Aurignacien-schicht liegt eine große Aschelinse.

Im AH II sind in der großen Aschelinse mehr verbrannte Knochen als im AH III. Die meisten Knochenkohlen ließen sich keiner Größenklasse zuweisen. Münzel geht davon aus, dass die Knochen als Brennmaterial gedient haben.

Jagdzeit

In allen drei Horizonten finden sich menschliche Modifikationen an den Höhlenbären-knochen. Schnitt- und Schlagspuren auf den 3–4 Monate alten Jungbären belegen eine Jagd am Ende des Winters.

Im AH II fand die Jagd auf Pferd und Mammut im Winter und Frühjahr statt.

Nahrung?

„Zur Bedeutung der Jagdtiere als Nahrungsmittel kann man meiner Meinung nach keine Aussagen machen. Ihre Nutzung als Nahrungsmittel ist zwar durch die Schlachtspuren dokumentiert, ihre Anzahl wird aber vor allem durch den Anteil postcranialer Skeletteile bestimmt, die ins Geißenklösterle eingebracht wurden.“ (Münzel 2019)

Der hohe Anteil der Mammuta in allen drei jungpaläolithischen Schichten scheint ebenfalls der Werkzeugherstellung gedient zu haben und nicht Nahrungszwecken (Münzel 2019).

Fische

Die Fischreste der Grabungen 1997–2002 wurden von Böhme bearbeitet. Es waren nur Knochenfragmente erhalten, nie ein vollständiges Skelett, und es wurden keine auffälligen Verdauungsspuren gefunden. Alle Fische entstammten Fließgewässern.

Der Bearbeiter betont:

“ Eine speziesbezogene quantitative Auswertung des Fundgutes wurde nicht angestrebt, da der Einzelnachweis von Arten anhand unterschiedlicher Skelettelemente erfolgte, so dass keine statistische Analyse, wie z.B. die Mindestindividuenzahlen (MIZ), sinnvoll erschien.“

Im Horizont **des oberen Aurignacien** fanden sich *Thymallus thymallus*, *Cottus gobio* und *Lota lota* in den gleichen Schichten. Es ist nicht eindeutig festzustellen, ob die Fische durch den Menschen oder durch Eulen in die Höhle eingebracht wurden (Böhme 2019).

Im Horizont **des unteren Aurignacien** fanden sich in zwei Schichten *Thymallus thymallus*, *Cottus gobio*, *Phoxinus phoxinus* und *Lota lota*. Auch hier ist nicht eindeutig festzustellen, ob die Fische durch den Menschen oder durch Eulen in die Höhle eingebracht wurden (Böhme 2019).

Die meisten Funde fanden sich in den Schichten des Gravettienhorizontes. In allen Fundschichten wurde *Thymallus thymallus* und *Lota lota* gefunden. *Cottus gobio* war in drei Schichten vertreten. Es ist nicht eindeutig festzustellen, ob die Fische durch den Menschen oder durch Eulen in die Höhle eingebracht wurden (Böhme 2019).

Es bleibt zu bedenken, dass *Thymallus thymallus* und *Lota lota* Fische sind, die eine beträchtliche Größe und Gewicht erreichen können, so dass sie für Menschen eine lohnende Beute darstellen könnten.

Vögel

Die Auswertung der Vogelknochen vom Geißenklösterle führte Krönneck durch. Die Knochenerhaltung wird als außergewöhnlich gut beschrieben, Einzelknochen sind oft vollständig erhalten.

Die gesamte Fundmenge umfasst 1279 Vogelknochen, von denen 396 in archäologischen Schichten gefunden wurden. Das Spektrum umfasst über 30 Arten, Gattungen und Familien in allen archäologischen Horizonten

„Eine quantitative Auswertung von Vogelresten ist aus verschiedenen Gründen schwierig. Ein Grund sind die geringen Fundzahlen der bestimmbareren Arten, von denen teilweise sogar Einzelstücke vorliegen. Die Anzahl der Funde oder das Fundgewicht können deshalb statistisch kaum ausgewertet werden.“ (Krönneck 2019).

Bei den Bestimmbaren nach Art sieht die Verteilung folgendermaßen aus: In allen drei Horizonten sind Vögel vertreten, aber am häufigsten und vielfältigsten sind sie im AH

I. Die dominanten Arten sind in absteigender Reihenfolge: *Lagopus sp.* (Schneehuhn), *Phasianidae indet.* (Hühnervogel) und *Lagopus lagopus* (Moorschneehuhn).

Im Horizont AH II dominieren ebenfalls *Lagopus sp.*, gefolgt von *Lagopus mutus* (Alpenschneehuhn) und unbestimmten Singvögeln. Im Horizont AH III kommen insgesamt die wenigsten Vogelfunde vor, die häufigste Art ist auch hier wieder das Schneehuhn, gefolgt von den Phasianidae und dem Schwan.

Skelettelementverteilung

Nur von Enten und Hühnervögeln lagen ausreichende Mengen vor, um eine Skelettteilanalyse durchführen zu können.

Bei den Schneehühnern sind im AH III und AH II die Fußknochen gut repräsentiert, im AH I dagegen fehlen die Phalangen weitgehend. Krönneck nimmt an, dass das an einer verschiedenen Art der Zubereitung liegt: als ganzes Tier mit Entfernung der Füße bei der Mahlzeit. Im Gravettien die Entfernung der Füße außerhalb des Fundplatzes schon vor der Zubereitung.

Bei den Enten kommen Humerus und Femur häufiger vor als bei den Schneehühnern. Bei beiden Gattungen sind Flügel, Radius, Ulna, Carpometatarsus und Phalangen unterrepräsentiert. Krönneck vermutet, dass man sie vor der Zubereitung entfernte, weil man sie einem anderen Zweck zuführen wollte. In jedem Fall, nimmt Krönneck an, dass die Tiere in erster Linie vom Menschen zum Verzehr erlegt wurden.

Anthropogene Spuren

Im AH I gibt es zwei Ulnae unbestimmter Hühnervogel, deren Olecranon abgeschnitten war. Eine der beiden Ulnae weist weitere Schnittspuren auf. Und an einem Schwimmentenhumerus war ebenfalls eine Schnittspur vorhanden. In diesem Horizont gibt es auch Knochen die stark erhitzt wurden.

Im AH II wurde eine Rabenscapula mit Schnittspuren gefunden. Das Olecranon trug weitere Schnittspuren und der Knochen war angebrannt.

Im AH III konnten an der Vogelfauna keine Schnittspuren gefunden werden.

Tab. A- 119, Ergebnisse, Geißenklösterle, Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>(Ursus spelaeus)</i> , <i>M. primigenius</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Pisces, Aves groß und klein	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	Schnittspuren an großen Vögeln	5	5
Brandspuren	x	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	Pferd: Winter, Mammut: Frühjahr Höhlenbär: Winterende	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2 Feuerstellen	1	1
$\Sigma=$		34	13
Score: 0,38			

Tab. A- 120, Ergebnisse, Geißenklösterle, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i> , (<i>Ursus spelaeus</i>)	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Pisces, Aves groß und klein	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	Schnittspuren an großen Vögeln	5	5
Brandspuren	auch an Vogelknochen	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	Aschelinsen in beiden Aurignacienhorizonten	1	1
$\Sigma =$		34	10
Score: 0,29			

3.4 Hohle Fels

Name	Hohle Fels
Geograf. Breite	48°22'45" N
Geograf. Länge	9°45'14" E
Land	Deutschland
Höhe	554 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien, Gravettien
Datierung	<p>28 920 ± 440 = AH Ila- IId = GH 3cf</p> <p>Gravettien:</p> <p>Beta-161023 IIb Cave bear incisor: 28 170 ± 180 (Hofreiter et al. 2007)</p> <p>Beta-156092 IIb Cave bear incisor: 28 350 ± 220 (Hofreiter et al. 2007)</p> <p>OxA-4598 IIc Bear femur: 26 000 ± 360 G (Hahn 1995)</p> <p>Beta-161022 IIc Cave bear incisor: 27 840 ± 190 (Conard and Moreau 2004)</p> <p>Beta-156093 IIc Cave bear incisor: 28 170 ± 220 (Hofreiter et al. 2007)</p>

	<p>OxA-4599 Ilc Reindeer antler tool: 28 920 ± 440 (Hahn 1995)</p> <p>OxA-5007 Ilc Reindeer antler tool, same object as OxA-4599</p> <p>29 550 ± 650 (Housley et al. 1997)</p> <p>KIA 3503 Ilcf Horse rib: 27 030 +250/-240 (Conard 2003)</p> <p>KIA 17742 Ilcf Horse tibia: 27 690 ± 140 (Conard 2003)</p> <p>KIA 17744 Ilcf Rib rhino-mammoth tool: 27 780 ± 150 (Conard 2003)</p> <p>KIA 17743 Ilcf Cave bear vertebra with chert point: 27 830 +150/-140 G (Conard 2003)</p> <p>Alle Datierungen in Conard and Bolus 2003</p>
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Archäolog. Horizont	<p>Schichtpaket C: Gravettien, AH IIa- IId = GH 3cf</p> <p>Schichtpaket D: frühes Jungpaläolithikum, AH III-IV</p>
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Münzel et al. 2001)

Gravettien

Die Gravettenschicht ist sehr gut erhalten, zwischen 60 cm und 100 cm mächtig und lässt sich in drei stratigrafische Einheiten trennen.

Das Gesamtknochengewicht der Fauna wird mit 55 % durch den Höhlenbären bestimmt. Die häufigsten Jagdtierarten (keine absoluten Daten vorhanden, Stand Juli 2017) sind Pferd, Mammut, Mammut- und Nashorngröße (aber unbestimmbar), und Rentier.

Insgesamt umfasst die Artenliste 19 Spezies und die Knochenhaltung wird als sehr gut beschrieben.

Höhlenbären

Die Höhlenbärenknochen tragen zahlreiche anthropogene Modifikationen, wie Schnittspuren und Schlagspuren, sowie polierte Knochen. Die Schnittspuren sind am häufigsten auf den Schädelknochen und hier auf den Parietalia. Die Schnittspuren an den Schädeln scheinen beim Häuten der Tiere entstanden zu sein.

Es gibt aber auch Schnittspuren, die für die Desartikulation von Gelenken sprechen und dem Abtrennen großer Muskelfleischteile gedient haben müssen.

Die Langknochen der Höhlenbären weisen Schlagspuren auf, die der Gewinnung von Knochenmark dienen.

Bei den zahlreichen Knochenkohlen sind auch einige sehr große Stücke dabei, die dem Höhlenbären zugewiesen werden können. In diesem Fall diene der Bärenknochen als Brennmaterial.

Mammut

Unter den Mammutfunden befinden sich Fußwurzelknochen von zwei Monate alten Jungtieren, die eventuell der Fettgewinnung gedient haben dürften.

Tab. A- 121, Ergebnisse, Hohle Fels

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>U. spelaeus</i>), diverse Herbivoren	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Fußknochen junger Mammuta	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	<i>U. spelaeus</i> als Brennmaterial	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Winter	5	3
Herd, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	20
Score: 0,59			
Bemerkungen	Silexbruchstück in Brustwirbel eines		

	Höhlenbären in Schicht GH 3cf → Geschoss- bruchstück		
--	--	--	--

3.5 Hohlenstein-Stadel

Name	Hohlenstein-Stadel
Geograf. Breite	48°32'57" N
Geograf. Länge	10°10'22" E
Land	Deutschland
Höhe	470 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	31 950 ± 210 BP bis 35 185 ± 270 BP
Datierungsme- thode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	<p>35 589 - 36 906 cal BP (oxcal)</p> <p>39 421 - 41 105 cal BP (oxcal)</p> <p>Aurignacien:</p> <p>H 3800-3025 20 m, spit 6 Mixed bone sample: 31 750 + 1 150/-650 A (Hahn 1977)</p> <p>ETH-2877 20 m, spit 6 Reind. ulna, wolf astrag.: 32 000 ± 550 A (Schmid 1989)</p> <p>KIA 13077 20 m, spit 6 Reindeer radius fresh break 7.6: 32 270 + 270/ -260 A (Conard and Bolus 2003)</p> <p>KIA 8949 19 m, spit 7 Reindeer longbone fresh break 17.2: 33 920 + 310/ - 300 A (Conard and Bolus 2003)</p> <p>KIA 8950 19 m, spit 7 Elk metatarsal fresh break 8.1: 36 910 + 490/ - 460 A (Conard und Bolus 2003)</p> <p>(Conard und Bolus 2008)</p>
Quelle	(Conard et al. 2013; Kitagawa 2014)

Bärenhöhle (467müM) + Stadel (464 müM) + Kleine Scheuer + Ostloch

Aurignacien

Das Aurignacien und das Gravettien am Hohlenstein-Stadel sind nicht unterscheidbar. Die Fauna ist zu 36 % auf Genusebene identifizierbar.

Im Aurignacienhorizont des Hohlenstein-Stadel überwiegen die Knochen von Höhlenbären, alle anderen Spezies mit 20 % der NISP.

Bei den Carnivoren dominiert der Wolf, dazu einige von unbestimmbarer Größe. Bei den Herbivoren dominieren Pferd und Ren.

Insgesamt findet vom Mittelpaläolithikum zum Jungpaläolithikum ein Rückgang der Spezieshäufigkeit an diesem Fundplatz statt. Ebenso ein Rückgang der Herbivorenhäufigkeit (Mammut, Wollnashorn, Pferd, Bison) im Aurignacien gegenüber Mittelpaläolithikum gemessen an der NISP.

Leporiden, Fische und diverse Wasservögel sind in allen Fundhorizonten in sehr kleiner Zahl vorhanden. *Lepus sp.* nimmt zum Jungpaläolithikum hin zu.

Sowohl in mittelpaläolithischen als auch in jungpaläolithischen Schichten überwiegen die Tiere mit Body size 2.

Shannon Index of evenness zeigt an, dass ein Taxon dominiert (Kitagawa 2014:159).

Anthropogene Spuren

Im Aurignacien sind mehr Schlachtmarken zu verzeichnen als im Mittelpaläolithikum. Schlachtmarken auf den Rippen zeigen Fleischgewinnung an.

Schlachtspuren an Höhlenbärenknochen sprechen für eine opportunistische Ausbeutung zu Subsistenzzwecken.

Insgesamt nimmt Kitagawa aber einen eher geringen menschlichen Einfluss an.

Brandspuren sind die häufigste anthropogene Modifikation, sie fällt vom Mittelpaläolithikum zum Aurignacien von 2 % auf 1 % im Knochenanteil und zu 1,2 % sind andere anthropogene Modifikationen vorhanden:

- Schnittspuren: 11
- Schlagmarken: 5
- Brandspuren: 48

Skelettteilrepräsentanz

Höhlenbären

Schädel und Zähne überwiegen die postcranialen Teile im Mittelpaläolithikum. Im Jungpaläolithikum sind die alle Skelettteile in etwa gleich häufig vorhanden. In allen Horizonten überwiegen die juvenilen die adulten Exemplare.

Pferd

Beim Pferd überwiegen im Mittelpaläolithikum die Crania, im Jungpaläolithikum dagegen die postcranialen Anteile. Das Mortalitätsprofil wird mit Prime age adult profile beschrieben, der Mensch gilt als der Jäger.

Mammut und Wollnashorn

In allen Fundschichten sind die Schädel überrepräsentiert.

Rentier

Schädel, Hinterextremitäten und Metapodien dominieren. In allen Fundschichten überwiegen die postcranialen Anteile die cranialen. Dies wird als menschlicher Einfluss gesehen.

Tab. A- 122, Ergebnisse, Hohlenstein-Stadel

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>R.tarandus</i> , (<i>U. spelaeus</i> = dominant)	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Wasservögel, Fische	3	3
Jagdmuster	prime age adult: <i>Equus sp.</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>U. spelaeus</i> : ganze Karkasse <i>Equus sp.</i> : Postcranium	5	5

	<i>R. tarandus</i> : Hinterextremitäten und Metapodien <i>C. antiquitatis</i> und <i>M. primigenius</i> : Schädel überrepräsentiert		
Schlacht- und Schnittspuren	16	5	5
Brandspuren	48	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ=		34	20
Score: 0,59			

Tab. A- 123, Ergebnisse, Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013

Name	Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013
Geograf. Länge	48° 32' 57.26" N,
Geograf. Breite	10° 10' 22.76" E
Land	Deutschland
Höhe	470 müM
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Jungpaläolithikum
Datierung	32 000 – 35 000 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	Ao, Am, Au = Aurignacien

Calibrierte Daten	Ao, Am, Au: 35 000 – 40 000 cal BP (ETH- 41231, ETH- 41232, EHT- 38797)
Quelle	Datierung:(Kind 2019) Fauna:(Kitagawa 2019)

Auch in den jungpaläolithischen Horizonten handelt es sich um eine kleinstückig zerbrochene Fauna mit Verwitterung.

Wie schon für die mittelpaläolithischen Horizonte beschrieben, sind auch in den jungpaläolithischen Horizonten Bären die dominante Tierart.

Tab. A- 124, NISP verschiedene Horizonte

Arch. Horizont	Ao	Am	Au	A
<i>Ursus sp.</i>	8	24	87	123
<i>M. primigenius</i>	-	-	2	3
<i>Equus sp.</i>	-	-	2	1
<i>C. antiquitatis</i>	-	1	-	1
<i>R. tarandus</i>	1	2	3	4

Anthropogene Spuren

In den jungpaläolithischen Horizonten kommen an bis zu maximal 0,46 % des Knochenmaterials Brandspuren vor.

Schnittspuren sind nicht nachweisbar an der Fauna der jungpaläolithischen Horizonte.

Carnivoren

Der Carnivorenanteil beträgt im Horizont Ao 28,6 % und im Horizont Au nur 5,3 %. Die Höhle wurde sowohl von Hyänen als auch von Bären genutzt.

Herbivoren

Pferde und Rentiere stellen die beiden größten Herbivorengruppen, wobei die Rentiere hier die stärkste Gruppe darstellen, nach ihnen kommen die Pferde. Insgesamt

stellen die Herbivoren nur einen Anteil von 4,1 % in den aurignacienzeitlichen Horizonten. Die Seltenheit von Pferden im den Aurignacienhorizonten ist nicht erklärbar.

Leporiden

Leporiden kommen in den jungpaläolithischen Horizonten in höherem Maß (5,5 %–12,7 %) vor als in den mittelpaläolithischen Horizonten. Hinweise auf menschliche Jagd und Verarbeitung der Leporiden gibt es nicht.

Fische (Blanco-Lapaz 2019)

Von den insgesamt 304 Fischresten der Grabung 2009–2013 stammen nur 10 aus den Aurignacienhorizonten. Eine menschliche Nutzung der Fische liegt nahe, da nur post-craniale Skeletteile erhalten sind.

Tab. A- 125, Ergebnisse, Hohlenstein-Stadel, Grabung 2009–2013

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	(<i>U. spelaeus</i>)	1	0
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae, Aves	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	4
Score: 0,12			

3.6 Vogelherd

Name	Vogelherd/Lonetal
Geograf. Breite	48°33'31" N
Geograf. Länge	10°11'39" E
Land	Deutschland
Höhe	18 m über Talboden
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Mittelpaläolithikum, Aurignacien, Gravettien
Datierung	<p>Aurignacien:</p> <p>PL0001339A Schicht, IV/V Horse tibia: 32 180 ± 960</p> <p>PL0001342A IV/V Bovid-horse rib: 34 100 ±1100</p> <p>H 4054-3210 V Mixed bone sample: 30 162 ± 1340 A (Hahn 1977)</p> <p>H 8500-8992 V Mixed bone sample: 30 600 ± 1700 A (Hahn 1993)</p> <p>GrN-6661 V Charred bone: 30 650 ± 560 (Hahn 1977)</p> <p>H 8499-8991 V Mixed bone sample: 31 350 ± 1120 A (Hahn 1993)</p> <p>KIA 8968 V Small artiodactyl tibia, 13.1: 31 790 ± 240 (Conard and Bolus 2003)</p> <p>H 4056-3208 V Mixed bone sample: 31 900 ± 1100 (Hahn 1977)</p> <p>KIA 8969 V Reindeer longbone 13.6: 32 500 + 260/-250 (Conard and Bolus 2003)</p> <p>KIA 8970 V Horse longbone: 33 080 + 320/-310 (Conard and Bolus 2003)</p> <p>PL0001337A V Bovid-horse longbone: 35 810 ± 710 (Conard and Bolus 2003)</p> <p>Alle in (Conard und Bolus 2008) Radiocarbon und AMS</p>
Datierungsmethode	S.O.
Archäolog. Horizont	AH IV, V
Calibrierte Daten	-

Das faunistische Material aus dem Vogelherd stammt aus einer über 70 Jahre alten Grabung von Gustav Riek (1934) und wurde neu von Niven ausgewertet.

Aurignacien

In dieser Schicht wurden 13 282 Faunenreste gefunden, von denen 7044 auf Taxaebene identifiziert werden konnten. Unter ihnen sind 16 Säugetiertaxa und sieben Vogeltaxa nachweisbar.

Im Aurignacien dominieren Ren (MNI: 27), Pferd (MNI: 28) und Mammut (MNI: 28). Auch gibt es mindestens 12 Wollnashornindividuen.

Die Mammutfauna wird von Niven als an natürlichen Sterbeplätzen aufgesammelt eingeschätzt. Auch für das Wollnashorn tendiert sie eher dazu, dass es sich nicht um Subsistenzzwecke handelte.

Anthropogene Spuren

Die anderen vorhandenen Taxa weisen alle Schnitt- und Schlagspuren auf, sowie Spiralbrüche und Knochenmarkextraktion.

Von Riek wurden Herde in der Aurignacienschicht beschrieben, aber es gibt nur eine geringe Anzahl verbrannter Knochen.

Kleine Tiere

Hasenartige und Vögel sind nur wenige vorhanden. Sie tragen anthropogene Modifikationen, die Niven aber nicht Nahrungszwecken zuschreibt, obwohl sie eine gelegentliche Jagd auf diese Tiere zu Nahrungszwecken nicht ausschließt.

Carnivoren

Es sind sowohl kleine als auch große Carnivoren vorhanden (13 % der MNI). Der Vogelherd war kein Rückzugsort für Carnivoren aber ein Teil des Knochenverbisses geht auf Hyänen und Wölfe zurück. Das Knochenmaterial wurde aber nicht von ihnen akkumuliert.

Höhlenbären wurden am Vogelherd nicht ausgebeutet.

Skelettteilrepräsentanz Ren

Beim Ren sind fast nur postcraniale Anteile vorhanden, keine Crania. Alle Knochen sind stark zerbrochen, was auf intensive Schlachtaktivitäten hindeutet. Es sind zwar alle Altersgruppen vorhanden, aber juvenile und prime age adult Tiere herrschen vor. Die Density-mediated-attribution spielt eine große Rolle.

Anthropogene Modifikationen

Beim Ren tragen 17 % des Materials Schnittspuren, 5,2 % Schlagspuren, aber nirgends Brandspuren.

Die Position der anthropogenen Modifikationen belegen: kaum Exartikulation, Entfleischung fast aller Skelettteile, aber insbesondere der Schaftknochen, sowie von Brustkorb und Wirbelsäule.

Jagdsaison

Das Ren wurde im Spätsommer bis Herbst gejagt. Zu diesem Zeitpunkt besteht die beste physische Verfassung und damit der beste Nährwertes der Tiere.

Skelettteilrepräsentanz Pferd

Beim Pferd sind sowohl Crania als auch postcraniales Material vorhanden. Im Gegensatz zum Ren wurde hier auch der Schädel transportiert.

Anthropogene Spuren Pferd

Beim Pferd gibt es einen hohen Anteil an Tibiae und Metatarsalia, die zur Knochenmarkgewinnung genutzt wurden. Alle Langknochen sind intensiv zerbrochen, was ebenfalls ein Beleg für Knochenmarkgewinnung ist.

Beim Pferd tragen 8,2 % des Materials Schnittspuren und 7,7 % Schlagspuren. Auch hier sind keine Brandspuren nachweisbar. Die Schnittspuren sind beim Pferd ähnlich verteilt, wie beim Ren. Obwohl das Pferd auf Grund der starken Kortikalis weniger Knochenmark in den Langknochen aufweist, ist dennoch ein intensives Knochenmarkprocessing nachweisbar.

Bei 60 % des Materials ist Green breakage nachweisbar. Der Kraftaufwand dafür ist beim Pferd viel höher und deckt offenbar die Kosten durch den daraus folgenden Energiegewinn.

Jagdsaison Pferde

Vom Sommer bis Frühherbst wurden Pferde gejagt. Es ergibt sich daher eine überlappende Jagdzeit für Ren und Pferd.

Ergänzend und wahrscheinlich opportunistisch wurden am Vogelherd Wollnashorn, Wildschwein, Riesenhirsch, Bison und Gämsen erlegt. Beim Wollnashorn liegen keine Schlacht- und Schnittspuren vor. Das Mortalitätsprofil weist überwiegend Juvenile und junge Adulte auf. Es ist daher nicht zu belegen, ob der Mensch oder Hyänen die Ansammlung verursacht haben.

Beim Riesenhirsch liegen überwiegend Hinterextremitäten vor, die sowohl fleischreich sind als auch hier zur Knochenmarkgewinnung genutzt wurden.

Leporiden

Auffällig ist eine Zunahme von *Lepus sp.* vom Mittelpaläolithikum zum Aurignacien. Da aber sowohl Raubvögel als auch kleine Carnivoren sie eingeschleppt haben könnten, ist eine eindeutige Zuweisung zum Menschen nicht möglich. Für menschliche Nutzung sprechen Green breakage der Leporidenknochen sowie, dass keine Verdauung durch Raubvögel oder Carnivoren gefunden wurde.

Im Aurignacien Nordeuropas wurden Leporiden hauptsächlich wegen des wärmenden Fells gejagt (Niven 2006). Gleichzeitig durfte diese Ressource aber auch verspeist worden sein.

Die wenigen Vogelreste wurden wahrscheinlich durch tierische Beutegreifer eingebracht.

Vom Mammut sind am Vogelherd viele Zähne, viel Elfenbein von subadulten und juvenilen Tieren gefunden worden. Niven konnte nachweisen, dass Mammutmaterial zweimal häufiger zu technologischen Zwecken, denn zur Nahrungsgewinnung gedient hat. Unklar ist dabei allerdings die Funktion der Mammutcrania. Weder Schnittspuren noch Exartikulation und nur wenig Green breakage an Mammutknochen sind nachweisbar.

Tab. A- 126, Ergebnisse, Vogelherd

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i> , <i>M. primigenius</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Aves wenig	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	alle Skeletteile: <i>R. tarandus</i> und <i>Equus sp.</i> bei <i>R. tarandus</i> : hoher Anteil an Tibiae und Metatarsalia	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	an allen Taxa	5	5
Brandspuren	nach Riek	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Ren: Spätsommer und Herbst Equus: Sommer bis Frühherbst	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	nach Riek 1934	1	1
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			
	Opportunistische Jagd auf <i>C. antiquitatis</i> , <i>Bos sp.</i>		

4 Österreich

4.1 Groß-Weikersdorf C

Name	Groß-Weikersdorf C/Niederösterreich
Geograf. Breite	48°29´ N
Geograf. Länge	15°59´ E
Land	Österreich
Höhe	204 müNN
Fundplatzgattung	Lößfundstelle/kurzfristige Jagdstation
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	31 630 ± 240 ka BP bis 32 770 ± 240 ka BP
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	entfällt
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Rabeder 1996)

Die Lößfundstelle Groß-Weikersdorf C hat ein ähnliches Faunenspektrum, wie Willendorf. Sie wurde 1957/58 ausgegraben, die Ergebnisse zur Fauna wurde aber erst 1996 veröffentlicht.

Im Gegensatz zu den anderen bekannten österreichischen Lößfundstellen ist Groß-Weikersdorf aber älter, und die lithische Industrie wird dem Aurignacien zugerechnet.

Die Fauna ist stark fragmentiert und trägt Schnitt- und Hackspuren. Die meisten anthropogenen Modifikationen trägt das Mammut. Das Inventar ist sehr klein. Mit 9 Individuen steht das Ren an erster Stelle, danach kommen *Cervus elaphus* und *Equus sp.* mit je drei Exemplaren an zweiter Stelle. Weiterhin gibt es Riesenhirsch = Boviden, Elch, Wollnashorn und Mammut. Auffällig ist das Fehlen von Steinbock.

Die großen Carnivoren sind nur mit einem Exemplar Wolf vertreten.

Nach Rabeder (1996) war Groß- Weikersdorf C wahrscheinlich eine Jagdstation, die nur einmal genutzt wurde.

Die Steinartefakte wurden teilweise auf Gebrauchsspuren untersucht. Leider wurden dabei nur harte Materialien, wie Knochen, Geweih und Elfenbein, in Betracht gezogen. Eine Analyse auf Fleisch wurde nicht gemacht. Eine Unterscheidung der o.g. harten Materialien war nicht möglich.

Tab. A- 127, Ergebnisse, Groß-Weikersdorf C

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>R. tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	am meisten bei <i>M. primigenius</i>	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			
Bemerkungen	3 Artefakte aus Geweih 1 Kochstein 2 Unterlagen		

4.2 Krems-Wachtberg

Name	Krems-Wachtberg
Geograf. Breite	48°24'49.2" N
Geograf. Länge	15°35'51.9" E
Land	Österreich
Höhe	255 müM
Fundplatzgattung	Jagdplatz
Lithische Industrie	Gravettien, lith. Material in allen Fundschichten
Datierung	27 000 BP ¹⁴ C: 27 400 ± 300 BP AMS: 27 700 ± 200 BP 27 100 ± 170 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Archäolog. Horizont	Keine Angaben, Grabung von 1930, Fauna nicht stratigraphisch sicher zuweisbar
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Fladerer 2011; Fladerer et al. 2014)

Da es sich um eine Altgrabung handelt, sind die kleinen Tieren und Skelettfragmente auf Grund der groben Methoden unterrepräsentiert. Daraus folgt eine Überrepräsentanz von großen und alten Tieren (bessere Skeletterhaltung und Epiphysenverschluss).

Die dominierende Art ist das Mammut (MNI: 8), und gefolgt von Ren und Steinbock (MNI: je 2). Bei den Carnivoren sind es der Wolf (MNI: 6) und der Rotfuchs (MNI: 5).

Anthropogene Spuren: Wolf

Der Fundort hat überproportional viele Carnivoren. Insbesondere für den Wolf sind Schlag- und Schnittmarken zu beobachten, die nicht nur auf Entbalkung, sondern auch auf Entfleischung hindeuten. Ebenfalls für die Fuchsfunde ist anthropogene Verwertung nachweisbar.

Anthropogene Spuren: Ren

Für die Rentierfunde sind Schlagmarken und Longitudinalbrüche nachweisbar, die auf Filetierung zur Fleischgewinnung und Markgewinnung hindeuten. Schlag- und Hackmarken befinden sich an den Vorderextremitäten, was auf Markgewinnung an Langknochen hindeutet. Zerlegungsspuren legen nahe, dass die fleischreichen Einheiten von Schulterblatt und Vorderbein vom Jagdplatz zum Zerlegungsort gebracht wurden.

Das Inventar an Steinbock ist sehr klein, dennoch sind Schlagmarken und Knochenmarksgewinnung an Langknochen erkennbar.

Am Moschusochsen wurde keine Verarbeitung nachgewiesen.

Mammuta

Insgesamt sind 8 Mammutindividuen nachgewiesen. Davon sind sechs Jungtiere, ein Tier zwischen 12 und 24 Monaten und ein Bulle, der über 37 Jahre alt war.

Ein Stoßzahn stammt von einem 35–40 Jahre alten Tier. Es scheint sich also um eine selektive Bejagung von Jungtieren gehandelt zu haben. Die Jagdsaison war der Herbst/Frühwinter. Dabei ist nicht belegbar, ob es sich um ein gleichzeitiges Ereignis handelt. Die Jungtiere sind hinsichtlich ihres Fettanteils nicht sehr attraktiv für den paläolithischen Jäger, wohl aber das Gehirn.

Anthropogene Spuren: Mammut

Bei den Mammuta sind Brüche, Schlagmarken, Longitudinal- und Transversalbrüche nachgewiesen. Es gibt kalzinierte und verbrannte Mammutknochen. Von den 8 Mammutexemplaren sind vier Jungtiere, deren Köpfe abgetrennt zum Fundplatz transportiert wurden. Ob deren Gehirnschädel am Jagdplatz oder am Fundplatz geöffnet wurden, ist nicht mehr zu entscheiden.

Ebenfalls abgetrennt wurden Füße. Heute werden Elefantenfüße wegen ihres hohen Fettgehaltes in den Fußpolstern und Knochen immer noch verwertet (CRADER 1983; Haynes 1991).

Jagdprofil

Das Sterbealter der Mammuts entspricht dem Attritional Profil nach Klein und Cruz-Uribe (1984, S. 59). Vier der Mammuta sind allerdings juvenile Individuen. Die corticalen Anteile der Extremitätenknochen von Mammutkälbern sind dünner und daher leichter zu verarbeiten. Das Knochenmark soll laut Fladerer (2001) besser schmecken und nährstoffreicher sein. Von mindestens drei der Kälber wurden die Schädel ins

Camp transportiert, was für die ernährungsmäßige Ausbeutung der nährstoffreichen Gehirne spricht.

Carnivoren

Neben Wolf und Eisfuchs ist noch der Vielfraß am Fundort repräsentiert. Immerhin 20 % des Faunenfundmaterials, gemessen an der MNI, geht auf Wolf zurück. An 10 % der Carnivorenknochen sind Schnittspuren nachweisbar. Es sind Schlag- und Schnittmarken an Metapodien nachweisbar, sowie die Abtrennung des Kopfes. Die Verarbeitungsspuren lassen auf Entbalkung schließen. Die Schädel sind überrepräsentiert.

Allerdings gibt es auch Schnittspuren im Bereich des Schulterblattes, die auf Filetierung hindeuten. Ebenfalls ist ein Aufschlagen der Langknochen zur Markgewinnung belegbar. Die Anzahl der Tiere lässt keine genaue Altersanalyse zu, es scheinen aber früh-adulte bis adulte Tiere gewesen zu sein.

Es scheint hier eine „gemischte“ Nutzung des Wolfes vorzuliegen. Folgende Empfehlungen macht Fladerer zur Nutzung von Carnivoren (Fladerer 2011).

- Bekleidung,
- Rohmaterial,
- Nahrung,
- medizin. Anwendungen: Therapie, Prophylaxe,
- Symbol, Ritual,
- Schmuckanfertigung.

