

**Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
an der Universität Tübingen**

**Mittel- sowie langfristige Ergebnisse von  
Hüftprothesenimplantationen nach osteosynthetisch  
versorgter proximaler Femurfraktur – klinische und  
radiologische Outcome-Analyse**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Schneider, Luisa**

**2019**

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Professor Dr. B. G. Ochs

2. Berichterstatter:

Privatdozent Dr. Dr. F. Traub

Tag der Disputation:

04.12.2019

Widmung:

*Meiner geliebten Mama, Omi und Marco, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt und stets an mich geglaubt haben sowie meinen Freundinnen Linh, Esther und Steffi, die mir jederzeit Kraft gespendet und meine Studienzeit unsagbar bereichert haben.*

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis .....	V
1 Einleitung .....	1
1.1 Motivation zur Studie sowie Ziel der Arbeit .....	2
1.2 Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen .....	3
1.3 Theoretischer Hintergrund .....	3
1.3.1 Anatomie des Hüftgelenks .....	3
1.3.2 Frakturklassifikation des proximalen Femurs .....	4
1.3.3 Diagnostik sowie klinisches Bild proximaler Femurfrakturen.....	5
1.3.4 Versorgung proximaler Femurfrakturen .....	6
1.3.5 Komplikationen nach proximalen Femurfrakturen .....	7
1.3.6 Hüftendoprothetische Versorgung proximaler Femurfrakturen .....	14
1.3.7 Komplikationen nach Hüftendoprothesenimplantation .....	16
2 Patienten und Methoden .....	22
2.1 Patientenkollektiv .....	22
2.2 Studienablauf .....	22
2.3 Datenerhebungsplan .....	25
2.4 Anamnestische Datenerhebung.....	28
2.5 Fragebögen und Scores.....	28
2.5.1 EuroQol-5D .....	28
2.5.2 WOMAC .....	29
2.5.3 Harris-Hip-Score .....	29
2.6 Klinische Untersuchung.....	30

2.7	Radiologische Auswertung .....	32
2.7.1	Heterotope Ossifikationen nach Brooker .....	32
2.7.2	Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence .....	33
2.7.3	Periprothetische Lysezonen nach Gruen.....	34
2.7.4	Stress-Shielding nach Engh.....	35
2.7.5	Lockerungssäume nach DeLee und Charnley .....	36
2.7.6	Inklinationswinkel und Pfannenpositionsänderung nach Callaghan.....	37
2.7.7	Femorales Offset .....	38
2.8	Datenauswertung und Statistik .....	39
3	Ergebnisse.....	40
3.1	Patientenkollektiv .....	40
3.1.1	Allgemeine Patientendaten .....	40
3.1.2	Begleiterkrankungen und Voroperationen .....	40
3.2	Osteosynthetische Frakturversorgung .....	41
3.2.1	Allgemeine Daten zur osteosynthetischen Versorgung .....	41
3.2.2	Postoperative Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung ...	43
3.2.3	Folgeeingriffe nach osyteosynthetischer Versorgung .....	45
3.2.4	Entfernung des Osteosynthesematerials .....	46
3.3	Hüftendoprothetische Versorgung .....	47
3.3.1	Allgemeine Daten zur hüftendoprothetischen Versorgung .....	47
3.3.2	Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation .....	52
3.3.3	Folgeeingriffe nach hüftendoprothetischer Versorgung .....	55
3.3.4	Mortalität nach hüftendoprothetischer Versorgung .....	59
3.4	Bewegungsausmaße vor sowie nach Hüftprothesenimplantation .....	59
3.5	Fragebögen und Scores.....	62
3.5.1	Allgemeine Zufriedenheit, Gehstrecke, Schmerzen und Analgesie .....	62

3.5.2	EuroQoI-5D .....	64
3.5.3	WOMAC .....	68
3.5.4	Harris-Hip-Score .....	68
3.6	Klinische Untersuchung .....	73
3.6.1	Body-Mass-Index.....	73
3.6.2	Prüfung auf Kraftminderung und gluteale Insuffizienz.....	74
3.6.3	Prüfung von Motorik und Sensibilität .....	74
3.6.4	Prüfung auf Algesie .....	75
3.6.5	Inspektorische sowie palpatorische Untersuchung der Haut.....	75
3.6.6	Funktionale Testung .....	76
3.6.7	Messung der Bewegungsausmaße .....	78
3.6.8	Messung des Beinumfangs sowie Untersuchung auf Hypotrophie .....	79
3.6.9	Messung der Beinlängendifferenz.....	80
3.7	Radiologische Auswertung .....	82
3.7.1	Radiologische Auswertung vor Hüftprothesenimplantation .....	82
3.7.2	Radiologische Auswertung nach Hüftprothesenimplantation .....	84
3.7.3	Radiologische Auswertung zur Nachuntersuchung/ aktuell.....	85
3.7.3.1	Radiologische Beurteilung der Prothesenpfanne .....	85
3.7.3.2	Radiologische Beurteilung des Prothesenschafts .....	86
3.7.3.3	Femorales Offset im Vergleich .....	89
4	Diskussion .....	90
4.1	Allgemeine Studienergebnisse.....	92
4.2	Komplikationsanalyse nach hüftendoprothetischer Versorgung.....	96
4.3	Klinischer und radiologischer Outcome .....	98
4.4	Kritische Betrachtung und Limitationen der Studie.....	104
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	106

6	Literaturverzeichnis .....	110
7	Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift .....	121
8	Danksagung .....	122
9	Anhang .....	123
9.1	Einladungsschreiben zur Studie .....	123
9.2	Informationsblatt zur Studie .....	124
9.3	Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme .....	125
9.4	Frage- und Evaluationsbogen zur Studie .....	126

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ARCO	Association Research Circulation Osseus
BG Klinik	Berufsgenossenschaftliche Klinik
BGU	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
BL	Beinlänge
BLD	Beinlängendifferenz
BMI	Body-Mass-Index
bzw.	Beziehungsweise
ca.	Circa
CCD	Centrum-Collum-Diaphysen Winkel
cm	Zentimeter
CT	Computertomografie
Debrid.	Debridement
d.h.	Das heißt
DHS	Dynamische Hüftschraube
Duok	Duokopfprothese
EPRD	Endoprothesen Register Deutschland
EQ-5D	EuroQol-5D Fragebogen
etc.	Et cetera
ggf.	Gegebenenfalls
Hämatomausr.	Hämatomausräumung
HTEP	Hüfttotalendoprothese
Hüftproth.	Hüftprothese
J.	Jahre
KGS	Kniegelenksspalt
Kl.	Kleinster
m.	Männlich
mm	Millimeter
Max.	Maximum

Med.	Medial
min	Minuten
Min.	Minimum
MRT	Magnetresonanztomografie
MRSA	Methicillin resistenter Staphylokokkus aureus
n	Patientenanzahl
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungs-Infarkt
Osteosynth.w.	Osteosynthesewechsel
PE	Polyethylen
Pertr.Fr.	Pertrochantäre Fraktur
PFN	Proximaler Femurnagel
PFN-A	Proximaler Femurnagel Antirotation
PPF	Periprothetische Fraktur
SD	Standardabweichung
SHF	Schenkelhalsfraktur
Staph. epiderm.	Staphylokokkus epidermidis
u.a.	Unter anderem
VAS	Visuelle Analogskale
w.	Weiblich
WHO	World Health Organization
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
z.B.	Zum Beispiel
Zem.	Zementiert
Zem.f.	Zementfrei

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Patient (Männlich, 61 Jahre) mit Pseudarthrose bei Zustand nach, mit Schraubenosteosynthese versorgter medialer Schenkelhalsfraktur rechts.....	8
Abbildung 2	Patient (Männlich, 73 Jahre) mit Koxarthrose sowie Hüftkopfnekrose rechts bei Schraubenosteosynthese .....	10
Abbildung 3	Patient (Männlich, 17Jahre) mit posttraumatischer Hüftkopfnekrose bei Zustand nach, mit Schraubenosteosynthese versorgter medialer Schenkelhalsfraktur links.....	11
Abbildung 4	Patient (Männlich, 85 Jahre) mit einliegendem PFN und Auswandern bzw. Durchschneiden der Schenkelhalsschraube (Cutting out/ through) durch den Hüftkopf .....	12
Abbildung 5	Übersicht zum hüftprothetischen Gelenkersatz (83) .....	16
Abbildung 6	Patient (Männlich, 73Jahre) mit Koxarthrose sowie Hüftkopfnekrose rechts bei Schraubenosteosynthese .....	34
Abbildung 7	Einteilung periprothetischer Lysezonen nach Gruen .....	35
Abbildung 8	Patient (Weiblich, 74 Jahre) mit, den Hüftprothesenschaft umgebenden Lysesaum (Ausschnitt) .....	35
Abbildung 9	Bestimmung des Pfanneninklinationswinkels, femoralen Offsets sowie der Beinlängendifferenz.....	37
Abbildung 10	Bestimmung des femoralen Offsets .....	38
Abbildung 11	Verteilung der Frakturlokalisierung proximaler Femurfrakturen....	42
Abbildung 12	Verteilung Osteosyntheseverfahren proximaler Femurfrakturen	42
Abbildung 13	Verteilung allgemeiner, postoperativer Komplikationen nach Osteosynthese .....	44
Abbildung 14	Verteilung spezieller, postoperativer Komplikationen nach Osteosynthese .....	44
Abbildung 15	Verteilung hüftendoprothetische Versorgung .....	48
Abbildung 16	Verteilung Gleitpaarung Hüftendoprothese .....	50
Abbildung 17	Verteilung Prothesenschaft .....	51

Abbildung 18	Verteilung allgemeiner, postoperativer Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation .....	54
Abbildung 19	Verteilung spezieller, postoperativer Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation .....	55
Abbildung 20	Verteilung der Mortalität nach hüftendoprothetischer Versorgung .....	59
Abbildung 21	Allgemeine Patientenzufriedenheit mit der Hüftendoprothese ...	62
Abbildung 22	Maximal mögliche, schmerzfreie Gehstrecke .....	63
Abbildung 23	Schmerzdauer .....	63
Abbildung 24	Bedarf an Schmerzmittel.....	64
Abbildung 25	Verteilung EQ-5D Index Score.....	65
Abbildung 26	Verteilung Punktzahl Visuelle Analog Skala .....	66
Abbildung 27	Harris-Hip-Score Gesamtergebnis .....	69
Abbildung 28	Verteilung Body-Mass-Index .....	73
Abbildung 29	Klinischer Nachweis von Kraftminderung .....	74
Abbildung 30	Klinischer Nachweis von Schmerzen.....	75
Abbildung 31	Klinische Untersuchung der Haut.....	76
Abbildung 32	Prüfung von Zehenspitzenstand/ -Gang und Fersenstand/ -Gang .....	77
Abbildung 33	Prüfung der Hockposition sowie des Einbeinstands .....	78
Abbildung 34	Verteilung Beinlängendifferenz in cm .....	81
Abbildung 35	Radiologische Auswertung – Verteilung der Komplikationen nach Osteosynthese .....	82
Abbildung 36	Verteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker vor Hüftprothesenimplantation .....	83
Abbildung 37	Verteilung Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence vor Hüftprothesenimplantation .....	83
Abbildung 38	Verteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung .....	88
Abbildung 39	Radiologische Auswertung – Lockerungszeichen Hüftprothesenschaft.....	88
Abbildung 40	Überblick Vergleichsstudien sekundäre Hüftendoprothetik .....	95

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Datenerhebungsplan der Studie .....	25
Tabelle 2	Einteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker .....	33
Tabelle 3	Einteilung der Arthrose nach Kellgren und Lawrence .....	34
Tabelle 4	Einteilung des Stress-Shieldings nach Engh.....	36
Tabelle 5	Revisionsoperationen und osteosynthetischer Verfahrenswechsel nach Frakturversorgung .....	46
Tabelle 6	Übersicht Verteilung der hüftprothetischen Versorgung .....	48
Tabelle 7	Operations- sowie stationäre Verweildauer .....	48
Tabelle 8	Verteilung Hüftprothesenkopfdurchmesser .....	49
Tabelle 9	Verteilung Hüftprothesenpfannendurchmesser .....	50
Tabelle 10	Übersicht operationsbedürftiger Komplikationen nach hüftprothe- tischer Versorgung .....	57
Tabelle 11	Bewegungsausmaß vor Hüftendoprothesenimplantation in Win- kelgraden .....	60
Tabelle 12	Bewegungsausmaß nach Hüftendoprothesenimplantation in Win- kelgraden .....	61
Tabelle 13	Verteilung der Angaben der Subgruppen des EQ-5D.....	67
Tabelle 14	Gesamt- sowie Subgruppenpunktzahlen des WOMAC Scores .68	
Tabelle 15	Gesamt- sowie Subgruppenpunktzahl des Harris-Hip-Scores ...69	
Tabelle 16	Verteilung der Angaben zum Schmerz im Harris-Hip-Score.....	70
Tabelle 17	Verteilung der Angaben zu Gehfähigkeit im Harris-Hip-Score ...71	
Tabelle 18	Verteilung der Angaben zu Aktivitäten des alltäglichen Lebens im Harris-Hip-Score.....	72
Tabelle 19	Bewegungsausmaß zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Winkelgraden.....	79
Tabelle 20	Beinumfangsdifferenz.....	80
Tabelle 21	Verteilung der Lysezonen nach Gruen .....	87

## 1 Einleitung

Die proximale Femurfraktur gilt als die häufigste, in Deutschland mit 90 000 Fällen pro Jahr auftretende Fraktur des alten Menschen (1) sowie als die dritthäufigste Fraktur des erwachsenen Menschen, nach der distalen Unterarm- und Sprunggelenksfraktur (2). Aufgrund der demografischen Entwicklung und der steigenden Lebenserwartung der deutschen Bevölkerung ist mit einer Zunahme proximaler Femurfrakturen zu rechnen (3) und damit einhergehend auch mit steigenden Anforderungen an die operative Versorgung, postoperative bzw. poststationäre Nachbehandlung sowie das frühzeitigen Erkennen und Therapieplanen von Komplikationen und daraus resultierenden Folgeeingriffen. Das Lebenszeitrisiko bezüglich einer Fraktur des proximalen Femurs wird dabei in der Literatur mit 11-23% für Frauen sowie 5-11% für Männer beschrieben (4).

Die operative Versorgung proximaler Femurfrakturen ist, bis auf wenige Fälle nahezu obligat und kann, abhängig von verschiedenen Faktoren und Indikationen, mittels Osteosynthese oder hüftprothetischem Implantat erfolgen (5). Therapieziele sind dabei eine stabile Frakturversorgung, eine frühe Mobilisierung des Patienten, eine adäquate Beweglichkeit des betroffenen Hüftgelenks sowie eine Reduktion von Beschwerden und Risiken (6). Die hüftkopferhaltende Frakturbehandlung mit Osteosynthese, welche insbesondere beim jungen bzw. erwachsenen Patienten mit Aktivitätsniveau angestrebt wird (7), zeigt im postoperativen Verlauf eine Versagensrate von bis zu 40%, u.a. aufgrund diverser Komplikationen wie Pseudarthrosenbildung, Hüftkopfnekrose oder Implantatversagen, aber auch degenerativer sowie verschleißender Prozesse, wie der Koxarthrose (8), ebenso wie multifaktorieller, Patienten-, Fraktur- sowie Operationsverfahrens abhängiger Faktoren (9). Diese Komplikationen implizieren eine Entfernung des Osteosynthesematerials mit nachfolgendem Verfahrenswechsel, in der Regel auf ein hüftendoprothetisches Implantat (10). Die sekundäre Hüftendoprothetik führt häufiger als die Primärendoprothetik zu interventionsbedürftigen Komplikationen (5) und stellt in diesem Rahmen ein besonderes und anspruchsvolles Verfahren dar, welchem aufgrund des demografischen Wandels vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Aktuelle Studien

sowie Literatur bezüglich sekundärer Hüftendoprothetik nach osteosynthetischer Versorgung proximaler Femurfrakturen sind nur in mäßiger Anzahl vorhanden, insbesondere für das Patientenkollektiv einer Berufsgenossenschaftlichen Klinik existieren bisher keine Daten zur oben genannten Problematik. Dies soll Gegenstand der hier vorliegenden Arbeit sein und die aktuelle Datenlage sowie Ergebnisse des klinischen sowie radiologischen Outcomes von Patienten mit Hüftendoprothese nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen präsentieren.

### **1.1 Motivation zur Studie sowie Ziel der Arbeit**

Das Ziel der Studie ist die Darstellung mittel- sowie langfristiger Ergebnisse sowie die Ermittlung und Analyse des klinischen sowie röntgenradiologischen Outcomes bei Patienten mit Hüftendoprothesenimplantation nach osteosynthetisch stabilisierter, proximaler Femurfraktur. Des Weiteren soll im Rahmen der Analyse ein frühzeitiges Erkennen sowie Beseitigen von Risikofaktoren und Komplikationen angestrebt werden. Der Outcome wurde hierbei anhand der Variablen der Patientenzufriedenheit und Lebensqualität, Funktionalität, des Zustands der Hüftendoprothese sowie postoperativer Komplikationen evaluiert bzw. definiert. Dabei erfolgte eine Analyse des Outcomes sekundärer Hüftprothesenimplantation an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen im Allgemeinen sowie im Vergleich zur aktuellen Datenlage in der Literatur.

Die Variablen der Patientenzufriedenheit sowie Lebensqualität wurden mittels standardisierter Fragebögen und Scores (EQ-5D, WOMAC, Harris-Hip-Score) ermittelt. Die Variable der Funktionalität wurde anhand genannter Scores und klinischer Testung im Rahmen der Nachuntersuchung erhoben. Die Variable des Hüftendoprothesenzustands, d.h. die Intaktheit und Stabilität des hüftendoprothetischen Implantats wurde mittels röntgenologischer Bildgebung und deren Auswertung analysiert. Die Erfassung der Variable postoperativer Komplikationen erfolgte anhand der Aktenlage sowie der Ergebnisse der klinischen und radiologischen Untersuchung.

## **1.2 Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen**

Die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik in Tübingen besteht seit 1957 und kooperiert seit 1997 im Rahmen des sogenannten „Tübinger Modells“ mit dem Universitätsklinikum Tübingen (11). Die BG Klinik besitzt 15 Stationen mit insgesamt 340 Betten und führt rund 12000 operative Eingriffe jährlich durch. Dabei hat sich die Klinik u.a. als überregionales Traumazentrum im zertifizierten Trauma Netzwerk Südwürttemberg sowie als zertifiziertes Studienzentrum der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesen etabliert (12).

Die Abteilung für Endoprothetik an der Berufsgenossenschaftlichen Klinik führt seit über dreißig Jahren Implantationen von Hüft- sowie Kniegelenksprothesen durch, wobei aktuell ca. 900 Prothesenimplantationen pro Jahr erfolgen.

Ende November 2014 zertifizierte sich die Klinik erstmalig im Rahmen der EndoCert Zertifizierung durch die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie sowie die Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik als Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung und trägt seinen Schwerpunkt im Bereich der primären Endoprothetik sowie in der Wechsel- und Revisionschirurgie. Die Tübinger Unfallklinik ist die erste BG Klinik in Deutschland, die sich als Endoprothetikzentrum der Maximalversorgung qualifizierte (13).

## **1.3 Theoretischer Hintergrund**

### **1.3.1 Anatomie des Hüftgelenks**

Das Hüftgelenk wird knöchern vom kugelförmigen Hüftkopf des proximalen Femurs und vom elliptischen Azetabulum, welches aus den drei Teilen des Os ilium, -ischii und -pubis zusammengesetzt ist, gebildet und stellt eine Enarthrose (Nussgelenk), als Sonderform des Kugelgelenks dar. Es besitzt drei Freiheitsgrade (Extension und Flexion, Adduktion und Abduktion, Innen- sowie Außenrotation) und überträgt die vom Oberkörper wirkenden Kräfte über das Becken auf die unteren Extremitäten (14).

Der Hüftkopf ist mit Ausnahme der Fovea capitis femoris, an der das Ligamentum capitis femoris anhaftet, knorpelig überzogen. Ebenso ist das Azetabulum von Knorpelstrukturen ausgekleidet: die Facies lunata setzt sich in das aus Faserknorpel bestehende Labrum acetabulare fort, welches mit dem

Ligamentum transversum acetabuli verbunden ist (15). Das Caput femoris sowie das Azetabulum weisen eine physiologische Inkongruenz auf, welche sich jedoch bei zunehmender Anpresskraft verringert, da sich der Gelenkknorpel sowie die subchondral liegenden, knöchernen Strukturen verformen und anpassen (16).

Das proximale Femur, welches anatomisch Caput sowie Collum femoris, Trochanter major sowie den subtrochantär gelegenen Corpus femoris umfasst, bildet den CCD- Winkel, der direkten Einfluss auf die am Hüftgelenk wirkenden Kräfte besitzt. Der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel, der aus dem Winkel zwischen Schenkelhals- und Femurschaftlängsachse ermittelt wird, beträgt beim Erwachsenen physiologisch 125 Grad, wobei anatomische Variationen existieren. Ein Winkel größer 125 Grad wird als Coxa valga, ein Winkel kleiner 125 Grad als Coxa vara bezeichnet (17). Das Hüftgelenk ist von einer fibrösen Gelenkkapsel sowie kräftigen, ligamentären Strukturen umgeben. Das Ligamentum iliofemorale, -pubofemorale und -ischiofemorale strahlen in die Zona orbicularis ein und dienen der Stabilisierung des Femurkopfes und somit der Vermeidung von Dislokationen in verschiedene Richtungen (15, 18). Ebenso ist das Hüftgelenk von einem Muskelmantel umgeben, welcher der aktiven Ausführung der Bewegung, als auch der Stabilisierung des Gelenks sowie der positiven Beeinflussung mechanischer, ossärer Beanspruchungen dient (17).

Die Perfusion des Hüftkopfes erfolgt durch einen Ast des Ramus acetabularis der Arteria obturatoria, die besonders im Kindesalter, jedoch weniger bei Erwachsenen von Bedeutung ist, sowie durch einen arteriellen Kranz, welcher von den Arteriae circumflexae femoris laterales et mediales gespeist wird (17). Das Azetabulum wird von Ästen der Arteria obturatoria, den Arteriae gluteae superiores et inferiores sowie der Arteria pudenda interna versorgt (15).

### **1.3.2 Frakturklassifikation des proximalen Femurs**

Eine orientierende Einteilung hüftgelenksnaher Femurfrakturen erfolgt anhand anatomischer Landmarken in die, zwischen dem Femurkopf und den Trochanteren lokalisierten Schenkelhalsfrakturen, welche weiterhin in mediale sowie laterale Schenkelhalsfrakturen unterteilt werden können sowie in

perthrochantäre, also die Femurtrochanteren durchlaufende und subthrochantäre, d.h. unterhalb dieser verlaufenden Frakturen. Schenkelhalsfrakturen differenziert man weiterhin nach Grad der Frakturdislokation anhand der Klassifikation nach Garden I bis IV sowie nach Grad der Frakturstabilität und des -Winkels anhand der Klassifikation nach Pauwels I bis III (18, 19). Per- sowie subthrochantäre Femurfrakturen hingegen richten sich nach der AO Klassifikation und werden nach morphologischen Aspekten und dem Schweregrad der Fraktur in je drei Gruppen unterteilt (20). Die Frakturklassifikation mit Beurteilung der Stabilität und Dislokation ist neben der Hüftkopfvitalität und ossären Qualität, dem Patientenalter sowie Allgemeinzustand, den Begleiterkrankungen bzw. -Verletzungen und der vorbestehenden Mobilität des Patienten entscheidend für das Therapieverfahren sowie die Prognosestellung (21, 22).

### **1.3.3 Diagnostik sowie klinisches Bild proximaler Femurfrakturen**

Die Diagnosestellung der proximalen Femurfraktur erfolgt anhand der Anamnese, klinischen Untersuchung sowie der nativ röntgenologischen Bildgebung. Neben der allgemeinen und speziellen Patientenvorgeschichte sind die Ursache sowie der Unfallhergang des Frakturgeschehens zu evaluieren (23). Dabei spielt das Sturzereignis, bei älteren Patienten bereits nach „niederenergetischen“ Bagatell-, bei jungen Patienten oft nach „hochenergetischen“ Rasantraumen eine entscheidende Rolle. Bei fehlendem Sturzereignis oder Trauma ist an eine pathologische Frakturentstehung durch maligne Geschehen oder Osteoporose zu denken. Das klinische Bild zeigt typischer Weise eine Fehlstellung der betroffenen, unteren Extremität in Außenrotation- und Adduktionsstellung sowie eine Verkürzung der Beinlänge im Vergleich zur Gegenseite bei Frakturdislokation. Gegebenenfalls sind Prellmarken oder Hämatome, meist posterolateral des Trochanter majors zu sehen. Der Patient klagt über bewegungsabhängige, insbesondere rotationsspezifische Schmerzen im Bereich des Hüftgelenks sowie inguinal, welche in das ipsilaterale Kniegelenk ausstrahlen können sowie über Trochanterdruck/ -klopf -, Rüttel- und Stauchungsschmerz des betroffenen Beins. Des Weiteren ist es dem

Patienten nicht möglich zu gehen, zu stehen bzw. die betroffene Extremität gestreckt anzuheben (23). In der konventionellen Röntgendiagnostik, speziell der tiefen Beckenübersichts- sowie axialen, proximalen Oberschenkelaufnahme erfolgt die Frakturklassifikation und die Beurteilung des Frakturverlaufs am proximalen Femur mit eventueller Dislokation und Trümmerung sowie möglichen Komplikationen. Bei unauffälligem radiologischem Befund, aber typischem Beschwerdebild kann fakultativ eine Bildgebung mittels CT oder MRT, einschließlich vorderem sowie hinterem Beckenring erwogen werden (24, 25).

#### **1.3.4 Versorgung proximaler Femurfrakturen**

Proximale Femurfrakturen können je nach Indikationsstellung hüftkopferhaltend mittels Osteosynthese oder hüftendoprothetisch, in seltenen Fällen konservativ behandelt werden (26). Eine konservative Behandlung ist beispielsweise bei nicht dislozierten sowie stabilen, eingestauchten Schenkelhalsfrakturen möglich, jedoch aufgrund des vermehrten Auftretens von Komplikationen, wie der sekundären Dislokation nicht empfehlenswert (27). Die Therapieentscheidung, ob eine osteosynthetische oder hüftendoprothetische Frakturbehandlung erfolgen soll, ist u.a. von der Frakturmorphologie, vom Alter des Patienten sowie dem Aktivitätsniveau, Komorbiditäten und Begleiterkrankungen abhängig (28). So wird eine osteosynthetische Versorgung bei jüngeren und aktiven, eine Hüftprothesenimplantation bei geriatrischen Patienten bevorzugt. Letztere birgt die Vorteile einer zügigen, postoperativen Vollbelastung und Rehabilitation sowie eines verminderten Risikos für Revisionsoperationen, wohingegen eine Osteosynthesversorgung eine kürzere Operationsdauer, einen geringeren intraoperativen Blutverlust sowie eine reduzierte Mortalität aufweist (26).

Die osteosynthetische Frakturversorgung proximaler Femurfrakturen kann allgemein mittels intra- bzw. extramedullären Implantaten erfolgen. Zu den extramedullären Kraftträgern zählen Plattensysteme, wie die Dynamische Hüftschraube (DHS), welche besonders bei stabilen Frakturen Anwendung findet. Intramedulläre- bzw. Nagelsysteme kommen insbesondere bei instabilen oder

mehrfragmentären Frakturen zum Einsatz, wobei zusätzliche Schrauben oder Klingen als proximale, femorale Kraftträger agieren.

Mediale Schenkelhalsfrakturen können neben der konservativen Therapie bei eingestauchter Fraktur auch hüftkopferhaltend, mittels Schraubenosteosynthese oder Dynamischer Hüftschraube sowie endoprothetisch durch Hemialloarthroplastik oder Totalendoprothese operativ versorgt werden (21, 29). Die osteosynthetische Versorgung peritrochantäre Femurfrakturen kann mittels intramedullärer Nagelsysteme mit Hüftkomponente, wie dem Gamma- Nagel bzw. Proximalen Femurnagel oder extramedullärer Systeme wie der DHS bzw. Kondylenplatte erfolgen (30). Bei begleitenden Komplikationen wie der Koxarthrose oder nekrotischen Substanzdefekten ist eine prothetische Versorgung zu erwägen (31-33). Subtrochantäre Frakturen können ebenfalls mittels intramedullären Kraftträger wie dem Proximaler Femurnagel sowie Dynamischen Kondylenschrauben (DCS) oder der Kondylenplatte osteosynthetisch stabilisiert werden (34). Eine konservative Therapieversorgung per- sowie subtrochantärer Femurfrakturen ist obsolet (35).

### **1.3.5 Komplikationen nach proximalen Femurfrakturen**

Die operative Versorgung proximaler Femurfrakturen entwickelt in bis zu 40% Komplikationen, wobei das Versagen des Osteosyntheseimplantats eine der Hauptkomplikationen darstellt und Folgeeingriffe bzw. Revisionsoperationen mit Wechsel auf eine Hüftendoprothese nach sich zieht (9). Ebenso sind das Auftreten von Pseudarthrosen, posttraumatischer Hüftkopfnekrosen und -Koxarthrosen sowie Infektionen als postoperative Komplikationen zu nennen, welche eine Hüftprothesenimplantation indizieren (10). Dabei sind diverse Faktoren u.a. Osteoporose bzw. eine reduzierte Knochenqualität, instabile Frakturen oder eine ungünstige Implantatpositionierung von Relevanz, welche besagte Komplikationen begünstigen (5). Nachfolgend sollen daher Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung proximaler Femurfrakturen dargestellt werden.

## Pseudarthrose

Eine mögliche Komplikation nach osteosynthetischer Frakturversorgung stellt die Pseudarthrose dar, worunter man die fehlende, knöcherne Konsolidierung innerhalb von 6 bis 8 Monaten nach Frakturereignis versteht (36). Man differenziert dabei erworbene Pseudarthrosen in avital sowie vital, welche weiterhin in hypertroph, hypotroph sowie oligotroph unterschieden werden können. Des Weiteren sind septische- bzw. Infektpseudarthrosen zu nennen. Die Diagnosestellung der Pseudarthrose erfolgt anhand klinischer Zeichen wie Schmerzen, Funktionseinbußen sowie Instabilität der Fraktur und mittels bildgebender Verfahren (konventionelles Röntgen, MRT, CT). In der konventionellen Röntgenaufnahme sind bei hypertrophen Pseudarthrosen eine bindegewebige Frakturspaltverbreiterung sowie Sklerosezonen an den Frakturenden erkennbar (37) (38). Avitale Pseudarthrosen weisen hingegen sklerosierende Frakturenden sowie eine Verjüngung des Knochens auf, welche Ausdruck der ossären Minderperfusion und Nekrotisierung sind (38, 39). Septische- bzw. Infektpseudarthrosen bilden radiologisch Osteolysen und Knochensequester ab. Typischerweise finden sich hypertrophe Pseudarthrosen bei instabilen Frakturen nach konservativer Therapie oder bei inadäquatem oder gelockertem Osteosynthesematerial (40).



Abbildung 1 Patient (Männlich, 61 Jahre) mit Pseudarthrose bei Zustand nach, mit Schraubenosteosynthese versorgter medialer Schenkelhalsfraktur rechts

## **Koxarthrose**

Die Hüftgelenksarthrose stellt die häufigste Indikation zur Implantation von Endoprothesen dar: Es werden jährlich drei von vier endoprothetischen Hüftgelenksimplantaten aufgrund der Diagnose Koxarthrose eingesetzt (41). Der Begriff der Arthrose allgemein bezeichnet den degenerativen Untergang von Knorpelsubstanz sowie die sekundäre Entstehung ossärer Läsionen, welche mit einer inflammatorisch bedingten Gelenkscapselschrumpfung einhergehen (42). Die Genese der Koxarthrose ist multifaktoriell und durch mechanische sowie biologische Veränderungen bedingt, wobei man eine primäre sowie sekundäre Form der Hüftgelenksarthrose differenziert (42, 43). Der primären, auch idiopathischen Arthrose liegt bisher keine definitiv erklärende Ursache zugrunde, wohingegen bei der sekundären Arthrose mögliche Ursachen, wie angeborene oder erworbene Gelenksdeformitäten, Systemerkrankungen oder posttraumatische Folgeerscheinungen zu eruieren sind (44). Letztere führen zu einer Gelenkflächeninkongruenz, welche eine nicht mehr tolerierbare Druckerhöhung und eine daraus entstehende Arthrose zur Folge hat (19). Die Diagnosestellung der Koxarthrose erfolgt anamnestisch, klinisch sowie radiologisch, wobei das klinische Beschwerdebild nur bedingt mit dem röntgenologischen Befund und dem Arthrosetadium übereinstimmt (45).

Bei der klinischen Untersuchung imponieren Beschwerden in Form von Ruhe- sowie bewegungsabhängigen Schmerzen im Hüftgelenk selbst oder auch in benachbarten Gelenken (46, 47), Morgensteifigkeit (länger als 30 min, kürzer als 60 min) (48, 49), Anlaufschmerzen, Bewegungseinschränkungen bis hin zu Kontrakturen (50), einer Verminderung der Gehstrecke und eines hinkenden Gangbilds, welches schmerzbedingt auftreten bzw. auf einer Beinlängenverkürzung oder glutealen Muskelinsuffizienz (positives Trendelenburgzeichen und Duchennehinken) basieren kann (51-53). Es können sich ein Leistendruck- sowie Trochanterklopfschmerz und muskuläre Hypo- bzw. Atrophien zeigen (54). Neben der klinischen Diagnosestellung erfolgt eine Stadieneinteilung der Arthrose anhand nativ röntgenologischer Bildgebung nach Kellgren und Lawrence (55).

Als Therapiekonzept steht in frühen Arthrostadien mit milder bis mäßiger Schmerzkomponente die konservative Therapie zur Verfügung. Bei dysplastischen Hüftgelenken oder vorbestehenden Fehlstellungen kann eine Korrekturosteotomie erwogen werden (44). Zeigt sich das Hüftgelenk jedoch fortgeschritten degenerativ verändert, ist die prothetische Gelenksversorgung in Betracht zu ziehen (44).



Abbildung 2 Patient (Männlich, 73 Jahre) mit Koxarthrose sowie Hüftkopfnekrose rechts bei Schraubenosteosynthese

### **Posttraumatische Hüftkopfnekrose**

Die posttraumatische Hüftkopfnekrose basiert auf einer Durchblutungsstörung und Minderperfusion des Hüftkopfes, die den Untergang ossärer Strukturen zur Folge hat. Die Ursachen der Durchblutungsstörung können multipel sein und u.a. am Frakturgeschehen an sich oder in der operativen Versorgung liegen (44). Die Inzidenz von Hüftkopfnekrosen nach proximaler Femurfraktur schwankt dabei zwischen 11 und 86 % (56). Zur Diagnostik werden neben klinischen Beschwerden, radiologische Veränderungen am Hüftkopf herangezogen, wobei die konventionelle Röntgenbildgebung, die CT und MRT Verwendung finden. Die Magnetresonanztomografie dient aufgrund der hohen Kontrastauflösung als Mittel der Wahl zur Nekrosefrüherkennung. Ebenso kann

die Computertomografie zur frühzeitigen Beurteilung der Nekroselokalisation und -Ausdehnung sowie zur präoperativen Planung genutzt werden. Die konventionelle Röntgendiagnostik ist nicht zur Früherkennung der Hüftkopfnekrose geeignet, da sichere radiologische Veränderungen erst im Spätstadium sichtbar sind. Hierbei stellen sich in der Beckenübersicht-, axialen- oder Lauensteinaufnahme abgeflachte Konturen und Impressionen der Hüftkopfoberfläche sowie Spongiosaveränderungen dar. Mögliche Stadieneinteilungen der Hüftkopfnekrose sind die nach Ficat anhand der Röntgendiagnostik sowie die internationale ARCO Klassifikation anhand Röntgen, CT und MRT (44).



Abbildung 3 Patient (Männlich, 17Jahre) mit posttraumatischer Hüftkopfnekrose bei Zustand nach, mit Schraubenosteosynthese versorgter medialer Schenkelhalsfraktur links

### **Implantatversagen**

Das Implantatversagen stellt eine häufige Komplikation nach osteosynthetischer Versorgung proximaler Femurfrakturen dar und wird in der Literatur mit einem Auftreten zwischen 12 bis 32% beschrieben (57). Als osteosynthetisches Implantatversagen sind im Rahmen dieser Arbeit das Phänomen des Cutting-Outs bei intramedullären Kraftträgern, das Lockern, Auswandern sowie das Brechen von Osteosynthesematerial zu nennen. Das Cutting out, welches das,

durch den Femurkopf stattfindende Durchschneiden des Kraftträgers bezeichnet, ist mit einem Vorkommen von 9 bis 15% die häufigste Ursache für das Versagen osteosynthetischer Implantate (58-62). Gründe hierfür sind vor allem die operative Durchführung im Sinne der Frakturposition und präzisen Osteosyntheseimplantation (63, 64) sowie die reduzierte Qualität des Knochens, speziell der Knochendichte im Rahmen einer Osteoporose (61).



Abbildung 4 Patient (Männlich, 85 Jahre) mit einliegendem PFN und Auswandern bzw. Durchschneiden der Schenkelhalschraube (Cutting out/ through) durch den Hüftkopf

### **Femororazetabuläres Impingement**

Das femoroazetabuläre Impingement beschreibt das „Anstoßen“ bzw. „Anschlagen“ (englisch „to impinge“) der am Hüftgelenk beteiligten, ossären Gelenkstrukturen und der damit verbundenen, schmerzhaften Bewegungseinschränkung der Hüftflexion sowie -Innenrotation in Adduktionsstellung, seltener der Außenrotation in Extensionsstellung (65). Nach neuen Erkenntnissen stellt das femoroazetabuläre Impingement einen Auslöser für degenerative Vorgänge und frühe Gelenkarthrose, beginnend am Rand der Hüftgelenkspfanne dar, welche, nicht durch Belastung sondern v.a. durch Bewegung voranschreitet (66). Man unterscheidet dabei ein Cam-Impingement, welches durch ein verringertes, femorales Offset sowie eine asphärische Form des Hüftkopfes

erzeugt wird von einem Pincer-Impingement, das aufgrund einer azetabulären und proximal femoralen Über-Überdachung entsteht, wobei sich häufig Mischformen der beiden Impingementtypen zeigen (65, 67, 68).

## **Infektion**

Postoperative Infektionen nach osteosynthetischer Frakturversorgung, aus welchen sich Osteomyelitiden sowie Verzögerungen der Frakturheilung oder Pseudarthrosen entwickeln können, sind eine gefürchtete Komplikation und treten am proximalen Femur zu 1 bis 5% auf (69, 70). Dabei ist die Wahrscheinlichkeit einer Infektion abhängig von der Art der Fraktur, dem vorliegendem Weichteilschaden, Begleitverletzungen und -Komplikationen, der Methode der operativen Versorgung, allgemeinen sowie internistischen Begleiterkrankungen, Risikofaktoren sowie weiteren Aspekten.

So treten Infektionen osteosynthetischer Implantate bei geschlossenen Frakturen in ca. 1% (71) auf, wohingegen bei offenen Frakturen mit Schädigung der Weichteile eine Infektionsrate von 30% vorliegt (72).

Ursächlich für die Entstehung besagter Infekte sind insbesondere exogene Kontaminationen des Implantats sowie ossäre Nekrosen. Endogene Auslöser aufgrund eines vorbestehenden Infektfokus mit hämatogener Streuung der Erreger führen mit weniger als 10% zu einem Osteosyntheseinfekt (72). Dabei sind im Speziellen grampositive- (Staphylokokkus aureus) sowie Koagulase-negative Staphylokokken (70), bei einem Frakturereignis mit Bodenkontakt sowie Läsionen der Weichteile gramnegative Erreger und Mischinfektion mit anaeroben Keimen als Infektauslöser zu nennen (73).

Die Erregereradikation sowie Infektsanierung mit dem Ziel der Frakturheilung sind als Therapie anzustreben, wobei bei Frühinfektionen (weniger als 6 Wochen postoperativ) das Osteosynthesematerial erhalten werden kann und bei Spätinfektionen (mehr als 6 Wochen postoperativ) das Implantat entfernt oder gewechselt werden sollte. Neben der chirurgischen Intervention mit Debridement bzw. Entfernung der Osteosynthese gilt die Therapie mit Antibiotika als obligat, wodurch in 80-90% eine Infektsanierung erreicht werden kann (70). Zusätzlich zur systemischen Antibiose besteht die Möglichkeit des Einbrin-

gens von lokalen Antibiotikaträgern in die Wundhöhle, welche bis zur Infektreduktion verbleiben (74). Bei einer Infektausdehnung und dem Befall ossärer Strukturen mit Destruktion dieser ist das Erzeugen einer temporären Girdlestone-Situation mit Hüftendoprothesenimplantation im Verlauf bzw. nach Infektsanierung zu erwägen (74). Bei einer Girdlestone-Situation handelt es sich um eine Angulationsosteotomie mit operativer Entfernung des Femurkopfes sowie des Schenkelhalses (75).

### **1.3.6 Hüftendoprothetische Versorgung proximaler Femurfrakturen**

Die Indikation zur endoprothetischen Versorgung ist bei einer Beeinträchtigung der Gelenkartikulation sowie -Führung aufgrund von Veränderungen am Hüftgelenk sowie bei Schädigung des Hüftkopfes zu stellen (44). Dies beinhaltet angeborene und erworbene Gelenksfehlbildungen, eine Gelenksdestruktion aufgrund degenerativer, medikamentös-toxischer, rheumatologischer oder maligner Prozesse, Frakturen des proximalen Femurs (41, 51) sowie Trümmerfrakturen bei osteoporotischer Knochensubstanz, Hüftkopfnekrosen, therapieresistenten Kontrakturen und Schmerzen (76) sowie posttraumatischen Komplikationen und Folgezuständen (77).

Dafür stehen im Rahmen der Hüftendoprothesenimplantate die bipolare Kopfprothese sowie die Hüfttotalendoprothese zur Verfügung (22). Laut Jahresbericht des Deutschen Endoprothesen Registers fanden im Jahr 2016 zu 91% Hüfttotalendoprothesen und zu 9% Teilendoprothesen als Erstimplantation Anwendung, wobei 95% der hüftteilendoprothetischen Implantate Duokopfprothesen waren (78). Es existieren diverse Modelle endoprothetischer Implantate, die sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt und sich den steigenden Anforderungen sowie individuellen Indikationen angepasst haben. Generell sind hüftendoprothetische Implantate aus einer im Azetabulum befindlichen Prothesenpfanne, mit einem aus Keramik oder Polyethylen bestehendem Inlay sowie dem darin artikulierendem Kopf, welcher aus Keramik oder Metall bestehen kann, sowie dem, im Femur lokalisiertem Prothesenschaft zusammengesetzt. Die Prothesenpfanne sowie der -Schaft können zementiert oder nicht zementiert im Knochen fixiert werden. Dementsprechend finden zementierte, zementfreie

oder hybride, also teilzementierte Verfahren Einsatz in der Hüftendoprothetik. In Deutschland wird die zementfreie Verankerung mit 78,4% favorisiert. Hybridprothesen werden in 14,4%, zementierte Implantate in 5,9% sowie Reverse-Hybridprothesen in 1,3% angewandt (78). Als Gleitpaarung bezeichnet man das artikulierende Gefüge aus Hüftprothesenkopf sowie Pfanneninlay, in welchem die Bewegung des künstlichen Gelenkersatzes generiert wird. Dabei gibt es folgende Variationen der Keramik-Keramik-, Keramik-Polyethylen, Metall-Metall sowie Metall-Polyethylen- Gleitpaarung. Metallgleitpaarungen besitzen das Risiko, allergische Reaktionen sowie damit verbundene Osteolysen mit resultierender Lockerung des Prothesenimplantats aufgrund des Materialabriebs zu entwickeln. Ferner besitzen die Partikel des Metallabriebs eine karzinogene Potenz. Als Komplikationen von Keramikgleitpaarungen sind das Brechen sowie Absplittern des Keramikmaterials sowie der Verbleib von Partikeln mit resultierender Materialschädigung bei Revisionsoperationen zu nennen (79). Nachteile von Gleitpaarungen in Kombination mit Polyethylen sind aufgrund von Abriebpartikeln, Fremdkörperreaktionen sowie damit einhergehende Osteolysen und Implantatlockerungen (80). Aus diesem Grund wurde ein hochvernetztes Polyethylenmaterial entwickelt, das eine geringere Abriebrate als konventionelles Polyethylen aufzeigt und damit weitere Komplikationen wie ossäre Lysen vermindert (81).

