

**Aus der Orthopädischen Universitätsklinik mit Poliklinik
Tübingen**

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. N. Wülker

**Vergleich von Lebenszufriedenheit und funktionellem
Ergebnis nach Amputation und extremitätenerhaltender
Operation bei malignen Extremitätentumoren**

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

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

**vorgelegt von
Frank Steffen Bürkle
aus
Stuttgart-Bad Cannstatt
2011**

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Professor Dr. N. Wülker

2. Berichterstatter:

Professor Dr. B. Brücher

Diese Arbeit ist meinen Eltern gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Abbildungen.....	8
Verzeichnis der Tabellen.....	10
Liste der Abkürzungen.....	11
1. Einleitung.....	12
1.1. Epidemiologie maligner Knochen- und Weichteiltumore.....	12
1.2. Historische Entwicklung in der Behandlung maligner Extremitätentumore.....	13
1.3. Operationsverfahren zur Behandlung maligner Tumore der Extremitäten – Ablauf, Chancen und Risiken.....	15
1.3.1. Amputation.....	15
1.3.2. Extremitätenerhaltende Maßnahmen.....	16
1.3.2.1. Knochenspende.....	16
1.3.2.2. Endoprothetik.....	18
1.3.2.3. Rotations- / Umkehrplastik.....	19
1.4. Vergleich der Operationsverfahren hinsichtlich der erreichten gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Funktionalität.....	22
1.4.1. Gesundheitsbezogene Lebensqualität – Short Form (SF) – 36 Health Survey.....	22
1.4.2. Funktionalität – Functional Independence Measure und Musculoskeletal Tumor Society Score.....	26
1.5. Zielsetzung.....	29
2. Patientenauswahl, Ablauf und Methodik der retrospektiven Untersuchung.....	31
2.1. Patientenkollektiv: Ein- und Ausschlusskriterien.....	31
2.2. Untersuchungsablauf.....	31
2.3. Methodik der Datenerhebung.....	32
2.4. Statistische Analyse der erhobenen Daten.....	33

3. Ergebnisse	35
3.1. Patientenkollektiv.....	35
3.2. Präoperative Phase.....	36
3.2.1. Symptomatik.....	36
3.2.2. Diagnostik.....	36
3.2.3. Tumorhistologie und -lokalisierung.....	37
3.2.4. Neoadjuvante Behandlung.....	39
3.2.5. Operationstechnik.....	39
3.3. Intraoperative Phase.....	40
3.3.1. Operationsablauf.....	40
3.3.2. Amputationshöhe.....	42
3.3.3. Extremitätenerhalt – Endoprothetische Versorgung.....	43
3.3.4. Extremitätenerhalt – Versorgung mittels Knochenspende.....	43
3.4. Postoperative Phase.....	44
3.4.1. Postoperativer Verlauf.....	44
3.4.2. Krankenhausaufenthaltsdauer.....	45
3.4.3. Mobilisation.....	46
3.4.4. Nachkontrolle: 6 Wochen postoperativ.....	48
3.4.5. Nachkontrolle: 1 Jahr postoperativ.....	50
3.5. Aktuelle Behandlungsergebnisse.....	51
3.5.1. Auftretende Tumorrezidive und Folgeoperationen.....	51
3.5.2. Zeitdauer bis zum Erreichen der Vollbelastung der operierten Extremität.....	52
3.5.3. Gesundheitsbezogene Lebensqualität – Ergebnisse des modifizierten Short Form (SF) – 36 Health Survey...	53
3.5.4. Funktionalität – Ergebnisse des Functional Independence Measure und des Musculoskeletal Tumor Society Score.....	54
3.5.5. Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität.....	56

4. Diskussion	58
4.1. Symptombeginn zur Diagnose.....	58
4.2. Vergleich vorliegender Tumorphistologien und -lokalisationen mit allgemeinen Ergebnissen aus der Literatur.....	59
4.3. Analyse der Unterschiede bei erfolgter Amputation versus Extremitätenerhalt.....	61
4.3.1. Erfolgte neo- und adjuvante Chemotherapie und Radiatio.....	61
4.3.2. Operationsablauf im Hinblick auf Operationsdauer, intraoperative Komplikationen und benötigte Blutkonserven.....	63
4.3.3. Postoperativer Verlauf – Krankenhausaufenthaltsdauer, Wundverhältnisse, Komplikationen, Mobilisation.....	64
4.3.4. Nachkontrolle: 6 Wochen postoperativ.....	67
4.3.5. Nachkontrolle: 1 Jahr postoperativ.....	68
4.3.6. Auftretende Tumorrezidive und Folgeoperationen.....	71
4.3.7. Postoperative gesundheitsbezogene Lebensqualität.....	73
4.3.8. Postoperative Funktionalität.....	76
4.4. Vergleiche zwischen verschiedenen Amputationshöhen der unteren Extremität bezüglich Lebensqualität und Funktionalität.....	80
4.5. Schlussfolgerung.....	81
5. Zusammenfassung und Ausblick	84
5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	84
5.2. Ausblick.....	86
6. Literaturverzeichnis	88
7. Anhang	100
Anhang 1: Allgemeiner Patientenfragebogen.....	100
Anhang 2: Functional Independence Measure (FIM).....	101
Anhang 3: Modifizierter Short Form – 36 Health Survey	102

Anhang 4: Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) Score.....	103
Anhang 5: Allgemeine Informationen und präoperativer Verlauf.....	106
Anhang 6: Operation.....	107
Anhang 7: Postoperativer Verlauf.....	109
8. Danksagung.....	110
9. Lebenslauf.....	111

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1: Autologe Fibulatransplantation linker Oberarm (Röntgenbild in 2 Ebenen).....	18
Abbildung 2: MUTARS® - Prothese (Hersteller: Implantcast, Germany) distaler Femurersatz in 2 Ebenen.....	19
Abbildung 3: Schematische Klassifikation der Umdrehplastiken.....	20
Abbildung 4: Röntgen Ganzbeinaufnahme Rotationsplastik rechte untere Extremität: rechtes Bild ap; linkes Bild lateral.....	21
Abbildung 5: Klinisches Bild einer Rotationsplastik.....	21
Abbildung 6: Präoperative Symptomatik.....	36
Abbildung 7: Bildgebende Diagnostik.....	37
Abbildung 8: Tumorhistologien und Metastasierungsstatus.....	38
Abbildung 9: Tumorlokalisation und -häufigkeit.....	38
Abbildung 10: Neoadjuvante Behandlung.....	39
Abbildung 11: Operationsverfahren.....	40
Abbildung 12: Operationsdauer / Schnitt-Naht-Dauer (SND).....	41
Abbildung 13: Anzahl der verwendeten Blutkonserven.....	41
Abbildung 14: Intraoperative Komplikationen.....	42
Abbildung 15: Amputationshöhe der unteren Extremität.....	42
Abbildung 16: Knochentransplantatspender.....	43
Abbildung 17: Postoperative Komplikationen.....	44
Abbildung 18: Dauer des stationären Aufenthaltes.....	46
Abbildung 19: Mobilisation bei Entlassung.....	47
Abbildung 20: Komplikationen 6 Wochen postoperativ.....	49
Abbildung 21: Komplikationen ein Jahr postoperativ.....	51
Abbildung 22: Indikationen für Folgeoperationen.....	52

Abbildung 23:	Postoperativer Zeitraum bis zum Erreichen der Vollbelastung.....	53
Abbildung 24:	Short Form – 36 Health Survey im zeitlichen Verlauf.....	54
Abbildung 25:	Functional Independence Measure im zeitlichen Verlauf.....	55
Abbildung 26:	Musculoskeletal Tumor Society Score im zeitlichen Verlauf.....	56
Abbildung 27:	Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität bei Entlassung.....	57
Abbildung 28:	Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität zum Untersuchungszeitpunkt.....	57
Abbildung 29:	Häufigkeit der Folgeoperationen zu verschiedenen Postoperationszeitpunkten.....	73

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Gesundheitskonzepte; Itemanzahl- und stufen sowie Inhalt der acht SF – 36 Skalen und des Items zur Veränderung des Gesundheitszustandes.....	23
Tabelle 2: Patientenanzahl.....	35
Tabelle 3: Hauptlokalisationen der Tumore.....	60

Liste der Abkürzungen

CT	Computertomogramm
FIM	Functional Independence Measure
KI	Konfidenzintervall
M	Musculus
Mm	Musculi
MRT	Magnetresonanztomogramm
MSTS	Musculoskeletal Tumor Society
SD	Standardabweichung
SND	Schnitt - Naht - Dauer
TENS	Transkutaner elektrischer Nervenstimulator

1. Einleitung

1.1. Epidemiologie maligner Knochen- und Weichteiltumore

Maligne Tumore spielen in unserer Gesellschaft eine sehr große Rolle. Grund dafür ist die Häufigkeit ihres Auftretens. In Deutschland beträgt die jährliche Inzidenz 436,500 Fälle [59], Tendenz steigend [51]. Einer der Gründe dafür ist die immer älter werdende Gesellschaft, da das Risiko, an einem malignen Tumor zu erkranken mit dem Alter fast exponentiell ansteigt. Die Mortalität lag 2004 in Deutschland bei 208,824 Menschen. Allerdings sinkt die Krebsmortalität kontinuierlich ab [59], was folglich zu stetig ansteigenden Überlebensraten führt [52]. In Deutschland betrug 2003/2004 die 5-Jahres-Überlebensrate 60% bei den Frauen und 53% bei den Männern [59].

Die vorliegende Analyse beschäftigt sich mit malignen Extremitätentumoren. Primär handelt es sich dabei um maligne Knochen- und Weichteiltumore, wobei auch in die Extremitäten metastasierende Tumore betrachtet werden. In Deutschland kommt es jährlich zu ca. 1500 Neuerkrankungen mit malignen Weichteil- und Bindegewebstumoren und ca. 1100 mit primären Knochentumoren, was 0,5%, respektive 0,4% aller malignen Tumore entspricht [49, 50].

Bei den Weichteiltumoren ist die Inzidenz in Deutschland von 1970 bis Anfang der 90er Jahre gering angestiegen. Die Mortalität ist im gleichen Zeitraum gesunken [49]. Diese Veränderungen entsprechen damit den allgemeinen Entwicklungen der Krebsinzidenz [51] und -mortalität [59]. Das mittlere Erkrankungsalter liegt bei den Männern zwischen dem 50. und 56. Lebensjahr. Frauen erkranken im Durchschnitt erst zwischen dem 53. und 58. Lebensjahr. Die Überlebensraten sind in Deutschland für beide Geschlechter von 1970 bis 1988 angestiegen: die 5-Jahres-Überlebensrate betrug 1988 70% bei den Frauen und 60% bei den Männern [49].

Knochtumore haben sich bezüglich der Inzidenz in Deutschland von 1970 bis Anfang der 90er Jahre deutlich verringert. Die Mortalität hat sich in dem gleichen Zeitraum fast gleich bleibend bis geringfügig rückläufig entwickelt [50]. Knochtumore treten insgesamt seltener als Weichteiltumore auf [49, 50].

1.2. Historische Entwicklung in der Behandlung maligner Extremitätentumore

In der Behandlung maligner Extremitätentumore war es schon immer die Zielsetzung der Ärzte, den Patienten von seinem Tumorleiden zu heilen, ohne dabei auch zwangsläufig die betroffene Extremität amputieren zu müssen. Erste Versuche dies zu erreichen machte Sauerbruch 1922 mit der von ihm entwickelten Umkipplastik [98]. Mit der Thikhoff-Linberg-Resektion von 1928 wurde eine neue Operationsmethode in der Behandlung maligner Tumore der Schulter eingeführt [62]. 1930 hat Borggreve als erstes die Umkehrplastik beschrieben [11]. Diese Operationsmethode wurde allerdings erst wieder 1981 von Salzer et al. zur operativen Versorgung maligner Tumore der unteren Extremität aufgegriffen [97]. Bis in die 1970er Jahre konnte bei der Diagnose „maligner Tumor der Extremität oder des Beckens“ nur in seltensten Fällen auf die chirurgische Versorgung mittels Amputation verzichtet werden. Eine Resektion der Knochtumore konnte nur bei minimaler Weichteilbeteiligung, geringer funktionell zu erwartender Beeinträchtigung und weiten intraoperativen Absetzungsrändern durchgeführt werden. Die einzige Therapie in der Behandlung maligner Knochtumore war, so früh wie möglich zu amputieren [21]. Die damalige Behandlung kann kurz wie folgt zusammengefasst werden: „amputiere die Extremität und hoffe, dass der Patient überlebt.“ [67]

In den 1960er Jahren begannen erste Untersuchungen über Bestrahlungstherapien [60]. Studien über die Chemotherapie folgten in den 70er Jahren, wobei einige dieser den großen Nutzen der Chemotherapie herausstellten [53, 56, 93]. Andere Studien konnten keinen messbaren [108] oder nicht sicher belegbaren [105] Effekt durch die Chemotherapie zeigen. Daraus wird

ersichtlich, dass in den 70er Jahren kein einheitliches Bild der Chemotherapie bezüglich deren Vorteile in der Behandlung maligner Knochentumore bestand. Trotz der Fortschritte in Bildgebung (Einführung des CT [100]), Strahlen- und Chemotherapie herrschte in der chirurgischen Versorgung des Tumors weiterhin die Amputation vor [63]. Vor 1980 wurden nur 25% der Patienten mit extremitätenerhaltenden Maßnahmen chirurgisch versorgt [100]. Dies spiegelt sich auch in der Studienlage wieder, da es nur sehr vereinzelt Studien gab, die über extremitätenerhaltende Methoden berichteten [37, 66].

In den 80er Jahren wurde die extremitätenerhaltende operative Versorgung stark weiterentwickelt [20, 61, 108] und auch die Chemotherapie [22, 57] wurde zu einem festen Bestandteil anerkannter Therapiekonzepte. 1981 wurde die Umkehrplastik bei Osteosarkomen des distalen Femur [97] und 1983 des proximalen Femur vorgestellt [114]. In dieser Zeit konnten erste modulierbare Endoprothesensysteme [20] und verlängerbare Endoprothesen für Kinder entwickelt werden [61]. Diese Fortschritte in der chirurgischen Versorgung und in der Chemotherapie führten zu einem stetigen Anstieg der extremitäten-erhaltenden Versorgung. Ende der 80er Jahre wurde nur noch in 5% der Fälle eine Amputation in der primären chirurgischen Versorgung durchgeführt [63]. Ebenfalls konnte ein Anstieg der Überlebensraten verzeichnet werden [41, 57, 106]. Auffällig ist allerdings, dass damals die Lebensqualität und Funktionalität nicht [113] oder nur minimal [103] besser bei extremitätenerhaltenden Methoden als bei Amputationen waren.

In den 90er Jahren blieb die Amputation den Patienten vorbehalten, die eines oder mehrere der folgenden Kriterien erfüllten:

- lokales Tumorrezidiv [100]
- exzessive Tumordimensionen [100]
- pathologische Fraktur [100]
- benötigte Absetzungsrän-der nicht mit Extremitätenerhalt vereinbar [63]
- geringere funktionelle Defizite bei Amputation (großer Weichteilverlust bei Extremitätenerhalt) [63].