Herbst/Winter ist die Zeit der besten Rohstoffqualität von Jagdtieren: Knochenmark, Fett, Fell (Fladerer 2011:74). Carnivoren könnten als Zusatznahrung gedient haben (Fladerer 2011: 77).

Ein Carnivorenanteil von 10 % ist normal für einen kulturellen Fundplatz, aber hier gibt es sowohl einen hohen Anteil an Schädelknochen der Carnivoren als auch Schnittspuren an Carnivorenknochen (Fladerer 2011: 64).

Auf der Ausgrabungsfläche wurden zwei Aschegruben gefunden.

Mammutknochenfettverarbeitung (Fladerer 2011)

Grabung 2005–2010

Herd 1/AH4.11

- Hohe Frequenz von unverbrannten Knochen in der Peripherie des Herdes.
- Refitting von Knochensplittern möglich.
- Hammerstein,
- Verbrannte und unverbrannte Knochen.

Entsprechend den experimentell ermittelten Kriterien zur Gewinnung von Knochenfett konnten Fladerer und Kollegen (2011) belegen, dass es sich bei Herd 1 in AH4.11 um eine Einrichtung zur Gewinnung von Knochenfett handelt.

Die Größe der Fragmente liegt überwiegend im Bereich von 10–20 mm, 13,7 % der Knochenfragmente zwischen 10–30 mm sind unverbrannt und nicht versengt.

12,4 % der Knochenfragmente zeigen Green breakage und es konnte keine Carnivorentätigkeit nachgewiesen werden.

Bone-density-mediated attrition: Spongöser Knochen ist unterrepräsentiert.

Im gleichen Horizont befinden sich Kochgruben, Hammersteine, Kochsteine. Flache Mammutknochen und Mammutrippen sind miteinander verschmolzen im Umkreis des Herdes, was auf die Hitzeeinwirkung schließen lässt.

Tab. A- 128, Ergebnisse, Krems-Wachtberg, (Fladerer 2011; Fladerer et al. 2014)

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	attritional profile bei Mammuta	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	Crania der juvenilen <i>M. primigenius</i> , Metapodien und Phalangen → Fettnutzung der Fußpolster	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	viel bei Mammuta	5	5
Brandspuren	x	1	0
Knochenmarkgewinnung	insbes. juvenile Mammuta	5	5

Jagdsaison	Herbst bis Frühwinter, auf juvenile <i>M. primigenius</i>	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2 Aschegruben	1	1
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			
Bemerkungen	Aus Ton gebrannte Tierfigur Mammutknochenfettverarbeitung		

Krems-Wachtberg (2005–2011) (Fladerer et al. 2014)

Diese Ergebnisse von Fauna und einem mehrphasigen Herd im AH 4 umfasst das Material aus den Grabungen 2005–2011 von Krems-Wachtberg. Die neue Grabungsfläche schließt sich an die von 1930 an.

Der Horizont AH 4.11 wird hier nicht zur Sprache kommen, da er offensichtlich gestört ist, bzw. Material von hügelaufrwärts enthält.

Insgesamt wurden 35 750 Faunenelemente gefunden. Sie gehören in absteigender Reihenfolge zu 32,9 % zu Tieren der Mammut-Ren-Größe, zu 28,57 % zur Mammut-Rhinogröße. Somit sind die Megaherbivoren die dominanten Spezies. Gefolgt werden sie von Huftieren mit 13,2 %, davon sind in absteigender Menge: Pferd, Ren, Steinbock und Hase vorhanden. Carnivoren sind nur in verschwindend kleinen Mengen vorhanden.

Das Material ist stark fragmentiert, so dass die einzelnen Tierarten nicht immer eindeutig festgelegt werden können, sondern gerade die großen Tierarten in Größengruppen zusammengefasst wurden.

Befunde

Herd 1

Der Herd (Durchmesser 1,5 m) besteht aus verschiedenen Füllungen und kann in drei unterschiedliche Phasen eingeteilt werden:

- eine frühe Phase mit Füllung in einer flachen Grube mit einem Bodenbelag aus flachen Steinen,
- eine mittlere Phase, abgetrennt durch eine weitere Schicht aus flachen Steinen,
- eine späte Phase, abgetrennt durch Stellen aus verbranntem Löss. Dieser Teil zeigt erhebliche Erosion.

Der gesamte Herdkomplex ist Teil des umgebenden Living floor AH 4.4, der die Basis von AH 4 der Hauptschicht des Gravettien bildet. Über AH 4.4 liegt die gestörte Schicht AH 4.11, die hier nicht betrachtet wird.

Sechs Radiocarbon Messungen von Holzkohle aus dem AH 4.4 liegen im Bereich von 27 ka BP.

In allen drei Herdphasen überwiegt das Mammut oder die Mammut-Rhino-Größe sowie Mammut-Ren-Größe. Ebenfalls gibt es in den drei Phasen in kleiner Anzahl Pferd und Ren. Das Mammut beträgt in Phase I 36 % und in Phase II nur noch 26 %. Dagegen herrscht ein gegenteiliger Trend der Tiere in Huftiergröße vor mit einem Anstieg von 25,1 % in Phase I, auf 37,7 % in Phase II und 43,2 % in Phase III (Fladerer et al. 2010; Händel et al. 2015).

Skelettteilrepräsentanz

In den drei Phasen des Herdes sind alle Skelettteile des Mammuts vertreten, aber hauptsächlich Elfenbeinfragmente, Rippen, Wirbelsäulen- und Extremitätenfragmente.

Beim Pferd sind neben den Rippen und Extremitätenknochen noch Elemente des Schädels und des Unterkiefers vorhanden. Dies deutet darauf hin, dass das Gehirn und andere fleischreiche Teile, wie die Zunge und das Mandibulaknochenmark, ausgebeutet wurden (Fladerer et al. 2010; Händel et al. 2015).

Knochen als Brennmaterial oder zur Fettgewinnung

Spongioser Knochen enthält Knochenmark, dies insbesondere in den Langknochen, dem Schulterblatt, der Mandibula, den Rippen, dem Sternum.

Knochenmark ist in erste Linie der Bildungsort der Blutzellen. Je jünger ein Individuum ist, desto höher ist der Gehalt an Knochenmark und damit an proteinreichem Gewebe. Mit zunehmendem Alter bildet sich aus dem proteinreichen Knochenmark fettreiches Knochenfett. Dabei wechselt die Farbe des Knochenmarks von rosa nach gelb oder weiß (je nach Wasseranteil). In den Epiphysen ist der Anteil an Spongiosa am größten.

Knochenfett kann als Brennmaterial oder als Nahrungsressource genutzt werden. Ein hoher Anteil an verbranntem spongiösem Knochen in einem Herd gilt als ein Beleg für die Nutzung von Knochen als Brennmaterial. Ein vergleichbar hoher Anteil an

unverbranntem spongiösem Knochen wäre ein Beleg für die Fettgewinnung bzw. -verarbeitung.

Die Menge an spongiösem Knochen in der Herdstelle ist viel höher als im umgebenden Living floor. Sie reicht von 15,2 % in Phase I, zu 9,2 % in Phase II auf 7,7 % in Phase III. Der AH 4.4 enthält eine hohe Anzahl an Langknochen.

Der Anteil der Knochenfragmente bis 2 cm, die Brandspuren zeigen, beträgt in allen drei Phasen über 90 %. Der Anteil der kalzinierten Knochen ist am höchsten (85,4 %) in Phase III, während im umgebenden Living floor der Anteil der kalzinierten Knochen nur 11 % beträgt und der Anteil der unverbrannten Knochen bis 2 cm 72,3 % beträgt.

Die Calcinierung von Knochen beginnt bei 550–600 °C, dabei hängt die maximale Temperatur auch von der Masse, dem Material und der Aufrechterhaltung des Feuers ab. Der hohe Anteil an kalzinierten Knochen ist hier ein Beleg für hohe Temperaturen und lange Brenndauer.

Es konnte nachgewiesen werden, dass in Phase I 9,2 %, in Phase II 17 % und in Phase III 14 % des Knochenmaterials anthropogen gebrochen wurden. Dazu kommt eine hohe Anzahl an gebrochenen Knochen, die nach Spezies und nach anatomischer Region nicht bestimmt werden konnten. Der hohe Anteil in Phase II korreliert mit einem höheren Anteil an Extremitätenknochen von Pferden in dieser Phase.

Der hohe Anteil an verbrannten Knochen im Herd geht wahrscheinlich auf das Verbrennen von Knochenabfällen zurück, z.B. durch das Rösten und Konsumieren von fleischreichen Rippen. Im Gegensatz dazu steht der hohe Anteil von frisch gebrochenen Mammut- und Huftierextremitätenknochen um den Herd herum. Dies wäre ein Beleg für Abfälle aus der Knochenmark- und Knochenfettproduktion (Fladerer et al. 2010; Händel et al. 2015).

Tab. A- 129, Ergebnisse, Krems-Wachtberg (2005–2011)

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus timidus</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten, Rippen, Wirbelsäule von <i>M. primigenius</i> Extremitäten, Rippen, Schädel, Mandibula von <i>Equus sp.</i>	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	1 Herd, Ø 1,5 m	1	1
Σ=		34	21
Score: 0,62			

4.3 Krems-Hundssteig

Name	Krems-Hundssteig
Geograf. Breite	48°24'53.9" N
Geograf. Länge	15°36'06.4" E
Land	Österreich
Fundplatzgattung	Freilandstation
Lithische Industrie	Aurignacien, Gravettien
Datierung	27 200 BP für AH 3.2 32 700 BP für AH 4 (Aurignacien)
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	AH 3.2: vier Fundzonen 3.21- 3.24
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Neugebauer-Maresch 2008; Fladerer und Salcher-Jedrasiak 2010)

Die Fundstelle Krems-Hundssteig ist ein Basislager des Gravettien/Pavlovien, das in erster Linie der Verarbeitung der Jagdbeute diente. Der Fundhorizont AH 3.2 bis AH 3.7 ist gravettienzeitlich, der AH 4 ist ein Aurignacienhorizont. Im AH 3.2 konzentrieren sich die Funde und Befunde an Steinartefakten, Fauna und Feuerstellen. Dieser Horizont ist in vier Fundhorizonte gegliedert. Die folgenden Angaben beziehen sich auf den AH 3.2, weil nur hier die Anzahl der Funde groß genug ist, um Aussagen zu treffen.

An erster Stelle der Jagdbeute stand Mammut (MNI: 7), danach Ren (MNI: 4). Aber auch Rothirsch, Pferd, Steinbock und Wollnashorn sind in geringen Mengen vorhanden.

Mammuta: Altersstruktur

Die Altersstruktur von sieben Individuen sieht folgendermaßen aus: ein neonates Kalb, drei ältere Kälber oder subadulte Tiere, zwei senile Tiere. Eines davon ist ein großer Bulle.

Skelettteilrepräsentanz

Alle Körperteile sind vorhanden, bei näherem Hinschauen zeigt sich, dass die Mammutkarkassen am Jagdplatz filetiert wurden und nur die Körperteile mit dem höchsten Fleischanteil zum Camp gebracht wurden, Schädelfragmente und Brustkorbteile jedoch dominieren.

Unterrepräsentiert sind Teile des Beckens und der Schwanzwirbelsäule. Das Becken als schwerstes Element gilt als nicht transportierbar, weil die Knochenverbindungen zu den Extremitäten sehr stabil sind und als schwierig zu zerstören gelten (Neugebauer-Maresch 2008).

Anthropogene Spuren

Die Mammutknochen lassen auf eine intensive Nutzung des Knochenmarks schließen.

Ren

Beim Ren dominieren Extremitäten. Schädel, Thorax und Lenden sind unterrepräsentiert. Modifikationen an den Knochen zeigen, dass

- Rentiere vom Schlachtplatz in Portionen hergebracht wurden,
- Fleischstücke zergliedert und zerstückelt wurden,
- Knochenmark gewonnen wurde.

Altersmäßig handelt es sich um mindestens drei adulte und zwei juvenile Tiere.

Carnivoren

Carnivoren kommen nur zu 1,1 % im Faunenmaterial vor. 76 Herbivorenknochen zeigen Verbiss, der auf Hyänen zurückgeführt wird, dennoch bleibt der menschliche Einfluss größer. Es ist nicht nachweisbar, ob der Verbiss durch Hyänen vor oder nach der Einbettung in Löss stattfand.

Kleinsäuger

Unter den kleinen Säugetieren kommt *Lepus timidus* vor, und die Bearbeiter nehmen die Jagd auf Biber an.

Vögel

Im AH 3.42 sind verschiedene Enten- und Gänsevögel sowie Eierschalen nachgewiesen: *Lagopus lagopus*, *Tetrao urogallus*, *Branta cf. bernicla*. Keiner der Knochen trägt anthropogene Spuren, und es gibt auch keine Steinartefakte in dieser Schicht, so dass menschliche Jagd auf diese Tiere hier ausgeschlossen wird, obwohl sie für diesen Zeithorizont anderswo in Europa vorkommt.

Feuerstellen und räumliche Analyse des Fundplatzes

Räumliche Analyse der Tierknochen ergab verschiedene Arbeitszonen innerhalb des Camps. Es sind 4 verschiedene Zonen unterscheidbar:

Zone 1 (AH 3.21): Feuerstelle B Entfleischung und Konsum mit Primärabfall

Zone 2 (AH 3.22): Feuerstelle D in erster Linie Mammut

Zone 3 (AH 3.23): Übergangszone, wenig Artefakte und Knochen

Zone 4 (AH 3.24): Abfallzone für sekundäre Schlachtaktivitäten, insbesondere an Mammutkarkassen, in zweiter Linie Rentierkarkassen. Diese Abfallzone ist gekennzeichnet durch:

- alle Körperteile enden schließlich hier,
- Filetieren und Entfleischen von Körperteilen,
- Zergliederungsaktivitäten: Hals, Brust, Rippen und Füße werden abgetrennt,
- Aufspalten von Extremitäten zur Knochenmarksgewinnung,

- Extremitäten befinden sich fast ausschließlich in Zone 4 sich. Die Langknochen tragen Spiralbrüche.

Allerdings kann nicht zweifelsfrei bewiesen werden, dass die vier Zonen zeitgleich genutzt wurden. Aber es sind umfangreiche Schlachtaktivitäten nachweisbar und vielleicht sogar so etwas wie Arbeitsteilung.

Jagdmuster

Je nach Horizont ergeben sich unterschiedliche Belegungszeiträume und damit unterschiedliche Jagdzeiten. Bestimmt wurde dies durch die Feststellung des Todeszeitpunktes verschiedener Taxa.

AH 3.2:

Wolf: Spätwinter bis Frühling

Ren: Sommer

AH 3.3:

Ren: Sommermonate

Nashorn: Mai bis Juli

AH 3.4:

Pferd: Frühjahr und Hochsommer

Fuchs: August bis Oktober

Der Hauptbelegungszeitraum scheint für Ren, Nashorn und Pferd somit Frühling und Sommer zu sein. Fladerer und Salcher-Jedarsiak (2010) merken an, dass dies die Jagdzeit von Winter und Frühling im nahe gelegenen Krems-Wachtberg ergänzt.

Anthropogene Einflüsse auf das Knochenmaterial

Frische Brüche sind nachgewiesen bei Mammut, Ren, Rotwild, Wollnashorn und Hase. Schlagmarken und Schnittspuren tragen nur Mammut und Ren. Kompaktasplinter (Chips) sind nur für Mammut nachgewiesen.

Brandspuren tragen Knochen der Größe Ren bis Mammut und Wolf bis Ren. Alle diese Einflüsse sind für den AH 3.2 zusammengefasst.

Tab. A- 130, Ergebnisse, Krems-Hundssteig

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	<i>Mammuthus primigenius</i>	3	3
Kleine Tiere	Enten- und Gänsevögel, wohl nicht anthropogen Leporiden, Biber	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten von <i>R. tarandus</i> zur Knochenmarksgewinnung <i>M. primigenius</i> , nur fleischreiche Teile wurden ins Camp transportiert.	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Für Ren, Nashorn, Pferd Frühling bis Sommer AH 3.2: Wolf: Spätwinter bis Frühling Ren: Sommer AH 3.3: Ren: Sommermonate Nashorn: Mai bis Juli	5	5

	AH 3.4: Pferd: Frühjahr und Hochsommer		
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2 x, mit Holzkohlen (Kie- fer)	1	1
$\Sigma =$		34	29
Score: 0,85			
	kalzifizierte Hölzer (Kie- fer), ev. in Vorbereitung zum Speer. Im Aurignacienhorizont ein Kochstein		

4.4 Willendorf II

Name	Willendorf II
Geograf. Breite	48°19'20" N
Geograf. Länge	15°24'15" E
Land	Österreich
Höhe	443 müNN
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Aurignacien, Gravettien
Datierung	Schicht 5: 32 000 ± 3000 BP Schicht 4: 31 840 ± 250 BP (Felgenhauer 1956-1959) Schicht 5: 30 500 BP (Neudatierung von 1993),(Einwögerer 2000) Schicht 6–9: 26 000 und 24 000 (Neudatierung von 1993), (Einwögerer 2000)

Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	Schicht 1–4: Aurignacien Schicht 5–9: Gravettien
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Felgenhauer 1956-1959)

Die Fauna der Fundstelle Willendorf ist schwierig den jeweiligen Grabungsarealen und einer Stratigrafie zuzuweisen.

Die Fauna von Willendorf I wurde 1893 von Woldrich bearbeitet. Das Material ist nicht stratifiziert und wurde von ihm auch teilweise falsch bestimmt, wie eine Nachbearbeitung durch Thenius 1956 ergab.

Faunenmaterial von verschiedenen Fundplätzen in Willendorf, die durch Bayer, Obermaier, Szombathy und Much stammen, ist stratifiziert. Es wurde von Maska gesichtet, aber nie veröffentlicht (Stand 1959). Es handelt sich um Material von Willendorf I, I/Nord, II/1–9 und V.

Willendorf I und I/Nord sowie V werden aus der Analyse ausgeschlossen, weil entweder keine Stratigrafie vorliegt oder der Fundumfang zu gering ist.

Der Fokus liegt auf Willendorf II. Die Erhaltung des Faunenmaterials wird als gut bis fragmentarisch, teilweise mit dem Löss verbacken beschrieben. Die Fragmentierung wird den paläolithischen Jägern zugeschrieben, die dies zum Zweck der Markgewinnung durchführten.

Von den Arten *Bos sp.*, *Equus sp.*, *Rangifer tarandus*, *Capra ibex*, *Cervus elaphus* und *Mammuthus primigenius* sind keine vollständigen Langknochen erhalten. Dagegen sind die Langknochen der Wölfe alle vollständig vorhanden. Felgenhauer (1956-1959) nimmt an, dass die Tiere vom Menschen erschlagen wurden, als sie das Lager umstrichen.

Von *Ursus spelaeus* gibt es nur wenige fragmentierte Extremitätenknochen und Zähne.

Von *Rangifer tarandus*, welches in beiden jungpaläolithischen Schichten dominiert, sind keinerlei Metapodien vorhanden.

Von *Capra ibex* sind keinerlei vollständige Knochen vom Cranium oder Postcranium vorhanden.

Equus sp. ist ausgesprochen selten in Willendorf, es handelt sich ausschließlich um Zähne und Unterkieferfragmente.

Mammuta

In der Fundstelle II, Schicht 9 wurden mehrere hundert Knochensplitter vom Mammut gefunden, die als Abfälle bei der Markgewinnung aber auch zum Anfertigen von Knochenartefakten angefallen seien. Um ein Altersprofil erstellen zu können, ist das Fundmaterial von Mammut zu gering, jedoch soll es sich vorwiegend um Reste jüngerer Tiere handeln.

Vereinzelt finden sich Brandspuren an Knochen.

Die Gesamthäufigkeit der Arten in allen Horizonten nach MNI gibt folgende Reihenfolge an:

Alopex lagopus > *Rangifer tarandus* > *Vulpes vulpes* > *Canis lupus* > *Cervus elaphus* = *Mammuthus primigenius* und weitere.

Häufigkeit nach Schicht 1–4 (Aurignacien)

Herbivoren:

Rangifer tarandus (MNI: 4) = *Capra ibex* (MNI: 4), *Cervus elaphus* (MNI: 3) = *Bos sp.* (MNI: 3)

Carnivoren:

Vulpes und *Canis* sind mit je einem Exemplar vertreten.

Häufigkeit nach Schicht 5–9 (Gravettien)

Herbivoren

Capra ibex (MNI: 12) > *Rangifer tarandus* (MNI: 7) > *Mammuthus primigenius* (MNI: 4) = sowie 4 Exemplare von *Ursus spelaeus* vertreten.

Carnivoren

Alopex lagopus (MNI: 25) = *Vulpes vulpes* (MNI: 12) > *Canis lupus* (MNI: 6) und *Panthera spelaea* (MNI: 4).

In den Gravettischichten überwiegen die Carnivoren nach Mindestindividuenzahl. Eine Freilandstation dürfte diese Carnivoren angelockt haben. Wodurch sie den Tod fanden, erwähnt Felgenhauer (1956-1959) nicht. Es könnte sich daher auch um die normale Hintergrundfauna gehandelt haben, bzw. dass die Tiere wegen ihres Felles oder den Zähnen gejagt wurden.

Es gibt keinerlei Angaben dazu, ob die Fauna Schlacht- oder Schnittspuren enthält. Einmal werden Verbissspuren von Hyänen an Mammutknochen erwähnt. Allerdings befinden sich keinerlei Hyänenknochen im Inventar.

Tab. A- 131, Ergebnisse, Willendorf II, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus, Capra ibex</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	Extremitäten	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	12
Score: 0,35			

Tab. A- 132, Ergebnisse, Willendorf, Gravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Capra ibex</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

5 Tschechien

5.1 Milovice I

Name	Milovice I, Milovice IV
Geograf. Breite	50°13'33.46" N
Geograf. Länge	14°53'19.1" E

Land	Tschechien
Höhe	I= 225–240 müNN, IV= 175 müNN
Fundplatzgattung	Freiland, Butchering-site
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	I: Areal G: 21 200 ± 1100 BP (ISGS-1691) bis 25 570 ± 170 BP(GrN-14824), VI = 24 250 bis 26 470 BP (Oliva 2009)
Datierungsmethode	I = Radiocarbon, Holzkohle, IV = Radiocarbon, Holzkohle
Archäolog. Horizont	I= Eine Gravettienschicht, die sich über alle Grabungsareale erstreckt. Areale A, B, C, D, E, F, G, J, K, L, M, N, R Areal L = Aurignacien, aber Fauna nicht gesondert untersucht Areal G = höchste Artefaktdichte und zwei Herde VI, mittlere Schicht = 29 447– 28 583 cal BP (95,4 %) und 31 254 – 30 905 cal BP (95,4 %)
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Brugère et al. 2009; Svoboda et al. 2011; Oliva 2009)

Milovice ein atypischer Fundplatz

Milovice gehört zu den spätpaläolithischen mährischen Fundplätzen und fällt doch ziemlich aus der Reihe. Atypisch für Milovice ist, wenn man ihn mit anderen Fundplätzen in der Region und mit gleicher Zeitstellung vergleicht: das Fehlen der typischen Pavlovien Industrie, das Fehlen einer reichen Knochen- und Elfenbeinindustrie, das Fehlen menschlicher Überreste und das Vorliegen einer extrem dominanten Mammutverarbeitung.

Auch wenn es etwas zu jung, ist im Rahmen der anderen Fundplätze, sollen hier seine Besonderheiten doch angeführt werden.

Es handelt sich um eine Freilandfundstelle, die ein Schlachtplatz für die Mammutjagd war. In allen gravettienzeitlichen Fundplätzen der Region (Krems-Hundssteig, Krems-Wachtberg, Pavlov, Dolní Věstonice, Předmostí) ist das Mammut stark vertreten, aber

in keinem so exklusiv wie in Milovice. Die Frage nach der aktiven Jagd auf Mammuts ist noch immer nicht geklärt, da bisher – außer in Sibirien – keine entsprechenden Waffen gefunden wurden (Brugère et al. 2009).

Von den 56 000 Knochen waren 98,7 %, im Durchschnitt aller Grabungsflächen, vom Mammut, insgesamt 86 Tiere(!). Mit nur 0,65 % ist das Pferd und mit 0,38 % das Ren vertreten. Bei den Carnivoren dominiert der Wolf, aber nur zu 15 %, wenn man Mammut herausrechnet. Die Knochenerhaltung wird als sehr gut beschrieben.

Mammuta

Alle Skelettteile des Mammuts sind vor Ort vertreten, selbst sehr fragile und kleine Knochen. Dies legt nahe, dass sie vor Ort oder in der Nähe gestorben sind. Die Stoßzähne sind stark zerbrochen, was aber auch auf natürliche Prozesse zurückgehen kann.

Skelettteilrepräsentanz

Es ist keine Auswahl an Knochen des Mammuts nachweisbar, alle Karkassen sind verstreut und vermischt vorgefunden worden. Anatomisch richtig gelegene Skelettteile sind selten und traten nur im Bereich der Phalangen und Metapodien auf. Die Knochen waren überwiegend horizontal ausgerichtet, was gegen einen natürlichen Tod der Tiere durch den Sturz in ein Moor oder eine Grube spricht. Auch natürliche Wasserläufe wurden als Ursache für die Knochenansammlung ausgeschlossen. Diese Gründe nennen die Ausgräber als Beleg dafür, dass die Tiere gejagt oder aktiv gescavenged wurden.

Jagdmuster

Die Untersuchung der Altersstruktur ergab eine klare Dominanz von erwachsenen Tieren von 73 % der MNI. Adoleszente sind mit 17 % der MNI und junge Individuen mit 10 % der MNI vertreten. Alte Tiere fehlen vollständig. Die geringe Anzahl von Jungtieren spricht für eine selektive Jagd, bei der diese Ressource geschont wurde. Dies entspricht keinem natürlichen Altersprofil von Mammuta (Haynes 1991).

Bei der Geschlechtsstruktur überwiegen adulte, weibliche Tiere. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Jagd auf matriarchale Familiengruppen, bestehend aus erwachsenen weiblichen Tieren und ihren Jungen, gemacht wurde. Dies gilt für alle Areale, außer G.

Im Areal G dagegen überwiegen Jungtiere mit 52 %, gefolgt von Subadulten mit 29 % und jungen Erwachsenen mit 19 %. Mature und alte Individuen fehlen vollständig. Das Areal G liegt ca. 100 m von den anderen untersuchten Arealen entfernt, und es ist unklar, ob es sich um eine gezielte räumliche Trennung zur gleichen Zeit oder um eine zeitliche Trennung handelt, oder ob dieses Areal von einer anderen Jägergruppe genutzt wurde.

Anthropogene Spuren

Schnitt- und Schlagspuren sind bei Proboscidea selten in großem Ausmaß vorhanden, weil die Fleischschichten dieser Tiere sehr dick, sind und Sehnen nicht mit einem Hieb durchtrennt werden können (Brugère et al. 2009). Schnittspuren sind als dünne Kerben auf einigen Knochen erkennbar.

Für den anthropogenen Charakter der Mammutausbeutung sprechen die wenigen Verbissspuren von Carnivoren im Material. Sie betreffen hauptsächlich die Epiphysen der Langknochen. Diese Knochenbereiche sind aber für Carnivoren nur erreichbar, wenn Muskel- und Sehngewebe zuvor entfernt wurden, diese also von Menschen zuvor zerlegt worden waren.

Es sind außerdem einige wenige Spuren zur Knochenmarkgewinnung bei Elch, Pferd und Rentier nachgewiesen. Sie scheinen eine eher untergeordnete Rolle gespielt zu haben.

Interessant ist das Fehlen von distalen Extremitätenknochen der Mammuta in Milovice. Ein Umstand, der auch beim Fundplatz Krakow Spadzista Street vorkommt (Svoboda et al. 2005).

Die relativ leichten Autopodien wurden vom Fundplatz mitgenommen oder erst gar nicht dorthin transportiert. Meine Vermutung geht dahin, dass das in den Fußpolstern von Proboscidea gelagerte Fett gesondert ausgebeutet wurde.

Herde

In der Nähe der Knochenansammlungen wurden Herde entdeckt, die die Jäger zur Weiterverarbeitung der Beute genutzt haben könnten, nämlich zum Trocknen oder Räuchern des Fleisches.

Neben der Fleischausbeutung spielt in Milovice auch die Verarbeitung der Knochen eine große Rolle, wie sie von Dolní Věstonice und Krems-Hundssteig bekannt sind. Entsprechend der Anzahl der Tiere fehlt 64 % des Elfenbeins. Die Stoßzähne sind in Milovice gut erhalten und ihr Fehlen ist ein Rätsel. Es gibt auch keine Werkstücke aus Elfenbein.

Tab. A- 133, Ergebnisse, Milovice I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1

Monospezifisch	98,7 %	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse <i>M. primigenius</i> , aber Fehlen von Fußknochen	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	25
Score: 0,74			

Milovice IV (2011)

Milovice IV liegt etwa 2 km abwärts von Milovice I.

Im Dorf Milovice brach 2009 die Straße ein und legte in einem verlassenen Keller eine Fundstätte weit unter der Oberfläche frei. Das eingebrochene Gebiet, das ca. 2,5 m auf 4 m umfasste, wurde unterirdisch stabilisiert und ausgegraben.

Es wurden etwa 20 000 Knochenfragmente gefunden, von denen aber nur bei 483 die Art bestimmt werden konnte. Sie ergaben mindestens je ein Individuum *Mammuthus primigenius*, drei Individuen von *Rangifer tarandus* und je zwei Individuen *Equus sp.* und *Lepus sp.* Dazu kamen je ein Exemplar von *Tetrao tetrix* (Birkhuhn) und *Lagopus lagopus*. Dies entspricht dem Jagdspektrum der nahebei gelegenen gravettienzeitlichen Fundplätzen Pavlov und Dolní Věstonice. Allerdings weicht es ab vom nahe gelegenen Fundplatz Milovice I mit dem hohen Mammutanteil.

Anthropogene Spuren

Schnittspuren wurden an mehreren Rentierknochen gefunden, die für eine Zergliederung der Tierkarkasse sprechen. Weitere Schnittspuren gab es an der Wirbelsäule eines Wolfs.

Der hohe Fragmentationsgrad der Knochen, meist kleiner als 20 mm, spricht für die Gewinnung von Knochenmark und Knochenfett.

Ungewöhnlich ist die hohe Anzahl verbrannter Knochen (15 000 von 20 000 Knochen) in allen Stadien der Verbrennung. Einige Knochen zeigen schwarze Flecken, die dafür sprechen dass Knochen mit Fleisch über offenem Feuer gebraten wurden und die fleischlosen Knochenteile dabei angebrannt wurden. Allerdings wurde dieses Muster auch an Knochenteilen gefunden, die nicht fleischreich sind, wie z.B. der Mandibula eines Wolfes.

Aussagen zum Geschlecht, Alter und Jagdsaison können auf Grund der starken Fragmentierung nicht gemacht werden (Svoboda et al. 2011).

Tab. A- 134, Ergebnisse, Milovice IV

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Aves	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	stark ausgeprägt, alle Stufen der Verbrennung	1	1

Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			
Bemerkungen	3, kesselförmige Gruben		

5.2 Dolní Věstonice

Name	Dolní Věstonice
Geograf. Breite	48°53' N
Geograf. Länge	16°39' E
Land	Tschechien
Höhe	174 müNN
Fundplatzgattung	Freiland
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	<p>1963: Material der ersten Grabungsjahre 1947–52 (keine genaueren Angaben), Holzkohle, Fundschicht W2/3: 25 600 ± 170 BP (Gro 1286) bis 28 900 ± 300 BP (Gro-2598). Diese Datierung wurde 1963 veröffentlicht (Klíma 1963). Die Probe entstammt aber <i>nicht</i> der unten beschriebenen Grabungsfläche von 1948–50, deren Faunenmaterial dort beschrieben wird. Es ist aber die erste Datierung der Fundstelle überhaupt.</p> <p>1991: 27 900 ± 550 BP, Holzkohlen aus dem Herd in Schicht 8</p>
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	1924: Kulturschicht 30–50 cm dick, unterschiedlich tief unter der Oberfläche verlaufend, Fläche 223 m ² 1925: 303,7 m ² 1947–52: drei Flächen mit 540 m ²
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Absolon 1938; Wertz et al. 2015; Klíma 1963)

Forschungsgeschichte

Dolní Věstonice ist ein sehr großer Fundplatz und wurde und wird in verschiedenen Grabungskampagnen durch verschiedene Personen und Institutionen seit 1926 ausgegraben. Durch die Lage an den Hängen der Pollauer Berge kam es wiederholt zu Hangrutschen, Solifluktion und der Entstehung von Frostkeilen und Frostrissen. Regionen mit Versumpfungen und Quellen werden von den Ausgräbern beschrieben (Klíma 1963).

Ein kurzer Abriss der Grabungshistorie soll die Einordnung der Fauna aus der Grabung von B. Klíma von 1947–1952 erleichtern.

Grabung 1

Unter K. Absolon wurde 1924 mit der Grabung der sogenannten „oberen Station“ begonnen. Die Grabungskampagnen umfassen die Jahre 1926, 1926–1929, 1933–1935 und 1936 und sowohl die obere als auch die untere Station.

Grabung 2

Ab 1935 übernahm A. Bohmers die Grabung der unteren Station bis 1942. Zu diesem Grabungsabschnitt gehören auch die Jahre 1945/46, die unter der Leitung des Staatlichen Archäologischen Instituts mit der Grabungsleitung durch K. Zebera durchgeführt wurden.

Grabung 3

Die Grabung 3 begann 1947 unter der Leitung von Böhms und dem Staatlichen Archäologischen Institut. Von 1948 bis 1952 übernahm B. Klíma diese Aufgabe. Sie hatte das Ziel die obere und die untere Station zu verbinden bzw. die Ausdehnung des Siedlungsbereiches zu erforschen.

Grabung 1924 (Absolon 1938)

Die Tierknochenfunde aus der Grabung von 1924 wurden unter „Palaeontologische Erkenntnisse“ zusammengefasst. Die Knochen wurden in der sog. Kulturschicht gefunden. Die in der Kulturschicht geborgenen Knochen scheinen sehr stabil gewesen zu sein, die weiter zur Oberfläche gelegenen Knochen sind von Pflanzenwurzeln und Wurmfraß teilweise angegriffen. Viele Knochen sind verbrannt.

Herbivoren

Bei den Herbivoren dominieren das Mammut (MNI: 31), das Ren (MNI: 16) und das Pferd (MNI: 13). Daneben gibt es viele Exemplare (MNI: 37) *Lepus sp.*. Ferner kommen *Bos sp.* und *Cervus elaphus* vor.