Die Duokopfprothese, eine bipolare, femorale Hemiprothese ist aus einem Metall- oder Keramikkopf, der sich frei gegen einen, ihn umgebenden Polyethylen-einsatz bewegen und rotieren kann sowie einer darauf befindlichen, äußeren Metallkappe sowie einem wahlweise zementierten oder zementfreien Prothesenschaft aufgebaut. Das azetabuläre Pfannenlager wird nicht durch ein Implantat versorgt und somit geschont, was einen geringeren Prothesen-Pfannenabrieb sowie ein reduziertes Luxationsrisiko impliziert. Die operative Versorgung mittels Duokopfprothese birgt gegenüber der Hüfttotalendoprothese die Vorteile des geringeren operativen Traumas, eines reduzierten Blutverlustes sowie einer herabgesetzten Dauer des Operationseingriffs, der Möglichkeit der sofortigen Vollbelastung und damit frühen Rehabilitation. Somit ist ein Einsatz der Duokopfprothese besonders bei älteren Patienten geeignet. Ein weiterer

Vorteil ist, im Falle eines Verfahrenswechsels auf eine konventionelle Hüfttotalendoprothese zu wechseln, d.h. eine Prothesenversorgung ohne Notwendigkeit der Entfernung der femoralen Komponente zu realisieren. Aufgrund möglicher Komplikationen wie der pelvinen Hüftprothesenkopfprotrusion sowie der Zerstörung der azetabulären, chondralen Substanz und der damit verbundenen kürzeren Prothesenstandzeit ist eine Indikation für junge sowie körperlich aktive Patienten eingeschränkt gegeben. Die Versorgung junger Patienten mittels bipolarer Kopfprothese kann bei Tumorbefall des Hüftgelenks sowie Hüftkopfnekrose in Betracht gezogen werden. Kontraindikationen stellen Frakturen des Azetabulums sowie Protrusionskoxarthrosen dar (82).

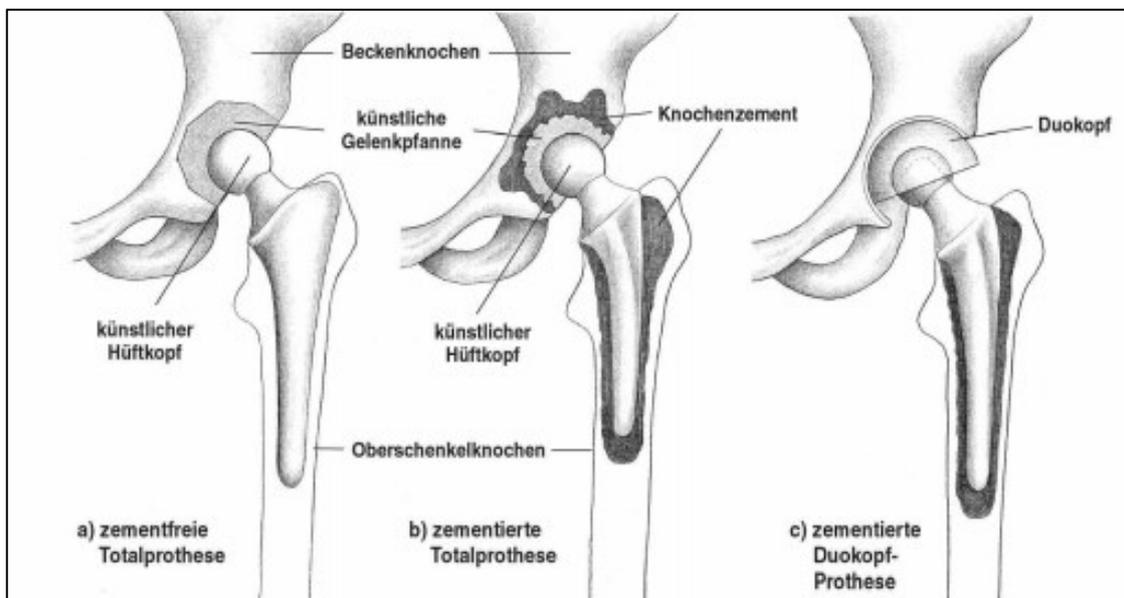


Abbildung 5 Übersicht zum hüftprothetischen Gelenkersatz (83)

### 1.3.7 Komplikationen nach Hüftendoprothesenimplantation

Das Auftreten von Komplikationen nach hüftendoprothetischer Versorgung ist von verschiedenen Faktoren wie dem Patienten selbst, der Operationstechnik bzw. der Implantatwahl oder der postoperativen Nachsorge abhängig und kann den Patienten-Outcome bzw. die -Zufriedenheit negativ beeinflussen sowie zu steigenden Versorgungskosten und Revisionseingriffen mit verbundenen, stationären Wiederaufnahmen führen (84).

So können im Verlauf nach Hüftprothesenimplantation neben allgemeinen sowie internistischen Operationskomplikationen, spezielle Komplikationen wie beispielsweise eine Lockerung der Hüftprothese bzw. einzelner Komponente, periprothetische Frakturen, oberflächliche sowie tiefe Infektionen der Weichteile oder der Hüftprothese, Luxationen des Hüftgelenkersatzes sowie andere Komplikationen auftreten. Dabei wird bei der sekundären Hüftendoprothetik nach Osteosyntheseversagen eine höhere Rate an Komplikationen beschrieben (9).

### **Hüftendoprothetische Lockerung**

Die Lockerung hüftendoprothetischer Implantate wird in der Literatur mit 38,2 % beschrieben, wobei es häufiger zu einer Lockerung des Pfannenimplantats als zu Schaftlockerungen kommt (78, 85).

Man unterscheidet zwischen einer Implantatlockerung aufgrund einer Infektion sowie einer aseptischen Lockerung, wobei letztere in der Regel sechs Jahre nach der endoprothetischen Versorgung auftreten und davor entstehende Lockerungen insbesondere auf Low-grade-Infekte zurück zu führen sind (86, 87).

Anamnestisch werden v.a. bewegungsabhängige- oder Anlaufschmerzen in der Leisten- oder Glutealregion, als Korrelat für eine Lockerung der Pfannenkomponente oder im Oberschenkel mit Ausstrahlung ins Kniegelenk, als Hinweis auf einen gelockerten Prothesenschaft berichtet (87).

In der klinischen Untersuchung können sich ein positiver Stauchungs-, Rüttel- sowie Rotationsschmerz, schmerzbedingte Bewegungseinschränkungen und eine Gangproblematik mit reduzierter Gehstrecke und -Zeit sowie eine Beinlängenverkürzung, welche auf eine vorangeschrittene Implantatlockerung mit möglicher Migration der Pfannenkomponente bzw. einer Sinterung des Schafts zurückgeführt werden kann, zeigen (88, 89). Generell stellt sich die klinische Untersuchung mit möglichem Beschwerdebild als unspezifisch dar und eine Implantatlockerung kann ebenso symptomfrei verlaufen (87).

Ein weiteres Diagnostikverfahren zum Lockernachweis ist das konventionelle Röntgen in zwei Ebenen. Radiologische Zeichen einer Lockerung können

progrediente, das Implantat umgebende Lysesäume oder Knochenresorptionszonen, periprothetische Osteolysen, eine Migration des Implantats wie eine Schaftsinterung, veränderte Pfannen- und Schaftposition, Defekte oder der Bruch des prothetischen Materials oder des Zementmantels sowie die Bildung heterotoper Ossifikationen oder die Prothese umgebende Sklerosierungen sein (87, 89).

Lysesäume definiert man als in der Röntgenaufnahme sichtbare schmale, strahlentransparente, die Prothese umgebende Zonen, welche im Verlauf progredient sind. Die Persistenz dieser sogenannten „radiolucent lines“ ist als kontrollbedürftiger Risikofaktor einer Implantatlockerung zu betrachten (90). Osteolysen, ebenfalls als strahlentransparente, umschriebene Gebiete im Röntgen sichtbar, sind Ausdruck des Abbaus bzw. Verlusts ossärer Substanz und entstehen in der Regel entzündlich aufgrund von Implantatabrieb oder im Rahmen einer Infektion (91-93). Sklerosezonen stellen sich als dichte angehobene, verschattete, die Prothese umgebende Linien, bei Lockerungen an der Schaftspitze als Sklerosesockel dar. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Sockelbildungen auch ohne vorhandene Implantatlockerungen auftreten können (94).

### **Periprothetische Fraktur**

Periprothetische Frakturen, sprich Knochenbrüche bei einliegendem prothetischen Implantat können einerseits intraoperativ, also iatrogen durch die operative Prothesenimplantation verursacht werden (95) und treten bei primärer Implantation mit einer Rate von 0,1 bis 1%, bei Revisionsoperationen mit einer Häufigkeit von bis zu 6% auf (96). Andererseits können postoperative Ereignisse ursächlich für eine periprothetische Fraktur des Femurs sein, wobei einwirkende, teils niedrig energetische Traumata bei vorbestehender Implantatlockerung, ossären Nekrosezonen sowie Infektionen, fehlerstellungsbedingte Stressfrakturen und allgemeine, patientenbezogene Risikofaktoren zu nennen sind. Diese Periprothesenfrakturen treten mit einer Rate von 0,1 bis 6% auf (97, 98).

Zur Diagnosestellung tragen die anamnestische und klinische Untersuchung sowie bildgebende Verfahren, insbesondere konventionelle Röntgenaufnahmen, bei komplexen Frakturgeschehen auch die Computertomografie bei (99). Anhand dieser erfolgt eine Einteilung der hüftendoprothetisch versorgten, proximalen Femurfrakturen nach der Vancouver-Klassifikation nach Duncan und Masri (99-101) mit daraus resultierender Therapieempfehlung.

So kann eine nicht- bzw. gering dislozierte (<2 cm) Vancouver-Typ-A-Fraktur konservativ sowie bei Dislokation (>2 cm) osteosynthetisch versorgt werden, wohingegen Vancouver-Typ-B1 und C-Frakturen plattenosteosynthetisch und Typ-B2- sowie B3-Frakturen mit einem Endoprothesen Wechsel therapiert werden (102).

### **Infektion**

Der hüftendoprothetische Infekt ist eine Komplikation, die vermehrt mit Reinterventionen bis hin zum Implantatausbau einhergeht und mit einer Häufigkeit von bis zu 1 bis 3 % auftritt (103, 104). Man differenziert dabei in eine frühe sowie sekundäre Infektion, wobei sich bei erst genannter klinisch eine, in der Tiefe gelegene Hämatombildung sowie oberflächliche Sekretion putriden Flüssigkeit, lokale Entzündungszeichen, Schmerzen und Funktionseinschränkungen sowie laborchemische Infektkonstellationen darbieten.

Die Sekundärinfektion, die eigentliche, periprothetische Infektion mit Keimbeseidlung des Implantats kann sich nach Monaten bis Jahren, stets nach einem beschwerdefreien Intervall nach hüftendoprothetischer Versorgung zeigen und weist zu Beginn eine neu aufgetretene Schmerzsymptomatik, im Verlauf klinische sowie laborchemische Entzündungszeichen auf (104). Der Nachweis von Erregern, meist Staphylokokken bestätigt eine Infektion. Gramnegative, aerobe- (10-20%) sowie anaerobe (10%) Erreger und Mischinfektionen (60%) sind ebenfalls als ursächlich anzusehen (105-107). In einigen Fällen, insbesondere bei chronischen Infektionen ist ein Erregernachweis nicht möglich. Hierbei sollte auf klinische und radiologische Zeichen einer Implantatlockerung sowie einer laborchemischen Entzündungskonstellation

unter Ausschluss eines anderweitigen Infektfokus geachtet werden, welche trotz fehlendem Erregernachweis wegweisend für einen endoprothetischen Infekt sein können (105).

Die Therapie von Frühinfektionen sollte ein Debridement mit Wundspülung, eine Synovektomie, systemische Antibiotikatherapie und ggf. das Einbringen lokaler antibiotischer Träger sowie eine mögliche Vakuumversiegelung beinhalten. Ein Wechsel des Implantats ist bei Frühinfekten nicht anzustreben, wohingegen bei Sekundärinfektionen der ein- oder zweizeitige Prothesenwechsel, alternativ das Schaffen einer Girdlestone-Situation, Belassen einer dauerhaften Fistel oder die Hüftgelenksexartikulation durchzuführen sind. Eine vollständige Erregereradikation und Ausheilung wurde in 82,7% bei einzeitigem- und in 93,4% bei zweizeitigem Implantatwechsel erzielt (108).

### **Luxation**

Unter einer Luxation der einliegenden Hüftendprothese versteht man eine Diskontinuität zwischen den artikulierenden Implantatkomponenten, d.h. der Hüftprothesenpfanne sowie dem -Kopf, welche mit einer Häufigkeit von 0,2 bis 10% pro Jahr nach primärer Hüftprothesenimplantation (109, 110) und mit einer Inzidenz von 5 bis 20% bei endoprothetischen Revisionen beschrieben wird (111). Die Ursachen einer Hüftprothesenluxation sind vielfältig und können u.a. in einem gelockerten oder fehlpositionierten prothetischen Implantat (112), in einem Impingement aufgrund eines Kontakts zwischen ossären Strukturen des Femurs und Beckens bzw. zwischen Prothesenteilen (113, 114) sowie in einem hyperlaxen sowie translatorisch hypermobilen Hüftgelenks zu finden sein (115, 116). Eine Klassifikation der Hüftendprothesenluxationen kann nach deren Ätiologie nach Wera (117) in sechs Grade oder nach der Charité-Einteilung in fünf Grade erfolgen.

Die Diagnose der Luxation wird bei der klinisch verkürzten und fehlrotierten Extremität anhand der Röntgenbildgebung und Computertomografie, ggf. anhand der Magnetresonanztomografie zur Beurteilung der Muskulatur oder eines möglichen Ergusses gestellt (116).

Therapeutisch unterscheidet man in erstmalig stattgefundene Früh-, also im Zeitraum von drei Monaten nach Prothesenimplantation auftretende sowie in Spät-, d.h. nach mehr als drei Monaten postoperativ aufgekommene Komplikationen, welche man in der Regel geschlossen reponiert; sowie in rezidivierende Luxationen. Spätkomplika-tionen basieren in einem Drittel der Fälle auf einer Infektion der Hüftgelenksendoprothese, aber auch auf vermehrtem Implantatabrieb sowie Prothesenlockerungen, weshalb diese in die Therapie einzubeziehen sind (116). Frühluxationen weisen ein vermindertes Risiko für rezidivierende Luxationen sowie eine bessere Prognose als Spätluxationen auf (118).

Rezidivierende Hüftprothesenluxationen werden im Rahmen einer Revisionsoperation behandelt, wobei man diverse Strategien abhängig der Luxationsursache, wie die Korrektur der Komponentenpositionierung oder den Austausch dieser, eine Weichteilstraffung, die Verwendung größerer Prothesenköpfe sowie eine postoperative Gelenkfixierung anwenden kann (116).

## **2 Patienten und Methoden**

### **2.1 Patientenkollektiv**

Im Rahmen einer retrospektiv-katamnestischen Studie wurden die Daten von 144 Patienten, welche im Zeitraum von Januar 2007 bis einschließlich Dezember 2014 an der BG Unfallklinik Tübingen nach initial osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur eine Hüftprothesenimplantation erhielten, ausgewertet. Die osteosynthetische Frakturversorgung erfolgte dabei teilweise an unterschiedlichen, unfallchirurgischen Kliniken in Deutschland.

Die Hüftprothesenimplantation wurde ausschließlich an der BG Unfallklinik Tübingen durchgeführt, wobei die Operateure sowie das Operationsteam im oben genannten Zeitraum variierten.

Insgesamt wurden die Daten von 144 Patienten retrospektiv mittels Patientenakten sowie in der Vergangenheit durchgeführter radiologischer Bildgebung erfasst. Vom Gesamtkollektiv konnten 56 Patienten zu einer Verlaufskontrolle einbestellt und von Dezember 2015 bis Juli 2016 klinisch sowie röntgenologisch an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik nachuntersucht werden.

In der vorliegenden Studie wurden alle Patienten eingeschlossen, die an der BG Unfallklinik Tübingen eine Hüftendoprothese erhielten, welcher eine osteosynthetische Versorgung einer proximalen Femurfraktur (Schenkelhals-, pertrochantäre-, subtrochantäre Fraktur) vorausging. Ausschlusskriterien zur Studienpartizipation waren dabei das Ablehnen an der Teilnahme der Studie, die fehlende Einwilligungsfähigkeit des Patienten, pathologische, proximale Femurfrakturen (z.B. bei ossärem Tumorbefall oder steroidinduzierter Osteoporose), angeborene Fehlbildungen des muskuloskelettalen Systems (z.B. Hüftdysplasie), begleitende Frakturen des Hüftkopfes sowie des Azetabulums sowie eine Umstellungsosteotomie im Rahmen der osteosynthetischen Versorgung.

### **2.2 Studienablauf**

Zu Beginn erfolgte die Antragsstellung der Studie unter dem Titel „Hüftprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur – klinische und radiologische Outcome-Analyse“ (Projektnummer 080/2013BO2)

bei der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen. Nach Antragsannahme wurde das Studienkollektiv anhand der Aktenlage sowie des Operationskatalogs der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, nach Einbeziehen der Ein- sowie Ausschlusskriterien ermittelt. Daraufhin wurden alle Patienten des Studienkollektivs sowohl postalisch als auch telefonisch kontaktiert, wobei bei Einwilligung zur Studienteilnahme eine Terminvereinbarung zur klinischen sowie radiologischen Nachuntersuchung stattfand. Die postalische Kontaktaufnahme enthielt neben dem Einbestellungsanschreiben, ein Informationsblatt zum Inhalt sowie Ablauf der Studie, die Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme sowie standardisierte Fragebögen (siehe Anhang).

Der Nachuntersuchungstermin umfasste, nach detaillierter Anleitung die Bearbeitung der Fragebögen durch den Patienten, ggf. mit Hilfestellung durch Angehörige bzw. die Untersucherin sowie die klinische Nachuntersuchung und radiologische Bildgebung an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik.

Anamnestische Daten sowie die Krankenvorgeschichte der Patienten wurden retrospektiv anhand des klinikinternen Dokumentationssystems sowie der archivierten Patientenakten erfasst. Die radiologische Datenerhebung erfolgte anhand der Röntgenbilder im Rahmen der Nachuntersuchung sowie der Bildgebung, vor sowie nach Hüftprothesenimplantation. Die radiologische Auswertung dieser wurde, nach Einarbeitung sowie Anleitung durch einen erfahrenen, unfallchirurgischen Kollegen von der Untersucherin durchgeführt. Die Daten der Patienten, die im Studienkollektiv enthalten waren, jedoch nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen konnten (Patient verstorben, Kontaktaufnahme nicht möglich, Teilnahme an der Nachuntersuchung aufgrund von Krankheit, örtlicher Distanz zum Wohnort oder anderen Gründen nicht möglich, etc.), wurden anhand der letzten klinischen sowie radiologischen Nachuntersuchung ermittelt. Alle Patientendaten wurden dabei pseudonymisiert erfasst und ausgewertet.

Der nachfolgende Datenerhebungsplan soll eine Übersicht zu den in der vorliegenden Studie erhobenen Variablen geben und deren Methode der Datenerhe-

bung sowie –Analyse darstellen. Das Studiendesign dieser Studie erfolgte dabei rein deskriptiv.

## 2.3 Datenerhebungsplan

Tabelle 1 Datenerhebungsplan der Studie

Hauptkategorie	Unterkategorie	Erhobene Variable	Erhebungsmethode	Analyse
Anamnestische Patientendaten	Allgemeine Patientendaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geburtsdaten und Geschlecht</li> <li>➤ Vor-/ Begleiterkrankungen (allgemein/ internistisch, unfallchirurgisch/ orthopädisch)</li> <li>➤ Voroperationen</li> <li>➤ Körpergröße/ -gewicht; BMI</li> </ul>	Dokumentenanalyse und Befragung	Primär- und Sekundäranalyse
	Osteosynthetische Versorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frakturmorphologie</li> <li>➤ Datum der Frakturversorgung</li> <li>➤ Osteosyntheseimplantat</li> <li>➤ Betroffene Seite</li> <li>➤ Postoperative Komplikationen</li> <li>➤ Folgeeingriffe</li> <li>➤ Metallentfernung</li> </ul>		
	Hüftendoprothetische Versorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hüftprothesenimplantat (Prothesenkopf, -Hals,-Schaft, Eurokonus, Auto-/ Allograft, zementfreie/ zementierte/ teilzementierte Verankerung)</li> <li>➤ Datum der Hüftprothesenimplantation</li> <li>➤ Wundabstrich und Erregernachweis</li> <li>➤ Perioperative Antibiotikaphylaxe</li> <li>➤ Ossifikationsprophylaxe</li> <li>➤ Operationsdauer</li> <li>➤ Stationäre Verweildauer</li> <li>➤ Intra- und postoperative Komplikationen</li> <li>➤ Folgeeingriffe</li> </ul>		

<b>Daten zur klinischen Nachuntersuchung</b>	<b>Allgemeiner Fragebogen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Allgemeine Zufriedenheit</li> <li>➤ Schmerzdauer</li> <li>➤ Schmerzfreie Gehstrecke</li> <li>➤ Analgetika Bedarf</li> </ul>	Befragung	Primäranalyse
	<b>EQ-5D 3L</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lebensqualität</li> <li>➤ Mobilität</li> <li>➤ Selbstversorgung</li> <li>➤ Aktivität/ allgemeine Tätigkeit</li> <li>➤ Schmerz</li> <li>➤ Angst/ Niedergeschlagenheit</li> <li>➤ Aktueller Gesundheitszustand</li> </ul>	Befragung	
	<b>WOMAC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schmerz</li> <li>➤ Gelenksteifigkeit</li> <li>➤ Körperliche Aktivität</li> </ul>	Befragung	
	<b>Harris-Hip-Score</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schmerz</li> <li>➤ Aktivität im Alltag</li> <li>➤ Gehfähigkeit</li> <li>➤ Deformitäten</li> <li>➤ Bewegungsausmaß</li> </ul>	Befragung und Messung	
	<b>Klinische Untersuchung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Beweglichkeit/ NNM</li> <li>➤ Beinumfangsmaße/ Muskelatrophie</li> <li>➤ Muskuläre Insuffizienz</li> <li>➤ Beinlängendifferenz</li> <li>➤ Hautbeschaffenheit</li> <li>➤ Schmerzprüfung</li> <li>➤ Kraftprüfung</li> <li>➤ Motorik und Sensibilität</li> </ul>	Testung/ Messung	
<b>Daten zur radiologischen Nachuntersuchung</b>	<b>Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung (Präoperatives Röntgen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Datum Röntgenaufnahme</li> <li>➤ Beinlängendifferenz</li> <li>➤ Femorales Offset</li> <li>➤ Schenkelhalsachse</li> <li>➤ Impaktion</li> <li>➤ Pseudarthrose</li> </ul>	Dokumentenanalyse und Messung	Primär- und Sekundäranalyse

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hüftkopfnekrose</li> <li>➤ Einliegendes Osteosynthesematerial</li> <li>➤ Heterotope Ossifikationen</li> <li>➤ Koxarthrose</li> </ul>		
	<b>Allgemeine Daten nach hüftendoprothetischer Versorgung (Erstes postoperatives Röntgen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Datum Röntgenaufnahme</li> <li>➤ Femorales Offset</li> <li>➤ Pfanneninklinationswinkel</li> <li>➤ Schaftposition</li> </ul>		
	<b>Komplikationen nach hüftendoprothetischer Versorgung (Röntgen zur Nachuntersuchung/ aktuell)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Datum Röntgenaufnahme</li> <li>➤ Beinlängendifferenz</li> <li>➤ Femorales Offset</li> <li>➤ Analyse Prothesenpfanne (Lockerungssäume, Pfanneninklinationswinkel, Änderung Pfannenposition)</li> <li>➤ Analyse Prothesenschaft (Schaftposition, Schaftsinterung, endostale Sockelbildung, distale Hypertrophie, Stress-Shielding, heterotope Ossifikationen, Lysesäume)</li> </ul>		

## **2.4 Anamnestische Datenerhebung**

Die anamnestische Datenerhebung des Patienten, welche nach detaillierter Akten- sowie Dokumentationsrecherche erfolgte, beinhaltete die Angaben zu Geschlecht sowie Geburtsdatum, Daten zu Begleiterkrankungen (allgemein- sowie internistische, unfallchirurgisch sowie orthopädische Nebenerkrankungen), Voroperationen am betroffenen Hüftgelenk, operativer, osteosynthetischer Frakturversorgung (Datum, Frakturklassifikation, osteosynthetisches Implantat, postoperative Komplikationen, Datum der Metallentfernung sowie mögliche Folgeeingriffe), der endoprothetischen Versorgung (Datum, endoprothetisches Implantat, Wundabstrich mit Erregernachweis, perioperative Antibiotika- sowie Ossifikationsprophylaxe, Operationsdauer, stationäre Verweildauer, intra- sowie postoperative Komplikationen, Folgeeingriffe) sowie der Beweglichkeit des Hüftgelenks vor sowie nach Hüftprothesenimplantation.

## **2.5 Fragebögen und Scores**

Zur Evaluation der Patientenzufriedenheit, Lebensqualität, Funktionalität und dem Ausüben von Alltagstätigkeiten nach Hüftprothesenimplantation wurden standardisierte Fragebögen und Scores verwendet. Dabei wurden der EQ-5D, WOMAC sowie Harris-Hip-Score ausgewählt, welche nachfolgend erläutert werden.

### **2.5.1 EuroQol-5D**

Der EQ-5D ist ein 1987, von der EuroQol Gruppe entwickelter, standardisierter Fragebogen zur Messung der Lebensqualität sowie des Gesundheitszustands (119). Es existieren zwei Versionen, der EQ-5D 5 Levels sowie 3 Levels, wobei letzterer in der vorliegenden Studie Anwendung fand.

Der EQ-5D 3L wurde im Jahr 1990 eingeführt, ist in über 170 Sprachen übersetzt wurden und weltweit verfügbar. Er besteht aus zwei Teilen, wobei im ersten Teil vom Patienten fünf Items zu den Bereichen Beweglichkeit und Mobilität, Selbstversorgung, allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivität), Schmerzen/ Körperliche Beschwerden sowie Angst und Niedergeschlagenheit anhand dreier

Antwortmöglichkeiten, keine, einige/ mäßig oder extreme Probleme beurteilt werden sollen. Im zweiten Abschnitt des Fragebogens soll der Patient auf einer Visuellen Analogskala von 0 bis 100 Punkten den aktuellen Gesundheitszustand bewerten, wobei 0 den denkbar schlechtesten und 100 den denkbar besten Gesundheitszustand darstellt. Aus beiden Bereichen ergibt sich nach Indexwert Berechnung ein Gesamtergebnis zwischen 0 bis 1, wobei 1 die maximale bzw. beste Lebensqualität bezeichnet.

Insgesamt können so mittels EQ-5D 243 verschiedene Gesundheitszustände ermittelt werden (119, 120). Darüber hinaus wurde die Einschätzung des aktuellen Gesundheitszustandes zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Vergleich zu den letzten zwölf Monaten erhoben.

### **2.5.2 WOMAC**

Der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, kurz WOMAC Score besteht aus 24, vom Patienten zu beantwortenden Fragen zu den Bereichen Schmerz (5 Fragen), Steifigkeit (2 Fragen) sowie physische Funktionen (17 Fragen). Es existieren drei Versionen des Scores: eine ordinalskalierte Likert Version, eine visuelle Analogskala sowie eine numerische Rating Skala, in welcher eine von elf Antwortboxen vom Patienten angekreuzt werden soll, wobei Box eins keinen Problemen und Box elf maximalen Problemen entspricht.

Der WOMAC Score wurde 1982 initial zur Beurteilung von Auswirkungen von Osteoarthritiden auf Hüft- bzw. Kniegelenke entwickelt und auf weitere orthopädische Krankheitsbilder erweitert (121). Die, für den Patienten maximal erreichbare Punktzahl beträgt 96, die minimale 0 Punkte, wobei eine niedrige Punktzahl einem geringen Ausmaß und eine hohe Punktzahl einem großen Ausmaß an Beeinträchtigungen entspricht (47).

### **2.5.3 Harris-Hip-Score**

Der Harris-Hip-Score wurde 1969 zur Beurteilung postoperativer Ergebnisse nach chirurgischen Hüftgelenkseingriffen entwickelt und dient zur Bewertung von Hüftgelenkspathologien und therapeutischer Indikationsstellung dieser.

Der Harris-Hip-Score umfasst zwei Teile, wobei der erste Part vom Patienten zu bewertende Fragen zur Alltagsbewältigung beinhaltet, welche die Subgruppen Schmerz im operativ versorgten Hüftgelenk sowie Funktion mit Aktivitäten des alltäglichen Lebens und der Geheleistung evaluieren. Der zweite Teil erfasst die Beweglichkeit des Hüftgelenks sowie mögliche Deformitäten und ist von der untersuchenden Person zu erfassen.

Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden, zusammengesetzt aus maximal 44 Punkten für Schmerz, 47 Punkten für Funktion, 4 Punkten für Ausschluss von Deformitäten sowie 5 Punkten für Mobilität, welche anhand des Indexwerts multipliziert mit den Bewegungsausmaßen errechnet werden. Dabei wird eine Maximalpunktzahl von 90 bis 100 Punkte als exzellentes, 80 bis 89 als gutes, 70 bis 79 als durchschnittliches und weniger als 70 Punkte als schlechtes Ergebnis gewertet (51).

## **2.6 Klinische Untersuchung**

In der klinischen, körperlichen Untersuchung wurde ein allgemeiner Befund zu Funktion und Mobilität des prothetisch versorgten Hüftgelenks sowie zu Motorik und Sensibilität der betreffenden Extremität erstellt.

Dabei wurden Muskelatrophien bzw. -hypotrophien der unteren Extremitäten anhand des Ausmessens der Umfangsmaße mittels Maßband an vorher definierter Lokalisation (20 cm sowie 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts, Patella Mitte, 15 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspalts, kleinster Umfang des Unterschenkels, Malleolus, Rist über Kahnbein sowie Vorfußballen) ermittelt. Die Haut- und Narbenbeschaffenheit wurde inspektorisch sowie palpatorisch auf Rötung, Überwärmung, Verschieblichkeit, Druckempfindlichkeit, Bildung von Narbenkeloid sowie Hyperkeratosen geprüft. Die Hüftgelenke wurden beidseits auf Druck-, Klopf-, Stauchungs- sowie Rüttelschmerz untersucht. Ferner erfolgte die Beurteilung hinsichtlich Kraft, Sensibilität und Motorik sowie das Ausführen von Hocke, Einbeinstand, Zehenspitzenstand, -gang, Fersenstand, -gang sowie dem Trendelenburgzeichen. Die Beinlängendifferenz wurde nach Messung mittels Maßband von der Spina iliaca anterior superior zur Spitze des Malleolus lateralis am liegenden

Patienten ermittelt. Die Beweglichkeit des Hüftgelenks in allen Ebenen wurde am, in Rückenlage befindlichen Patienten beidseits mittels Neutral Null Methode mit Goniometer bestimmt.

### **Neutral Null Methode**

Die Neutral Null Methode dient der Beurteilung des Bewegungsausmaßes eines Gelenks in allen, dem Gelenk möglichen Ebenen. Im Hüftgelenk sind Bewegungen in der Frontal-, Sagittal- sowie Transversalebene realisierbar, d.h. die Hüftgelenksexension- sowie Flexion, also Streckung und Beugung im Hüftgelenk, die Ab- sowie Adduktion, sprich das Ab- sowie Anspreizen der unteren Extremität und die Außen- sowie Innenrotation, also die rotatorische Drehung nach außen bzw. innen. Die Angabe erfolgt in Winkelgraden, wobei die Neutralstellung des Gelenks, welche mit 0 Grad bezeichnet wird, den Ausgangspunkt bildet (122). Die Messung der Beweglichkeit wird mit Hilfe eines Goniometers durchgeführt, wobei dessen Drehpunkt auf der Gelenkdrehachse lokalisiert wird. Dabei kann die Beweglichkeit aktiv, also vom Patienten selbst oder passiv, vom Untersucher ausgeführt, evaluiert werden. Im Rahmen der Studie erfolgte die Neutral Null Methode bei passivem Bewegungsausmaß.

## **2.7 Radiologische Auswertung**

Die radiologische Auswertung erfolgte anhand von konventionellen Röntgenaufnahmen als tiefe Beckenübersichtsaufnahme sowie Darstellung des proximalen Oberschenkels axial mithilfe des Programms mediCAD® (HECTEC GmbH, Landshut, Germany) und IMPAX® (Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Germany). Dabei wurden Röntgenbilder unmittelbar vor Hüftprothesenimplantation, nach Hüftprothesenimplantation sowie am kürzesten zurückliegend bzw. zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Rahmen der Studie für die radiologische Evaluation herangezogen.

Präoperativ wurden die Röntgenaufnahmen auf Beinlängendifferenz, femorales Offset, das Vorhandensein heterotoper Ossifikationen am Hüftgelenk sowie koxaler Arthrose untersucht. Ebenso wurde der Schenkelhals auf den Centrum-Collum-Diaphysen Winkel im Sinne von Varisierung bzw. Valgisierung, Impaktion, Pseudarthrosenbildung, Hüftkopfteil- oder Vollnekrose beurteilt.

Die radiologische Auswertung postoperativ, also nach endoprothetischer Versorgung erfolgte anhand der Beinlängendifferenz, des femoralen Offsets, des Inklinationswinkels der Hüftprothesenpfanne sowie der femoralen Position des Hüftprothesenschafts.

Die aktuellen Röntgenbilder wurden zusätzlich zu den, bei der postoperativen Beurteilung genannten Kriterien hinsichtlich der Hüftprothesenpfanne sowie des -Schafts analysiert. Hierbei wurden der Zustand der Prothesenpfanne sowie des Inlays, die Pfannenposition, Lockerungssäume am Implantat-Knochen-Interface, die Schaftposition sowie -Sinterung, endostale Sockelbildung, distale Hypertrophie, Stress-Shielding, heterotope Ossifikationen sowie Lysezonen am Femur betrachtet.

### **2.7.1 Heterotope Ossifikationen nach Brooker**

Heterotope Ossifikationen bezeichnen das Kalzifizieren bzw. das Verknöchern von Weichteilgewebe, welches besonders nach Trauma oder operativen Eingriffen, gehäuft nach Hüftprothesenimplantation, weitaus seltener am Ellbogen-, Schulter- sowie Kniegelenk, atraumatisch sowie neurologisch auftreten kann (44, 123). Die Klassifizierung besagter Ossifikationen erfolgt klinisch,

computertomografisch sowie nativradiologisch nach Brooker et al. (124) von 1973 in fünf Grade. Dabei bezeichnet Grad null das Fehlen periartikulärer Ossifikationen und Grad vier eine vollständige Verknöcherung (124). Besagte Ossifikationen rufen in 10 bis 20% der Fälle klinische Beschwerden hervor, wobei diese insbesondere Bewegungseinschränkungen im Hüftgelenk erzeugen.

Als Prophylaxe dieser kann eine medikamentöse Therapie mit nichtsteroidalen Antirheumatika oder eine Bestrahlung erwogen werden. Therapeutisch steht eine operative Resektion der Ossifikationen zur Option (44, 125).

Tabelle 2 Einteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker

Stadium der heterotopen Ossifikationen	Radiologischer Befund
Grad 0	Kein Nachweis von Knocheninseln
Grad 1	Vereinzelte Knocheninseln in den periartikulären Weichteilen
Grad 2	Knochen/ Exophyten vom Becken oder Femurkopf > 1 cm Abstand
Grad 3	Knochen/ Exophyten vom Becken oder Femurkopf < 1 cm Abstand
Grad 4	Knöcherne Spange/ Ankolyse zwischen Femurkopf und Becken

### 2.7.2 Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence

Eine häufig angewandte Einteilung zur Klassifikation der Arthrose ist die nach Kellgren und Lawrence et al. (55), welche anhand nativradiologischer Aufnahmen, am Beispiel des Hüftgelenks meist im anterior posteriorem Strahlengang beurteilt wird. Dabei wird das Gelenk auf degenerative Veränderungen untersucht und in fünf Schweregrade unterteilt, wobei Grad null die Abwesenheit von Arthrosezeichen und Grad vier maximale, arthrotische Veränderungen und Gelenkzerstörung beschreiben. Als Kriterien werden die Verschmälerung des Gelenkspalts, die Bildung osteophytärer Anbauten, die Sklerosierung des Subchondriums sowie die Deformierung der Gelenkanteile verwendet.

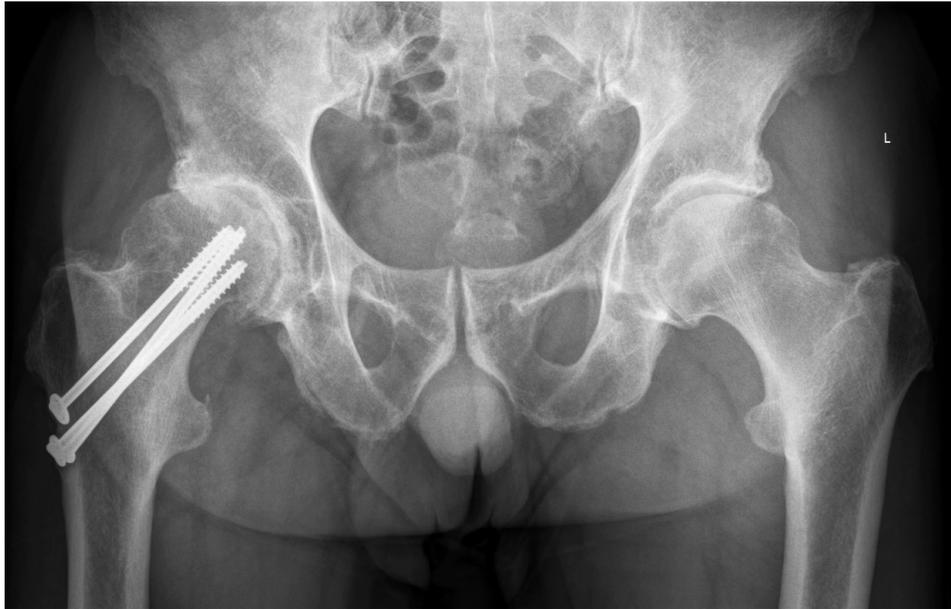


Abbildung 6 Patient (Männlich, 73Jahre) mit Koxarthrose sowie Hüftkopfnekrose rechts bei Schraubenosteosynthese

Tabelle 3 Einteilung der Arthrose nach Kellgren und Lawrence

Stadium der Arthrose	Radiologischer Befund
Grad 0	Ohne Nachweis arthrotischer Veränderungen
Grad 1	Beginnende Osteophyten
Grad 2	Osteophyten Mäßige Gelenkspaltverschmälerung Mäßige subchondrale Sklerosierung
Grad 3	Ausgeprägte Osteophyten Gelenkspaltverschmälerung über fünfzig Prozent Ausgeprägte subchondrale Sklerosierung
Grad 4	Gelenksdestruktion Kompletter Verlust des Gelenkspalts Geröllzysten bzw. zystische Veränderungen Subluxation des Gelenks

### 2.7.3 Periprothetische Lysezonen nach Gruen

Gruen et al. (126) entwickelte 1979 eine Klassifikation zur Beurteilung von Prothesenlockerung anhand von lytischen Zonen in Form von Saumbildung um den Hüftprothesenschaft.

Die, die Prothese umgebenden Lysezonen, welche sich als aufgehellte

Bereiche darstellen, werden dabei in vierzehn Abschnitte unterteilt, wobei sieben Zonen in der nativradiologischen anterior-posterioren Aufnahme sowie weitere sieben in der axialen Röntgenaufnahme des Hüftgelenks abgebildet werden. Des Weiteren differenziert man zwischen einer Saumbreite von größer gleich sowie kleiner 2mm.

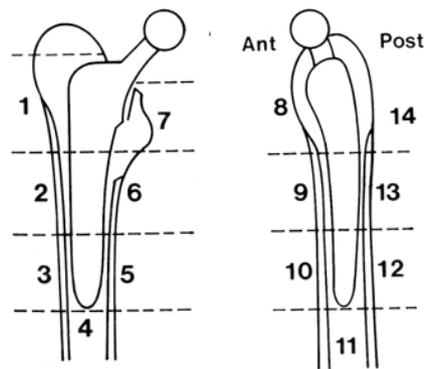


Abbildung 7 Einteilung periprothetischer Lysezonen nach Gruen



Abbildung 8 Patient (Weiblich, 74 Jahre) mit, den Hüftprothesenschaft umgebenden Lyseaum (Ausschnitt)

#### 2.7.4 Stress-Shielding nach Engh

Der Begriff des Stress-Shieldings beschreibt eine, die Prothese umgebende Knochendichteverminderung, welche insbesondere am proximalen Schaft der Prothese beobachtet und mit einer Lockerung dieser in Verbindung gebracht

wird (127). Nach Implantation einer Hüftprothese, speziell nach Einbringung des Prothesenschafts in das Femur, kommt es zu Veränderungen der femoralen Kraffteinleitung mit Punctum maximum im distalen Bereich sowie mit Entlastung des Kalkars.

Durch diese veränderte Belastung erfolgt eine ossäre Adaption mit Umbauprozessen, welche sich als Knochenverlust abzeichnet (128).

Engh und Bobyn et al. beschäftigten sich 1987 mit dem Prozess des Stress-Shieldings und erstellten eine Klassifikation zur Graduierung, welche anhand von nativröntgenologischen Aufnahmen erfolgt und in vier Stadien unterteilt wird (129, 130).

Tabelle 4 Einteilung des Stress-Shieldings nach Engh

Stadium des Stress-Shieldings	Radiologischer Befund
Grad 1	Proximale, mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet
Grad 2	Proximale, mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet; Verlust der Knochendichte in der Zone I
Grad 3	Ausgeprägtere Resorption der Kortikalis der medialen und anterioren Anteile in der Zone I und der medialen Bereiche in Zone II
Grad 4	Kortikale Resorption auch in den diaphysären Bereichen unterhalb der Zonen I und II

### 2.7.5 Lockerungssäume nach DeLee und Charnley

Eine Möglichkeit der Beurteilung der Prothesenpfannenlockerung ist die nach DeLee und Charnley et al. (131) in drei Zonen, wobei nativröntgenologisch Lockerungssäume, d.h. Aufhellungslinien zwischen Implantat und Azetabulum herangezogen werden.

Dabei befindet sich Zone eins am kranialen, Zone zwei am medialen und Zone drei am kaudalen Pfannenlager des Azetabulums (131). Progrediente Lockerungssäume oder lytische Zonen, welche sich größer als 2 mm bzw. in mehr als einem der drei Lockerungszonen nach DeLee und Charnley darstellen, insbesondere in den Zonen eins und zwei sind hinweisgebend auf eine Implantatlockerung (132, 133).

### 2.7.6 Inklinationswinkel und Pfannenpositionsänderung nach Callaghan

Die exakte Pfannenposition der Hüftgelenksprothese ist von großer Bedeutung, da abweichende- oder Fehlpositionierungen zu einem erhöhten Materialabrieb der Implantatkomponenten mit daraus resultierenden Osteolysen und Prothesenpfannenlockerung führen können (134). Daher wird ein Pfanneninklinationswinkel von  $45^\circ$  in der Literatur empfohlen (135).