In dieser Zeit haben sich einige der neu entwickelten chirurgischen Maßnahmen aus den 80er Jahren etabliert [32, 71]. Eine beispielhafte Studie, die die großen Fortschritte der Chemotherapie zeigt, wurde von Eggermont et al. veröffentlicht. In diese Untersuchung wurden nur Patienten aufgenommen, die unter einem als nicht resektabel geltenden Weichteiltumor der Extremität litten. Als Therapie wurde eine isolierte Chemotherapie angewendet. Die Ergebnisse waren sensationell, da 82% der betroffenen Extremitäten, die ursprünglich amputiert werden mussten, nach der Chemotherapie anderen operativen Verfahren zugänglich war. Zusätzlich waren die systemische und lokale Toxizität moderat und leicht behandelbar [33].

Heute können 85% der Erwachsenen und 75% der Kinder unter 12 Jahren mit Sarkomen des Bewegungsapparates mit extremitätenerhaltenden chirurgischen Maßnahmen versorgt werden. Insgesamt haben sich diese Patientenzahlen in den letzten 30 Jahren verzwanzigfacht. Auch die Überlebensrate ist in den letzten 20 Jahren von 44% auf 73% angestiegen [34].

1.3. Operationsverfahren zur Behandlung maligner Tumore der Extremitäten – Ablauf, Chancen und Risiken

1.3.1. Amputation

Bei der Amputation gilt das Prinzip, so distal wie möglich zu amputieren, da dies mit einer besseren postoperativen Gehfähigkeit korreliert [26]. Weiterhin ermöglicht ein langer Stumpf eine bessere Funktion durch einen längeren Hebelarm, wobei allerdings die Möglichkeit der Konstruktion und Anpassung einer Prothese durch den längeren Stumpf limitiert wird [93]. Ein weiterer wichtiger Grundsatz ist, dass die Fußsohle und das Kniegelenk als nur schlecht ersetzbar gelten. Die Gründe hierfür liegen in der Tragfähigkeit der Fußsohle. Der physiologisch gebaute Fuß kann problemlos das volle Körpergewicht tragen. Damit übertrifft er einen noch so guten Stumpf bei weitem in dieser Funktion. Das Kniegelenk kann mit einer Exoprothese nicht annähernd in

seiner normalen Form ersetzt werden, was zu einem kraftloseren und weniger ästhetischen Gangbild führt. Deshalb sollte bei einer Amputation versucht werden, diese Körperteile zu erhalten.

Intraoperativ werden nach dem Hautschnitt die Weichteile präpariert, die Gefäße und Nerven dargestellt, unterbunden und durchtrennt [26]. Die Nerven sollten möglichst weit proximal durchtrennt und weitab von der Stumpfspitze in Weichteilen eingebettet werden [93]. Nach der Weichteilpräparation wird der Knochen osteotomiert und ein konischer Stumpf geformt [26, 93], wobei auf eine ausreichende Weichteildeckung zu achten ist. Über der Stumpfspitze wird die Muskulatur miteinander vernäht (Myoplastik) und am Knochenstumpf fixiert (Myodese). Dies schafft eine funktionsfähige Muskulatur, die den Stumpf adäquat bewegen kann. Nach der Operation wird der Stumpf gewickelt, um die Abschwellung zu fördern und so eine schnellere vorläufige Prothesenversorgung zu ermöglichen.

1.3.2. Extremitätenerhaltende Maßnahmen

Zu den extremitätenerhaltenden Methoden gehören die biologische Rekonstruktion, die Endoprothetik und die Rotationsplastik, die im Folgenden getrennt beschrieben werden.

1.3.2.1. Knochenspende

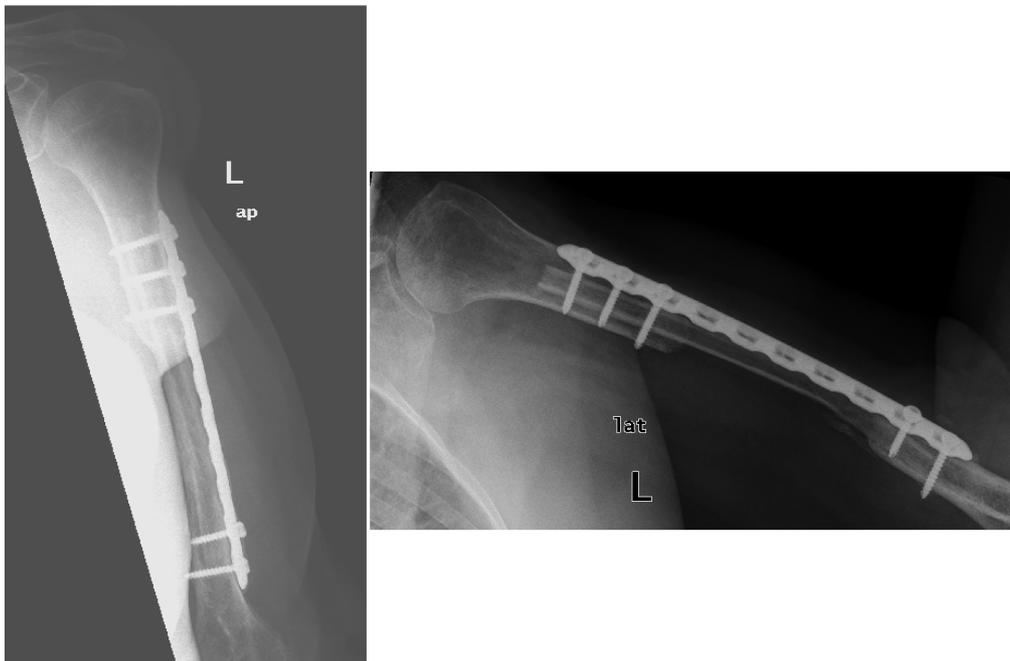
Zur eigentlichen Knochenspende werden ebenfalls die Gelenksarthrodese mit Knochenspänen und die Knochenresektion mit extrakorporaler Bestrahlung und Reimplantation gerechnet. Bei der Knochenspende wird zwischen allogem und autogem Vorgehen unterschieden [26, 93]. Der allogene Knochen wird bei ca. -70°C gelagert [93] und kann somit für längere Zeit aufbewahrt werden. Autogene Knochenspenden werden hingegen in einer Operation entnommen und reimplantiert. Die Entscheidung darüber, welches Verfahren zur Anwendung kommt, hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu gehören unter

anderem die benötigte Knochengröße und die Gelenkbeteiligung. Autogene Knochen sind in ihrer Verfügbarkeit begrenzt, was beispielsweise dazu führt, dass bei Gelenkbeteiligung keine gelenkerhaltende Operation mit autogenen Knochen durchgeführt werden kann, sondern nur eine Arthrodesse oder Prothesenimplantation. In den Fällen in denen autogene Knochenspenden nicht den Defekt decken können, kann versucht werden dies mit allogenen Knochenspenden zu erreichen.

Nur 5% der autogenen Knochenzellen überstehen eine Verpflanzung. Der autogene Knochen induziert nach dem Einbau die Knochenbildung [26]. Diese osteoinduktiven und osteokonduktiven Eigenschaften besitzt der allogene Knochen nur teilweise, da er nicht osteoinduktiv wirkt. Osteokonduktiv bedeutet, dass die Knochen spende als Leitschiene für die Apposition des neuen Knochens dient. Unter osteoinduktiven Eigenschaften wird die Stimulation der Osteogenese durch induktive Proteine verstanden [93]. Entscheidend für die Integration der Knochen spende ist einerseits die vorliegende Vaskularisation im Transplantatlager [93], andererseits der Zustand der Knochenmarkszellen [26]. Ein weiterer Punkt sind die immunologischen Abwehrreaktionen (Hyperimmunreaktion Typ IV) des Empfängers gegen die allogene Knochen spende. Diese Hyperimmunreaktion besitzt allerdings nur einen leichten Schweregrad [26], da das kollagene Gewebe nur gering immunogen ist [93]. Diese Reaktionen werden durch das Einfrieren der Knochen spende verringert [93], da das Gewebe nekrotisch wird [66]. Im Gegensatz dazu, tritt die Antigenreaktion bei autogenen Knochen spenden nicht auf.

Zu den häufigsten Komplikationen der Knochen spende gehören Infektionen [64] und Frakturen [66], wobei die Frakturen fast immer effektiv behandelt werden können [10]. Bezüglich weiterer Vor- und Nachteile wird auf die Kapitel 4.3.3, 4.3.4 und 4.3.5 verwiesen.

Abbildung 1: Autologe Fibulatransplantation linker Oberarm (Röntgenbild in 2 Ebenen)



1.3.2.2. Endoprothetik

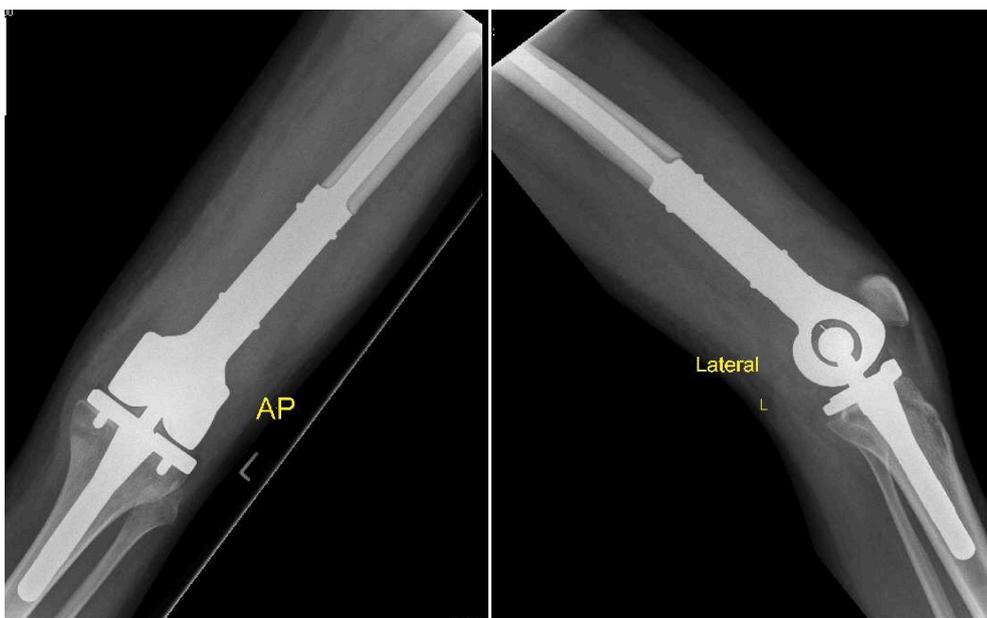
Der endoprothetische Ersatz stellt heute eine der häufigsten Operationsmethoden in der Tumorbehandlung maligner Extremitätentumore dar. Dabei gehört die Endoprothesenversorgung der unteren Extremität zu den Standardeingriffen. Die Endoprothetik der oberen Extremität und besonders der Schulter stellt dagegen hohe Anforderungen hinsichtlich der Wiederherstellung der Gelenkfunktion [118].

Insbesondere bei Kindern werden an die Endoprothetik hohe Anforderungen gestellt, da das Knochenwachstum noch nicht abgeschlossen ist. Bei der Notwendigkeit der Resektion von Wachstumsfugen kann es zu Längendifferenzen der Extremitäten kommen [92]. Dies birgt bei unzureichendem Ausgleich der Längendifferenz vor allem im Bereich der unteren Extremität Konsequenzen, wie verändertes Gangbild und Fehlbelastung der Gelenke. Heute gibt es die Möglichkeit bei Kindern verlängerbare Endoprothesen (Wachstumsendoprothesen) zu implantieren. Dabei ist prinzipiell zwischen zwei

Modellen bezüglich des Ablaufes der Prothesenverlängerung zu unterscheiden. Einerseits haben Neel et al. eine nicht-invasive Verlängerung entwickelt [75] und andererseits Eckhardt et al. eine invasive Verlängerung [31, 32].

Bei einer Metastasierung in die obere Extremität wird in den meisten Fällen, wenn die Indikation zu einer Operation gegeben ist, eine Prothese implantiert. Dies beruht darauf, dass die postoperative Funktionsfähigkeit sehr schnell wieder hergestellt werden kann, da die endoprothetische Versorgung zur Primärstabilität führt [80] und so die Rehabilitationszeit kurz ist [55].

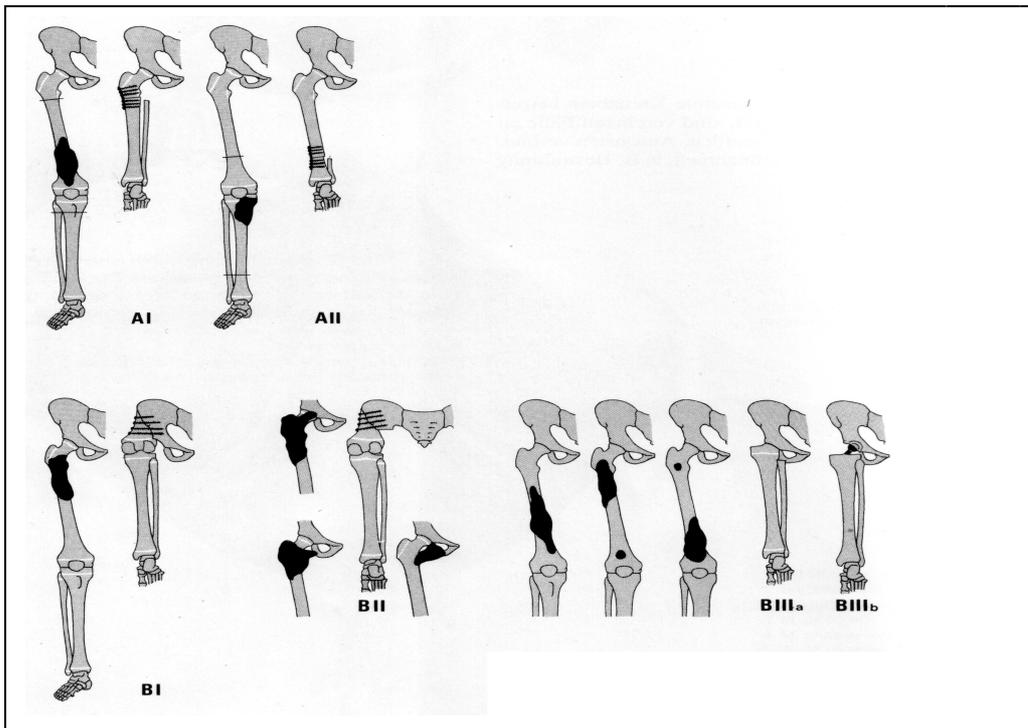
Abbildung 2: MUTARS® - Prothese (Hersteller: Implantcast, Germany) distaler Femurersatz in 2 Ebenen



1.3.2.3. Rotations- / Umkehrplastik

Von der Rotationsplastik gibt es nach Bauer et al. fünf verschiedene Typen [9]. Diese werden bei Tumoren des proximalen und distalen Femur und bei Tumoren der proximalen Tibia verwendet. Bei Kindern wird präoperativ die zu erwartende Extremitätenlänge bei Abschluss des Knochenwachstums berechnet [6]. Diese beeinflusst dann die vorzunehmende Osteotomiehöhe.