Carnivoren

Bei den Carnivoren dominiert der Wolf mit 23 Exemplaren, der Eisfuchs mit 49 und der Rotfuchs mit 6 Exemplaren.

Mammuta

Mammutknochen wurden auf dem gesamten Lagerplatz gefunden, jedoch am meisten in dem von Absolon als „Kjökkenmödding“ (Abfallgrube (Absolon 1938)) Nr. 1 bezeichneten Platz angehäuft.

Es wurden bis auf mehrere Schädelbruchstücke keine Schädel gefunden, dagegen einige Unterkiefer.

Stoßzähne waren alle zerschlagen und trugen Schlag- und Brandspuren.

Die zahlreichen Backenzähne entstammen jüngeren Tieren, ca. 1 –15 Jahre alt. Ein neonates Tier, vier ältere Tiere.

Die Langknochen waren allesamt zerschlagen, häufig mit fehlenden Gelenkenden. Viele dieser Knochen zerbröselten bei der Grabung. Beckenknochen kamen auch nur in zerschlagenem Zustand in die Erde.

Auf der gesamten Fläche der Kulturschicht waren Tierknochen von Wolf, Vielfraß, Fuchs, Eisfuchs und Schneehase sowie verschiedener Vögel (*Nicta nivea* = Schneeeule, *Covus corax* = Kolkrabe, *Lagopus albus* = Moorschneehuhn, *Lagopus mutus* = Alpenschneehuhn, *Cygnus musicus* = Singschwan) verstreut. Deren Langknochen waren zu 90 % zerbrochen. Absolon gibt den diluvialen Menschen als den Verursacher des Knochenbruchs zum Zwecke des Markaussaugens an (Absolon 1938).

Anthropogene Spuren

Neben den anthropogenen Eingriffen, die auf Tierknochen, Zähnen und Mammutstoßzähnen zur Herstellung von Schmuckgegenständen beschrieben werden, werden nur ein einziges Mal Schnittspuren beidseitig auf dem Unterkiefer eines Wolfes (Absolon 1938) erwähnt.

Feuerstellen

Feuerstellen mit mächtigen Ascheschichten an drei Stellen des Geländes. Brandplatz Nr.1: Fläche 20 m², Stärke 80 cm, Nr. 2: Fläche 4 m², Stärke 30 cm, Nr. 3 nicht erläutert.

Brennmaterial: Nadelhölzer, Knochen.

Reibstein mit Unterlage

Erwähnenswert sind zwei eiförmige Reibsteine mit Unterlage, die zwar der Verarbeitung von Nahrungsmitteln gedient haben könnten. Die Reibsteine waren aber rot verfärbt, und es wurde „rote Farbe“ und Ocker gefunden, so dass sie eher der Verarbeitung von Farbstoffen gedient haben dürften (Absolon 1938).

Knochenmarkausbeutung

Neben den unglaublich großen Fleischmengen, die die Mammuta geliefert haben dürften und den weniger ausgeprägten Mengen an Ren, Pferd und Hase wurde eine intensive Ausbeutung von Langknochen festgestellt. Auch wenn hier Mammuta mit hohem Fettanteil gejagt wurden, so wurde nicht auf zusätzliche Fettrationen aus dem Knochenmark aller erlegten Tiere verzichtet.

Schwierig zu beurteilen ist der hohe Anteil an Carnivoren, die entweder von den Jägern erlegt wurden, weil sie eine Plage und Bedrohung darstellten oder weil sie Jagdbeute für Felle waren. Da es keine Angaben zu Schlacht- und Schnittspuren gibt, ist keine Beurteilung möglich.

Tab. A- 135, Ergebnisse, Dolní Věstonice, Grabung 1924

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	<i>Lepus sp., Aves sp.</i>	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	3	1	1
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			
Bemerkungen	Reibsteine mit Unterlage		

Grabung 1925 (Absolon 1938)

Paläontologische Erkenntnisse

Absolon (1938) schreibt über das Knochenmaterial:

„Im Allgemeinen stimmen unsere Beobachtungen über die fossilen Knochen mit jenen aus dem Vorjahr überein und es hätte gar keinen Sinn diese zu wiederholen. Obzwar die durchforschte Fläche im Jahr 1925 um 85 m² größer war als jene im Vorjahr, haben wir viel weniger Knochen gefunden; namentlich war die Menge der Knochen an kleinen Säugetieren auffallend gering.....“

Wir haben im Jahre 1925 drei Tiere nicht wieder gefunden: den Ur, den Fuchs und die Wildkatze;....“

Erwähnt wird nur ein weiterer Mammut-Kjökkenmödding, der eine Anzahl von 17 Tieren ergab. Außerdem *Equus sp.* mit drei bis vier Tieren, Ren mit vier Tieren, Schneehasen mit sechs bis acht Tieren. Bei den Carnivoren dominiert der Wolf mit vier Individuen und der Eisfuchs mit sieben Individuen. Vertreten waren die gleichen Vogelarten wie im Vorjahr.

Reibunterlagen

Auch auf dieser Fläche wurden zwei rotgefärbte Reibsteine mit Unterlage gefunden. Ebenso ein Unikat: ein eiförmiger, platter Reiber aus kompaktem Femurknochen 9,5 cm x 4,7 cm x 2,5 cm und 100 g schwer.

Neben zahlreichen Artefakten aus Knochen sind ein 10 cm langes Fragment eines ursprünglich 46 cm langen „Löffels“ aus einer Mammutrippe gefunden worden (Absolon 1938). Sie werden als eine Art „Kochlöffel“ interpretiert.

Unter den keramischen Tierplastiken befinden sich: Bär, Rentierköpfchen, Eule.

Kjökkenmödding

Der Kjökkenmödding Nr. 3: 50 m² enthielt die Überreste von 17 Mammuta, wobei folgende Skeletteilfragmente in absteigender Reihenfolge dominieren: Pelvis > Humerus = Tibia > Scapula > Ulna > Mandibula = Costae. Im Gegensatz zu anderen Fundplätzen wurden keine Phalangen, Tarsalia oder Metatarsalia gefunden, die auf die Gewinnung von Fettpolstern an den Tierfüßen hindeuten.

Die Crania waren zerschlagen.

Der Bearbeiter dieses Materials berechnete die Anzahl der vorhandenen Knochen und kam zu dem Ergebnis, dass nur 1/17 der möglichen Knochen vorhanden waren. Er schloss daraus, dass die Jäger die Knochen vermahlen und sie als Knochenmehl als Nahrung genossen hätten (Absolon 1938), oder sie aber als Brennmaterial genutzt wurden.

Fast alle Knochen sind zerschlagen, viele sind angebrannt. Die zerschlagenen Crania werden zur Ausbeutung der Gehirnmasse gedeutet.

In allen Fällen werden diese Knochenansammlungen als Abfallhaufen gedeutet.

Tab. A- 136, Ergebnisse, Dolní Věstonice, Grabung 1925

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Lepus sp.</i>	3	3

Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	1
$\Sigma=$		34	5
Score: 0,15			
Bemerkungen	Reibsteine mit Unterlage		

Grabung 1926

Obwohl im Jahr 1926 der vierte und größte Kjökkenmödding entdeckt und vollständig ausgegraben wurde, gibt es keine faunistische Analyse. Nicht einmal die Anzahl der dort liegenden Mammuta wird genannt. Auch in dieser Abfallgrube wurden zwischen dem Knochenmaterial zahlreiche bearbeitete Silices gefunden.

Über die restliche Fauna auf dem Grabungsareal von 1926 schweigt der Bericht sich aus.

Wurfsteine (Absolon 1938)

Im Grabungsbericht von 1926 erwähnt Absolon zum ersten Mal das Auffinden von verschiedenen Objekten, die er als „Wurfsteine“ (andere benutzte Bezeichnungen von Absolon sind: Sphäroide, Disken, Glyptolithe) bezeichnet. Es folgt ein ausführlicher Vergleich ähnlicher Objekte aus verschiedenen Gebieten der Welt und unterschiedlichem zeitlichem Horizont. Gedeutet werden die Objekte als Jagdwaffen. Im mährischen Paläolithikum kommen sie an verschiedenen Fundorten vor: Předmostí, Obciny, Tobitschau, Ondratitz. Sie bestehen aus unterschiedlichen Gesteinsarten und können sowohl rund geschliffen sein als auch auf eine runde bzw. kugelförmige Form zugehauen sein.

Dolní Vestonice, 1963 (Klíma 1963)

Grabung: 1947–1952, Klima

Ohne genauere Stratigrafie oder Angaben nach Planquadraten erwähnt Klíma das Auffinden eines Wolfsschädels, in dessen Oberkiefer eine Feuersteinspitze steckte für das Jahr 1949 (Klíma 1963), sowie Aschelinsen und Feuerstellen mit schüsselförmigen Vertiefungen und steinerner Umzäunung.

Ebenfalls erwähnt wird eine zusammenhängende Schicht aus Mammutknochen, Knochenanhäufungen und zwei Mammutschulterblätter, die eine Bestattung überdeckten (Klíma 1963). Interessant sind hier nur die mögliche Jagd auf Wölfe mittels Geschosspitzen aus Feuerstein und die Nutzung der Mammutschulterblätter zum Schutz und nicht als Nahrungsgrundlage. Wobei eine Erstnutzung der Mammutschulterblätter zur Nahrung nicht auszuschließen wäre.

Durch Bohrungen wurde 1948–50 eine umfangreiche, zusammenhängende Schicht aus Mammutknochen auf drei Grabungsflächen freigelegt. Die Ausdehnung der Schicht wird mit 12 m auf 45 m (540 m²) angegeben. Auf einer Fläche von 120 m² wurden 18 Mammutkiefer aufgefunden. Leider gibt es keine Angaben zum Zustand der Mammutunterkiefer, nur die Einschätzung, dass die Mammutschädel zur Ausbeutung der Gehirne genutzt wurden. 70 cm unterhalb der Knochenschicht wurde eine Feuerstelle entdeckt. Die Knochenanhäufung interpretiert Klíma als Abfallplatz bzw. als Brennstoffvorrat.

Das osteologische Material der oben beschriebenen Knochenschicht wurde von R. Musil bearbeitet und wird als dieselben Gattungen umfassend beschrieben wie von den Grabungen von K. Absolon (Klíma 1963). Er hielt es daher nicht für notwendig, das Material eingehender zu untersuchen. Erwähnt wird die Dominanz von Mammut, aber nicht prozentual. Dagegen werden prozentuale Angaben zum Vorkommen anderer Tierarten gemacht: Rotfuchs und Eisfuchs zusammen 17–25 %, Wolf und Ren machen jeweils 11 % der Tierarten aus. Es gibt keine Erklärung, ob dies Angaben von NISP oder MNI sind.

Anthropogene Spuren

Bei den Tieren überwiegen erwachsene Tiere, nur bei Pferd und Mammut sind auch juvenile Individuen vertreten. Die Mammutknochen sind stark fragmentiert.

Bei den Wölfen überwiegen die älteren Tiere, und ihre Knochen sind nicht fragmentiert. Es werden Schnittspuren erwähnt, aber ohne Angabe der Art oder des Skeletteiles, das diese Spuren trägt (Klíma 1963). Musil selbst sagt, dass aus dem Material kein Rückschluss auf die „Gesamtmenge des verzehrten Wildes“ gemacht werden könne. Allerdings bleibt unklar, warum (Klíma 1963).

Insgesamt erwecken die Berichte den Eindruck, dass die Fauna nicht besonders ernst genommen wurde, Siedlungsstrukturen, gebrannten Keramikobjekten und Schmuck- bzw. Kunstgegenständen dagegen wurde viel Raum eingeräumt. Dennoch soll hier eine vorsichtige Einschätzung vorgenommen werden.

Tab. A- 137, Ergebnisse, Dolní Věstonice, Grabung 1926

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	?	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	11
Score: 0,32			

Tab. A- 137, Ergebnisse, Dolní Věstonice, Grabung 1963

Merkmale	An- und Abwesendheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor or	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>M. primigenius</i>	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporidae	1	1
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	werden erwähnt	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	wahrscheinlich bei <i>M. primigenius</i> , da starke Fragmentierung	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen	x	1	1
$\Sigma=$		34	
Score: 0,38			

Dolní Vestonice, 1995 (Klíma 1995)

Grabung 1986, Klima

Die in diesem Jahr gegrabene Fläche ist nur klein. Gefunden wurden 28 000 Jagdtierknochen, von denen 18 000 dem Mammut zugerechnet werden. Die überwiegende Mehrheit der Mammutknochen ist jedoch so fragmentarisch, dass sich daraus keine Mindestindividuenzahl ableiten ließ. Gleiches gilt für die anderen Tierarten.

Am zweithäufigsten bei den Herbivoren war das Ren und am dritthäufigsten das Pferd vertreten, ferner Hasen. Bei den Carnivoren dominieren Wolf und Eisfuchs. Andere Arten sind nur sporadisch vertreten.

Anthropogene Spuren

In fast allen Grabungsmetern kommen angebrannte Knochen vor. Es kommen Lagen von abgesplitterten Mammutknochen vor und Bereiche mit Mammutrippen mit Nutzungsspuren.

Angaben zu Schnitt- und Schlagspuren werden nicht gemacht.

Aus diesen wenigen Äußerungen des Bearbeiters Seitl (Klíma 1995) lässt sich nur ableiten, dass das Mammut dominiert.

Dolní Vestonice II, Western Slope (Svoboda 1991)

Grabung 1987, Svoboda

Datierung: 27 900 ± 550 BP, Holzkohlen aus dem Herd in Schicht 8

Mammutknochenakkumulation/Ablagerung

Es werden keine Angaben zur Anzahl der Tiere oder zu anderen Taxa auf der Grabungsfläche gemacht.

Das Vorkommen der Skeletteile der Mammuta ist wie folgt, in absteigender Reihenfolge der Häufigkeit: Rippen, Vertebra > Langknochen, Zähne, Phalangen > Pelvis, Scapulae, Crania. Es wird aber erwähnt, dass die Knochen in der Mammutablagerung bis auf wenige vollständig sind. Dies ist ein außergewöhnlicher Umstand, während die Knochen im Siedlungsareal gesplittert und modifiziert gewesen seien.

An Herbivoren- und Carnivorenknochen wurden Schnittspuren gefunden.

Tab. A- 138, Ergebnisse, Dolní Věstonice II, Mammutknochenansammlung

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Aves, 1,9% des Knochenmaterials	3	0
Jagdmuster	-	2	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	im Siedlungsareal	1	1
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

Diese Auswertung zeigt, dass eine Ansammlung von Knochen einer Tierart ohne zusätzliche Informationen nichts zum Nahrungserwerb hinsichtlich dieser Tierart aussagt.

Aves

Wie in Palov I wurden auch in Dolní Věstonice II Vogelknochen gefunden. 165 Vogelknochen machten 1,9 % der gesamten Knochen aus. Im Gegensatz zu Pavlov I waren hier die Rabenvögel mit 77,6 % dominierend, 13 % der Vogelknochen konnten nicht identifiziert werden. Am zweithäufigsten waren die Tetranoiden, eine genaue Prozentzahl nennen Wertz und Mitarbeiter nicht (Wertz et al. 2015). Auch die Anzahl der Taxa wird nicht erwähnt, wohl aber, dass die zu niedrig sei, um die damals herrschende biologische Diversität zu erklären und der Bestand daher durch menschliche Jagd zustande gekommen sein muss.

Bei den Vögeln sind fast alle Skeletteile vertreten, so dass angenommen wird, dass sie als Ganzes zum Fundplatz gebracht wurden. Dass keinerlei Schnitt- und Brandspuren feststellbar waren, führen die Bearbeiter auf den hohen Fragmentierungsgrad zurück. Den hohen Anteil an Rabenvögeln können die Bearbeiter nicht erklären.

Interessanterweise werden Rabenvögel, obwohl genauso groß wie die Tetranoiden, von Wertz und Mitarbeitern nicht als Nahrungsressource angesehen. Vermutet wird, dass Rabenvögel eine besondere Bedeutung im Gravettien gehabt haben, man sie wegen der Federn jagte oder sie schlicht lästig waren, weil sie als Fleischscavanger in Erscheinung traten.

Somit kann ich nur Musil in Svoboda (1994) zustimmen, der über Dolní Věstonice schreibt:

„If relatively little is known about Předmostí still less is known about the fauna of Dolní Věstonice. It is impossible to take as basis written unpublished sources which would process in detail paleontological material of publications. In papers bei K. Absolón in pre-war years there are only species lists found. The only paper that has appeared about paleontological material processed only finds of the time after World War II in an informative way is that of the investigation by B. Klíma of 1947–1951.“

Entsprechend der oben gemachten Äußerung macht Musil folgende Angaben für diese Grabung. Datierungen liegen nicht vor.

Mammut, Feldhase, Schneehase und Rotfuchs machen zusammen 51 % der Tierknochen aus, wobei Hasen und Füchse 17–25 % ergeben. Mammut kommt am häufigsten vor.

Das Ren macht 11 % aus. Der Wolf ebenfalls 11 %. Alle anderen vorkommenden Arten werden nicht prozentual aufgeführt.

Die höchste Anzahl an Tieren wurden in dem Bereich gefunden, der als Siedlungsobjekt I beschrieben wird. In Siedlungsobjekt II kamen ebenfalls viele Tierknochen zum Vorschein. In keinem dieser Objekte jedoch Mammutknochen.

In der Abfallgrube kamen bis auf wenige Ausnahmen nur Mammutknochen vor.

Zusammenfassung des osteologischen Materials der Grabungen 1985 (Klíma) bis 1991 (Svoboda) (Wojtal et al. 2016)

Sowohl gemessen an der NISP (1714) als auch der MNI (60) ist *Lepus sp.* das zahlreichste Taxon, das in den Grabungen auf dem gesamten Areal von DV II gefunden wurde. An zweiter Stelle steht *Vulpes vulpes* mit 51 Exemplaren und *Canis lupus* mit 20 Exemplaren. Bei den Herbivoren ist *Rangifer tarandus* mit 20 Exemplaren am häufigsten, während von *Mammthus primigenius* fünf Exemplare nachgewiesen sind. Die Mammutüberreste sind aber, gemessen an der NISP, am häufigsten. Diese sind extrem fragmentiert.

Bei den Mammutüberresten gibt es Unterschiede, je nachdem, ob sie im Campareal gefunden wurden oder der Mammutakkumulation. Von den im Campareal gefundenen Mammutknochen ließen sich rund 33 % einem Skelettelement zuweisen, von den Mammutknochen in der Akkumulation dagegen 58,2 %. Die im Campareal gefundenen Mammutknochen wurden wohl mehr durch menschliche Aktivitäten fragmentiert, was auf Knochenmarksausbeutung hindeutet. In der Mammutakkumulation wurden praktisch keine anderen Spezies außer einigen Zähnen gefunden, und da sie außerhalb des Campareals liegt wird vermutet, dass es sich um einen Abfallplatz für Mammutüberreste handelt.

Die Mammutskelette waren vollständig repräsentiert, auch kleine Teile wie Sesamoide wurden gefunden, was auf eine Verarbeitung vor Ort schließen lässt.

Die zweithäufigste Knochenzahl gehört zu den Hasen, von denen stets alle Skeletteile nachweisbar waren, auch wenn die Knochen stark fragmentiert waren.

Auch beim Wolf konnten alle Skelettelemente nachgewiesen werden.

Ebenfalls konnten 175 Vogelknochen , MNI: 10 nachgewiesen werden, deren häufigste Art die Rabenvögel sind (Wertz et al. 2015).

Anthropogene Spuren

Insgesamt konnten am osteologischen Material 69 Schnittspuren festgestellt werden, an Mammut, Hase, Fuchs, Wolf, Ren und Vielfraß. Am häufigsten waren sie beim Ren. Die Schnittspuren beim Ren weisen auf Entbalken, Zergliedern und Fleischabziehen hin, die meisten Schnittspuren gehören zum Zergliedern der Tierkarkassen.

Bei den Fuchsknochen kann Zergliedern und Fleischabziehen, bei den Wölfen Zergliedern und Entbalken an Schnittspuren nachgewiesen werden.

Beim Mammut können nur Schnittspuren an Rippen nachgewiesen werden.

Schlagspuren

Dreißig Knochenfragmente tragen Schlagspuren, die zur Knochenmarksgewinnung dienten. Die meisten davon fand man beim Mammut.

Brandspuren

Von den 25 547 Knochen konnten an 1212 Fragmenten Brandspuren nachgewiesen werden. 29 konnten Säugetieren zugewiesen werden, davon waren 13 von Füchsen und 6 von Wölfen. Sowohl fleischreiche als auch fleischarme Knochenfragmente sind vertreten.

Tab. A- 139, Ergebnisse, Dolní Věstonice II, 1985-1991

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	<i>Aves, Lepus sp.</i>	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			

DV Ila und DV southern edge, Grabungen 1997, 1999, 2012, 2015 (Sázelová 2016)

Von den 20 800 Fragmenten, die in den o.g. Grabungsjahren geborgen wurden, konnten 28 % auf Taxaebene bestimmt werden, wobei das Ren mit MNI: 4 am häufigsten vertreten ist. Die Exemplare sind zwei Jahre, drei bis fünf Jahre, fünf bis sechs Jahre und 9–10 Jahre alt, woraus sich keinerlei Trend bezüglich des Alters feststellen lässt.

Ebenfalls vorhanden sind drei Mammuta, eines davon juvenil und zwei Pferde. Bei den Carnivoren sind zwei Wölfe (zwei und sechs Jahre alt) und ein Fuchs nachgewiesen.

Skelettteilrepräsentanz

Beim Mammut sind die hinteren Extremitäten dominierend, bei den anderen Tieren existieren sehr unterschiedliche Anteile der verschiedenen Skelettelemente, aber es lässt sich daraus keine Präferenz für bestimmte Elemente ableiten.

Anthropogene Spuren

Eine Schnittspur wurde beim Ren nachgewiesen, einige Mammutlangknochen weisen Spuren von Knochenablösung durch menschlichen Einfluss auf.

Die Fragmentation des osteologischen Materials gibt Sázelová mit anthropogenen Einflüssen sowie mit Ablagerungsprozessen an.

12 % des Materials von DV Ila tragen Brandspuren, davon fallen 47 % in die Stufe der leichteren Verbrennung, was für Knochenmarkgewinnung und Knochenfettgewinnung spricht. Der überwiegende Teil der Knochen wies einen höheren Verbrennungsgrad auf.

Das osteologische Material wurde nicht nur im üblichen Sinn ausgewertet, es wurden von Sázelová gezielt die Fragmente unter 1 cm begutachtet im Hinblick auf die räumliche Verteilung, den Fragmentationsprozess und die Verbrennungsprozesse.

Sie benutzte einen sechsstufigen Brandprozess zur Begutachtung der verbrannten Knochen. Dabei spricht ein geringer Grad der Verbrennung (Stufe 1 bis 3) in Kombination mit Spongiosa für Knochenmark- und Knochenfettextraktion, während ein höherer Grad der Verbrennung (Stufe 4 bis 6) für Knochen als Brennmaterial oder Abfallbeseitigung spricht. Dabei können zufällig ins Feuer geratene Knochen nicht als solche erkannt werden.

Tab. A- 140, Ergebnisse, DV Ila und DV southern edge, Grabungen 1997, 1999, 2012, 2015 (Sázelová 2016)

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden	3	3
Jagdmuster	-	5	0

Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			

5.3 Pavlov

Name	Pavlov
Geograf. Breite	48°52' N
Geograf. Länge	16°40' E
Land	Tschechien
Höhe	190–200 müNN
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle, Jagdstation
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	über verschiedene Areale und in verschiedenen Grabungskampagnen liegen die Werte zwischen 25 020 ± 150 BP und 30 010 ± 460 BP, alles Holzkohle, Pavlov VI 2007-2011:
Datierungsmethode	Radiocarbon

Archäolog. Horizont	Gravettien
Calibrierte Daten	26 469 ± 841 cal BC (68 %) und 31 930 ± 540 cal BC
Quelle	(Svoboda 2005; Musil 2005; Brühl 2005; Wojtal et al. 2005; Sajnerová 2005; Soffer und Vandiver 2005; Bochenski et al. 2009; Wertz et al. 2015; Svoboda 2011; Wojtal et al. 2012)

In der Monographie „Pavlov I, Southeast – A window into Gravettian Lifestyle“ werden die Ergebnisse verschiedener Grabungskampagnen vorgestellt: 1952/53, 1957, 1958, 1954 und 1956. Die Auswertung der Fauna bezieht sich hier nur auf die Beutetiere und auf die gesamte jeweilige Ausgrabungsfläche der verschiedenen Kampagnen. Die Gesamtfläche umfasst ca. 350 m², wobei es sich um mehrere Besiedlungsereignisse gehandelt hat. Es war ein Jagdlager mit längeren Aufenthalten, die Fauna wurde in unmittelbarer Nähe erlegt.

1952/53 (28 832 ± 351 cal BP)

Die meisten Jagdtiere entstammen der Gruppe der kleinen bis mittelgroßen Tiere, sie machen 10 %-18 % der Gesamtf fauna aus. Es sind dies im Einzelnen:

Tab. A- 1381, Taxaliste Pavlov, 1952/53

Carnivoren	% der Gesamtf fauna
<i>Alopex lagopus</i>	16,9
<i>Canis lupus</i>	12,5
<i>Vulpes vulpes</i>	10,7
<i>Vulpes vel Alopex</i>	2,0
<i>Ursus sp. incl. U. spelaeus</i>	1,4
<i>Panthera leo</i>	0,5
<i>Felis sylvestris</i>	0,5
Herbivoren	
<i>Lepus sp.</i>	18,5

<i>Rangifer tarandus</i>	10, 1
<i>Mammuthus primigenius</i>	7,5
<i>Equus sp.</i>	4,6
<i>Bos sp.</i>	0,2
<i>Cervus elaphus</i>	0,2

Somit gehören Hase, Ren und Mammut zu den am meisten gejagten Herbivoren. Bei den Carnivoren, sofern sie gejagt wurden, sind es die Füchse. Insgesamt ergibt sich ein sehr hoher Anteil an Carnivoren von 44,5 %. Bei einer Höhlenfundstelle würde man dieses Ergebnis als eine Höhle ansehen, die von Carnivoren bewohnt ist und von menschlichen Einflüssen kaum berührt ist.

Es handelt sich hier um eine Freilandfundstelle und der hohe Anteil kleiner Carnivoren, insbesondere Füchse, könnte auch als gezielte Jagd auf Füchse gewertet werden oder als ein Ort, der, nachdem Menschen ihn verlassen hatten, von Füchsen als Sekundärkonsumenten aufgesucht wurde.

Die Knochen konzentrieren sich in der Nähe der Herde bzw. der von Svoboda vermuteten Behausungen. Dies deutet nach Musil auf verschiedene Arbeitszonen innerhalb des Jagdlagers hin.

Ren und Wolf konzentrieren sich gemeinsam in einer Fläche, sowie Fuchs und Hase in einer anderen Fläche.

In Pavlov wurde kein Lager aus Mammutknochen gefunden, wie in Prédmostí oder Dolní Věstonice.

Die Belegungszeit wird mit maximal 1–2 Jahren inklusive der Winter angegeben, kann aber auch nur saisonal gewesen sein.

Anthropogene Spuren

Das gesamte Knochenmaterial war stark fragmentiert durch menschlichen Einfluss. Die Knochen wurden längs und quer gebrochen, aber der Anteil an längs gebrochenen Knochen unterscheidet sich bei den einzelnen Tierarten und in der Position.

Bei Füchsen, Hasen, Wölfen und Ren und Kleinfafauna sind es überwiegend (bis 72,1 %) die distalen Teile der Knochen, die längs gebrochen wurden, entsprechend wenig sind es die jeweiligen proximalen Knochenteile der Langknochen.

Es wurden sowohl Herdentiere als auch einzeln lebende Tiere gejagt, was auf die Fähigkeit zu verschiedenen Jagdmethoden hindeutet (Musil 2005; Svoboda 1994).

Interessant ist der Anteil von 8 % Vögeln, zu deren Arten sich Musil leider nicht äußert. Da es sich um eine Freilandfundstelle handelt, dürften sie zur Jagdbeute gezählt werden und nicht nur zufällig vorhanden sein, wie man dies für Höhlenfundplätze annehmen muss.

Tab. A- 1392, Ergebnisse, Pavlov, 1952/53

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Lepus sp.</i> , <i>R. tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden, Aves	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison nachweisbar	-	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
Σ=		34	20
Score: 0,59			

1957 (28 076 ± 790 cal BP)

Das Faunenmaterial war gut konserviert. Alle Langknochen von kleinen und mittelgroßen Tieren sind transversal gebrochen worden, nachdem sie von den Gelenken entfernt worden waren.

Wie schon bei der Fläche 1952/53 sind die häufigsten vertretenen Herbivoren *Lepus sp.*, *Rangifer tarandus* und *Mammuthus primigenius*. Bei den Carnivoren überwiegen wieder die beiden Fuchsarten und *Canis lupus*. Alle anderen Arten wurden nur gelegentlich gejagt.

Musil beurteilt diese Auswahl von nur sieben Tierarten als ein sehr enges Nahrungsspektrum. Einige Tierarten wurden seiner Meinung nach nur in Zeiten von Nahrungsknappheit verwendet. Wölfe und Füchse bezeichnet er daher als Hungernahrung. Der Vielfraß dagegen wurde nie als Nahrung genutzt, seine Skelette wurden immer im kompletten Verband vorgefunden. Eine Jagd nur zur Nutzung des Felles wurde aber für Wolf und Fuchs nicht ausgeschlossen.

Jagdmuster

Bei den gejagten Tieren kommen alle Altersstufen vor. Die Karkassen von großen Tieren kamen zerteilt ins Lager. Die Jagdplätze seien aber nicht weit entfernt gelegen.

Die verschiedenen Tierarten wurden auch hier in verschiedenen Zonen verarbeitet, leider macht der Bearbeiter dazu keine weiteren Angaben.

Ebenfalls keine Angaben gibt es zur Skelettteilrepräsentanz und zum Geschlecht der Tiere.

Von Hasen wurden nur die distalen Langknochen gefunden, die proximalen fehlten. Bei Fuchs und Ren wurden weitaus mehr distale als proximale Langknochenteile gefunden.

Die Stoßzähne von Mammut, sowie die Knochen von Mammut, Pferd und anderen großen Tiere (ohne genauere Angaben) waren in vielfältiger Weise zerbrochen worden.

Die Pferdemandibeln waren längs aufgebrochen worden, als sie noch die Zähne enthielten. Während die Zähne aufgefunden wurden, gilt dies nicht für die Mandibeln. Musil (2005) weist darauf hin, dass diese Art des Zersplittersns von Pferdekiefen typisch für Gravettienfundplätze sei, die Abwesenheit der Mandibeln aber unerklärbar sei. Vermutlich seien sie zu einem Werkzeug umgearbeitet und mitgenommen worden.

Tab. A- 1403, Ergebnisse, Pavlov, 1957

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Lepus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	Leporiden	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma =$		34	9
Score: 0,26			

1958 (keine Datierungen)

Die Ausgrabungsfläche von 1958 ist recht klein. Es dominieren Mammut (28 %), Ren (13,1 %) und Pferd (13,1 %) bei den Herbivoren. Hasen kommen nur zu 9,3 % vor. Bei den Carnivoren dominiert der Wolf mit 15,9 % und der Fuchs mit 9,4 %. Andere Arten und Vögel kommen nur sporadisch vor.

Die meisten Mammuts sind adulte Individuen.

Die Knochen der Wölfe zeigen, dass sie nicht zum Zweck der Nahrungsbeschaffung gejagt wurden, sondern wahrscheinlich im Winter, um an die zu diesem Zeitpunkt hohe Qualität der Felle zu erlangen.

Die Knochenfragmente großer Tiere konzentrieren sich jeweils in bestimmten Plätzen der Fläche.

Tab. A- 1414, Ergebnisse, Pavlov 1958

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i> ,	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison nachweisbar	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	4
Score: 0,12			

1954 und 1956 (älteste Datierung: 28 889 ± 348 cal BC)

Die Knochenerhaltung ist sehr gut, die Knochen kleiner Tiere und Fragmente sind gut erhalten. Chemische Erosion ist nicht nachweisbar, und der Verbiss ausschließlich durch Wölfe ist sehr gering, obwohl Wölfe hier zahlreich vorkamen. Nur ein stark zerkauter Mammutknochen ist hier die Ausnahme.

Die Skeletteilrepräsentanz zeigt, dass sowohl ganze Tiere als auch Teile davon zum Lagerplatz gebracht wurden.

Die dominierenden Herbivoren dieses Areals sind Ren (MNI: 423), *Lepus sp.* (MNI: 345) und Mammut (MNI: 213). Ferner sind *Equus sp.*, *Aves*, *Urus arctos* vertreten.

Bei den Carnivoren sind es in absteigender Reihenfolge *Canis lupus* (MNI: 318 = 15,5 %), *Alopex lagopus* und *Vulpes vulpes*.

Anthropogene Spuren

Es wurden 90 % (=12 000) der Knochen und Zähne aus der Ausgrabung 1954/56 auf Modifikationen untersucht. Davon tragen 1,2 % (235) sichtbare Zeichen menschlicher Einwirkungen auf die Knochen, 141 Stücke zeigen Schnittspuren, 90 unterschiedliche Stadien der Hitzeeinwirkung, 5 Schlagspuren. Einige Knochenfragmente tragen rotbraune Flecken, deren Herkunft nicht ermittelt werden konnte.

42,1 % der menschlichen Modifikationen wurden auf Renknochen gefunden, die meisten sind Schnittspuren. Alle Stadien des Schlachtens können nachgewiesen werden: Entbalken, Zergliedern, Filetieren.

Lepus sp., Vulpes vulpes und Alopex lagopus

Als zweithäufigste Art hat *Lepus sp.* auf dem Areal die gleiche räumliche Verteilung wie die beiden Fuchsarten. Sowohl Hasen als auch Füchse sind mit außergewöhnlich vielen Jungtieren vertreten. Der Bearbeiter deutet dies als ein Resultat der Jagdmethode, bei der junge, unerfahrene Tiere erbeutet wurden. Die Knochenfragmentation beider Tierarten lässt nicht eindeutig den Schluss auf ausschließlich menschliches Vorgehen belegen. Schnittspuren und verbrannte Knochen sind bei Hasen nachweisbar. Die Modifikationen weisen darauf hin, dass sie entstanden beim Zergliedern der Tiere. Aber auch das Entbalken konnte nachgewiesen werden. Alle drei Arten können wegen des Felles erbeutet worden sein.