Zur Bestimmung der Pfannenposition und deren Änderung wurde der Pfanneninklinationswinkel anhand postoperativer Beckenübersichtsaufnahmen errechnet. Hierbei wurden Röntgenbilder, kurz nach Hüftprothesenimplantation sowie am kürzesten zurückliegend, also Röntgenaufnahmen mit maximalem, zeitlichem Abstand ausgewählt. Zur Ermittlung des Pfanneninklinationswinkels wurde eine, die Köhlersche Tränenfigur durchlaufende Gerade sowie eine, die Pfannenäquatorialpunkte schneidende Linie erstellt und der Winkel, der beiden sich schneidenden Geraden berechnet (136).

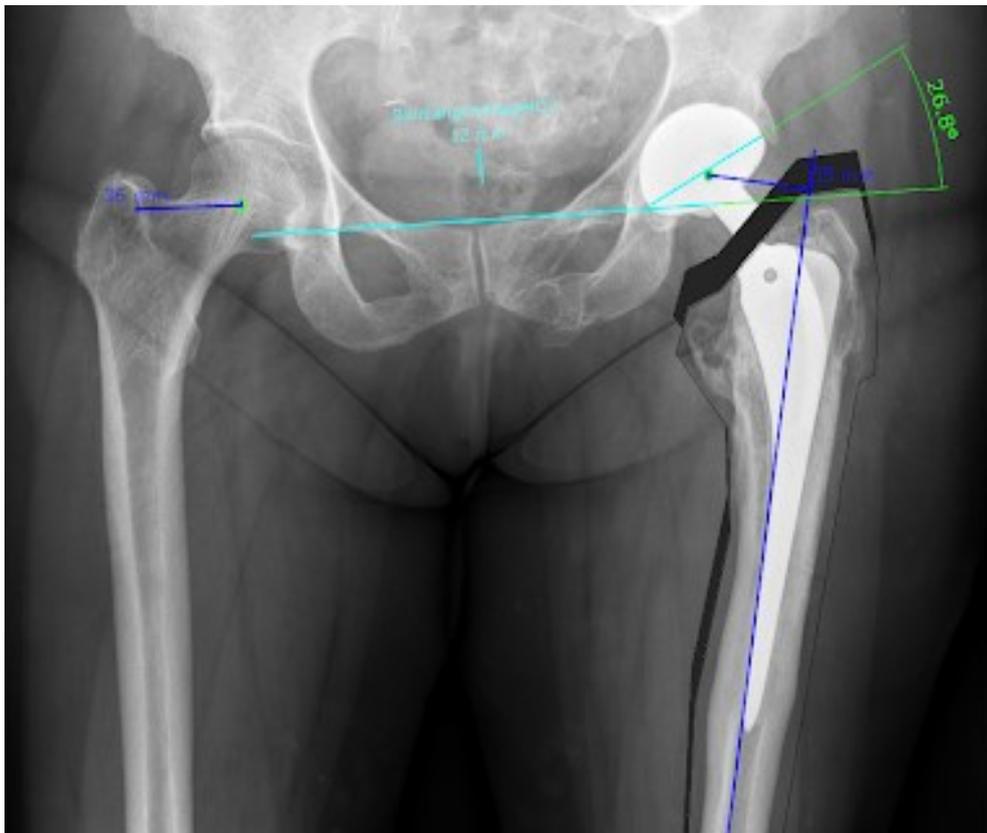


Abbildung 9 Bestimmung des Pfanneninklinationswinkels, femoralen Offsets sowie der Beinlängendifferenz

### 2.7.7 Femorales Offset

Das Femorale Offset, unter dem man den Abstand in Zenti- oder Millimetern zwischen dem Femurkopfdrehzentrum und der Femurschaftachse versteht, wurde an beiden Hüftgelenken, an Röntgenaufnahmen vor und nach Hüftprothesenversorgung sowie zum Nachuntersuchungszeitpunkt gemessen.

Dabei wurde die Achse des Femurschafts bestimmt und ein Lot vom Hüftkopfdrehzentrum nach lateral gelegt, wobei der Schnittpunkt beider Linien das Femorale Offset, also die nach lateral ausgestellte Femurdiaphyse bildet.

Das Femorale Offset ermöglicht durch die Verringerung des Kontakts mit knöchernen Strukturen eine vermehrte Beweglichkeit sowie eine verbesserte, muskuläre Kraftübertragung im Hüftgelenk. Dabei kommt es häufig, nach hüftendo-prothetischer Versorgung zu einer Veränderung, d.h. Verminderung oder Vergrößerung des Femoralen Offsets, wobei eine Vergrößerung des Femoralen Offsets bzw. eine Rekonstruktion dessen zu empfehlen ist.

Aus der besagten Offset Veränderung resultieren eine geringere Belastung und ein vermindertes Luxationsrisiko des hüftprothetischen Implantats sowie eine Steigerung der muskulären Abduktion (137).

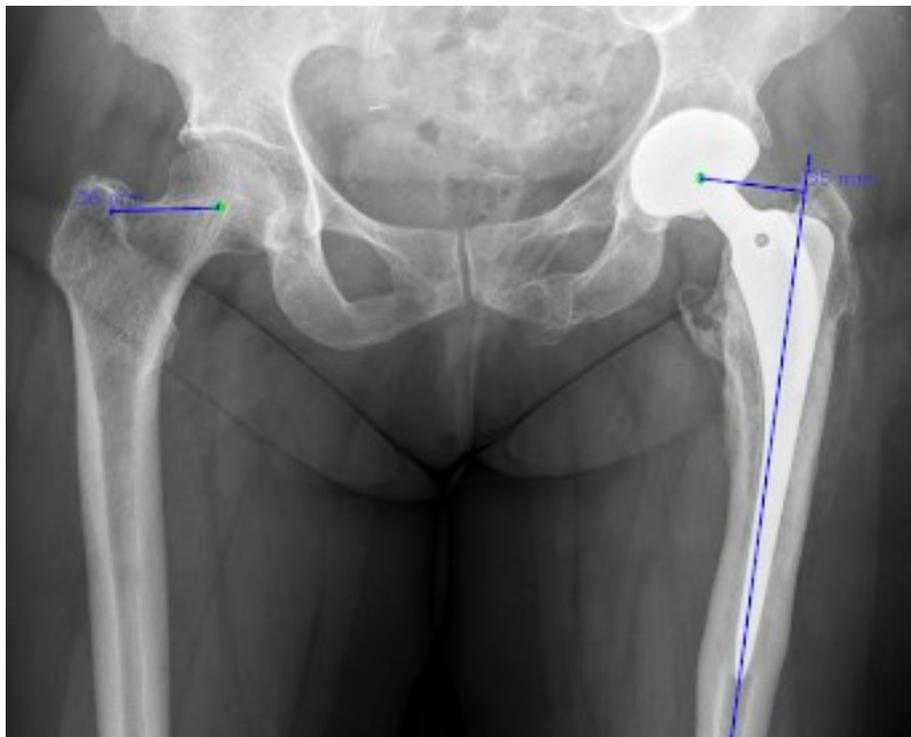


Abbildung 10 Bestimmung des femoralen Offsets

## **2.8 Datenauswertung und Statistik**

Die allgemeine Datenanalyse erfolgte anhand des Tabellenkalkulationsprogrammes Microsoft Office Excel 2016® mittels Darstellung der statistischen Variablen des arithmetischen Mittelwerts, Medians, Maximums, Minimums sowie der Standardabweichung.

Die statistische Auswertung sowie Visualisierung wurde unter Zuhilfenahme des Programms SciPy (138), unter Anwendung des einseitigen Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests mit Signifikanzniveau  $\alpha=0,01$  sowie des Chi-Quadrat-Kontingenz- Test mit Signifikanzniveau  $\alpha=0,01$  realisiert.

Die radiologische Auswertung wurde mit den Programmen IMPAX® (Agfa HealthCare GmbH, Bonn, Germany) sowie mediCAD® (HECTEC GmbH, Landshut, Germany) an der BG Unfallklinik Tübingen durchgeführt.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Patientenkollektiv**

##### **3.1.1 Allgemeine Patientendaten**

Das Patientenkollektiv bzw. die Stichprobe umfasste 144 Patienten, wobei davon 56 Patienten (39%) klinisch sowie radiologisch zur Studie einbestellt und nachuntersucht werden konnten und 88 Patienten (61%) rein retrospektiv, anhand der Aktenlage analysiert wurden. Dabei betrug das Follow-Up, also die durchschnittliche Zeitspanne zwischen hüftendoprothetischer Versorgung und Nachuntersuchung 5 Jahre ( $\pm 2$  SD; range 10-1 Jahr).

Das Gesamtkollektiv beinhaltete 56 männliche (39%) sowie 88 weibliche (61%), das Nachuntersuchungskollektiv umschloss 25 männliche (45%) sowie 31 weibliche (55%) Studienteilnehmer.

Das Durchschnittsalter aller Probanden zum Zeitpunkt der osteosynthetischen Frakturversorgung betrug im arithmetischen Mittel 63 Jahre ( $\pm 17$  SD; range 93-13 Jahre). Der älteste Patient wies 93 und der Jüngste 13 Lebensjahre auf.

Zum Zeitpunkt der Hüftendoprothesenimplantation waren die Patienten durchschnittlich 67 Jahre alt ( $\pm 14$  SD; range 94-17 Jahre). Es vergingen im arithmetischen Mittel 53 Monate ( $\pm 93$  SD; range 46-0 Jahre), also maximal 46 Jahre sowie minimal eine Woche zwischen osteosynthetischer Primär- und prothetischer Sekundärversorgung.

##### **3.1.2 Begleiterkrankungen und Voroperationen**

Das allgemein- bzw. internistische sowie orthopädisch- bzw. unfallchirurgische Nebenerkrankungsprofil zum Zeitpunkt der Hüftprothesenimplantation zeigte ein breites Spektrum an Begleiterkrankungen.

Innerhalb des gesamten Patientenkollektivs wiesen 126 Patienten (87,5%) allgemeine/ internistische und 110 Patienten (76,4%) orthopädisch/ unfallchirurgische Begleiterkrankungen sowie Voroperationen am Bewegungsapparat auf. Im Durchschnitt ergaben sich 4 ( $\pm 3$  SD) allgemein/ internistische und 2 ( $\pm 2$  SD) orthopädisch/ unfallchirurgische Begleiterkrankungen bzw. Voroperationen pro Patient.

Die zwölf häufigsten allgemeinen/ internistischen Begleitdiagnosen waren arterielle Hypertonie (n=84), Osteoporose (n=24), Diabetes mellitus Typ II (n=23), chronische Niereninsuffizienz (n=21), Vorhofflimmern (n=17), Herzinsuffizienz (n=17), koronare Herzkrankheit (n=14), Hypothyreose (n=13), Adipositas (n=13), Hyperlipidämie (n=12), Zustand nach Karzinom der Mamma (n=12) und chronisch obstruktive Lungenerkrankung (n=12).

Die zwölf häufigsten orthopädisch/ unfallchirurgischen Nebenerkrankungen bzw. Voroperationen waren Zustand nach Radius- und/ oder Ulnafraktur (n=20), ein- und/ oder beidseitige Knieprothesenimplantation (n=16), ein- und/ oder beidseitige Gonarthrose (n=15), Zustand nach Wirbelkörperfraktur (n=14), Zustand nach Fraktur des Beckenrings bzw. Os sacrum (n=14), Zustand nach Femurfraktur der Gegenseite zum endoprothetisch versorgten Hüftgelenk (n=12), Zustand nach Hüftprothesenimplantation der Gegenseite (n=12), Zustand nach ein- und/ oder beidseitiger Unterschenkelfraktur (n=11), Zustand nach Humerusfraktur (n=10), chronische Lumboischialgien (n=9), Zustand nach Meniskusläsion am Kniegelenk (n=8) sowie Zustand nach Femurschaftfraktur der endoprothetisch versorgten Seite (n=4).

Voroperationen am Hüftgelenk, d.h. vor Frakturgeschehen sowie -Versorgung gab es lediglich in einem Fall des gesamten Studienkollektivs.

Die proximale Femurfraktur entstand zu 4,9% (n=7) im Rahmen einer Mehrfachverletzung sowie zu 7,6% (n=11) im Rahmen eines Polytraumas. In 87,5% (n=126), also der Mehrheit der Fälle war ein Monotrauma ursächlich für die Fraktur des proximalen Femurs.

## **3.2 Osteosynthetische Frakturversorgung**

### **3.2.1 Allgemeine Daten zur osteosynthetischen Versorgung**

Im Gesamtkollektiv (n=144) traten folgende Frakturen des proximalen Femurs auf: mediale Schenkelhalsfraktur 36% (n=52), laterale Schenkelhalsfraktur 11% (n=16), pertrochantäre Femurfraktur 40% (n=57) sowie subtrochantäre Femurfraktur 6% (n=8). Bei 8% (n=11) der Patienten war keine genaue Angabe zur Frakturklassifikation bzw. -Lokalisation gegeben. Dabei befanden sich 53%

(n=77) der proximalen Femurfrakturen auf der linken und 47% (n=67) auf der rechten Seite.

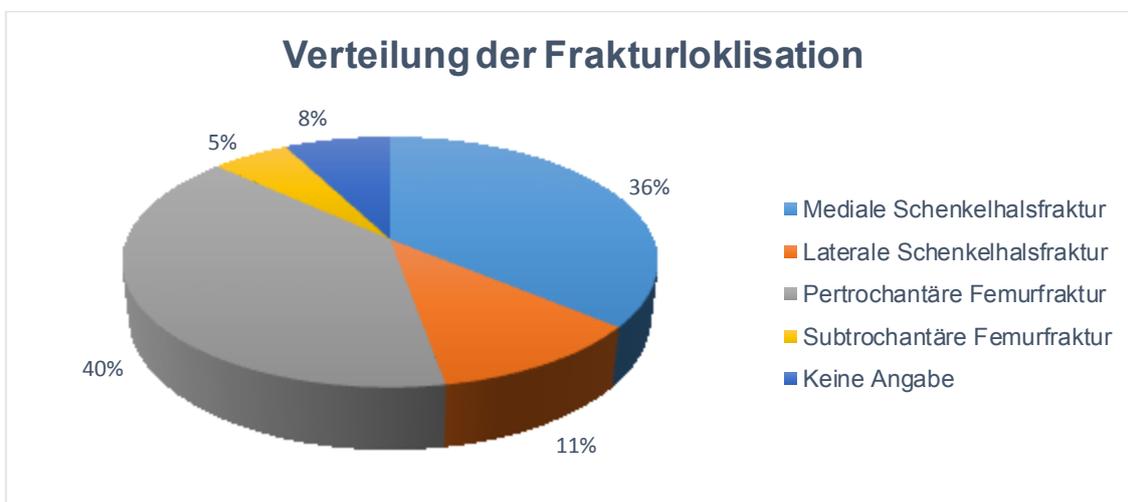


Abbildung 11 Verteilung der Frakturlokalisation proximaler Femurfrakturen

Die operative Frakturversorgung erfolgte hierbei in zu jeweils 38% (n=55) mittels extramedullärer (DHS, Kondylenplatte) und intramedullärer Osteosynthese (Gamma-Nagel, PFN/ PFN- A, Targonnagel) und in 21% (n=30) mittels dreifacher Schraubenosteosynthese. In 3% (n=4) wurden keine osteosynthetischen Implantate genannt. Als intramedulläre Implantate kamen dabei der Gamma-Nagel (n=4), der PFN/ PFN-A (n=50) sowie der Targonnagel (n=1) zum Einsatz.

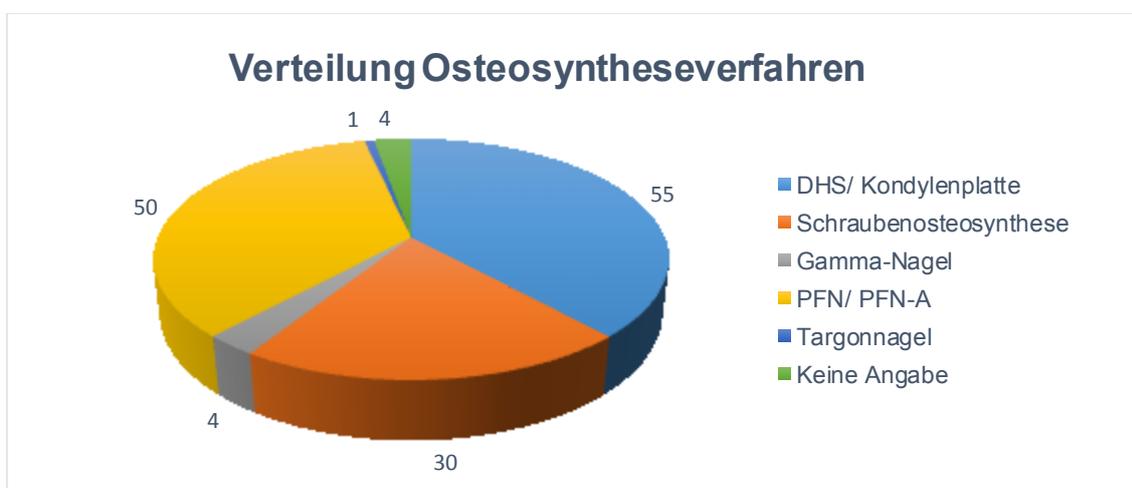


Abbildung 12 Verteilung Osteosyntheseverfahren proximaler Femurfrakturen

### **3.2.2 Postoperative Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung**

Postoperative Komplikationen nach Osteosynthesenimplantation traten bei jedem Patienten (n=144) des Gesamtkollektivs auf, wobei jeweils ein Patient im arithmetischen Mittel 2,5 ( $\pm$  1,2 SD; range 7-1) besagter Komplikationen aufwies. Maximal traten pro Patient 7 und minimal eine postoperative Komplikation auf.

Diese wurden weiterhin untersucht auf allgemein-internistische, postoperative Komplikationen, welche sich elfmal boten, sowie spezielle Komplikationen, welche Frakturbezogen bzw. -abhängig von der osteosynthetischen Versorgung waren. Letztere zeigten sich 338-mal.

Als allgemein-internistische, postoperative Komplikation ist in erster Linie das Auftreten einer postoperativen Anämie in 45,5% (n=5) zu nennen. In lediglich jeweils 9,1% (n=1) kam es postoperativ zur Thrombose bzw. Lungenarterienembolie, Pneumonie, Niereninsuffizienz, Hypokaliämie, Thrombophlebitis sowie zum Harnwegsinfekt.

Spezielle, Fraktur- bzw. von der osteosynthetischen Versorgung abhängige Komplikationen entsprachen, in Zusammenschau mit den klinischen Beschwerden des Patienten der Indikation zur Hüftprothesenimplantation, wobei sich innerhalb des Gesamtkollektivs am häufigsten ein Implantatversagen in 24,3% (n=82) der Fälle, eine posttraumatische Koxarthrose in 23,7% (n=80) der Fälle, eine Pseudarthrosenbildung in 18,6% (n=63) der Fälle sowie eine Nekrotisierung des Hüftkopfes in 12,7% (n=43) zeigten. Im Rahmen des Implantatversagens sind die Lockerung bzw. Dislokation (n=32) und der Bruch des Osteosynthesematerials (n=10) sowie das Cutting-Out (n=40) bei entsprechendem, osteosynthetischen Implantat zu nennen. In 7,1% (n=24) kam es postoperativ zur Fraktursinterung sowie Achsabweichung und in 4,1% (n=14) zur Entstehung eines femoralen bzw. acetabulären, ossären Defekts. Eine Impingementsymptomatik wurde in 2,7% (n=9) der Fälle nachgewiesen. Zu einem lokalen Wundinfekt bzw. zu einer Implantatinfektion kam es in 2,1% (n=7), zu einer Hämatombildung in 1,2% (n=4) sowie zu einer Osteomyelitis bzw. Fistelbildung in je 0,3% (n=1) der Fälle. Des Weiteren zeigten sich im postoperativen Verlauf Frakturen bei einliegendem Osteosynthesematerial in

1,8% (n=6), ein chronifiziertes Schmerzsyndrom in 0,9% (n=3) sowie die Entstehung eines Kompartmentsyndroms in 0,3% (n=1).

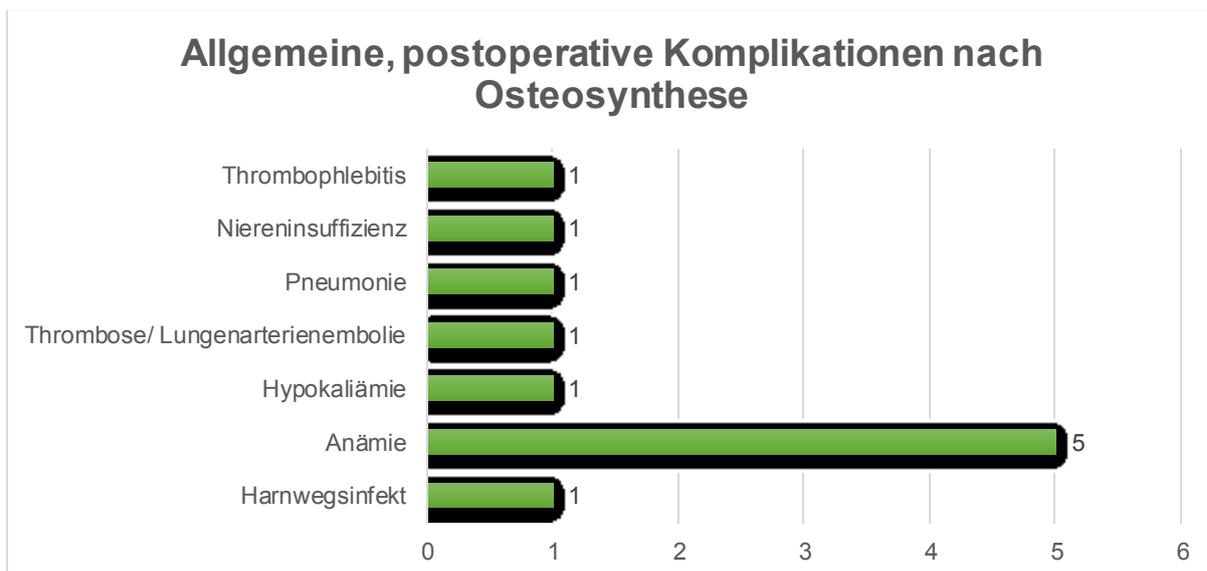


Abbildung 13 Verteilung allgemeiner, postoperativer Komplikationen nach Osteosynthese

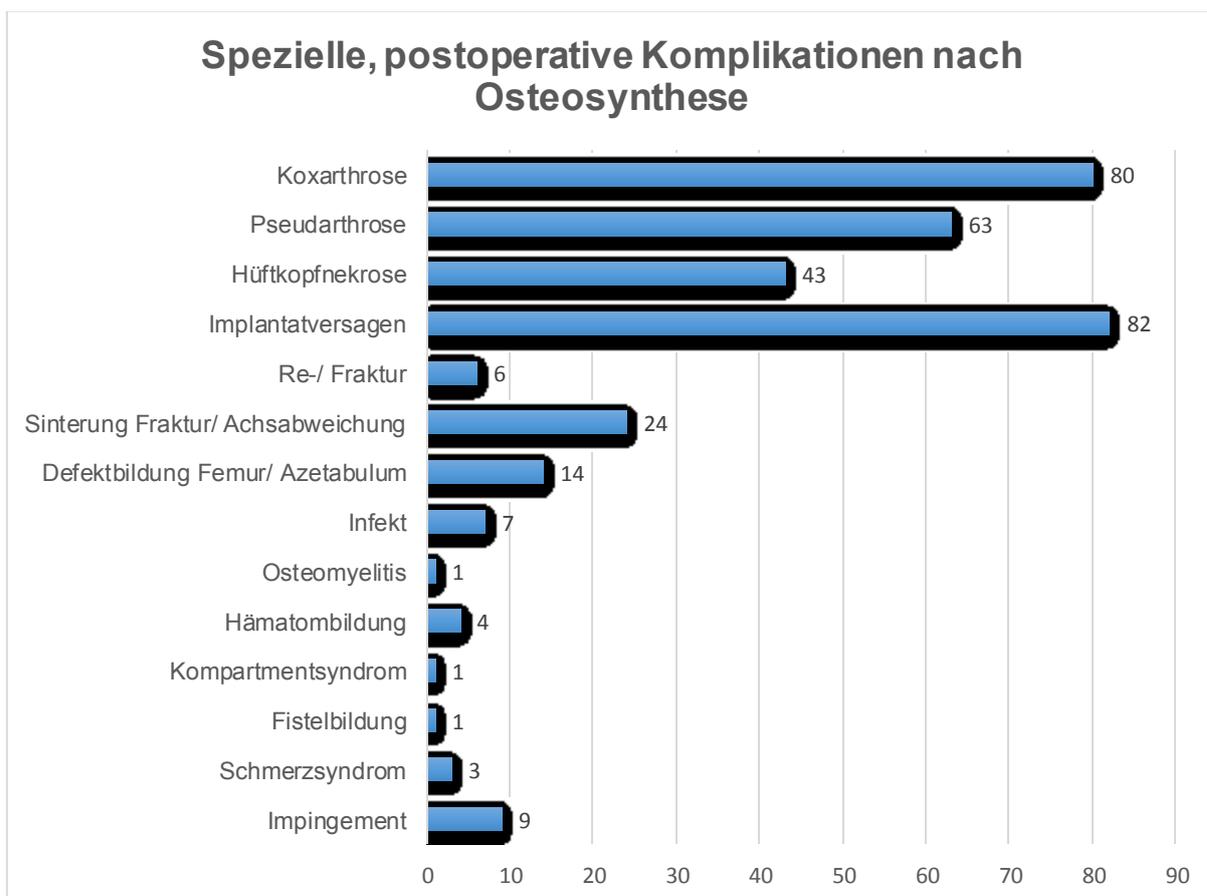


Abbildung 14 Verteilung spezieller, postoperativer Komplikationen nach Osteosynthese

### **3.2.3 Folgeeingriffe nach osytesyntetischer Versorgung**

Im Falle postoperativer Komplikationen kam es im Verlauf nach osteosynthetischer Versorgung zu Folgeeingriffen. Dabei wurden in 12,5% (n=18) des Gesamtkollektivs nachfolgende, operative Eingriffe durchgeführt.

Diese beinhalteten Revisionsoperationen mit Wechsel des Osteosyntheseverfahrens (n=9) sowie mit, teils mehrmaligen Weichteilrevisionen mit Debridement (n=7), das Schaffen einer Girdlestone-Situation (n=3), das zusätzliche Anbringen von Cerclagen (n=1) sowie eine Arthroskopie des Hüftgelenks mit Debridement und Osteophytenabtragung (n=1).

Die oben genannten Revisionsoperationen mit anschließendem Verfahrenswechsel von einer primären auf eine sekundäre Osteosynthese wurden detailliert in der folgenden Tabelle (Tabelle 5) dokumentiert. Bei allen Patienten mit Osteosynthesewechsel lag eine initiale pertrochantäre Femurfraktur vor, wobei in 33% (n=3) ein Polytrauma der Frakturgenese entsprach. Das durchschnittliche Patientenalter der 8 Patientinnen und des einen männlichen Patienten zum Zeitpunkt der primären Frakturversorgung betrug 64 Jahre ( $\pm$  14 SD).

Als Primärosteosynthese wurden in 89% (n=8) ein PFN-A und in 11% (n=1) eine DHS eingesetzt. Letztere wurde aufgrund eines Infekts entfernt und durch eine sekundäre Revisionsosteosynthese mit PFN-A und Trochanterabstützplatte ersetzt. Die Primärosteosynthesen mit PFN-A wurden in 5 Fällen auf eine Kondylenplatte, in 2 Fällen auf eine DHS und in einem Fall auf einen PFN-A anderer Größe als sekundäres Osteosyntheseimplantat gewechselt, wobei in einem Fall zusätzlich eine Trochanterabstützplatte Verwendung fand.

Komplikationen nach Primärosteosynthese und Gründe für den Verfahrenswechsel der Patienten mit initialer PFN-A Implantation waren eine Infektion (n=2) sowie ein Implantatversagen (n=8). Unter Implantatversagen wurden das Cutting-Out (n=3), die Implantatlockerung und der Implantatbruch (je n=1) sowie allgemeines Implantatversagen, welches nicht näher bezeichnet wurde (n=3) zusammengefasst.

Die Konversionsrate, sprich die Entfernung der Osteosynthese im Verlauf bzw. zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation und dem Einbringen einer Hüftendoprothese umfasste das gesamte Patientenkollektiv und betrug 100%.

Tabelle 5 Revisionsoperationen und osteosynthetischer Verfahrenswechsel nach Frakturversorgung<sup>1</sup>

Patient*	Poly-trauma	Primärosteosynthese	Ursache für Verfahrenswechsel	Sekundärosteosynthese
w.,51 J.	Ja	PFN-A	Infekt	Kondylenplatte
w.,60 J.	Ja	PFN-A	Cutting-Out	Kondylenplatte
m.,39 J.	Ja	PFN-A	Implantatversagen	DHS, Trochanter-abstützplatte
w.,80 J.	Nein	PFN-A	Infekt, Implantatversagen	DHS
w.,77 J.	Nein	PFN-A	Cutting-Out	Kondylenplatte
w.,72 J.	Nein	DHS	Infekt	PFN-A, Trochanter-abstützplatte
w.,78 J.	Nein	PFN-A	Cutting-Out, Implantatlockerung	PFN-A anderer Größe
w.,49 J.	Nein	PFN-A	Implantatversagen	Kondylenplatte
w.,72 J.	Nein	PFN-A	Implantatbruch	Kondylenplatte

<sup>1</sup> Bei allen Patienten lag eine pertrochantäre Fraktur vor.

\* Patientengeschlecht (w.: weiblich, m.: männlich) und Patientenalter zum Zeitpunkt der osteosynthetischen Frakturversorgung (J.: Jahre);

### 3.2.4 Entfernung des Osteosynthesematerials

Das osteosynthetische Implantat wurde im Rahmen der Hüftendoprothesenimplantation oder vor dieser, bei bestehender Indikation entfernt.

Das gesamte Studienkollektiv wurde auf die Zeitspanne zwischen Entfernung des Osteosynthesematerials und operativer Versorgung mit einer Hüftendoprothese untersucht. Dabei fand bei 27% (n=39) des Gesamtkollektivs die Entfernung der Osteosynthese vor und bei 69% (n=99) im Zuge der hüftendoprothetischen Versorgung statt. In 4% (n=6) konnte die Zeitspanne aufgrund fehlender Dokumentation der Operationsdaten nicht errechnet werden.

Zusätzlich wurde in vier Fällen eine zweizeitige Metallentfernung durchgeführt und osteosynthetisches Teilmaterial, wie Cerclagen und Schrauben vor der eigentlichen Osteosynthese operativ entfernt. Im arithmetischen Mittel vergingen

1,6 Jahre ( $\pm$  5,8 SD; range 45,3-0 Jahre) zwischen Osteosyntheseentfernung und Hüftprothesenimplantation. Die größte Zeitspanne betrug 45,3 Jahre.

### **3.3 Hüftendoprothetische Versorgung**

#### **3.3.1 Allgemeine Daten zur hüftendoprothetischen Versorgung**

Im Verlauf nach osteosynthetischer Versorgung erfolgte bei gegebener Indikation die Implantation einer Hüftendoprothese im Hüftgelenk. Das gesamte Patientenkollektiv wurde in 87% (n=125) mit einer Hüfttotalendoprothese sowie in 13% (n=19) mit einer Duokopfprothese versorgt.

Die hüfttotalendoprothetischen Implantate wurden dabei in 10% (n=12) zementiert, in 62% (n=78) zementfrei und in 28% (n=35) teilzementiert eingebracht bzw. verankert. Innerhalb der teilzementierten Hüfttotalendoprothesen wurden in 11% (n=4) eine isolierte Zementierung der Prothesenpfanne und in 89% (n=31) des Prothesenschafts durchgeführt.

Die Operationsdauer der Hüftprothesenimplantation betrug im gesamten Patientenkollektiv im arithmetischen Mittelwert 121 min ( $\pm$  44 SD; range 319-61 min), wobei die kürzeste Zeitspanne der operativen Versorgung 61 min und die längste 319 min betrug. Die stationäre Verweildauer umfasste im arithmetischen Mittelwert 17 Tage ( $\pm$  7 SD; range 54-9 Tage). Der maximale, also längste stationäre Aufenthalt betrug dabei 54 Tage, der kürzeste 9 Tage.

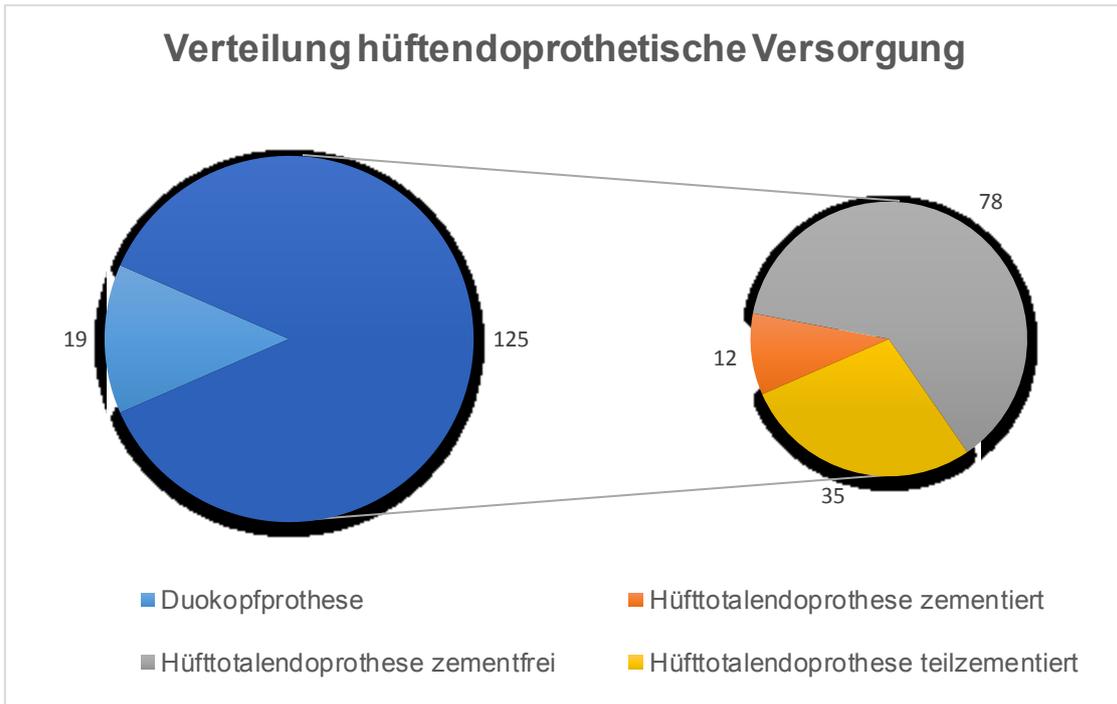


Abbildung 15 Verteilung hüftendoprothetische Versorgung

Tabelle 6 Übersicht Verteilung der hüftprothetischen Versorgung

	Verteilung in %	Patientenanzahl
<b>Hüfttotalendoprothese: 87% (n=125)</b>		
Vollzementiert	10%	12
Nicht zementiert	62%	78
Teilzementiert	28%	35
Pfanne zementiert	11%	4
Schaft zementiert	89%	31
<b>Duokopfprothese: 13% (n=19)</b>		
Schaft zementiert	37%	7
Schaft zementfrei	63%	12

Tabelle 7 Operations- sowie stationäre Verweildauer

Operationsdauer	in Minuten	In Stunden
Mittelwert/ durchschnittliche OP-Dauer	121	2
SD	44	1
Minimum/ kürzeste OP-Dauer	61	1
Maximum/ längste OP-Dauer	319	5
Stationäre Verweildauer	in Tagen	In Wochen
Mittelwert/ durchschnittliche Verweildauer	17	2
SD	7	1
Minimum/ kürzeste Verweildauer	9	1
Maximum/ längste Verweildauer	54	8

Eine präoperative Bestrahlung des Hüftgelenks oder sonstige Besonderheiten fanden in keinem Fall des Gesamtkollektivs statt.

Das gesamte Studienkollektiv wurde hinsichtlich des hüftendoprothetischen Implantats und dessen Bestandteile analysiert. Dabei wurden in 51% (n=73) ein Prothesenkopf aus Keramik und in 49% (n=71) ein Metallprothesenkopf verwendet. Hierbei fanden Prothesenkopfgrößen mit einem Durchmesser zwischen 22 mm und 36 mm Anwendung. In nahezu der Hälfte der Fälle, in 49% (n=70) wurden Prothesenköpfe des Durchmessers 32 mm und in mehr als einem Viertel, 28% (n=41) 28 mm implantiert. In 19% (n=28) wurden Hüftprothesenköpfe mit einem Durchmesser von 36 mm und in jeweils 1% (n=1) von 22 mm, 30 mm sowie 34 mm benutzt. In 1% (n=2) wurde der Durchmesser des Prothesenkopfes nicht dokumentiert.

Tabelle 8 Verteilung Hüftprothesenkopfdurchmesser

Prothesenkopfdurchmesser	Patientenanzahl	Verteilung in %
22 mm	1	1%
28 mm	41	28%
30 mm	1	1%
32 mm	70	49%
34 mm	1	1%
36 mm	28	19%
Nicht dokumentiert	2	1%

Das Pfanneninlay aller Hüfttotalendoprothesen (n=125) bestand in 51% (n=64) aus Keramik und in 49% (n=61) aus Polyethylen, wobei Prothesenpfannen des Durchmessers 44 mm bis 60 mm eingesetzt wurden.

In nahezu einem Viertel, 23% (n=29) kamen Prothesenpfannen mit einem Durchmesser von 48 mm zum Einsatz. In 16% (n=20) wurden Pfannensysteme mit einem Durchmesser von 50 mm und in jeweils 14% (zweimal n=17, einmal n=18) von 46 mm, 52 mm und 54 mm implantiert. In 12% (n=15) fanden Prothesenpfannen des Durchmessers von 44 mm, weitaus seltener in 4% (n=5) von 56 mm, in 2% (n=2) von 60 mm und in 1% (n=1) von 58 mm Anwendung. In einem Prozent bzw. einem Fall wurde der Pfannendurchmesser nicht dokumentiert.

Tabelle 9 Verteilung Hüftprothesenpfannendurchmesser

Prothesenpfannen- durchmesser	Patientenanzahl	Verteilung in %
44 mm	15	12%
46 mm	17	14%
48 mm	29	23%
50 mm	20	16%
52 mm	17	14%
54 mm	18	14%
56 mm	5	4%
58 mm	1	1%
60 mm	2	2%
Nicht dokumentiert	1	1%

Im Gesamtkollektiv fanden innerhalb der Hüfttotalendoprothesen bei ca. der Hälfte, 51% (n=64) aller Patienten eine vollständige Keramik-Gleitpaarung, also ein aus Keramik bestehender Prothesenkopf sowie Prothesenpfanneninlay Verwendung. Bei 42% (n=52) wurde eine Gleitpaarung bestehend aus Metallprothesenkopf sowie Polyethyleninlay implantiert. Lediglich bei 7% (n=9) kam eine Keramik-Polyethylen-Gleitpaarung zum Einsatz. Eine Metall-Metall-Gleitpaarung fand sich bei keinem Patienten.

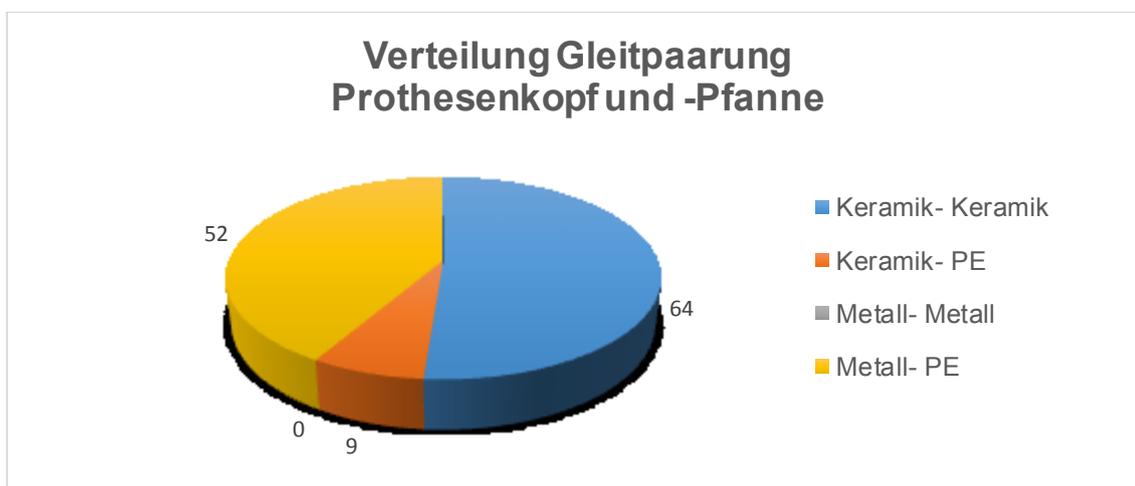


Abbildung 16 Verteilung Gleitpaarung Hüftendoprothese

Es wurden diverse Schaftsysteme eingebracht, wobei im gesamten Patientenkollektiv mehr als dreiviertel aller Patienten, 77,8% (n=112) einen Standard-schaft implantiert bekamen. 16,7% (n=24) erhielten einen Revisionschaft,

3,5% (n=5) einen Dysplasieschaft und 2,1% (n=3) einen proximalen Femurersatz.

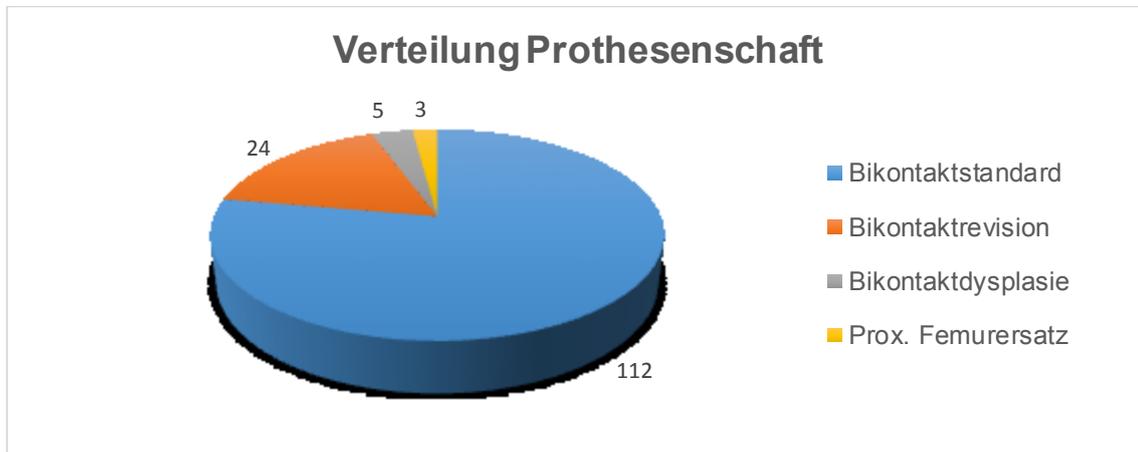


Abbildung 17 Verteilung Prothesenschaft

Die Prothesenpfanne sowie der -Schaft wurden ossär zementfrei verankert oder zementiert befestigt. 66% (n=82) der Pfannen des hüfttotalendoprothetisch versorgten Kollektivs wurden zementfrei und 34% (n=43) zementiert im Azetabulum eingebracht.

Bezüglich der femoralen Befestigung des Prothesenschafts erhielten 84% (n=121) des gesamten Patientenkollektivs eine zementfreie und 16% (n=23) eine zementierte Schaftimplantation.

Hüftprothesenhälse wurden in den Varianten S (Small), M (Medium), L (Large) und XL (Extra Large) implantiert. Im gesamten Studienkollektiv wurden in 22% (n=31) Prothesenhälse der Größe S, in 33% (n=48) der Größe M, in 25% (n=36) der Größe L und in 16% (n=23) der Größe XL verwendet. In 4% (n=6) wurde keine Größe des Hüftprothesenhalses verzeichnet.