Abbildung 3: Schematische Klassifikation der Umdrehplastiken [9]



Die Rotationsplastik Typ A I (siehe Abbildung 3) wird bei Tumoren des distalen Femur angewendet [97]. Die Operation beginnt mit zwei Hautinzisionen, die sich in der Kniekehle treffen. Falls eine Tumordinfiltration der Gefäße besteht, werden diese reseziert und später End-zu-End anastomosiert. Im Anschluss werden die Oberschenkelmuskeln auf Höhe der Femurosteotomie abgetrennt. Das Kniegelenk wird in toto mit dem Tumor durch eine Osteotomie durch die Tibia- und Femurdiaphyse entfernt. Der Unterschenkel wird um 180° außenrotiert und das Femur mit der Tibia verbunden. Die Gefäße und der Ischiasnerv werden medial in der Oberschenkelmuskulatur schlingenförmig gewickelt und gelagert. Die Muskeln des Ober- und Unterschenkels werden miteinander vernäht und die Haut verschlossen [18, 97].

Typ A II wurde von Krajbich et al. für Tumore der proximalen Tibia entwickelt [58]. Diese Methode ist aber nur selten aus onkologischen und technischen Gründen indiziert. Es ist wichtig die Nerven des Unterschenkels zu erhalten und zusätzlich eine komplexe Muskelrekonstruktion durchzuführen, um ein mobiles Sprunggelenk als neues Kniegelenk zu schaffen [18].

Typ BI und BII wird bei malignen proximalen Femurtumoren angewendet [114]. Es werden insgesamt vier Hautschnitte durchgeführt. Der Nervus femoralis, die Obturator Gefäß-Nerven-Straße und alle Hüftmuskeln außer den Mm. iliopsoas et glutei, die an der operierten Extremität ihren Ansatz haben, werden möglichst proximal abgesetzt. Nachdem der Beckenring und das Femur distal osteotomiert wurde, wird der Tumor in toto entfernt. Das distale Femurende wird nach Außenrotation um 180° an der Beckenschaufel mit Schrauben befestigt und der Beckenring mit einem Knochenspan geschlossen. Zuletzt wird der M. iliopsoas mit den Beugesehnen und die Mm. glutei mit dem M. quadriceps vernäht und die Haut verschlossen [18, 114, 115].

Abbildung 4: Röntgen Ganzbein-
aufnahme Rotationsplastik rechte
untere Extremität: rechtes Bild ap;
linkes Bild lateral

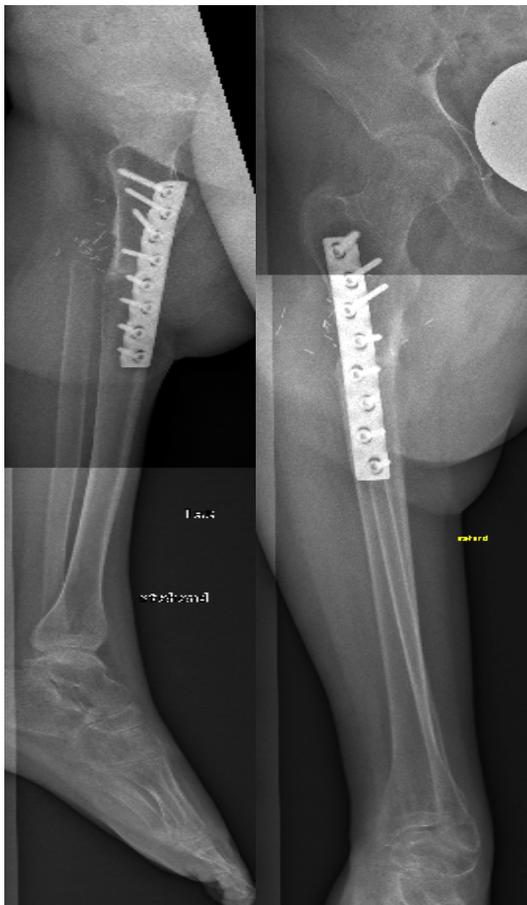
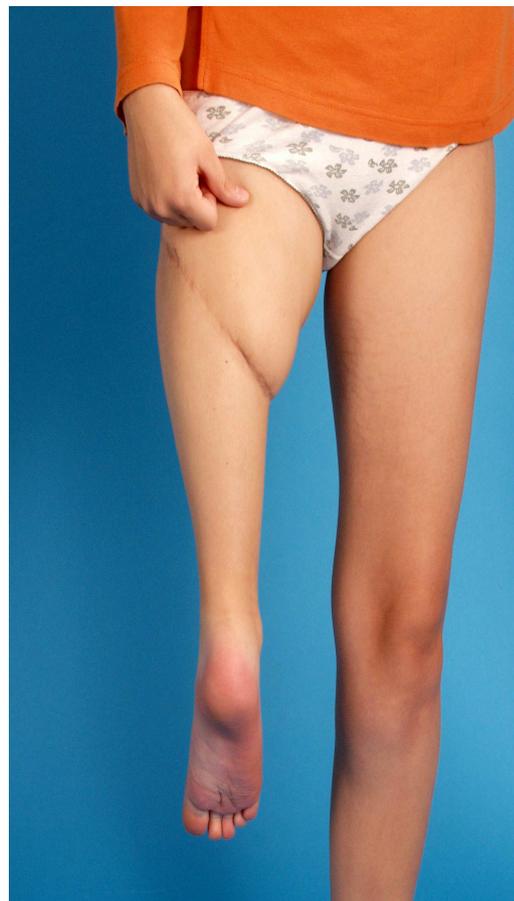


Abbildung 5: Klinisches Bild
einer Rotationsplastik



1.4. Vergleich der Operationsverfahren hinsichtlich der erreichten gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Funktionalität

Hauptanliegen der vorliegenden retrospektiven Analyse war es, Amputation und extremitätenerhaltende Maßnahmen hinsichtlich der erreichten gesundheitsbezogenen Lebensqualität sowie des funktionellen Outcomes miteinander zu vergleichen. Um diese möglichst präzise erheben zu können, wurden Tests verwendet, deren Validität und Reliabilität in zahlreichen Studien gezeigt werden konnte: der Short Form – 36 Health Survey zur Ermittlung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität sowie der Functional Independence Measure und der Musculoskeletal Tumor Society Score zur Erhebung des funktionellen Outcomes.

1.4.1. Gesundheitsbezogene Lebensqualität – Short Form (SF) – 36 Health Survey

Die Lebensqualität ist ein schwierig zu definierender Begriff. Diese kann nur als ein multidimensionales Konstrukt angesehen werden und es müssen aus diesem Grund neben der Funktionalität auch noch weitere Bereiche bei der Bestimmung der Lebensqualität miteinbezogen werden [119]. Healey et al. versuchen in ihrer Studie die Lebensqualität von orthopädischen Krebspatienten zu definieren. Die beeinflussenden Parameter der Lebensqualität werden von verschiedenen Menschen unterschiedlich gewichtet. Das Patientenkollektiv erachtete eine gute familiäre Situation, gute Freundschaften, Gesundheit und die körperliche Funktion als am wichtigsten [47]. In der vorliegenden Analyse soll auf die Teilaspekte gesundheitsbezogener Lebensqualität und Funktionalität der Lebensqualität eingegangen werden.

Für die Bestimmung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist der Short Form – 36 Health Survey im internationalen Sprachraum führend. Gründe dafür

sind neben seiner Ökonomie auch die psychometrische Qualität [13]. Mit Hilfe des SF – 36 Health Surveys wurde ursprünglich versucht, eine Leistungsüberprüfung von amerikanischen Versicherungssystemen in der Medical Outcome Study durchzuführen. Diese ursprünglich englischsprachige Version musste zur Verwendung in Deutschland ins Deutsche übersetzt werden. Um in diesem Übersetzungsprozess nicht die ursprünglich erreichte Wertigkeit des Tests zu verfälschen, wurde ein spezielles Verfahren von Vorwärts-, Rückübersetzung sowie einer erneuten Validierung usw. angewendet [13]. Unabhängige Rater bewerteten die Übersetzung der Items und Antwortkategorien ins Deutsche als insgesamt wenig schwierig und gut gelungen [14]. In der Entwicklung des SF – 36 Health Survey wurden die meisten Items aus Fragebögen entnommen, die 20 - 40 Jahre oder länger benutzt wurden [111].

Der SF – 36 Health Survey besteht aus 36 Items, wobei 35 dieser Items die 8 Skalen (Konzepte) bilden. Eine Skala wird somit durch mehrere Items dargestellt. Zusätzlich beinhaltet der Test einen Item zum aktuellen Gesundheitszustand. Die Antwortkategorien reichen von binären „ja - nein“ Antworten bis hin zu sechsstufigen Antwortskalen [13]. Siehe dazu auch folgende Tabelle.

Tabelle 1: Gesundheitskonzepte; Itemanzahl- und stufen sowie Inhalt der acht SF – 36 Skalen und des Items zur Veränderung des Gesundheitszustandes [14]

Konzepte	Itemanzahl	Anzahl der Stufen	
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	21	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperlicher Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen steigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt

Konzepte	Item- anzahl	Anzahl der Stufen	
Körperliche Rollenfunktion	4	5	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten oder Schwierigkeiten bestimmte Aktivitäten auszuführen
Körperliche Schmerzen	2	11	Ausmaß an Schmerzen und Einfluß der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im als auch außerhalb des Hauses
Allgemeine Gesundheits- wahrnehmung	5	21	Persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschließlich aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
Vitalität	4	21	Sich energiegeladener und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft
Soziale Funktions- fähigkeit	2	9	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	4	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u.a. weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
Psychisches Wohlbefinden	5	26	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Stimmung

Konzepte	Item-anzahl	Anzahl der Stufen	
Veränderung der Gesundheit	1	5	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

Der SF – 36 Health Survey wurde in mehreren großen Studien, wie in der 1994 veröffentlichten Untersuchung von Mc Horney et al., die 3445 Patienten umfasste, validiert [70]. Eine weitere große Studie von 2006 beinhaltete 10189 Patienten [91].

Reulen et al. konnten in der von ihnen untersuchten Patientenpopulation, die aus 10189 erwachsenen Patienten bestand, die den Kinderkrebs überlebt haben, eine gute Validität und Reliabilität nachweisen. Ebenso zeigte sich, dass die interne Konsistenz der Items akzeptabel war [91]. In einer mit 3445 medizinisch und psychiatrisch chronisch kranken Patienten umfassenden Studie zeigte sich, dass die mittlere Item-Skala Korrelation für alle 8 Skalen sehr hoch (0,63 - 0,79) war. Weiterhin war in 99,5 % aller ausgefüllten Fragebögen die Korrelation eines Items mit seiner Skala höher als mit anderen Skalen. Zusätzlich übertrafen alle Skalen die empfohlene Mindestreliabilität für Gruppenvergleiche [70]. Dadurch kann der SF – 36 „in klinischen Studien zur Frage der Effekte verschiedener Therapieformen im Gruppenvergleich einbezogen werden“ [14]. Zu beachten ist allerdings, dass der SF – 36 nur für Patienten ab 14 Jahren verwendet werden kann [13]. Für die Verwendung des SF – 36 sprechen weitere positive Aspekte:

- mittlere Ausfüllzeit beläuft sich auf 10 Minuten [13]
- Intimität [14]
- Verständlichkeit der Fragen [13]
- Nähe zum eigenen Erleben [14]

Die Fragebögen können von den Patienten selbst, am Telefon oder in einem Interview ausgefüllt werden [111], was zu einer großen Vielfalt an praktischer Anwendbarkeit führt. Falls die Patienten den Fragebogen selbstständig ausfüllen, wie es auch in der vorliegenden Untersuchung durchgeführt wurde, muss der beantwortete Fragebogen auf Vollständigkeit überprüft werden, da eine unvollständige Beantwortung die Auswertbarkeit gefährden kann [13].

Insgesamt gesehen ist der „SF – 36 ein zufrieden stellendes psychometrisches Verfahren zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität“ [15]. Deshalb wurde er schon von zahlreichen Studien zur Bestimmung der Lebensqualität benutzt [5, 24, 68, 109].

Die vorliegende Untersuchung verwendet ebenfalls den SF – 36, allerdings in einer modifizierten Form (Anhang 5). Insgesamt beinhaltet der vorliegende Test zur Bestimmung der Lebensqualität vier Skalen für körperliches, emotionales, soziales/familiäres und funktionelles Wohlbefinden. Der Fragebogen besteht aus 20 Items, wobei 5 Items pro Skala verwendet werden. Jedem Item kann zum präoperativen, Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt (heute) jeweils ein Zahlenwert zwischen 0 und 4 zugeordnet werden. Dabei entspricht 0 - überhaupt nicht, 1 - ein kleines bisschen, 2 - etwas, 3 - ziemlich und 4 - sehr. Diese zugeordneten Werte werden dann jeweils für alle drei Zeitpunkte zusammengezählt. Dadurch sind minimal 0 bis maximal 80 Punkte pro Bewertungszeitpunkt zu erreichen. Die erreichten Punkte für den Untersuchungszeitpunkt werden dann zwischen den beiden Patientengruppen verglichen.

1.4.2. Funktionalität – Functional Independence Measure und Musculoskeletal Tumor Society Score

In der vorliegenden retrospektiven Analyse wird zur Bestimmung der Funktionalität neben dem FIM der MSTS-Score verwendet. Dabei ist zu

beachten, dass allgemeine Messungen des funktionellen Status mehrere Vorteile gegenüber krankheitsspezifischen Messungen besitzen.

Zu diesen Vorteilen gehören:

- Nützlichkeit für Patienten, die an mehreren Krankheiten leiden
- Patienten mit gemeinsamem Maßstab zu vergleichen, die unter verschiedenen Komorbiditäten leiden [101].

Der FIM wurde von der Sondereinheit des amerikanischen Kongresses für medizinische Rehabilitation und der amerikanischen Academy of Physical Medicine and Rehabilitation entwickelt [117]. Mit Hilfe des FIM sollen die medizinischen Rehabilitationsmaßnahmen an Patienten mit verschiedensten Einschränkungen beurteilt werden können. Um die verschiedensten Einschränkungen der Patienten erfassen zu können, besteht der FIM aus einem kognitiven und einem motorischen Teil. Der motorische Teil besteht aus 13 und der kognitive aus 5 Items. Der Gesamt-FIM-Wert kann als Indikator für den Patientenstatus benutzt werden. Je höher dieser berechnete Gesamtwert liegt, desto besser sind die motorischen und kognitiven Fähigkeiten des Patienten. In der vorliegenden Arbeit wird nur der motorische Teil des FIM verwendet, wobei bemerkenswert ist, dass bei Verwendung nur eines der beiden Teile des FIM die Generalität und Validität ansteigen [117].

Durch zahlreiche große Studien wurde die Wertigkeit des FIM getestet und berechnet. Unter anderem wurde eine Studie mit 27669 Patienten, unter denen sich auch 1400 Amputierte und 6860 orthopädische Patienten befanden, 1993 veröffentlicht [43, 48]. Eine weitere Arbeit folgte 1996 von Ottenbacher et al.. In dieser Untersuchung lieferte der FIM eine gute interrater Reliabilität quer durch eine breite Variabilität von Bewertern mit unterschiedlichem beruflichem Hintergrund und Trainingslevel. Ebenfalls war die Test-Retest (median 0,95) und die Äquivalenzreliabilität (median 0,92) gut. Insgesamt betrachtet war die Reliabilität für die motorischen Items am höchsten [83]. Alle Items/Subskalen korrelieren höher mit ihrer Skala als mit anderen Skalen, womit die

diskriminierende Validität in allen Tests realisiert werden konnte. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die totale FIM-Punktesumme und ihre motorischen und kognitiven Subskalen eine exzellente interne Konsistenz aufweisen [102]. Der FIM wurde schon von mehreren Studien zur Bestimmung der Funktionalität verwendet [28, 42].