Canis lupus

Das relativ große Vorkommen von Wölfen ist ein Zeichen für die Jagd auf diese Tiere. Ihre Knochen sind teilweise komplett und teilweise fragmentiert. Unzerbrochene Knochen gelten als Zeichen für die Ausbeutung der Felle. Hier scheint also beides vorgekommen zu sein (Musil 2005). Die höchste Anzahl von menschlichen Modifikationen an Carnivorenknochen sind beim Wolf zu verzeichnen. Auch Wojtal und Mitarbeiter (2005) sind der Ansicht, dass einige der Tiere verzehrt wurden.

Mammuta

Vom Standpunkt der Fleisch- und Knochenmarksausbeute ist das Mammut die dominierende Art. Rippen und Wirbelsäulenteile dominieren. Aber es kommen auch Carpalia, Tarsalia und Metapodien in großer Zahl vor, dies könnte wieder als eine Ausbeutung der Fettpolster unter den Mammutfüßen gedeutet werden.

Langknochen und andere große Knochen kommen nur in Fragmenten vor. Die Epiphysen von Langknochen sind desartikuliert, beides Zeichen für die Gewinnung von Knochenmark.

Insgesamt sind von den 213 Mammuta 106 juvenile Tiere aller Altersstufen, von wenigen Monaten an. Dies ist ein häufiger Befund, da die Jagd auf die ausgewachsenen, adulten Tiere nicht einfach ist.

Dennoch ist in Pavlov auch in diesem Areal keine Mammutknochenentsorgungszone zu verzeichnen, wie es bei den benachbarten Fundorten der Fall ist.

Jagdmuster

Brugère (2014) hat auf Grund der Altersbestimmungen von Eruption und Abrasion der Mammutzähne von Pavlov I und Milovice verschiedene Altersstrukturen der erlegten Tiere herausgefunden.

Es handelt sich zum einen um sehr junge Individuen und Neugeborene, die im Frühling erlegt wurden, sowie um subadulte und adulte Individuen, deren Jagdzeit er im Herbst ansetzt. Er vermutet, dass die Jägergruppen je nach Jahreszeit unterschiedliche Individuen jagten.

Tragende und laktierende Mütter im Frühling, nach dem langen Winter zu erlegen, versorgte die Jäger mit Fleisch und Knochenmark, das fettreich war, sowie mit Elfenbein. Die Mütter zu erlegen, bedeutete aber auch gleichzeitig den Tod der sehr jungen Tiere. Diese sehr jungen Tiere sind hinsichtlich Fleisch Knochenmark und Elfenbein aber nicht sehr interessant.

Dennoch war die Jagd auf adulte weibliche Tiere immer vorteilhafter, weil sie zu jeder Jahreszeit Fleisch, Knochenmark und Elfenbein versprachen. Weibliche Tiere und ihre Jungen sind in Herden organisiert und auf diese Weise stärker verfügbar, während adulte männliche Tiere Einzelgänger sind. Die damit einhergehende Mortalität der Jungtiere wäre somit ein Kollateralschaden.

Ren

Die Rentiere wurden vermutlich als komplettes Tier ins Lager gebracht. Bei den Langknochen finden sich viele Tibiaschäfte und viele Phalangen. Alle Langknochen sind intentionell gebrochen, wohl zum Zweck der Knochenmarkgewinnung.

Die Rentiere wurden zum überwiegenden Teil im Winter/Januar erlegt, auch wenn es um Pavlov vermutlich ganzjährig einige Rentierherden gab (Musil 2005). Dagegen sind Wojtal und Kollegen (2005), anhand einiger Zähne, der Meinung, dass die Rentiere zwischen Spätsommer und Spätwinter gejagt wurden.

Rentiere wurden in den gleichen Arealen verarbeitet wie Wölfe. Es wurden Tiere aller Altersstufen erlegt, jedoch waren viele Jungtiere im Material präsent.

Bei Mammut, Pferd und Ren wurden wieder ungewöhnlich viele Jungtiere erlegt.

Wölfe als Nahrung?

Musil schreibt, dass in Pavlov die Knochen von Löwe und Vielfraß unzerbrochen seien, die von Wölfen nur teilweise gebrochen und der menschliche Einfluss dabei unklar. Unzerbrochene Knochen stehen hier für die Jagd auf die Felle und nicht auf die Nahrung.

Musil (2005) schreibt “

... I believe that the problem of hunting wolves, from the point of view of their suitability as a food source, has not yet been satisfactorily solved.”

Da die einzelnen Areale von Pavlov Unterschiede bezüglich der Knochenfragmentation von Wölfen zeigen, nimmt Musil an (Musil 2005), dass Wölfe nur in Zeiten der Nahrungsknappheit als Fleischlieferanten dienten. Dennoch sei anzumerken, dass auch in Zeiten großer Nahrungsknappheit Vielfraße niemals als Nahrung gedient hätten.

Musil merkt an, dass Wolfsfleisch „nicht schmecke“ (Musil 2005), erwähnt aber nicht, aus welcher Quelle diese Information stammt.

Interessant ist auch seine Ausführung zu Wölfen, die Rentierherden begleiten. Als solche sind sie Jagdkonkurrenten des Menschen. Weiterhin scheinen sie auch menschliche Lager anzugreifen, wenn sie Fleisch oder Aas erbeuten können. Daher sei es sinnvoll gewesen, die Wölfe zu erlegen, um ihre Anzahl zu dezimieren (Musil 2005).

Einige Langknochen von Füchsen und Wölfen tragen Brandspuren, was (Wojtal et al. 2005; Wojtal et al. 2012) als das Rösten von Fleisch über dem Feuer deuten. Sie könnten aber auch per Zufall oder nach dem Entbalken ins Feuer geworfen worden sein.

Tab. A- 1425, Ergebnisse, Gesamtbewertung Pavlov I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i> , <i>Lepus sp.</i> , <i>Mammuthus primigenius</i> .	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	Leporidae, Tetraoideae, Corvideae	3	3
Jagdmuster	viele Jungtiere bei allen Taxa, attritional profile	5	3
	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	über 300 an <i>R. tarandus</i>	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Winter: <i>R. tarandus</i>	5	2
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

Aves

Die Vogelfauna von Pavlov I wird hier zusammen und nicht nach Grabungsarealen und Grabungsjahren betrachtet.

8 % – 9% des Faunenmaterials sind Vögel (Bochenski et al. 2009). Neben Raben/Krähen fanden sich Schwarzgänse, Moorschneehuhn, Alpenschneehuhn, Auerhuhn, Graugans, Spießente.

Die über 1000 Fragmente von Vögeln gehören 19 verschiedenen Taxa an, wobei Corviden (48,8 % der NISP) und Tetraoniden (45,8 % der NISP) dominieren. Diese hohe Anzahl von Exemplaren nur zweier Taxa spricht für menschliche Bejagung. Die niedrige Anzahl der Taxa spricht dafür, dass die Vögel selektiv bejagt wurden.

Die Bearbeiter schließen aus, dass die Reste der dominanten Gruppen von tierischen Jägern eingeschleppt wurden. Die Lage des Fundplatzes lässt auch den Schluss auf die Anschwemmung der Wasservögel nicht zu.

Die Verteilung der Skelettelemente auf dem Fundplatz lassen keinen Schluss darauf zu, wer die Knochen akkumuliert haben, Mensch oder Tier. Die Flügelknochen sind

überrepräsentiert, was ein bekanntes Phänomen ist, das nicht eindeutig geklärt ist (Bochenski et al. 2009).

Die Zusammensetzung der Skelettteile der beiden Hauptspezies ergibt fast ein Vorhandensein aller Knochen, was für einen kompletten Transport ins Jagdlager spricht.

Tetraoniden sind Vögel, die sich am Boden aufhalten, schwache Flieger und relativ schwer, mit 0,4 kg–1,4 kg Gewicht. Das macht sie für Jäger zu einer einfachen und wünschenswerten Beute. Es sind nur wenige Schnittspuren und auch nur angebrannte Flügelknochen bei den Tetraoniden nachweisbar. Dennoch dürften sie in erster Linie der Nahrung gedient haben.

Schwieriger ist es mit den Corviden, die die Bearbeiter eher einem Zweck abseits von Nahrungsgewinnung zuweisen. Sie sind zwar ähnlich schwer wie die Tetraoniden, aber sie sind gute Flieger. Weder Schnitt- noch Brandspuren konnten bei ihnen gefunden werden. Sie könnten wegen ihren Federn gejagt worden sein, rituelle Bedeutung gehabt haben, oder einfach von den paläolithischen Jägern gejagt worden sein, weil sie lästig waren, wenn sie sich an den erjagten Beutetieren zu schaffen gemacht haben (Bochenski et al. 2009; Wertz et al. 2015).

Andere Funde

Pavlov ist ein Fundplatz, der zahlreiche Werkzeuge aus Elfenbein, Knochen und Renngeweihen hervorgebracht hat, sowie Figuren, die aus gebranntem Ton bestehen. Von den zoomorphen Figuren sind zu erwähnen:

- ein Löwe aus einer Elfenbeinplatte,
- ein Mammut aus einer Elfenbeinplatte,
- 14 Stücke (16,7 %) des figurativen Inventars können als zoomorph interpretiert werden. Wenige der Stücke sind noch komplett, sie zeigen Mammut, Cerviden, Bär sowie nicht näher bestimmbare Säuger.

Die Repräsentanz dieser großen Tiere zeigt deren Wichtigkeit in der Vorstellungswelt der gravettienzeitlichen Jäger (Brühl 2005; Soffer und Vandiver 2005).

Herdstellen

Es sind verschiedene Formen von Herdstellen nachweisbar, irreguläre Holzkohlekonzentrationen, rot-verbrannter Löss, runde Herde, Herde, die mit Steinen verfüllt waren. Eventuell wurden diese Steine auch als Kochsteine oder Hitzeakkumulatoren genutzt. Einige Herde unterlagen einer Mehrfachnutzung mit Ausbesserungen. Neben diesen Herdstellen gibt es umfangreiche Ascheentsorgungsplätze (Svoboda 2005).

Gebrauchsspurenanalysen

Aus den Grabungen 1954 A, 1957, 1970, 1971 wurden an insgesamt 444 Stücken Gebrauchsspurenanalysen vorgenommen. Unsichere Analysen und Stücke ohne Gebrauchsspuren kommen ebenfalls teilweise in beträchtlichem Umfang vor.

Hier folgen die Analyseergebnisse mit HPA (High Power Approach), da sie detaillierter sind.

1954 A

Von den untersuchten Stücken aus der genannten Grabung fallen die meisten, nämlich 38 %, auf Fell bzw. Haut oder Leder. Nur 34 % tragen Spuren von weichem, tierischem Material, was wohl Fleisch sein dürfte. Keine Spuren tragen 43 % und auf unsichere Zuweisung entfallen 25 %. Alle harten Materialien ergeben nur 7 %.

Bei den weichen Materialien entfielen die Gebrauchsspuren auf Klingen und Mikrolithen.

1957, 1970, 1971

Auch für diese Areale ergibt sich ein ähnliches Bild. 63 % sind ohne Spuren, 16 % sind nicht sicher zuweisbar. Die meisten Spuren entfallen mit 22 % auf die Verarbeitung von Fell, Leder, Haut und nur 1 % auf weiches, tierisches Material. Mit nur 3% sind die harten Materialien vertreten.

Bei den weichen, tierischen Materialien entfielen die Gebrauchsspuren auf Klingen und Stichel.

Üblicherweise könnte man denken, dass die Gebrauchsspuren, die durch harte Materialien (Mineralien, Geweih, Elfenbein, Knochen, Holz) entstanden, besser sichtbar wären als die von weichem Material, wie Fell und Fleisch. In Pavlov jedoch dominiert die Fellverarbeitung. Warum die Fleischverarbeitung, die es in großem Umfang in einem Jagdlager gegeben haben muss, so unterrepräsentiert ist, ist unklar. Eventuell sind die Spuren so schwach, dass sie nicht sicher zuweisbar waren (Sajnerová 2005).

Pavlov VI

Pavlov VI umfasst ein kleines Areal mit nur 5 m Durchmesser und wurde 2007 ausgegraben. Es wird als einmalig genutztes Areal beschrieben.

Die Knochenerhaltung ist sehr schlecht, 95 % der NISP konnten nicht identifiziert werden. Das Material ist sehr kleinstückig fragmentiert.

Am besten repräsentiert sind Mammut, Pferd, Wolf und Rentier, wobei die Überreste des Mammut 50 % der identifizierbaren Knochen ausmachen. Es handelt sich um zwei Individuen des Mammut, eines davon ein erwachsenes Tier.

Mindestens drei Rentiere konnten nachgewiesen werden.

Bei den großen Carnivoren sind drei Wölfe nachweisbar, sie wurden zu verschiedenen Jahreszeiten erlegt.

Anthropogene Spuren

Ein hoher Anteil der Knochenfragmente trug Brandspuren oder war verbrannt. Wenige ließen sich bestimmten Tierarten zu weisen: Mammut, Rentier, Carnivora. Der überwiegende Teil, 1559 von 1573 Knochen waren keiner Tierart zuweisbar. Die Knochenfarbe, die den Erhitzungsgrad der Knochen angibt, geht durch alle Farbkategorien. Die weißen Knochen, die den höchsten Erhitzungsgrad aufweisen, überwiegen aber. Dies spricht für den Gebrauch der Knochen als Brennmaterial. Allerdings kann nicht festgestellt werden, ob die Knochen zuvor Nahrungszwecken gedient hatten.

An drei Pferde- und zwei Rentierknochen konnten Schnittspuren nachgewiesen werden. Die Bearbeiter meinen, dass es sich dabei um Schnittspuren handelt, die durch das Schneiden von Fleisch oder das Ablösen von Fell entstanden sind.

Weitere sieben Schnittspuren wurden nachgewiesen an nicht identifizierbaren Knochen. An drei Langknochen wurden Schlagmarken entdeckt, eine Angabe zur Tierart konnte nicht gemacht werden.

Insgesamt entspricht die in Pavlov VI repräsentierte Fauna der der anderen gravettienzeitlichen Fundorte in Böhmen und Österreich. Die Bearbeiter nehmen jedoch an, dass es sich im erster Linie um Nahrungsreste handelt, die einer hypothetische Jäger-und-Sammlergruppe von 15 Personen und einen täglich Energieverbrauch von 3000 kcal/Person für drei Monate mit Mammutfleisch oder zwei Wochen mit Rentierfleisch versorgt haben dürfte.

Tab. A- 1436, Ergebnisse Pavlov VI

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0

Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	12
Score: 0,35			

Pavlov VI excavations 2007–2011

25 950 ± 110 BC (GRA- 37627) und 26 110 ± 130 BC (GrA- 37628)

28 930 ± 270 cal BC und 19 070 ± 270 cal BC, Holzkohle

Evolved Pavlovien

Schicht 3

Die Grabungsfläche ist relativ klein mit einem Durchmesser von 5 m. Sie hat eine zentrale Grube mit Feldsteinen und Spuren von Feuer. Sie ist umgeben von kleinen Gruben und einer sich anschließenden Akkumulation von Mammutknochen.

Der Zustand der Fauna wird als sehr schlecht bezeichnet, und nur 5 % des Materials waren identifizierbar (384 Fragmente von 6769: NISP). Die sehr kleine Anzahl von kleinen Säugern im Vergleich mit den anderen, nahen Fundplätzen wird auf den schlechten Erhaltungszustand zurückgeführt. In Pavlov I Südost ist beispielsweise 60 % der Fauna auf Artebene identifizierbar.

Carnivora

Allen voran steht der Höhlenlöwe mit drei Exemplaren (Gesamt MNI:14). Es handelt sich um ein etwa zweijähriges und zwei etwa sechsjährige Tiere. Ein Tier wurde zwischen Frühling und Sommeranfang erlegt, ein anderes zwischen Oktober und Dezember. Das spricht für mehrere Aufenthalte oder für eine langzeitige Belegung zwischen Frühling und Dezember.

Herbivora

Mammut

Gemessen an der NISP, ist das Mammut das dominierende Taxon mit einer NISP von 196 und zwei Exemplaren.

Es sind keine vollständigen Extremitätenknochen gefunden worden und nur wenige Knochen des Axialskelettes und der Fußknochen. Die meisten Funde machten Knochenfragmente aus, die bis zu 20 cm lang waren. Nur zwei Rippen waren mehr als 50 cm lang.

Bei den beiden Individuen handelt es sich um ein adultes und juveniles Exemplar.

Pferd.

Es konnten drei Individuen bei den Pferden nachgewiesen werden. Es konnten alle Skeletteile identifiziert werden, was für eine vollständige Verbringung der Tierkarkassen zum Fundplatz spricht.

Mittelgroße Taxa (Wolf, Ren) sind mit NISP: 145 vertreten und sehr große Taxa (Mammut) sind mit einer NISP von 371 vorhanden. Andere Taxa spielen zahlenmäßig keine Rolle. Somit reiht sich die jüngste Grabung in Pavlov in die bekannten Ergebnisse ein.

Anthropogene Spuren

Verbrannte Knochen

Es wurde eine Menge von 1659 verbrannter Knochen aufgefunden. Die meisten davon (1155) wiesen den höchsten Verbrennungsgrad auf, daher nimmt Wojtal an, dass ihre Hauptfunktion die von Brennmaterial war. Diese verbrannten Knochen waren stark fragmentiert mit einer Länge von zumeist nur 2 cm. Manche Knochen waren nur teilweise angebrannt/verbrannt.

Schnitt- und Schlagspuren

Insgesamt konnten am Material an 12 Knochen Schnittspuren, durch Steinartefakte produziert, festgestellt werden. Davon entfallen drei auf das Pferd, zwei auf das Ren, und sieben auf nicht identifizierbare Knochen.

Eine Schnittspur am Pferd spricht dafür, dass sie entstand beim Zerteilen der Karkasse, weitere beim Entbalken. Eine Spur paralleler Schnittspuren an der Ventralseite der Scapula können die Bearbeiter nicht erklären.

Die beiden Schnittspuren beim Ren entstanden beim Entbalken.

Schlagspuren wurden nur an drei Extremitätenknochen gefunden. Eine Artzuweisung war durch deren schwache Ausprägung und den schlechten Erhaltungszustand nicht möglich.

Eine der Schlagspuren ist teilweise durch eine Schnittspur zerstört. Dies deutet darauf hin, dass der Knochen nach dem Entfernen des Fleisches zerschlagen wurde, um an das Knochenmark zu gelangen (Wojtal et al. 2011).

Dieser begrenzte Fundort wird von (Wojtal et al. 2011) als ein kurzzeitig belegtes Lager (2–3 Monate) bezeichnet, das in der wärmeren Jahreszeit belegt war. Diese Aussage beruht auf Überlegungen des Subsistenzgrades, den die erlegten Tiere dort bereitstellen konnten.

Aus dem Gesamtkörpergewicht der erbeuteten Tiere berechneten sie den reinen Fleischanteil von ca. 2400 kg, 1800 kg vom Mammut, 522 kg von Pferden und 60 kg vom Ren. Mit einer angenommenen Gruppengröße von 10–15 Personen und einem Tagesbedarf von 3000 kcal ergibt für diese Gruppe ein täglicher Bedarf 25 kg Mammutfleisch oder 45 kg Rentier- oder Pferdefleisch.

Ein Mammut hätte somit fast für drei Monate ausgereicht, das Fleisch von einem Ren oder Pferd für ca. 2 Wochen. Diese Angaben sind nur gültig unter der Annahme, dass das Fleisch nicht verdarb und durch Methoden der Bevorratung haltbar gemacht werden konnte (Wojtal et al. 2011).

Tab. A- 1447, Ergebnisse, Pavlov VI, 2007-2011

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i> ,	1	1

Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>Equus sp.</i> ganze Kar- kasse	5	5
Schlacht- und Schnitt- spuren	x	5	5
Brandspuren	viel verbrannte Knochen	1	1
Knochenmarkgewinnung	insbesondere <i>M. primi- genius</i>	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herd, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ=		34	17
Score: 0,5			

5.4 Předmostí

Name	Předmostí
Geograf. Breite	49°28'3.122" N
Geograf. Länge	17°26'14.608" E
Land	Tschechien
Höhe	250 müNN
Fundplatzgattung	Freiland
Lithische Industrie	Pavlovien
Datierung	25 040 ± 320 BP, 26 870 ± 250 BP

Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	-
Calibrierte Daten	28 000 ± 800 cal BP, 29 000 ± 900 cal BP
Quelle	(Musil 2003; Wertz et al. 2015)

Předmostí ist eine außergewöhnliche Freilandfundstelle. Es wurde monospezifische Jagd (72,05 %) auf *Mammuthus* unternommen. Musil nimmt an, dass es sich insgesamt um über 1000 *Mammuthus* handelt.

Ferner wurden Leporiden (5,62 %) und Rentiere (2,45 %) gejagt. *Canis lupus* stellte 7,42 % und der Eisfuchs 6,92 % des Knochenmaterials.

Leider gibt es keine Angaben zur Alters- und Geschlechtsstruktur der Fauna und auch keine Angaben zu anthropogenen Einflüssen.

Allein die Nähe zu den anderen gravettienzeitlichen Fundplätzen in Tschechien reiht Předmostí in die Gattung der Freilandfundstellen mit Mammutjagd ein.

Tab. A- 1458, Ergebnisse, Předmostí

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	72,05 %	3	3
Kleine Tiere	Leporidae, Corvidae, Tetraonidae	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	-	1	0

Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

Vögel in Předmostí (Wertz et al. 2015)

In einer neueren Untersuchung kam es zur Analyse der Vogelfunde von Předmostí. Es wurden 339 Vogelknochen gefunden, das sind 1,2 % der in Předmostí aufgefundenen Fauna. Von ihnen konnten 332 auf siebzehn Familien und 18 Spezies identifiziert werden. Über 60 % der Knochen stammen von Corviden. Die zweitgrößte Gruppe ist die der *Tetraonidae* (Raufußhühner), von denen 25 % drei Spezies ausmachten. Diese Proportionen stellen nicht die relativen Verhältnisse des natürlichen Habitats dar, sondern sprechen für eine klare Auslese von Corviden und Tetraoniden.

Von den Skeletten sind fast alle Teile vorhanden. Bei den Corviden kommen Ulnae und Femora am häufigsten, bei den Tetraoniden die Ulnae und Humeri. Die Langknochen sind stark fragmentiert und haben in weniger als 10 % noch beide Epiphysen.

Anthropogene Modifikationen sind an den Vogelknochen nicht erkennbar. Die Autoren nehmen an, dass es daran liegt, dass es möglich ist, Vögel auch ohne Werkzeuge zu verarbeiten, sondern dass sie mit den Zähnen und Händen verzehrt werden können.

Gerade die Tetraoniden sind nur mittelmäßige Flieger, können leicht erlegt werden und ergeben eine gute Fleischportion.

Während die Tetraoniden der Nahrungsgewinnung zugerechnet werden, wobei nicht unerwähnt bleibt, dass sie auch anderen Zwecken gedient haben könnten (Federn, Knochen für Werkzeuge), scheint dies für die Corviden nicht ganz so einfach zu sein. Sie werden üblicherweise nicht in erster Linie als Kost betrachtet.

Insgesamt kann gesagt werden, dass Vögel keine großartige Rolle in der Ernährung gespielt haben dürften aber hin und wieder eine Ergänzung der Kost darstellten.

5.5 Stránská Skála IIIb

Name	Stránská Skála IIIb
Geograf. Breite	49°18' N
Geograf. Länge	16°67' E
Land	Tschechien, Mähren
Höhe	259 müM
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Aurignacien, Bohunicien, Epigravettien
Datierung	IIIb (1988-89): 32 600 + 1700 – 1400 BP III (1982): 38 500 + 1400 - 1200 BP IIIe (1998): nicht datiert IV (1986): 18 220 ± 120 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Musil 2010; Svoboda und Bar-Yosef 2003; Valoch 1988; Musil 2003)

Schicht IIIb (Musil)

In der Schicht IIIb wurden zwei Ansammlungen von Knochen gefunden, C 1 umfasst 227 Knochen und B/C 5–6 umfasst 69 Knochen. Damit ist dies eine sehr kleine Knochenansammlung.

Sie wird von Musil als stark erodiert durch Pflanzenwurzeln, mit poröser Oberfläche, Spalten und Vertiefungen beschrieben, die mit Manganoxid ausgefüllt waren.

Die meisten Hinterlassenschaften sind Splitter von Langknochen von großen Tieren. Die Splitter sind zwischen 1 cm und 10 cm lang. Die Brüche sind verrundet und es ist unmöglich zu entscheiden, ob die Brüche natürlichen oder artifiziellen Ursprungs sind, durch die Grabung oder durch menschliche Eingriffe in der Vergangenheit entstanden. Die Pferdezähne waren vollständig aufgelöst. Das osteologische Material war stark zerstörenden chemischen Einflüssen ausgesetzt.

Diese Aussagen zum Zustand der Fauna widerspricht der von Svoboda getroffenen Einschätzung, der den Zustand der Fauna als gut erhalten beschreibt (Svoboda und Bar-Yosef 2003).

Anthropogene Spuren

Die Epiphysen der Langknochen sind nicht zerstört, nur in einem Fall kann ein durch menschliches Zutun entstandener transversaler Bruch angenommen werden. Einige Knochen wurden longitudinal geschnitten und es sind dünne Schichten von Kompakta abgelöst worden.

Alle Knochen entstammen großen Tieren zweier Genera: Pferd und Bison bzw. Aurochse. Es gibt keinerlei Knochen von mittelgroßen oder kleinen Tieren. Musil führt das nicht auf taphonomische Prozesse bei der Kleinf fauna zurück, sondern auf selektive Jagd auf große Tiere. Interessant scheint mir das ausschließliche Vorhandensein von Langknochen, andere Skeletteile und Zähne scheinen zu fehlen.

Andere Schichten (Svoboda und Bar-Yosef 2003; Valoch 1988)

Von Musil wurde nur die Schicht IIIb bearbeitet. Aus anderen Grabungen und anderen Schichten stammen weitere sehr kleine Mengen an Fauna.

Für Schicht III ist Pferd und Mammuth nachgewiesen. Für Schicht IIIc Pferd. Beide gehören noch in die Aurignacienhorizonte.

Für die Schicht IV, dem Epigravettien, sind Pferd, Bison, Ren, Mammuth und Wollnashorn nachgewiesen, wobei das Pferd gegenüber den anderen Arten stark dominiert.

Herdstellen

In der sogenannten „upper soil unit“ wurden 4 Herde gefunden.

Bohunicien Horizont

Schicht III: Herd 1

1,25 m Durchmesser, einige Zentimeter tief, verfüllt mit Erde und Holzkohle, Silices und Ocker, aber keine Fauna. Vier weitere Befunde, die eventuell als Herde gedeutet werden könnten.

Schicht III d: Herd 2

Irreguläre Form von 30 cm x 20 cm, verteilt über eine Fläche von 80 cm x 60 cm. Holzkohle etwa 10 cm tief. Verfüllung wird nicht genannt. Es ist Ocker, aber es sind keine Silices und keine Fauna vorhanden.

Aurignacien Horizont

Schicht II a: Herd 4

Zwei longitudinale Zonen Holzkohle von 36 cm Länge und 15 cm Breite und einer kürzeren und schmaleren Zone daneben.

Schicht III a: Herd 3

H 3 ist der am besten erhaltene Herd. Er war fast kreisförmig, mit einem Durchmesser, von 30 cm und einer Tiefe von 8 cm. Er war verfüllt mit Humus und Holzkohle. Diese Vertiefung war überlagert von einer ovalen Formation von 70 cm x 50 cm aus Holzkohle. Nur dieser Herd blieb von postdepositionalen Prozessen verschont. Derartige Herdformen sind aus Dolní Věstonice bekannt.

Weitere Herdstellen sind durch deformierte Holzkohlelagen angedeutet. Sie enthalten teilweise Abfälle aus der Produktion lithischer Artefakte. Fauna wurde auch hier nirgends gefunden.

Tab. A- 1469, Ergebnisse, Stránská Skála III b

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> , <i>Bos sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5

Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	unsicher	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	4 Herde	1	1
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

6 Polen

6.1 Deszczowa Höhle

Name	Deszczowa Höhle
Geograf. Breite	50°46'58.134" N
Geograf. Länge	19°8'45.298" E
Land	Polen
Höhe	300 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Schicht IV: Mittelpaläolithikum Schicht V: Micoquian-Prondnikian Schicht VI: Mittelpaläolithikum Schicht VII: Aurignacien Schicht VIII: Epigravettien
Datierung	IV: 42 800 ± 1900 BP (Poz-3749), 2006 VI: 43 BP (Poz-330), 2007

	VI: 44 ± 2000 BP (Poz-373), 2007 VII: 26 200 ± 300 BP (Poz-314), 2007
Datierungsmethode	Radiocarbon
Archäolog. Horizont	Mittelpaläolithikum bis Epigravettien
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Wojtal 2007)

Die Deszczowa Höhle verfügt über eine lange Chronologie vom Mittelpaläolithikum bis zum Epigravettien. Allerdings scheint die Datierung nicht ganz konsistent mit dem archäologischen Horizont im Aurignacien (vergl. Eingangstabelle).

Aurignacien

Schicht VII

Beide Bärenarten mit vier Individuen, 8 Individuen beider Fuchsarten und je ein Exemplar von *Felis silvestris*, *Canis lupus* und *Crocuta spelaea* sind vertreten.

Epigravettien

Schicht VIII

Die beiden Bärenarten sind mit fünf Exemplaren vertreten, dazu fünf Individuen von *Alopex lagopus*, drei von *Vulpes vulpes* und eines von *Canis lupus*.

Aurignacien

Herbivoren

In Schicht VII dominiert das Ren mit 8 Individuen. Der Riesenhirsch ist mit zwei und Mammut, Wollnashorn, Pferd, Reh sind mit je einem Exemplar vertreten. Weiterhin gibt es nicht identifizierbare Cerviden.

Epigravettien

Auch in Schicht VIII dominiert das Ren mit 12 Individuen. Dazu gibt es je ein Exemplar von Mammut, Wollnashorn, Pferd, Wildschwein, Riesenhirsch und Saigaantilope.

Anthropogene Spuren

Schnittspuren

Schnittspuren finden sich in den Schichten V an Ren und Fuchs, in Schicht VII an Ren. In Schicht VIII am Höhlenbären, die auf Häuten hindeuten, sowie am Eisfuchs.

Brandspuren an Knochen finden sich in den Schichte VI, VII und VIII.

Zu allen Zeiten scheint die Höhle ein Hibernationsort für Bären gewesen zu sein. Insgesamt ist sie sowohl für Neandertaler als auch für den modernen Menschen immer nur ein Kurzzeitaufenthaltort gewesen.

Tab. A- 147, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, Aurignacien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

Tab. A- 1481, Ergebnisse, Deszczowa Höhle, Epigravettien

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	7
Score: 0,21			

6.2 Krakow Spadzista Street

Name	Krakow Spadzista Street
Geograf. Breite	49°52'55.474" N
Geograf. Länge	19°29'35.225" E
Land	Polen

Höhe	50 m über der Flussebene Rudava
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	20 600 ± 1050 BP (Ly-631) bis 24 000 ± 300 BP (Poz-268)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Wojtal und Sobczyk 2005)

Kraków Spadzista Street ist ein mehrteiliger Fundplatz, der seit 1968 bearbeitet wird. Hier soll nur die Fauna von Fundplatz B besprochen werden, die das Material der Grabungen von 1968 bis 1994 umfasst.

Von über 9000 Knochen sind 5869 auf Artebene identifiziert worden. Sie stammen zu 99,9 % von *Mammuthus primigenius*.

Nur 15 isolierte Knochen und Zähne konnten nicht Mammut zugewiesen werden, dies sind zwei Exemplare von *Alopex lagopus* und je ein Exemplar von *Canis lupus*, *Ursus spelaeus*, *Equus sp.*, *Coelodonta antiquitatis* und *Rangifer tarandus*.

Bei 3,4 % des Knochenmaterials konnten sichtbare Veränderungen, die auf Verwitterung zurück gehen, festgestellt werden.

Alle cranialen und postcranialen Skelettelemente des Mammuts sind vorhanden, was für eine Verarbeitung vor Ort spricht. Eine kleine Anzahl von sehr kleinen Mammutfemori und -humeri lassen auf das Vorhandensein von Föten schließen.

Insgesamt wird von 86 Mammutindividuen ausgegangen.

Jagdmuster

Die Altersstruktur der Mammuta entspricht dem von Haynes etablierten Typ A: subadulte (0–12 A.E.Y.) dominieren mit MNI:37, die nächste Altersgruppe (13–24 A.E.Y.) ist nur noch mit 30 Individuen vertreten, während die älteren Gruppen (35–36 A.E.Y.) mit sieben und zehn Individuen (37–48 A.E.Y.) und nur noch zwei Tiere der ältesten Altersstufe (49–60 A.E.Y.) vertreten sind.

Dieses Mortalitätsprofil kann mehrere Ursachen haben:

- Im Durchschnitt über die Zeit zusammengekommene nicht-selektive natürliche Todesfälle.
- Abrupte, nicht-selektive Tötungsereignisse ganzer Herden.

Anthropogene Spuren

Ein Rentierknochen weist eine tiefe Schnittspur auf. Eine Mammutrippe weist eine Reihe von intentionell verursachten Linien auf, ein anderes Mammutfragment hat intentionelle Kerben. Diese beiden letzten Objekte werden als Kunstgegenstände angesprochen.

Sonst werden keinerlei Schnitt-, Schlacht- und Schlagspuren erwähnt. Dies ist für Mammut nicht ungewöhnlich.

Einige kleine Fragmente mit einem Durchmesser von 1 – 2 cm sind verbrannt. Die Farbgebung spricht für eine Erhitzung auf 400 – 500 °C und somit für eine Verwendung der Knochen als Heizmaterial.

Gebrauchsspurenanalyse

Die Steinartefakte von Trench B wurden untersucht auf ihre Eignung als Waffen oder , um in Erfahrung zu bringen, welche Tätigkeiten mit ihnen ausgeführt wurden. Der überwiegende Anteil der Werkzeuge sind geschulterte Spitzen und Rückenmesser.

Für die Gebrauchsspurenanalyse standen 197 Werkzeuge zur Verfügung, 28 % von ihnen haben makroskopische, sichtbare Schlagspuren an den Spitzen oder den Schäften. Weitere 29 % der Werkzeuge weisen mindestens ein Merkmal von mechanischer Beschädigung auf, wie Narben am proximalen oder distalen Teil des Werkzeuges. Die Bearbeiter schließen aus, dass es sich um Beschädigungen handelt, die bei der Herstellung verursacht wurden oder durch einfaches Herunterfallen entstanden.

Auf der Basis von Microwear Studies kann festgestellt werden, dass mehr als 57 % der Rückenmesser als Einsatz in einer Wurfwaffe gedient hatten.