Bei allen Patienten (n=144) kam ein 12/14 Schaftkonus zum Einsatz.

Zur Deckung bzw. zum Auffüllen von Defektzonen im Zuge der Hüftprothesenimplantation fanden Auto-, also körpereigene sowie Allografts, also vom körperfremden Spender, zur Implantation aufbereitete, ossäre Substanzen Anwendung. Im gesamten Patientenkollektiv (n=144) wurde in 78% (n=112) eine Transplantation von auto- und/ oder allogener Knochensubstanz durchgeführt, wobei in 95,5% (n=107) allein Autograft, in 1,8% (n=2) allein

Allograft sowie in 2,7% (n=3) eine Kombination aus Auto- und Allograft verwendet wurden.

Des Weiteren wurde das gesamte Studienkollektiv hinsichtlich einer perioperativen Ossifikation- sowie Antibiotikaprophylaxe untersucht.

Eine Ossifikationsprophylaxe wurde in allen Fällen (n=144) des Gesamtkollektivs nach hausinternem Schema mit Indometacin oder Ibuprofen für nachfolgende sieben Tage durchgeführt.

Ebenso fand perioperativ beim gesamten Patientenkollektiv (n=144) eine Antibiotikaprophylaxe statt. Dabei wurden innerhalb des Gesamtkollektivs in 93,8% (n=135) eine perioperative, prophylaktische Antibiotikagabe nach hausinternem Schema mit Cefazolin, in 2,8% (n=4) mit einer Kombination aus Cefazolin und Rifampicin, in 1,4% (n=2) mit Vancomycin und Rifampicin sowie in jeweils 0,7% (n=1) mit Ciprofloxacin sowie Vancomycin, Ciprofloxacin und Tazobactam/ Piperacillin bzw. Ampicillin angewandt.

### **3.3.2 Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation**

Das gesamte Patientenkollektiv (n=144) wurde auf mögliche Komplikationen, welche während der hüftendoprothetischen Versorgung oder postoperativ im weiteren Verlauf auftraten, untersucht.

Intraoperativ kam es in lediglich 2 Fällen (1,4%) zu Komplikationen im Sinne einer Fraktur des Trochanter majors sowie eines Schraubenbruchs mit ossärem Gewindeverbleib.

Komplikationen nach Prothesenimplantation traten in 71% (n=102) des Gesamtkollektivs (n=144) auf, wobei diese in Bezug auf allgemeine sowie internistische und spezielle, Hüftprothesen abhängige Komplikationen betrachtet wurden.

Ein endoprothetisch versorgter Patient wies dabei im arithmetischen Mittel eine ( $\pm 1$  SD; range 7-0) postoperative Komplikation auf. Maximal kam es dabei zu 7 und im Minimum zu keiner Komplikation. Diese waren in 65% (n=109) auf allgemein-internistische Operationskomplikationen sowie in 35% (n=59) auf Hüftendoprothesen abhängige Komplikationen zurückzuführen.

Als allgemein-internistische Komplikationen nach Implantation der Hüftprothese boten sich am häufigsten eine postoperative Anämie (n=73), Elektrolytverschiebungen im Sinne einer Hyponatriämie und -Kaliämie (n=16) sowie Harnwegsinfektionen (n=7). Weitaus seltener war das Auftreten eines Durchgangssyndroms (n=3), einer Hypovolämie (n=2), Niereninsuffizienz (n=2) und Pneumonie (n=2). Jeweils einmalig (je n=1) traten Koagulopathien (nicht näher bezeichnet), Kreislaufinstabilität, Antibiotika induzierte, kutane, allergische Reaktion sowie Myokardinfarkt (NSTEMI) auf. Das Vorkommen einer Thrombose, Lungenarterienembolie oder das Versterben eines Patienten wurden nicht beobachtet.

Als von der Hüftprothesenimplantation abhängige Komplikationen sind ein Implantatversagen, im Sinne einer Prothesenlockerung oder eines Implantatbruchs (n=10), muskuläre bzw. gluteale Insuffizienz (n=9), Hämatombildung (n=6) oder Infektion der Weichteile bzw. der Gelenkendoprothese (n=5), die Entstehung ossärer Defekte am Femur oder Azetabulum (n=5) sowie ein chronifiziertes Schmerzsyndrom (n=5) zu nennen. Weiterhin traten eine Impingementsymptomatik (n=4), ein Reizzustand und Weichteilirritationen durch einliegende Cerclagen (n=3), periprothetische Frakturen (n=3) sowie Luxationen des Hüftgelenkersatzes (n=3) auf. Äußerst seltene Komplikationen waren neurologische Beschwerden, wie motorische Defizite im Sinne einer Fußheberschwäche (n=2) und Extremitätenhypästhesie (n=1), welche sich im Verlauf jedoch vollständig rückläufig zeigten, aber auch eine Bursitis intertrochanterica (n=2) sowie persistierende Pseudarthrose des Trochanter major (n=2).

Im Rahmen der Hüftprothesenimplantation erfolgte ein intraoperativer Wundabstrich zum Nachweis von potentiellen Infektionserregern.

Im gesamten Patientenkollektiv fand sich in 3% (n=5) ein positiver, intraoperativer Keimnachweis, wobei ein Erregernachweis als Kontamination gewertet wurde. Als Erreger wurden dabei Vertreter der Staphylokokken (n=3) sowie Pseudomonaden und Bazillus (je n=1) nachgewiesen.

Postoperativ kam es zu lokalen Infektionen, welche intraoperativ einen negativen Wundabstrich zeigten und im Verlauf einer Intervention bedurften.

Dabei kam es in 3% (n=5) zur Infektentstehung, wobei Erreger der Gruppe der Staphylokokken, darunter einmal Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus (MRSA) sowie Pseudomonaden ursächlich für die Infektion waren.

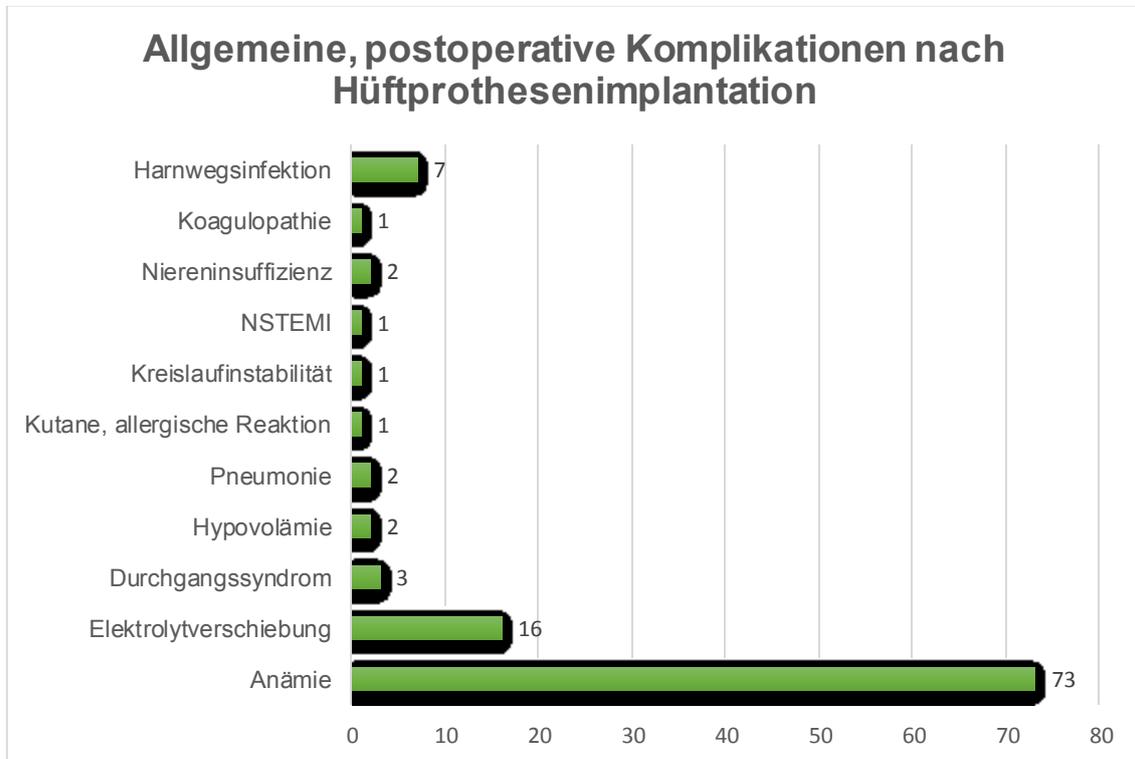


Abbildung 18 Verteilung allgemeiner, postoperativer Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation

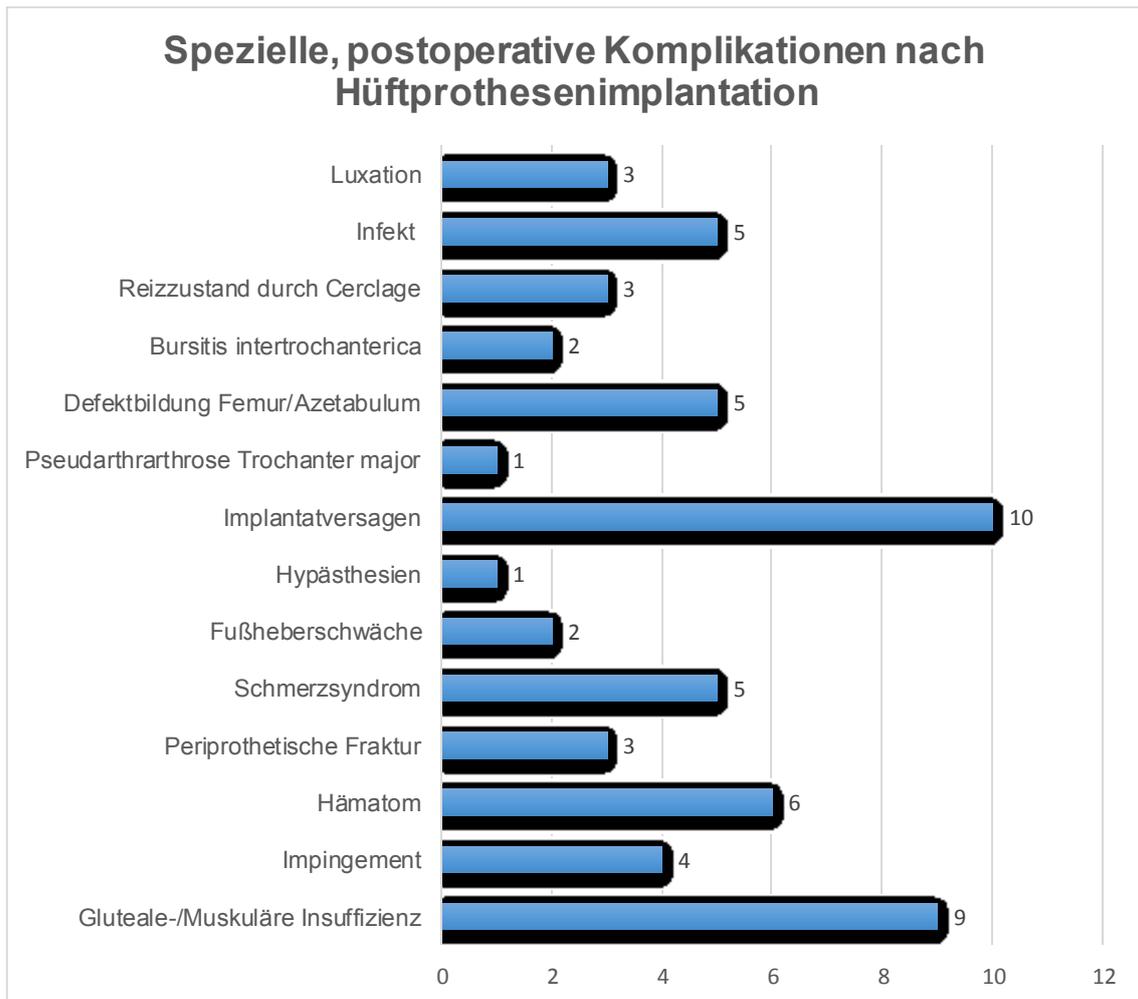


Abbildung 19 Verteilung spezieller, postoperativer Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation

### 3.3.3 Folgeeingriffe nach hüftendoprothetischer Versorgung

Folgeeingriffe nach Implantation der Hüftendoprothese waren in 14% (n=20) des Gesamtkollektiv erforderlich.

Dabei wurden Weichteilrevisionen mit Wunddebridement in 35% (n=7) durchgeführt. Zu einem vollständigen oder teilweisen Ausbau mit Wechsel der Hüftprothese kam es in 25% (n=5), zu einer Prothesenentfernung mit anschließender Osteosynthesenversorgung in 5% (n=1) der Fälle. Eine Hüftgelenksreposition fand in 10% (n=2), eine arthroskopische Arthrolyse sowie eine osteosynthetische Stabilisierung bei periprothetischer Fraktur in jeweils 5% (je n=1) statt. Eine Entfernung von Cerclagen oder Plattenmaterial erfolgte aufgrund von Weichteilirritation in 15% (n=3).

Das Patientenkollektiv wurde hinsichtlich Revisionseingriffen nach den postoperativen Komplikationen Hüftprothesenluxation, periprothetische Fraktur, Infektion sowie Hämatom und Implantatversagen analysiert und in der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 10) dargestellt.

Dabei konnte gezeigt werden, dass primär osteosynthetisch versorgte, pertrochantäre Femurfrakturen mit nachfolgender Hüftprothesenimplantation signifikant nicht häufiger ( $p=0,26$ ) zu Komplikationen sowie operativen Folgeeingriffen nach hüftprothetischer Versorgung führten, als Schenkelhals- oder subtrochantäre Femurfrakturen.

Des Weiteren wurde untersucht, ob Patienten, welche sich nach osteosynthetischer Versorgung aufgrund einer postoperativen Komplikation eines operativen Folgeeingriffs unterziehen mussten, ein erhöhtes Risiko aufwiesen, nach Hüftprothesenimplantation Komplikationen zu entwickeln. Dies zeigte keine signifikante Korrelation ( $p=0,15$ ).

Tabelle 10 Übersicht operationsbedürftiger Komplikationen nach hüftprothetischer Versorgung

Patient	Fraktur	Osteo- synthese	Folgeeingriff Osteosynthese	Hüft- proth.	Pfanne		Schaft		Komplikation	Revisionseingriff
w., 65 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Girdlestone	HTEP	PE	Zem.	Proximaler Femurersatz	Zem.	Luxation	Reposition
m., 69 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.f.	Standard	Zem.f.	Luxation, PPF	Wechsel der Hüftprothese
m., 80 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.	Luxation	Reposition
w., 52 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Osteosynth.w. Girdlestone	HTEP	Keramik	Zem.f.	Revision	Zem.f.	Infekt (Pseudomonas)	Weichteilrevision, Debridement
m., 78 J.	Pertr.Fr.	DHS	Nein	HTEP	PE	Zem.f.	Standard	Zem.f.	Infekt (Streptokokken)	Weichteilrevision, Debridement
m., 40 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Osteosynth.w.	HTEP	Keramik	Zem.f.	Revision	Zem.f.	Infekt (Staph. epiderm.), Implantatversagen	Weichteilrevision, Debridement, Wechsel Prothesenpfanne,-Kopf
w., 55 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.	Revision	Zem.f.	Infekt (MRSA)	Weichteilrevision, Debridement
w., 79 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	DuoK	DuoK	DuoK	Revision	Zem.f.	Infekt (/), Implantatversagen, PPF	Hüftprothesenausbau, Osteosynthese mittels Langen Femur Nagel
w., 78 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Osteosynth.w.	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.	PPF	Stabilisierung durch Plattenosteosynthese
w., 85 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.	Revision	Zem.f.	Hämatom	Hämatomausräumung, Weichteilrevision, Debridement
w., 81 J.	/	DHS	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.f.	Hämatom	Keine
w., 81 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	DuoK	DuoK	DuoK	Revision	Zem.f.	Hämatom	Hämatomausräumung, Weichteilrevision, Debridement
w., 81 J.	Pertr.Fr.	DHS	Nein	DuoK	DuoK	DuoK	Standard	Zem.f.	Hämatom	Keine
w., 81 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Debrid., Hämatomausr.	DuoK	DuoK	DuoK	Standard	Zem.	Hämatom	Hämatomausräumung, Weichteilrevision, Debridement
w., 82 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.	Hämatom	Hämatomausräumung, Weichteilrevision, Debridement

w., 72 J.	SHF	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.f.	Standard	Zem.f.	Implantatversagen (Bruch Cerclage)	Metallentfernung Cerclage
w., 71 J.	Pertr.Fr.	DHS	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.	Implantatversagen	Prothesenschaftwechsel auf Revisionsschaft
w., 81 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.f.	Revision	Zem.f.	Implantatversagen (Schaftlockerung)	Prothesenschaftwechsel auf modularen Revisionsschaft
w., 66 J.	SHF	Schrauben	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.	Implantatversagen (Bruch Cerclage)	Keine
w., 60 J.	SHF	DHS	Nein	HTEP	Keramik	Zem.f.	Standard	Zem.f.	Implantatversagen (Schaftlockerung)	Keine
w., 67 J.	SHF	DHS	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.f.	Implantatversagen (Pfannenlockerung)	Keine (Operationstermin abgesagt, da Beschwerden rückläufig)
w., 50 J.	SHF	PFN-A	Reposition, Cerclagen-einbringung	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.f.	Implantatversagen (Schaftlockerung)	Wechsel Hüftprothese (auf andere Maße)
m., 84 J.	Pertr.Fr.	PFN-A	Nein	HTEP	PE	Zem.	Standard	Zem.f.	Implantatversagen (Schaftlockerung)	Keine (Patient verstorben)

*Abkürzungen:* Patientengeschlecht: w.: weiblich, m.: männlich, Patientenalter zum Zeitpunkt der primären Hüftprothesenimplantation in J.: Jahren; Pertr.Fr.: petrochantäre Fraktur, SHF: Schenkelhalsfraktur, /: nicht dokumentiert; Debrid.: Debridement, Hämatomausr.: Hämatomausräumung, Osteosynth.w.: Wechsel des osteosynthetischen Implantats auf ein anderes; Hüftproth.: Hüftprothese, HTEP: Hüfttotalendoprothese, DuoK.: Duokopfprothese; PE: Polyethylen; Zem.: Zementiert, Zem.f.: Zementfrei; PPF: Periprothetische Fraktur; Staph. epiderm.: Staphylokokkus epidermidis, MRSA: Methicillin resistenter Staphylokokkus aureus

### 3.3.4 Mortalität nach hüftendoprothetischer Versorgung

Im Rahmen der Rekrutierung und Einbestellung des Patientenkollektivs zur Studie konnten Informationen bezüglich der Sterblichkeit nach Hüftprothesenimplantation ermittelt werden.

Innerhalb des Gesamtkollektivs waren 15,3% (n=22) der Patienten zum Zeitpunkt der Einbestellung bzw. Kontaktaufnahme zu dieser verstorben. 67,4% (n=97) waren zum besagten Zeitpunkt am Leben und bei 17,4% (n=25) konnte der Patientenzustand nicht evaluiert werden.

Gründe hierfür waren das unbekannte Verziehen des Patienten, inaktuelle Kontakt-, Adress- bzw. Telefondaten sowie das Scheitern der Kontaktaufnahme bei Nicht-Erreichbarkeit.

Die durchschnittliche Zeitspanne zwischen hüftendoprothetischer Versorgung und Tod des Patienten betrug dabei 36 Monate ( $\pm 22$  SD; range 74-3 Monate), also 3 Jahre, maximal 74 Monate bzw. 6 Jahre sowie minimal 3 Monate.

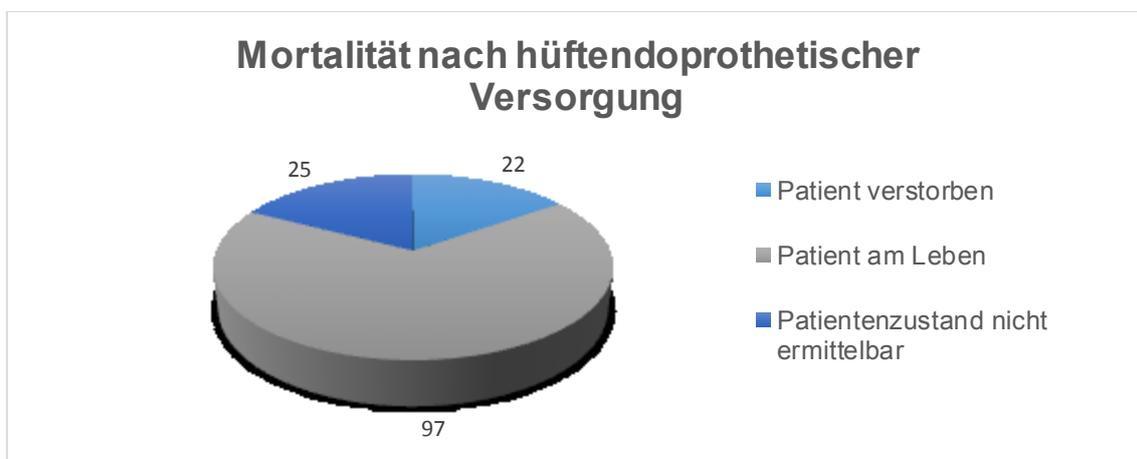


Abbildung 20 Verteilung der Mortalität nach hüftendoprothetischer Versorgung

### 3.4 Bewegungsausmaße vor sowie nach Hüftprothesenimplantation

Es wurden anhand der Aktenrecherche die Bewegungsausmaße des gesamten Patientenkollektivs vor sowie nach Hüftprothesenimplantation ermittelt.

Dabei betrug die Zeitspanne zwischen der hüftendoprothetischen Versorgung und der Erfassung der Bewegungsausmaße nach Prothesenimplantation durchschnittlich 302 Tage ( $\pm 489,8$  SD), also ca. 10 Monate.

Die Bewegungsausmaße vor endoprothetischer Versorgung betragen im arithmetische Mittel in der Hüftgelenksexension  $0,8^\circ$  (range  $20-0^\circ$ ) sowie Flexion  $89^\circ$  (range  $140-10^\circ$ ). Die Abduktion umfasste  $22^\circ$  (range  $50-0^\circ$ ) und die Adduktion  $18^\circ$  (range  $40-0^\circ$ ). Die Außenrotation im Hüftgelenk belief sich auf durchschnittlich  $21^\circ$  (range  $60-0^\circ$ ) und die Innenrotation auf  $10^\circ$  (range  $35-0^\circ$ ). Insgesamt wies das Patientenkollektiv zwölf Flexionskontrakturen, also Extensionsdefizite, eine Adduktionskontraktur, also eine Einschränkung der Hüftgelenksabduktion sowie fünf Außenrotationskontrakturen, d.h. einen Verlust der Innenrotation im Hüftgelenk auf.

Tabelle 11 Bewegungsausmaß vor Hüftendoprothesenimplantation in Winkelgraden

	<b>Extension</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Flexion</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90</b>
Mittelwert	0,7	0,8	89,2
SD	2,9	3	18,5
Median	0	0	90
Maximum	20	20	140
Minimum	0	0	10
	<b>Abduktion</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Adduktion</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
Mittelwert	22,2	0,1	18
SD	10,2	0,8	10
Median	20	0	20
Maximum	50	10	40
Minimum	0	0	0
	<b>Außenrotation</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Innenrotation</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
Mittelwert	21,3	0,3	10,2
SD	12,8	1,9	8,3
Median	20	0	10
Maximum	60	15	35
Minimum	0	0	0

Die durchschnittlichen Bewegungsausmaße nach Implantation der Hüftendoprothese betragen hinsichtlich der Extension  $0,4^\circ$  (range  $20-0^\circ$ ), der Flexion  $100^\circ$  (range  $135-10^\circ$ ), der Hüftgelenksabduktion  $27^\circ$  (range  $50-0^\circ$ ) und der Adduktion  $22^\circ$  (range  $60-0^\circ$ ). Die Außenrotation im Hüftgelenk umfasste  $28,5^\circ$  (range  $60-3^\circ$ ) und die Innenrotation  $15,6^\circ$  (range  $45-0^\circ$ ).

Das Gesamtkollektiv bot sechs Flexionskontrakturen. Adduktions- oder Außenrotationskontrakturen traten nicht auf.

Tabelle 12 Bewegungsausmaß nach Hüftendoprothesenimplantation in Winkelgraden

	<b>Extension</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Flexion</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
Mittelwert	0,4	0,6	100,4
SD	2,5	3	16,3
Median	0	0	100
Maximum	20	20	135
Minimum	0	0	10
	<b>Abduktion</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Adduktion</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
Mittelwert	27	0	22,1
SD	9,7	0	10
Median	30	0	20
Maximum	50	0	60
Minimum	0	0	0
	<b>Außenrotation</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Innenrotation</b>
<b>Mittelwert, gerundet</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
Mittelwert	28,5	0	15,6
SD	11,2	0	8,9
Median	30	0	15
Maximum	60	0	45
Minimum	3	0	0

Eine vergleichende Betrachtung der Bewegungsausmaße vor sowie nach Hüftprothesenimplantation bot im gesamten Patientenkollektiv nach Implantatversorgung eine Reduktion der Hüftgelenksexension um im Durchschnitt 0,4° sowie eine Zunahme der Flexion um 11,1°, der Abduktion im Hüftgelenk um 4,8°, der Adduktion um 4,1°, der Außenrotation um 7,2° und der Innenrotation um 5,4°. Zusammenfassend zeigte sich eine nahezu unveränderte Hüftgelenksexension sowie eine Verbesserung aller anderen Freiheitsgrade nach operativer, prothetischer Versorgung, wobei insbesondere die Flexion im Hüftgelenk, gefolgt von der Außen- sowie Innenrotation eine deutliche Zunahme des Bewegungsausmaßes aufwies.

Die Beweglichkeit des Hüftgelenks nach Hüftprothesenimplantation war, bis auf die Hüftgelenksexension signifikant ( $p= 0,0000$  bis  $0,0004$ ) besser, als vor endoprothetischen Versorgung.

### 3.5 Fragebögen und Scores

#### 3.5.1 Allgemeine Zufriedenheit, Gehstrecke, Schmerzen und Analgesie

Im ersten Abschnitt des Fragebogens sollten die Patienten Aussagen zur allgemeinen Zufriedenheit mit der einliegenden Hüftendoprothese treffen.

Vom Patientenkollektiv, welches an der Nachuntersuchung sowie Beantwortung der Fragebögen teilnahm, gaben 25% (n=14) sowie 29% (n=16) der Patienten an, „äußerst“ sowie „sehr zufrieden“ mit der hüftendoprothetischen Versorgung zu sein. 21% (n=12) äußerten, „zufrieden“, 16% (n=9) „ausreichend“ und 5% (n=3) „unzufrieden“ mit der Hüftgelenksprothese zu sein. 4% (n=2) machten hierzu keine Angaben.

Somit waren dreiviertel des Kollektivs (n=42) „zufrieden“ bis „äußerst zufrieden“.

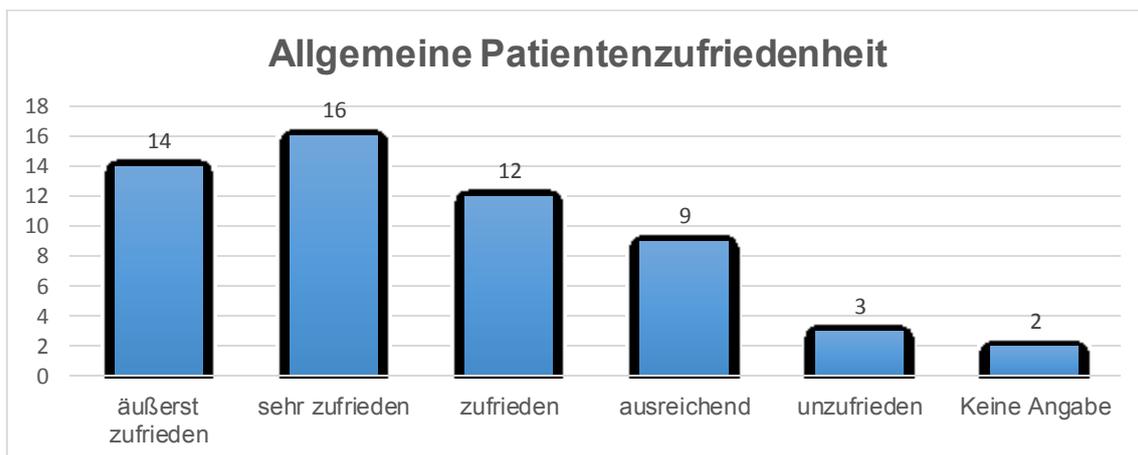


Abbildung 21 Allgemeine Patientenzufriedenheit mit der Hüftendoprothese

Ebenso sollte die mögliche Gehstrecke unter Berücksichtigung des Auftretens von Schmerzen vom Patientenkollektiv beurteilt werden.

Insgesamt sagten 48% (n=27), uneingeschränkt und schmerzfrei gehfähig zu sein. Ein Viertel (n=14) der Patienten gaben an, ca. 500 m, 20% (n=11) ungefähr 300 m bis zum Aufkommen von Schmerzen gehen zu können. 2% (n=1) sei es nur innerhalb der eigenen Wohnung bzw. Hauses möglich, schmerzfrei zu gehen. Überhaupt nicht gehen zu können, gaben 4% (n=2) an. 2% (n=1) trafen hierzu keine Aussage. Damit machten die knappe Hälfte des Patientenkollektivs die Aussage, ohne Einschränkungen und 45% der Patienten, schmerzbedingt, eingeschränkt mobil zu sein.

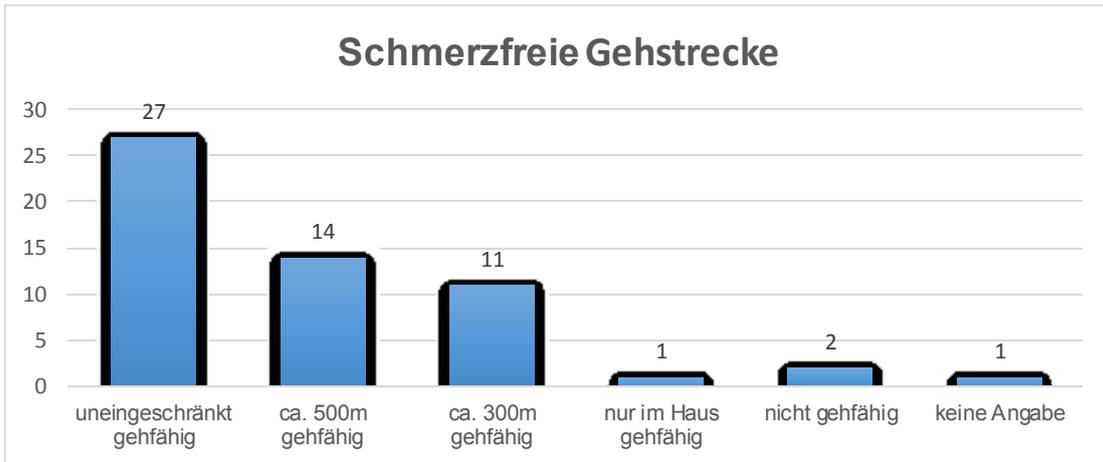


Abbildung 22 Maximal mögliche, schmerzfrie Gehstrecke

Des Weiteren sollten die Patienten Angaben zum Vorhandensein von ruhe- sowie bewegungsabhängigen Schmerzen im operativ versorgten Hüftgelenk sowie zum Bedarf an Schmerzmedikation machen.

36% (n=20) der Patienten berichteten von, seit mindestens einem Jahr bestehende Schmerzen. Jeweils 2% (n=1) gaben an, seit 10 bis 12 Monaten bzw. 7 bis 9 Monaten Hüftgelenksschmerzen zu erleiden. Seit 4 bis 6 Monaten Schmerzen zu haben, sagten 7% (n=4) aus. Im Zeitintervall vor 1 bis 3 Monaten Schmerzen entwickelt zu haben, gab keiner der Patienten an, wohingegen bei 2% (n=1) seit wenigen Wochen Schmerzen aufgetreten seien.

Nahezu die Hälfte des Patientenkollektivs, 46% (n=26) sei schmerzfrie. Keine Angabe zum Auftreten und der Schmerzdauer machten 5% (n=3).

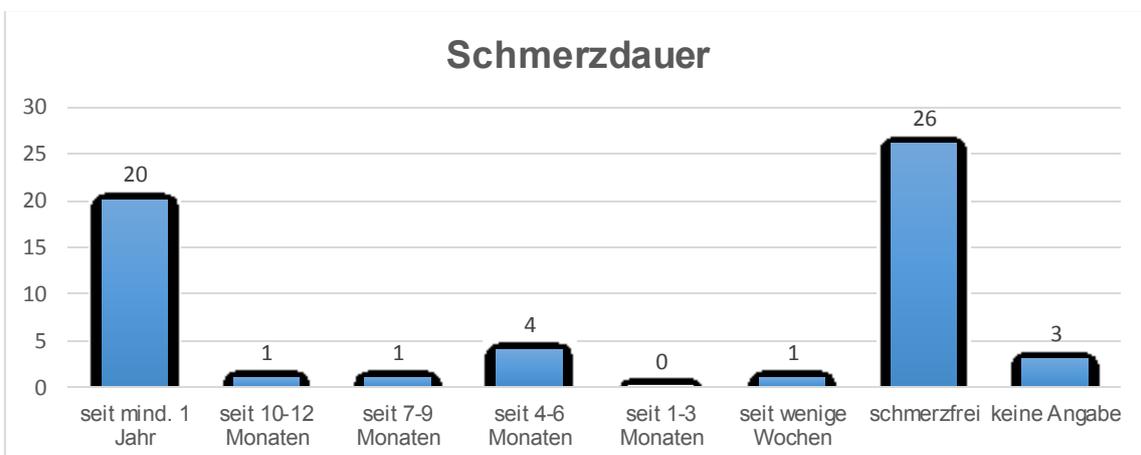


Abbildung 23 Schmerzdauer

In Bezug auf die Notwendigkeit einer medikamentösen Schmerztherapie äußerten 14% (n=8) der Patienten, eine regelmäßige sowie 30% (n= 17), eine bedarfsweise Analgesie zu benötigen. Mehr als die Hälfte aller Patienten, 54% (n=30) gaben an, keiner Schmerzmedikation zu bedürfen. 2% (n=1) äußerten sich diesbezüglich nicht.

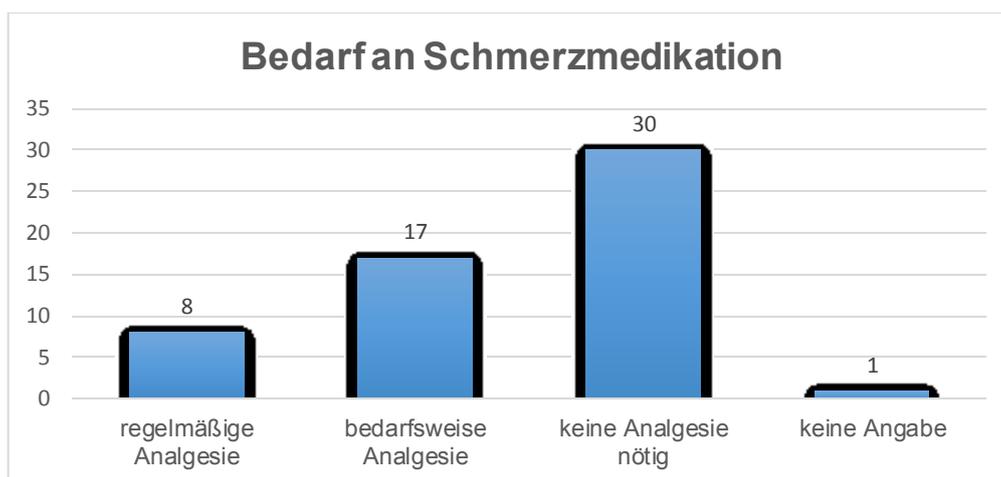


Abbildung 24 Bedarf an Schmerzmittel

In der statistischen Analyse fand sich eine signifikante Korrelation der Patientenzufriedenheit mit dem Vorhandensein von Schmerzen ( $p=0,007$ ), dem Bedarf an Schmerzmedikation ( $p=0,003$ ) sowie der schmerzfreen Gehstrecke ( $p=0,002$ ). Hingegen korrelierte die Patientenzufriedenheit nicht signifikant mit der Schmerzdauer ( $p=0,02$ ), der postoperativen Beweglichkeit ( $p=0,11$ ) sowie der Anzahl an Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation ( $p=0,3$ ).

### 3.5.2 EuroQol-5D

Zur Ermittlung der Lebensqualität nach Hüftprothesenimplantation wurde der EQ-5D 3L als standardisierter Fragebogen herangezogen.

Der EQ-5D Index Score betrug im arithmetischen Mittel 0,8 ( $\pm 0,2$  SD; range 1-0,2). Im Vergleich erreichte die Mehrzahl der Patienten einen Index Score von über 0,9 in 39,3% (n=22) der Fälle, gefolgt von einem Score Ergebnis 0,8 bis 0,9 in 17,9% (n=10) sowie 0,6 bis 0,7 in 16,1% (n=9). In 8,9% (n=5) wurde ein Index Score von 0,7 bis 0,8 und in 5,4% (n=3) von 0,5 bis 0,6 erzielt. Weit aus

seltener betrug das Ergebnis 0,3 bis 0,4 in 3,6% (n=2) sowie 0,1 bis 0,2 bzw. 0,2 bis 0,3 in jeweils 1,8% (n=1). Index Scores kleiner 0,1 oder von 0,4 bis 0,5 wurden in keinem der Fälle erreicht. In 5,4% (n=3) konnte kein EQ-5D Index Score aufgrund fehlender Angaben berechnet werden.

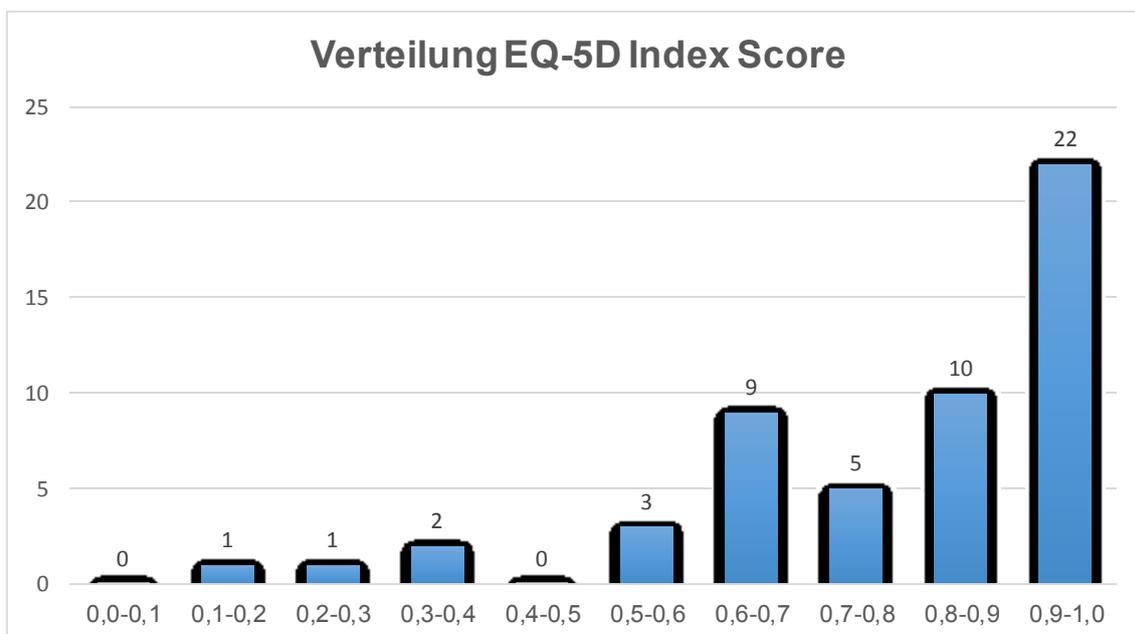


Abbildung 25 Verteilung EQ-5D Index Score

Die Bewertung des Gesundheitszustands zum aktuellen Zeitpunkt, also zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug auf der Visuellen Analogskala (VAS) durchschnittlich 67,6 Punkte ( $\pm 20,5$  SD; range 100-30 Punkte), im Maximum 100 und im Minimum 30 Punkte.

Bezüglich der Verteilung auf der VAS wurde eine große Spannweite der Ergebnisse erreicht. 21,4% (n=12) gaben auf der VAS mehr als 90 Punkte an, gefolgt von 19,6% (n=11) mit 80 bis 89 Punkten sowie von 14,3% (n=8) mit 70 bis 79 Punkten. Jeweils 12,5% (n=7) der Patienten gaben auf der VAS Punkte von 60 bis 69 bzw. 50 bis 59 an. Jeweils 8,9% (n=5) der Patienten bewerteten ihren Gesundheitszustand mit 40 bis 49 bzw. 30 bis 39 Punkten. Ergebnisse auf der VAS kleiner 29 Punkten wurden in keinem Fall dokumentiert. 1,8% (n=1) der Patienten machte keine Angaben auf der Visuellen Analogskala.

Neben der Ergebnisermittlung auf der Visuellen Analogskala wurden zusätzlich Angaben zum aktuellen Gesundheitszustand im Vergleich zum Zustand des vergangenen Jahres getroffen, um diesen besser beurteilen und in Bezug auf den generellen Allgemeinzustand setzen zu können.

Innerhalb des Nachuntersuchungskollektivs gaben nahezu dreiviertel aller Patienten, 71% (n=40) an, dass der aktuelle Gesundheitszustand dem des letzten Jahres entspräche. 18% (n=10) gaben einen aktuell besseren und 7% (n=4) einen schlechteren, gesundheitlichen Zustand an. 4% (n=2) machten diesbezüglich keine Angaben.

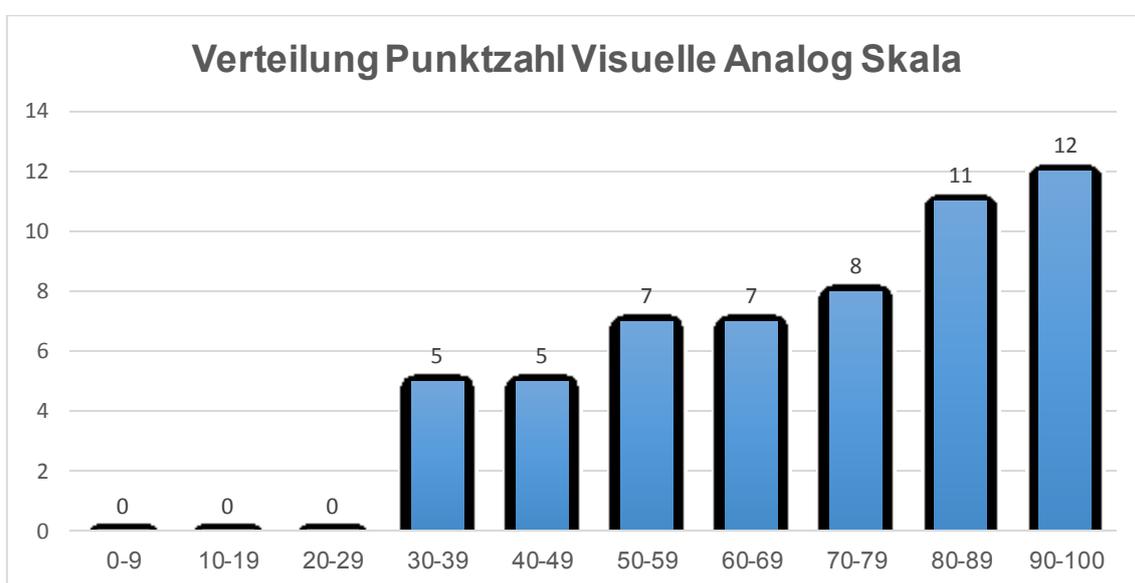


Abbildung 26 Verteilung Punktzahl Visuelle Analog Skala

Des Weiteren wurden die Subgruppen Mobilität, Selbstversorgung, allgemeine Tätigkeit/ Alltagsaktivität, Schmerz/ körperliche Beschwerden sowie Angst/ Niedergeschlagenheit des EQ-5D Fragebogens hinsichtlich der Verteilung der Punktzahlen analysiert.