Auch die hier vorgelegte Arbeit verwendet den motorischen Teil des FIM (Anhang 4) zur Bestimmung der Funktionalität. Er besteht wie bereits oben erwähnt aus 13 Items, die insgesamt zu vier Bereichen aggregiert werden. Diese vier Bereiche sind die Selbstversorgung, Kontinenz, Transfers und Fortbewegung. Die jeweiligen Werte werden wie der SF – 36 und der MSTS-Score zu drei Zeitpunkten (präoperativ, Entlassung, Untersuchungszeitpunkt) erhoben. Die Werte reichen von 1 für totale Hilfestellung bis 7 für völlige Selbstständigkeit. Es können folglich zu einem Bewertungszeitpunkt minimal 13 bis maximal 91 Punkte erreicht werden. Die Gruppen werden, wie beim SF – 36 und beim MSTS-Score für den Untersuchungszeitpunkt untereinander verglichen.

Im Folgenden wird unter anderem auf die Entwicklung und den Aufbau des MSTS-Score näher eingegangen. 1982 wurde ein System für die funktionelle Evaluierung chirurgischer Maßnahmen des Bewegungsapparates der Musculo-skeletal Tumor Society für einen Feldversuch vorgeschlagen [35]. Dieser Vorschlag wurde angenommen und in mehreren folgenden Feldversuchen mit anschließenden Verbesserungen des Evaluierungssystems entstand der in der vorliegenden Arbeit verwendete MSTS-Score. Die Version, die in dieser Arbeit verwendet wird, wurde von Enneking et al. 1993 veröffentlicht [36].

Der MSTS-Score unterscheidet in seiner Bewertung zwischen der oberen und unteren Extremität. Es gibt einen aus drei Items für Schmerz, Funktion und emotionale Akzeptanz bestehenden allgemeinen Teil des Fragebogens, der für beide Extremitäten ausgefüllt wird. Zusätzlich gibt es für die obere und untere Extremität einen jeweils aus drei Items bestehenden spezifischen Teil. Für die

untere Extremität sind das Hilfsmittel, Gehfähigkeit und Gang und für die obere Hand/Arm-Positionierung, manuelle Geschicklichkeit und Fähigkeit des Anhebens. Jeder Item kann mit 0 bis 5 Punkten bewertet werden, wobei den Werten 0, 1, 3, 5 definierte Anforderungen zugrunde liegen; 2 und 4 sind Zwischenwerte, die der Befragte bei nicht eindeutig erfüllten Kriterien angeben kann. In der Auswertung werden diese Punkte aufaddiert, so dass minimal 0 bis maximal 30 Punkte zu erreichen sind (Anhang 6). Diese Punktesumme wird wieder zu den drei üblichen Zeitpunkten erhoben und anschließend werden die Werte zum Untersuchungszeitpunkt zwischen den Patientengruppen verglichen.

Die Stärken dieses Bewertungssystems sind seine einfache Handhabung und die Akzeptanz nach den zahlreichen Veränderungen und Feldversuchen [36]. Allerdings birgt der MSTS-Score auch Schwächen, wie den Subjektivitätsgrad, der eine leichte interrater Variabilität zulässt. Zusätzlich wurden bei der Erstellung des Fragebogens Kompromisse eingegangen, um diesen für zahlreiche verschiedene Resektionen, Rekonstruktionen und anatomische Lokalisationen anwenden zu können ohne so komplex zu werden, dass sein Gebrauch scharf beschnitten wird [36].

Vorrangig wurde der Fragebogen für die Evaluierung der extremitäten-erhaltenden Chirurgie entwickelt [36]. Allerdings kann dieser auch für andere Operationen der Extremität, beispielsweise die Amputation, verwendet werden. Der MSTS-Score wurde seit seiner Entwicklung von vielen Studien verwendet [76, 80, 88, 89] und gilt, wie auch der SF – 36 und FIM, als allgemein anerkannt und etabliert.

1.5. Zielsetzung

In der vorliegenden Analyse werden die postoperative Lebenszufriedenheit sowie das funktionelle Outcome nach erfolgter Amputation versus extremitäten-erhaltender Operation bei malignen Extremitätentumoren miteinander

verglichen. Zu dieser Thematik ergibt die Datenlage aus bisherigen Studien kein einheitliches Bild. Daher können die einzelnen Operationstechniken mit ihren Vor- oder Nachteilen nicht durch gesicherte wissenschaftliche Daten bewertet werden. Es stellt sich deshalb die Frage, ob der hohe technische Aufwand der extremitätenerhaltenden Operation für den Patienten wirklich einen signifikanten Vorteil gegenüber der Amputation bringt. Ziele der Operation sind ein möglichst hohes Niveau an postoperativer Funktionalität, Lebensqualität und Körperintegrität. Dies darf allerdings nicht zu Lasten einer höheren Zahl an peri- und postoperativen Komplikationen gehen. Zur Klärung dieser Fragestellung wurden Patienten ausgewählt, die im Zeitraum zwischen 08.02.1990 bis 30.06.2007 mit extremitätenerhaltenden chirurgischen Maßnahmen oder mit Amputation in der orthopädischen Abteilung des Universitätsklinikums Tübingen versorgt worden waren. Neben primären Knochen- werden auch Weichteiltumore, die den Knochen infiltrieren, zu den Operationsindikationen gezählt. Die ausgewählten Patienten werden in eine Amputationsgruppe und eine Gruppe mit Extremitätenerhalt eingeteilt. Zwischen diesen beiden Gruppen werden anschließend verschiedene Parameter verglichen. Dazu gehören:

- Operationsverlauf: z.B. Dauer und Komplikationen
- Postoperativer Verlauf zum Zeitpunkt der Entlassung: z.B. Mobilisation, Wundverhältnisse
- postoperative Kontrollen nach 6 Wochen und 1 Jahr: z.B. Wundverhältnisse, Gehfähigkeit
- Präoperative, zum Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt vorhandene Funktionalität mittels FIM und MSTS-Score
- Präoperative, zum Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt vorhandene gesundheitsbezogene Lebensqualität mittels modifiziertem Short Form (SF) – 36 Health Survey

Weiterhin werden in der Diskussion die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen.

2. Patientenauswahl, Ablauf und Methodik der retrospektiven Untersuchung

2.1. Patientenkollektiv: Ein- und Ausschlusskriterien

Für die Aufnahme in die Untersuchung wurden folgende Einschlusskriterien festgelegt:

1. Proband war zum Operationszeitpunkt älter als 10 Jahre
2. Indikation zur Amputation bzw. Versorgung mittels Tumorendoprothese
3. Postoperatives Follow-up > 6 Monate
4. Informed consent

Folgende Ausschlusskriterien wurden definiert:

1. Fehlende Einwilligung
2. Mangelnde Compliance
3. Teilnahme des Probanden an einer anderen medizinischen Studie

Insgesamt konnten 123 potentielle Patienten ausgewählt werden, die die Einschlusskriterien 1, 2 und 3 erfüllen und somit zur Untersuchung zugelassen werden konnten.

2.2. Untersuchungsablauf

Die Ethikkommission der Universitätsklinik Tübingen gab nach Vorlage aller Untersuchungsunterlagen ein positives Votum ab. Nach diesem wurden die potentiellen Patienten der Untersuchung anhand der Operationsbücher herausgesucht. Im nächsten Schritt erfolgte die telefonische Aufklärung über die Untersuchung sowie deren Zweck und Ziele.

Nach mündlichem Einverständnis der Patienten zur Teilnahme an der Untersuchung, wurde diesen per Post ein Aufklärungsschreiben, eine schriftliche

Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Untersuchung sowie die Fragebögen (Anhang 1, 2, 3, 4) zugeschickt. Die unterschriebene Einverständniserklärung und die ausgefüllten Fragebögen schickten die teilnehmenden Patienten an die Orthopädische Universitätsklinik Tübingen zurück. Bei unvollständigen Angaben in den Fragebögen wurde dieser Teil telefonisch erfragt und ergänzt, um so vollständige Angaben der Patienten zur Verfügung zu haben. Damit war die externe Datenerhebung abgeschlossen. Parallel dazu erfolgte die interne Datenerhebung. Dazu wurden die Krankenakten sowie die Informationen des Patientenverwaltungssystems (IS - H von SAP) der Patienten verwendet.

2.3. Methodik der Datenerhebung

In der externen Datenerhebung wurden die Lebensqualität durch den SF – 36 Health Survey (Anhang 3), die Funktionalität durch den FIM (Anhang 2) und den MSTS (Anhang 4) erfasst. Diese Fragebögen wurden bereits in den Kapiteln 1.4.1. und 1.4.2. näher erläutert. Weiterhin wurde in einem allgemeinen Fragebogen (Anhang 1) auf

- Zeitpunkt des Symptombeginns und Art der Symptomatik
- Dauer zwischen Diagnose und Operation
- Dauer des stationären Aufenthaltes
- Gehfähigkeit bei Entlassung
- Weiterbehandlungseinrichtung
- Postoperative Therapie und Tumorrezidiv
- Folge- /Rezidivoperation

eingegangen. Diese Daten wurden neben der Verwendung für die vorliegende Analyse selbst, auch teilweise für weitere Veröffentlichungen und Vorträge genutzt. Auf die spezifische Verwendung dieser Daten wird im Ergebnisteil (Kapitel 3) und in der Diskussion (Kapitel 4) eingegangen.

Die interne Datenerhebung, die in Kapitel 2.2 bisher nur kurz erwähnt wurde, erfolgte wie folgt:

Zuerst wurde jedem Patienten eine dreistellige Nummer zugeteilt, damit die erhobenen Informationen anonym bleiben. Anschließend wurden allgemeine Patienteninformationen aus den Krankenakten und aus dem Patientenverwaltungssystem, wie Diagnose und Tumorlokalisierung ermittelt. Diese Daten wurden teilweise bereits zur Beschreibung des Patientenkollektivs verwendet. Im Anhang 5 ist der erste auszufüllende Fragebogen der internen Datenerhebung dargestellt. Dabei wurde neben den oben erwähnten allgemeinen Patienteninformationen der präoperative Verlauf der Erkrankung erfasst.

Anhang 6 beinhaltet den Operationsablauf in drei verschiedenen Versionen für die Amputation, Versorgung mittels Endoprothese und Extremitätenrekonstruktion mittels Knochenspende. Es wurden hierbei auch rein informative Daten wie Zugangsweg und Schnittlänge erhoben, die nicht dem Vergleich zwischen den Patientengruppen dienen, sondern zur allgemeinen Beschreibung der durchgeführten Operationen.

Der letzte Bereich der internen Datenerhebung beinhaltet den postoperativen Verlauf (Anhang 7). Dieser wird zu drei Zeitpunkten erhoben. Der erste ist der Entlassungszeitpunkt, der zweite 6 Wochen und der dritte 1 Jahr postoperativ. Zum Entlassungszeitpunkt wird beispielsweise die Dauer des stationären Krankenhausaufenthaltes berechnet. In den beiden postoperativen Nachkontrollen (6 Wochen, 1 Jahr) wird zunächst erfasst, ob der Patient überhaupt erschienen ist. Falls dies der Fall war, so werden mehrere spezifische Aspekte der Nachkontrolle, wie Wundverhältnisse und Besonderheiten (Komplikationen) ermittelt. Zusätzlich wird die Dauer bis zur erreichten postoperativen Vollbelastung bestimmt.

2.4. Statistische Analyse der erhobenen Daten

Zur statistischen Analyse der erhobenen Daten wurde in der vorliegenden Untersuchung neben Microsoft Office Excel 2003 das Analyseprogramm JMP

verwendet. Im Folgenden wird ein Teil der in den Ergebnissen angesprochenen Begriffe kurz erklärt.

In der vorliegenden Untersuchung wurde das in der Medizin übliche **Signifikanzniveau** $\alpha=0,05$ angelegt.

Das **Odds Ratio** wird als Assoziationsmaß verwendet, um zwei Odds miteinander zu vergleichen. Das Odds Ratio kann dabei Werte zwischen 0 und Unendlich annehmen.

Der **Likelihood-Quotienten-Test** ist ein spezifischer statistischer Test zur Bestimmung der Signifikanz p . Dabei liegt das Signifikanzniveau, wie bereits oben beschrieben, auch hier bei 0,05.

Kaplan-Meier-Kurven sind Kurven, die typischerweise auf der x-Achse die Zeit abbilden und auf der y-Achse bestimmte Ereignisse, wie den Patiententod (entspricht Überlebenskurve). Die Kurve verläuft stufenförmig, wobei bei Eintritt eines Ereignisses die Kurve einen senkrechten Absatz in Richtung auf die x-Achse bekommt. Wenn die maximale Zahl an möglichen Ereignissen abgelaufen ist, schneidet die Kurve die x-Achse.

Der **Wilcoxon-Rangsummentest** und der **Log-Rank-Test** (auch Mantel-Cox-Test genannt) werden unter anderem für den Vergleich zweier Mediane unabhängiger Zufallsgrößen verwendet. Beispielsweise kommen diese Tests bei klinisch-pharmakologischen Studien zur Anwendung. Typischerweise wird zur graphischen Darstellung die Kaplan-Meier-Kurve gewählt, aus der die Mediane abgelesen werden können.

3. Ergebnisse

In den Ergebnissen werden zuerst die Strukturmerkmale des Patientenkollektivs der vorliegenden retrospektiven Analyse beschrieben. Anschließend wird auf einzelne Aspekte im zeitlichen Ablauf eingegangen, wobei in die Phasen prä-, intra- und postoperativ unterschieden wird. Abschließend werden die Ergebnisse aus den komplexen Tests zur Bestimmung der Lebensqualität (SF-36) und Funktionalität (FIM, MSTS) im zeitlichen Verlauf dargestellt.

3.1. Patientenkollektiv

Von 123 Patienten mit Operationen zwischen 08.02.1990 und 30.06.2007 konnten Daten von insgesamt 43 Patienten ausgewertet werden. Die Ausfallgründe der übrigen 80 Patienten sind in Tabelle 2 zusammengefasst. 30 Untersuchungsteilnehmer konnten der extremitätenerhaltenden und 13 der Amputationsgruppe zugeteilt werden, wobei die Geschlechterverteilung mit 21 männlichen und 22 weiblichen Patienten nahezu ausgeglichen war.