Der schlechte Erhaltungszustand der Oberflächen der Artefakte lässt eine Analyse der Stücke als Schneidwerkzeuge nicht zu.

Nur einige wenige zeigen Spuren, die auf das Schneiden von weichem Material (Fleisch, Haut) zurückzuführen sind. Diese Werkzeuge wurden von den Jägern wahrscheinlich nicht vor Ort belassen, während gebrochene Spitzen in den Mammutkarkassen verblieben (Kufel-Diakowska et al. 2016).

Tab. A- 1492, Ergebnisse, Krakow Spadzista Street

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Mammuthus primigenius</i>	1	1
Monospezifisch	99,8 %	3	3
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	Typ A nach Haynes, ev. Jagd auf eine Familienherde	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	nur wenige	5	3
Brandspuren	nur wenige, Heizmaterial	1	0
Knochenmarksgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	15
Score: 0,44			

6.3 Jaksice II, 2011–2013

Name	Jaksice II, 2011-2013
Geograf. Breite	50°8'37" N
Geograf. Länge	20°30'13.8" E

Land	Polen
Höhe	250 müNN
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	21 190 ± 140 BP bis 24 140 ± 180 BP
Datierungsmethode	AMS, Zähne, Knochen
Calibrierte Daten	25 350 ± 357 cal BP bis 28 931 ± 407 cal BP
Quelle	(Wilczynski et al. 2015)

Dies sind die Ergebnisse der Grabung 2011–2013 an der Fundstelle Jaksice II.

Es wurden einige tausend stark fragmentierte Säugetierknochen gefunden, die nicht identifizierbar waren. Die Knochen waren oft von einer Manganschicht bedeckt und wiesen Zeichen von Wurzelfraß und Verwitterung auf.

Viele Knochen waren verbrannt. Sie bildeten eine Konzentration im nördlichen und im südlichen Gebiet des Grabungsschnittes, was als Herde interpretiert wird. Im zentralen Bereich des Schnittes sind die Knochen nicht verbrannt, dort existierte eine Konzentration lithischer Artefakte.

Nur eine kleine Anzahl von 223 Knochen konnte identifiziert werden. Bei einer Gesamtindividuenzahl von 11 sind die dominierenden Taxa *Rangifer tarandus* mit fünf Individuen und *Mammuthus primigenius* mit zwei Individuen.

Skeletteilrepräsentation

Vom Mammut kommen hauptsächlich Rippen, Wirbelsäulenelemente und Phalangen vor. Langknochen dagegen wurden, abgesehen von wenigen Fragmenten, nicht gefunden.

Beim Ren dagegen dominieren die Langknochen, aber es wurden keine Schädelfragmente, Zähne oder Phalangen gefunden. Drei Langknochen trugen Schnittspuren vom Entbalken und Schlachten.

Tab. A- 1503, Ergebnisse, Jaksice II

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>M. primigenius</i> : Rippen, Wirbelsäule, Phalangen. <i>R. tarandus</i> : Extremitäten, keine Crania	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	-	5	0
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	2	1	1
$\Sigma=$		34	13
Score: 0,38			

6.4 Obłazowa Cave

Name	Obłazowa Cave
Geograf. Breite	49°26'10" N
Geograf. Länge	20°8'12" E

Land	Polen
Höhe	670 müNN
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Gravettien
Datierung	32 400 ± 650 BP bis 30 600 ± 550 BP
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS, Geweih Rotwild, Knochenperforator
Archäolog. Horizont	Serie D: Schicht VIII
Calibrierte Daten	34 900 ± 1290 cal BC bis 32 520 ± 660 cal BC
Quelle	(Valde-Nowak et al. 2003)

Gravettien

Die Gravettenschicht VIII bietet einige Informationen zur Fauna. Die Knochenerhaltung wird als sehr gut beschrieben. Insgesamt ist das Inventar aber sehr klein und besteht überwiegend aus Zähnen.

Herbivoren

Bei den Herbivoren ist das Ren mit maximal drei Individuen die dominierende Tierart, von allen anderen Herbivoren: Mammut, Rothirsch, Pferd, Bos und Gämse ist nur jeweils ein Tier nachgewiesen. Von den kleinen Tieren fanden sich zwei Individuen.

Carnivoren

In der Schicht VIII sind an Carnivoren Hyänen und die zwei Fuchsarten mit je einem Exemplar vorhanden.

Vögel

In den Schichten XI bis VII sind 45 verschiedene Vogelarten präsent von denen *Lagopus lagopus* (Moorschneehuhn) die dominierende Spezies ist. Dies ist ein bemerkenswerter Fund, da es sich um fleischreiche Wasservögel handelt, die durchaus zur Nahrungsversorgung beigetragen haben dürften.

Fisch

Insgesamt vier Exemplare von *Thymallus thymallus* sind nachgewiesen.

Anthropogene Spuren

Nur ein klarer Hinweis auf Schlachtpraktiken an einem Langknochen einer nicht identifizierbaren Tierart ist vorhanden. Die längsverlaufenden Kratzer deuten auf eine Vorbereitende Handlung für die Entfernung der Knochenhaut und damit für das Aufbrechen zur Erlangung von Knochenmark. Eine Schnittspur gibt es auf einem Rentierunterkiefer.

Hinweise zum Geschlecht oder Alter der Tiere sowie zur Jagdsaison sind bei so kleinen Inventaren nicht möglich.

Tab. A- 1514, Ergebnisse, Obłazowa Cave

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	45 Vogelarten 4 Fischarten	3	3
Jagdmuster	-	2	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	-	5	0
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0

$\Sigma=$		34	14
Score: 0,41			

7 Ungarn

7.1 Bodrogkeresztúr-Henye

Name	Bodrogkeresztúr-Henye
Geograf. Breite	48°10'20.42" N
Geograf. Länge	21°21'5.594" E
Land	Ungarn
Höhe	Zwischen 250 – 300 m = Henye Hügel auf der einen Seite und 515 müNN = Hügel Tokaj auf der anderen Seite des Fundplatzes
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle, aber nicht Jagdplatz
Lithische Industrie	Frühes Gravettien, Pavlovien
Datierung	27 ka, 2. Hälfte der Istállóskő faunal phase 26 380 ± 365 BP (uncal), (deb-2555)*, Holzkohle * Light Element Laboratory of the Debrecen Nuclear Research Institute of the HAS
Datierungsmethode	Radiocarbon und biostratigrafisch
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Dobosi 2000)

Die Freilandfundstelle Bodrogkeresztúr-Henye entstand zeitgleich mit den bekannten frühen gravettienzeitlichen Mammutfreilandfundstellen in Tschechien und Polen. Eine exakte Datierung liegt nicht vor.

Die Tierknochen in den ergrabenen Flächen entstammen alle einer Kulturschicht. Auf 36,4 % der ergrabenen Fläche fanden sich Tierknochen.

Auf das Pferd entfielen 63 % (MNI: 9+) der gesamten Tierüberreste, auf den Elch 29,2 % (MNI: 9) auf das Mammut 5,5 % (MNI: 3). Von den großen Carnivoren gehören nur 0,2 % zum Höhlenlöwen. Die MNI insgesamt beträgt 108.

Auf der Basis der MNI berechnete die Bearbeiterin einen Fleischgewinn von 20 462 kg. Auf der Basis der aufgefundenen Skelettelemente aber nur 6902 kg, das entspricht 34 % der maximal verfügbaren Fleischmasse.

4750 kg entfallen auf das Pferd, 1950 kg auf den Elch, 200 kg auf Bison, 2 kg auf Hasen und 400 kg auf das Mammut, sofern dieses zur Nahrungsgewinnung diente.

Skelettteilrepräsentation

Die Tiere wurden nie vollständig zum Fundplatz gebracht, sondern wurden wohl an ihrem Schlachtplatz zerlegt.

Auf die Schädelregion entfallen beim Pferd 27,3 % des Skelettmaterials und beim Elch 29,5 % des Skelettmaterials. Da Schädel sehr schwer sind und wenig Fleisch enthalten, ist davon auszugehen, dass diese zur Ausbeutung der Gehirne zum Fundplatz gebracht worden waren.

Rumpfteile fehlen bei beiden Taxa fast vollständig.

Die fleischreichen oberen Extremitätenknochen machen beim Pferd 46 % der Knochenmasse und beim Elch 17,4 % der Knochenmasse aus. Während bei den eher fleischarmen unteren Extremitäten das genau umgekehrte Verhältnis besteht, machen sie beim Pferd doch 15,5 % und beim Elch 40,2 % der Knochenmasse aus.

Das Vorhandensein von Pferdeknochen dominierte in der Ausgrabungsfläche U.I. 82 C sec. Dobosi (2000) bezeichnet diesen Sektor auch als Pferdefleischvorratsplatz.

Jagdmuster

80 % der erlegten Elche und Pferde gehören der Kategorie adult an, was auf eine gezielte Jagd auf fleischreiche Tiere hindeutet. 46 der pleistozänen ungarischen Fundorte weisen Elche auf.

Bemerkenswert ist an diesem Fundort, dass er sich in der Frequenz der Taxa stark unterscheidet von den anderen frühen gravettienzeitlichen Freilandfundstellen, in denen überall das Mammut dominiert. In Bodrogkeresztúr-Henye macht das Mammut nur 5,5 % der Fundmenge aus. Während gefundene Femur- und Tibiateile auf

Nahrungsgewinnung schließen lassen, scheint die Mammutmandibula eher als Amboss zur Steinwerkzeugfabrikation genutzt worden zu sein.

Am einzigen Exemplar eines Höhlenlöwen konnten Entbalkungsspuren nachgewiesen werden.

Tab. A- 1525, Ergebnisse, Bodrogeresztúr-Henye

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus sp.</i> ,	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult: <i>Equus sp.</i> und <i>A. alces</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>Equus sp.</i> : obere Extremitäten, Schädel <i>A. alces</i> : obere Extremitäten, Schädel	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	-	5	0
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	sehr wahrscheinlich, aber nicht erwähnt	5	5
Jagdsaison	Elch: Frühling bis Sommerbeginn und Herbst Pferd: Frühling und Winter	5	5
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	22
Score: 0,65			

8 Ukraine

8.1 Buran-Kaya III/Krim

Name	Buran-Kaya III/Krim
Geograf. Breite	45°00' N
Geograf. Länge	34°25' E
Land	Ukraine
Höhe	314 müNN
Fundplatzgattung	kollabierter Abri
Lithische Industrie	Crimean Micoquian (Kiik-Koba facies), (Layer B), sehr späte Neandertaler
Datierung	Layer B 7/1: 33 210 ± 900 BP (OXA-4129) Layer B 7/2: 32 710 ± 940 BP (OXA-4130) (Monigal 2004)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Patou-Mathis 2004b)

Faunistisch untersucht wurde nur die Layer B, in der eine Anzahl von 16 680 Knochenfragmenten gefunden wurde. Die Knochendichte von 539/m² ist sehr hoch, und es wäre wünschenswert, wenn diese Angabe in allen Publikationen zur Fauna gemacht würde.

99,9 % der identifizierten Knochen stammen von Herbivoren. Mit einer NISP von 1259 und einer MNI von 24 ist die Saigaantilope die dominante Tierart. Eine NISP von 15326 ergaben die Knochen von Artiodactyla.

Mit jeweils maximal einem Exemplar sind *Equus sp.*, *Bos sp.*, *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius* und *Cervus elaphus* vertreten. Ebenfalls wurde auch nur ein Exemplar von *Canis lupus* und *Vulpes vel Alopex* gefunden. Die NISP dieser Tierarten liegt zwischen eins und 38, was bedeutet, dass es sich tatsächlich nur um jeweils wenige Skelettelemente handelt.

Skelettteilrepräsentanz

Obwohl die Knochen von *Saiga tartarica* gut erhalten sind, sind 92 % nicht auf Elementebene bestimmbar. Es handelt sich um 14 869 Knochensplitter von *Saiga tartarica*, die zu klein sind, um sie zuordnen zu können. Dennoch kann gesagt werden, dass in dem identifizierbaren Material alle cranialen und alle axialen Skelettelemente vertreten sind, die Tiere also wahrscheinlich komplett zum Abri gebracht worden waren.

Anthropogene Spuren

Alle Langknochen sind fragmentiert, der Bruch befindet sich an den proximalen Diaphysen.

Schlachtspuren

Es sind 8 Schnittspuren nachgewiesen, die durch Entfleischung entstanden sind. Eine weitere Schnittspur bei *Equus sp.* ist auf eine cranio-mandibuläre Desartikulation zurückzuführen. Die meisten Schlachtspuren treten bei *Saiga tartarica* auf. 0,3 % der Knochen tragen Schlachtspuren und diese resultieren in 83,6 % aus der Desartikulation.

Brandspuren

Insgesamt tragen 323 Knochen oder 2 % der Fauna Brandspuren. 317 davon sind kalziniert. Sie stammen von *Saiga tartarica* (306), Pferd (5) und Rotwild (3). Die verbrannten Knochenfragmente sind überwiegend bis 2 cm lang.

Jagdmuster:

Es sind sechs juvenile Saigaantilopen und 18 adulte Saigaantilopen vorhanden, was einem Prime age Profil entspricht. Zwei der adulten Tiere sind männlich, 16 sind weiblich.

Jagdsaison

Als Jagdzeit wird der Zeitraum von April bis Juli angegeben, da nach der Frühlingsmigration der Saigaantilope die Kälber geboren werden. Drei der juvenilen Tiere waren etwa ein Jahr alt.

Eine Saigaantilope erbringt ein Fleischgewicht von 410 kg. Im vorliegenden Fundplatz wurden den Tieren das Gehirn und die Zunge als Nahrungsressource entnommen. Das Knochenmark wurde aus den Langknochen und den Mandibulae gewonnen.

Tab. A- 1536, Ergebnisse, Buran- Kaya III

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Saiga tartarica</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult <i>S. tartarica</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse, bulk strategy, weil alles ausgebeutet wird: Fleisch, Knochenmark, Gehirn, Zunge	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	<i>S. tartarica</i> : April bis Juli	5	4
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	-	1	0
Σ =		34	26
Score: 0,76			

8.2 Kiik-Koba

Name	Kiik-Koba
Geograf. Breite	44°57' N

Geograf. Länge	34°21' E
Land	Ukraine
Höhe	120 m über dem Fluss Zuya
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Crimean Middlepaleolithic (keine Levalloise Methode) Schicht IV
Datierung	32 300 ± 300 BP (Ki-8163), Schicht IV = upper archaeological layer
Datierungsmethode	Radiocarbon
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Sablin 2013; Demidenko und Uthmeier 2013)

Kiik-Koba ist die berühmteste (Sablin 2013) ukrainische Höhle, denn sie hat zwei Neandertalerbestattungen aufzuweisen. Sie liegen aber zeitlich weit vor den hier auf Fauna untersuchten Fundschichten (OIS 4,5, 70 ka).

In der Schicht IV wurden 3094 Tierknochen gefunden, von denen 2593 identifiziert werden konnten, 501 Knochen waren komplett, das sind 16,2 % der Gesamtmenge. Die durchschnittliche Funddichte beträgt 58,9 Fragmente pro m². Der Erhaltungszustand wird als sehr gut beschrieben.

Es wurden 9 verschiedene Herbivorenarten gefunden, die dominanten Arten sind das Pferd mit sieben Exemplaren, die zwei verschiedenen Arten angehören, und der Riesenhirsch, ebenfalls mit sieben Exemplaren.

Tab. A- 1547, MNI und NISP der Taxa

Spezies	MNI	NISP
<i>E. latipes</i>	6	89
<i>E. hydruntinus</i>	1	2
<i>M. giganteus</i>	7	240
<i>M. primigenius</i>	4	44

<i>S. tartarica</i>	3	87
<i>C. elaphus</i>	2	1

Jagdmuster und Skeletteilrepräsentation

Von den Mammuta sind zwei adulte, ein subadultes und ein juveniles Exemplar. Fußfragmente dominieren.

Bei den Pferden sind es fünf adulte und ein subadultes Tier. Es sind alle Skeletteile vertreten.

Beim Riesenhirsch sind es sechs adulte und ein subadultes Tier. 10 % der Knochenfragmente entstammen Tarsalia, Carpalia und Phalangen.

Von der Saigaantilope wurden nur adulte Tiere erlegt, die dominanten Skeletteile sind Fußfragmente. Der hohe Anteil an Fußknochen beim Riesenhirsch und der Saigaantilope interpretiert Sablin mit der Ausnutzung des Knochenmarks in diesen Skeletteilen. Dies scheint mir nicht sehr wahrscheinlich, da dann auch ein großer Anteil an Extremitätenknochen vorhanden sein müsste, was Sablin für den Riesenhirsch aber mit „extremely rare“ bezeichnet.

Anthropogene Spuren

Schnittspuren wurden an 16 Knochen des Riesenhirschs, dreimal beim Pferd und viermal beim Mammut gefunden. Schlagspuren sind einmal beim Riesenhirsch und dreimal beim Mammut vorhanden. Die Schnittspuren beim Riesenhirsch befinden sich am distalen Ende des Humerus und am distalen Ende der Metacarpalia, dem Astragalus und den ersten und zweiten Phalangen. Diese Modifikationen sollen bei der Desartikulation der Karkasse entstanden sein. Alle Langknochen und Phalangen des Riesenhirschs waren zerbrochen, was auf Knochenmarksgewinnung hinweist.

Die Langknochen der Mammuta waren auch allesamt zur Knochenmarksgewinnung gebrochen worden.

Bei den Pferden deuten die Schnittspuren an Becken und Wirbelsäule auf das Filetieren von Fleisch hin und auf Desartikulation. Die Langknochen waren für die Knochenmarksgewinnung aufgebrochen worden.

Gruben und Feuerstellen

Bonch-Osmolowski der Erstausräber von Kiik-Koba in den 1920er Jahren entdeckte zwei tiefere Gruben, zwei seichte Gruben und eine Feuerstelle. Die Grube 1 hatte folgende Maße: 1,4 m lang, 0,8 m breit, 0,6 m tief. Sie störte die männliche Bestattung.

Die zweite tiefe Grube maß 0,7 m Länge, 0,82 m Breite und 0,38 m in der Tiefe. Der Inhalt beider Gruben war Sediment sowie archäologische Funde, wie sie die upper layer ebenfalls aufweist.

Die beiden seichten Gruben sind 1,5 m und bzw. 1 m im Durchmesser aber nur 0,2 m bzw. 0,1 m tief und sind mit dem o.g. Material verfüllt. Die Funktion dieser vier Gruben ist unklar.

Eine weitere Grube mit einem Durchmesser von 1,2 m und einer Tiefe von 0,15 m wird als Herdgrube gedeutet, weil sie am Boden mit einer schwarzen Verfüllung ausgekleidet war.

Tab. A- 1558, Ergebnisse, Kiik-Koba

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Megaloceros giganteus</i> , <i>Equus sp.</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	prime age adult bei <i>M. giganteus</i> und <i>Equus sp.</i>	5	5
Dominanz einzelner Skelett-elemente	hoher Anteil an „Fußknochen“ von <i>Mammuta</i> , <i>S.tartarica</i> , <i>M. giganteus</i>	5	3
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarksgewinnung	verschiedene Taxa	5	5

Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	20
Score: 0,59			
Bemerkungen	2 Neandertalerbestattungen, OIS 5-4, Knochenretuscheur		

8.3 Siuren I

Name	Siuren I/Krim
Geograf. Breite	44°58' N
Geograf. Länge	34°08' E
Land	Ukraine
Höhe	15 – 17 m über dem Belbek Fluss
Fundplatzgattung	Höhle
Lithische Industrie	Aurignacien
Datierung	Schicht Fb2: 29 950 ± 700 BP (Knochen), (OxA-5155) Schicht Ga: 28 450 ± 600 BP (Knochen), (OxA-5154) Schicht H: 30 490 ± 220 BP (Knochen), (Beta260924)
Datierungsmethode	Radiocarbon, AMS
Calibrierte Daten	-
Quelle	(Massé und Patou-Mathis 2012; Demidenko und Noiret 2012)

Die Fauna von Siuren I wurde untersucht in den Einheiten F, G und H, wobei F die jüngste Schicht ist. Insgesamt wurden in den drei Einheiten über 14 000 Knochen gefunden, von denen 85 % unbestimmbare Fragmente sind. Die Knochen sind sehr kleinstückig zerbrochen, unter 20 mm, und die Erhaltungsbedingungen werden als sehr schlecht beschrieben. Einheit F ist beeinflusst durch Wasser, Feuchtigkeit, Abplatzen von Knochenschichten und Einflüsse durch Wurzelwachstum. Einheit G ist ebenfalls zu 60 % kleinstückig zerbrochen, aber Witterungseinflüsse sind kaum vorhanden, was für eine rasche Einsedimentierung spricht. In Einheit H sind 70 % der Knochenfragmente kleiner als 20 mm, diese zeigen kaum Witterungseinflüsse dafür aber Einwirkungen von Wasser und Pflanzenwurzeln.

Tab. A- 1569, MNI der Taxa, verschiedene Einheiten

Taxa	Einheit F, MNI	Einheit G, MNI	Einheit H, MNI
<i>Equus sp.</i>	-	7	2
<i>Bos sp.</i>	3	5	1
<i>C. elaphus</i>	2	2	-
<i>M. giganteus</i>	-	2	-
<i>S. tartarica</i>	2	5	3
<i>Lepus sp.</i>	-	3	-
<i>C. lupus</i>	-	5	3
<i>Vulpes vel Al- opex</i>	1	11	3
<i>Aves</i>	-	7	1
Knochen ge- samt	175	11 399	2704

In allen drei Schichten dominiert bei den Herbivoren die Saigaantilope. Über die Alters- und Geschlechtsstruktur der Tiere in Einheit F konnten keine Aussagen getroffen werden.

Jagdmuster

In **Einheit G** sind zwei der Saigaantilopen adulte Tiere und zwei subadulte Tiere, ein Riesenhirsch ein ausgewachsenes, adultes Tier, einer der Boviden ist adult, einer subadult. Zwei Pferde waren tragend, erkennbar an fötalen Knochen. Drei der Pferde waren juvenil, 5–7 Jahre und eines 9–10 Jahre.

Für Wolf und Fuchs und die Vögel kann nicht entschieden werden, ob sie zur Jagdbeute gehörten oder Teil der Höhlenfauna waren.

Die Saigaantilopen der Einheit H sind juvenil, adult und matur, der Bovide ist adult, die zwei Pferde sind juvenil bzw. adult. Es ist nicht völlig klar, ob die Pferde erlegt oder als Aas in die Höhle gelangten.

Anthropogene Spuren

In allen drei Schichten sind anthropogene Spuren der Verarbeitung der genannten Tiere nachgewiesen: Schlachtspuren, Schlagspuren, verbrannte Knochen

Tab. A- 157, anthropogene Spuren, verschiedene Einheiten, Siuren I

Einheit F	Einheit G	Einheit H
Knochenmarkgewinnung, Green breakage	Schlachtspuren → Desartikulation beim Pferd, Boviden, Cerviden, Saigaantilope Wenig Zerstückelungsspuren.	Schlachtspuren an Pferd, Saigaantilope, mittelgroße Säuger nicht näher bestimmbar.
	Knochenmarkgewinnung durch Zerbrechen an der Diaphyse: Huftiere groß und mittelgroße Tieren, Boviden, Cerviden, Equus, <i>Saiga tartarica</i> .	Knochenmarkgewinnung, bei Pferd und Boviden.
Hoher Anteil an verbrannten Knochen	Entbalkungsspuren beim Fuchs	

Skelettteilrepräsentanz

Einheit G und H

Die Saigaantilopen wurden als ganze Tierkarkasse zu der Höhle gebracht. Vom Riesenhirsch, Pferd und Boviden wurden nur Teile zur Höhle gebracht (= Einheit G). In Einheit H wurden Teile von Pferd und Boviden vom Jagdplatz zur Höhle verbracht. Die Saigaantilope dagegen wurde vollständig eingebracht.

In der Schicht F wurden 8 Herde und Spuren einer Feuerstelle gefunden.

Die kleine Anzahl der Individuen bei vergleichsweise großer Diversität der Tierarten werten die Bearbeiterinnen als „opportunistische Jagd“. Für das eine, tragende Pferd kann eine Jagdzeit zwischen Dezember und März angenommen werden.

Wölfe und Vögel sind ohne menschliche Spuren.

Tab. A- 1581, Ergebnisse, Siuren I

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Saiga tartarica</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	Leporiden in G	3	3
Jagdmuster	viele adulte Tiere aber nicht signifikant, da große Teile der Fauna nicht bestimmt werden konnten	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	<i>S. tartarica</i> : ganze Karkasse <i>Bos sp.</i> , <i>Equus sp.</i> , <i>M. giganteus</i> teilweise	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	x	1	1

Knochenmarksgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	Dez bis März aber nur für ein Individuum <i>Equus sp.</i> nachgewiesen	5	3
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	8 Herde in Einheit F	1	1
$\Sigma=$		34	27
Score: 0,79			

9 Russland

9.1 Kostenki

Name	Kostenki 14, 15, 12, 1
Geograf. Breite	51°40' N
Geograf. Länge	39°10' E
Land	Russland
Höhe	100 müNN
Fundplatzgattung	Freilandfundstelle
Lithische Industrie	Early Upper Palaeolithic, Gorodsov archeological culture
Datierung	Upper humic beds: 30 000 – 39 000 cal BP Lower humic beds: 40 000 – 45 000 cal BP, Radiocarbon und OSL (2007, 2008) L II und L III = EUP = Upper humic bed Kostenki 14/L II: 32 - 34 cal BP Kostenki 12/L III: 40 000 cal BP

	Kostenki 15: 30 000 cal BP Radiocarbon, (1997)
Datierungsmethode	Radiocarbon, OSL
Calibrierte Daten	s.o.
Quelle	(Hoffecker et al. 2010)

In der Region von Kostenki wurden mindestens 10 Early Upper Paleolithic Freilandfundstellen mit mindestens 25 Besiedlungsschichten entdeckt. Hier soll die Fauna von Kostenki 14 und Kostenki 15 vorgestellt werden.

Kostenki 14/Schicht II

Es wurden auf der Grabung 1954, 2000 Pferdeknochen und -zähne identifiziert. Insgesamt sind > 95 % der Säugerfauna dem Pferd (*Equus latipes*) zuzuschreiben.

Außerdem wurden 800 Reste vom *Lepus sp.* gefunden und nur wenige Reste von *Cervus elaphus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Rangifer tarandus* und *Mammuthus primigenius*.

Die Knochen waren für eine Freilandstation relativ gut erhalten. Aus diesem Fundus wurden 2009 rund 1500 Knochen, sowie 100 Fragmente untersucht.

Anthropogene Spuren

Die Knochen weisen zahlreiche Schäden auf, die durch Werkzeuge verursacht wurden, insbesondere Schnitt- und Schlagspuren.

Alle Langknochen waren fragmentiert und weisen in ihrem Muster auf frischen Bruch hin.

Anzumerken ist, dass nach der Grabung eventuell Langknochenschafffragmente verworfen wurden.

Es gibt kaum Carnivorenverbiss. Ein hoher Prozentsatz der Knochen ist frisch gebrochen und trägt Schlag- und Schnittspuren. Patou-Mathis sieht darin einen Beleg für eine fortschreitende Zerlegung der Tierkarkassen.

Jagdmuster

Auf der Basis der distalen Tibia beträgt die MNI für Pferde 19. Anhand der übrigen Skeletteile wären es 11–14 Individuen. Es sind sowohl männliche als auch weibliche Tiere unterschiedlichen Alters vorhanden, wobei die weiblichen Tiere dominieren. Mindestens fünf Individuen sind juvenile Tiere. Alle Skeletteile sind vorhanden.

Das Mortalitätsmuster spricht für ein Catastrophic profile. Patou-Mathis geht davon aus, dass ein weiblicher Gruppenverband/Herde mit mehreren Jungtieren und einige adulte, männliche Tiere erlegt wurden.

Natürlich kann auch ein natürlicher, katastrophischer Tod der Tiere nicht ausgeschlossen werden. Aber das Fehlen von entsprechenden, lokalen Merkmalen für einen katastrophischen Tod spricht dafür, dass die Tiere von Menschen erlegt wurden, und das Muster entspricht dem der Freilandfundstelle Solutr .

Es existieren Spuren von Herden, die auf einen Kurzaufenthalt schließen lassen.

Tab. A- 1592, Ergebnisse, Kostenki 14

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus latipus</i>	1	1
Monospezifisch	95 %	3	3
Kleine Tiere	Leporidae	3	3
Jagdmuster	catastrophic profile	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	5	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	26
Score: 0,76			

Kostenki 15

Kostenki 15 wurde 1951 entdeckt, und zwar nicht bei einer Grabung des Upper Paleolithic Horizonts, sondern direkt an der Oberfläche und war entsprechend durch Frühjahrsfluten zerstört.

1952 wurde eine schalenförmige Vertiefung ausgegraben. Heute existiert diese Oberfläche praktisch nicht mehr. Zwei kalibrierte Radiocarbon Daten ergaben ein Alter von 30 000 cal BP von Knochen.

Von den 1501 Knochen gehören 95 % dem Pferd (*Equus latipus*) an und ergeben eine Individuenzahl von 11. Die anderen Tiere gehörten zu *Bos sp.*, *Lepus sp.*, *Canis lupus*, *Alopex lagopus*, *Mammuthus primigenius* und *Cervus elaphus*.

Aus dieser Sammlung wurden 2008 siebenhundert Knochen und Zähne des Pferdes untersucht.

Anthropogene Spuren

Es wurden Spuren von Werkzeugschäden wie Schlag- und Schnittmarken und Hackspuren, sowie Knochen, die Scherprozessen ausgesetzt waren, gefunden. Besonders bemerkenswert sind einige distale Humeri, deren Schlagmarken tiefe Einschnitte und Scherbrüche aufzeigten. 55 % der gebrochenen Knochen weisen einen frischen Bruch auf. Eine Knochenmarksausbeutung wird daher angenommen.

Skelettteilrepräsentanz

Es sind alle Skelettteile vorhanden. In der untersuchten Stichprobe wurden keine vollständigen Schädel oder Schädelfragmente beobachtet, während Rogachev (1957) eine große Anzahl an Schädelfragmenten in der Einheit 20/21 gefunden hatte.

Jagdmuster

Mindestens vier der Pferde waren juvenil, aber es gibt auch (Anzahl fehlt) adulte Individuen. Es sind beide Geschlechter vertreten mit einer Dominanz von weiblichen Tieren. Somit wird wieder die Jagd auf eine weibliche Herde angenommen, die mehr oder weniger zur selben Zeit zerlegt wurde.

Es existieren Spuren von Herden, die auf einen Kurzetaufenthalt schließen lassen.

Tab. A- 1603, Ergebnisse, Kostenki 15

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>E. latipus</i>	1	1
Monospezifisch	> 95 %	3	3
Kleine Tiere	Leporiden	3	3
Jagdmuster	-	5	0
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Jagdsaison	-	1	0
Herde, Feuerstellen, Aschelinsen	x	1	1
$\Sigma=$		34	23
Score: 0,68			

Kostenki 12/Schicht III

Kostenki 12 wurde zwischen 1950 – 54 zum ersten Mal untersucht und 1960 ein weiteres Mal auf mehreren Hundert Quadratmetern ausgegraben. Weitere Untersuchungen fanden in der 1970er, den frühen 1980er und von 1999–2003 statt. Der Block, der zwischen 1999 – 2003 untersucht wurde umfasste 144 m².

Eine Konzentration von Säugerknochen, die 2002 – 2003 entdeckt wurden, überdeckte eine Fläche von ca. 25 m² und lagerte überwiegend in einer 20 cm mächtigen Schicht. Sie lagen in einer Tiefe, die auf mehr als 40 000 cal BP datiert wird. Sie waren stark verwittert.

Die Knochen, die 2002 – 2003 aufgefunden wurden, sind zu 40 % vom Pferd (*E. latipus*) und zu 41 % vom Ren und 18 % von *Mammuthus primigenius*. 320 dieser Knochen konnten identifiziert werden, aber der weit größere Anteil von 658 Knochen konnte nicht auf Taxaebene identifiziert werden. Räumlich, horizontal überlappen sich die Überreste von Mammut, Ren und Pferd. Die vertikale Verteilung spricht dafür, dass es sich um mehrere Ereignisse handelt.

Anthropogene Spuren

Oberflächenschäden der Knochen von Ren, Mammut und Pferd stammen von Werkzeugen. Es sind Schlagmarken und in einem Fall mikroskopisch kleine Riefen, die auf Schlag hindeuten, beobachtet worden. Schnittspuren oder Einschnitte konnten keine entdeckt werden, was aber auch die Folge des Verwitterungszustandes sein könnte.

Mit wenigen Ausnahmen sind die Knochen fragmentiert. Beim Ren sind 45 % der Knochen frisch gebrochen, beim Pferd sind es 51 %. Während der trockene Bruch beim Pferd mit 26 % und beim Ren mit 46 % allerdings auch nicht unerheblich ist.

Der Carnivorenverbiss ist bei 25 % der Rentierknochen und 10 % der NISP der Pferdeknochen nachweisbar. Da es sich um eine Freilandfundstelle handelt und Carnivoren im Fundmaterial nicht erwähnt werden, darf man annehmen, dass diese nicht den Erstzugang zum Material hatten.

Jagdmuster

Bei den Rentieren ist ein Minimum von fünf adulten und einem subadulten Individuum gegeben. Bei den Pferden ist ein Minimum von vier adulten und einem subadulten, sowie einem einjährigen Individuum gegeben.

Skeletteilrepräsentation

Bei den Rentieren liegt ein signifikanter Mangel an Schädelanteilen vor. Die Skeletteilrepräsentanz bei beiden Arten ist gleichmäßig. Langknochen sind bei beiden Arten gut repräsentiert.

Hoffecker geht von mehreren Tötungs- und Schlachtereignissen aus. Die Interpretation des Befundes wird durch Transportvorgänge auf dem Hang erschwert. Die Knochenanordnung lässt den Schluss, dass es sich um eine Naturkatastrophe gehandelt haben könnte, nicht zu.