Im Bereich Mobilität gaben 50% (n=28) des Nachuntersuchungskollektiv an, keine Probleme und 46% (n=26), mäßige Probleme beim Umhergehen zu haben. Starke Probleme im Bereich der Mobilität wurden von keinem Patienten beschrieben.

In der Subgruppe Selbstversorgung äußerten 84% (n=47) aller nachuntersuchten Patienten, keine Probleme zu haben, um für sich selbst

sorgen. 13% (n=7) meinten, mäßige Probleme und 2% (n=1), starke Probleme bei der Selbstversorgung zu haben.

Im Rahmen der Ausführung allgemeiner Tätigkeiten beschrieben 52% (n=29) keine, 43% (n=24) mäßige und 4% (n=2) starke Probleme zu haben, um alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.

In der Subgruppe Schmerz verneinten 39% (n=22) des Nachuntersuchungskollektivs Schmerzen sowie Beschwerden. Über die Hälfte, 54% (n=30) gaben mäßige und 4% (n=2) starke Schmerzen an.

Ebenso wurde die Untergruppe Angst/ Niedergeschlagenheit hinsichtlich der Punkteverteilung untersucht. Hier äußerten 64% (n=36), nicht ängstlich oder deprimiert zu sein, wohingegen 32% (n=18) eine mäßige und 2% (n=1) eine starke Ängstlichkeit bejahten. 2% (n=2) der Patienten machten bezüglich Selbstversorgung, Alltagsaktivität und Angst, bzw. 4% (n=2) bezüglich Mobilität und Schmerzen keine Angaben.

Tabelle 13 Verteilung der Angaben der Subgruppen des EQ-5D

EQ- 5D Dimension	Patientenanzahl	Verteilung in %
<b>Mobilität<sup>1</sup></b>		
Keine Probleme	28	50%
Mäßige Probleme	26	46%
Starke Probleme	0	0%
<b>Selbstversorgung<sup>2</sup></b>		
Keine Probleme	47	84%
Mäßige Probleme	7	13%
Starke Probleme	1	2%
<b>Alltagsaktivität<sup>2</sup></b>		
Keine Probleme	29	52%
Mäßige Probleme	24	43%
Starke Probleme	2	4%
<b>Schmerz<sup>1</sup></b>		
Keine Probleme	22	39%
Mäßige Probleme	30	54%
Starke Probleme	2	4%
<b>Angst<sup>2</sup></b>		
Keine Probleme	36	64%
Mäßige Probleme	18	32%
Starke Probleme	1	2%

<sup>2</sup> 2% (n=2) bzw. <sup>1</sup> 4% (n=2) der Patienten machten diesbezüglich keine Angabe.

### 3.5.3 WOMAC

Das Nachuntersuchungskollektiv wurde im Rahmen des Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index Scores auf Schmerzen und Steifigkeit im endoprothetisch versorgten Hüftgelenk sowie auf die Ausübbarkeit von alltäglichen Aktivitäten untersucht.

Der WOMAC-Globalindex bzw. das Gesamtergebnis betrug im Nachuntersuchungskollektiv im Durchschnitt 19 Punkte ( $\pm 19$  SD; range 71-0 Punkte) von einer möglichen Gesamtpunktzahl von 96 Punkten.

Dabei erreichten die nachuntersuchten Patienten in der Rubrik „Schmerz“ im arithmetischen Mittel 3 Punkte ( $\pm 3$  SD; range 12-0 Punkte) von 20 erzielbaren Punkten. Bezüglich der Angaben zum Thema „Steifigkeit“ betrug die durchschnittliche Punktzahl 1 Punkt ( $\pm 2$  SD; range 8-0 Punkte) von maximal 8 Punkten sowie zu „Körperliche Tätigkeit und Aktivität“ im Durchschnitt 15 Punkte ( $\pm 15$  SD; range 59-0 Punkte) von einer möglichen Gesamtpunktzahl von 68.

Tabelle 14 Gesamt- sowie Subgruppenpunktzahlen des WOMAC Scores

	Mittelwert	SD	Maximum	Minimum
<b>Gesamtpunktzahl</b>	19	19	71	0
Schmerz	3	3	12	0
Steifigkeit	1	2	8	0
Tätigkeit/ Funktion	15	15	59	0

### 3.5.4 Harris-Hip-Score

Im gesamten Nachuntersuchungskollektiv (n=56) wurde im Harris-Hip-Score in 25% (n=14) der Fälle ein exzellentes und in 17,9% (n=10) der Fälle ein gutes Ergebnis erreicht. In 10,7% (n=6) wurde ein ausreichendes und in 44,6% (n=25) ein mangelhaftes Resultat erzielt. In 1,8% (n=1) konnte der Harris-Hip-Score aufgrund von Unvollständigkeit nicht ermittelt werden.

Die durchschnittliche Gesamtpunktzahl betrug dabei 72,8 Punkte ( $\pm 20,1$  SD; range 100-25), was einem ausreichenden Ergebnis entspricht. Die schlechteste, also geringste Gesamtpunktzahl belief sich auf 25 Punkte, die beste, also höchste Gesamtpunktzahl entsprach dem Maximalpunktwert von 100 Punkten.

Neben der Ermittlung des Gesamtergebnisses im Harris-Hip-Score wurden die Ergebnisse der Untergruppen „Schmerz“, „Funktionalität im Alltag“, „Gefähigkeit“, „Deformitäten“ und „Bewegungsausmaß“, welche in ihrer Summe zum Gesamtergebnis beitragen, analysiert.

Die Ergebnisse der Punktzahlen der einzelnen Subgruppen wurde in der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 15) zusammengefasst.

Tabelle 15 Gesamt- sowie Subgruppenpunktzahl des Harris-Hip-Scores

	Mittelwert	SD	Maximum	Minimum
<b>Gesamtpunktzahl</b>	72,8	20,1	100	25
Schmerz	31,1	12,5	44	0
Funktion	33	5,6	47	0
Bewegungsausmaß	4,8	0,5	5	3
Deformitäten	3,9	0,2	4	3

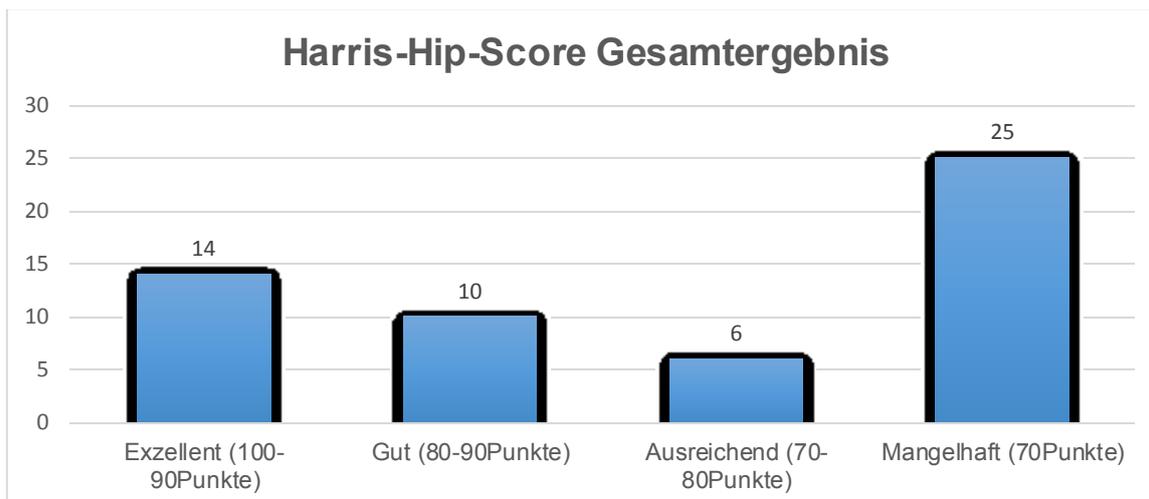


Abbildung 27 Harris-Hip-Score Gesamtergebnis

Im Gesamtkollektiv gaben 21,4% (n=12) an, keine Schmerzen im endoprothetisch versorgten Hüftgelenk zu haben. 30,4% (n=17) wiesen schwache, gelegentlich auftretende Schmerzen, 8,9% (n=5) leichte Schmerzen, ohne Einfluss auf die gewohnte, körperliche Aktivität, 28,6% (n=16) mäßige Schmerzen mit Einschränkung der üblichen körperlichen Aktivität oder Arbeit und 5,4% (n=3) starke Schmerzen mit deutlicher Aktivitätseinschränkung auf. In 3,6% (n=2) der Fälle wurde das Auftreten von Ruheschmerz angegeben. Die durch-

schnittliche Punktzahl im Bereich Schmerz betrug 31,1 von 44 erreichbaren Punkten.

Tabelle 16 Verteilung der Angaben zum Schmerz im Harris-Hip-Score

	Patientenanzahl	Verteilung in %
<b>Schmerz</b>		
Keine Schmerzen	12	21%
Schwache, gelegentliche Schmerzen	17	30%
Leichte Schmerzen ohne Einfluss auf die übliche, körperliche Aktivität	5	9%
Mäßige Schmerzen, tolerabel, mit Einschränkung der üblichen, körperlichen Aktivität	16	29%
Starke Schmerzen mit deutlicher Aktivitätseinschränkung	3	5%
Ruheschmerz vorhanden	2	4%

Im Fragebogenabschnitt zur Thematik „Gehfähigkeit“ wurden durchschnittlich 27 Punkte von maximal 33 erreichbaren Punkte erzielt.

Dabei wurden die Untergruppen zur Modalität „Hinken“, „Benutzung von Gehhilfen“ sowie „Gehleistung“ analysiert. 23% (n=13) des gesamten Nachuntersuchungskollektivs verneinten ein Hinken der operativ versorgten, unteren Extremität; fast die Hälfte aller Patienten, 45% (n=25) gaben ein leichtes Hinken, 11% (n=6) ein mäßiges Hinken und 16% (n=9) ein starkes Hinken an. 5% (n=3) machten keine Angabe bezüglich eines hinkenden Gangbildes.

Zur Benutzung von Gehhilfen gaben 61% (n=34) der Patienten an, keine Gehhilfe im Alltag zu benötigen. 2% (n=1) äußerten, einen Gehstock, ausschließlich bei langem Gehen zu benutzen, 7% (n=4) nahmen fast dauerhaft Gebrauch eines Gehstocks, 9% (n=5) würden eine Unterarmgehstütze, 11% (n=6) zwei Gehstöcke und 7% (n=4) zwei Unterarmgehstützen verwenden. 2% (n=1) seien gehunfähig. 2% (n=1) machten keine Angaben zur Benutzung von Gehhilfen.

Als weiterer Faktor sollte die Gehleistung des Patienten beurteilt werden. Ein Viertel, 25% (n=14) des Patientenkollektivs äußerte, keine Einschränkungen in der Gehleistung zu haben. Nahezu die Hälfte, 47% (n=27) gab eine Beschränkung der Gehleistung auf 30 bis 60 Minuten an. 21% (n=12) des Nachunter-

suchungskollektivs sei ein Gehen bis maximal 15 Minuten und 2% (n=1) ausschließlich im häuslichen Umfeld möglich. Weitere 2% (n=1) gaben an, gehunfähig zu sein. 2% (n=1) machten keine Angaben diesbezüglich.

Tabelle 17 Verteilung der Angaben zu Gehfähigkeit im Harris-Hip-Score

	Patientenanzahl	Verteilung in %
<b>Hinken</b>		
Kein Hinken	13	23%
Leichtes Hinken	25	45%
Mäßiges Hinken	6	11%
Starkes Hinken	9	16%
<b>Benutzung von Gehhilfen</b>		
Keine Hilfsmittel nötig	34	61%
Einen Stock, nur bei langem Gehen	1	2%
Fast immer einen Stock	4	7%
Eine Unterarmgehstütze	5	9%
Zwei Stöcke	6	11%
Zwei Unterarmgehstützen	4	7%
Gehunfähig	1	2%
<b>Gehleistung</b>		
Uneingeschränkt	14	25%
30 bis 60 Minuten	27	47%
Bis 15 Minuten	12	21%
Nur im Haus	1	2%
Gehunfähig	1	2%

Im Abschnitt zum Thema „Aktivität aus dem alltäglichen Leben“ wurden im arithmetischen Mittel 10 Punkte von maximal 14 Punkten erreicht.

Dabei war das Treppensteigen ohne Geländerbenutzung in 29% (n=16) und unter zu Hilfenahme des Treppengeländers in 63% (n=35) möglich. Je 4% (je n=2) gaben an, die Treppenstufen in irgendeiner Art und Weise steigen zu können bzw. dass das Treppensteigen unmöglich sei. Keine Angabe diesbezüglich machten 2% (n=1).

Bei der Tätigkeit des Anziehens von Schuhen oder Socken gaben 38% (n=21) an, keine Schwierigkeiten und 54% (n=30) Schwierigkeiten zu haben. 7% (n=4) sei diese Tätigkeit unmöglich. 2% (n=1) äußerten sich nicht.

Ebenso wurde das Sitzen analysiert: dreiviertel, 75% (n=42) der Patienten gaben an, bequem auf einem Stuhl sitzen zu können. 23% (n=13) benötigten

eine Stuhlerhöhung und könnten eine halbe Stunde in sitzender Position verbringen. 2% (n=1) machten keine Angaben.

Mehr als dreiviertel, 77% (n= 43) des Nachuntersuchungskollektivs gab an, öffentliche Verkehrsmittel wie Bus und Bahn benutzen zu können, wohingegen dies 20% (n=11) der Patienten, aufgrund der Beschwerden nach hüftendoprothetischer Versorgung nicht möglich sei. 4% (n=2) äußerten sich nicht bezüglich der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel.

Tabelle 18 Verteilung der Angaben zu Aktivitäten des alltäglichen Lebens im Harris-Hip-Score

	Patientenanzahl	Verteilung in %
<b>Treppensteigen</b>		
Ohne Geländerbenutzung	16	29%
Mit Geländerbenutzung	35	63%
Irgendwie	2	4%
Unmöglich	2	4%
<b>Schuhe und Socken anziehen</b>		
Mühe los	21	38%
Mit Schwierigkeiten	30	54%
Unmöglich	4	7%
<b>Auf einem Stuhl sitzen</b>		
Bequem	42	75%
Auf erhöhtem Stuhl für eine halbe Stunde möglich	13	23%
Unmöglich	0	0%
<b>Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel</b>		
Möglich	43	77%
Unmöglich	11	20%

In der Rubrik „Ausschluss von Deformitäten“ erzielten 94,6% (n=53) eine Gesamtpunktzahl von 4 Punkten, was der Abwesenheit von Hüftgelenkskontrakturen sowie einer Beinlängendifferenz kleiner 3,2 cm entspricht. 5,4% (n=3) erreichten 3 Punkte, wobei in jedem dieser Fälle, eine Beinlängendifferenz größer 3,2 cm (entspricht einem Punkt) ursächlich war. Eine Punktzahl von 2 Punkten bzw. weniger trat in keinem Fall auf.

Bei der Bestimmung des größtmöglichen Bewegungsausmaßes wurden in 78,6% (n=44) 5 Punkte, was der maximal erreichbaren Punktzahl und somit

einer sehr guten Beweglichkeit entspricht und in 19,6 % (n=11) 4 Punkte, entsprechend einer guten Mobilität, erzielt. 1,8% (n=1) erreichten 3 Punkte und damit ein befriedigendes Ergebnis bezüglich der Hüftgelenksbeweglichkeit.

### 3.6 Klinische Untersuchung

#### 3.6.1 Body-Mass-Index

Bei allen Patienten, welche im Rahmen der Studie einbestellt sowie nachuntersucht wurden, wurde im Zuge der klinischen Untersuchung das Körpergewicht sowie die -Größe ermittelt und anschließend der Body-Mass-Index errechnet (139).

Der Body-Mass-Index (BMI) des Nachuntersuchungskollektivs (n=56) betrug im arithmetischen Mittel  $26 \text{ kg/m}^2$  ( $\pm 4,8 \text{ SD}$ ; range 45-16  $\text{kg/m}^2$ ), der maximal erreichte BMI  $45 \text{ kg/m}^2$  sowie der Geringste  $16 \text{ kg/m}^2$ .

Hinsichtlich der Einteilung nach Normalgewicht, bei welchem der BMI laut WHO zwischen  $18,5$  und kleiner  $25 \text{ kg/m}^2$  liegen sollte, wurde bei  $32,1\%$  (n=18) ein solcher ermittelt. Übergewichtig waren mit einem BMI größer gleich  $25 \text{ kg/m}^2$   $62,5\%$  (n=35) der Patienten. Unter dem empfohlenen Normalgewicht lagen  $1,8\%$  (n=1) der Probanden mit einem BMI kleiner  $18,5 \text{ kg/m}^2$ . In  $3,6\%$  (n=2) konnte der BMI aufgrund der nicht vorhandenen Körpermaße nicht errechnet werden.

In der statistischen Auswertung fand sich keine signifikante Korrelation des Body-Mass-Indexes mit der Patientenzufriedenheit ( $p=0,19$ ) sowie postoperativen Lockerungszeichen der Hüftprothese ( $p=0,25$ ).

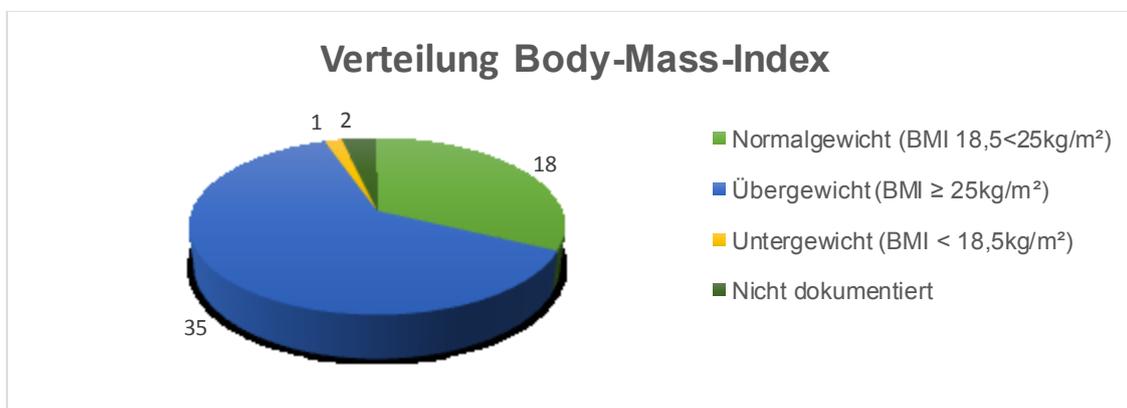


Abbildung 28 Verteilung Body-Mass-Index

### 3.6.2 Prüfung auf Kraftminderung und gluteale Insuffizienz

Es erfolgte eine klinische Testung der Kraft in Extension sowie Flexion im Hüftgelenk mit Prüfung auf Kraftreduktion der endoprothetisch versorgten Extremität, wobei im gesamten, nachuntersuchten Patientenkollektiv (n=56) 80,4% (n=45) keine paretische Hüftextension und 5,4% (n=3) eine reduzierte Kraftextensionsprüfung im Vergleich zur Gegenseite aufzeigten.

In der Bewegung der Hüftflexion gab es in 71,4% (n=40) keine und in 14,3% (n=8) eine nachweisbare Kraftreduktion vergleichend zur nicht operativ versorgten, unteren Extremität. Bei jeweils 14,3% (n=8) war eine Ermittlung von Paresen der Hüftextensoren sowie -Flexoren nicht möglich.

Der Nachweis einer glutealen Insuffizienz erfolgte anhand des Trendelenburg-Zeichens in Einbeinstand, wobei 32,1% (n=18) ein positives und 55,4% (n=31) kein Trendelenburg-Zeichen aufwiesen. In 12,5% (n=7) wurde keine Testung des Trendelenburg-Zeichens durchgeführt.

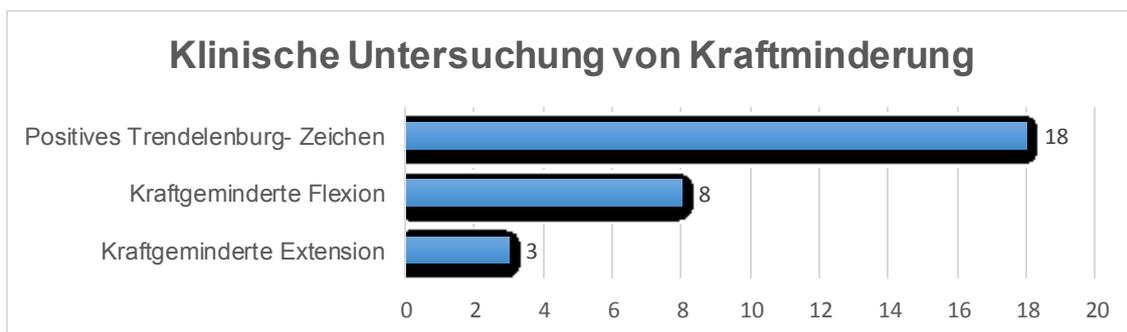


Abbildung 29 Klinischer Nachweis von Kraftminderung

### 3.6.3 Prüfung von Motorik und Sensibilität

Das gesamte Nachuntersuchungskollektiv wurde auf motorische sowie sensible Defizite untersucht.

78,6% (n=44) zeigten keine Sensibilitätsstörungen, wohingegen 7,1% (n=4) Hypästhesien am proximalen, lateralen Oberschenkel im Bereich des operativen Zugangswegs bei Hüftprothesenimplantation aufwiesen.

Sensibilitätsstörungen an beiden, unteren Extremitäten wurden in 3,6% (n=2) angegeben, wobei diese auf die Grunderkrankungen der peripheren, arteriellen Verschlusskrankheit und der peripheren Polyneuropathie zurückzuführen

waren. Motorische Einschränkungen an der hüftendoprothetisch versorgten Extremität gab es in 5,4% (n=3) sowie beidseitig in 1,8% (n=1), wobei es sich bei letzterem um eine Symptomäußerung der Grunderkrankung der Adrenoleukodystrophie handelte. Zu jeweils 10,7% (je n=6) konnte nicht auf motorischen und sensiblen Defizite untersucht werden.

### 3.6.4 Prüfung auf Algesie

Das endoprothetisch versorgte Hüftgelenk wurde auf das Vorhandensein von Schmerz geprüft, wobei 64% (n=36) des gesamten Nachuntersuchungskollektivs keine Schmerzen bei der klinischen Testung angaben.

27% (n=15) wiesen Schmerzen auf, wobei jeweils 9mal ein Leistendruck- sowie Trochanterklopfschmerz und jeweils 2mal ein axialer Stauchungs- sowie Rüttelschmerz auftraten. Die Schmerzprüfung konnte in 8,9% (n=5) nicht durchgeführt werden.

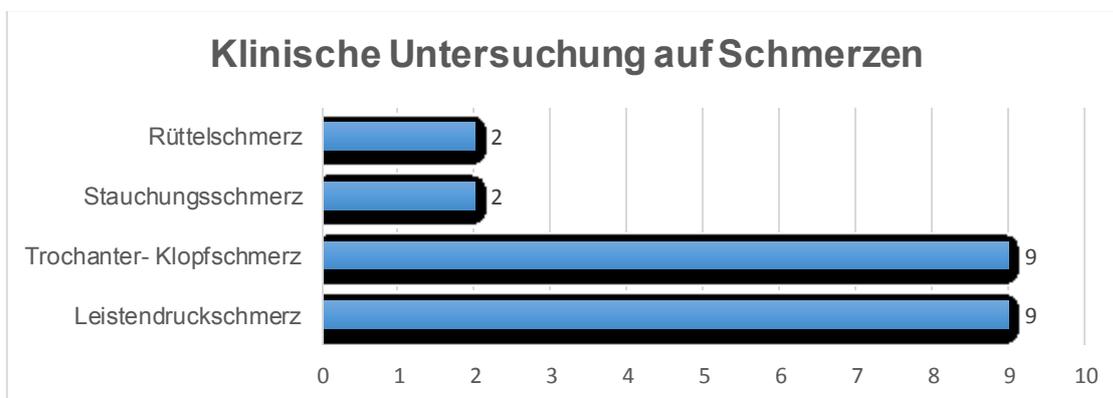


Abbildung 30 Klinischer Nachweis von Schmerzen

### 3.6.5 Inspektorische sowie palpatorische Untersuchung der Haut

Das Integument im Bereich des operativen Zugangs der Hüftprothesenimplantation wurde auf lokale Rötung sowie Überwärmung, auf schmerzhafte Druckempfindlichkeit sowie Verschieblichkeit der Narbe, auf Keloidbildung und Hyperkeratosenenentstehung untersucht.

In 70% (n=39) der nachuntersuchten Patienten zeigten sich unauffällige, dermale Verhältnisse mit reizlosen, verschieblichen sowie schmerzlosen Narben, ohne lokale Entzündungszeichen oder überschießende Narbenbildung. Bei 21% (n=12) des Patientenkollektivs boten sich Auffälligkeiten, wobei davon 7mal eine Rötung und 6mal eine schmerzhaft empfindliche Druckempfindlichkeit der Narbe zu beobachten war. Eine Überwärmung der Narbe, Keloid- oder Hyperkeratosenbildung war in keinem Fall zu eruieren. In 9% (n=5) konnten diesbezüglich keine Angaben gemacht werden.

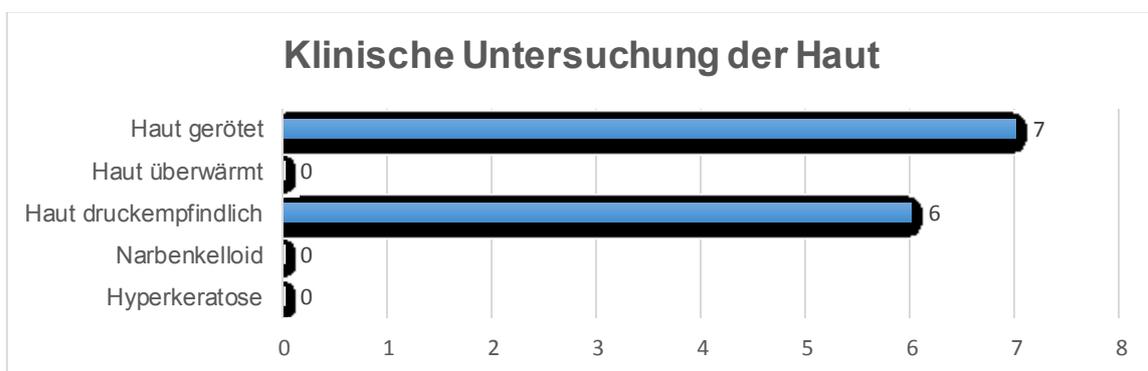


Abbildung 31 Klinische Untersuchung der Haut

### 3.6.6 Funktionale Testung

#### Prüfung von Zehenspitzenstand/ -gang sowie Fersenstand/ -gang

Ein weiterer Bestandteil der klinischen Untersuchung war die Testung des Zehenspitzenstands bzw. -Gangs sowie Fersenstands bzw. -Gangs ohne die Hilfestellung durch eine andere Person oder die Nutzung von Stand- und Gehhilfen. Einem reichlichen Viertel der Patienten, 26,8% (n=15) war es nicht möglich, auf Zehenspitzen zu gehen, wohingegen 19,6% (n=11) einen Zehenspitzenstand nicht einnehmen konnten. 57,1% (n=32) des Patientenkollektivs war ein Zehenspitzenstand möglich und 64,3% (n=36) ein Zehenspitzenstand möglich.

Den Fersengang konnten 55,4% (n=31) aller nachuntersuchten Patienten, den Fersenstand 57,1% (n=32) des Kollektivs durchführen. Dementsprechend konnten 26,8% (n=15) nicht auf den Fersen stehen sowie 28,6% (n=16) nicht auf den Fersen gehen, wobei eine Einschränkung des Fersenstands und -Gangs

bei jeweils 3 Patienten auf die endoprothetisch unabhängige Grunderkrankung zurückzuführen war. Bei jeweils 16,1% (n=9) konnte die Testung nicht durchgeführt werden.

Zusammenfassend war die Standprüfung auf Zehenspitzen sowie Fersen häufiger uneingeschränkt durchführbar als die Gangprüfung.

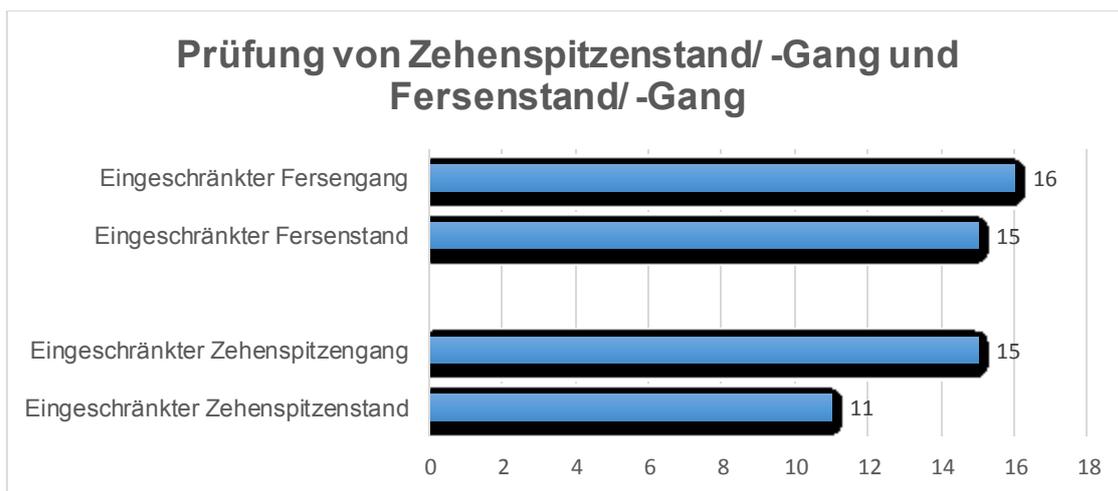


Abbildung 32 Prüfung von Zehenspitzenstand/ -Gang und Fersenstand/ -Gang

### **Prüfung auf das Ausführen der Hocke sowie des Einbeinstands**

Das gesamte Nachuntersuchungskollektiv wurde auf das Ausführen der Hockposition ohne Hilfestellung durch eine andere Person oder eines Gegenstandes untersucht, wobei in eine volle, also maximale, hälftige sowie zu einem Drittel einnehmbare Hocke unterschieden wurde.

3,6% (n=2) aller Patienten waren nicht in der Lage, eine hockende Position einzunehmen. Ungefähr ein Drittel des Nachuntersuchungskollektivs, 32,1% (n=18) konnten eine volle Hocke, 23,2% (n=13) eine hälftige und 25% (n=14) eine Drittel Hocke ausführen. In 4 Fällen war das Einnehmen einer vollen Hockposition aufgrund von Gonalgien, in zwei Fällen, aufgrund einer Adrenoleukodystrophie sowie Unterschenkelamputation bei prothetischem Ersatz eingeschränkt und damit nicht maximal möglich.

Die Durchführung des Einbeinstands war ca. einem Drittel des nachuntersuchten Kollektivs, 33,9 % (n=19) auf der hüftendoprothetisch versorgten Extremität nicht möglich. Davon war in zwei Fällen die

Grunderkrankung des Patienten ursächlich. Die Hälfte der Patienten, 50% (n=28) konnten den Einbeinstand auf der betroffenen Seite einnehmen.

In 16,1% (n=9) konnte die Prüfung der Hockposition und des Einbeinstands nicht durchgeführt werden.

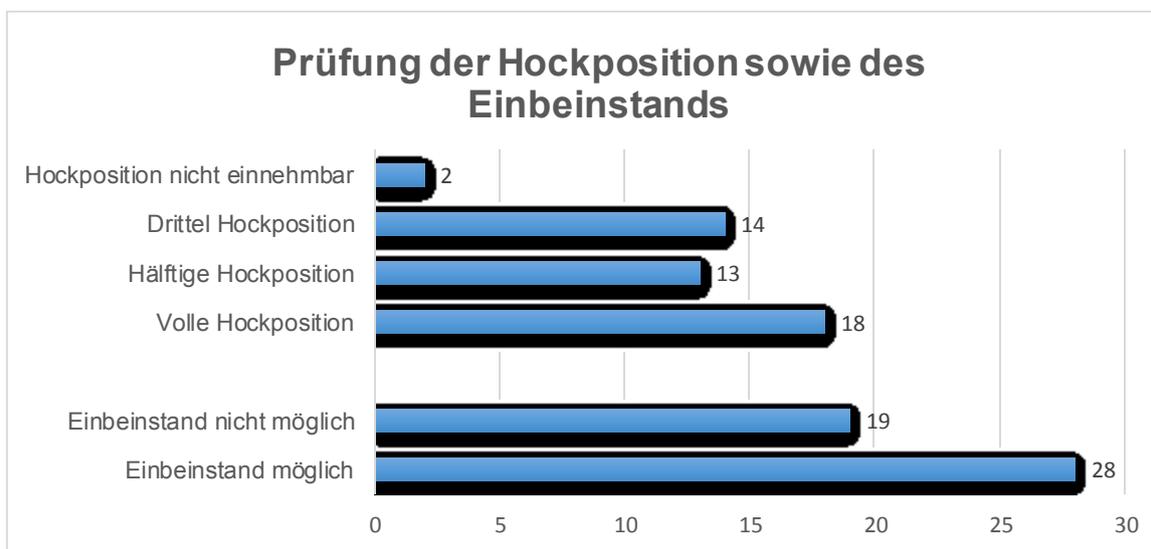


Abbildung 33 Prüfung der Hockposition sowie des Einbeinstands

### 3.6.7 Messung der Bewegungsausmaße

Die Bewegungsausmaße im Hüftgelenk wurden anhand der Neutral-Null-Methode ermittelt. Dabei war, bis auf das zweimalige Vorkommen einer Flexionskontraktur, die Bewegung in allen Freiheitsgraden möglich.

Das Ausmaß der Hüftgelenksexension des Nachuntersuchungskollektivs betrug im arithmetischen Mittel  $4^{\circ}$  ( $\pm 5$  SD; range  $10-0^{\circ}$ ), der Flexion durchschnittlich  $113^{\circ}$  ( $\pm 15$  SD; range  $140-70^{\circ}$ ). Im Durchschnitt betrug die Abduktion im prothetisch versorgten Hüftgelenk  $28^{\circ}$  ( $\pm 8$  SD; range  $50-15^{\circ}$ ), die Adduktion  $27^{\circ}$  ( $\pm 7$  SD; range  $40-10^{\circ}$ ), die Außenrotation  $39^{\circ}$  ( $\pm 11$  SD; range  $60-20^{\circ}$ ) sowie die Innenrotation  $20,5^{\circ}$  ( $\pm 10$  SD; range  $50-0^{\circ}$ ).

Es zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Hüftgelenksbeweglichkeit in allen Freiheitsgraden im Vergleich zum Zeitpunkt vor Hüftprothesenimplantation sowie eine signifikante ( $p=0,0000$  bis  $0,0038$ ) Zunahme der Beweglichkeit in den Freiheitsgraden der Extension, Flexion, Adduktion sowie Außenrotation

zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Vergleich zu den Bewegungsausmaßen direkt nach hüftendoprothetischer Versorgung.

Tabelle 19 Bewegungsausmaß zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Winkelgraden

	<b>Extension</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Flexion</b>
<b>Mittelwert, gerundet*</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>115</b>
Mittelwert	4	1	113
SD	5	3	15
Median	0	0	120
Maximum	10	20	140
Minimum	0	0	70
	<b>Abduktion</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Adduktion</b>
<b>Mittelwert, gerundet*</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>25</b>
Mittelwert	28	0	27
SD	8	0	7
Median	30	0	30
Maximum	50	0	40
Minimum	15	0	10
	<b>Außenrotation</b>	<b>Nullstellung</b>	<b>Innenrotation</b>
<b>Mittelwert, gerundet*</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
Mittelwert	39	0	20
SD	11	0	10
Median	40	0	20
Maximum	60	0	50
Minimum	20	0	0

\* Runden der Winkelgrade in Fünfer Schritten vor dem Komma

### 3.6.8 Messung des Beinumfangs sowie Untersuchung auf Hypotrophie

Die Beinumfangsmaße wurden einheitlich an standardisiert vorgegebenen Stellen der hüftendoprothetisch versorgten sowie der kontralateralen Extremität in Zentimeter gemessen und die Seitendifferenz ermittelt. Beim Vorliegen eines im Seitenvergleich reduzierten Umfangs des Muskelmantels ist von einer muskulären Hypotrophie auszugehen.

So wurden durchschnittliche Umfangsdifferenzen am Oberschenkel, nämlich 20 cm oberhalb des medialen Kniegelenksspalts von 1,8 cm ( $\pm 1,3$  SD; range 6-0 cm), 10 cm oberhalb des medialen Kniegelenksspalts von 1,2 cm ( $\pm 0,9$  SD; range 3,5-0 cm) sowie mittig der Patella von 1 cm ( $\pm 1,5$  SD; range 9,5-0 cm) gemessen.

Am Unterschenkel wurden Unterschiede des Beinumfangs 15 cm unterhalb des medialen Kniegelenksspalts von im Durchschnitt 1,3 cm ( $\pm 1,2$  SD; range 5-0 cm), an der schmalsten Stelle des Unterschenkels von 0,6 cm ( $\pm 0,9$  SD; range 4-0 cm) sowie malleolar 0,5 cm ( $\pm 0,6$  SD; range 2-0 cm) ermittelt.

Die Umfangsdifferenz am Fuß betrug im arithmetischen Mittel am Rist 0,3 cm ( $\pm 0,4$  SD; range 2-0 cm) sowie am Vorfußballen 0,4 cm ( $\pm 0,6$  SD; range 2-0 cm).

Die größte Beinumfangsdifferenz war in absteigender Reihenfolge am proximalen und distalen Oberschenkel sowie am proximalen Unterschenkel zu beobachten. Die kleinsten Beinumfänge wurden an der distalen Extremität am Fuß gemessen.

Tabelle 20 Beinumfangsdifferenz

Beinumfangsdifferenz in cm	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum
20 cm oberhalb med. KGS	1,8	1,3	2	0	6
10 cm oberhalb med. KGS	1,2	0,9	1	0	3,5
Patella Mitte	1,0	1,5	0,5	0	9,5
15 cm unterhalb med. KGS	1,3	1,2	1	0	5
Unterschenkel, kl. Umfang	0,6	0,9	0,5	0	4
Malleolar	0,5	0,6	0,5	0	2
Rist über Kahnbein	0,3	0,4	0	0	2
Vorfußballen	0,4	0,6	0	0	2

### 3.6.9 Messung der Beinlängendifferenz

Die Beinlänge wurde im Seitenvergleich am liegenden Patienten, ausgehend der Spina iliaca anterior superior zum Malleolus lateralis gemessen.

Insgesamt fand sich im kompletten Nachuntersuchungskollektiv eine Beinlängendifferenz von einem arithmetischen Mittelwert von 1,2 cm ( $\pm 1$  SD; range 5-0 cm). Bei 9% (n=5) der nachuntersuchten Patienten zeigte sich eine beidseits identische und damit ausgeglichene Beinlänge. In 61% (n=34) war die hüftendoprothetisch versorgte Extremität im Vergleich zum kontralateralen Bein verkürzt, in 20% (n=11) länger als die gesunde, nicht operativ versorgte

Extremität. Bei einem Viertel, 25% (n=14) bot sich eine Beinlängendifferenz kleiner 1 cm. 41% (n=23) wiesen eine Beinlängendifferenz von 1 cm bis kleiner 2 cm, 7% (n=4) von 2 cm bis kleiner 3 cm, 4% (n=2) von 3 cm bis kleiner 4 cm und jeweils 2% (n=1) von 4 cm bis kleiner 5 cm bzw. von 5 cm auf. In 11% (n=6) konnte die Messung der Beinlängendifferenz nicht durchgeführt werden.

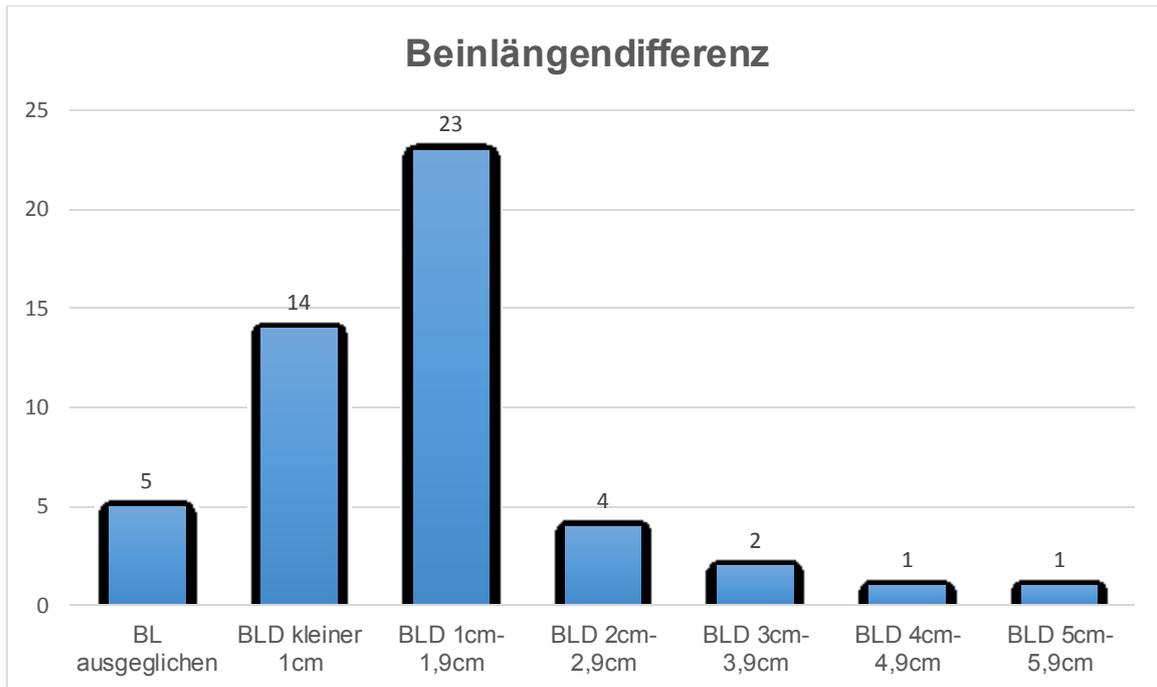


Abbildung 34 Verteilung Beinlängendifferenz in cm

### 3.7 Radiologische Auswertung

#### 3.7.1 Radiologische Auswertung vor Hüftprothesenimplantation

Bei, im kurz- bzw. längerfristigen, postoperativen Verlauf entstandene Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung und vor Hüftendoprothesenimplantation wiesen in der konventionellen Röntgenaufnahme 74,3% (n=107) des Gesamtkollektivs radiologisch eine Impaktion des Schenkelhalses auf. Des Weiteren zeigten innerhalb des gesamten Patientenkollektivs 63,9% eine Pseudarthrose (n=92) und 46,5% (n=67) eine Nekrotisierung des Hüftkopfes. In jeweils 9% (n=13) konnte keine radiologische Auswertung durchgeführt werden.