Tabelle 2: Patientenanzahl

Potentielle Patienten	123
Nicht erreichbar	41
Verstorben	36
Absage der Teilnahme an der Untersuchung	1
Keine/ Unvollständige Akten	2
an der Untersuchung teilnehmend	43

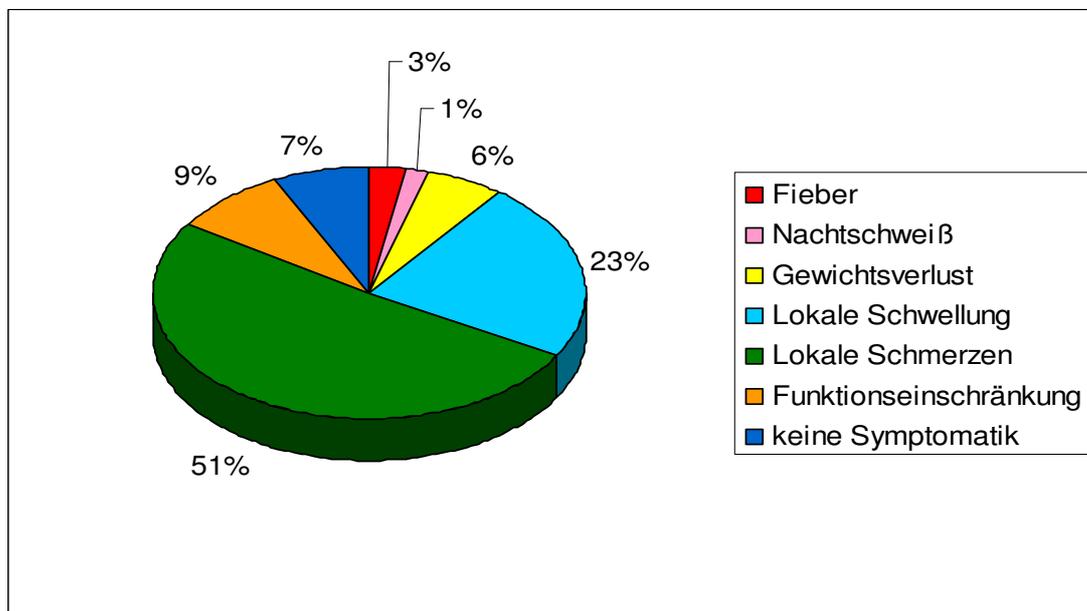
Das mittlere Patientenalter zum Operationszeitpunkt betrug $36,1 \pm 21,3$ Jahre und zum Zeitpunkt der Datenerhebung für die Untersuchung $43,9 \pm 20,6$ Jahre. Dementsprechend ergab sich ein mittleres Follow-Up von 7,8 Jahren (SD 5,4 Jahre).

3.2. Präoperative Phase

3.2.1. Symptomatik

Das im vorliegenden Patientenkollektiv mit Abstand vorherrschende präoperative Symptom war mit 51% der lokale Schmerz. In der folgenden Abbildung werden alle vorkommenden Symptome der Patienten dargestellt.

Abbildung 6: Präoperative Symptomatik

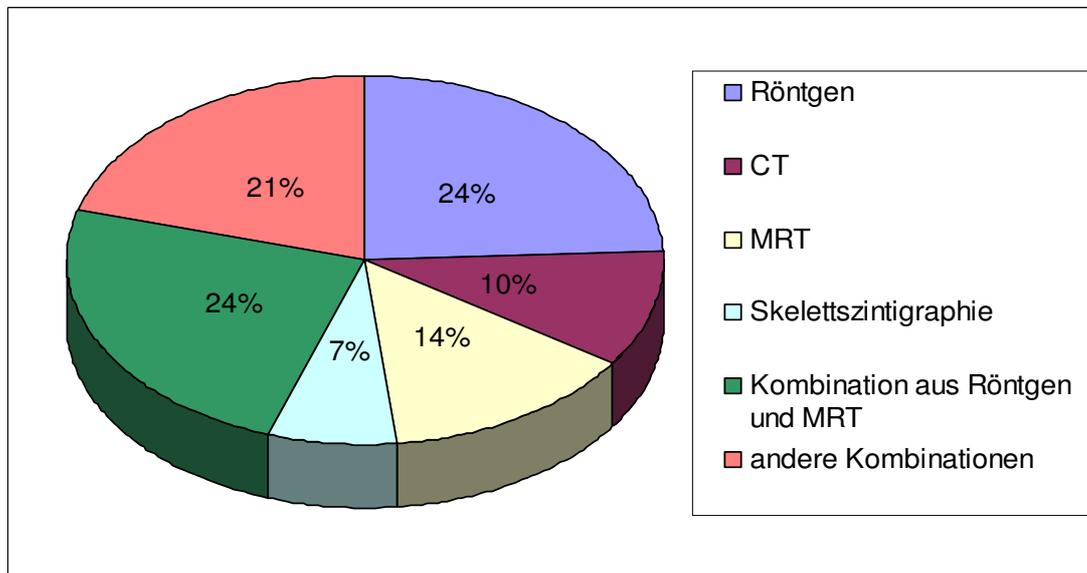


3.2.2. Diagnostik

Die mittlere Zeitspanne zwischen Symptombeginn und Diagnosestellung betrug 0,57 Jahre (SD 0,82), was 208 Tagen entspricht. Die maximale Zeitspanne aller Patienten belief sich dabei auf 3 Jahre.

Bezüglich der durchgeführten Bildgebung bei Diagnosestellung war das ausschließliche Röntgen neben der Kombination aus Röntgen und MRT mit jeweils 24% die häufigste durchgeführte bildgebende Diagnostik.

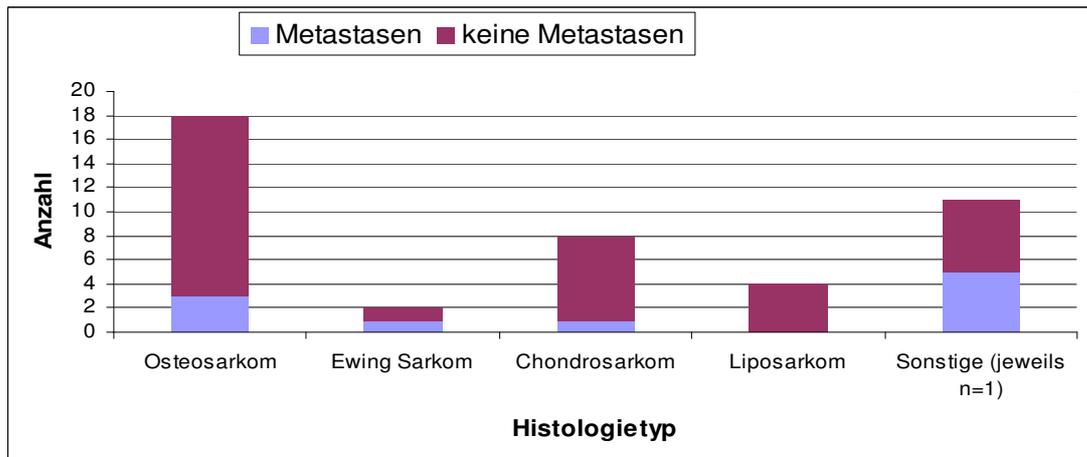
Abbildung 7: Bildgebende Diagnostik



3.2.3. Tumorhistologie und -lokalisierung

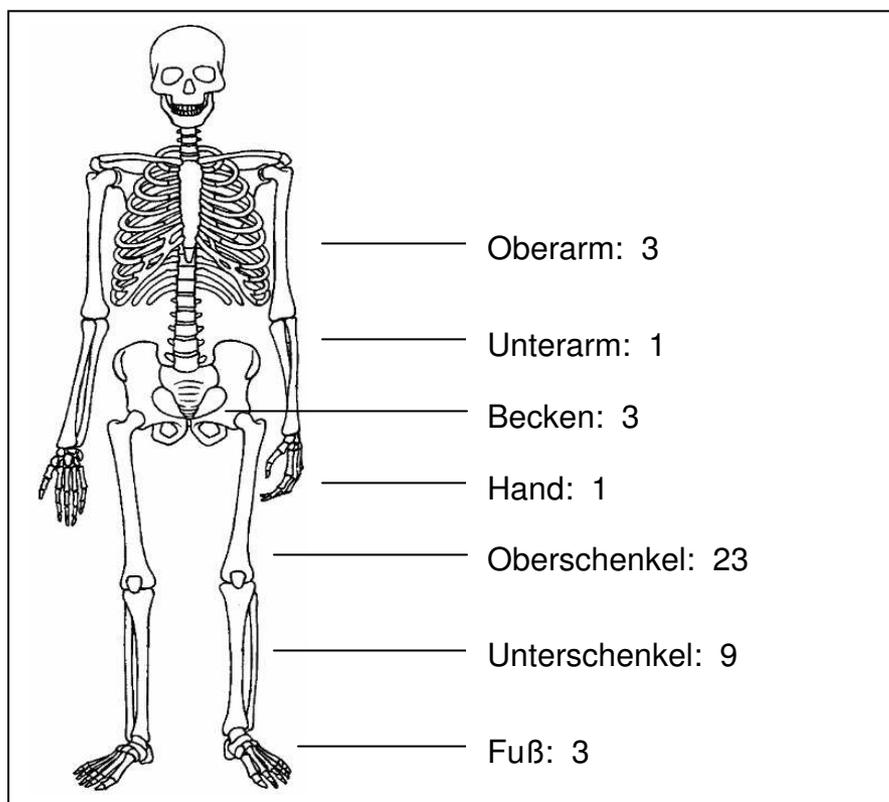
32 der insgesamt 43 Patienten aus der vorliegenden Untersuchung litten an einem primär malignen Knochentumor. Sieben dieser 32 Knochentumore hatten zum jeweiligen Operationszeitpunkt bereits metastasiert. Das zu den primären Knochentumoren gehörende Osteosarkom kam insgesamt 18-mal vor und war damit der häufigste Tumor der Untersuchung. In der folgenden Abbildung werden neben dem Osteosarkom noch weitere Tumorentitäten, die jeweils mit einer Häufigkeit von n=1 vorkamen, in einem Balken unter sonstige Histologien zusammengefasst. In diese Gruppe fällt beispielsweise das Fibro- und Synovialsarkom. Diese zu den Weichteilsarkomen gehörenden Tumore wurden, wenn es in Folge ihres Wachstums zur Knocheninfiltration kam, mit in die Untersuchung aufgenommen.

Abbildung 8: Tumorhistologien und Metastasierungsstatus



Die in der Untersuchung vorkommenden Tumore waren fast alle an der unteren Extremität lokalisiert. Insgesamt waren nur fünf der 43 Tumore an der oberen Extremität lokalisiert. Die mit Abstand häufigste Lokalisation stellte der Oberschenkel dar, das bei 23 Patienten vorkam, gefolgt vom Unterschenkel mit 9 Patienten.

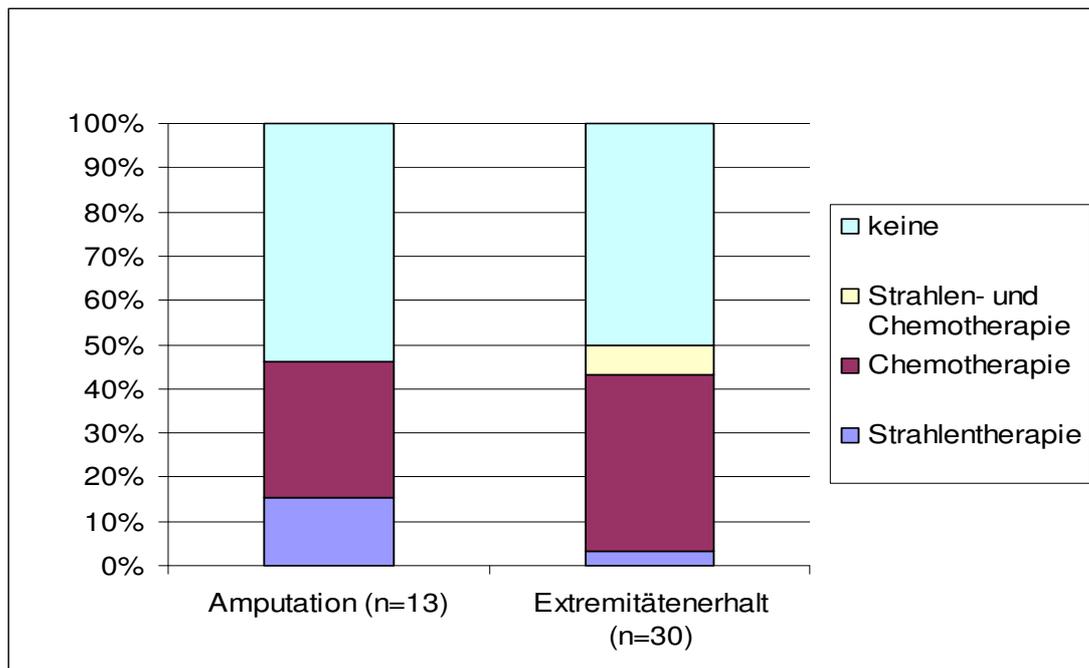
Abbildung 9: Tumorlokalisation und -häufigkeit



3.2.4. Neoadjuvante Behandlung

Die neoadjuvante Therapie wird in Abbildung 10 graphisch dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wird auf der y-Achse die Patientenzahl in Prozent angegeben, da sich die Patientenzahlen der beiden Gruppen unterscheiden.

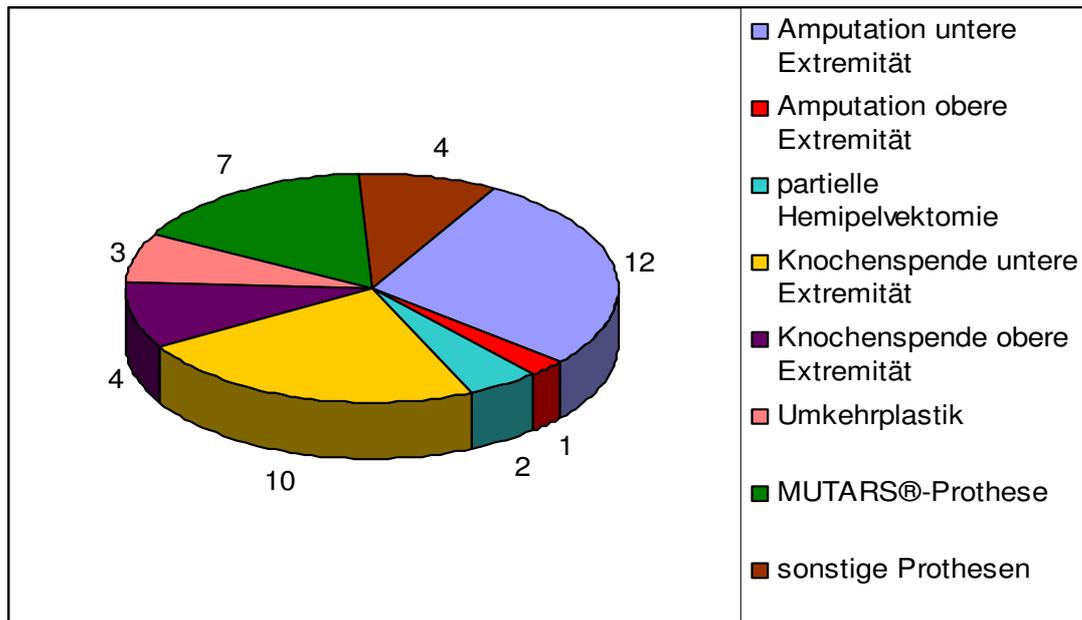
Abbildung 10: Neoadjuvante Behandlung



3.2.5. Operationstechnik

Die Amputationsgruppe teilte sich bezüglich der operierten Extremität in einen Patienten der oberen und 12 der unteren Extremität auf. In der extremitätenerhaltenden Patientengruppe wurden 14 Patienten operativ mittels Knochenspende versorgt, wobei 10 davon an der unteren Extremität lokalisiert waren. Die drei Umkehrplastiken und die beiden partiellen Hemipelvektomien wurden nicht mit zu den Knochenspenden gerechnet und deshalb gesondert aufgelistet. Die MUTARS[®] - Prothese (Hersteller: Implantcast, Germany) wurde insgesamt 7-mal implantiert und ist damit der am häufigsten implantierte Prothesentyp der Untersuchung.