Tab. A- 1614, Ergebnisse, Kostenki 12

Merkmale	An- und Abwesenheit von Merkmalen	Gewichtungsfaktor	Erreichte Werte
Dominanz einzelner Taxa	<i>Equus latipus, Rangifer tarandus</i>	1	1
Monospezifisch	-	3	0
Kleine Tiere	-	3	0
Jagdmuster	adulte und <i>subadulte R. tarandus</i> adulte, subadulte, juvenile <i>E. latipus</i>	5	3
Dominanz einzelner Skelettelemente	ganze Karkasse	5	5
Schlacht- und Schnittspuren	x	5	5
Brandspuren	-	1	0
Knochenmarkgewinnung	x	5	5
Herde, Feuerstellen Aschelinsen	-	1	0
$\Sigma=$		34	19
Score: 0,56			

Kostenki 1, Schicht V

Kostenki 1 ist der Originalfundplatz, der 1920 entdeckt und in den 1920er und 1930er Jahren untersucht wurde. Dabei lagen Post EUP Schichten im Fokus.

1938 wurde mit Schicht V ein EUP entdeckt, der zusammen mit anderen EUP Schichten zwischen 1948 – 1951, 1979 und 1986 – 1994 untersucht wurde.

2004 und 2005 wurde ein 4 m x 5 m großer Block im Südwesten an der Grenze zu Kostenki 1 untersucht. Es ergaben sich 576 Knochen und Zähne von Mammuts. Der überwiegende Anteil der Knochen (87 %) machen Rippenfragmente aus, die einem

Individuum zugeschrieben werden konnten. Mandibula und Stoßzahnfragmente sind vorhanden, aber keine weiteren Schädelfragmente. Es fehlen auch alle Fußknochen. Eventuell liegen fehlende Skelettteile in noch nicht ausgegrabenen Arealen.

Anthropogene Spuren

Einige Skelettelemente trugen Schäden von Werkzeugen.

Weitere Einheiten in Kostenki 1 wurden 2006–2007 eröffnet und erbrachten 58 Mammutknochen sowie wenige Ren- und Pferdsknochen.

Die stratigrafische Schicht V wird dem „lower humic bed“, gebildet vor 30 000 cal BP, zugeschrieben, kann aber auch alternativ einer jüngeren Einheit angehören. Der Verwitterungsgrad ist hoch, sodass Werkzeugschäden und Carnivorenverbiss nicht erkennbar wurden.

Green breakage konnte an Knochen aus der Grabung 2006–2007 entdeckt werden. Es handelt sich um lineare Schnittspuren und eine Hackspur, sowie um Furchen, die die Nutzung von Brecheisen oder Hebeln zum Desartikulieren von Gelenkverbindungen nahelegen.

Insgesamt darf aus beiden Grabungskampagnen nur von einem subadulten Mammut ausgegangen werden und davon, dass dessen Karkasse nach und nach von Menschen und Carnivoren ausgebeutet wurde, und es ist unklar, ob das Tier von Menschen gejagt oder nur gescavenged wurde.

Da es sich nur um ein Exemplar handelt, wird auf eine Auswertung verzichtet.

Literaturverzeichnis

- Absolon, Karl (1938): Die Erforschung der diluvialen Mammut-Jäger-Station von Unter- Wisternitz an den Pollauer Bergen in Mähren. Arbeitsbericht über das erste Jahr 1924. Brünn: Druck der Mährischen Druckerei A. G. Polygrafie in Brünn.
- Ashton, Nick; Scott, Beccy (2016): The British Middle Palaeolithic. In: *Quaternary International* 411, S. 62–76. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.06.011.
- Baryshnikov, Gennady; Hoffecker, John F.; Burgess, Robin L. (1996): Palaeontology and Zooarchaeology of Mezmaiskaya Cave (Northwestern Caucasus, Russia). In: *Journal of Archaeological Science* (23), S. 313–335.
- Blackmar, Jeanette M. (2002): La faune moustérienne de site de Solutré-village (Cave Denuziller). In: Jean Combier und Anta Montet-White (Hg.): Solutré 1968-1998, S. 219–223.
- Blanco-Lapaz, Angel (2019): Fische. In: Claus-Joachim Kind (Hg.): Löwenmensch und mehr. Die Ausgrabungen 2008–2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal, Gemeinde Asselfingen, Archäologie in Baden-Württemberg, Band 15:, S. 175–178.
- Blumenshine, Robert J.; Madrigal, T.Cregg (1993): Variability in Long Bone Marrow Yields of East African Ungulates and its Zooarchaeological Implications. In: *Journal of Archaeological Science* 20 (5), S. 555–587. DOI: 10.1006/jasc.1993.1034.
- Bochenski, Zbigniew M.; Tomek, Teresa; Wilczynski, Jaroslav; Svoboda, Jiri; Wertz, Krzysztof; Wojtal, Piotr (2009): Fowling during the Gravettian: The avifauna of Pavlov I, the Czech Republic. In: *Journal of Archaeological Science* (36), 2655-2565.
- Böhme, Gottfried (2019): 8 Skelettreste von Fischen, Amphibien und Reptilien aus der jungpleistozänen Schichtenfolge der Geißenklösterle-Höhle bei Blaubeuren. In: Nicholas J. Conard, Michael Bolus und Susanne Münzel (Hg.): Geißenklösterle. Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Tübingen: Kerns Verlag, S. 117–134.
- Bordes, J.-G. (2002): Les interstratifications Châtelperronian/Aurignacian du Roc-de-Combe et dur Piage (Lot, France). Dissertation No 2164. Université Bordeaux I, Bordeaux.
- Böttcher, Roland; Cep, Berrin; Kind, Claus-Joachim; Mörike, Doris; Pawlik, Alfred; Rähle, Wolfgang et al. (2000): Kogelstein- eine mittelpaläolithische Fundstelle bei Schelklingen-Schmiechen. In: *Fundberichte aus Baden- Württemberg, Band 25*, S. 1–177, zuletzt geprüft am in Sammelmappe.
- Brugère, Alexis (2014): Not one but two mammoth hunting strategies in the Gravettian of the Pavlov Hills area (southern Moravia). In: *Quaternary International* 337, S. 80–89. DOI: 10.1016/j.quaint.2014.05.016.

- Brugère, Alexis; Fontana, Laure; Oliva, Martin (2009): Mammoth procurement and exploitation at Milovice (Czech Republic). New Data for the Moravian Gravettian. In: L. Fontana, F. - X. Chauvière und A. Bridault (Hg.): In search of total animal exploitation. Case studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic. Oxford: John and Erica Hedges (BAR International Series 2040), S. 45–69.
- Brühl, Enrico (2005): The Bone, Antler and ivory tools. In: Jiri A. Svoboda (Hg.): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, S. 252–293.
- Burke, Ariane (1999): Butchering and Scavenging at the Middle Paleolithic Site of Starosele. Chapter 1. In: Victor P. Chabai und Katherine Monigal (Hg.): The Middle Paleolithic of Western Crimea, Vol. 2. Liège (ERAUL, 87), S. 1–40.
- Burke, Ariane (2000): The View from Starosele: Faunal Exploitation at a Middle Palaeolithic Site in Western Crimea. In: *International Journal of Osteoarchaeology* (10), S. 325–335.
- Burke, Ariane (2004): Karabi Tamchin: Faunal Remains. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea. Liège: ERAUL 104, S. 283–288.
- Castel, Jean-Christophe; Discamps, Emmanuel; Soulier, Marie-Cécile; Sandgathe, Dennis; Dibble, Harold L.; McPherron, Shannon J.P. et al. (2017): Neandertal subsistence strategies during the Quina Mousterian at Roc de Marsal (France). In: *Quaternary International* 433, S. 140–156. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.12.033.
- Chabai, Victor P. (2004): Chokurcha I: Introduction. Chapter 21. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea. Liège: ERAUL 104, S. 343–353.
- Chiotti, Laurent; Patou-Mathis, Marylène; Vercoutère, Carole (2003): Comportements techniques et de subsistance à l'Aurignacien ancien. La couche 11 de l'abri Pataud (Dordogne). In: *galip* 45 (1), S. 157–203. DOI: 10.3406/galip.2003.2038.
- Combier, Jean; Hofman, Jack (2002): Le secteur J 10, le "magma" Gravettien. In: Jean Combier und Anta Montet-White (Hg.): Solutré 1968-1998, S. 89–98.
- Combier, Jean; Montet-White, Anta (2002): Les secteurs L13 et M12, fouilles des niveaux du Paléolithique supérieur ancien. In: Jean Combier und Anta Montet-White (Hg.): Solutré 1968-1998, S. 79–87.
- Comeyne, Alexander (2012-2013): Taphonomy, osteometry and archaeozoology of the Pleistocene herbivores from the third horizon of the Goyet cave, Belgium. MSc. Universität Gent, Gent. Faculteit Wetenschappen, zuletzt geprüft am 05.06.2018.
- Conard, N. J.; Bolus, M.; Goldberg, P.; Münzel, S. (2006): The last Neanderthals and the first modern humans in the Swabian Jura. In: Nicholas J. Conard (Hg.): When Neanderthals and modern humans met. Tübingen: Kerns Verlag, S. 304–341.

Conard, Nicholas J. (Hg.) (2006): When Neanderthals and modern humans met. Tübingen: Kerns Verlag.

Conard, Nicholas J.; Bolus, Michael (2003): Radiocarbon dating the appearance of modern humans and timing of cultural innovations in Europe. New results and new challenges. In: *Journal of Human Evolution* 44 (3), S. 331–371. DOI: 10.1016/S0047-2484(02)00202-6.

Conard, Nicholas J.; Bolus, Michael (2008): Radiocarbon dating the late Middle Paleolithic and the Aurignacian of the Swabian Jura. In: *Journal of Human Evolution* 55, S. 886–897.

Conard, Nicholas J.; Bolus, Michael; Münzel, Susanne (Hg.) (2019): Geißenklösterle. Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Tübingen: Kerns Verlag.

Conard, Nicholas J.; Bolus, Michael; Münzel, Susanne C. (2012): Middle Paleolithic land use, spatial organization and settlement intensity in the Swabian Jura, Southwest Germany. In: *Quaternary International* 247, S. 236–245.

Conard, Nicholas J.; Kitagawa, Keiko; Krönneck, Petra; Böhme, Madelaine; Münzel, Susanne C. (2013): The Importance of Fish, Fowl and small Mammals in the Paleolithic Diet of the Swabian Jura, Southwestern Germany. In: Jamie L. Clark und John D. Speth (Hg.): *Zooarchaeology and modern human origins: Human hunting behavior during the Later Pleistocene*. Dordrecht: Springer Science + Business Media, S. 173–190.

Connet, Nelly; Bayle, Grégory; Bémilli, Céline; Kervazo, Bertrand; Konik, Stéphane; Julien, Michèle et al. (2012): Stratégies de subsistance des Aurignaciens de Solutré (Saône-et-Loire). Les apports de la fouille préventive de 2004. In: *galip* 54 (1), S. 33–65. DOI: 10.3406/galip.2012.2493.

Costamagno, Sandrine; Meignen, Liliane; Beauval, Cédric; Vandermeersch, Bernhard; Maureille, Bruno (2006): Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France). A mousterian reindeer hunting camp? In: *Journal of Anthropological Archaeology* 25 (4), S. 466–484. DOI: 10.1016/j.jaa.2006.03.008.

CRADER, D. C. (1983): Recent single-carcass bone scatters and the problem of "butchery" sites in the archaeological record. In: *Animal and Archaeology. 1. Hunters and their Prey, BAR International Series* 163, S. 107–141. Online verfügbar unter <https://ci.nii.ac.jp/naid/10009829899/>.

Currant, Andrew; Jacobi, Roger (2001): A formal mammalian biostratigraphy for the Late Pleistocene of Britain. In: *Quaternary Science Reviews* 20 (16-17), S. 1707–1716. DOI: 10.1016/S0277-3791(01)00035-X.

Daujeard, C.; Vettese, D.; Britton, K.; Béarez, P.; Boulbes, N.; Crégut-Bonnoure, E. et al. (2017): Neanderthal selective hunting of reindeer? The case study of Abri du Maras (southeastern France). In: *Archaeological and Anthropological Sciences*. DOI: 10.1007/s12520-017-0580-8.

Daujeard, Camille; Abrams, Grégory; Germonpré, Mietje; Le Pape, Jeanne- Marie; Wampach, Alicia; Di Modica, Kevin; Moncel, Marie-Hélène (2016): Neanderthal and animal karstic occupations from southern Belgium and south-eastern France: Regional or common features? In: *Quaternary International* (411), S. 179–197.

Demay, Laetitia; Péan, Stéphane; Patou-Mathis, Marylène (2012): Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine). In: *Quaternary International* (276-277), S. 212–226.

Demidenko, Yuri E.; Noiret, Pierre (2012): Radiocarbon Dates for the Siuren I Sequence. In: Yuri E. Demidenko, Marcel Otte und Pierre Noiret (Hg.): Siuren I Rock-Shelter. From late Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic to Epi-Paleolithic in Crimea. Liège (The Paleolithic of Crimea, IV, Études et recherches archéologiques de l'Université de Liège/Université de Liège; 129), S. 49–53.

Demidenko, Yuri E.; Uthmeier, Thorsten (Hg.) (2013): Kiik-Koba Grotto Crimea (Ukraine). Rahden/Westfahlen: Verlag Marie Leidorf.

Dibble, Harold L.; McPherron, Shannon J. P.; Goldberg, Paul; Sandgathe, Dennis M. (Hg.) (2018): The Middle Paleolithic Site of Pech de l'Azé: Springer.

Dobosi, Viola T. (Hg.) (2000): Bodrogkeresztur-Henye /NE-Hungary Upper Palaeolithic Site. Budapest: Printing House of the Hungarian National Museum.

Einwögerer, Thomas (2000): Die jungpaläolithische Station auf dem Wachtberg in Krems, NÖ. Rekonstruktion einer wissenschaftlichen Darlegung der Grabung von J. Bayer aus dem Jahr 1930. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft.

Enloe, James G. (1993): Subsistence Organization in the Early Upper Paleolithic: Reindeer Hunters of the Abri du Flageolet, Couche V. In: Before Lascaux. The Complex Record of the Early Upper Paleolithic: CRC Press, S. 101–112.

Enloe, James G. (2013): Neanderthal to Neanderthal Evolution: Preliminary Observations on Faunal Exploitation from Mousterian to Châtelperronian at Arcy-sur-Cure. In: Jamie L. Clark und John D. Speth (Hg.): Zooarchaeology and Modern Human Origins: Human Hunting Behavior during the Later Pleistocene (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology). Dordrecht: Springer, S. 163–172.

Farizy, C.; David, F.; Jaubert, J. (Hg.) (1994): Hommes et Bisons du Paléolithique Moyen à Mauran (Haute-Garonne). Paris: CNRS Edition, 20-22, rue Saint-Amand 75015 Paris.

Felgenhauer, Fritz (1956-1959): Willendorf in der Wachau. Monographie der Paläolithischen Fundstellen I-VII, 1. Teil, Text. Wien: Kommissionsverlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien.

Fladerer, Florian A. (2001): Die Faunarestes vom jungpaläolithischen Lagerplatz Krems-Wachtberg, Ausgrabung 1930. Jagdwild und Tierkörpernutzun an der Donau vor 27 000 Jahren. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Mitteilunge der Prähistorischen Kommission, 39).

Fladerer, Florian A. (2011): Die Faunarestes vom jungpaläolithischen Lagerplatz Krems-Wachtberg Ausgrabung 1930. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft (39).

Fladerer, Florian A.; Salcher-Jedrasiak, Tina (2010): Animal Facts and Human Decisions, 27 ka Ago: The Krems-Hundssteig 2000-2002 Camp Periphery. In: Christine Neugebauer-Maresch und Linda R. Owens (Hg.): *New Aspects of the Central und Eastern European Upper Palaeolithic - methods, chronology, technology and subsistence*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, S. 163–181.

Fladerer, Florian A.; Salcher-Jedrasiak, Tina; Händel, Marc; Simon, Ulrich (2010): Evidence of mammoth bone grease manufacture within a 27 ka BP Gravettian encampment at Krems an der Donau (Lower Austria)? In: *alexandriaarchive.org*.

Fladerer, Florian A.; Salcher-Jedrasiak, Tina A.; Händel, Marc (2014): Hearth-side bone assemblages within the 27 Ka BP Krems-Wachtberg settlement: Fired ribs and the mammoth bone-grease hypothesis. In: *Quaternary International* (351), S. 115–133.

Freund, Gisela; Reisch, Ludwig (Hg.) (2014): Sesselfelsgrötte VI Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren“).

Frouin, Marine; Lahaye, Christelle; Mercier, Norbert; Guibert, Pierre; Couchoud, Isabelle; Texier, Jean-Pierre et al. (2017): Chronologie du site moustérien de type Quina des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente, France). In: *PALEO. Revue d'archéologie préhistorique* (28), S. 117–136. Online verfügbar unter <http://journals.openedition.org/paleo/pdf/3111>.

Gaudzinski, S.; Roebroeks, W. (2000): Adults only. Reindeer hunting at the middle palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, northern Germany. In: *Journal of Human Evolution* 38 (4), S. 497–521. DOI: 10.1006/jhev.1999.0359.

Gaudzinski, Sabine (1999a): Das mittelpaläolithische Rentierjägerlager bei Salzgitter-Lebenstedt. In: Manfred Boetzkes, Ingeborg Schweitzer und Jürgen Vespermann (Hg.): *EisZeit. Das große Abenteuer der Naturbeherrschung*. Hildesheim und Stuttgart: Roemer- und Pelizaeus Museum und Jan Throbecke Verlag, S. 166–175.

Gaudzinski, Sabine (1999b): Knochen und Knochengeräte der mittelpaläolithischen Fundstelle Salzgitter-Lebenstedt (Deutschland). In: *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*. 45. Jahrgang, 1998, Teil 1, Teil 1. Teil 1. Mainz: Dr. Rudolf Habelt GmbH, S. 163–220.

Gaudzinski, Sabine (2000): Zur systematischen Verwertung der Jagdbeute im Mittelpaläolithikum. Ein Beitrag zu Salzgitter- Lebenstedt. In: *Germania* 78, S. 247–270.

Gaudzinski, Sabine (2006): Monospecific of Species-Dominated Faunal Assamblage During the Middle Paleolithic in Europe. In: Erella Hovers und Steven L. Kuhn (Hg.): *Transitions*

before the transition. Evolution und stability in the Middle Palaeolithic and Middle Stone Age. New York: Springer, S. 137–147.

Gautier, Achilles; Cordy, Jean-Marie; Straus, Lawrence G.; Otte, Marcel (1997): Taphonomic, Chronostratigraphic, Paleoenviromental and Anthropogenic Implications of the Upper Pleistocene Faunas from Le Trou Magritte, Belgium. In: *Anthropozoologica* (25,26), 343-345.

Germonpré, Mietje; Udrescu, Mircea; Fiers, Evelyne (2012/ 2013): The Fossil Mammals of Spy. Chapter XV. In: *Anthropologica et Praehistorica* (123), S. 289–327.

Germonpré, Mietje; Udrescu, Mircea; Fiers, Evelyne (2014): Possible evidence of mammoth hunting at the Neanderthal site of Spy (Belgium). In: *Quaternary International* 337, S. 28–42. DOI: 10.1016/j.quaint.2012.10.035.

Grayson, Donald K.; Delpech, Françoise (2008): The large mammals of Roc de Combe (Lot, France). The Châtelperronian and Aurignacian assemblages. In: *Journal of Anthropological Archaeology* 27 (3), S. 338–362. DOI: 10.1016/j.jaa.2008.04.002.

Grayson, Donald K.; Delpech, Françoise (1998): Changing Diet Breadth in the Early Upper Palaeolithic of Southwestern France. In: *Journal of Archaeological Science* 25 (11), S. 1119–1129. DOI: 10.1006/jasc.1998.0339.

Grote, Klaus; Preul, Fritz (1978): ... mittelpaläolithische Lagerplatz in Salzgitter-Lebenstedt. Vorbericht über die Grabung und die geologische Untersuchung 1977. I. Archäologischer Vorbericht. In: *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte*, S. 77–106.

Guenther, Ekke W. (1991): Die Backenzähne von *Mammuthus primigenius* und *Mammuthus primigenius-trogotherii* von Salzgitter-Lebenstedt und einigen anderen Fundorten. In: Busch, Schwabedissen (Hg.) 1991 – Der altsteinzeitliche Fundplatz Salzgitter-Lebenstedt, S. 101–161.

Günther, Klaus (1964): Die altsteinzeitlichen Funde der Balver Höhle. Münster: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung Münster Westfalen.

Hahn, Joachim (1972): Eine jungpaläolithische Feuerstelle aus Lommersum, Kreis Euskirchen. In: Beiträge zum Paläolithikum im Rheinland, Bd. 11. Bonn: Rheinland Verlag GmbH (Rheinische Ausgrabungen, 11), S. 56–79.

Hahn, Joachim (1988): Die Geißenklösterle-Höhle im Achtal bei Blaubeuren: Fundhorizontbildung und Besiedlung im Mittelpaläolithikum und im Aurignacien. Stuttgart: Theiss (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg,, 26).

Hahn, Joachim (1989): Genese und Funktion einer jungpaläolithischen Freilandstation: Lommersum im Rheinland. Köln: Rheinland Verlag GmbH.

Hahn, Joachim; Koenigswald, Wighart von; Wagner, Eberhard; Wille, Wolfgang (1977): Das Geissenklösterle bei Blaubeuren, Alb-Donau-Kreis Eine altsteinzeitliche Höhlenstation der mittleren Alb. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. In: *Fundberichte aus Baden- Württemberg, Band 3*, S. 14–37.

- Händel, Marc; Salcher-Jedrasiak, Tina A.; Fladerer, Florian A. (2015): Putting Gravettian hunters's behaviour under the microscope: The case of hearth I at Krems-Wachtberg. In: *Quaternary International* (359-360), S. 280–291.
- Haynes, Gary (1991): *Mammoths, Mastodons and Elephants. Biology, Behavior, and the Fossil Record*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedges, R. E.; Housley, R. A.; Law, I. A.; Bronk, C. R. (1990): RADIOCARBON DATES FROM THE OXFORD AMS SYSTEM: ARCHAEOOMETRY DATELIST 10 - HEDGES - 1990 - Archaeometry - Wiley Online Library. In: *Archeometry* (32), S. 101–108. Online verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1475-4754.1990.tb01086.x>, zuletzt geprüft am 17.07.2018.
- Hoffecker, John F.; Kuz'mina, I. E.; Syromyatnikova, E. V.; Anikovich, M. V.; Sinitsyn, A. A.; Popov, V. V.; Holliday, Vance T. (2010): Evidence for kill-butchery events of early Upper Paleolithic age at Kostenki, Russia. In: *Journal of Archaeological Science* (37), S. 1073–1089.
- Jöris, Olaf (2001): *Der spätmittelpaläolithische Fundplatz Buhlen (Grabungen 1966 -69). Stratigrafie, Steinartefakte und Fauna des Oberen Fundplatzes*. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH (73).
- Kind, Claus-Joachim (Hg.) (2019): *Löwenmensch und mehr. Die Ausgrabungen 2008 –2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal, Gemeinde Asselfingen, Archäologie in Baden-Württemberg, Band 15.*, zuletzt geprüft am 29.06.2020.
- Kindler, Lutz (2012): *Die Rolle von Raubtieren bei der Einnischung und Subsistenz jungpleistozäner Neandertaler. Archäologie und Taphonomie der mittelpaläolithischen Fauna aus der Balver Höhle (Westfahlen)*. Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 99).
- Kitagawa, Keiko (2014): *Exploring hominins and animals in the Swabian Jura: Study of the Paleolithic fauna from Hohlenstein-Stadel*. Dissertation. Eberhard- Karls- Universität Tübingen, Tübingen.
- Kitagawa, Keiko (2019): *Großsäuger*. In: Claus-Joachim Kind (Hg.): *Löwenmensch und mehr. Die Ausgrabungen 2008–2013 in den altsteinzeitlichen Schichten der Stadel-Höhle im Hohlenstein Lonetal, Gemeinde Asselfingen, Archäologie in Baden-Württemberg, Band 15.*, S. 135–166.
- Klein, Richard G.; Cruz-Uribe, Kathryn (1984): *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. Chicago und London: The University of Chicago Press.
- Kleinschmidt, Adolf (1953): *Die zoologischen Funde der Grabung Salzgitter- Lebenstedt 1952*. In: *Eiszeitalter und Gegenwart* (3), S. 166–188.
- Klíma, Bohuslav (1963): *Dolní Vestonice, Výzkum táboriste lovcu mamutu v letech 1947-1952*. Prag: Nakladatelství Československé Akademie Ved.

- Klíma, Bohuslav (1995): Dolní Věstonice II. Ein Mammutjägerplatz und seine Bestattungen. Liège: Etudes et Recherches Archéologique de l' Université de Liège (Vol. 3).
- Kowalski, K. (1972): Studies on Raj cave near Kielce (Poland) and its deposits. In: *Folia Quaternaria*.
- Krönneck, P.; Niven, L.; Uerpmann, H.-P. (2004): Middle Palaeolithic subsistence in the Lone Valley (Swabian Alb, southern Germany). In: *International Journal of Osteoarchaeology* 14 (34), S. 212–224. DOI: 10.1002/oa.757.
- Krönneck, Petra (2012): Die pleistozäne Makrofauna des Bockstein (Lonetal, Schwäb. Alb). Ein neuer Ansatz zur Rekonstruktion der Paläoumwelt. Dissertation. Eberhard- Karls- Universität Tübingen, Tübingen. Mathematisch- Naturwiss. Fakultät.
- Krönneck, Petra (2019): 7 Die Vogelfauna aus dem Geißenklösterle. In: Nicholas J. Conard, Michael Bolus und Susanne Münzel (Hg.): Geißenklösterle. Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon.de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Tübingen: Kerns Verlag, S. 101–116.
- Kufel-Diakowska, Bernadeta; Wilczynski, Jaroslaw; Wojtal, Piotr; Sobczyk, Krzysztof (2016): Mammoth hunting- Impact traces on backed implements from a mammoth bone accumulation at Kraków Spadzista (southern Poland). In: *Journal of Archaeological Science* 65, S. 122–133.
- Lacarrière, Jessica; Bodu, Pierre; Julien, Marie-Anne; Dumarçay, Gaëlle; Goutas, Nejma; Lejay, Mathieu et al. (2015): Les Bossats (Ormesson, Paris basin, France). A new early Gravettian bison processing camp. In: *Quaternary International* 359-360, S. 520–534. DOI: 10.1016/j.quaint.2014.11.011.
- Ludowici, Babette; Pöppelmann, Heike (Hg.) (2018): Die Tierknochenfunde der mittelpaläolithischen Jägerstation von Salzgitter-Lebenstedt Forschungen und Berichte des Braunschweigischen Landesmuseums - Neue Folge: Amazon.de: Babette Ludowici, Heike Pöppelmann, Braunschweigisches Landesmuseum: Bücher. Braunschweigisches Landesmuseum. 1. Aufl. (1).
- Mania, Dietrich; Toepfer, Volker (1973): Königsau - Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithischer Fundplatz der letzten Eiszeit. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Marquer, L.; Otto, T.; Nespoulet, R.; Chiotti, L. (2010): A new approach to study the fuel used in hearths by hunter-gatherers at the Upper Palaeolithic site of Abri Pataud (Dordogne, France). In: *Journal of Archaeological Science* 37 (11), S. 2735–2746. DOI: 10.1016/j.jas.2010.06.009.
- Martisius, Naomi L.; Dogandzic, Tamara; Lenoir, Michel; McPherron, Schannon P.; Steele, Theresa (2015): Neandertal Subsistence at the Late Mousterian Site of Abri Peyrony, France. Hg. v. Society for American Archaeology 80th Annual Meeting. Society for American Archaeology. San Francisco, zuletzt geprüft am 17.08.2018.

- Massé, Jessica; Patou-Mathis, Marylène (2012): Zooarchaeological Analysis of the faunal Assamblages from Siuren I, Crimea (Ukraine). In: Yuri E. Demidenko, Marcel Otte und Pierre Noiret (Hg.): Siuren I Rock-Shelter. From late Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic to Epi-Paleolithic in Crimea. Liège (The Paleolithic of Crimea, IV, Études et recherches archéologiques de l'Université de Liège/Université de Liège; 129), 55-53.
- Maul, Lutz Christian (2014): Leporid remains of the Sesselfelsgrötte (Neuessig, Lower Bavaria). In: Gisela Freund und Ludwig Reisch (Hg.): Sesselfelsgrötte VI Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II". Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren), S. 119–139.
- Monigal, Katherine (2004): Introduction to the Site of Buran-Kaya III. Chapter 1. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea. Liège: ERAUL 104, S. 1–18.
- Morin, Eugène (2012): Reassessing paleolithic subsistence. The Neandertal and modern human foragers of Saint-Césaire. New York: Cambridge Univ. Press.
- Münzel, Susanne (2005): Mammoth remains in the Upper and Middle Palaeolithic layers of Geißenklösterle Cave (Ach. Hunting season, acquisition of raw material and tool production at Geißenklösterle Cave. In: D. Vialou, J. Renault-Miskovsky und M. Mathou-Patis (Hg.): Comprends des hommes du Paléolithique Moyen et Supérieur en Europe: territoires et milieux. Paris, S. 39–49.
- Münzel, Susanne (2019): Die jungpleistozäne Großsäugerfauna aus dem Geißenklösterle. In: Nicholas J. Conard, Michael Bolus und Susanne Münzel (Hg.): Geißenklösterle. Chronostratigraphie, Paläoumwelt und Subsistenz im Mittel- und Jungpaläolithikum der Schwäbischen Alb Tübinger Monographien zur Urgeschichte: Amazon. de: Conard, Nicholas J., Bolus, Michael, Münzel, Susanne C.: Bücher. Tübingen: Kerns Verlag, S. 245–304.
- Münzel, Susanne; Conard, Nicholas J. (2004a): Cave bear hunting in Hohle Fels, a cave site in the Ach Valley, Swabian Jura. In: *Revue de Paléobiologie*, (23 (2)), S. 1–9.
- Münzel, Susanne C.; Conard, Nicholas J. (2004b): Change and Continuity in Subsistence during the Middle and Upper Palaeolithic in the Ach Valley of Swabia (South-west Germany). In: *International Journal of Osteoarchaeology* (14), S. 225–243.
- Münzel, Susanne C.; Langguth, Kurt; Conard, Nicholas J.; Uerpmann, Hans-Peter (2001): Höhlenbärenjagd auf der Schwäbischen Alb vor 30 000 Jahren. In: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31, S. 317–328.
- Musil, Rudolf (2003): The Middle und Upper Palaeolithic Game Suite in Central and South-eastern Europe. In: Andel, Davies (Hg.) 2003 – Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation, S. 167–190.

- Musil, Rudolf (2005): Animal Prey. In: Jiri A. Svoboda (Hg.): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, S. 190–228.
- Musil, Rudolf (2010): The Environment of the Middle Palaeolithic Site in Central and Eastern Europe. In: *Acta Universitatis Wratislaviensis* No 3207 (Studia Archeologicze XLI, Wroclaw), S. 1–59.
- Neugebauer-Maresch, Christine (2008): Krems-Hundssteig- Mammutjägerlager der Eiszeit. Ein Nutzungsareal paläolithischer Jäger-und-Sammler(innen) vor 41 000- 27 000 Jahren. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft.
- Newman, Margaret E. (1995): Organic Residue Analysis of The Lithic Artifacts From Le Trou Magritte. In: Marcel Otte (Hg.): Le Trou Magritte, Fouilles 1991 -1992. Resurrection of a Classique én Wallonie. Liège: ERAUL 69, S. 189–194.
- Niven, Laura (2006): The Palaeolithic Occupation of Vogelherd Cave: Implications for the Subsistence Behavior of Late Neanderthals and Early Modern Humans. Tübingen: Kerns Verlag (Tübingen Publications in Prehistory).
- Niven, Laura; Martin, Hélène (2018): Zooarcheological Analysis of the Assemblage from 2000-2003 Excavations. In: Harold L. Dibble, Shannon J. P. McPherron, Paul Goldberg und Dennis M. Sandgathe (Hg.): The Middle Paleolithic Site of Pech de l'Azé: Springer, S. 95–116.
- Oliva, Martin (2009): Geography, Stratigraphy and Dating. In: Martin Oliva (Hg.): Mi- lovice: Site of the Mammoth People. Brno: Moravske Zemske Muzeum, S. 22–25.
- Otte, Marcel (Hg.) (1995): Le Trou Magritte, Fouilles 1991-1992. Resurrection of a Classique én Wallonie. Liège: ERAUL 69.
- Pastors, Andreas (2001): Die mittelpaläolithische Freilandstation von Salzgitter-Lebenstedt: Genese der Fundstelle und Systematik der Steinbearbeitung. Salzgitter: Archiv der Stadt Salzgitter.
- Pastoureau, Michel (2007): L'OURS.
- Patou-Mathis, M. (2004a): Subsistence Behaviours in a Middle Palaeolithic Site in Poland: Raj Cave. In: *International Journal of Osteoarchaeology* (14), S. 244–255.
- Patou-Mathis, Marylène (1997): LES GRANDS MAMMIFÈRES DE LA COUCHE 5 DE MUTZIG I (BAS-RHIN). LA SUBSISTANCE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN EN ALSACE. In: *ANTHROPOLOGICA* (25-26), S. 363–374.
- Patou-Mathis, Marylène (1999): Archeozoological Analysis of the Middle Palaeolithic Fauna from selected Levels of Kabazi II. In: Victor P. Chabai und Katherine Monigal (Hg.): The Middle Paleolithic of Western Crimea, Vol. 2. Liège (ERAUL, 87), S. 41–74.