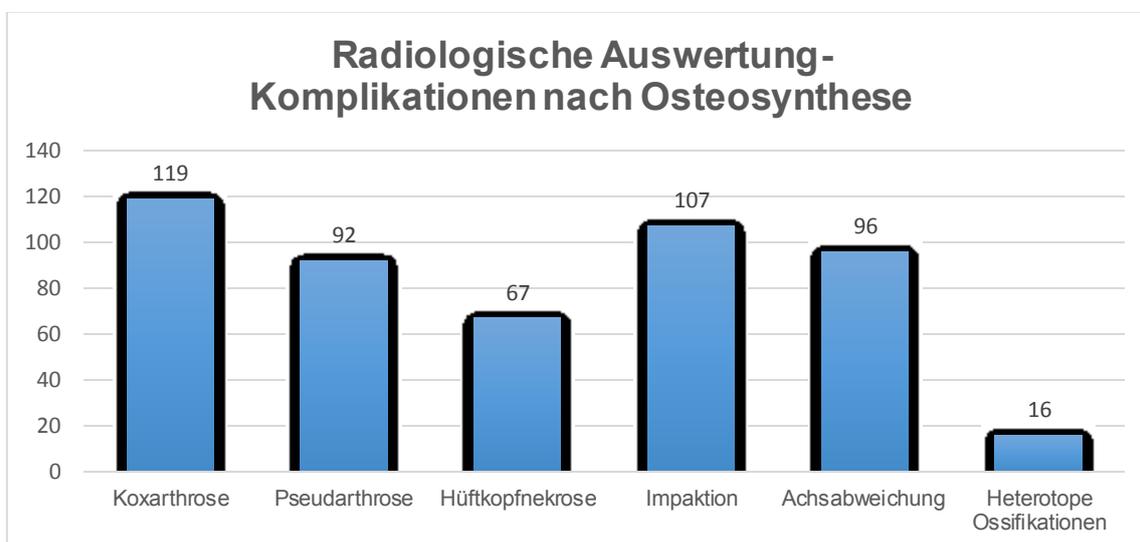


Abbildung 35 Radiologische Auswertung – Verteilung der Komplikationen nach Osteosynthese

Heterotope Ossifikationen im Bereich des osteosynthetisch versorgten Hüftgelenks waren lediglich bei 11,1% (n=16) aller Patienten in der Röntgenaufnahme nachweisbar, wobei zu jeweils 25% (n=4) Grad I sowie II, zu 31% (n=5) Grad III und zu 19% (n=3) Grad IV der Klassifikation periartikulärer Ossifikationen nach Brooker vorlagen. Bei 79,9% (n= 115) des Gesamtkollektivs boten sich keine periartikulären Ossifikationen dar, was einem Grad 0 nach Brooker entspricht. In 9% (n=13) konnte keine Analyse der Röntgenbilder erfolgen.

Insgesamt zeigte der Großteil aller Patienten, mehr als Dreiviertel, keine Bildung von ossifizierten, das Hüftgelenk umgebenden Strukturen. Beim Auftreten heterotoper Ossifikationen lag v.a. ein Grad III nach Brooker in

nahezu einem Drittel der Fälle, gefolgt von Grad I und II in jeweils einem Viertel der Fälle vor.

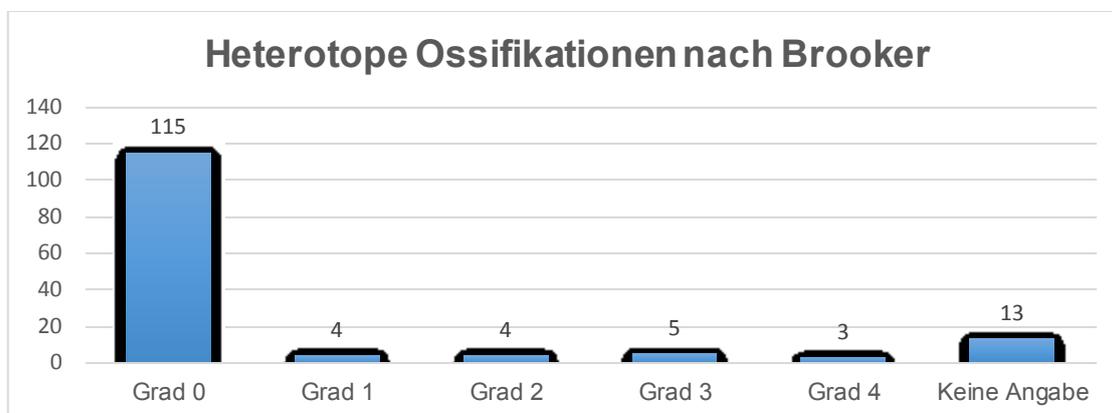


Abbildung 36 Verteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker vor Hüftprothesenimplantation

Die radiologische Beurteilung des Arthrosegrads zeigte im gesamten Patientenkollektiv arthrotische Gelenkveränderungen in 83% (n=119) und dementsprechend in 9% (n=13) keinerlei dieser Auffälligkeiten, was einem Arthrosegrad 0 nach Kellgren und Lawrence entspricht. In 8,3% (n=12) konnte keine Röntgenauswertung durchgeführt werden. Innerhalb des Patientenkollektivs, welches eine Arthrose darbot, stellten sich in 13% (n=15) eine Graduierung nach Kellgren und Lawrence von Grad I, in 41% (n=49) ein Grad II, in 32% (n=38) ein Grad III sowie in 14% (n=17) ein Grad IV dar.

Zusammenfassend wies die Mehrheit des Patientengesamtkollektivs arthrotische Gelenksdestruktionen auf, wobei insbesondere Grad II und III nach Kellgren und Lawrence dominierten.

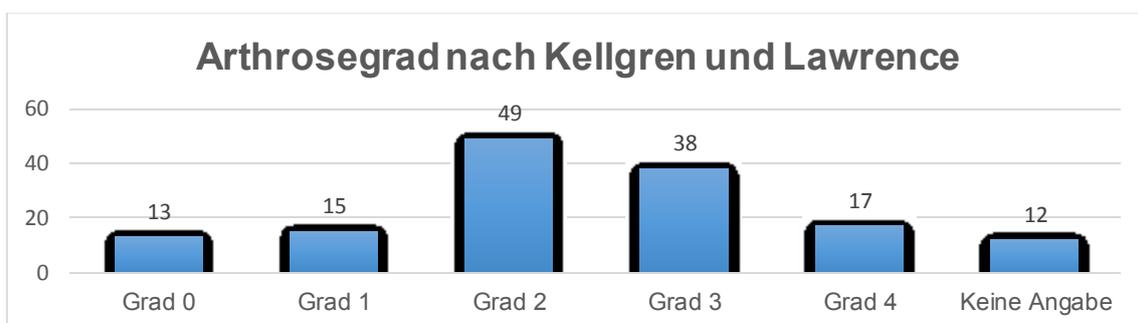


Abbildung 37 Verteilung Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence vor Hüftprothesenimplantation

Des Weiteren wurde die Achse des femoralen Schenkelhalses, der Centrum-Collum-Diaphysen Winkel bestimmt und auf das Vorliegen einer Varisierung, Valgisierung oder Normalstellung untersucht.

In 47,2% (n=68) zeigte sich röntgenologisch eine Coxa vara, in 19,4% (n=28) eine Coxa valga und in 22,2% (n=32) eine Normalstellung und Coxa norma. In 11,1% (n=16) konnten diesbezüglich keine Daten erhoben werden.

Außerdem erfolgte die Berechnung der Beinlängendifferenz zwischen der osteosynthetisch versorgten und kontralateralen Extremität anhand der Röntgenaufnahme. Dabei wurde eine Seitendifferenz von durchschnittlich 1,3 cm ( $\pm 0,8$  SD; range 4,1-0 cm), maximal 4,1 cm und minimal 0 cm ermittelt.

### **3.7.2 Radiologische Auswertung nach Hüftprothesenimplantation**

Die radiologische Auswertung der Röntgenbilder nach Hüftprothesenimplantation umfasste die Messung der Beinlängendifferenz zur kontralateralen Extremität, die femorale Prothesenschaftposition sowie den Pfanneninkinationswinkel.

Die Differenz der Länge der unteren Extremität betrug zwischen hüftendoprotetisch versorgtem und kontralateralem Bein im arithmetischen Mittel 0,7 cm ( $\pm 0,5$  SD; range 2,6-0 cm) nach Hüftprothesenimplantation.

Im Vergleich zur ermittelten Beinlängendifferenz präoperativ, also nach osteosynthetischer und vor endoprotetischer Versorgung konnte ein Längenunterschied der unteren Extremität von durchschnittlich 0,6 cm (range 15-0 mm), was einer Reduktion der Beinlängendifferenz über die Hälfte zum Vorbefund entspricht, festgestellt werden.

Die Beinlängendifferenz nach hüftprothetischer Versorgung zeigte sich signifikant ( $p=0,0000$ ) geringer als vor Hüftprothesenimplantation.

Die Position des Prothesenschafts entsprach in allen Fällen des Gesamtkollektivs einer Neutralposition. Eine über die Norm abweichende varische oder valgische Schaftpositionierung wurde in keinem Fall beobachtet (88,9%, n=128 Normalstellung, 11,1%, n=16 ohne Angabe).

Die Messung des Pfanneninkinationswinkels betrug im arithmetischen Mittel  $38^\circ$  ( $\pm$  SD 6,3; range 51,5-17,9°).

### **3.7.3 Radiologische Auswertung zur Nachuntersuchung/ aktuell**

Die Röntgenaufnahmen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bzw. die am kürzesten Zurückliegenden wurden auf Anzeichen einer Implantatlockerung, speziell der Prothesenpfanne und des -Schafts, den Zustand und die Intaktheit der Hüftprothese sowie das Auftreten von Komplikationen untersucht.

Außerdem wurde die Beinlänge in Hinblick auf eine mögliche Seitendifferenz radiologisch betrachtet. Die Differenz der röntgenologisch ausgemessenen Beinlänge zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bzw. am kürzesten zurückliegend betrug durchschnittlich 6,6 mm ( $\pm$  SD 5,1; range 28-0 mm).

Somit zeigte sich, vergleichend zur Extremitätenlängendifferenz postoperativ nach endoprothetischer Versorgung mit ebenfalls 6,6 mm keine Änderung der Beinlänge.

#### **3.7.3.1 Radiologische Beurteilung der Prothesenpfanne**

Die Hüftprothesenpfanne zeigte sich bei allen radiologisch auswertbaren Patienten intakt, d.h. ohne Hinweis auf Verschleiß, Implantatbruch oder Dislokation.

Im Röntgenbild sichtbare Lockerungssäume am Implantat-Knochen-Interface nach DeLee und Charnley wurden lediglich in 0,8% (n=1) des gesamten Patientenkollektivs beobachtet. Diese stellten sich in einer Breite von ca. 2 mm in der Zone 1 nach DeLee und Charnley dar. (82%; n=102 ohne Lockerungssaum; 18%; n=23 ohne Angabe).

Des Weiteren wurde der Inklinationwinkel des Pfannenimplantats bestimmt und in Hinblick auf eine Winkeländerung im Vergleich zum Röntgenvorbefund, postoperativ nach Hüftprothesenimplantation beurteilt. Dabei zeigte sich in der aktuellen bzw. am kürzesten, zurückliegenden, radiologischen Aufnahme ein Inklinationwinkel von im Durchschnitt  $38,7^\circ$  ( $\pm$  6,2 SD; range  $53,9-18,3^\circ$ ).

Dementsprechend bot sich der Inklinationwinkel im Vergleich zum Vorbefund gleich bzw. kleiner  $5^\circ$  Winkeländerung in 75,2% (n=94) des Gesamtkollektivs. Eine Änderung des Inklinationswinkels größer  $5^\circ$  wurde in 4% (n=5) aller Fälle beobachtet. (20,8%, n=26 ohne Angabe)

### 3.7.3.2 Radiologische Beurteilung des Prothesenschafts

Die femorale Position des Prothesenschafts betrug in über Dreiviertel (78%; n=112) eine Neutralstellung und in lediglich 0,7% (n=1) eine valgische Position des Schaftimplantats im Femur. Eine Varus Stellung des Schafts wurde in keinem Fall beobachtet.

Bei der Beurteilung des Prothesenschafts zeigten sich im gesamten Patientenkollektiv in 9,7% (n=14) eine ossäre Hypertrophie, in allen Fällen im medialen, femoralen Anteil der Prothesenschaftspitze und in 15,3% (n=22) eine endostale Sockelbildung, die Schaftspitze umgebend. Mehr als die Hälfte des Gesamtkollektivs wies dementsprechend keine distale Hypertrophie (68,8%; n=99) oder Sockelbildung (63,2%, n=91) auf.

Eine Sinterung des Prothesenschafts wurde in nur 1% (n=2) beobachtet. Mehr als Dreiviertel (77%; n=111) des Gesamtkollektivs wies eine unveränderte Schaftposition, also keine Sinterung des Implantats auf.

Im Gesamtkollektiv wurde ein Stress-Shielding in 3% (n=5) beobachtet, wobei zu jeweils 40% (je n=2) ein Grad 1 bzw. 2 und in 20% (n=1) ein Grad 3 nach Engh beobachtet wurden. Grad 4 des Stress-Shieldings trat in keinem der Fälle auf. Bei Dreiviertel (75%; n=108) aller Patienten wurde radiologisch kein Stress-Shielding nachgewiesen.

Heterotope Ossifikationen zeigten sich im gesamten Patientenkollektiv in der Röntgenaufnahme in einem Drittel der Fälle (33%, n=47). Dabei bot sich zu 38% (n=18) ein Grad 1 heterotoper Ossifikationen nach Brooker, in 28% (n=13) ein Grad 3, in 19% (n=9) ein Grad 4 und in 15% (n=7) ein Grad 4. 46% (n=66) des Gesamtkollektivs wies röntgenradiologisch keine periartikulären Ossifikation auf. Schlussfolgernd wurden in der Hälfte der Fälle keine und in einem Drittel Ossifikationen nach Brooker beobachtet, wobei die Grade 1 sowie 2 dominierten.

Es konnte gezeigt werden, dass nach Hüftprothesenimplantation signifikant ( $p=0,000007$ ) mehr Ossifikationen auftraten, als zum Zeitpunkt nach osteosynthetischer Versorgung.

Des Weiteren wurde der Prothesenschaft auf ihn umgebende Lysesäume nach Gruen untersucht. Im gesamten Patientenkollektiv zeigten nur 6% (n=8) lytische

Zonen, wohingegen bei Dreiviertel (73%; n=105) aller Patienten keine Lysesäume nachweisbar waren. Die Lysezonen nach Gruen wurden außerdem nach ihrer Lokalisation beurteilt. So traten lytische Säume fünfmal in der Gruen Zone 1, viermal in Zone 12, je dreimal in den Zonen 10,11 und 14, je zweimal in den Zonen 2,3 und 13 und je einmal in den Zonen 4,5,7,8 und 9 auf, wobei diese in ihrer Breite stets kleiner als 2 mm waren (insgesamt je 22%; n=31 ohne Angabe).

Zusammenfassend wurden radiologisch, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bzw. im Rahmen der aktuellsten, archivierten Röntgenaufnahmen bei 28% des Studienkollektivs ein oder mehrere Lockerungszeichen beobachtet (heterotope Ossifikationen wurden hierbei ausgeschlossen, da diese nicht nur bei Prothesenlockerungen, sondern nach allgemeinem Trauma oder Operation auftreten können).

Am häufigsten wurden heterotope Ossifikationen (n=47) am endoprothetisch versorgten Hüftgelenk dokumentiert. Eine endostale Sockelbildung des Prothesenschafts (n=22) sowie eine Kortikalishypertrophie des Femurs (n=14) traten weitaus weniger häufig auf. Den Prothesenschaft umgebende Lysesäume (n=8), gefolgt vom Vorgang des Stress-Shieldings (n=5) sowie eine Sinterung oder Positionsabweichung des Schafts (je n=1) zeigten sich selten.

Tabelle 21 Verteilung der Lysezonen nach Gruen

Lokalisation des Lysesaums	Anzahl Vorkommen eines Lysesaums
Lysezone 1 nach Gruen	5
Lysezone 2 nach Gruen	2
Lysezone 3 nach Gruen	2
Lysezone 4 nach Gruen	1
Lysezone 5 nach Gruen	1
Lysezone 6 nach Gruen	0
Lysezone 7 nach Gruen	1
Lysezone 8 nach Gruen	1
Lysezone 9 nach Gruen	1
Lysezone 10 nach Gruen	3
Lysezone 11 nach Gruen	3
Lysezone 12 nach Gruen	4
Lysezone 13 nach Gruen	2
Lysezone 14 nach Gruen	3

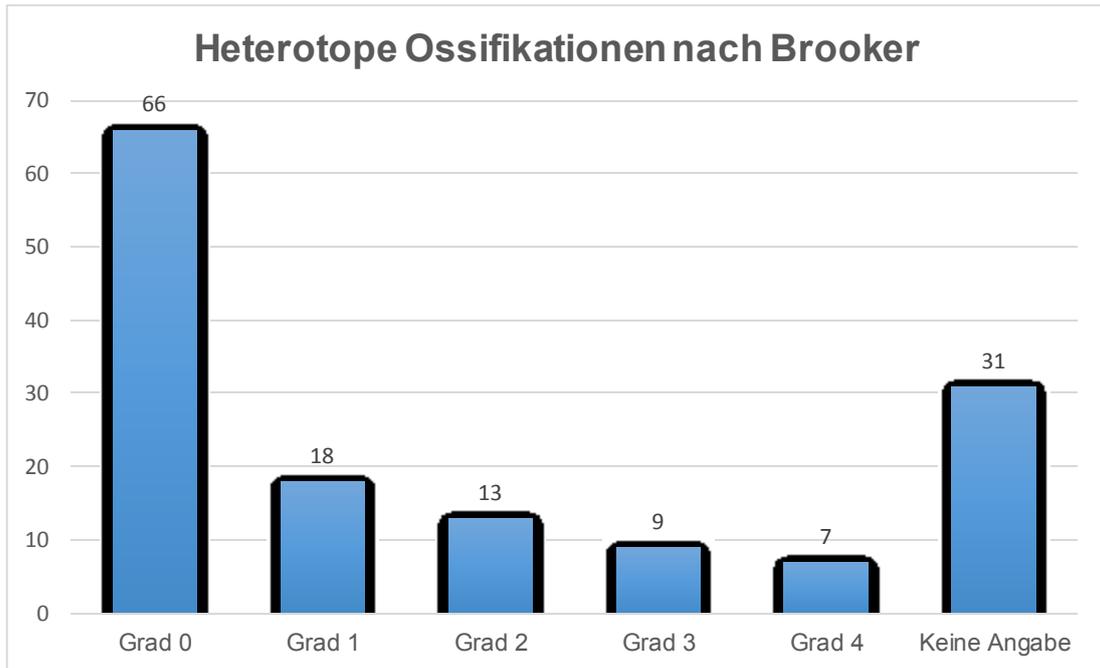


Abbildung 38 Verteilung heterotoper Ossifikationen nach Brooker zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

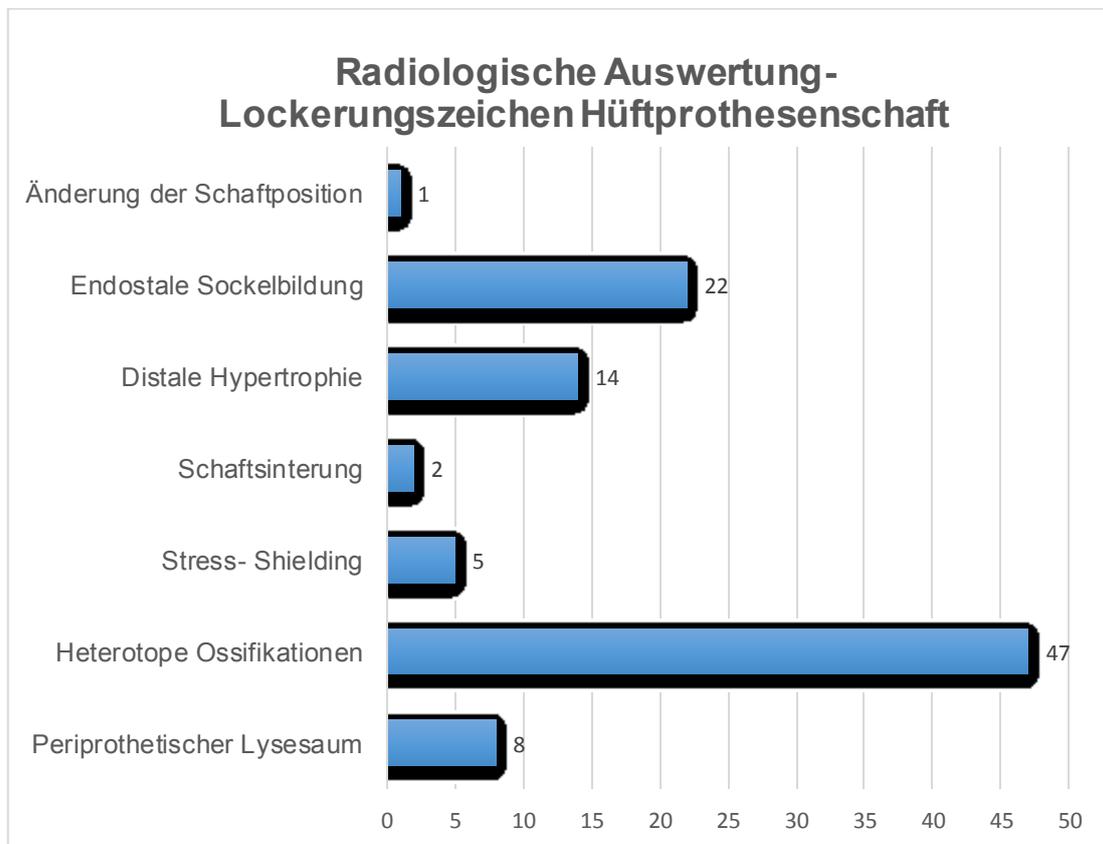


Abbildung 39 Radiologische Auswertung – Lockerungszeichen Hüftprothesenschaft

### 3.7.3.3 Femorales Offset im Vergleich

Das femorale Offset, also die Lateralisation des Femurs des operativ versorgten Hüftgelenks, wurde röntgenologisch vor sowie nach Hüftprothesenimplantation sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bzw. anhand der aktuellsten Bildgebung ermittelt. Außerdem wurde das femorale Offset im Seitenvergleich zur nicht endoprothetisch versorgten Extremität zu den oben genannten Zeitpunkten untersucht.

Im gesamten Patientenkollektiv betrug das femorale Offset der betroffenen Extremität vor Hüftprothesenimplantation im arithmetischen Mittel 32mm ( $\pm$  10 SD; range 66-9 mm). Zum Zeitpunkt nach hüftendoprothetischer Versorgung belief sich das femorale Offset im Durchschnitt auf 34mm ( $\pm$  8 SD; range 51-10mm). Anhand der aktuellsten Röntgenaufnahmen wurde ein durchschnittliches, femorales Offset von 38mm ( $\pm$  8 SD; range 55-18 mm) ermittelt.

Im Seitenvergleich beider Extremitäten, also des nicht- sowie des endoprothetisch versorgten Hüftgelenks, betrug die Differenz des femoralen Offsets im gesamten Patientenkollektiv vor Prothesenimplantation im arithmetischen Mittel 9mm ( $\pm$  7 SD; range 30-0 mm). Postoperativ wurde ein Seitenunterschied von durchschnittlich 7mm ( $\pm$  6 SD; range 28-0mm) ermittelt. Die Offset Differenz der unteren Extremitäten ergab zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Durchschnitt 6mm ( $\pm$  6 SD; range 31-0mm).

Zusammenfassend zeigte sich eine signifikante ( $p=0,0009$ ) Vergrößerung des femoralen Offsets nach hüftendoprothetischer Versorgung. Ebenso bot sich eine signifikante Verringerung der Offset Seitendifferenz beider Extremitäten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Vergleich zum Zeitpunkt vor Hüftprothesenimplantation.

## 4 Diskussion

Die Problematik der sekundären Hüftendoprothetik nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur besitzt einen hohen Aktualitätsgrad aufgrund des demografischen Wandels und der damit verbundenen, steigenden Rate an hüftgelenksnahen Femurfrakturen sowie den damit einhergehenden Anforderungen sowie Schwierigkeiten bei der operativen Versorgung des geriatrischen und meist multimorbiden Patientenkollektivs (5, 9, 140).

Bisher wurde nur eine mäßige Anzahl an Studien zur besagten Thematik bzw. keine Studie mit dem Patientenkollektiv einer Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik publiziert, weshalb im nachfolgenden Kapitel die Studienergebnisse sowie der klinische und radiologische Outcome der hier vorliegenden Studienarbeit interpretiert und mit der aktuellen Literatur diskutiert sowie verglichen werden sollen.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist dabei die Darstellung des klinischen und radiologischen Outcomes sowie die Analyse von Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation bei osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur mit der daraus resultierenden Ermittlung von Risikofaktoren für besagte Komplikationen und Revisionseingriffe.

Die Patienten- bzw. Studiendaten wurden retrospektiv, nach ausführlicher Aktenrecherche sowie aktuell, im Rahmen von standardisierten Fragebögen bzw. Scores und einer klinischen Nachuntersuchung mit röntgenologischer Verlaufsbildgebung erhoben und anschließend ausgewertet. Der Outcome wurde hierbei als Patientenzufriedenheit und Lebensqualität, Funktionalität sowie Stabilität bzw. Zustand der Hüftendoprothese definiert.

Die Zielsetzung konnte im Rahmen der vorliegenden Studie erarbeitet werden, wobei sich folgende Ergebnisse zeigten:

- Im Rahmen der Ermittlung der Patientenzufriedenheit nach Hüftprothesenimplantation bei osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur gaben 75% des Nachuntersuchungskollektivs an, zufrieden bis äußerst zufrieden mit dem postoperativen Allgemeinzustand sowie der Funktion des Hüftgelenkersatzes zu sein. Dabei äußerten 48% der Patienten, unter Schmerzen nach Hüftprothesenimplantation zu leiden

sowie 46% der Patienten, schmerzfrei zu sein. Es konnte gezeigt werden, dass die Patientenzufriedenheit signifikant mit dem Vorhandensein von Schmerzen ( $p=0,007$ ), dem Bedarf an Schmerzmedikation ( $p=0,003$ ) sowie der schmerzfreien Gehstrecke ( $p=0,002$ ), jedoch nicht mit der Schmerzdauer ( $p=0,02$ ), der postoperativen Beweglichkeit ( $p=0,11$ ) sowie der Anzahl an Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation ( $p=0,3$ ) korrelierte.

- Im Rahmen der Erfassung der Lebensqualität sowie Funktionalität nach sekundärer Hüftprothesenimplantation wurde im EQ-5D 3L ein Index Score von im Durchschnitt 0,8 ( $\pm 0,2$  SD ; range 1-0,2) sowie ein aktueller Gesundheitszustand, gemessen anhand der Visuellen Analogskala, von durchschnittlich 67,6 Punkten ( $\pm 20,5$  SD; range 100-30 Punkte) ermittelt. Der WOMAC-Globalindex ergab im arithmetischen Mittel 19 Punkte ( $\pm 19$  SD, range 71-0 Punkte). Bezüglich des Harris-Hip-Scores erzielte das Patientenkollektiv durchschnittlich 72,8 Punkte ( $\pm 20,1$  SD; range 100-25 Punkte).
- Im Rahmen der Messung der Beweglichkeit konnte gezeigt werden, dass sich diese signifikant nach Hüftprothesenimplantation im Vergleich zum präoperativen Zustand verbesserte. Die durchschnittliche Beweglichkeit betrug dabei zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (auf 5er Stellen gerundet) 5° Extension, 115° Flexion, 30° Abduktion, 25° Adduktion, 40° Außenrotation sowie 20° Innenrotation im Hüftgelenk.
- Im Rahmen der Beurteilung des radiologischen Outcomes mit Analyse der Prothesenstabilität sowie des -Zustands bot sich ein, die Prothesenpfanne umgebender Lockerungssaum bei einem Patienten sowie eine Änderung des Pfanneninkinationswinkels bei 4% der Patienten. Der Pfanneninkinationswinkel nach Hüftprothesenimplantation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug im Durchschnitt 38,7° ( $\pm 6$  SD, range 54-18°). Der Prothesenschaft wies bei 28% der Patienten radiologische Lockerungszeichen auf, wobei sich am häufigsten endostale Sockelbildungen (15,3% aller Patienten) sowie distale Kortikalishypertrophien (9,7% aller Patienten), aber auch periprothetische

Lysesäume (5,6% aller Patienten), Stress-Shielding (3,5% aller Patienten), Schaftsinterung (1,4% aller Patienten) sowie eine Änderung der Schaftposition (0,7% aller Patienten) zeigten. 32,6% aller Patienten boten radiologisch heterotope Ossifikationen.

- Im Rahmen der Komplikationsanalyse wiesen 27,8% der Patienten spezielle Komplikationen nach hüftendoprothetischer Versorgung auf, wobei es in 17% zum Implantatversagen oder endoprothetischer Lockerung, in 10% zur Hämatombildung, in 8% zu Weichteil- sowie Implantatinfektionen und in jeweils 5% zu periprothetischen Frakturen bzw. Luxationen kam. Komplikationsabhängige Revisionseingriffe fanden dabei bei 14% des Patientenkollektivs statt, wobei es in 25% aller Revisionsoperationen zu einem Wechsel der gesamten Hüftprothese oder von Einzelkomponenten kam.

Es konnte gezeigt werden, dass primär osteosynthetisch versorgte, pertrochantäre Femurfrakturen mit nachfolgender Hüftprothesenimplantation signifikant nicht häufiger ( $p=0,26$ ) zu Komplikationen sowie operativen Folgeeingriffen nach hüftprothetischer Versorgung führten als Schenkelhals- oder subtrochantäre Femurfrakturen. Des Weiteren wurde dargestellt, dass Patienten, bei welchen nach osteosynthetischer Versorgung aufgrund einer postoperativen Komplikation ein operativer Folgeeingriff durchgeführt wurde, kein signifikant ( $p=0,15$ ) erhöhtes Risiko aufwiesen, nach Hüftprothesenimplantation Komplikationen zu entwickeln.

#### **4.1 Allgemeine Studienergebnisse**

Die Stichprobe des Studienkollektivs betrug 144 Probanden und umfasste hierbei deutlich mehr Patienten als in den, im Kontext der Thematik vergleichbaren Studien von Müller et al. (9), Tetsunaga et al. (140), Archibeck et al. (10) sowie Srivastav et al. (5).

Der Zeitraum der Kollektivrekrutierung mit hüftendoprothetischer Versorgung vom 01.01.2007 bis 31.12.2014 war mit acht Jahren ähnlich bzw. geringer als bei den oben genannten Studien, was eine höhere Anzahl an sekundärer Hüftendoprothetik an der BG Unfallklinik Tübingen im Vergleich zu den Kliniken

im Rahmen obiger Studien impliziert. Dies kann u.a. auf die Spezialisierung der BG Unfallklinik Tübingen als Maximalversorger im Bereich der Traumatologie als auch als zertifiziertes Hüftendoprothetikzentrum zurück zu führen sein (12).

Das durchschnittliche Follow-Up betrug 5 Jahre (range 10-1 Jahre) und ist damit ähnlich zum Follow-Up genannter Studien, was eine Vergleichbarkeit ermöglicht. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug die Anzahl verstorbener Patienten innerhalb des Studienkollektivs 22 Patienten (15%), welche eine deutlich geringere Mortalität nach sekundärer Hüftendoprothetik als in den Studien von Müller et al. (9) und Archibeck et al. (10) darstellt.

Das Geschlechterverhältnis im Rahmen der vorliegenden Studie zeigte sich mit 61% Frauen und 39% Männern, welche eine sekundäre Hüftendoprothese erhielten ausgewogener als in den Vergleichsstudien, in denen deutlich mehr Frauen als Männer betroffen waren.

Das durchschnittliche Patientenalter zum Zeitpunkt der osteosynthetischen Frakturversorgung innerhalb der Studie betrug 63 Jahre (range 93-13 Jahre) und bildet sich hierbei deutlich jünger als bei Müller et al. (9) ab. Ebenso war das Alter der Studienpatienten zum Zeitpunkt der hüftendoprothetischen Sekundärversorgung mit durchschnittlich 67 Jahren (range 94-17 Jahre) jünger als in den Studien von Tetsunaga et al. (140) und Archibeck et al. (10), jedoch älter als in der Studie von Srivastav et al. (5).

Der Body-Mass Index der Patienten des Nachuntersuchungskollektivs zeigte mit durchschnittlich  $26 \text{ kg/m}^2$  (range  $45\text{-}16 \text{ kg/m}^2$ ) ein übergewichtiges Patientenkollektiv in 62,5% der Fälle, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Ebenso beschreibt Müller et al. (9) ein über die Hälfte, adipöses Studienkollektiv. Als mögliche Ursachen sind u.a. die reduzierte, körperliche Betätigung der Patienten aufgrund von Bewegungseinschränkungen und Schmerzen im endoprothetisch versorgten Hüftgelenk sowie muskuläre Insuffizienzen nach Trauma bzw. Operation zu nennen (141, 142).

Die durchschnittliche Operationszeit der Hüftprothesenimplantation ist mit 121 min (range 319-61 min) nahezu identisch zu Müller et al. (9), Tetsunaga et al. (140) sowie Srivastav et al. (5). Die stationäre Verweildauer des vorliegenden

Studienkollektivs betrug im arithmetischen Mittel 17 Tage und stellt sich dabei deutlich länger als bei Müller et al. (9) dar.

Die Verteilung der Frakturlokalisierung bzw. -Klassifikation mit 47% Schenkelhalsfrakturen, 40% pertrochantären und 6% subtrochantären Femurfrakturen in der vorliegenden Studie zeigt ein häufigeres Auftreten von Schenkelhalsfrakturen und ein geringeres Vorkommen von pertrochantären Femurfrakturen im Vergleich zur Literatur, in der pertrochantäre Femurfrakturen dominieren (5, 9, 143). Ebenso ist die Häufigkeit subtrochantärer Femurfrakturen in der vorliegenden Studie, vergleichend zur Datenlage in der Literatur geringer (143).

Bezüglich postoperativer Komplikationen nach osteosynthetischer Frakturversorgung wies das Studienkollektiv eine deutlich geringere Rate an Cutting out mit 28%, jedoch ein häufigeres Vorkommen von posttraumatischer Koxarthrose mit 24% im Vergleich zu Müller et al. (9) und Tetsunaga et al. (140) auf.

Eine Pseudarthrose trat mit 19% des Studienkollektivs häufiger als in der Literatur (9, 10, 140) auf. Lediglich Srivastav et al. berichtet von einer höheren Rate an Pseudarthrosen als Komplikation nach osteosynthetischer Versorgung (5).

Hüftkopfnekrosen zeigten sich in 13% aller Studienprobanden und boten sich damit seltener dar, als bei Archibeck et al. (10) und Tetsunaga et al. (140), jedoch gering vermehrter als bei Müller et al. (9).

Die Hüftprothesenimplantation nach primärer, osteosynthetischer Frakturversorgung erfolgte im Studienkollektiv in 87% mittels hüfttotalendoprothetischem Implantat und in 13% mittels Duokopfprothese. Die Hüfttotalendoprothesen wurden in der Mehrheit der Fälle, in 62% zementfrei verankert und in 10% zementiert bzw. in 28% teilzementiert eingebracht. Insgesamt wurden dabei in 78% Standardschäfte, in 17% Revisionsschäfte, in 3% Dysplasieschäfte und in 2% ein proximaler Femurersatz verwendet. Tetsunaga et al. (140) berichte von, in der Mehrheit der Fälle zementfrei eingebrachten Hüftprothesen. Weniger häufig fanden zementierte Hüftprothesen und weitaus seltener, teilzementierte Implantate Anwendung. Im Studienkollektiv dominierten ebenfalls zementfreie

Hüftprothesen, im Gegensatz zu Tetsunaga et al. (140) jedoch vermehrt Teilzementierte und weniger oft zementiert Verankerte.

Bezüglich der ossären Fixierung der Prothesenpfanne im Azetabulum beschreiben Archibeck et al. (10) sowie Tetsunaga et al. (140) eine zementfreie Verankerung in der Mehrheit der Fälle, ebenso wie im Studienkollektiv. Das Patientenkollektiv von Müller et al. (9) hingegen wies vorwiegend zementierte Prothesenpfannen auf. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich bei den Angaben zum Hüftprothesenschaft. Auch hier dominierten zementfreie Schäfte in den Kollektiven von Archibeck et al. (10) und Tetsunaga et al. (140) sowie im Studienkollektiv, wohingegen Müller et al. (9) eine Zementierung des Prothesenschafts favorisierte. Revisionschäfte wurden im Studienkollektiv mit einer Häufigkeit von 17% implantiert und damit seltener als bei Müller et al. (9) sowie Archibeck et al. (10) eingesetzt.

Abbildung 40 Überblick Vergleichsstudien sekundäre Hüftendoprothetik

	Studienkollektiv	Müller et al. (2017)	Tetsunaga et al. (2017)	Archibeck et al. (2013)	Srivastav et al. (2008)
Kollektivgröße	144	80	50	102	21
Frauen	88 (61%)	62 (78%)	42 (84%)	68 (67%)	14 (67%)
Männer	56 (39%)	18 (22%)	8 (16%)	34 (33%)	7 (33%)
FollowUp	5 Jahre (1-10)	5,5 Jahre (1-10)	5 Jahre (1-12)	3 Jahre (2-18)	4 Jahre (2-13)

Das deutsche Endoprothesen Register (EPRD) berichtet für das Jahr 2016 für Hüftprothesenerstimplantation vom Einsatz hüfttotalendoprothetischer Implantate in 91% sowie von Teilendoprothesen in 9%, wovon 95% Duokopfprothesen darstellen (78). Im Vergleich dazu wurden im Studienkollektiv weniger Hüfttotalendoprothesen und mehr Teilprothesen implantiert, wobei es sich dabei in allen Fällen um eine Duokopfprothese handelte.

Das durchschnittliche Patientenalter bei primärer Hüftendoprothetik beträgt laut EPRD im Durchschnitt 72 Jahre und ist damit älter als im Studienkollektiv zum Zeitpunkt der sekundären Hüftprothesenimplantation (78).

Die Geschlechtsverteilung bei Erstimplantation einer Hüftprothese ist identisch mit der, des Studienkollektivs.

Bezüglich der Verankerung wurden laut EPRD im Jahr 2016 78,4% der Hüftprothesen zementfrei, 5,9% zementiert und 15,7% teilzementiert (Hybrid und Reverse-Hybrid) eingebracht (78). Im Gegensatz dazu wurden im Studienkollektiv häufiger teilzementierte sowie zementierte-, jedoch weniger zementfreie Implantate verwendet. Hinsichtlich der ossären Zementierung der einzelnen Implantatkomponenten wurden in Deutschland 93% der Prothesenpfannen zementfrei, 80% der Prothesenschäfte zementfrei und innerhalb der Hybridprothesen, 15% der Prothesenschäfte nicht zementiert befestigt (78). Das Studienkollektiv zeigte ein ähnliches Ergebnis im Rahmen der Schaftverankerung der Totalendoprothesen (84% zementfrei verankert) sowie der teilzementierten Prothesenschäfte (11% zementfrei verankert), wohingegen deutlich weniger Prothesenpfannen zementfrei (66%) im Azetabulum eingebracht wurden.

Gleitpaarungen bei Hüftprothesenerstimplantation waren insbesondere, in 77,6% Polyethylen-Keramik-Gleitpaarungen, gefolgt von Keramik-Keramik-Gleitpaarungen in 10,2%, Metall-Polyethyl-Gleitpaarungen in 9,9% sowie Metall-Metall-Gleitpaarungen in 0,1% (78). Im Studienkollektiv dominierten bei sekundärer Hüftprothesenimplantation Keramik-Keramik-Gleitpaarungen (51%) sowie Metall-Polyethylen-Gleitpaarungen (42%). Keramik-Polyethylen-Gleitpaarungen, welche laut EPRD 2016 am häufigsten verwendet wurden, fanden in der vorliegenden Studie nur in 7% Gebrauch. Metall-Metall-Gleitpaarungen wurden im Studienkollektiv nicht eingesetzt.

## **4.2 Komplikationsanalyse nach hüftendoprothetischer Versorgung**

Postoperative, spezifische Komplikationen nach hüftendoprothetischer Versorgung traten bei 28% aller Studienpatienten auf und zeigten sich damit weitaus häufiger als in den Vergleichsstudien (9, 10, 140). Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass im Rahmen der vorliegenden Studie eine detaillierte und umfangreiche Analyse der Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation durchgeführt wurde und sich diese nicht auf die in der Literatur erwähnten, üblichen Komplikationen der Infektion, Hämatombildung, Hüftprothesenluxation

sowie periprothetischen Fraktur beschränkten, was ein höheres Komplikationsrisiko erklären könnte.

Generell wird in der Literatur eine größere Komplikationsrate sekundärer Hüftendoprothetik im Vergleich zu primärer Hüftprothesenimplantation beschrieben (10), was in der vorliegenden Studie bestätigt werden konnte. Hüftprothesenluxationen nach sekundärer Hüftprothesenimplantation wurden innerhalb des Studienkollektiv in 5% aller Fälle dokumentiert und entsprechen damit dem Luxationsrisiko von Archibeck et al. (10) sowie Tetsunaga et al. (140), treten jedoch häufiger als bei Müller et al. (9) sowie seltener als bei Srivastav et al. (5) auf. Im Gegensatz dazu wird die Rate an Hüftprothesenluxation der primären Versorgung mit lediglich 0,2 bis 1,7% in der Literatur angegeben (144).

Periprothetische Frakturen traten in der vorliegenden Studie ebenfalls mit einer Häufigkeit von 5% auf, was der Auftrittswahrscheinlichkeit von Archibeck et al. (10) und Tetsunaga et al. (140) sowie der allgemein beschriebenen Häufigkeit in der Literatur mit 4% gleicht (145, 146). Periprothetische Frakturen nach primärer, hüftendoprothetischen Versorgung haben ein geringeres Vorkommen mit 0,1 bis 2,1% (145, 147, 148).

Die Entstehung von Infektionen nach Prothesenimplantation der Hüfte nach vorausgegangener Osteosynthese wurde im Studienkollektiv mit 8% ermittelt, ähnlich zu Müller et al. (9) sowie Srivastav et al. (5), aber deutlich häufiger im Vergleich zu Archibeck et al. (10) sowie Tetsunaga et al. (140). In der Literatur wird das Infektionsrisiko nach primärer Endoprothetik um einiges geringer mit 1 bis 3% angegeben (103, 104).

Die Hämatombildung als postoperative Komplikation wurde mit einer Häufigkeit von 10% im Studienkollektiv dokumentiert und tritt dabei deutlich öfter auf, als bei Müller et al. (9) und Archibeck et al. (10) sowie nach primärer Hüftprothesenimplantation mit 3,2% (22).

Laut dem Jahresbericht 2016 des EPRD traten nach Hüftprothesenerstimplantation in 17,9% lokale Infektionen, in 38,2% eine Lockerung der Hüftprothese bzw. einzelner Komponente, in 10,7% periprothetische Frakturen, in 10,9% Prothesenluxationen und in 1,9% ein Versagen des Hüftprothesenimplantats auf (78). Die Rate aller genannten Komplikationen zeigte sich innerhalb des

Studienkollektivs geringer und ergab somit ein besseres Ergebnis bezüglich postoperativer Komplikationen.

Revisionen bzw. operative Folgeeingriffe nach sekundärer Hüftendoprothetik fanden im Studienkollektiv in 14% statt und traten damit weniger häufig als bei Müller et al. (9) auf. Die, in der Literatur beschriebene Revisionsrate 15 Jahre nach primärer Hüfttotalendoprothetik entspricht annähernd 8% (149) und ist niedriger als im Studienkollektiv.

In der statistischen Auswertung der Studie konnte des Weiteren gezeigt werden, dass pertrochantäre Femurfrakturen kein signifikant ( $p=0,26$ ) erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation im Vergleich zu Schenkelhals- sowie subtrochantären Femurfrakturen aufwiesen. Ebenso boten Patienten mit Revisionseingriffen nach initialer osteosynthetischer Frakturversorgung kein signifikant ( $p=0,15$ ) erhöhtes Risiko, nach Hüftprothesenimplantation vermehrt Komplikationen sowie daraus resultierende operative Eingriffe zu entwickeln.