Abbildung 11: Operationsverfahren

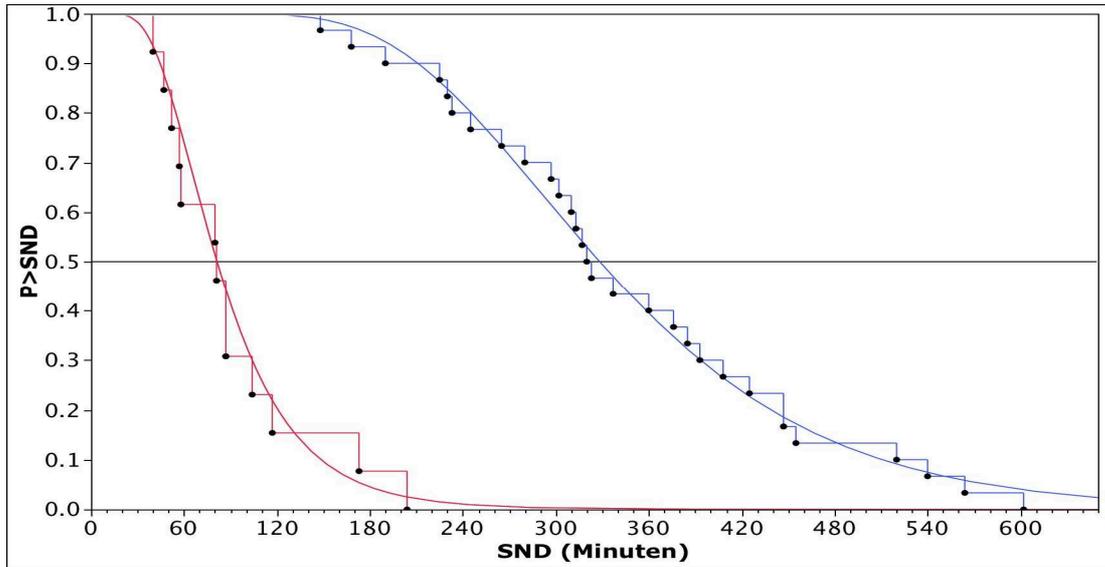


3.3. Intraoperative Phase

3.3.1. Operationsablauf

Die Operationsdauer der beiden Gruppen wird in Abbildung 12 als Kaplan-Meier-Kurve dargestellt. Die waagrecht verlaufende Linie bei $y=0,5$ zeigt die Mediane der beiden Kurven an. Der Median ist der x-Wert des Schnittpunktes von dieser Geraden mit der jeweiligen Kurve. Die linke Kurve stellt die Amputationsgruppe dar. Der Median dieser Kurve lag bei 81,5 Minuten (95% KI: 52 - 104) und der Median der extremitätenerhaltenden Gruppe bei 323 Minuten (95% KI: 297 - 393). Der Log-Rank-Test ergab ebenso wie der Wilcoxon-Rangsummentest $p < 0,0001$. Damit wiesen die Mediane einen signifikanten Unterschied auf.

Abbildung 12: Operationsdauer / Schnitt-Naht-Dauer (SND)

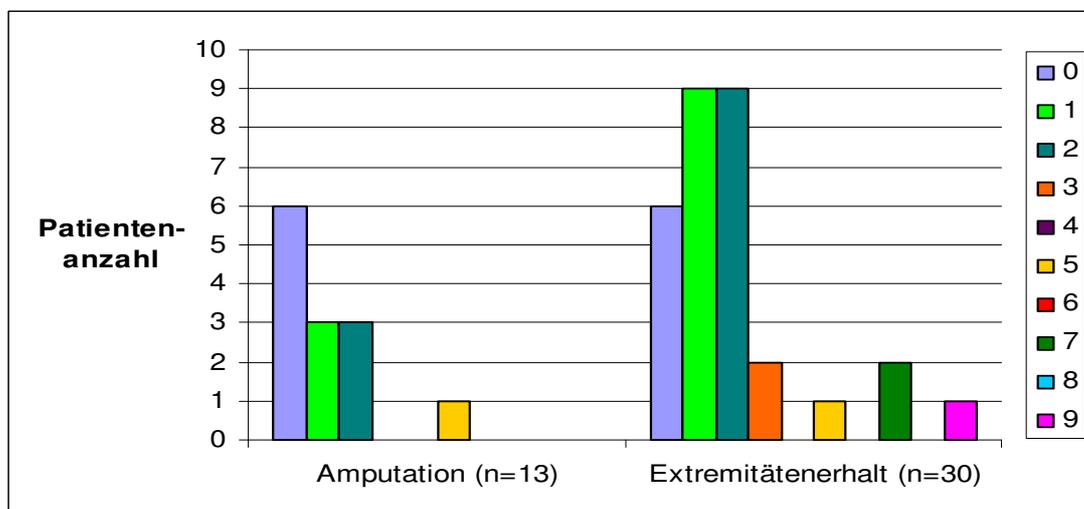


Legende: Amputationsgruppe - rote Kurve (links)

Extremitätenerhalt - blaue Kurve (rechts)

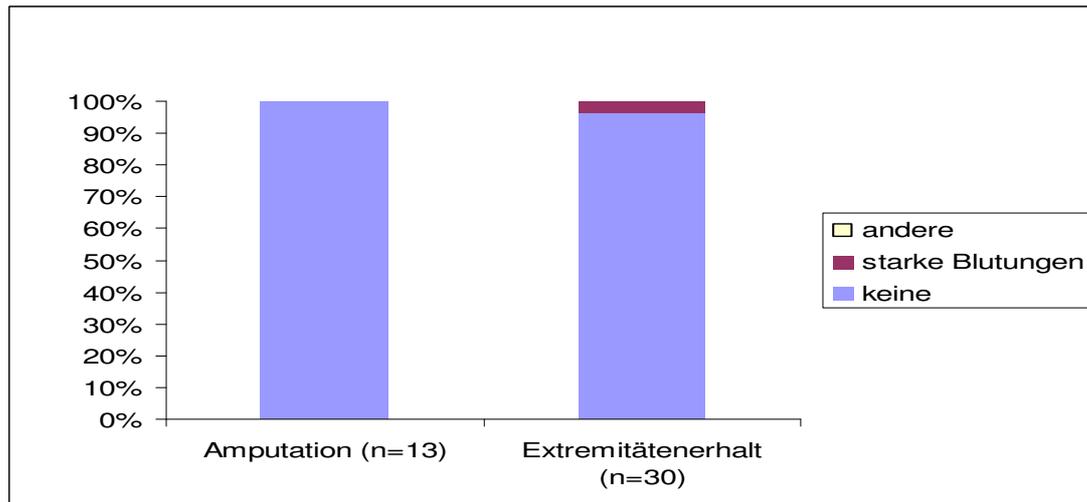
Die verwendete Blutkonservenanzahl war in der Amputationsgruppe gering. Es wurden bei einem Patienten mehr als zwei Konserven infundiert (dieser Patient erhielt fünf Blutkonserven). Damit bekamen 8% der Patienten der Amputationsgruppe mehr als zwei Blutkonserven. Dagegen belief sich diese Zahl bei Extremitätenerhalt auf 20%, wobei ein Patient 9 Blutkonserven erhielt, was zugleich die größte Anzahl aller Patienten war.

Abbildung 13: Anzahl der verwendeten Blutkonserven



Bezüglich der intraoperativen Komplikationen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen. Insgesamt betrachtet gab es nur bei einem Patienten der extremitätenerhaltenden Gruppe eine intraoperative Komplikation, bedingt durch starke Blutungen.

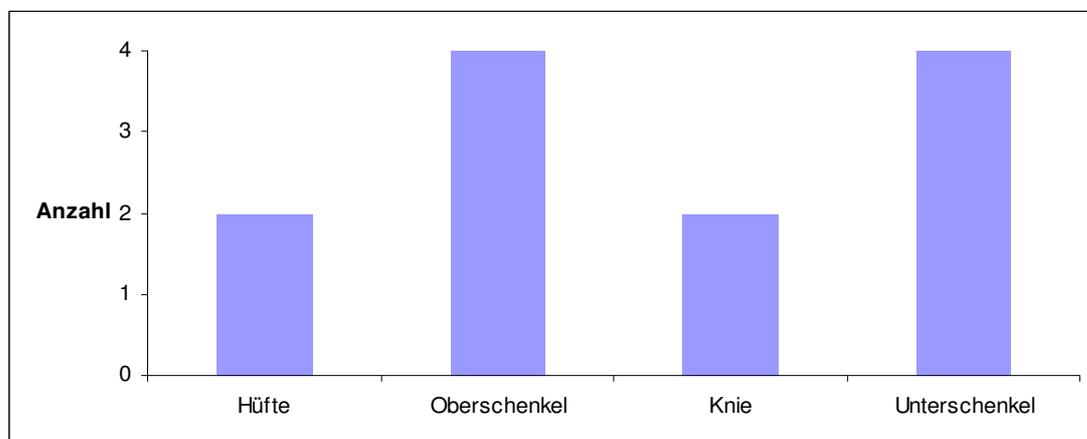
Abbildung 14: Intraoperative Komplikationen



3.3.2. Amputationshöhe

In der folgenden Abbildung werden die verschiedenen Amputationshöhen an der unteren Extremität aufgeschlüsselt. Für Ober- und Unterschenkel sind dabei keine genaueren Amputationshöhen angegeben.

Abbildung 15: Amputationshöhe der unteren Extremität



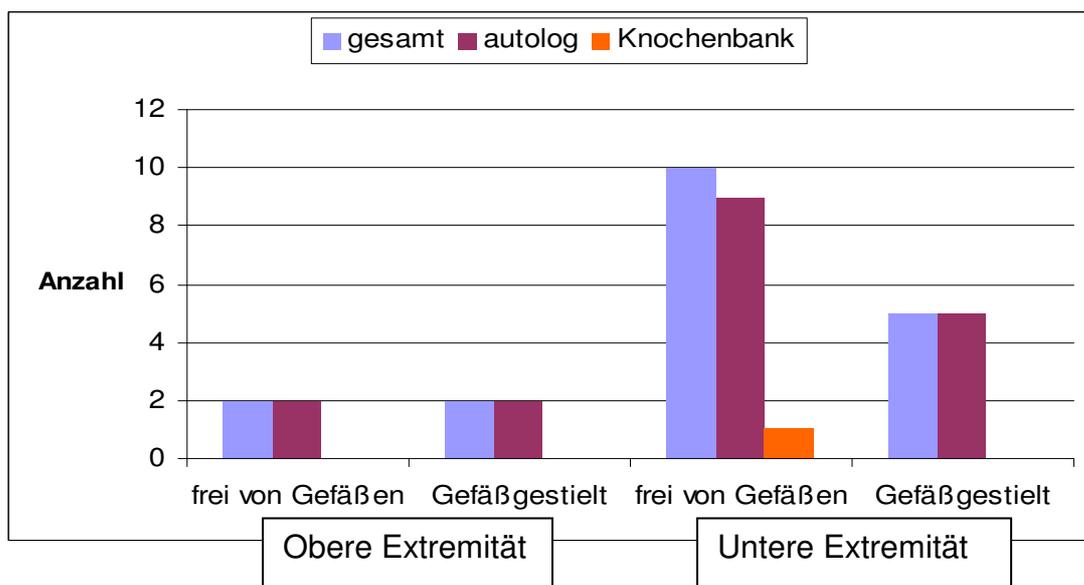
3.3.3. Extremitätenerhalt – Endoprothetische Versorgung

Der mit 7-mal am häufigsten eingesetzte Prothesentyp war die MUTARS® - Prothese (Hersteller: Implantcast, Germany). Dabei wurden drei Prothesen zementiert, vier zementfrei implantiert. Den restlichen vier endoprothetisch versorgten Patienten wurde entweder die KMFTR® - Prothese (Hersteller: Kotz Modular Femur Tibia Reconstruction System) oder die HMRS® - Prothese (Howmedica Modulares Resektionssystem (Hersteller: Stryker Howmedica GmbH)) zementfrei implantiert.

3.3.4. Extremitätenerhalt – Versorgung mittels Knochenspende

Insgesamt wurden vier Knochenspenden der oberen Extremität durchgeführt. Alle waren autologer Herkunft, wobei zwei der Knochenspenden mit, zwei ohne Gefäße transplantiert wurden. Von den restlichen 15 Knochenspenden der unteren Extremität wurden zehn ohne Gefäße und 5 mit Gefäßen transplantiert. Von den zehn gefäßlosen Knochentransplantaten wurde nur eine aus der Knochenbank entnommen.

Abbildung 16: Knochentransplantatspender



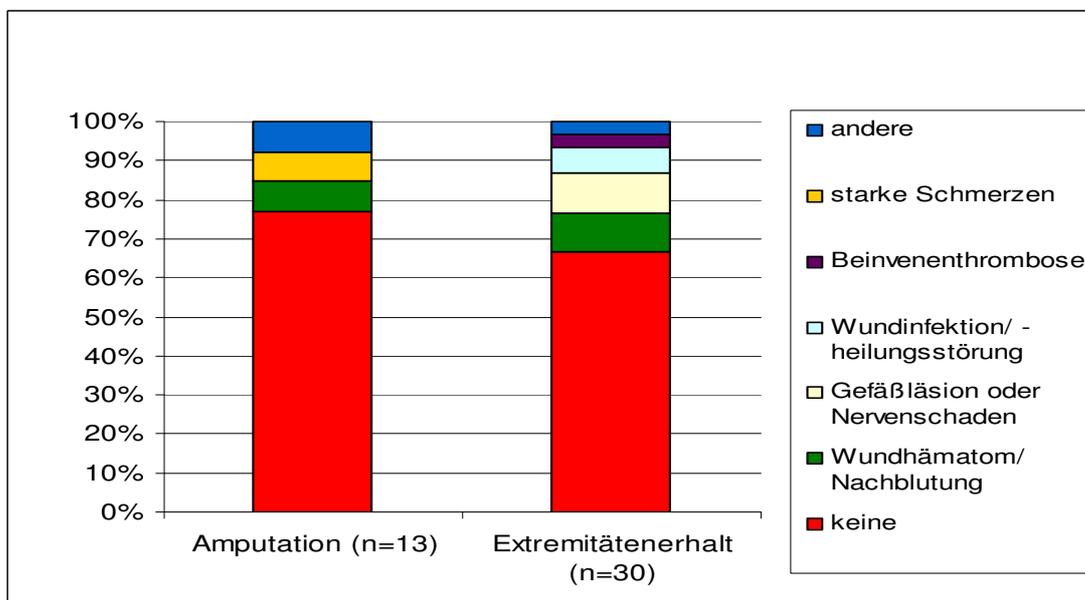
3.4. Postoperative Phase

3.4.1. Postoperativer Verlauf

Bei 23% der Patienten der Amputationsgruppe und bei 33% in der extremitätenerhaltenden Gruppe traten Komplikationen auf. Insgesamt betrachtet, gab es aber nicht signifikant ($p=0.72$) weniger postoperative Komplikationen bei den Patienten mit Amputation. Allerdings ist zu beachten, dass das Odds-Ratio 1,67 (95% KI: 0,37 - 7,45) für die extremitätenerhaltende Gruppe im Vergleich zur Amputationsgruppe betrug.