- Patou-Mathis, Marylène (2004b): Archeozoological Analysis of Large Mammals Fauna from Buran-Kaya III Layer B. Chapter 8. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): *The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea*. Liège: ERAUL 104, S. 95–111.
- Patou-Mathis, Marylène (2004c): Archeozoological Analysis of Large Mammals of Chokurcha I Unit IV. Chapter 22. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): *The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea*. Liège: ERAUL 104, S. 355–370.
- Pirson, Stéphane; Cattelain, Pierre; El Zaatari, Sireen; Flas, Damian; Letourneux, Claire; Miller, Rebecca et al. (2009): Le Trou de l'Abîme à Couvin. Bilan des recherches de laboratoire avant la reprise de nouvelles fouilles en septembre 2009. In: *Notae Praehistorica* (29), S. 59–75.
- Rabeder, Gernot (1996): Die Säugetier-Reste des frühen Aurignacien von Groß-Weikersdorf C (Niederösterreich). In: *Beiträge zur Paläontologie, Wien* (21), S. 85–91.
- Rathgeber, Thomas (2002): Höhlenbären aus dem Mittel- und Jungpaläolithikum der Sesselfelsgrötte im unteren Altmühltal (Bayern, Bundesrepublik Deutschland). In: *Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde* (34), S. 22–26.
- Rathgeber, Thomas (2014): Zur Technischen Aufbereitung des Faunenmaterials und Übersicht über die jungpleistozänen Großsäugerfauna der Sesselfelsgrötte (Neuessig, Niederbayern). In: Gisela Freund und Ludwig Reisch (Hg.): *Sesselfelsgrötte VI Naturwissenschaftliche Untersuchungen Wirbeltierfauna I. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren“), S. 13–25.
- Rebmann, Thierry (2007): Caractérisations pétroarchéologiques, provenances et aires de circulations des industries moustériennes différentes du silex en Région du Rhin Supérieur, entre la Moselle et le Jura. Stations de Mutzig et Nideck (Alsace, France), de Lellig (Luxembourg), et Alle (Canton du Jura, Suisse). Dissertation. Universität Basel, Basel. Institut für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie. Online verfügbar unter <https://core.ac.uk/download/pdf/18233932.pdf>.
- Rendu, William (2010): Hunting behavior and Neanderthal adaptability in the Late Pleistocene site of Pech-de-l'Azé I. In: *Journal of Archaeological Science* 37 (8), S. 1798–1810. DOI: 10.1016/j.jas.2010.01.037.
- Richter, Jürgen (1994): Der G-Schichtkomplex der Sesselfelsgrötte: Ein Beitrag zum Verständnis des Micoquien. Habilitationsschrift. Philosophischen Fakultät der Universität Köln, Köln. Ur- und Frühgeschichte.
- Riek, Gustav (1934): Die Eiszeitjägerstation am Vogelherd im Lonetal: Die Kulturen: Akademische Verlagsbuchhandlung Franz F. Heine.

Riek, Gustav (1973): Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb) Teil 1. Stuttgart: Verlag Müller & Gräff, Kommissionsverlag Stuttgart.

Riek, Gustav; Boessneck, Joachim; Driesch, Angela von den; Lepiksaar, Johannes; Storch, Gerhard (1973): Das Paläolithikum der Brillenhöhle bei Blaubeuren (Schwäbische Alb), Teil 2. Die jungpleistozänen Tierknochenfunde aus der Brillenhöhle. Stuttgart: Verlag Müller & Gräff, Kommissionsverlag Stuttgart.

Rink, W. J.; Lee, H.-K.; Rees-Jones, J.; Goodger, K. A. (1998): Electron Spin Resonance (ESR) and Mass Spectrometric U-Series (MSUS) Dating of the Teeth in Crimean Paleolithic Sites: Starosele, Kabazi II, and Kabazi V. In: Anthony E. Marks und V. P. Chabai (Hg.): The Middle Paleolithic of Western Crimea, Vol. 1. Liège: ERAUL 84, S. 323–340.

Rougier, Hélène; Crevecoeur, Isabelle; Beauval, Cédric; Posth, Cosimo; Flas, Damien; Wißing, Christoph et al. (2016): Neandertal cannibalism and Neandertal bones used as tools in Northern Europe. In: *Scientific Reports* 6, S. 29005. DOI: 10.1038/srep29005.

Sablin, Mikhail V. (2013): Large Mammalian Fauna from Layer IV of Kiik-Koba Grotto: A Zooarchaeological Analysis of the Bone Assemblage. In: Yuri E. Demidenko und Thorsten Uthmeier (Hg.): Kiik-Koba Grotto Crimea (Ukraine). Rahden/Westfahlen: Verlag Marie Leidorf, S. 165–172.

Sajnerová, Andrea (2005): Use-Wear Analysis of the Lithics. In: Jiri A. Svoboda (Hg.): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, S. 134–147.

Sázelová, Sandra (2016): XI. Small osteological Elements Analysis. Case study of newly Excavated faunal remains. In: Jiri Svoboda (Hg.): Dolní Věstonice II. Chronostratigraphy, Paleoethnology, Paleoanthropology. Brno: Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, S. 129–137.

Schmidt, R. R. (1912): Die diluviale Vorzeit Deutschlands. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung Nägele und Dr. Sproesser.

Schreve, Danielle C. (2006): The taphonomy of a Middle Devensian (MIS 3) vertebrate assemblage from Lynford, Norfolk, UK, and its implications for Middle Palaeolithic subsistence strategies. In: *J. Quaternary Sci.* 21 (5), S. 543–556. DOI: 10.1002/jqs.1036.

Smith, Geoff M. (2012): Middle Palaeolithic subsistence. The role of hominins at Lynford, Norfolk, UK. In: *Quaternary International* 252, S. 68–81. DOI: 10.1016/j.quaint.2011.10.002.

Soffer, Olga; Vandiver, Pamela (2005): Ceramic Fragments. In: Jiri A. Svoboda (Hg.): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, S. 415–431.

Soulier, Marie-Cécile; Mallye, Jean-Baptiste (2012): Hominid subsistence strategies in the South-West of France. A new look at the early Upper Palaeolithic faunal material from Roc-de-Combe (Lot, France). In: *Quaternary International* 252, S. 99–108. DOI: 10.1016/j.quaint.2011.03.053.

- Spieß, Arthur E. (1979): Reindeer and Caribou Hunters. An Archaeological Study. New York: Academic Press.
- Stiner, Mary C. (1994): Honor among Thieves«». A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology. Princeton: Princeton University Press.
- Street, Martin (2002): Plaidter Hummerich. An early Weichselian Middle Palaeolithic site in the Central Rhineland (45).
- Svoboda, Jiri (1991): Dolní Vestonice II, Western Slope. Liège: Etudes et Recherches Archéologique de l' Université de Liège.
- Svoboda, Jiri (1994): Pavlov I Excavations 1952- 53. Liège: Etudes et Recherches Archéologique de l' Université de Liège (Vol. 2).
- Svoboda, Jiri (Hg.) (2011): Pavlov. Excavations 2007-2011: The Dolni Vestonice Studies (The Dolni Vestonice Studies, 18).
- Svoboda, Jiri; Bochenski, Zbigniew M.; Culikova, Vera; Dohnalova, Alena; Hladilova, Sarka; Wojtal, Piotr; (Keine Angabe) (2011): Paleolithic Hunting in a Southern Moravian Landscape: The Case of Milovice IV, Czech Republic. In: *Geoarchaeology. In International Journal* (26), S. 838–866.
- Svoboda, Jiri; Péan, Stéphane; Wojtal, Piotr (2005): Mammoth bone deposits and subsistence practices during Mid-Upper Palaeolithic in Central Europe: three cases from Moravia and Poland. In: *Quaternary International* (126-128), S. 2009–2221.
- Svoboda, Jiri A. (Hg.) (2005): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno.
- Svoboda, Jiri A.; Bar-Yosef, Ofer (2003): Stránská skála. Origins of the Upper Paleolithic in the Brno Basin, Moravia, Czech Republic. Cambridge, Massachusetts (Dolní Vestonice Studies, 10).
- Tafelmaier, Yvonne (2011): Revisiting the Middle Palaeolithic site Volkringhauser Höhle (North Rhine-Westphalia). In: *Quartär* (58), S. 153–182.
- Tolmie, Clare (2013): Animals for food, animals for tools: fauna as a source of raw material at Abri Cellier, Dordogne, and the Grotte du Renne, Arcy-sur-Cure. Dissertation. University of Iowa. Online verfügbar unter <http://ir.uiowa.edu/etd/2647>., zuletzt geprüft am 15.8.18.
- Valde-Nowak, Pavel; Nadachowski, Adam; Madeyska, Teresa (2003): Olbazowa Cave. Human activity, stratigraphy and paleoenvironment. Kraków: Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Science.
- Valde-Nowak, Pawel; Alex, Bridget; Ginter, Boleslaw; Krajcarz, Maciej T.; Madeyska, Teresa; Miekina, Barbara et al. (2014): Middle Paleolithic sequences of the Ciemna Cave (Pradnik valley, Poland): The problem of synchronisation. In: *Quaternary International* (326- 327), S. 125–145.

- Valoch, Karel (Hg.) (1988): Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961-1976. Brno: Moravské muzeum-Anthropos Institut (Anthropos Studien zur Anthropologie, Paläoethnologie, Paläontologie und Quartärgeologie, 24).
- Valoch, Karel; Pelisek, Josef; Musil, Rudolf; Kovanda, Jiri; Opravil, Emanuel (1969): Die Erforschung der Kůlna-Höhle bei Sloup im Mährischen Karst (Tschechoslowakei). In: *Quartär*, S. 1–45.
- Villa, Paola; Castel, Jean-Christophe; Beauval, Cédric; Bourdillat, Valérie; Goldberg, Paul (2004): Human and carnivore sites in the European Middle and Upper Paleolithic: Similarities and differences in bone modification and fragmentation. In: *Revue de Paléobiologie*, (December (23)2), S. 705–730, zuletzt geprüft am 16.08.2018.
- Wagner, G.; Nusser, D. (1988a): Nachweis von Corticosteroiden im Fett von Dachs und Murmeltier. In: *Zeitschrift für Naturforschung* 43b, S. 631–633.
- Wagner, H.; Nusser, D. (1988b): Murmeltier- und Dachsfett. Das antiphlogistisch wirkende Prinzip. In: *Deutsche Apothekerzeitschrift* 128 (38), S. 1921–1932.
- Weißmüller, Wolfgang (1995): Sesselfelsgrötte II: Die Silexartefakte der Unteren Schichten der Sesselfelsgrötte II. Ein Beitrag zum Problem des Moustérien. Forschungsprojekt „Das Paläolithikum und Mesolithikum des Unteren Altmühltals II“. Saarbrücken: Saarbrücken Druckerei und Verlag SDV (Quartärbibliothek, 5).
- Wertz, Krzysztof; Wilczynski, Jaroslav; Tomek, Teresa (2015): Birds in the pavlovian culture: Dolnic Vestonice II, Pavlov I and Pavlov II. In: *Quaternary International* (359-360), S. 72–76.
- Wilczynski, Jaroslav; Wojtal, Piotr; Lanczont, Maria; Mroczek, Przemyslaw; Sobieraj, Dobrawa; Fedorowicz, Stanislaw (2015): Loess, flint and bones: Multidisciplinary research at Jaksice II Gravettien site (southern Poland). In: *Quaternary International* (359-360), S. 114–130.
- Wojtal, Piotr (2007): Zoorachaeological Studies of the Late Pleistocene Sites in Poland. Krakau.
- Wojtal, Piotr; Nyvltova Fiskakova, Miriam; Wilczynski, Jaroslav (2011): The Fauna from Pavlov VI. In: Jiri Svoboda (Hg.): Pavlov. Excavations 2007-2011: The Dolni Vestonice Studies (The Dolni Vestonice Studies, 18), S. 61–75.
- Wojtal, Piotr; Sobczyk, Krzysztof (2005): Man and woolly mammoth at the Kraków Spadzista Street (B)- taphonomy of the Site. In: *Journal of Archaeological Science* (32), S. 193–206.
- Wojtal, Piotr; Wilczynski, Jaroslav; Bochensiki, Zbigniew; Svoboda, Jiri A. (2012): The scence of spectacular feasts: Animal remains from Pavlov I south-east, the Czech Republic. In: *Quaternary International* (252), S. 122–141.
- Wojtal, Piotr; Wilczynski, Jaroslav; Wertz, Krzysztof (2016): X. Pavlovian Hunters among Bones. The animal remains. In: Jiri Svoboda (Hg.): Dolní Věstonice II. Chronostratigraphy,

Paleoethnology, Paleoanthropology. Brno: Brno: Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Archeology, S. 105–128.

Wojtal, Piotr; Sedláčková, Lenka; Wilczynski, Jaroslav (2005): Human Activities on the Faunal Material. In: Jiri A. Svoboda (Hg.): Pavlov I Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyle. Brno: Academy of Science of the Czech Republic, Institute of Archeology at Brno, S. 229–231.

Yevtushenko, Alexander I.; Burke, Ariane; Ferring, C. Reid (2004): The Site of Karabi Tamchin: Introduction. Chapter 15. In: Victor P. Chabai, Katherine Monigal und Anthony E. Marks (Hg.): The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of the Eastern Crimea. Liège: ERAUL 104, S. 277–282.

Zenin, V. N.; Leshchinsky, S. V.; Mashenko, E. N. (2000): Peculiarities of Mammoth Accumulation at Shestakovo Site in West Siberia. In: *Archeology, Ethnology and Anthropology of Eurasie*. Online verfügbar unter <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21969507>, zuletzt geprüft am 25.05.2021.

Anhang B

Wildpflanzennährwerte

1. Greens, Salatpflanzen

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Typha angustifolia</i> , Rohrkolben	44	0,7	0,1	5,5	2,8	-	-	-	-
<i>Smilax tamnoides</i> , Stechwinde	-	1,4	0,4	-	2,3	-	-	-	-
<i>Salsola kali</i> , Russische Distel	-	-	1,5	6,2	0,2	-	-	-	-
<i>Rumex pseudo-natronatus</i> , Finnischer Ampfer	-	1,3	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum bistorta</i> , Wiesenknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	150
<i>Polygonum sachalinense</i> , Riesenknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	259
<i>Polygonum scandens</i> , Heckenknöterich	-	1	0,3	8,6	0,9	-	-	-	-
<i>Polygonum species</i>	-	3,3	0,4	1,4	1,1	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i> , Vogelknöterich	-	17	-	2,5	-	-	-	-	-
<i>Rumex acetosa</i> , Sauerampfer, Wiesensauerampfer	24	3	0,24	4	0,6	-	-	-	-
<i>Rumex acetosella</i> , Kleiner Sauerampfer	43	1,1	0,6	9,6	1,1	0,02	0,12	0,4	33,5

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Typha angustifolia</i> , Rohrkolben	-	69	17	12	88	-	-	-	16,5	1
<i>Smilax tamnoides</i> , Stechwinde	-	87	16	-	244	-	-	-	-	1
<i>Salsola kali</i> , Rußische Distel	-	206	18	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rumex pseudo-natronatus</i> , Finnischer Ampfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonum bistorta</i> , Wiesenknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Polygonum sachalinense</i> , Riesenknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonum scandens</i> , Heckenknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonum species</i>	-	99	50	2,8	240	80	-	-	4,1	3
<i>Polygonum aviculare</i> , Vogelknöterich	0,005	579	136	140	-	36	-	-	-	2
<i>Rumex acetosa</i> , Sauerampfer, Wiesensauerampfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Rumex acetosella</i> , Kleiner Sauerampfer	0,56	57	45	2,3	-	31	1,2	1,2	2,3	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Rumex acetosella</i>	77	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex acetosella</i>	40	0,9	0,26	8,6	-	-	-	-	-
<i>Rumex arcticus</i> , Sourdoch	-	2,3	0,7	6,5	1,1	0,9	0,54	1,1	-
<i>Rumex crispus</i> , Krauser Ampfer	24	2,6	0,3	5,5	0,8	0,06	0,2	0,4	88,3
<i>Rumex crispus</i> , Krauser Ampfer	28	2,3	0,3	6	1	0,1	0,2	0,5	120
<i>Rumex obtusifolius</i> , Stumpfblättriger Ampfer	-	3,3	-	-	1,7	-	0,24	-	143
<i>Rumex patientia</i> , Gemüseampfer	-	0,6	-	-	-	-	-	-	25,4
<i>Rumex pseudo-natronatus</i> , Finnischer Ampfer	-	1,3	0,2	-	2	-	-	-	-
<i>Rumex spp.</i> , Ampfer	28	2,1	0,3	5,6	0,8	0,09	0,22	0,5	48
<i>Allium ursinum</i> , Bärlauch	-	-	-	-	-	-	-	-	100
<i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch	27	2,7	0,6	-	-	0,1	0,06	0,5	32
<i>Artemisia gnaphalodes</i> , Beifuß, Wermut, Stabwurz	-	10,5	3,8	-	25,3	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i> , Gemeiner Beifuß	-	-	-	-	-	--	-	-	60
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette, Klettenwurzel	94	3,1	0,1	17	-	0,2	0,1	0,5	

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Rumex acetosella</i>	-	55	82	-	-	-	-	-	3	3
<i>Rumex acetosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Rumex arcticus</i> , Sourdoch	-	2	55	-	-	-	-	-	0,8	1
<i>Rumex crispus</i> , Krauser Ampfer	1,014	72	44	-	370	56,9	-	-	3,6	1
<i>Rumex crispus</i> , Krauser Ampfer	20	75	56	-	340	-	-	-	-	3
<i>Rumex obtusifolius</i> , Stumpfblättriger Ampfer	-	108	69	43	416	33,8	0,1	-	2,3	1
<i>Rumex patientia</i> , Gemüseampfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rumex pseudo-natronatus</i> , Finnischer Ampfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rumex spp.</i> , Ampfer	0,4	44	63	4	390	103	-	-	2,4	1
<i>Allium ursinum</i> , Bärlauch	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Allium schoenoprasum</i> , Schnittlauch	-	83	41	-	-	-	-	-	0,8	1
<i>Artemisia gnaphalodes</i> , Beifuß, Wermut, Stabwurz	0,006	859	177	-	-	-	-	-	-	1
<i>Artemisia vulgaris</i> , Gemeiner Beifuß	0,0006	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette, Klettenwurzel	0,31	50	60	30	180	-	-	-	1,2	3

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Allium schoenoprasum</i>	40	3,5	0,6	10	-	0,1	0,06	0,5	100
<i>Taraxacum officinalis</i> , Gewöhnl.Löwenzahn	45	2,7	0,7	9,2	1,6	0,19	0,28	-	35
<i>Taraxacum officinalis</i>	50	3,5	0,7	9	-	0,2	0,3	1,4	45
<i>Tragopogon pratensis</i> , Wiesenbocksbart	-	-	-	-	-	-	0,18	-	37,5
<i>Tussilago farfara</i> , Huflattich	-	1,4	-	-	1,4	-	-	-	13
<i>Epilobium angustifolium</i> , Schmalblättriges Weidenröschen	-	6,5	-	2,9	1,4	-	-	-	88
<i>Galium aparine</i> , Labkraut	-	1,6	-	-	2,1	-	-	-	-
<i>Galium triflorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	22,3
<i>Galium verum</i> , Echtes Labkraut	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax tamnoides</i> , Stechwinde	-	1,4	0,4	-	2,3	-	-	-	-
<i>Plantago decipiens</i> , Wegerichart	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-
<i>Ranunculus bulbosus</i> , Knolliger Hahnenfuß	-	2	-	-	1,5	-	-	-	-
<i>Ranunculus pallasii pallas</i> , Hahnenfußart	-	2,5	0,6	6,3	0,9	0,04	0,69	1,2	36

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Ranunculus repens</i> , Kriechender Hahnenfuß	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus scleratus</i> , Gifthahnenfuß	-	1,3	-	-	1,5	-	-	-	-
<i>Ranunculus raphanistrum</i> , Ackerrettich	-	-	-	-	-	-	0,92	-	-
<i>Valerianella locusta</i> , Europäischer Feldsalat	21	2	0,4	3,6	0,8	-	-	-	11,4
<i>Valerianella olitoria</i> , Schafmülchensalat	35	2,6	0,5	5,2	0,5	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> , Fetthenne	34	3,3	0,6	5,7	1,5	0,18	0,49	1,4	98,3
<i>Chenopodium album</i>	55	4,2	0,8	8	2	0,2	0,5	1,2	80
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> , Guter Heinrich Wilder Spinat	-	5,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium species</i> , Giersch	43	2,4	1,1	2,4	-	-	-	-	80
<i>Chenopodium Ambrosioides</i> , Drüsengänsefuß	42	3,8	0,7	-	-	0,06	0,3	0,6	11
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , Gewöhnliches Ruchgras	-	4,6	-	-	3,9	-	-	-	-

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Ranunculus repens</i> , Kriechender Hahnenfuß	-	-	-	-	-	1,2	0,2	0,3	1,9	1
<i>Ranunculus scleratus</i> , Gifthahnenfuß	-	78	215	65	300	65	0,1	0,3	5,9	1
<i>Ranunculus raphanistrum</i> , Ackerrettich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Valerianella locusta</i> , Europäischer Feldsalat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Valerianella olitoria</i> , Schafmülchensalat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chenopodium album</i> , Fetthenne	1,277	309	76	-	874	177	0,2	0,7	1,2	1
<i>Chenopodium album</i>	11,6	310	72	-	-	-	-	-	1,2	3
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> , Guter Heinrich Wilder Spinat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chenopodium species</i> , Giersch	1,16	309	-	-	-	-	-	-	1,2	1
<i>Chenopodium Ambrosioides</i> , Drüsengänsefuß	1,21	304	52	-	-	-	-	-	5,2	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> , Gewöhnliches Ruchgras	0,376	140	90	-	-	60	0,3	-	13	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Brassica kaber</i> , Ackersenf	-	-	-	-	-	-	-	-	--
<i>Brassica napus</i> , Raps	61	2,5	1	11,2	1,9	0,08	0,15	0,5	120
<i>Brassica nigra</i> , Schwarzer Senf	31	3	0,5	5,6	1,1	0,11	0,22	0,8	97
<i>Brassica nigra</i>	35	3	0,5	6	-	0,1	0,2	0,8	100
<i>Brassica oleracea</i> , Kohl	45	1,6	0,8	-	1,2	0,04	0,03	0,4	77,4
<i>Brassica oleracea</i>	53	5	0,9	10	1	0,2	0,3	1,5	18
<i>Brassica rapa</i> , Rübсен	22	2,2	0,3	3,9	1	0,12	0,29	1,1	130
<i>Brassica rapa</i>	32	3,6	0,6	5,5	-	0,2	0,3	1	120
<i>Sedum purpureum</i> , Hauswurz	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-
<i>Saxifraga cernua</i> , Nickender Steinbrech	-	-	-	-	-	-	-	-	86,6
<i>Saxifraga oppositifolia</i> , Gegenblättriger Steinbrech	-	-	-	-	-	-	-	-	54
<i>Mentha piperita</i> , Pfefferminze	-	7,9	2,3	-	30,2	-	-	-	-
<i>Mentha rotundifolia</i> , Apfelminze	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha spicata</i> , Grüne Minze	-	4,8	0,6	10	2	0,05	0,08	0,4	68
<i>Mentha spicata</i>	32	3	0,7	-	-	0,1	0,2	0,7	68
<i>Mentha spp.</i>	39	2,9	1	7,7	1,1	0,13	0,25	0,8	64
<i>Malva spp.</i>	37	4,4	0,6	-	-	0,13	0,2	35	35
<i>Malva rotundifolia</i> , Kleine Malve	-	-	-	-	-	-	-	-	82,5
<i>Malva sylvestris</i> , Wilde Malve	23	4,6	1,4	0,17	-	0,27	0,29	0,5	24

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Brassica kaber</i> , Ackersenf	-	0,2	-	-	0,2	0,1	1	6,2	40,7	1
<i>Brassica napus</i> , Raps	0,134	133	46	-	27	-	-	-	4,6	1
<i>Brassica nigra</i> , Schwarzer Senf	-	183	50	32	377	-	-	-	3	1
<i>Brassica nigra</i>	7	220	70	45	380	-	-	-	-	3
<i>Brassica oleracea</i> , Kohl	0,058	163	34	-	362	42	0,1	-	2	1
<i>Brassica oleracea</i>	9,5	250	90	40	450	-	-	-	-	3
<i>Brassica rapa</i> , RübSEN	0,999	252	62	-	-	-	-	-	3	1
<i>Brassica rapa</i>	0,006	250	62	-	-	-	-	-	3	1
<i>Sedum purpureum</i> , Hauswurz	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Saxifraga cernua</i> , Nickender Steinbrech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i> , Gegenblättriger Steinbrech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mentha piperita</i> , Pfefferminze	-	1670	340	9	2540	410	-	2	21,5	3
<i>Mentha rotundifolia</i> , Apfelminze	-	326	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mentha spicata</i> , Grüne Minze	0,885	200	80	-	-	-	-	-	15,6	1
<i>Mentha spicata</i>	8,6	195	50	2	180	-	-	-	4	1
<i>Mentha spp.</i>	1,334	166	45	2	179	-	-	-	5,3	1
<i>Malva spp.</i>	0,219	249	69	-	-	-	-	-	12,7	1
<i>Malva rotundifolia</i> , Kleine Malve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Malva sylvestris</i> , Wilde Malve	0,331	90	42	-	-	-	-	-	3,7	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Malva sylvestris</i>	85	2,9	0,65	16,9	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> , Weißer Gänsefuß	63,3	8,83	0,68	5,89	6,38	-	-	-	155
<i>Chenopodium murale</i> , Mauergänsefuß	33,3	4,35	0,43	2,26	4,13	-	-	-	133
<i>Chenopodium opulifolium</i> , Schneeballblättr.Gänsefuß	30,9	6,85	0,4	3,56	5,14	-	-	-	149
<i>Plantago media</i> , Mittlerer Wegerich	22,5	3,33	0,2	1,99	2,25	-	-	-	22,5
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich	18,3	2,29	0,18	2,3	3,88				45,1
<i>Plantago lanceolata</i> , Schmalbl. W.	21,9	2,12	0,33	2,81	3,71	-	-	-	13,6
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich	25,00	3,41	0,42	1,77					88,00
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette	36	6,14		0,7	4,21				100
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> , Guter Heinrich	38	6,53	0,49	1,89					219
<i>Tussilago farfara</i> , Huflattich	13	2,07	0,31	0,6					104
<i>Malva sylvestris</i> , Wilde Malve	44	7,29		1,93					178
<i>Rumex acetosa</i> , Sauerampfer	25	3,19	0,36	1,16	1,95				117
<i>Plantago lanceolata</i> , Schmalbl.W.	19	2,23	0,42	1,59					169
<i>Tragopogon pratensis</i> , Wiesenbocksbart	24	2,85	-	1,32	3,77				146
Mittelwert	37,85	3,48	0,63	5,45	3,14	0,15	0,26	2,15	85,19

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Malva sylvestris</i>	-	240	-	93	652	283	-	-	-	4
<i>Chenopodium album</i> , Weißer Gänsefuß	12,5	312	78	138	1326	392	0,33	1,85	5,79	1
<i>Chenopodium murale</i> , Mauergänsefuß	10,2	27,7	49	453	837	435	0,3	1,09	8,62	3
<i>Chenopodium opulifolium</i> , Schneeballblättr.Gänsefuß	11,2	166	67	360	1443	378	0,31	1,86	8,63	2
<i>Plantago media</i> , Mittl.Wegerich	4,65	143	43,9	35	440	55,1	0,22	0,79	2,62	12
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich	8,51	108	23	124	318	95,3	0,18	0,41	1,74	13
<i>Plantago lanceolata</i> , Schmalbl. W.	6,77	60	30,3	29	387	49,3	0,14	0,58	1,54	12
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich										13
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> , Guter Heinrich	0,948	-	-	-	-	-	-	-	-	13
<i>Tussilago farfara</i> , Huflattich	0,251	302	63	-	606	49	0,17	1,1	3,3	13
<i>Malva sylvestris</i> , Wilde Malve	1	505	120	-	689	82	0,33	2,2	4,1	13
<i>Rumex acetosa</i> , Sauerampfer	0,231	58	51	-	287		0,09	0,58	2,1	13
<i>Plantago lanceolata</i> , Schmalbl. W.	-	248	63	-	370	47	0,18	0,64	2,5	13
<i>Tragopogon pratensis</i> , Wiesenbocksbart	-	122	56	-	518	32	-	-	2	13
Mittelwert	3,40	205,86	69,00	73,67	488,83	109,70	0,28	1,34	5,29	

2. Blätter, Stängel, Nadeln

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E	P	F	KH	fiber	Thiamin	Ribo	Niacin	C
	kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
<i>Stellaria media</i> , Vogelmiere	-	1,6	0,2	5,3	1,8	0,02	0,14	0,5	34,8
<i>Picea mariana</i> , Schwarzfichte	-	2,5	-	11,8	-	-	-	-	120
<i>Gaultheria procumbens</i> , Wintergrün	-	2,7	-	-	7,7	-	-	-	-
<i>Chenopodium species</i> , Gänsefußarten	43	2,4	1,1	-	2,4	-	-	-	80
<i>Artemisia vulgaris</i> , Wermut	35	5,2	0,8	4,5	2,2	0,15	0,16	3	72
<i>Allium spp.</i> , Knoblauch	37	1,5	0,8	6	1,3	-	-	0,2	27
<i>Abies concolor</i> , White fir	-	4,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctostaphylos alpina</i> , Alpenbärentraube	-	-	-	-	-	-	-	-	52,5
<i>Arctostaphylos rubra</i> , Bärentraube	-	0,5	-	5,9	-	-	-	-	82,3
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , Wolfsbeere	-	1,7	3,1	-	4,2	-	-	-	-
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , Preiselbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Picea abies</i> , Gemeine Fichte	-	4,7	-	-	-	-	-	-	174
<i>Picea rubens</i> , Rotfichte	-	-	-	-	-	-	-	-	168
<i>Betula papyrifera</i> , Gemeine Birke	-	4,9	5,5	-	11,6	-	-	-	-

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A	Ca	Ph	Na	K	Mg	Cu	Zn	Fe	
	R.E	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
<i>Stellaria media</i> , Vogelmiere	0,613	91	56	122	585	41,7	0,1		3,5	1
<i>Picea mariana</i> , Schwarzfichte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Gaultheria procumbens</i> , Wintergrün	0,007	549	33	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chenopodium species</i> , Gänsefußarten	1,16	309	-	-	-	-	-	-	1,2	1
<i>Artemisia vulgaris</i> , Wermut	-	82	40	-	-	-	-	-	1,5	1
<i>Allium spp.</i> , Knoblauch	-	92	10	-	-	-	-	-	6	1
<i>Abies concolor</i> , White fir	-	197	70	-	577	65,8	-	-	0,1	1
<i>Arctostaphylos alpina</i> , Alpenbärentraube	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Arctostaphylos rubra</i> , Bärentraube	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , Wolfsbeere	0,785	39	-	-	-	-	-	-	12,7	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , Preiselbeere	-	50	16	58	-	12,5	-	-	-	1
<i>Picea abies</i> , Gemeine Fichte	-	289	85	-	313	-	-	-	10,8	1
<i>Picea rubens</i> , Rotfichte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Betula papyrifera</i> , Gemeine Birke	0,157	434	118	-	-	-	-	-	7,3	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E	P	F	KH	fiber	Thiamin	Ribo	Niacin	C
	kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
<i>Betula tortuosa</i> , Birke	-	4,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula species</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	58
<i>Juniperus species</i> , Wacholder	-	12,8	-	-	-	-	-	-	157
<i>Salix arctica</i> , Arktische Weide	-	6,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix arctophyla</i> , Kriechweide	-	-	-	-	-	-	-	-	332
<i>Salix reticulata</i> , Netzblättrige Weide	-	3,8	2	25,9	-	-	-	-	-
<i>Salix richardsonii</i> , Richardsons Weide	-	3,7	-	11,8	-	-	-	-	95,8
<i>Salix species</i>	-	5,1	-	28	3,3	0,09	0,19	-	41
<i>Polygonum persicaria</i> , Wasserpfefferknöterich	-	-	-	-	-	-	0,33	-	60
<i>Persicaria vivipara</i> , Alpennatternwurz	-	-	-	-	-	-	-	-	158
<i>Persicaria aviculare</i> , Vogelknöterich	-	17	-	2,5	-	-	-	-	-
<i>Allium tricoccum</i> , Wilder Knoblauch	-	2,2	0,3	-	-	0,11	0,06	0,5	16,7
<i>Arenaria peploides</i> , Salzmiere	-	-	-	-	-	-	-	-	42,5
<i>Artemisia vulgaris</i> , Beifuß, Gänsekrout	35	5,2	0,8	4,5	2,3	0,15	0,16	3	72

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A	Ca	Ph	Na	K	Mg	Cu	Zn	Fe	
	R.E	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
<i>Betula tortuosa</i> , Birke	-	230	80	-	160	5,5	-	-	-	1
<i>Betula species</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Juniperus species</i> , Wacholder	-	500	260	-	1150	180	2,4	-	22	1
<i>Salix arctica</i> , Arktische Weide	-	170	190	-	-	-	-	-	-	1
<i>Salix arctophyla</i> , Kriechweide	1,787	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Salix reticulata</i> , Netzblättrige Weide	-	267	89	15	-	167	0,2	3,5	5,7	1
<i>Salix richardsonii</i> , Richardsons Weide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Salix species</i>	1,83	268	127	-	472	0,2	2,9	-	-	1
<i>Polygonum persicaria</i> , Wasserpfefferknöterich	-	-	--	-	-	-	-	-	-	1
<i>Persicaria vivipara</i> , Alpennatternwurz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Persicaria aviculare</i> , Vogelknöterich	0,0055	579	136	140	-	36	-	-	-	2
<i>Allium tricoccum</i> , Wilder Knoblauch	-	52	50	5	347	-	-	-	1,1	1
<i>Arenaria peploides</i> , Salzmiere	0,575	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Artemisia vulgaris</i> , Beifuß, Gänsekraut	-	82	40	-	-	-	-	-	1,5	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E	P	F	KH	fiber	Thiamin	Ribo	Niacin	C
	kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
<i>Pedicularis hirsuta</i> , Haariges Läusekraut	-	-	-	-	-	-	-	-	22,5
<i>Urtica dioica</i> , Große Brennnessel	45	7,37	0,61	1,31	2,26	-	-	-	333
<i>Aegopodium podagraria</i> L., Geißfuß	39	8,37	0,42	0,5	-	-	-	-	142
<i>Stellaria media</i> , Vogelmiere	13	1,79	-	-	2,81	-	-	-	77
Mittelwert	42,40	4,21	1,05	8,13	2,88	0,16	0,29	1,14	102,96

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A	Ca	Ph	Na	K	Mg	Cu	Zn	Fe	
	R.E	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
<i>Pedicularis hirsuta</i> , Haariges Läusekraut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Urtica dioica</i> , Große Brennnessel	0,742	713	138	-	475	80	0,24	1	4,1	15
<i>Aegopodium podagraria</i> L., Geißfuß	0,684	112	128	-	587	35	0,2	1	2,9	15
<i>Stellaria media</i> , Vogelmiere	0,383	150	45	-	582	44	0,19	0,85	4,6	
Mittelwert	1,56	213,31	90,34	58,48	426,47	56,31	0,77	1,32	6,31	

3. Innere Rinde, Cambium

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Tsuga heterophylla</i> , western hemlock	103	2,3	0,6	25,9	-	-	-	-	-
<i>Populus trichocarpa</i> , Pappel	27	0,2	0,5	6,3	1,5	-	-	-	-
<i>Populus tremuloides</i> , trembling aspen	-	1,3	-	-	31,7	-	-	-	-
<i>Populus balsamifera</i> , Balsampappel	230	1,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula glandulosa</i> , Kriechbirke	-	3,1	-	14	-	-	-	-	11
<i>Populus trichocarpa</i> , Pappel	27	0,2	0,5	6,3	1,5	-	-	-	-
Mittelwert	96,75	1,50	0,53	13,13	11,57	-	-	-	11,00