### **4.3 Klinischer und radiologischer Outcome**

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde der klinische sowie radiologische Outcome der Patienten mit Hüftendoprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur ermittelt und soll im Nachfolgenden mit der aktuellen Literatur verglichen werden. Dabei wurde der Outcome mit der Patientenzufriedenheit, Funktionalität sowie des Hüftprothesenzustands bzw. der -Stabilität definiert. Die Patientenzufriedenheit sowie der klinische Outcome wurden dabei anhand standardisierter Fragebögen und Scores, dem Harris-Hip-Score, WOMAC sowie EQ-5D 3L sowie der klinischen Untersuchung evaluiert. Die Patienten des Studienkollektivs gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in 75% der Fälle an, zufrieden bis äußerst zufrieden mit der Allgemeinsituation sowie dem -Zustand nach sekundärer Hüftprothesenimplantation zu sein. 16% der Patienten äußerten, ausreichend und 5% unzufrieden nach hüftendoprothetischer Versorgung zu sein. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Patientenzufriedenheit signifikant mit dem Vorhandensein von Schmerzen ( $p=0,007$ ), dem Bedarf an Schmerzmedikation ( $p=0,003$ ) sowie der schmerz-

freien Gehstrecke ( $p=0,002$ ), jedoch nicht mit der Schmerzdauer ( $p=0,02$ ), der postoperativen Beweglichkeit ( $p=0,11$ ) sowie der Anzahl an Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation ( $p=0,3$ ) korrelierte.

Das Patientenkollektiv von Müller et al. (9) berichtet von einer weitaus höheren Patientenzufriedenheit in 94% der Fälle, wobei das Vorhandensein von Schmerzen ursächlich für die Unzufriedenheit nach sekundärer Hüftendoprothetik in 6% der Fälle war. Im Studienkollektiv gaben nahezu die Hälfte, 48% aller Patienten und damit überaus mehr als in der Vergleichsstudie an, unter Schmerzen zu leiden.

Zur Beurteilung der Lebensqualität wurde der EQ-5D 3L herangezogen und ein durchschnittlicher Index Score von 0,8 ermittelt. Auf der Visuellen Analogskala, welche der EQ-5D beinhaltet, wurden im arithmetischen Mittel 67,7 Punkte angegeben. Vergleichend mit Literaturdaten entspricht der EQ-5D Index Score des untersuchten Studienkollektivs nahezu den Studien mit einem Indexscore von 0,72 bis 0,85 mit u.a. erstmaliger Hüftprothesenimplantation (150-154) und zeigt damit ein gutes Ergebnis der Lebensqualität nach sekundärer Hüftprothesenimplantation bei osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur.

Bezüglich der Angabe des Gesundheitszustands auf der Visuellen Analogskala erzielte das Studienkollektiv ein schlechteres Ergebnis als in vergleichenden Studien zur Primärendoprothetik (152, 154). In der Subgruppenanalyse gaben mehr Patienten des untersuchten Kollektivs in allen fünf Bereichen bzw. Subgruppen an, moderate Probleme in der jeweiligen Aktivität zu haben, als in den Studien von Vogl et al. (153) sowie Nemes et al. (154). Dies verdeutlichte sich insbesondere in den Bereichen Alltagsaktivität, Angst/ Depression sowie Mobilität, in denen das Studienkollektiv häufiger moderate Probleme auswies.

Zusammenfassend bot das Studienkollektiv einen vergleichbaren EQ-5D Index Score und damit eine vergleichbare Lebensqualität zur Studienliteratur, jedoch ein schlechteres Ergebnis auf der Visuellen Analogskala zur Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes sowie in der Subgruppenanalyse, in der in allen fünf Bereichen mehr moderate Probleme dokumentiert wurden.

Im vorliegenden Kollektiv konnte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein durchschnittlicher Harris-Hip-Score von 72,8 Punkten (range 100-25 Punkte) erreicht werden, was einem „ausreichendem“ Ergebnis entspricht. Vor der Hüftprothesenimplantation wurde kein Harris-Hip-Score erhoben, sodass ein Vergleich des prä- und postoperativen Scores nicht möglich war. Der postoperative Harris-Hip-Score der Patientenkollektive von Tetsunaga et al. (140), Archibeck et al. (10) sowie Srivastav et al. (5) zeigte ein deutlich besseres Ergebnis im Vergleich zum untersuchten Studienkollektiv. Nach primärer Hüftendoprothetik berichtet Södermann et al. (155) von einem durchschnittlichen Harris-Hip-Score Gesamtergebnis von 87 Punkten, was ein besseres Resultat im Harris-Hip-Score nach primärer Hüftprothesenimplantation im Vergleich zur sekundären Hüftendoprothetik des vorliegenden Kollektivs und der oben genannten Studien darstellt. Bezüglich der Harris-Hip-Score Subgruppen ergab sich ebenfalls ein besseres Ergebnis in den Bereichen Schmerz und Funktion nach Primärhüftprothesenversorgung im Vergleich zum Studienkollektiv. Hier ergaben sich im Fragebogenabschnitt zu Schmerz 31,1 Punkte, zur Funktion 33 Punkte, zum Bewegungsausmaß 4,8 Punkten sowie zu Deformitäten 3,9 Punkte. Södermann et al. (155) weist in den Bereichen Schmerz 40 Punkte, Funktion 37 Punkte, Bewegungsausmaß 3,7 Punkte und Deformitäten 4,9 Punkte auf.

Damit ergab das Subgruppenergebnis in den Bereichen Bewegungsausmaß und Deformität des Harris-Hip-Scores in der vorliegenden Studie ein annähernd gleiches bzw. besseres Resultat als bei der primären Hüftprothesenimplantation.

Neben dem Harris-Hip-Score fand der WOMAC Anwendung zur Beurteilung der Patientenzufriedenheit, wobei im Studienkollektiv ein WOMAC Gesamtergebnis von 19 Punkten (range 71-0 Punkte) erreicht wurde. In den Subgruppen Schmerz wurden 3 Punkte, in Steifigkeit 1 Punkt und in körperliche Tätigkeit/Funktion 15 Punkte erzielt. In den Studien von Södermann et al. (155) sowie Soohoo et al. (156), in welchen der WOMAC Globalindex nach primärer Hüftprothesenimplantation ermittelt wurde, wurde sowohl eine höhere Gesamtpunktzahl, als auch eine größere Punktzahl in den drei Subgruppen ermittelt.

Dies zeigt ein besseres Resultat im WOMAC des untersuchten Kollektivs bzw. der sekundärer Hüftendoprothetik als bei der primären Hüftprothesenimplantation.

Der radiologische Outcome wurde anhand der Prothesenintaktheit, -Stabilität sowie der Untersuchung auf Komplikationen in der konventionellen Röntgenaufnahme nach Hüftprothesenimplantation beurteilt, wobei die Implantatkomponenten Prothesenpfanne sowie -Schaft radiologisch untersucht wurden.

Die Analyse der Prothesenpfanne erfolgte dabei durch die Betrachtung auf Intaktheit oder Implantatbruch bzw. -Verschleiß, vorhandene Lockerungssäume nach DeLee und Charnley (131) sowie die Änderung der Pfannenposition nach Callaghan (136) mit Bestimmung des Pfanneninkinationswinkels.

Der Hüftprothesenschaft wurde auf Komplikationen und Lockerungszeichen wie Schaftpositionsänderung, -Sinterung, endostale Sockelbildung und distale Hypertrophie, Stress-Shielding nach Engh (130), Lysezonen nach Gruen (126) sowie die Bildung heterotoper Ossifikationen nach Brooker (124) überprüft.

Die Hüftprothesenpfanne zeigte sich im gesamten Studienkollektiv intakt ohne Hinweis einer Implantatschädigung. Lockerungssäume am Übergang der Prothesenpfanne zum knöchernen Acetabulum wurden in lediglich 0,8% nachgewiesen. Im Studienkollektiv zeigte sich ein durchschnittlicher Pfanneninkinationswinkel der endoprothetisch versorgten Extremität von  $38,7^\circ$  (range  $53,9-18,3^\circ$ ) sowie eine Änderung des Inklinationswinkels, welche durch eine Winkeländerung von mehr als  $5^\circ$  im Zeitraum direkt nach Hüftprothesenimplantation bis zur aktuellen, radiologischen Nachuntersuchung definiert wurde, in 4%. Hierbei ist auf mögliche Messungenauigkeiten bei der radiologischen Auswertung durch die Untersucherin zu verweisen, welche die Rate an Änderungen des Pfanneninkinationswinkels beeinflussen kann.

In der Literatur berichten DeLee und Charnley von einer deutlich höheren Rate von Pfannenmigration in 9,2% und die Pfanne umgebenden Lockerungssäumen in 69% nach primärer Hüftendoprothetik (131). Ebenso gibt Callaghan et al. ein häufigeres Auftreten von Lysezonen in 29% sowie Pfannenmigration in 9% nach Revisionsendoprothetik an (136). Bezüglich der Pfanneninklination beschreibt Tetsunaga et al. (140) einen größeren Winkel von

42° (range 59-25°), ebenso wie Leichtle et al. (135) mit einem Pfanneninklinationswinkel von 48,7° (range 75-28°). Der in der Literatur empfohlene Pfanneninklinationswinkel beträgt 45° (135).

Schlussfolgernd weist das Studienkollektiv im Vergleich zur Literatur eine niedrigere Rate an Pfannenlockerung sowie -Migration, jedoch einen geringeren Pfanneninklinationswinkel, vergleichend zur literaturbasierenden Empfehlung, auf.

Der Hüftprothesenschaft wies bei 28% des untersuchten Kollektivs radiologisch ein oder mehrere Lockerungszeichen auf. Ein, den Prothesenschaft umgebender Lysesaum wurde im Studienkollektiv in 5,6% ermittelt, wobei insbesondere die Lysezonen 1 und 12, gefolgt von den Zonen 10,11 und 14 nach Gruen betroffen waren. In der Literatur werden besagte, den Schaft zirkumvenierende Lysesäume deutlich häufiger erwähnt, wobei diese, bei Zweymüller et al. (157) insbesondere in den Gruen-Zonen 1 und 7 sowie bei Khalily et al. (158) gehäuft in den Zonen 1,2,8,9 und 14 nach Gruen auftreten.

Eine Sinterung des Prothesenschafts wurde innerhalb des Studienkollektivs in 1,4% beobachtet. Ein ähnliches Ergebnis wird in der Studie von Tetsunaga et al. (140) mit einer Sinterungsrate von 2% aufgezeigt. Callaghan et al. (136) und Girard et al. (159) beschreiben ein weitaus häufigeres Auftreten von Prothesenschaftsinterung.

Im Studienkollektiv kam es in 0,7% zur Änderung der Prothesenschaftposition von einer neutralen auf eine valgische Position im Femur. Das restliche Kollektiv wies eine Normalstellung des Prothesenschafts auf. Im Patientenkollektiv von Tetsunaga et al. (140) ist eine varische bzw. valgische Schaftposition häufiger vertreten.

Des Weiteren wurden im vorliegenden Studienkollektiv radiologisch in 15,3% eine endostale Sockelbildung und in 9,7% eine distale Kortikalishypertrophie nachgewiesen. Parvizi et al. (160) beschreibt eine geringere Rate an Sockelbildungen am Prothesenschaft, wohingegen Jakim et al. (161) ein häufigeres Vorkommen von endostaler Sockelbildung, sowohl bei primärer, als auch bei Revisionsendoprothesen erläutert. Ebenso erwähnt Jakim et al. (161), als auch Amstutz et al. (162) eine vermehrte Beobachtung von femoraler Kortikalishyper-

trophie im Vergleich zum Studienkollektiv. Die Rate an distaler, ossärer Hypertrophie in den Studien von Ritter et al. (163) sowie Cho et al. (164) ist hingegen geringer als in der vorliegenden Studie.

Des Weiteren wurde der Vorgang des Stress-Shieldings zur Beurteilung der Prothesenschaftlockerung hinzugezogen, wobei dieses in 3,5% des Studienkollektivs auftrat. Engh et al. (165) sowie Bugbee et al. (166) beschrieben ein häufigeres Beobachten des Stress-Shieldings in der radiologischen Auswertung ihrer Patientenkollektive.

Die Entstehung heterotoper Ossifikationen, welche sowohl als Lockerungsanzeichen der Hüftprothese, als auch als postoperative- bzw. posttraumatische Komplikation anzusehen sind und die, die Beweglichkeit des Hüftgelenks einschränken (167) und Schmerzen verstärken (168) kann, wurde in der vorliegenden Studie in 32,6% beobachtet und trat nach Hüftprothesenimplantation signifikant häufiger auf als davor. Hierbei waren alle Graduierungen nach der Klassifikation nach Brooker (124) betroffen, wobei Grad 1 dominierte, gefolgt von Grad 2 bis 4 in absteigender Reihenfolge. In der Literatur werden heterotope Ossifikationen mit einer Häufigkeit von bis zu 60% nach Hüfttotalendoprothesenimplantation angegeben (44). Brooker et al. (124) beschrieb besagte Ossifikationen mit einer Rate von 21%. Bal et al. (169), Spinarelli et al. (170) gaben, ebenso wie Brooker eine geringere Rate heterotoper Ossifikationen im Vergleich zum Studienkollektiv an. Tippets et al. (171), Kocic et al. (167) sowie Eggli et al. (168) gaben diese mit einer Häufigkeit größer als im untersuchten Kollektiv an. Bezüglich der Klassifizierung der einzelnen Grade 1 bis 4 nach Brooker (124) zeigten Bal et al. (169) und Spinarelli et al. (170) die gleiche Verteilung wie das Studienkollektiv. Zusammenfassend wurden in der vorliegenden Studie in der radiologischen Analyse des Hüftprothesenschafts bessere Ergebnisse in Bezug auf eine Prothesenschaftsinterung, Schaftpositionsänderung, Bildung von periprothetischen Lysesäumen und das Vorkommen von Stress-Shielding im Vergleich zur hier angeführten Literatur beobachtet. Bezüglich des Auftretens einer distalen Kortikalishypertrophie, endostalen Sockelbildung sowie

heterotoper Ossifikationen liegen die radiologischen Resultate im Mittelfeld der Literaturdaten.

#### **4.4 Kritische Betrachtung und Limitationen der Studie**

Nachfolgend soll die Durchführung und Auswertung der Studie kritisch betrachtet, Limitationen der Studie aufgezeigt und genauer auf die Datenerhebung sowie Primär- und Sekundäranalyse, Setting sowie Stichprobe eingegangen werden.

Die Auswahl der Stichprobe, d.h. des gesamten Studienkollektivs von 144 Patienten, erfolgte anhand des zeitlichen Rahmens der operativen, endoprothetischen Versorgung von 2007 bis einschließlich 2014, wodurch ein großer Umfang der Stichprobe erzielt werden konnte.

Im Zuge der klinischen sowie radiologischen Nachuntersuchung konnten lediglich 56 Patienten einbestellt werden, sodass die Ergebnisse der klinischen Testung und aktuellen radiologischen Auswertung nur eingeschränkt repräsentativ für das Gesamtkollektiv sind.

Innerhalb der gesamten Stichprobe von 144 Probanden fand sich eine Ungleichverteilung der Hüftprothesenimplantate zwischen Hüfttotalendoprothese und Duokopfprothese, welche sich innerhalb des Nachuntersuchungskollektivs von 56 Patienten noch stärker verdeutlichte.

Das Geschlechterverhältnis zeigte sich nahezu ausgewogen und annähernd repräsentativ für die Verteilung innerhalb der Gesamtbevölkerung (172).

Im Rahmen des Krankenhaussettings sind verschiedene Einflussfaktoren kritisch zu betrachten. So ist die Diversität der osteosynthetischen Versorgung zu nennen, welche sich aus der Frakturversorgung an unterschiedlichen Kliniken, durch unterschiedliche Operateure mit verschieden großem Erfahrungs- sowie Kenntnisstand, innerhalb unterschiedlicher Bundesländer Deutschlands zusammensetzte und somit keine einheitliche, vergleichbare Grund- bzw. Ausgangslage für den postoperativen Verlauf nach Osteosynthesenimplantation schafft. Ebenso variierte das Setting bei der hüftendoprothetischen Versorgung durch eine verschiedene, wenn auch weitaus kleinere Anzahl an Operateuren.

Bei der primären Datenerhebung sowie -Analyse durch medizinisches Fachpersonal ist eine unvollständige und lückenhafte sowie teils ungenügende und fehlerhafte Dokumentation der Patienten- und Operationsdaten hervorzuheben. Dies traf in besonderem Maße auf Informationen über die osteosynthetische Versorgung zu, da diese nicht an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, sondern extern durchgeführt wurde und somit Dokumente nicht digital im klinikinternen System der BGU Klinik archiviert werden konnte.

Des Weiteren sind mögliche Fehlerquellen in der radiologischen Diagnostik zu benennen. So zeigten beispielsweise Röntgenaufnahmen eine inkomplette Abbildung der Hüftendoprothese, mit nicht vorhandener Darstellung der Prothesenpfanne- oder Prothesenschaftspitze bzw. eine ungenaue Ausrichtung des Patienten in der Frontalebene mit Verdrehung des Beckens zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme. In einigen Fällen war lediglich eine Liegend/ Bett-Aufnahme der Patienten vorhanden, welche zur radiologischen Auswertung herangezogen wurde, jedoch weniger aussagekräftig als eine Aufnahme im aufrechten Stand ist.

Die Erhebung und Analyse der Patientendaten erfolgte durch die Promovierende und unterlag im Bereich der klinischen Untersuchung sowie radiologischen Auswertung einer gewissen Subjektivität.

Des Weiteren zeigten sich Messungenauigkeiten in der radiologischen Datenauswertung, beispielsweise aufgrund fehlender, anatomischer Messpunkte bei destruiertem Femur.

Ebenso unterlag die Bearbeitung der Fragebögen durch den Patienten, einer Subjektivität und Beeinflussung durch den gesundheitlichen Allgemeinzustand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Die demografische Entwicklung sowie die steigende Lebenserwartung der Bevölkerung gehen mit dem zunehmenden Risiko einer Fraktur des proximalen Femurs und der daraus resultierenden operativen Versorgung sowie den möglichen Komplikationen mit anschließendem Verfahrenswechsel sowie Revisionseingriffen einher (5, 9, 140).

Im Rahmen dieser Studie wurden 144 Patienten, davon 56 männliche sowie 88 weibliche Probanden, welche im Zeitraum von Januar 2007 bis einschließlich Dezember 2014 an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen eine Hüftprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur erhielten, hinsichtlich ihres klinischen sowie radiologischen Outcomes untersucht und Komplikationen, welche nach hüftprothetischer Versorgung aufkamen, analysiert. Dabei konnten von der oben genannten Stichprobe 56 Patienten zur Nachuntersuchung einbestellt werden, wobei das durchschnittliche Follow-Up 5 Jahre betrug.

Der Outcome wurde hierbei durch die Patientenzufriedenheit und Lebensqualität, Funktionalität sowie den Zustand der Hüftendoprothese definiert und anhand standardisierter Fragebögen, klinischer und radiologischer Untersuchungen ermittelt. Anschließend erfolgte ein Vergleich der im Rahmen der vorliegenden Studie erhobenen Ergebnisse mit Studiendaten aus der aktuellen Literatur der sekundären, aber auch primären Hüftendoprothetik.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Beurteilung der Patientenzufriedenheit nach hüftprothetischer Versorgung bei dreiviertel des Studienkollektivs ein zufriedenes bis äußerst zufriedenes Ergebnis erzielte, wobei die Zufriedenheit signifikant mit dem Vorhandensein von Schmerz, dem Bedarf an Schmerzmedikation sowie der schmerzfreien Gehstrecke korrelierte. Vergleichbare Studien wiesen hierbei eine höhere Patientenzufriedenheit und eine niedrigere Rate an Schmerzen auf.

Die Bewertung der Lebensqualität anhand des EQ-5D 3L mit einem Index Score von 0,8 bot ein ähnliches Ergebnis zur primären Hüftendoprothetik, jedoch mit einem Ergebnis von 67,7 Punkten auf der Visuellen Analogskala ein schlechteres Resultat. Der Harris-Hip-Score ergab mit 72,8 Punkten ein

ausreichendes Ergebnis und schnitt damit im Vergleich zu Daten der primären und sekundären Hüftendoprothetik schlechter ab. Der WOMAC wies mit einem Index Score von 19 Punkten ein besseres Ergebnis als in der vergleichenden Literatur auf.

Im Rahmen der Messung der Hüftgelenksbeweglichkeit konnte gezeigt werden, dass sich diese signifikant nach Hüftprothesenimplantation verbesserte.

Bezüglich der radiologischen Outcome-Analyse bot das Studienkollektiv eine geringere Rate an Pfannenlockerung, Schaftsinterung, Schaftpositionsänderung, periprothetischen Lysesäumen sowie Stress-Shielding der Hüftprothese vergleichend zu aktuellen Studien.

Komplikationen nach Hüftendoprothesenimplantation traten häufiger, Revisions-eingriffe aufgrund dieser Komplikationen jedoch seltener als in der primären, hüftendoprothetischen Versorgung auf. Hierbei konnte gezeigt werden, dass pertrochantäre Femurfrakturen sowie operative Eingriffe nach der osteosynthetischen Versorgung und vor Hüftprothesenimplantation nicht signifikant häufiger zu Komplikationen mit resultierenden Revisionseingriffen nach hüftendoprothetischer Versorgung führten.

Im Rahmen der vorliegenden Studie, insbesondere der Präsentation der Studienergebnisse konnten somit entsprechend der Zielsetzung der Arbeit der klinische und radiologische Outcome sowie Komplikationen nach Hüftprothesenimplantation bei osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur dargestellt werden. In Hinblick auf die Anwendbarkeit der Ergebnisse auf die zukünftige Behandlung der Patienten mit besagter hüftprothetischer Versorgung sollte eine maximale Schmerzreduktion mit adäquater Analgesie, insbesondere nach stationärer Entlassung sowie physiotherapeutische Beübungen mit Muskelkräftigung sowie Gehtraining angestrebt sowie intensiviert werden, um die Patientenzufriedenheit zu steigern. Ebenso sollte, wie die Analyse des EQ- 5D 3L, WOMAC sowie Harris-Hip-Score zeigte, eine gute, allgemeine Lebensqualität erzielt und insbesondere die Patientenmobilität sowie die Ausübung von Alltagsaktivitäten verbessert werden. Dies kann beispielsweise durch poststationäre Physio- sowie Ergotherapie, Rehabilitationsmaßnahmen und eine Anpassung des häuslichen

Umfelds an die Anforderungen nach Hüftprothesenimplantation erreicht werden (173, 174).

Hinsichtlich der postoperativen, radiologischen Verlaufskontrollen sollte das Auftreten von Lockerungszeichen, speziell der distalen Kortikalishypertrophie, endostalen Sockelbildung sowie heterotoper Ossifikationen, welche vermehrt im Studienkollektiv nachweisbar waren, beobachtet und auf klinisch korrelierende Beschwerden geachtet werden, um eine eventuelle Lockerung der Hüftprothese rechtzeitig zu erkennen und zu revidieren. Des Weiteren sind im postoperativen Verlauf möglichen Komplikationen, insbesondere dem Implantatversagen, der Hämatombildung sowie muskulären Insuffizienzen, welche nach hüftprothetischer Versorgung vermehrt auftreten können, Augenmerk zu schenken, um diese frühzeitig feststellen zu können und ihnen entgegen zu wirken.

Generell zeigt das sekundär, hüftendoprothetisch versorgte Patientenkollektiv mit vorausgegangener Osteosynthese eine hohe Rate an Komplikationen, sodass engmaschige Verlaufskontrollen anzuraten sind.

Darüber hinaus sollte die klinikinterne Dokumentation der Patienten- sowie Operationsdaten detailliert und lückenlos erfolgen, um Risikofaktoren für Komplikationen zu erkennen sowie frühestmöglich zu beseitigen. Ein prä- und postoperativer Einsatz standardisierter Fragebögen und Scoringsysteme ist zu erwägen, um die Patientenzufriedenheit sowie den Outcome bestmöglich beurteilen zu können und im Zuge dessen positiv zu beeinflussen.

Für weitere bzw. zukünftige Untersuchungen im Kontext von Hüftprothesenimplantationen nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur könnte eine Analyse der jeweiligen Prothesenarten, Totalendoprothese sowie Duokopfprothese bzw. voll-, teil- sowie nicht zementierte Implantate bzw. Standard, Dysplasie sowie Revisionssysteme, mit Ermittlung der jeweiligen Vor- und Nachteile erfolgen. Ferner kann eine ausführliche Untersuchung der ursächlichen Mechanismen für das Implantatversagen (Implantatbruch, -Lockerung, -Migration/ Auswandern/ Cutting out) nach osteosynthetischer Versorgung sinnvoll sein, um dieses früh zu erkennen und Risikofaktoren wie auch mögliche Komplikationen zu reduzieren. Des Weiteren kann eine Betrachtung der intraoperativen Komplikationen in Hinblick auf ein erhöhtes Risiko für einen

Verfahrenswechsel von einem osteosynthetischen auf ein hüftendoprothetisches Implantat bzw. für Komplikationen nach hüftprothetischer Versorgung zu erwägen sein.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Josten C, Tiemann AH. Komplikationen nach proximalen Femurfrakturen. OP-JOURNAL. 2002;18(02):148-53.
2. Balk R, Hahn F, Tarcea B. Die proximale Femurfraktur: Häufigkeit, Demographie, Ätiologie, Prophylaxe. OP-JOURNAL. 2002;18(2): 80-4.
3. Hoffmann F, Glaeske G. Inzidenz proximaler Femurfrakturen in Deutschland: Personenbezogene Analyse einer Versichertenpopulation. Gesundheitswesen. 2006;68(3): 161-4.
4. Bliemel C, Eschbach D-A, Oberkircher L, Liener UC, Ruchholtz S, Buecking B. Behandlungsstandards der proximalen Femurfraktur des alten Menschen. Osteologie. 2014:22-8.
5. Srivastav S, Mittal V, Agarwal S. Total hip arthroplasty following failed fixation of proximal hip fractures. Indian journal of orthopaedics. 2008;42(3):279-86.
6. Klopfer T, Hemmann P, Ziegler P, Stöckle U, Bahrs C. Proximale Femurfraktur und Insuffizienzfrakturen im Alter. Trauma und Berufskrankheit. 2017;19(1):27-36.
7. Lenich A, Mayr E, Ruter A, Mockl C, Fuchtmeier B. First results with the trochanter fixation nail (TFN): a report on 120 cases. Archives of orthopaedic and trauma surgery. 2006;126(10):706-12.
8. Jaeschke-Melli S, Hedke J, Meiners J, Dannenberg O, Jürgens C, Faschingbauer M. Standards in der Versorgung proximaler Femurfrakturen. Trauma und Berufskrankheit. 2013;15(2):119-28.
9. Muller F, Galler M, Zellner M, Bauml C, Fuchtmeier B. Total hip arthroplasty after failed osteosynthesis of proximal femoral fractures: Revision and mortality of 80 patients. Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong). 2017;25(2):2309499017717869.
10. Archibeck MJ, Carothers JT, Tripuraneni KR, White RE, Jr. Total hip arthroplasty after failed internal fixation of proximal femoral fractures. J Arthroplasty. 2013;28(1):168-71.
11. Speicher P. Berufsgenossenschaftliche Kliniken Ludwigs- und Tübingen; [Available from: <https://www.bgu-tuebingen.de/die-bg-klinik-tuebingen/kooperationspartner/>].
12. Kliniken B. BG Kliniken - Klinikverbund der gesetzlichen Unfallversicherung; [Available from: <https://www.bg-kliniken.de/die-standorte/bg-klinik-tuebingen/>].
13. Sender S. EndoProthetikZentrum der Maximalversorgung in Tübingen. BGU Aktuell. 2015:1.
14. Bonnaire F, Lein T, Hohaus T, Weber A. Prothetische Versorgung der proximalen Femurfrakturen. Der Unfallchirurg. 2005.
15. Müller- Gerbl M, Anetzberger H. Funktionelle Anatomie der Hüfte und des Oberschenkels. In: Haas NP, Krettek C, editors. Tscherne Unfallchirurgie, Hüfte und Oberschenkel: Springer Verlag; 2012. p. 1-7.
16. Eisenhart-Rothe Rv, Eckstein F, Landgraf J, Löhle F, Müller- Gerbl M, Putz R. Verteilung von anatomischer Gelenkspaltweite und Flächenpressung im menschlichen Hüftgelenk - eine quantitative Analyse. Osteologie. 1996;5:55-64.

17. Putz R, Simon U, Claes L, Nötzli HP, Wyss TF. Funktionelle Anatomie und Biomechanik. In: Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M, editors. AE- Manual der Endoprothetik, Hüfte und Hüftrevision: Springer Verlag; 2012. p. 37-8.
18. Garden RS. Low- angle fixation in fractures of the femoral neck The Journal of bone and joint surgery British volume. 1961;43-B(4):647-63.
19. Pauwels F. Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte: Springer Verlag; 1973.
20. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag; 1990.
21. Leitlinie der Orthopädie Köln: Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie und Berufsverband der Ärzte für Orthopädie 2002 [Available from: [http://www.leitliniensekretariat.de/files/MyLayout/pdf/mediale\\_schenkelhalsfraktur.pdf](http://www.leitliniensekretariat.de/files/MyLayout/pdf/mediale_schenkelhalsfraktur.pdf)].
22. Kundel K. Schenkelhalsfrakturen. In: Haas NP, Krettek C, editors. Tscherne Unfallchirurgie, Hüfte und Oberschenkel: Springer Verlag; 2012. p. 113-57.
23. Bonnaire F, Weber A. Leitlinie Orthopädie: Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC); 2015 [Available from: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/012-001l\\_S2e\\_Schenkelhalsfraktur\\_2015-10\\_01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-001l_S2e_Schenkelhalsfraktur_2015-10_01.pdf)].
24. Evans PD, Wilson C, Lyons K. Comparison of MRI with bone scanning for suspected hip fracture in elderly patients. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1994;76(1):158-9.
25. Pandey R, McNally E, Ali A, Bulstrode C. The role of MRI in the diagnosis of occult hip fractures. Injury. 1998;29(1):61-3.
26. Rutz E, Leumann A, Rutz D, Schafer D, Valderrabano V. Total hip arthroplasty for fractures of the proximal femur in older patients. Hip international : the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy. 2010;20(2):215-20.
27. Hack J, Bliemel C, Ruchholtz S, Bücking B. Anästhesie in der Orthopädie /Unfallchirurgie – Die Versorgung proximaler Femurfrakturen des alten Patienten. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 2015;50(04):250-8.
28. Hack J, Bücking B, Eschbach D, Ruchholtz S. Hüftendoprothetik nach Trauma. Trauma und Berufskrankheit. 2017;19(2):192-7.
29. Bonnaire F, Lein T, Bula P. Implantatwahl am proximalen Femur: intra- vs. extrameduläre Implantate. Trauma und Berufskrankheit. 2011;13: 97-106.
30. Leitlinien der Orthopädie Köln2002 [Available from: [http://www.leitliniensekretariat.de/files/MyLayout/pdf/pertrochantaere\\_femurfraktur.pdf](http://www.leitliniensekretariat.de/files/MyLayout/pdf/pertrochantaere_femurfraktur.pdf)].
31. Bonnaire F, Lein T, Bula P. Pertrochantäre Femurfrakturen: Anatomie, Biomechanik und Wahl der Implantate. Der Unfallchirurg. 2011;114: 491-500.
32. Grote S, Stegmeyer F, Bogner V, Biberthaler P, Mutschler W. Behandlungsergebnisse nach zementierter Hemiprothese zur Versorgung insta-

- biler pertrochantärer Femurfrakturen alter Patienten. *Der Unfallchirurg*. 2012;115: 234-42
33. Lein T, Bula P, Strassberger C, Bonnaire F. Proximale Femurfrakturen: Effiziente Versorgung- von der Aufnahme bis zur Evaluation. *Trauma und Berufskrankheit*. 2011;13: 107-16
  34. Reimertz C, Pichl J, Peine R, Hoffmann R. Per- und subtrochantäre Femurfrakturen. In: Haas NP, Krettek C, editors. *Tscherne Unfallchirurgie, Hüfte und Oberschenkel*: Springer Verlag; 2012. p. 179-217.
  35. Schatzker J, Wadell JP. Subtrochanteric fractures of the femur. *Orthopedic Clinics of North America*. 1980;11:539-54.
  36. Weber B, Čech O. *Pseudarthrosen: Pathophysiologie, Biomechanik, Therapie, Ergebnisse*. Bern, Stuttgart,Wien: Hans Huber Verlag; 1973.
  37. Wirth S, Euler E, Pfeiffer K. Allgemeine Traumatologie. In: Freyschmidt J, editor. *Handbuch disgnostische Radiologie: Muskuloskelettales System 1*. Berlin2005. p. 125–8.
  38. Moritz J. *Radiologie*. Stuttgart: Thieme Verlag; 2006.
  39. Steinhausen E, Glombitza M, Böhm H, Hax P, Rixen D. Pseudarthrosen. Von der Diagnose bis zur Ausheilung. *Der Unfallchirurg*. 2013;116, 633-47.
  40. Meiners J, Gerlach U, Mägerlein S, Jürgens C, Faschingbauer M, . Pseudarthrosen. *Der Chirurg*. 2009;80, 979–86.
  41. Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Soderman P. The Swedish Total Hip Replacement Register. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2002;84-A Suppl 2:2-20.
  42. Niethard F, Pfeil J. *Orthopädie*: Thieme Verlag; 2004.
  43. Hackenbroch MS. *Die Arthrosis deformans der Hüfte. Grundlagen und Behandlung*: Thieme; 1943.
  44. Stöckle U. Hüftgelenk. In: Haas NP, Krettek C, editors. *Tscherne Unfallchirurgie, Hüfte und Oberschenkel*: Springer Verlag; 2012. p. 41- 60.
  45. Valkenburg H. Clinical versus radiological osteoarthritis in the general population. *JG Peyron's Epidemiology of osteoarthritis*. 1981;53-5.
  46. Bellamy N, Buchanan WW. A preliminary evaluation of the dimensionality and clinical importance of pain and disability in osteoarthritis of the hip and knee. *Clinical rheumatology*. 1986;5(2):231-41.
  47. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *The Journal of rheumatology*. 1988;15(12):1833-40.
  48. Altman RD. Classification of disease: osteoarthritis. *Seminars in arthritis and rheumatism*. 1991;20(6 Suppl 2):40-7.
  49. Altman R, Alarcon G, Appelrouth D, Bloch D, Borenstein D, Brandt K, et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. *Arthritis and rheumatism*. 1991; 34(5):505-14.
  50. Klug S, Weseloh G. Osteoarthritis. 2000: 9-21.
  51. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a

- new method of result evaluation. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1969;51(4):737-55.
52. Larson CB. Rating scale for hip disabilities. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1963;31:85-93.
  53. Lequesne MG, Mery C, Samson M, Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation value in comparison with other assessment tests. *Scandinavian journal of rheumatology Supplement*. 1987;65:85-9.
  54. Horstmann T, Heitkamp H, Mayer F, Winter E, Dickhuth H. Auswirkungen von Hüftsport auf Gangbild, Kraftverhalten und Lebensqualität von Koxarthrotikern. *Aktuelle Rheumatologie*. 2001;26, 162-8.
  55. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Annals of the rheumatic diseases*. 1957;16(4):494-502.
  56. Choi HR, Steinberg ME, E YC. Osteonecrosis of the femoral head: diagnosis and classification systems. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2015;8(3):210-20.
  57. Josten C, Schmidt C. Postoperative Komplikationen in der Unfallchirurgie. *Der Chirurg*. 2009;80:790–806.
  58. Ahrengart L, Tornkvist H, Fornander P, Thorngren KG, Pasanen L, Wahlstrom P, et al. A randomized study of the compression hip screw and Gamma nail in 426 fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002(401):209-22.
  59. Brammar TJ, Kendrew J, Khan RJK, Parker MJ. Reverse obliquity and transverse fractures of the trochanteric region of the femur; a review of 101 cases. *Injury*. 2005;36(7):851-7.
  60. Herrera A, Domingo LJ, Calvo A, Martinez A, Cuenca J. A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. *International orthopaedics*. 2002;26(6):365-9.
  61. Hohendorff B, Meyer P, Menezes D, Meier L, Elke R. [Treatment results and complications after PFN osteosynthesis]. *Der Unfallchirurg*. 2005; 108(11):938, 40, 41-6 passim.
  62. Werner-Tutschku W, Lajtai G, Schmiedhuber G, Lang T, Pirkl C, Orthner E. [Intra- and perioperative complications in the stabilization of per- and subtrochanteric femoral fractures by means of PFN]. *Der Unfallchirurg*. 2002;105(10):881-5.
  63. Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1995;77(7):1058-64.
  64. Pervez H, Parker MJ, Vowler S. Prediction of fixation failure after sliding hip screw fixation. *Injury*. 2004;35(10):994-8.
  65. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003(417):112-20.
  66. Biedert R, Netzer P. Femoroacetabuläres Impingement beim Sportler. *Sportorthopädie · Sporttraumatologie*. 2005.
  67. Bachelier F, Seil R, Kohn D, Dienst M. Erkrankungen und Verletzungen des Hüftgelenkes im Sport-Untersuchungsalgorithmus und Indikations-

- stellung zur Hüftarthroskopie. *Sportorthopädie-Sporttraumatologie*. 2003; 19: 185–95.
68. Ito K, Minka MA, 2nd, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2001;83(2):171-6.
  69. Probst J. Häufigkeit der Osteomyelitis nach Osteosynthesen. *Der Chirurg*. 1977;48: 6.
  70. Kleber C, Schaser KD, Trampuz A. [Complication management of infected osteosynthesis: Therapy algorithm for peri-implant infections]. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*. 2015;86(10): 925-34.
  71. Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *Injury*. 2006;37 Suppl 2:S59-66.
  72. Renza N, Hubacherb T, Kleber C, Trampuz A. Konzepte zur Diagnostik und Behandlung - Infektionen nach osteosynthetischer Frakturversorgung. *SWISS MEDICAL FORUM*. 2016;16(4):85–91.
  73. Giesecke MT, Schwabe P, Wichlas F, Trampuz A, Kleber C. Impact of high prevalence of pseudomonas and polymicrobial gram-negative infections in major sub-/total traumatic amputations on empiric antimicrobial therapy: a retrospective study. *World Journal of Emergency Surgery*. 2014;9(1):55.
  74. Gerlach U-J, Schmidt HGK, Fuchs S, Seide K, Jürgens C. Pseudarthrosen und Infektionen proximaler Oberschenkel. *Trauma und Berufskrankheit*. 2002;4 : 482–6.
  75. Engelhardt Lexikon Orthopädie und Unfallchirurgie. Springer Verlag; 2017. Girdlestone- Hüfte.
  76. Stiehler M, Günther K-P. Epidemiologie des Hüftgelenkersatzes. In: Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M, editors. *AE- Manual der Endoprothetik, Hüfte und Hüftrevision*: Springer Verlag; 2012. p. 14-5.
  77. Kirschner P. Hüftendoprothetik. *Der Chirurg*. 2004;76:95–104.
  78. Grimberg A, Jansson V, Liebs T, Melsheimer O, Steinbrück A. Endoprothesenregister Deutschland (EPRD), Jahresbericht 2016. In: *Chirurgie DGfOuO*, editor. 2016.
  79. Heisel C, Silva M, Schmalzried TP. Bearing surface options for total hip replacement in young patients. *Instructional course lectures*. 2004;53:49-65.
  80. Bos I, Willmann G. Morphologic characteristics of periprosthetic tissues from hip prostheses with ceramic-ceramic couples: a comparative histologic investigation of 18 revision and 30 autopsy cases. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 2001;72(4):335-42.
  81. Kurtz SM, Gawel HA, Patel JD. History and Systematic Review of Wear and Osteolysis Outcomes for First-generation Highly Crosslinked Polyethylene. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2011; 469(8): 2262-77.
  82. Schleicher I, Kilian O, Schnettler R. Die primäre Endoprothetik des Hüftgelenks. 2013. In: *Endoprothetik - Ein Leitfaden für Praktiker* [Internet]. Walter de Gruyter; [107-8]. Available from:

<https://books.google.de/books?id=SW4mnV6DJ7IC&pg=PA108&lpg=PA108&dq=unipolare+hüftprothese&source=bl&ots=XSfjKbW2N&sig=lizD-78FreOafq1HvaVxul6HV-k&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwi SyaGZ 65jbAhWQyKQKHTlhCMYQ6AE IfjAH#v=onepage&q=unipolare%20hüftprothes e&f=false>.

83. Windhager R, Giurea A, Lass R, Kubista B, Fialka-Moser V, Pieber K. Patienteninformation Hüftgelenkersatz. 2010.
84. Healy WL, Iorio R, Clair AJ, Pellegrini VD, Della Valle CJ, Berend KR. Complications of Total Hip Arthroplasty: Standardized List, Definitions, and Stratification Developed by The Hip Society. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2016;474(2):357-64.
85. Sundfeldt M, Carlsson LV, Johansson CB, Thomsen P, Gretzer C. Aseptic loosening, not only a question of wear: a review of different theories. *Acta orthopaedica*. 2006;77(2):177-97.
86. Bordini B, Stea S, De Clerico M, Strazzari S, Sasdelli A, Toni A. Factors affecting aseptic loosening of 4750 total hip arthroplasties: multivariate survival analysis. *BMC musculoskeletal disorders*. 2007;8:69.
87. Perka C, Thiele K, Matziolis G, Gehrke T. Spätfolgen – Diagnose und Therapie. In: Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M, editors. *AE- Manual der Endoprothetik, Hüfte und Hüftrevision*: Springer Verlag; 2012.
88. Scholl E, Egli S, Ganz R. Osteolysis in cemented titanium alloy hip prosthesis. *J Arthroplasty*. 2000;15(5):570-5.
89. Katzer A, Löhr JF. Frühlockerung von Hüftgelenkendoprothesen. *Dtsch Arztebl International*. 2003;100(12):784-.
90. Rose R, Martin R, Orr R, Radin E. Architectural changes in the proximal femur following prosthetic insertion: preliminary observations of an animal model. *J Biomech*. 1984;17:241–9.
91. Gotz J, Beckmann J, Perlick L, Handel M, Grifka J. Loosening of a total hip arthroplasty due to metastasis. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2007;145:760–2.
92. Harris W. Wear and periprosthetic osteolysis: the problem. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2001;393:66–70.
93. Dobzyniak M, Fehring T, Odum S. Early failure in total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2006: 447:76–78.
94. Roth A, Winzer T, Babisch J, Fuhrmann R, Sander K, Venbrocks R. Radiological changes around the stem after cementless hip implantation in case of the anatomic medullary locking hip system – five years results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2005;72:42–6.
95. Von Foerster G. Postoperative Komplikationen. In: Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M, editors. *AE- Manual der Endoprothetik, Hüfte und Oberschenkel*: Springer Verlag; 2012. p. 333.
96. Gruner A, Hockertz T, Reilmann H. Die periprothetische Fraktur – Klassifikation, Management, Therapie. *Der Unfallchirurg*. 2004;107: 35–49.
97. Rupprecht M, Lehmann W. Periprothetische Femurfrakturen. *Der Unfallchirurg*. 2008;111: 812–20.
98. Dennis M, Simon J, DiCesare P. Fixation of periprosthetic femoral shaft fractures occurring at the tip of the stem – a biomechanical study of 5 techniques. *The Journal of Arthroplasty*. 2000;15: 523–8.