Eine genaue Aufschlüsselung der in der Untersuchung aufgetretenen postoperativen Komplikationen findet sich in Abbildung 17. Auf der Ordinate werden die Prozente angegeben, da sich dadurch eine bessere Vergleichbarkeit der beiden Gruppen ergibt.

Abbildung 17: Postoperative Komplikationen



Die Wundverhältnisse bei der Entlassung aus der stationären Krankenhausbehandlung waren nur bei je einem Patienten pro Gruppe auffällig, was 8%

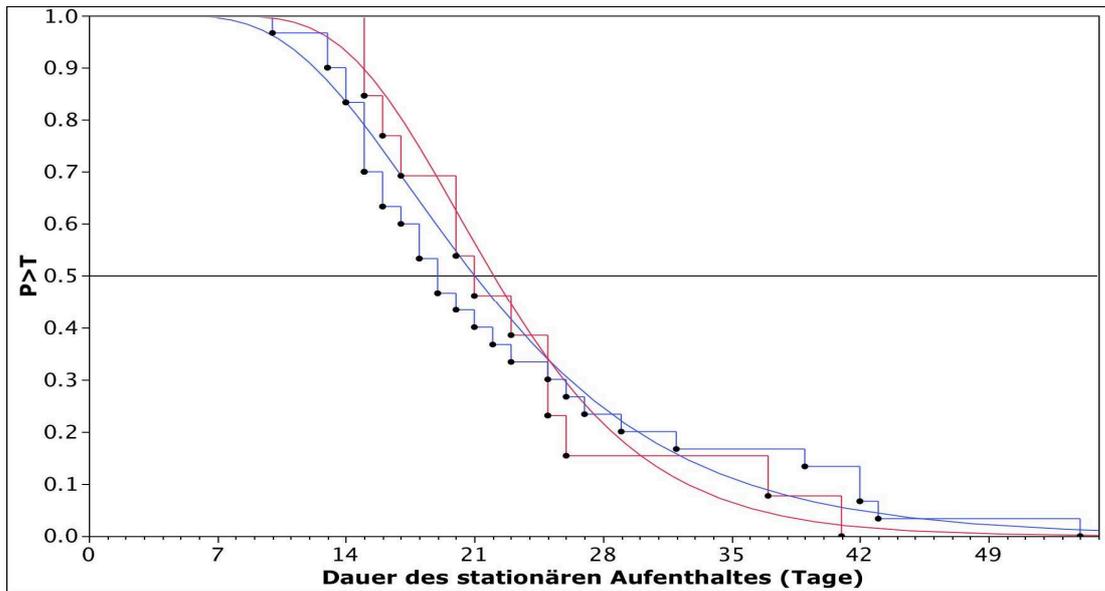
in der Amputations- und 3,3% in der extremitätenerhaltenden Gruppe entsprach.

Bei knapp 54% der mittels Amputation versorgten Patienten wurde keine postoperative (adjuvante) Therapie durchgeführt, was in der extremitäten-erhaltenden Gruppe nur bei knapp 37% der Fall war. Wenn eine Therapie durchgeführt wurde, dann war die alleinige Chemotherapie die häufigste mit 57% bei Extremitätenerhalt und 31% bei Amputation. Die anderen Therapiemöglichkeiten bestehend entweder aus der Kombination von Strahlen- und Chemotherapie oder nur der Strahlentherapie wurde in beiden Gruppen jeweils bei einem Patienten angewendet.

3.4.2. Krankenhausaufenthaltsdauer

Die Krankenhausaufenthaltsdauer der beiden Patientengruppen unterschied sich bezüglich der Mediane kaum. Die Amputationsgruppe hatte einen Median von 21 Tagen (95% KI: 16 - 25) und bei Extremitätenerhalt war der Median 19 Tage (95% KI: 16 - 25). Der Log-Rank-Test ergab mit $p=0,85$ und der Wilcoxon-Rangsummentest mit $p=0,54$ keinen signifikanten Unterschied. Patient 123, dem eine Tibiaprothese implantiert wurde, war mit 54 Tagen am längsten von allen Patienten der Untersuchung in stationärer Behandlung. In der Amputationsgruppe lag Patient 127 mit 41 Tagen am längsten im Krankenhaus. Die horizontal verlaufende Linie bei $y=0,5$ ist als Ablesehilfe der Mediane eingezeichnet.

Abbildung 18: Dauer des stationären Aufenthaltes



Legende: Amputationsgruppe - rote Kurve

Extremitätenerhalt - blaue Kurve

Knapp 62% der Amputierten wurden bei der Entlassung aus dem Krankenhaus nach Hause entlassen. Dagegen betrug dieser Wert bei Extremitätenerhalt nur 50%, wobei 40% der Patienten mit Extremitätenerhalt nach der operativen Versorgung direkt im Anschluss an die Entlassung aus der Orthopädie in eine andere Klinik oder eine andere Abteilung der Universitätsklinik Tübingen überwiesen wurde. Dort wurde zumeist die adjuvante Therapie (siehe Kapitel 3.4.1.) eingeleitet. Der Anteil der Patienten, die noch in eine Rehabilitationsklinik kam, war bei Amputation mit 23% größer als bei Extremitätenerhalt, in der der Anteil nur bei 10% lag.

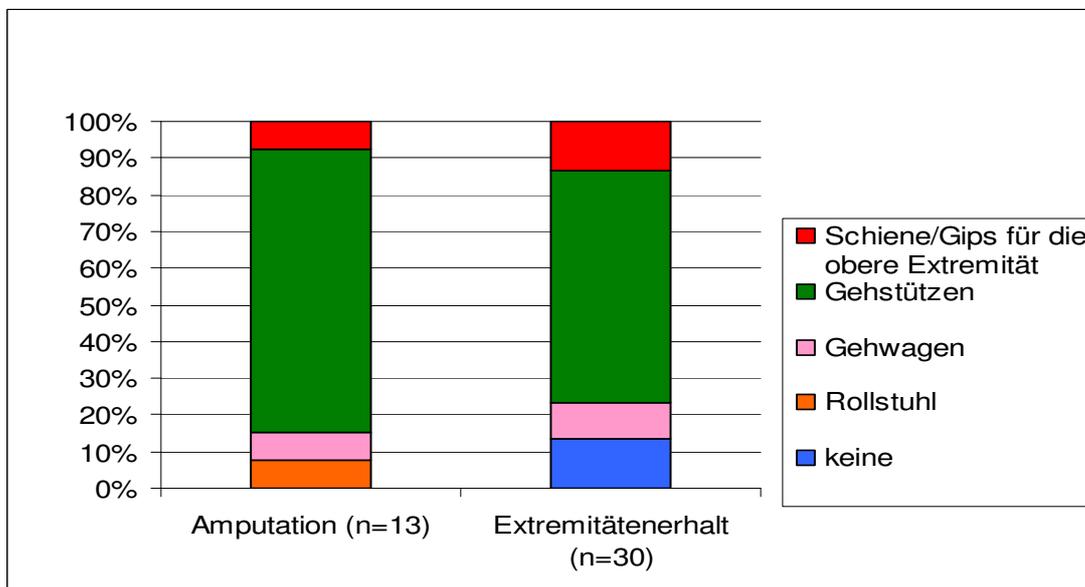
3.4.3. Mobilisation

Keiner der untersuchten Patienten konnte sofort postoperativ seine operierte Extremität wieder voll belasten. Dieser Wert verbesserte sich im Verlauf der postoperativen stationären Behandlung unter anderem als Folge der täglichen Physiotherapie und durch die fortschreitende Genesung der operierten Extremität. Bei Entlassung waren 15% der amputierten Patienten wieder voll

belastbar. Die restlichen 85% dieser Patientengruppe und alle Patienten mit Extremitätenerhalt waren nicht voll belastbar. Der mit Abstand häufigste Grund war der des langsamen Belastungsaufbaus (Teilbelastung von 10 kg; im Verlauf Steigerung um 10 kg/Woche). Weitere Gründe waren unter anderem Gang- und Standunsicherheiten und Schmerzen.

Die Patientenmobilisation bei Entlassung war bei beiden Gruppen am häufigsten unter Zuhilfenahme von Gehstützen möglich. 15% der Patienten, die mittels Extremitätenerhalt versorgt wurden, konnten zum Entlassungszeitpunkt nicht mobilisiert werden, wobei alle Patienten der Amputationsgruppe mobilisierbar waren. Allerdings wies diese Differenz keine Signifikanz ($p=0,29$) auf. Weiterhin wurden in beiden Gruppen alle Patienten, die an der oberen Extremität operativ versorgt wurden, mit einer Schiene oder einem Gips versorgt.

Abbildung 19: Mobilisation bei Entlassung



15% der extremitätenerhaltenden Gruppe konnten zum Entlassungszeitpunkt nicht mobilisiert werden. Der Patientenanteil, der im Zimmer mobilisierbar war, war in beiden Gruppen mit 31% und 33% nahezu gleich. 20% der Patienten mit Extremitätenerhalt konnten mit Unterstützung auf dem Gang und knapp 27%

bereits auf der Treppe gehen. Im Gegensatz dazu konnten sich schon 62% der Amputierten auf der Treppe fortbewegen.

3.4.4. Nachkontrolle: 6 Wochen postoperativ

Sechs Wochen postoperativ wurden Wundverhältnisse, Gehfähigkeit, Belastbarkeit, Beweglichkeit und Besonderheiten (Komplikationen) erhoben. Zu beachten ist, dass bei beiden Patientengruppen bei jeweils einem Patienten keine dieser Daten erhoben werden konnten, da diese nicht zu den Nachkontrollen erschienen sind.

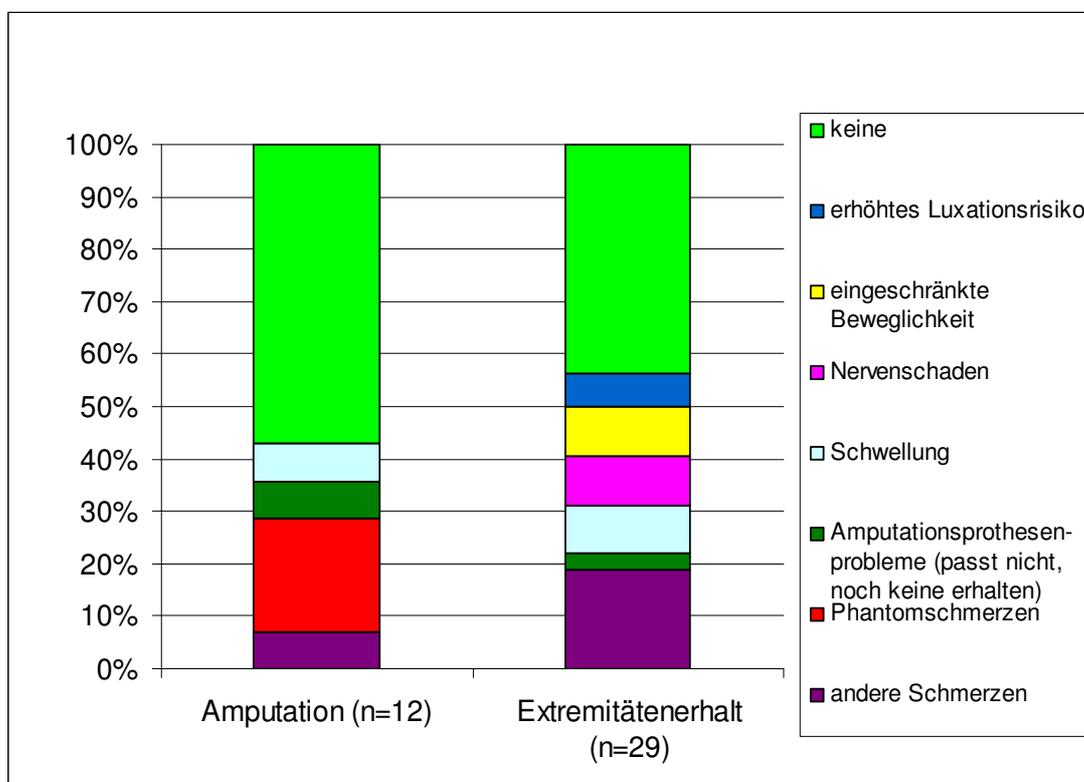
Die Wundverhältnisse waren bei 16,7% der Patienten in der Amputations- und 6,9% in der extremitätenerhaltenden Gruppe auffällig. Zu diesen Auffälligkeiten gehören unter anderem die Entzündungszeichen Rötung und Schwellung. Insgesamt betrachtet gibt es nicht signifikant ($p=0,57$) mehr klinisch auffällige Wunden bei den Patienten mit Amputation. Das Odds-Ratio beträgt aber 2,7 (95% KI: 0,33 - 21,8) für die Amputationsgruppe im Vergleich zur extremitätenerhaltenden Gruppe.

Die Gehfähigkeit wurde nur bei den Patienten, die an der unteren Extremität operiert wurden, erhoben. Dagegen wurde bei Operationen der oberen Extremität die Belastbarkeit und Beweglichkeit ermittelt. Die Gehfähigkeit konnte aus diesem Grund bei 11 Patienten der Amputationsgruppe und bei 25 Patienten der extremitätenerhaltenden Gruppe bestimmt werden. Dabei ergaben sich nur geringe Unterschiede. In beiden Gruppen war jeweils ein Patient in seiner Gehfähigkeit eingeschränkt, da diese die operierte Extremität nicht voll belasten konnten. Dies entsprach 9% der Amputierten und 4% bei Extremitätenerhalt.

In der Nachkontrolle wurde auch auf Besonderheiten (Komplikationen), wie beispielsweise Phantomschmerzen der amputierten Extremität, Nervenschäden und Schwellungen geachtet. In Abbildung 20 ist zu beachten, dass bei einem

Patienten mehrere Komplikationen auftreten konnten. Zusätzlich muss mit einbezogen werden, dass auch unterschiedliche Komplikationen in beiden Gruppen vorkamen, da z.B. Phantomschmerzen nur bei Amputation und Luxationsrisiken nur bei Extremitätenerhalt auftreten. Deshalb ist ein Vergleich dieser Daten nur bedingt möglich. Aus diesem Grund wird nur die Gesamtanzahl der auftretenden Komplikationen miteinander verglichen und nicht jede einzelne Komplikation für sich. Zusammenfassend traten bei knapp 67% der Patienten in der Amputationsgruppe keine Komplikationen auf. Bei Extremitätenerhalt betrug dieser Wert 48%. Der Likelihood-Quotienten-Test ergab $p=0,62$. Somit traten in der extremitätenerhaltenden Gruppe nicht signifikant mehr Komplikationen 6 Wochen postoperativ im Vergleich zur Amputationsgruppe auf. Allerdings traten in der extremitätenerhaltenden Gruppe 1,24-mal häufiger Komplikationen bei der 6 Wochen-Nachkontrolle auf als in der Amputationsgruppe.