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Tsuga heterophylla</i> , western hemlock	-	202	-	-	-	11,6	-	1,6	2,5	1
<i>Populus trichocarpa</i> , Pappel	-	10	39	-	-	8	0,4	0,4	0,3	1
<i>Populus tremuloides</i> , trembling aspen	-	684	17	1,8	130	53,1	0,5	8,3	4,4	1
<i>Populus balsamifera</i> , Balsampappel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Betula glandulosa</i> , Kriechbirke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Populus trichocarpa</i> , Pappel	-	10	39	-	-	8	0,4	0,4	-	1
Mittelwert	-	226,50	31,67	1,80	130,00	20,18	0,43	2,68	2,40	

4. Nüsse, Samen

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Typha latifolia</i> , Samen	-	7,7	4,9	79,1	-	-	-	-	-
<i>Stellaria media</i> , Samen	-	17,5	0,5	51,7	8,8	-	-	-	-
<i>Salsola kali</i> , Samen	-	44,9	-	-	9,4	0,4	0,2	0,1	-
<i>Quercus species</i> , Eicheln	369	6,2	23,9	40,7	2,6	0,11	0,12	0,5	-
<i>Quercus prinus</i> , Kastanieneiche	171	10,6	1,6	40,8	12,2	-	-	-	-
<i>Quercus garryana</i> , Garry oak		3,9	4,5	68,9	12	-	-	-	-
<i>Quercus alba</i> , Weiße Eiche	219	2,8	3,5	52,6	11,3	-	-	-	-
<i>Persicaria lapathifolium</i> , Ackerampferknöterich	-	10,2	4,2	71,6	14	-	-	-	-
<i>Polygonum convolvulus</i> , Wilder Buchweizen	425	11,2	2,4	-	9	0,03	0,13	3,9	-
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich	-	17	7,6	59,5	13,7	-	-	-	-
<i>Plantago lanceolata</i> , Spitzwegerich	-	16,9	6,8	-	-	-	-	-	-
<i>Linum usitatissimum</i> , Gem. Lein	498	23,1	36,3	-	6,1	0,17	0,16	1,4	-
<i>Kochia scoparia</i> , Besen-Radmelde	459	25	-	-	5,7	-	-	-	-
<i>Phagopyrum tataricum</i> , Tataren Buchweizen	-	11,5	2,4	-	11,5	-	-	-	-

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Typha latifolia</i> , Samen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Stellaria media</i> , Samen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Salsola kali</i> , Samen	-	60	340	20	460	120	0,8	2	8	1
<i>Quercus species</i> , Eicheln	0,0006	41	79	-	5,9	62	0,6	0,5	0,8	1
<i>Quercus prinus</i> , Kastanieneiche	-	76	49	-	-	-	-	-	-	1
<i>Quercus garryana</i> , Garry oak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Quercus alba</i> , Weiße Eiche	-	109	55	1,5	454	43,3	-	-	-	1
<i>Persicaria lapathifolium</i> , Ackerampferknöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonum convolvulus</i> , Wilder Buchweizen	-	56	290	6,1	1019	486	1,5	13,6	112	1
<i>Plantago major</i> , Breitwegerich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plantago lanceolata</i> , Spitzwegerich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Linum usitatissimum</i> , Gem. Lein	-	220	520	-	780	400	-	-	43,8	13
<i>Kochia scoparia</i> , Besen-Radmelde	-	-	811	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phagopyrum tataricum</i> , Tataren Buchweizen	-	150	350	-	500	-	-	-	-	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E	P	F	KH	fiber	Thiamin	Ribo	Niacin	C
	kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
<i>Corylus species</i> , Haseln	634	12,6	62,4	16,7	3,8	0,46	0,1	1,1	1
<i>Chenopodium album</i> , Weißer Gänsefuß	414	16,6	4,2	49,6	12,5	-	-	-	-
<i>Brassica rapa</i> , Raps	-	23,5	32,4	30	9,1	-	-	-	-
<i>Linum usitatissimum</i> , Gemeiner Lein, gewöhnlicher Lein	-	23,1	36,3	-	6,1	0,17	0,16	1,4	-
<i>Linum usitatissimum</i>	376	24,4	30,9	0	35	0,17	0,16	1,4	1
<i>Phalaris canariensis</i> , Glanzgräser	-	18	5,5	-	1,5	-	-	-	-
<i>Sporobolus crytandrus</i> , Verstecktblütiges Fallsamengras	-	10,1	2,5	-	26,7	-	-	-	-
<i>Vicia gigantea</i> , Riesenwicke	-	34,3	1,1	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia hirsuta</i> , Behaarte Wicke	-	24,8	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia sativa</i> , Ackerwicke	-	2,9	0,7	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia villosa</i> , Struppige Wicke	-	23	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> , Wilder Mohn	-	19,7	43	-	-	-	-	-	-
<i>Papaver somniferum</i> , Schlafmohn	533	18	44,7	23,7	6,8	0,85	0,17	1	1448
<i>Papaver somniferum</i>	477	20,2	42,2	4,2	20,5	0,86	0,17	1	-
<i>Corylus species</i> , Haseln	-	644	12	61,6	10,5	8,2	0,4	0,2	1,4
<i>Phalaris canariensis</i> , Glanzgräser	-	18	5,5	-	1,5	-	-	-	-
Mittelwert	415,91	38,06	15,12	43,38	10,88	1,14	0,18	1,20	362,85

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Corylus species</i> , Haseln	0,007	209	337	2	704	-	-	-	3,4	1
<i>Chenopodium album</i> , Weißer Gänsefuß	-	1017	-	8	1656	675	2,2	-	62,9	1
<i>Brassica rapa</i> , Raps	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Linum usitatissimum</i> , Gemeiner Lein, gewöhnlicher Lein	-	220	520	-	780	400	-	-	43,8	1
<i>Linum usitatissimum</i>	-	198	662	60	725	90	-	-	8,2	1
<i>Phalaris canariensis</i> , Glanzgräser	-	27	580	18	363	181	0,1	4,5	6,4	1
<i>Sporobolus crytandrus</i> Verstecktblütiges Fallsamengras	0,036	300	240	-	-	-	-	-		1
<i>Vicia gigantea</i> , Riesenwicke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vicia hirsuta</i> , Behaarte Wicke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vicia sativa</i> , Ackerwicke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vicia villosa</i> , Struppige Wicke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Papaver rhoeas</i> , Wilder Mohn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Papaver somniferum</i> , Schlafmohn	0,848	21	700	-	-	-	-	-	9,4	1
<i>Papaver somniferum</i>	0,005	1460	854	21	705	333	-	-	9,5	11
<i>Corylus species</i> , Haseln	3	0,005	225	330	2	630	150	-	-	11
<i>Phalaris canariensis</i> , Glanzgräser	-	27	580	18	363	181	0,1	4,5	6,4	1
Mittelwert	0,65	246,53	423,06	48,46	608,35	300,11	22,19	5,02	26,22	

5. Wurzeln, Knollen

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Polypodium glycyrrhiza</i> , Süßholzwurzel	138	0,9	4,6	24	8,2	-	-	-	-
<i>Polygonum spp.</i> , Echter Vogelknöterich	-	1,7	0,2	1,8	0,6	-	-	-	-
<i>Lewisia rediviva</i> , Bitterwurzel	94	1,6	0,4	21,6	1,5	0,1	0,02	-	27
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette	72	1,5	0,2	33,4	1,9	0,01	0,03	0,3	3
<i>Typha latifolia</i> , Breitblättriger Rohrkolben	266	9,1	2,2	52,5	17,3	-	-	-	-
<i>Polygonaceae</i> , Vogelknöterich	-	1,7	0,2	1,8	0,6	-	-	-	-
<i>Allium spp.</i> , Lauch	52	2,2	0,3	-	-	0,1	0,06	0,5	17
<i>Allium nuttallii</i> , Zwiebel	-	2,8	0,2	-	-	0,25	0,08	0,5	15
<i>Allium tricoccum</i> , Wilder Knoblauch	-	2,2	0,3	-	-	0,11	0,06	0,5	16,7
<i>Allium spp.</i> , Knoblauch	37	1,5	0,8	6	1,3	-	-	0,2	27
<i>Allium sativum</i>	149	6,3	0,5	33,06	2,1	0,2	0,11	0,7	17
<i>Cirsium drummondii</i> , Distel	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calochortus luteus</i> , Tulpenart	-	2,1	0,1	4	-	-	-	-	-
<i>Camassia leichtlinii</i> , Prärielilie	-	1	0,1	16,4	-	-	-	-	-

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Polypodium glycyrrhiza</i> , Süßholzfarn	-	84	37	1,6	-	53	0,7	0,7	4,4	1
<i>Polygonum spp.</i> , Echter Vogelknöterich	-	11	44	3,8	71	33	-	-	2,3	1
<i>Lewisia rediviva</i> , Bitterwurzel	-	39	-	16	75	10,9	-	1	4,9	1
<i>Arctium lappa</i> , Große Klette	-	41	51	5	308	38	-	-	-	1
<i>Typha latifolia</i> , Breitblättriger Rohrkolben	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonaceae</i> , Vogelknöterich	-	11	44	3,8	71	33	-	-	2,3	1
<i>Allium spp.</i> , Lauch	0,04	52	50	5	350	-	--	-	1,1	3
<i>Allium nuttallii</i> , Zwiebel	-	29	202	19	529	-	-	-	1,5	1
<i>Allium tricocum</i> , Wilder Knoblauch	-	52	50	5	347	-	-	-	1,1	1
<i>Allium spp.</i> , Knoblauch	-	92	106	-	-	-	-	-	-	1
<i>Allium sativum</i>	0,021	181	153	17	-	25	-	-	1,7	6
<i>Cirsium drummondii</i> , Distel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Calochortus luteus</i> , Tulpenart	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Camassia leichtlinii</i> , Prärielilie	-	19	49	-	-	8,6	0,1	0,4	0,6	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E	P	F	KH	fiber	Thiamin	Ribo	Niacin	C
	kcal	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg
<i>Camassia squamasch</i> , essbare Prärielilie	61	0,9	0,1	14,8	0,5	0,07	0,05	-	4
<i>Erythronium grandiflora</i> , Großblütiger Hundszahn	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fritillaria camschatcensis</i> , Schattenschachblume	89	2,9	0,3	21,8	1,9	0,04	0,04	0,2	29
<i>Fritillaria pudica</i> , Schamhafte Fritillarie	64	2,3	0,4	13,1	-	-	-	-	-
<i>Uvularia sessilifolia</i> , Wilder Hafer	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i> , Wilde Karotte	-	-	-	-	-	-	-	-	24
<i>Daucus carota</i>	49,34	1,3	0,45	9,82	1,75	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	41	0,93	0,24	9,58	-	0,66	0,058	0,983	5,9
<i>Pastinaca sativa</i> , Pastinake	83	1,8	0,5	16	1,3	0,1	0,1	0,2	22
<i>Pastinaca sativa</i>	75	1,2	0,3	17,99	4,9	0,09	0,05	0,7	17
<i>Sagitta sagittifolium</i> , Pfeilwurzel	-	-	-	55,35	-	-	-	-	-
<i>Sagitta sagittifolium</i>	107	5	0,3	22,4	0,8	0,16	0,004	1,4	5
<i>Sagitta sagittifolium</i>	-	5,62	6,1	15,67	-	-	-	-	-
<i>Rumex obtusifolia</i> , Ampfer	-	-	-	42	-	-	-	-	-
<i>Polygonum bistorta</i> , Knöterich	-	-	-	40	-	-	-	-	-
Mittelwert	91,82	2,57	0,85	21,50	3,19	0,16	0,06	0,56	16,40

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Camassia squamash</i> , essbare Prärielilie	-	17	45	-	-	8,6	0,1	0,5	1,6	1
<i>Erythronium grandiflora</i> , Großblütiger Hundszahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Fritillaria camschatcensis</i> , Schattenschachblume	-	10	61	18	-	23	0,2	0,7	2,2	1
<i>Fritillaria pudica</i> , Schamhafte Fritillarie	-	38	-	-	-	17,7	-	0,4	16,5	1
<i>Uvularia sessilifolia</i> , Wilder Hafer	-	85	26	5	87	21	0,1	20	31	1
<i>Daucus carota</i> , Wilde Karotte	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	10
<i>Daucus carota</i>	3,08	41	152	54,5	280	8,5	-	-	-	6
<i>Daucus carota</i>	16,706	33	35	69	312	12	-	-	0,3	
<i>Pastinaca sativa</i> , Pastinake	0,19	55	80	12	440		-	-	3	3
<i>Pastinaca sativa</i>		36	71	10	375	29	-	-	0,59	6
<i>Sagitta sagittifolium</i> , Pfeilwurzel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Sagitta sagittifolium</i>	-	13	165	-	729	-	-	-	2,6	6
<i>Sagitta sagittifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Rumex obtusifolia</i> , Ampfer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Polygonum bistorta</i> , Knöterich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Mittelwert	4,01	46,95	78,94	16,31	305,69	22,95	0,24	3,39	4,32	

6. Früchte, Beeren

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Rubus ursinus</i> , Boysenbeere	88	1	0,1	22,3	1,9	0,03	0,03	0,2	6,2
<i>Rubus spectabilis</i> , Lachsbeere	47	1,4	0,8	9,9	2,6	0,04	-	0,5	30,4
<i>Rubus parviflorus</i> , Weiße Zimthimbeere	105	3,1	1,2	24,7	-	-	-	-	78
<i>Rubus parviflorus</i>	99	1,7	1,2	23	11,9	0,03	-	-	63,6
<i>Morus species</i> , Maulbeeren	43	1,2	0,6	9,8	1	0,03	0,1	0,6	36,4
<i>Morus alba</i> , weiße Moltebeere	53	1	0,6	8,2	0,8	0,03	0,05	0,7	12
<i>Gaultheria shallon</i> , Salal	63	2,1	0,7	14	-	-	-	-	68,5
<i>Empetrum nigrum</i> , Schwarze Krähenbeere	35	0,2	0,7	9,5	5,9	-	-	0,1	51
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , Echte Bärentraube	92	0,7	1,1	22,4	14,8	-	-	-	-
<i>Arctostaphylos rubra</i> , Red manzanita	-	0,5	-	5,9	-	-	-	-	82,3
<i>Vaccinium oxycoccos</i> , Heimische Moosbeere	-	-	-	10	2	-	-	-	15
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , Preiselbeere	62	0,7	0,7	14,9	1,4	0,02	0,08	0,4	21,2

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Rubus ursinus</i> , Boysenbeere	0,004	18	10	3	90	11	0,1	0,2	0,4	1
<i>Rubus spectabilis</i> , Lachsbeere	0,079	15	24	2,6	89	16	0,5	0,2	0,6	1
<i>Rubus parviflorus</i> , Weiße Zimthimbeere	-	129	-	-	-	19,6	-	0,7	0,9	1
<i>Rubus parviflorus</i>	-	89	62	0,8	-	44	0,2	0,4	0,7	1
<i>Morus species</i> , Maulbeeren	0,003	36	48	-	-	-	-	-	-	1
<i>Morus alba</i> , weiße Moltebeere	0,001	52	28	37	152	-	-	-	3,7	1
<i>Gaultheria shallon</i> , Salal	-	276	-	-	-	16,8	-	1,2	3,6	1
<i>Empetrum nigrum</i> , Schwarze Krähenbeere	-	9	11	2,5	87	7,9	1	0	0,4	1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> , Echte Bärentraube	-	37	35	0,5	-	17	1,3	0,5	0,7	1
<i>Arctostaphylos rubra</i> , Red manzanita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vaccinium oxycoccos</i> , Heimische Moosbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , Preiselbeere	-	13	11	-	98	6,6	0,1	6,1	0,2	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Rubus idaeus</i> , Himbeere	57	1,2	1	14	3	0,03	0,1	1	25
<i>Rubus pubescens</i> , Rote Zwerghimbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	21
<i>Rubus strigosus</i> , Wilde Himbeere	67	1,6	1,1	14,6	-	-	-	-	-
<i>Rubus species</i>	52	0,7	0,4	12,7	4,1	0,03	0,04	0,4	21
<i>Rubus species</i>	49	0,9	0,6	11,6	3	0,03	0,09	0,9	25
<i>Rubus caesius</i> , Kratzbeere	-	-	-	5,9	-	5	-	-	-
<i>Sobus aucuparia</i> , gemeine Eberesche	-	2,3	1,6	-	2,3	-	-	-	-
<i>Sobus decora</i> , Eberesche	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ribes bracteosum</i> , Grüne Stachelbeere	63	0,8	1,2	13,9	4,4	-	-	-	27,5
<i>Ribes divaricatum</i> , Schwarze Stachelbeere	69	1,1	1,5	14,7	4,6	0,02	0,01	1	40,2
<i>Ribes hudsonianum</i> , Nördl. Schwarze Johannisbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	41
<i>Ribes lacustre</i> , Sumpfstachelbeere	59	1,5	2,3	9,7	3,5	0,04	-	-	58,2
<i>Ribes species</i> , Johannisbeere	50	1,4	0,2	12,1	3,4	0,04	0,05	0,1	41
<i>Ribes species</i> , Stachelbeere	44	0,9	0,6	10,2	1,9	0,04	0,03	0,3	27,1

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Rubus idaeus</i> , Himbeere	130	40	44	1	165	-	-	-	1	3
<i>Rubus pubescens</i> , Rote Zwerghimbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rubus strigosus</i> , Wilde Himbeere	-	47	36	0,1	176	29,1	0,1	0,4	1	1
<i>Rubus species</i>	16	32	21	1	196	20	0,1	0,3	0,9	1
<i>Rubus species</i>	13	22	12	-	152	18	0,1	0,5	0,6	1
<i>Rubus caesius</i> , Kratzbeere	0,3	-	-	-	0,4	-	-	-	-	2
<i>Sobus aucuparia</i> , gemeine Eberesche	122	78	71	-	386	42,4	0,1	0,4	1,5	1
<i>Sobus decora</i> , Eberesche	-	-	-	-	-	-	0,2	1,3	2,7	1
<i>Ribes bracteosum</i> , Grüne Stachelbeere	4	89	47	1,8	-	19	0,7	0,8	0,8	1
<i>Ribes divaricatum</i> , Schwarze Stachelbeere	29	124	46	1,1	155	26	0,4	0,4	0,9	1
<i>Ribes hudsonianum</i> , Nördl. Schwarze Johannisbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ribes lacustre</i> , Sumpfstachelbeere	3	68	47	0,6	-	22	0,1	0,2	0,4	1
<i>Ribes species</i> , Johannisbeere	7,2	32	23	2	257	13	0,1	0,2	1	1
<i>Ribes species</i> , Stachelbeere	29	25	27	1	198	10	0,1	0,1	0,3	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>V. vitis-idaea</i>	-	-	-	10	2	-	-	-	17
<i>V. vitis-idaea</i>	35	0,3	0,5	6,2	2,9	0,02	0,02	0,1	12
<i>V. vitis-idaea</i>	-	-	-	8,7	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium macrocarpon</i> , Große Moosbeere	46	0,4	0,7	10,8	1,4	0,03	0,02	0,1	11
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	46	0,5	0,7	11	-	0,03	0,02	1	12
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	35	0,4	0,7	3,9	3,9	0,03	0,02	0,1	11
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	46	0,4	0,1	7,6	4,6	0,01	0,02	0,1	13,3
<i>Vaccinium membranaceum</i> , Schwarze Bergheidelbeere	54	0,6	0,5	13,1	2	-	-	-	6,6
<i>Vaccinium myrtillus</i> , Zwergheidelbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium myrtillus</i>	67	1	0,5	16	1,5	0,03	0,06	0,5	25
<i>Vaccinium myrtillus</i>		0,9		9,3		0,04	0,08		100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	37	0,7	0,6	6,1	4,9	0,02	0,02	0,4	22
<i>Vaccinium ovatum</i> , Immergrüne Heidelbeere	48	1,6	0,2	11	-	-	-	-	43,7
<i>Vaccinium parviflorum</i> , Rote Heidelbeere	50	0,8	0,5	12	3,9	0,01	0,03	0,3	15,7
<i>Vaccinium uliginosum</i> , Sumpfbeidelbeere	45	0,7	0,6	10,6	3,3	-	-	-	-

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>V. vitis-idaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>V.vitis-idaea</i>	0,004	14	10	2	77	6	-	-	0,6	11
<i>V.vitis-idaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Vaccinium macrocarpon</i> , Große Moosbeere	40	14	10	2	82	5	0,1	0,1	0,5	1
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	42	13	10	2	80	-	-	-	0,6	3
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	0,003	14	10	2	90	7	-	-	0,9	11
<i>Vaccinium macrocarpon</i>	0,003	8	13	2	85	6	-	-	0,33	1
<i>Vaccinium membranaceum</i> , Schwarze Bergheidelbeere	1	14	17	0,4	-	8	0,1	0,1	0,2	1 1
<i>Vaccinium myrtillus</i> , Zwergheidelbeere	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,5	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	300	20	15	1	85	-	-	-	1	3
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6,6	16	13			2	0,1	0,4	16	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0,0057	10	13	1	78	2	-	-	0,9	11
<i>Vaccinium ovatum</i> , Immergrüne Heidelbeere	-	22	-	-	-	7,1	-	0,2	0,5	1 1
<i>Vaccinium parviflorum</i> , Rote Heidelbeere	8	22	16	0,8	-	7	0,4	0,2	0,3	1
<i>Vaccinium uliginosum</i> , Sumpfbeidelbeere	-	19	13	-	-	8	0,2	0,3	0,2	1

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Empetrum</i> , Krähenbeere	-	0,6	1,4	2,4	1,4	-	-	-	-
<i>Rubus chamaemorus</i> , Moltebeere	50	2	1	9,6	6	0,05	0,07	0,9	130
<i>Hippophae rhamnoides</i> , Sanddorn	-	-	9,2	-	-	-	-	-	355
<i>Hippophae rhamnoides</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	31,1
<i>H. rhamnoides</i>	85	1,5	7	8	0,8	0,03	0,2	0,3	450
<i>H. rhamnoides</i>	-	-	-	8,5	-	0,35	0,3	-	450
<i>H. rhamnoides</i>	89	1,4	7,1	3,3	2	0,03	0,21	0,3	450
<i>Smilacina racemosa</i> , Traubige Schattenblume	88	2,3	0,6	20,7	1,5	-	-	-	122
<i>Smilax herbacea</i> , Aasblume	-	8,3	4	-	6,4	-	-	-	-
<i>Amelanchier alnifolia</i> , Erlenblättrige Felsenbirne	90	0,7	1,2	21,4	6,4	-	-	0,3	15,7
<i>Crataegus monogyna</i> , Gemeiner Weißdorn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragaria ananassa</i> , Erdbeere	30	0,6	0,4	7	0,5	0,02	0,07	0,2	56,7
<i>Fragaria species</i> , Wilde Erdbeere	-	0,7	0,6	-	2,1	0,03	0,07	0,6	5,9
<i>Fragaria vesca</i> , Walderdbeere	37	0,7	0,5	-	-	0,03	0,07	0,6	230
<i>Malus species</i> , Holzapfel	76	0,4	0,3	20	0,6	0,03	0,02	0,1	8
<i>Malus sylvestris</i> , Wildapfel	76	0,4	0,3	18	-	0,03	0,02	0,1	8

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Empetrum</i> , Krähenbeere	-	40	9,5	3,9	46	11,3	-	-	2,4	1
<i>Rubus chamaemorus</i> , Moltebeere	-	17	53	0,6	231	40,8	0,1	0,7	0,4	1
<i>Hippophae rhamnoides</i> , Sanddorn	985	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Hippophae rhamnoides</i>	86	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>H. rhamnoides</i>	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>H. rhamnoides</i>	8,5	-	100	-	-	-	-	-	-	2
<i>H. rhamnoides</i>	0,25	42	9	4	133	30	-	-	0,4	11
<i>Smilacina racemosa</i> , Traubige Schattenblume	-	39	-	-	-	13,7	-	0,3	0,8	1
<i>Smilax herbacea</i> , Aasblume	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Amelanchier alnifolia</i> , Erlenblättrige Felsenbirne	86	69	40	0,6	244	26	0,4	0,4	0,5	1
<i>Crataegus monogyna</i> , Gemeiner Weißdorn	69	-	-	-	-	-	-	-	-	1 1
<i>Fragaria ananassa</i> , Erdbeere	3	14	19	1	166	10	-	-	0,4	1
<i>Fragaria species</i> , Wilde Erdbeere	8	43	25	1	164	-	-	-	1	1
<i>Fragaria vesca</i> , Walderdbeere	60	21	21	1	164	-	-	-	1	3
<i>Malus species</i> , Holzapfel	4	18	15	1	194	-	-	-	-	1
<i>Malus sylvestris</i> , Wildapfel	40	6	13	1	110	-	-	-	0,3	3

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Prunus avium</i> , Vogelkirsche	48	0,9	0,2	14,8	0,3	0,02	0,02	0,2	3
<i>Prunus avium</i>	58	1,2	0,3	14	-	0,05	0,05	0,4	10
<i>Prunus persica</i> , Zwergnektarine	38	0,6	0,1	9,7	0,6	0,02	0,05	1	7
<i>Pyrus species</i> , Birnen	63	0,4	0,3	-	-	0,03	0,02	0,1	8
<i>Rosa acicularis</i> , Nadelrose	-	-	-	-	-	-	2,2	-	277
<i>Rosa canina</i> , Hagebutte	-	-	-	-	-	-	-	-	359
<i>Rosa canina</i>	78	3,6	-	22	23	-	-	-	1350
<i>Rosa canina</i>	89	2	0,7	18,8	4	0,04	0,04	0,3	1500
<i>Rosa canina</i>	94	3,6	0,6	16,2	23,7	0,06	0,07	0,5	1250
<i>Rosa multiflora</i> , Rispenrose	-	3,3	2,1	23,3	8,1	-	-	-	-
<i>Rosa palustris</i> , Sumpfrosee	-	3,4	2,5	27,5	11	-	-	-	-
<i>Rosa rugosa</i> , Kartoffelrose, Apfelrose	-	-	-	-	-	-	5,8	-	430
<i>Rosa rugosa</i>	-	3,5	2,2	28,3	14	-	-	-	184
<i>Rubus allegheniensis</i> , Brombeere	-	1,5	1,3	12,8	3,8	-	-	-	-
<i>Rubus chamaemorus</i> , Moltebeere	50	2	1	9,6	6	0,05	0,07	0,9	130
<i>Rubus leucodermis</i> , Weißrindige Himbeere	79	1,2	1,4	17,5	11,5	-	-	0,7	18
<i>Rubus fruticosus</i> , Echte Brombeere	73	1,5	1,5	13	4	0,03	0,1	1	21

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Prunus avium</i> , Vogelkirsche	6	15	13	1	130	-	-	-	0,3	1
<i>Prunus avium</i>	1000	22	19	2	191	-	-	-	0,4	3
<i>Prunus persica</i> , Zwergnektarine	133	9	19	1	202	-	-	--	0,5	2
<i>Pyrus species</i> , Birnen	4	6	13	1	110	-	-	-	0,3	2
<i>Rosa acicularis</i> , Nadelrose	310	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosa canina</i> , Hagebutte	783	-	-	-	-	-	0,1	-	3,9	1
<i>Rosa canina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Rosa canina</i>	0,26	98	101	55	228	42	-	-	0,2	11
<i>Rosa canina</i>	0,8	257	258	124	291	104	-	-	0,5	12
<i>Rosa multiflora</i> , Rispenrose	-	355	110	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosa palustris</i> , Sumpfrosee	-	320	80	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosa rugosa</i> , Kartoffelrose, Apfelrose	808	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rosa rugosa</i>	-	300	70	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rubus allegheniensis</i> , Brombeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rubus chamaemorus</i> , Moltebeere	-	17	53	0,6	231	40,8	0,1	0,7	0,4	1
<i>Rubus leucodermis</i> , Weißrindige Himbeere	4	38	40	0,8	199	28	0,2	0,6	0,7	1
<i>Rubus fruticosus</i> , Echte Brombeere	200	40	40	0,7	200	-	-	-	1	3

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Ribes uva-crispa</i> , Stachelbeere	40	0,8	0,2	10	1,5	-	-	-	35
<i>Ribes rubrum</i> , Rote Johannisbeere	50	1,4	0,5	12	3	0,04	0,04	0,2	41
<i>Ribes nigrum</i> , Schwarze Johannisbeere	65	1,3	0,2	16	4	0,05	0,04	0,3	180
<i>Sambucus cerulea</i> , Blauer Holunder	74	3,4	1,2	14,6	-	-	-	-	33,3
<i>Sambucus nigra</i> , Europäischer Holunder	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sambucus nigra</i>	54	2,53	1,7	6,52	-	0,06	0,08	1,5	0,018
<i>Sambucus species</i>	73	0,6	0,5	18,4	0,9	-	-	-	10
<i>Viburnum edule</i> , Hochbusch Preiselbeere	39	0,1	0,4	9,4	3,8	-	-	-	13,4
<i>Sorbus</i> , Mehlbeere	85	1,5	1,5	2	18	2,4	0,03	0,06	0,2
<i>Sorbus torminalis</i> , Elsbeere	7	-	-	11,5	-	-	-	-	-
<i>Cornus mas</i> , Kornelkirsche	59	2,04	12,7	-	-	-	-	-	78
<i>Sorbus aucuparia</i> , Vogelbeere	56	1,5	-	18	-	-	-	-	98
Mittelwert	59,98	1,40	1,37	12,97	4,85	0,21	0,25	0,46	134,70

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Ribes uva-crispa</i> , Stachelbeere	293	18	15	0,8	155	-	-	-	0,5	3
<i>Ribes rubrum</i> , Rote Johannisbeere	120	32	23	2	260	-	-	-	1	3
<i>Ribes nigrum</i> , Schwarze Johannisbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Sambucus cerulea</i> , Blauer Holunder	-	25	-	-	-	14,7	-	0,3	1	1
<i>Sambucus nigra</i> , Europäischer Holunder	-	-	-	-	-	-	-	-	--	1
<i>Sambucus nigra</i>	600	40	30	-	300	-	-	-	1,6	3
<i>Sambucus species</i>	330	81	54	-	294	-	-	-	1,7	2
<i>Viburnum edule</i> , Hochbusch Preiselbeere	6	24	23	0,6	-	11	0,1	0,1	0,3	1
<i>Sorbus</i> , Mehlbeere	98	0,401	42	33	-	234	17	-	-	11
<i>Sorbus torminalis</i> , Elsbeere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cornus mas</i> , Kornelkirsche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
<i>Sorbus aucuparia</i> , Vogelbeere	0,409	-	-	-	-	-	-	-	-	13
Mittelwert	125,91	56,12	35,97	6,77	163,29	25,07	0,89	0,58	1,14	

7. Poaceae

Alle Angaben auf 100 g bezogen									
	E kcal	P g	F g	KH g	fiber g	Thiamin mg	Ribo mg	Niacin mg	C mg
<i>Glyceria borealis</i> , Nördl.Süßgras	-	0,6	-	-	3		-	-	-
<i>Phragmites australis</i> , Schilfgras	-	5,2	0,9	89	32	-	-	-	-
<i>Agropyron repens</i> , Gewöhnliche Quecke	-	18,5	1,8	-	16,7	-	-	-	-
<i>Avena fatua</i> , Tauber Hafer	435	14,7	7,9		2,3	0,1	0,16	2,8	-
<i>Avena sativa</i> , Gemeiner Hafer	384	16	6,3	67	1,1	0,73	0,14	0,8	-
<i>Avena species</i>	-	6,1	-	-	29,8	-	-	-	-
<i>Bromus tectorum</i> , Trespenart	-	7,32	-	72,7	19,1	-	-	-	-
<i>Echinochloa crus galli</i> , Gemeine Hühnerhirse	417	15,9	4,2	68,8	26,2	0,33	0,1	4	-
<i>Panicum miliaceum</i> , Rispenhirse	-	9,7	2,7	60,9	4,6	0,73	0,38	2,3	-
<i>Setaria italica</i> , Fuchsschwanzhirse	331	11,9	4,2	63,1	6,3	-	-	-	-
<i>Setaria lutescens</i> , Gelber F.	400	13,4	6,6	63,9	23,1	-	-	-	-
<i>Setaria viridis</i> , Grüner Fuchsschw.	395	14,4	5,8	64,7	10,9	-	-	-	-
<i>Sporobolus cryptandrus</i> , Verstecktblütiges Fallsamengras	-	10,1	2,5	-	26,7	-	-	-	-
Mittelwert	393,67	11,06	4,29	68,76	15,52	0,47	0,20	2,48	

Alle Angaben auf 100 g bezogen										Quelle
	A R.E	Ca mg	Ph mg	Na mg	K mg	Mg mg	Cu mg	Zn mg	Fe mg	
<i>Glyceria borealis</i> , Nördl.Süßgras	-	40	16	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phragmites australis</i> , Schilfgras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Agropyron repens</i> , Gewöhnliche Quecke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Avena fatua</i> , Tauber Hafer	-	177	251	5,9	400	176	2,9	6,6	59,6	1
<i>Avena sativa</i> , Gemeiner Hafer	0,01	52	474	4	350	148	0,3	3,1	4,9	1
<i>Avena species</i>	-	160	200	-	-	-	-	-	-	1
<i>Bromus tectorum</i> , Trespenart	-	250	130	-	-	-	-	-	-	1
<i>Echinochloa crus galli</i> , Gemeine Hühnerhirse	-	212	581	10	738	360	0,2	11,2	62,5	1
<i>Panicum miliaceum</i> , Rispenhirse	-	25	163	18	3,5	169	1,6	4,9	5,5	1
<i>Setaria italica</i> , Fuchsschwanzhirse	-	31	279	-	-	-	-	-	-	1
<i>Setaria lutescens</i> , Gelber F.	-	927	342	14	2493	-	-	25,4	142	1
<i>Setaria viridis</i> , Grüner Fuchsschw.	-	270	324	6,7	536	232	0,1	7,5	59,3	1
<i>Sporobolus cryptandrus</i> , Verstecktblütiges Fallsamengras	0,0036	300	240	-	-	-	-	-	-	1
Mittelwert	0,01	222,18	272,73	9,77	753,42	217,00	1,02	9,78	55,63	

Legende:

E = Energie KH = Kohlenhydrate fiber = Ballaststoffe
P = Proteine F = Fette R.E. = Retinoläquivalente