99. Ruchholtz S, Tomas J, Gebhard F, Larsen MS. Periprosthetic fractures around the knee-the best way of treatment. *European orthopaedics and traumatology*. 2013;4(2):93-102.
100. Masri BA, Meek RM, Duncan CP. Periprosthetic fractures evaluation and treatment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2004(420):80-95.
101. Hou Z, Bowen T, Smith W. Periprosthetic femoral fractures associated with hip arthroplasty. *Orthopaedics*. 2010;33: 908–16.
102. Hagel A, Siekmann H, Delank K-S. Periprothetische Femurfraktur – eine interdisziplinäre Herausforderung. *Deutsches Ärzteblatt* 2014:658-64.
103. Harris W, Sledge C. Total hip and total knee replacement (Part II). *N Engl J Med*. 1990;323: 801–7.
104. Ruchholtz S, Träger G, Nast-Kolb D. Die infizierte Hüftgelenksendoprothese. *Der Unfallchirurg*. 2004:307-19.
105. Neut D, van Horn JR, van Kooten TG, van der Mei HC, Busscher HJ. Detection of biomaterial-associated infections in orthopaedic joint implants. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003(413):261-8.
106. Kilgus DJ, Howe DJ, Strang A. Results of periprosthetic hip and knee infections caused by resistant bacteria. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002(404):116-24.
107. Garvin KL, Hanssen AD. Infection after total hip arthroplasty. Past, present, and future. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1995;77(10):1576-88.
108. Lortat-Jakob A. The infected hip prosthesis in *Surgical Techniques in Orthopaedics an Traumatology*. Editions Scientifiques et Medicales SAS. 2000.
109. Berry DJ, von Knoch M, Schleck CD, Harmsen WS. Effect of femoral head diameter and operative approach on risk of dislocation after primary total hip arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2005;87(11):2456-63.
110. Parvizi J, Picinic E, Sharkey PF. Revision total hip arthroplasty for instability: surgical techniques and principles. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2008;90(5):1134-42.
111. Mahoney CR, Pellicci PM. Complications in primary total hip arthroplasty: avoidance and management of dislocations. *Instructional course lectures*. 2003;52:247-55.
112. Dargel J, Oppermann J, Brüggemann G-P, Eysel P. Luxationen nach Hüftendoprothese. *Deutsches Ärzteblatt* 2014:884- 90.
113. Malik A, Maheshwari A, Dorr LD. Impingement with total hip replacement. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007; 89(8): 1832-42.
114. Scifert CF, Noble PC, Brown TD. Experimental and computational simulation of total hip arthroplasty dislocation. *Orthop Clin North Am*. 2001;32: 553–67.
115. Wetters NG, Murray TG, Moric M, Sporer SM, Paprosky WG, Della Valle CJ. Risk factors for dislocation after revision total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2013;471(2):410-6.

116. Perka C, Haschke F, Tohtz S. Luxationen nach Hüftendoprothetik. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2012;150: e89–e05.
117. Wera GD, Ting NT, Moric M, Paprosky WG, Sporer SM, Della Valle CJ. Classification and management of the unstable total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012;27(5):710-5.
118. von Knoch M, Berry DJ, Harmsen WS, Morrey BF. Late dislocation after total hip arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2002;84-a(11):1949-53.
119. Van Reenen M, Oppe M. EQ-5D-3L User Guide Basic information on how to use the EQ-5D-3L instrument 2015 [Available from: [https:// euro-qol.org/wp-content/uploads/2016/09/EQ-5D-3L\\_UserGuide\\_2015.pdf](https://euro-qol.org/wp-content/uploads/2016/09/EQ-5D-3L_UserGuide_2015.pdf)].
120. Devlin NJ, Brooks R. EQ-5D and the EuroQol Group: Past, Present and Future. *Applied Health Economics and Health Policy*. 2017;15(2):127-37.
121. Bellamy N. WOMAC Osteoarthritis Index User Guide. 2005.
122. Seyfarth H. Die Prinzipien der Neutral-Null-Durchgangsmethode. *Beiträge Orthopädie und Traumatologie*. 1974;21: 276-85
123. Engelhardt Lexikon Orthopädie und Unfallchirurgie. Springer Verlag; 2017. Ossifikation, periartikulär.
124. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH, Jr. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1973; 55(8):1629-32.
125. Kölbl O, Barthel T, Krödel A, Seegenschmiedt MH. Prävention von heterotopen Ossifikationen nach Totalendoprothese des Hüftgelenks. *Dtsch Arztebl International*. 2003;100(45):2944-.
126. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1979(141):17-27.
127. Roth A. Periprothetische Osteopenie. In: Kurth A, Lange U, editors. *Fachwissen Osteologie*: Elsevier Verlag; 2018.
128. Andress H-J, von Rückmann B, Zwönitzer R, Kahl S, Ringling M, Lob G. Veränderung der Knochenmasse des Femurs nach zementfreier Implantation einer modularen Hüftprothese (MHP) mit langem Schaft. *Der Unfallchirurg*. 2001;104(7):622-8.
129. Engh CA, O'Connor D, Jasty M, McGovern TF, Bobyn JD, Harris WH. Quantification of implant micromotion, strain shielding, and bone resorption with porous-coated anatomic medullary locking femoral prostheses. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1992(285):13-29.
130. Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH. Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1987;69(1):45-55.
131. DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1976 (121):20-32.
132. Schneider U, Thomsen M, Brocai D, Niethard F. Der Einsatz neuer biochemischer Marker in der Diagnostik aseptischer Hüftendoprothesenlockerungen. *Zeitschrift für Orthopädie*. 1997.

133. Manaster BJ. From the RSNA refresher courses. Total hip arthroplasty: radiographic evaluation. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 1996;16(3):645-60.
134. Kennedy JG, Rogers WB, Soffe KE, Sullivan RJ, Griffen DG, Sheehan LJ. Effect of acetabular component orientation on recurrent dislocation, pelvic osteolysis, polyethylene wear, and component migration. *J Arthroplasty.* 1998;13(5):530-4.
135. Leichtle U, Gosselke N, Wirth CJ, Rudert M. [Radiologic evaluation of cup placement variation in conventional total hip arthroplasty]. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin.* 2007;179(1):46-52.
136. Callaghan JJ, Salvati EA, Pellicci PM, Wilson PD, Jr., Ranawat CS. Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1985;67(7):1074-85.
137. Haar P. Die Akzeleration des Femoralen Offsets und die Auswirkungen auf die Hüftgelenkprothetik. Rostock: Universität Rostock; 2007.
138. [Available from: <https://www.scipy.org>].
139. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition Today.* 2015;50(3):117-28.
140. Tetsunaga T, Fujiwara K, Endo H, Noda T, Tetsunaga T, Sato T, et al. Total hip arthroplasty after failed treatment of proximal femur fracture. *Archives of orthopaedic and trauma surgery.* 2017;137(3):417-24.
141. Lachiewicz PF. Abductor tendon tears of the hip: evaluation and management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2011;19(7):385-91.
142. Muller M, Tohtz S, Dewey M, Springer I, Perka C. Evidence of reduced muscle trauma through a minimally invasive anterolateral approach by means of MRI. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2010;468(12):3192-200.
143. Mittal R, Banerjee S. Proximal femoral fractures: Principles of management and review of literature. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* 2012;3(1):15-23.
144. Zahar A, Rastogi A, Kendoff D. Dislocation after total hip arthroplasty. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine.* 2013;6(4):350-6.
145. Berry DJ. Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am.* 1999;30(2):183-90.
146. Berry DJ. Management of periprosthetic fractures: the hip. *J Arthroplasty.* 2002;17(4 Suppl 1):11-3.
147. Lewallen DG, Berry DJ. Periprosthetic fracture of the femur after total hip arthroplasty: treatment and results to date. *Instructional course lectures.* 1998;47:243-9.
148. Clift B. Periprosthetic fracture of the femur. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 2000;82(3):446-7.
149. ASSOCIATION AO. 2017 ANNUAL REPORT. NATIONAL JOINT REPLACEMENT REGISTRY Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty. 2017.
150. Jansson K, Granath F. Health-related quality of life (EQ-5D) before and after orthopedic surgery. *Acta orthopaedica.* 2011;82(1):82-9.

151. Clarke A, Pulikottil-Jacob R, Grove A, Freeman K, Mistry H, Tsertsvadze A, et al. Total hip replacement and surface replacement for the treatment of pain and disability resulting from end-stage arthritis of the hip (review of technology appraisal guidance 2 and 44): systematic review and economic evaluation. *Health Technology Assessment*. 2015.
152. Verra W, Kernkamp W, van Hilten J, van de Watering L, Chander B, Bloem R, et al. Patient satisfaction and quality of life at least 10 years after total hip or knee arthroplasty. *International Journal of Orthopaedics Sciences* 2016;2(): 05-9.
153. Vogl M, Leidl R, Plötz W, Gutacker N. Comparison of pre- and post-operative health-related quality of life and length of stay after primary total hip replacement in matched English and German patient cohorts. *Quality of Life Research*. 2015;24(2):513-20.
154. Nemes S, Burstrom K, Zethraeus N, Eneqvist T, Garellick G, Rolfson O. Assessment of the Swedish EQ-5D experience-based value sets in a total hip replacement population. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*. 2015;24(12):2963-70.
155. Soderman P, Malchau H, Herberts P, Zugner R, Regner H, Garellick G. Outcome after total hip arthroplasty: Part II. Disease-specific follow-up and the Swedish National Total Hip Arthroplasty Register. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 2001;72(2):113-9.
156. Soohoo NF, Vyas RM, Samimi DB, Molina R, Lieberman JR. Comparison of the responsiveness of the SF-36 and WOMAC in patients undergoing total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2007;22(8):1168-73.
157. Zweymuller KA, Schwarzingler UM, Steindl MS. Radiolucent lines and osteolysis along tapered straight cementless titanium hip stems: a comparison of 6-year and 10-year follow-up results in 95 patients. *Acta orthopaedica*. 2006;77(6):871-6.
158. Khalily C, Whiteside LA. Predictive value of early radiographic findings in cementless total hip arthroplasty femoral components: an 8- to 12-year follow-up. *J Arthroplasty*. 1998;13(7):768-73.
159. Girard J, Roche O, Wavreille G, Canovas F, Le Béguet P. Stem subsidence after total hip revision: 183 cases at 5.9 years follow-up. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2011;97(2):121-6.
160. Parvizi J, Keisu KS, Hozack WJ, Sharkey PF, Rothman RH. Primary total hip arthroplasty with an uncemented femoral component: a long-term study of the taperloc stem. *The Journal of Arthroplasty*. 2004;19(2):151-6.
161. Jakim I, Barlin C, Sweet MBE. RM isoelastic total hip arthroplasty: A review of 34 cases. *The Journal of Arthroplasty*. 1988;3(3):191-9.
162. Amstutz HC, Nasser S, More RC, Kabo JM. The anthropometric total hip femoral prosthesis. Preliminary clinical and roentgenographic findings of exact-fit cementless application. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1989(242):104-19.
163. Ritter MA, Fechtman RW. Distal cortical hypertrophy following total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1988;3(2):117-21.
164. Cho YJ, Chun YS, Rhyu KH, Baek JH, Liang H. Distal femoral cortical hypertrophy after hip arthroplasty using a cementless doubletapered fe-

- moral stem. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*. 2016; 24(3): 317-22.
165. Engh CA, Jr., Young AM, Engh CA, Sr., Hopper RH, Jr. Clinical consequences of stress shielding after porous-coated total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003(417):157-63.
  166. Bugbee WD, Culpepper WJ, 2nd, Engh CA, Jr., Engh CA, Sr. Long-term clinical consequences of stress-shielding after total hip arthroplasty without cement. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1997;79(7):1007-12.
  167. Kocic M, Lazovic M, Mitkovic M, Djokic B. Clinical significance of the heterotopic ossification after total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 2010; 33(1):16.
  168. Egli S, Rodriguez J, Ganz R. Heterotopic ossification in total hip arthroplasty: the significance for clinical outcome. *Acta orthopaedica Belgica*. 2000;66(2):174-80.
  169. Bal BS, Lowe JA, A EG, Aleto TJ. Heterotopic ossification after 2-incision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2010;25(4):538-40.
  170. Spinarelli A, Patella V, Petrerà M, Abate A, Pesce V, Patella S. Heterotopic ossification after total hip arthroplasty: our experience. *Musculoskeletal surgery*. 2011;95(1):1-5.
  171. Tippetts DM, Zaryanov AV, Burke WV, Patel PD, Suarez JC, Ely EE, et al. Incidence of heterotopic ossification in direct anterior total hip arthroplasty: a retrospective radiographic review. *J Arthroplasty*. 2014;29(9): 1835-8.
  172. Bevölkerung auf Grundlage des Zensus 2011 Wiesbaden: Statistisches Bundesamt; [Available from: [https://www.destatis.de/DE/Zahlen\\_Fakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/Zensus\\_Geschlecht\\_Staatsangehoerigkeit.html](https://www.destatis.de/DE/Zahlen_Fakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/Zensus_Geschlecht_Staatsangehoerigkeit.html)].
  173. Jerosch J, Heisel J. Endoprothesenschule. Rehabilitations- und Betreuungskonzepte für die ärztliche Praxis. *Dtsch Arztebl International*. 1996; 93(40):2516-.
  174. Müller E, Mittag O, Gülich M, Uhlmann A, Jäckel W. Systematische Literaturanalyse zu Therapien in der Rehabilitation nach Hüft- und Kniegelenks-Total-Endoprothesen: Methoden, Ergebnisse und Herausforderungen. *Die Rehabilitation*. 2009;48:72.

## **7 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift**

Die Arbeit wurde in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen unter Betreuung meines Doktorvaters, Herrn Prof. Dr. med. B.G. Ochs sowie Herrn Dr. med. C. E. Gonser und Frau Dr. med. A. J. Schreiner durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch bzw. in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. med. B. G. Ochs und Frau Dr. med. A. J. Schreiner, Assistenzärztin für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen.

Alle Daten sowie Patientenakten wurden von der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen zur Verfügung gestellt. Die Daten- und Aktenrecherche wurde eigenständig von mir durchgeführt.

Die Kontaktaufnahme sowie Terminvereinbarung zur Nachuntersuchung wurden durch mich sowie Frau T. Weihing, Sekretärin der Abteilung für Endoprothetik, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen realisiert.

Sämtliche Untersuchungen sowie radiologische Auswertungen wurden eigenständig von mir unter Aufsicht von Herrn Dr. med. C. E. Gonser, Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie sowie Oberarzt an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen und von Frau Dr. med. A. J. Schreiner, Assistenzärztin für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig nach Anleitung und Einarbeitung durch Herrn Dipl.-inf. T. Lauer.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 15.01.2019

## 8 Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle für die Unterstützung, kollegiale Zusammenarbeit sowie Motivation bei der Durchführung der Studie sowie dem Erstellen der Dissertationsarbeit bedanken.

Hierbei danke ich Herrn Univ.- Prof. Dr. med. U. Stöckle, ärztlicher Direktor der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen sowie meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. B.G. Ochs, Chefarzt der orthopädischen Klinik am Vincenzius-Krankenhaus Konstanz für die Überlassung des Themas dieser Dissertationsarbeit sowie die fortwährende Betreuung als Doktorandin, auch nach beruflichem Klinikwechsel.

Des Weiteren und insbesondere möchte ich mich bei meiner Betreuerin Frau Dr. med. A.J. Schreiner, Assistenzärztin für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie sowie Herrn Dr. med. C. E. Gonser, Oberarzt in der Sektion für Traumatologie und Rekonstruktive Chirurgie an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen für die Anleitung sowie kontinuierliche Hilfestellung und Unterstützung, auch außerhalb der Arbeitszeit bedanken.

Ein weiterer Dank gilt Frau Leonie Wellhäuser, leitende medizinisch-technische Radiologie Assistentin sowie den Kolleginnen der Abteilung für die Durchführung der radiologischen Diagnostik sowie die Hilfeleistung bei der Rekrutierung extern, archivierter Röntgenbilder sowie deren Digitalisierung; und Frau Tina Weihing, Sekretärin der Sektion für Endoprothetik für die Unterstützung bei der Kontaktaufnahme sowie Einbestellung der Studienpatienten.

Zudem möchte ich Herrn Thomas Lauer für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung und Datenverarbeitung sowie Herrn Christoph Steidle, Kommilitone an der Eberhard Karls Universität Tübingen und Doktorand der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen für die dauerhafte Ermutigung und Motivation im Rahmen der Dissertationsarbeit danken.

Ebenso gilt mein herzlicher Dank meiner lieben Familie sowie meinen Freunden.

## 9 Anhang

### 9.1 Einladungsschreiben zur Studie



Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik,  
Schnarrenbergstr. 95, 72076 Tübingen

An Herrn  
Max Mustermann  
Musterstraße 12  
12345 Musterdorf

Unfall- und  
Wiederherstellungschirurgie  
Unfallchirurgische Klinik an der  
Eberhard Karls Universität  
Tübingen

Ärztlicher Direktor:  
Prof. Dr. med. U. Stöckle

Ihr Zeichen:  
Ihre Nachricht vom:  
Unser Zeichen:

Ansprechpartner/in: LA PD Dr. med. Ochs  
Telefon: 0 70 71/ 606 - 1838  
Fax: 0 70 71/ 606 - 1186  
E-Mail: tweihing@bgu-tuebingen.de

Datum: 01.01.2016

Sehr geehrter Herr Mustermann,

Sie haben in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen nach einer osteosynthetisch versorgten, proximalen Oberschenkelfraktur eine Hüftprothese erhalten. Wir möchten nun die Ergebnisse dieser Operation im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie langfristig verfolgen, um daraus Schlüsse für andere Patienten zu ziehen. Um dies zu erreichen, bitten wir Sie um Ihre Mithilfe, indem Sie sich für eine Nachuntersuchung zur Verfügung stellen.

Wir möchten Sie daher zu einer Nachuntersuchung in unsere Ambulanz einladen. Als Nachuntersuchungstermin haben wir für Sie

**Freitag, den XX.XX.201X um XX.00 Uhr**

vorgesehen. Bitte melden Sie sich zum angegebenen Termin beim Eintreffen in unserer Klinik (Ambulanzeingang) entsprechend der Beschilderung an der Röntgenleitstelle und bringen dieses Schreiben mit.

Die ärztliche Nachuntersuchung ist für Sie völlig kostenfrei. Sie erhalten dabei wichtige Informationen über den Zustand und die Funktion Ihres Kunstgelenkes. Leider übernehmen die Krankenkassen für diese Nachuntersuchung keinerlei Nebenkosten (Fahrtkosten, Verdienstaussfall usw.).

Sollten Sie zum o.g. Zeitpunkt nicht erscheinen können, bitten wir um eine kurze Nachricht unter der Tel.Nr.: 07071-606-1838 (Frau Weihing, Sekretariat OA Dr. Ochs).

Für Ihr Verständnis und Ihre Bemühungen, sich für eine Untersuchung zur Verfügung zu stellen, möchten wir Ihnen im Voraus herzlich danken.

Mit freundlichen Grüßen

PD Dr. med. G. Ochs  
Oberarzt UWCH

Anna J. Schreiner  
Assistenzärztin

Luisa Schneider  
cand. med.

BG Klinik Tübingen  
Schnarrenbergstr. 95  
72076 Tübingen  
Tel.: +49 7071 606-0  
Fax: +49 7071 606-1902  
www.bgu-tuebingen.de

Volksbank Tübingen  
BIC: GENODE33TUB  
IBAN: DE32 6419 0110 0001 0050 06  
Kreissparkasse Tübingen  
BIC: SOLADE33TUB  
IBAN: DE62 6415 0020 0000 0057 20

USt-IDNr. DE 143293432  
IK-Nr. 260840131

Träger:  
BG Kliniken Ludwigshafen und Tübingen gGmbH  
Registergericht – Amtsgericht Ludwigshafen am Rhein  
HRB 64627, Sitz: Ludwigshafen am Rhein  
Geschäftsführer: Fabian Ritter

## 9.2 Informationsblatt zur Studie

### Anlage 1: Informationsblatt

#### **BERUFGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN**

Schnarrenbergstr. 95, 72076 Tübingen  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. U. Stöckle



Studienkoordinator: OA PD Dr. G. Ochs  
Telefon: 07071-606-3017  
Email: gochs@bgu-tuebingen.de

#### **Informationsblatt zur Studie:**

#### **" Hüftprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur - klinische und radiologische Outcome-Analyse "**

Sehr geehrte(r) Patient(in),

Sie haben an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen ein künstliches Hüftgelenk (Hüfttotalendoprothese) nach mit Platte oder Nagel versorgter proximaler Femurfraktur (Schenkelhalsbruch, Bruch des körpernen Oberschenkels) erhalten. Insbesondere nach einer osteosynthetisch stabilisierten, proximalen Femurfraktur ist die Verankerung einer Hüfttotalendoprothese aufgrund der veränderten Anatomie des körpernen Oberschenkels/ Schenkelhalses, der oftmals verminderten Knochenqualität, bestehender Knochensubstanzdefekte, sowie z.T. fehlender Ausheilung des Frakturspalts technisch sehr anspruchsvoll.

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie wollen wir den Verlauf der eingesetzten Hüfttotalendoprothese nach osteosynthetisch versorgter, proximaler Femurfraktur langfristig nachverfolgen. Eventuell aufgetretene Veränderungen, wie z.B. Lockerungen, können so erkannt werden. Ihre mehrjährige Erfahrung mit der einliegenden Hüfttotalendoprothese ist für uns von großer Wichtigkeit, da wir unser Behandlungsschema verbessern und dazu auf langfristige Ergebnisse bauen wollen. Das Behandlungsschema für zukünftige Patienten wird nach den Ergebnissen dieser wissenschaftlichen Nachuntersuchungen gestaltet.

Im Rahmen der Nachuntersuchung haben wir für Sie daher sowohl eine körperliche als auch radiologische Untersuchung in unserer Ambulanz vorgesehen. Die Röntgenuntersuchung ist eine Aufnahme des Beckens und des betroffenen Hüftgelenkes in 2 Ebenen (wie bei den bisherigen Nachuntersuchungen), entspricht also auch der gleichen Strahlenbelastung. Ein besonderes Risiko ist nicht zu erwarten. Nachteile entstehen Ihnen außer dem Zeitaufwand von etwa 60 Minuten keine. Unter Zuhilfenahme von Fragebögen wollen wir neben den Untersuchungen auch Ihre Zufriedenheit und Ihre Mobilität im Alltag erfassen.

Wir wollen Sie darauf hinweisen, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und dass Sie Ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angabe von Gründen, ohne Nachteile für die weitere Behandlung, widerrufen können. Die in der Studie gesammelten Daten werden gemäß der ärztlichen Schweigepflicht behandelt. Es werden keine persönlichen Angaben vervielfältigt. Die für die klinische Prüfung wichtigen Daten werden zunächst pseudonymisiert und erst dann gespeichert, ausgewertet und gegebenenfalls weitergegeben. Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummern- und/oder Buchstabencode, evtl. mit Angabe des Geburtsjahres. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden nur in verschlüsselter Form weitergegeben oder veröffentlicht.

Die Zustimmung der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen wurde für diese Untersuchung eingeholt.

Ihr Ärzteteam

Prof. Dr. med. U. Stöckle  
Ärztlicher Direktor

PD Dr. med. G. Ochs  
Oberarzt

Anna J. Schreiner  
Assistenzärztin

cand. med. Luisa Schneider  
Doktorandin

### 9.3 Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme

#### Anlage 2: Einwilligungserklärung

#### **BERUFGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN**

Schnarrenbergstr. 95, 72076 Tübingen  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. U. Stöckle



Studienkoordinator: OA PD Dr. G. Ochs  
Telefon: 07071-606-3017  
Email: gochs@bgu-tuebingen.de

Laufende Nr. des Patienten:

#### **Einwilligungserklärung zur Studie:**

#### **" Hüftprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur - klinische und radiologische Outcome-Analyse "**

Mit dieser Einwilligungserklärung bestätige ich, dass ich über Ziele, Dauer, Ablauf, Nutzen, sowie Risiken und Nebenwirkungen der Studienteilnahme informiert wurde.

Ich bestätige, dass ich darüber informiert wurde, dass die Teilnahme an der Untersuchung freiwillig ist und dass das Einverständnis jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile widerrufen werden kann.

Ich erkläre, dass ich mit der im Rahmen der Nachuntersuchung erfolgenden Aufzeichnung von Krankheitsdaten/Studiendaten und ihrer pseudonymisierten Auswertung einverstanden bin.

Ich weiß, dass die Daten für die Vorbereitung von zukünftigen Veröffentlichungen gespeichert werden und dass ich in solchen Veröffentlichungen zu keinem Zeitpunkt ohne mein schriftliches Einverständnis persönlich identifiziert werden kann.

Durch meine Unterschrift erkläre ich meine Zustimmung zur Teilnahme an obiger Studie.

Tübingen, den \_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Patient/in

## 9.4 Frage- und Evaluationsbogen zur Studie

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

### **BERUFGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN**

Schnarrenbergstr. 95, 72076 Tübingen

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. U. Stöckle



Studienkoordinator: OA PD Dr. G. Ochs  
Telefon: 07071-606-3017  
Email: gochs@bgu-tuebingen.de

Laufende Nr. des Patienten:

**Frage- und Evaluationsbogen zur Studie:**

**" Hüftprothesenimplantation nach osteosynthetisch versorgter proximaler Femurfraktur -  
klinische und radiologische Outcome-Analyse "**

- Teil I:       Vorgeschichte**
- Teil II:       Fragebogen**
- Teil III:      Klinischer Untersuchungsbefund**
- Teil IV:      Radiologischer Untersuchungsbefund**

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Teil I: Vorgeschichte**

Allgemeine und internistische Begleiterkrankungen:

---

---

---

---

---

Orthopädisch/unfallchirurgische Begleiterkrankungen:

---

---

---

---

---

Voroperationen betroffenes Hüftgelenk:

---

---

---

---

---

**Operationen Frakturversorgung:**

Datum: \_\_\_\_\_

Klassifikation: \_\_\_\_\_

Implantat: \_\_\_\_\_

---

**Komplikationen postoperativ/welterer Verlauf:**  ja  nein

---

---

**Metallentfernung:**  ja  nein

Datum: \_\_\_\_\_

**Weitere Folgeeingriffe am betroffenen Hüftgelenk:**  ja  nein

---

---

---

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Operation HTP-Implantation:**

Datum: \_\_\_\_\_

**Implantate:**

Pfanne: \_\_\_\_\_ zementfrei:  ja  nein  
Schaft: \_\_\_\_\_ zementfrei:  ja  nein  
Allograft:  ja  nein Autograft:  ja  nein Entnahmestelle: \_\_\_\_\_

**Besonderheiten:**

präop. Bestrahlung:  ja  nein  
sonstiges: \_\_\_\_\_

Wundabstrich:  ja  nein

negativ  positiv, Erregerart: \_\_\_\_\_  
Antibiose (ja, nein / welche): \_\_\_\_\_

Periop. AB-Prophylaxe:  nein  ja, und zwar: \_\_\_\_\_

Ossifikationsprophylaxe:  nein  ja, und zwar: \_\_\_\_\_

OP-Dauer: \_\_\_\_\_

Blutverlust: \_\_\_\_\_

Eigenblut  ja  nein Anzahl: \_\_\_\_\_; Fremdblut:  ja  nein Anzahl: \_\_\_\_\_;

**Komplikationen Intraoperativ:**  ja  nein

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Komplikationen postoperativ/welterer Verlauf:**  ja  nein

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Dauer stationärer Aufenthalt: \_\_\_\_\_

**Folgeeingriffe am betroffenen Hüftgelenk:**  ja  nein

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Gelenkfunktion:**

**vor H-TEP Implantation**

Extension-Flexion	re	___/___/___	li	___/___/___
Abduktion-Adduktion	re	___/___/___	li	___/___/___
Außenrotation-Innenrot.	re	___/___/___	li	___/___/___

**nach H-TEP Implantation**

Extension-Flexion	re	___/___/___	li	___/___/___
Abduktion-Adduktion	re	___/___/___	li	___/___/___
Außenrotation-Innenrot.	re	___/___/___	li	___/___/___

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Teil II: Fragebogen**

**Geschlecht:** weiblich [ ] männlich [ ]

Zuletzt ausgeübter Beruf: \_\_\_\_\_

Geb.Datum: \_\_\_\_\_

Alter bei Untersuchung: \_\_\_\_\_

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm; Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

**Wie zufrieden sind Sie mit ihrem künstlichen Hüftgelenk?**

(Bitte Noten von 1-5 vergeben)

	äußerst zufrieden	sehr zufrieden	zufrieden	ausreichend	unzufrieden
	1	2	3	4	5
Künstliches Hüftgelenk rechts:	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Künstliches Hüftgelenk links:	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Wie weit können Sie schmerzfrei gehen?**

	Uneinge- schränkt	ca. 500m	ca. 300m	nur im Haus	gar nicht (Bett oder
Stuhl)	[ ] 11P.	[ ] 8 P.	[ ] 5 P.	[ ] 2 P.	[ ] 0 P.

**Nehmen Sie aufgrund Ihrer Schmerzen Medikamente ein?**

regelmäßig [ ] bei Bedarf [ ] nein [ ]

**Seit wann haben Sie Schmerzen?**

Mind. 1 Jahr	10-12 Mon.	7-9 Mon.	4-6 Mon.	1-3 Mon.	wenige Wochen
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

**Western Ontario and McMaster Universities ArthroseIndex (WOMAC)**

**A) Schmerzfragen**

**Wie starke Schmerzen hatten Sie in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen beim:**

- 1.) **Gehen auf ebenem Boden**  
keine Schmerzen  extreme Schmerzen
- 2.) **Treppen hinauf- oder hinuntersteigen**  
keine Schmerzen  extreme Schmerzen
- 3.) **Nachts im Bett**  
keine Schmerzen  extreme Schmerzen
- 4.) **Sitzen oder Liegen**  
keine Schmerzen  extreme Schmerzen
- 5.) **Aufrecht stehen**  
keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**B) Fragen zur Steifigkeit**

**Wie stark war die Steifigkeit d.h. Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen?**

- 1.) **Morgens nach dem Erwachen**  
keine Steifigkeit  extreme Steifigkeit
- 2.) **Nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages**  
keine Steifigkeit  extreme Steifigkeit

**C) Fragen zur körperlichen Tätigkeit**

**Wie schwierig war es für Sie in den letzten 2 Tagen aufgrund des betroffenen (ggf. operierten) Gelenkes sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern?**

- 1.) **Treppen hinuntersteigen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 2.) **Treppen hinaufsteigen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 3.) **Aufstehen vom Sitzen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

- 4.) **Stehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 5.) **Sich zum Boden bücken**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 6.) **Gehen auf ebenem Boden**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 7.) **Einsteigen ins Auto / Aussteigen aus dem Auto**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 8.) **Einkaufen gehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 9.) **Socken / Strümpfe anziehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 10.) **Aufstehen vom Bett**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 11.) **Socken / Strümpfe ausziehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 12.) **Liegen im Bett**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 13.) **Ins Bad / aus dem Bad steigen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 14.) **Sitzen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 15.) **Sich auf die Toilette setzen / Aufstehen von der Toilette**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 16.) **Anstrengende Hausarbeiten**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 17.) **Leichte Hausarbeiten**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

### Gesundheitsfragebogen EQ-5D

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten beschreibt.

#### Beweglichkeit / Mobilität:

- ich habe keine Probleme herumzugehen
- ich habe einige Probleme herumzugehen
- ich bin ans Bett gebunden

#### Für sich selbst sorgen

- ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen
- ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen
- ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen

#### Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familie- oder Freizeitaktivität)

- ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

#### Schmerzen / Körperliche Beschwerden

- ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

#### Angst / Niedergeschlagenheit

- ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- ich bin extrem ängstlich oder deprimiert

#### Verglichen mit meinem allgemeinen Gesundheitszustand während der vergangenen 12 Monate ist mein heutiger Gesundheitszustand

- besser
- im großen und ganzen etwa gleich
- schlechter

#### Einschätzung heutiger Gesundheitszustand

0    10    20    30    40    50    60    70    80    90    100

**schlechtester**  
denkbarer  
Gesundheitszustand

**bester**  
denkbarer  
Gesundheitszustand

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Harris Hip Score (Teil I)**

I. Schmerz (maximal 44 Punkte)	
<input type="checkbox"/> Keine Schmerzen	44 Punkte
<input type="checkbox"/> Schwache, gelegentlich auftretende Schmerzen	40 Punkte
<input type="checkbox"/> Leichte Schmerzen ohne Einfluss auf übliche körperliche Aktivitäten	30 Punkte
<input type="checkbox"/> Mäßige Schmerzen, tolerabel, mit Einschränkung von üblichen körperlichen Aktivitäten oder Arbeit	20 Punkte
<input type="checkbox"/> Starke Schmerzen mit deutlicher Aktivitätseinschränkung	10 Punkte
<input type="checkbox"/> Schmerzen auch im Ruhezustand	0 Punkte

II. Funktion (maximal 47 Punkte)	
<i>II.1 Aktivitäten aus dem alltäglichen Leben (maximal 14 Punkte)</i>	
<b>1. Treppensteigen</b>	
<input type="checkbox"/> Ohne Geländerbenutzung	4 Punkte
<input type="checkbox"/> Mit Geländerbenutzung	2 Punkte
<input type="checkbox"/> Irgendwie	1 Punkt
<input type="checkbox"/> Treppensteigen ist unmöglich	0 Punkte
<b>2. Schuhe und Socken anziehen</b>	
<input type="checkbox"/> Mühelos	4 Punkte
<input type="checkbox"/> Mit Schwierigkeiten	2 Punkte
<input type="checkbox"/> Schuhe und Socken anziehen unmöglich	0 Punkte
<b>3. Sitzen auf einem Stuhl</b>	
<input type="checkbox"/> Bequem	5 Punkte
<input type="checkbox"/> Auf erhöhtem Stuhl für eine halbe Stunde	3 Punkte
<input type="checkbox"/> Sitzen auf dem Stuhl unmöglich	0 Punkte

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

4. Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel	
<input type="checkbox"/> Möglich	1 Punkt
<input type="checkbox"/> Unmöglich	0 Punkte

<i>II.2 Gehfähigkeit (maximal 33 Punkte)</i>			
1. Hinken		2. Benutzung von Gehhilfen	
<input type="checkbox"/> Kein Hinken	11 Punkte	<input type="checkbox"/> Keine Hilfsmittel	11 Punkte
<input type="checkbox"/> Leichtes Hinken	8 Punkte	<input type="checkbox"/> Einen Stock nur bei langem Gehen	7 Punkte
<input type="checkbox"/> Mäßiges Hinken	5 Punkte	<input type="checkbox"/> Fast immer einen Stock	5 Punkte
<input type="checkbox"/> Starkes Hinken	0 Punkte	<input type="checkbox"/> Eine Krücke	3 Punkte
		<input type="checkbox"/> Zwei Stöcke	2 Punkte
		<input type="checkbox"/> Zwei Krücken	0 Punkte
		<input type="checkbox"/> Gehunfähig	0 Punkte
3. Geheleistung			
<input type="checkbox"/> Uneingeschränkt			11 Punkte
<input type="checkbox"/> 30-60 min			8 Punkte
<input type="checkbox"/> bis 15 min			5 Punkte
<input type="checkbox"/> nur im Haus			2 Punkte
<input type="checkbox"/> gehunfähig			0 Punkte

**Ihr Studienarzt bedankt sich ganz herzlich für das Ausfüllen der Fragebögen.**

**Sollte eine Frage unklar sein oder sollten Sie Fragen haben, sprechen Sie diese bitte mit Ihrem betreuenden Studienarzt durch.**

**Teil III: Klinischer Untersuchungsbefund**

**Datum:** \_\_\_\_\_

**Zeltraum seit OP (Monate):** \_\_\_\_\_

**Harris Hip Score (Teil II)**

**III. Ausschluss von Deformitäten (Maximal 4 Punkte)**

Für „Mangel an Deformierungen“ werden 4 Punkte vergeben, falls der Patient folgendes aufweist :

- a) weniger als 30° Flexionskontraktur (<30° -1P)
- b) weniger als 10° Adduktionskontraktur (<10° -1P)
- b) weniger als 10° Innenrotationskontraktur (<10° -1P)
- d) weniger als 3,2 cm Beinlängendifferenz (<3,2cm -1P)

\_\_\_\_\_ Punkte

**IV. Bewegungsausmaß**

Die Indexwerte werden bestimmt, indem die Gradmaße der möglichen Bewegungen mit den angegebenen Indexwerten multipliziert werden:

Flexion	0° – 45° x 1,0	
	45° – 90° x 0,6	
	90° – 110° x 0,3	
	>110° x 0	_____ Punkte
Extension	alle x 0	_____ Punkte
Abduktion	0° – 15° x 0,8	
	15° – 20° x 0,3	
	> 20° x 0	_____ Punkte
Adduktion	0° – 15° x 0,2	_____ Punkte
Außenrotation in Extension	0° – 15° x 0,4	
	> 15° x 0	_____ Punkte
Innenrotation in Extension	alle x 0	_____ Punkte

Zur Berechnung des End-Indexes für das Bewegungsausmaß :  
Summe x 0,05 = \_\_\_\_\_

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Lokalbefund**

Muskelatrophie: keine [ ]  
 Oberschenkel [ ]                      Unterschenkel [ ]  
 Ober- und Unterschenkel [ ]

Haut/Narben: gerötet [ ]                      überwärmt [ ]  
 verschieblich [ ]                      Narbenkeloid [ ]  
 druckempfindlich [ ]                      Hyperkeratose [ ]

Druckschmerz: kein [ ]                      gesamtes Gelenk [ ]  
 Leistendruckschmerz re [ ]                      li [ ]  
 Trochanter-Klopfschmerz re [ ]                      li [ ]  
 Stauchungsschmerz re [ ]                      li [ ]  
 Rüttelshmerz re [ ]                      li [ ]

Grobe Kraft:

Streckung seitengleich [ ]                      vermindert [ ]  
 Beugung seitengleich [ ]                      vermindert [ ]

Sensibilität: keine Einschränkung [ ]                      Einschränkung \_\_\_\_\_

Motorik: keine Einschränkung [ ]                      Einschränkung \_\_\_\_\_

Trendelenburg-Hinken: re [ ]                      li [ ]                      Einbeinstand: re [ ]                      li [ ]

Hocke: voll [ ]                      hälftig [ ]                      ein Drittel [ ]

Zehenspitzenstand: re [ ]                      li [ ]                      Zehensp.gang re [ ]                      li [ ]

Fersenstand: re [ ]                      li [ ]                      Fersengang re [ ]                      li [ ]

Beinlänge re: \_\_\_\_\_ li: \_\_\_\_\_

Gelenkfunktion aktuell

Extension-Flexion re \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_                      li \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
 Abduktion-Adduktion re \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_                      li \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
 Außenrotation-Innenrot. re \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_                      li \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Beinumfangsmaße in cm:                      rechts                      links

20 cm oberhalb inneren KG- Spalt		
10 cm oberhalb inneren KG- Spalt		
Patellamitte		
15 cm unterhalb inneren KG- Spalt		
Unterschenkel, kleinster Umfang		
Knöchel		
Rist über Kahnbein		
Vorfußballen		

**Teil IV: Radiologischer Untersuchungsbefund**

**4.1 Präoperatives Röntgen:**

**Datum der Röntgenbilder:** \_\_\_\_\_

**Beinlängendifferenz:** \_\_\_\_\_ mm

**Femorales Offset:** \_\_\_\_\_ mm re. / \_\_\_\_\_ mm li.

**Schenkelhals:** varisch [ ] valgisch [ ] neutral [ ]  
Impaktion ja [ ] nein [ ]  
Pseudarthrose ja [ ] nein [ ]  
Hüftkopfnekrose ja [ ] nein [ ]  
Osteosynth. Mat. ja [ ] nein [ ]

**Heterotope Ossifikationen nach Brooker:**

- Grad 0 keine periartikulären Ossifikationen
- Grad I kleine, isolierte Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken
- Grad II Ossifikationen, die einen Mindestabstand von mehr als 1 cm zwischen gegenüberliegenden Oberflächen frei lassen
- Grad III Abstand von weniger als 1 cm
- Grad IV komplette knöcherne Spange zwischen Femurkopf und Becken, klinisch Ankylose Hüftgelenke

**Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence:**

- Grad 0 ohne Befund
- Grad I beginnende Osteophyten
- Grad II mäßige GS Verschmälnerung und sc. Sklerosierung
- Grad III GS Verschmälnerung >50%, fortgeschrittene subchondrale Sklerosierung und Osteophyten
- Grad IV Gelenkdestruktion, aufgehobener GS, Geröllzysten, Subluxation

**Besonderheiten/Sonstiges:**

---

---

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

#### **4.2 Postoperatives Röntgen**

**Datum der Röntgenbilder:** \_\_\_\_\_

**Beinlängendifferenz:** \_\_\_\_\_ mm

**Femorales Offset:** \_\_\_\_\_ mm re. / \_\_\_\_\_ mm li.

**Inklination Pfanne:** \_\_\_\_\_ °

**Schaftposition:**  neutral  varus \_\_\_\_°  valgus \_\_\_\_°

#### **4.3 Aktuelles Röntgen**

**Datum der Röntgenbilder:** \_\_\_\_\_

**Beinlängendifferenz:** \_\_\_\_\_ mm

**Femorales Offset:** \_\_\_\_\_ mm re. / \_\_\_\_\_ mm li.

##### **4.3.1. Analyse Pfanne:**

**Pfanne**  fest  gelockert  gewechselt

**Typ:**  zementiert  zementfrei/pressfit

Schraubring  Abstützring

##### **Lockerungssäume am Implantat-Knochen-Interface nach DeLee und Charnley**

Ja  nein

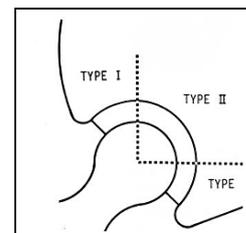
**Maximale Weite:** Zone I: \_\_\_\_\_ mm

Zone II: \_\_\_\_\_ mm

Zone III: \_\_\_\_\_ mm

**Progression:**  Ja  nein

**Maximale Weite:** \_\_\_\_\_ mm



Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Pfanneninlay**

Intakt     Dislokation     Verschleiß

Maximaler Verschleiß: \_\_\_\_\_ mm

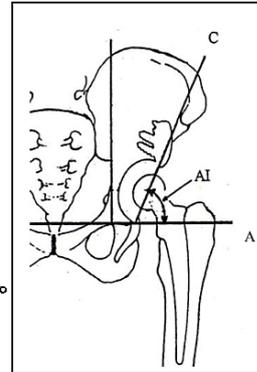
**Änderung Pfannenposition nach Callaghan**

Ja     nein

Inklination postop: \_\_\_\_\_ °

Inklination aktuell: \_\_\_\_\_ °

→ Winkeländerung:     < 5°     > 5°



**4.3.2. Analyse Prothesenschaft**

**Schaftposition**     neutral     varus \_\_\_\_\_ °     valgus \_\_\_\_\_ °

**Sinterung des Schaftes**     Ja     nein

Einsinktiefe: \_\_\_\_\_ cm

**Endosteale Sockelbildung**

Ja     nein

**Distale Hypertrophie**

Ja, Lokalisation: \_\_\_\_\_     nein

**Stress-Shielding nach Engh**

Ja     nein

Grad I    proximale mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet

Grad II    proximale mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet und Verlust der Knochendichte in der Zone I

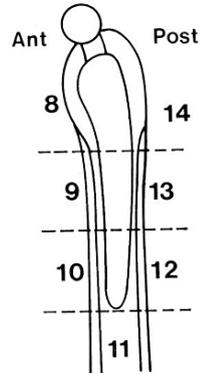
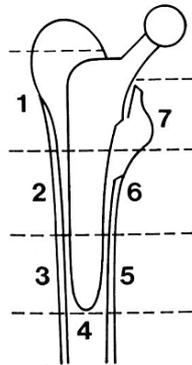
Grad III    ausgeprägtere Resorption der Kortikalis der medialen und anterioren Anteile in der Zone I und der medialen Bereiche in Zone II

Grad IV    kortikale Resorption auch in den diaphysären Bereichen unterhalb der Zonen I und II

**Heterotope Ossifikationen nach Brooker**

- Grad 0 keine periartikulären Ossifikationen
- Grad I kleine, isolierte Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken
- Grad II Ossifikationen, die einen Mindestabstand von mehr als 1 cm zwischen gegenüberliegenden Oberflächen frei lassen
- Grad III Abstand von weniger als 1 cm
- Grad IV komplette knöcherne Spange zwischen Femurkopf und Becken, klinisch Ankylose Hüftgelenks

**Lysezonen nach Gruen**



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
< 2mm														
≥ 2mm														