Abbildung 20: Komplikationen 6 Wochen postoperativ



3.4.5. Nachkontrolle: 1 Jahr postoperativ

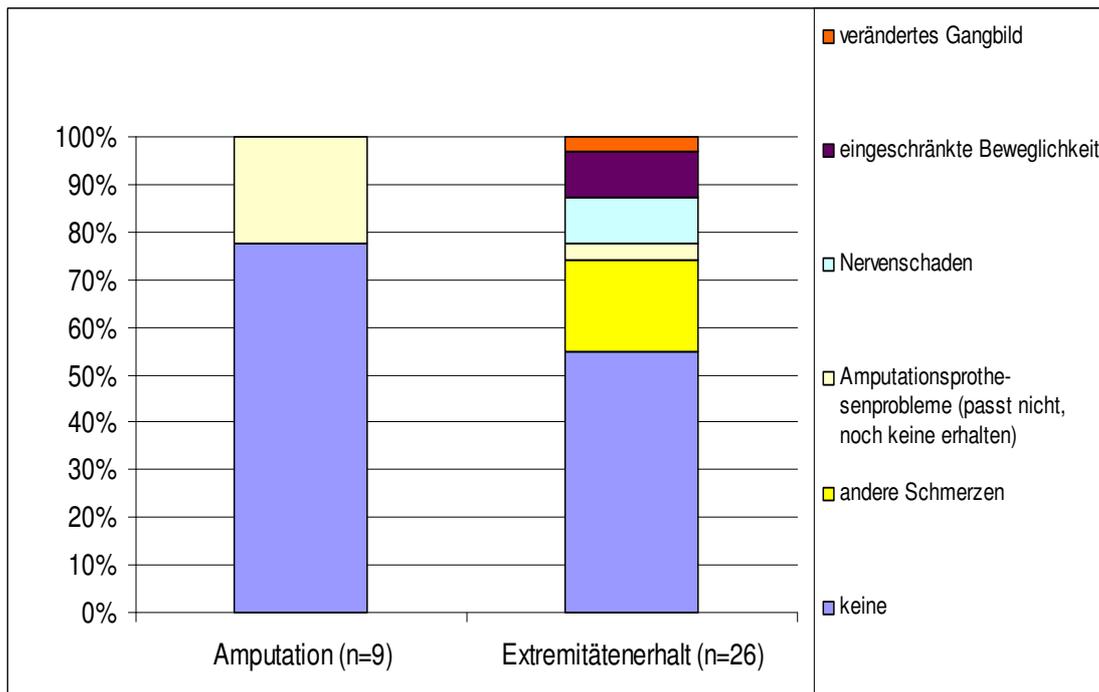
Ein Jahr postoperativ wurden, wie bereits 6 Wochen postoperativ, Wundverhältnisse, Gehfähigkeit, Belastbarkeit und Beweglichkeit sowie Komplikationen erhoben. Bei den nachfolgenden Auswertungen ist zu beachten, dass in der Amputationsgruppe drei Patienten nicht zur einjährigen Nachkontrolle erschienen sind und bei einem Patienten die Operation weniger als ein Jahr vor Untersuchungsbeginn durchgeführt wurde. In der extremitätenerhaltenden Gruppe fehlen ebenso vier Patienten. Zwei wurden ebenfalls erst vor weniger als einem Jahr operativ versorgt und ein Patient ist nicht zur Nachkontrolle erschienen. Bei dem vierten Patienten konnten die Komplikationen nicht ermittelt werden, die Wundverhältnisse und die Gehfähigkeit waren aber dokumentiert.

Ein Jahr postoperativ waren bei allen Patienten die Wundverhältnisse klinisch völlig reizlos.

Die Gehfähigkeit bei Patienten, die an der unteren Extremität operiert wurden, war ein Jahr postoperativ in der Amputationsgruppe nicht eingeschränkt. Alle Patienten konnten die Extremität voll belasten. Im Gegensatz dazu war bei 9% der Patienten der anderen Gruppe die Extremität nicht voll belastbar, was somit auch zu Behinderungen der Gehfähigkeit führt. Allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant ($p=1,00$).

In der ein Jahr postoperativ durchgeführten Nachkontrolle waren die auftretenden Komplikationen von der Gesamtanzahl in der extremitätenerhaltenden Gruppe häufiger. Dementsprechend sind in der Amputationsgruppe mit knapp 78% der Patienten 10% mehr ohne Komplikationen in der Nachkontrolle auffällig gewesen. Der Likelihood-Quotienten-Test ergab $p=0,198$. Somit kam es in der extremitätenerhaltenden Gruppe nicht zu signifikant mehr Komplikationen im Vergleich zu der Amputationsgruppe. Bei Berechnung des Odds-Ratio wird ersichtlich, dass 2,3-mal häufiger Komplikationen in der extremitätenerhaltenden Gruppe auftraten.

Abbildung 21: Komplikationen ein Jahr postoperativ



3.5. Aktuelle Behandlungsergebnisse

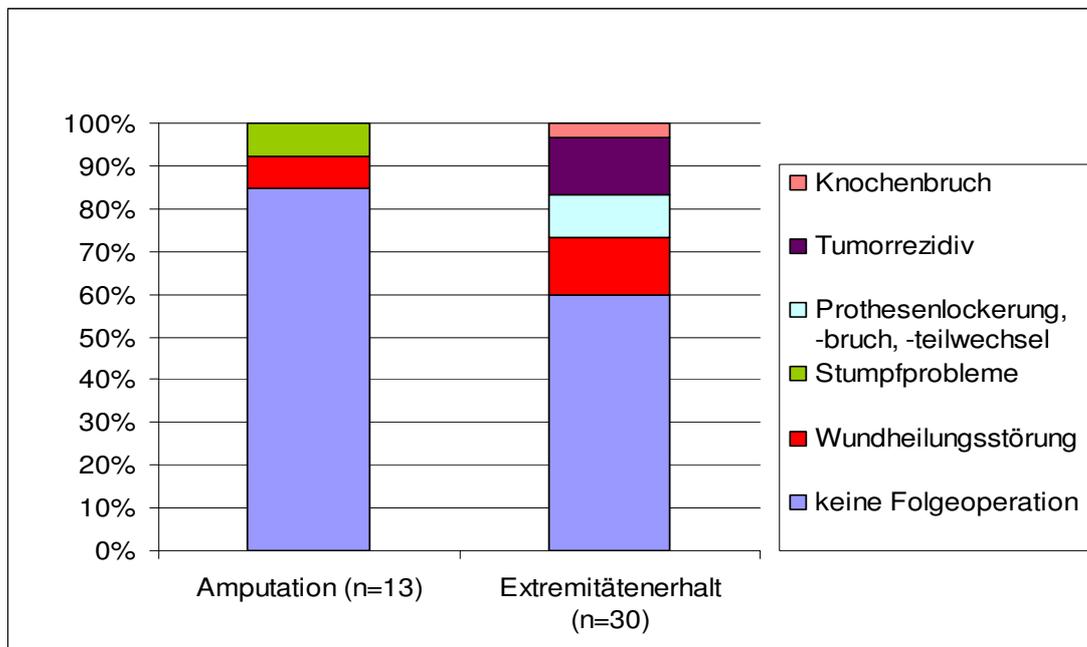
3.5.1. Auftretende Tumorrezidive und Folgeoperationen

Insgesamt bekamen 8 der 43 an der Untersuchung teilnehmenden Patienten ein Tumorrezidiv. Einer dieser Patienten gehörte der Amputationsgruppe (7,7%) und die restlichen 7 Patienten der extremitätenerhaltenden Gruppe (23,3%) an. Dieser Unterschied war aber nicht signifikant ($p=0,40$). Allerdings zeigte das Odds-Ratio von 3,65 (95% KI: 0,40 - 33,2) für die extremitätenerhaltende Gruppe im Vergleich zur Amputationsgruppe ein erhöhtes Risiko an.

In der nachfolgenden Abbildung 22 werden die Häufigkeiten der Folgeoperationen und deren Indikationen/Ursachen dargestellt. Diese Indikationen können sich zwischen den beiden Patientengruppen unterscheiden. Beispielsweise kommen Stumpfprobleme nur bei Amputationen und Prothesenlockerungen bei Extremitätenerhalt vor. Aus diesem Grund wird, wie bei den Komplikationen in den Nachkontrollen (Kapitel 3.4.4 und 3.4.5), nur auf

die Gesamtanzahl an Folgeoperationen und nicht auf jede einzelne Indikation eingegangen. Dabei ist zu beachten, dass immer nur eine Indikation bei den Patienten, die sich einer Folgeoperation unterziehen lassen mussten, vorlag und nicht mehrere. In der Amputationsgruppe kam es bei 15,4% zu einer Folgeoperation und bei Extremitätenerhalt bei 40%. Wie auch bei der Anzahl der auftretenden Tumorrezidive, waren die Folgeoperationen nicht signifikant ($p=0,16$) häufiger bei den Patienten mit Extremitätenerhalt. Aber das Odds-Ratio belief sich auf 3,67 (95% KI: 0,69 - 19,6) für die extremitätenerhaltenden Gruppe im Vergleich zur Amputationsgruppe.

Abbildung 22: Indikationen für Folgeoperationen

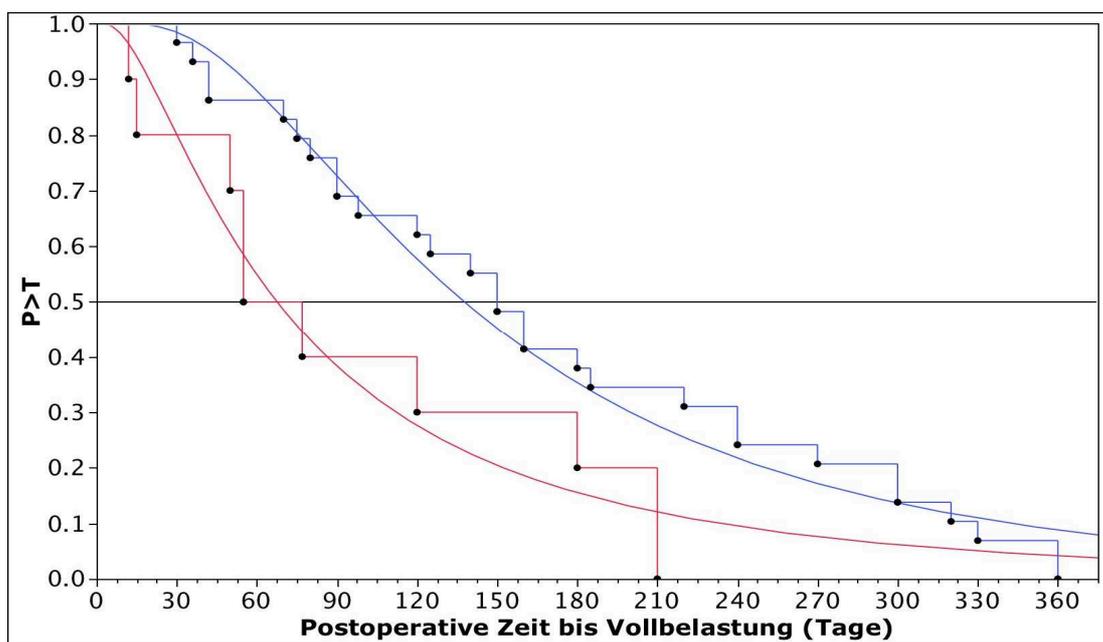


3.5.2. Zeitdauer bis zum Erreichen der Vollbelastung der operierten Extremität

In Abbildung 23 wird durch eine Kaplan-Meier-Kurve der postoperative Zeitraum, der bis zum Erreichen der Vollbelastung der operierten Extremität verging, dargestellt. Der Median der Amputationsgruppe lag bei 77 Tagen (95% KI: 12 - 180) und der bei Extremitätenerhalt bei 150 Tagen (95% KI: 90 - 220). Weiterhin fällt auf, dass die maximale Zeitspanne, die ein Patient benötigte, sich

bei Amputation auf 210 und bei Extremitätenerhalt auf 360 Tage belief. Damit waren sowohl der Median als auch der maximal erreichte Zeitraum in der Amputationsgruppe niedriger als in der extremitätenerhaltenden Gruppe. Zusätzlich verdeutlicht wird dieser Unterschied durch den Log-Rank-Test ebenso wie durch den Wilcoxon-Rangsummentest, die mit $p=0,03$ einen signifikanten Unterschied der beiden Mediane aufzeigten.

Abbildung 23: Postoperativer Zeitraum bis zum Erreichen der Vollbelastung



Legende: Amputationsgruppe - rote Kurve (links)

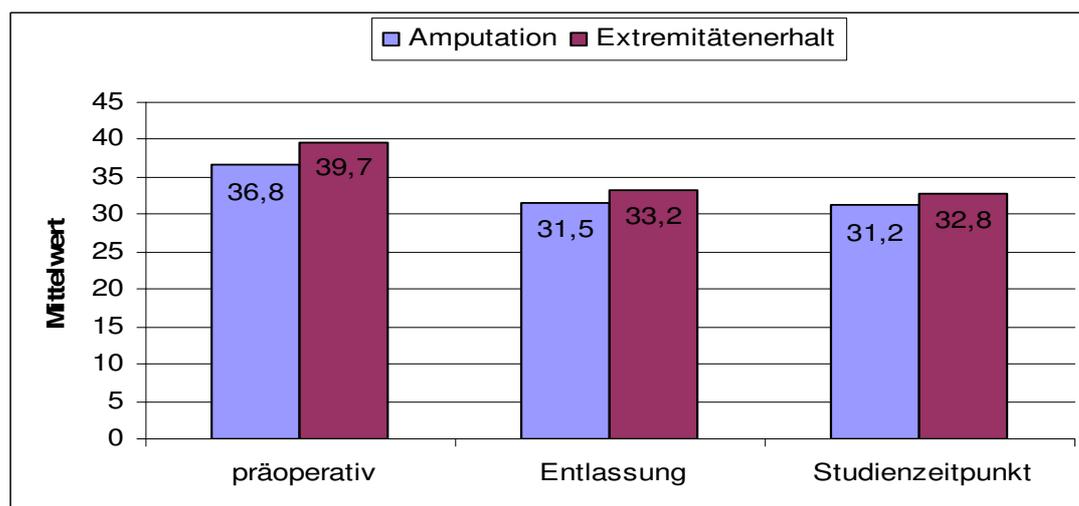
Extremitätenerhalt - blaue Kurve (rechts)

3.5.3. Gesundheitsbezogene Lebensqualität – Ergebnisse des modifizierten Short Form (SF) – 36 Health Survey

Die Lebensqualität war zum präoperativen Zeitpunkt in der extremitätenerhaltenden Gruppe mit 39,7 (arithmetischer Mittelwert) um fast 3 Punkte höher als in der Amputationsgruppe. Die Werte der beiden Patientengruppen fielen vor allem zwischen dem präoperativen Zeitpunkt und der Entlassung ab. Der Abfall zwischen dem Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt war nur gering. Dabei sank die Differenz zwischen den Gruppen zu diesen beiden Zeitpunkten

auf knapp 2 Punkte ab, wobei die extremitätenerhaltende Gruppe immer die größeren Werte aufwies und damit eine bessere Lebensqualität hatte. Allerdings waren zum Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt (heute) keine signifikanten Unterschiede aufgetreten.

Abbildung 24: Short Form – 36 Health Survey im zeitlichen Verlauf

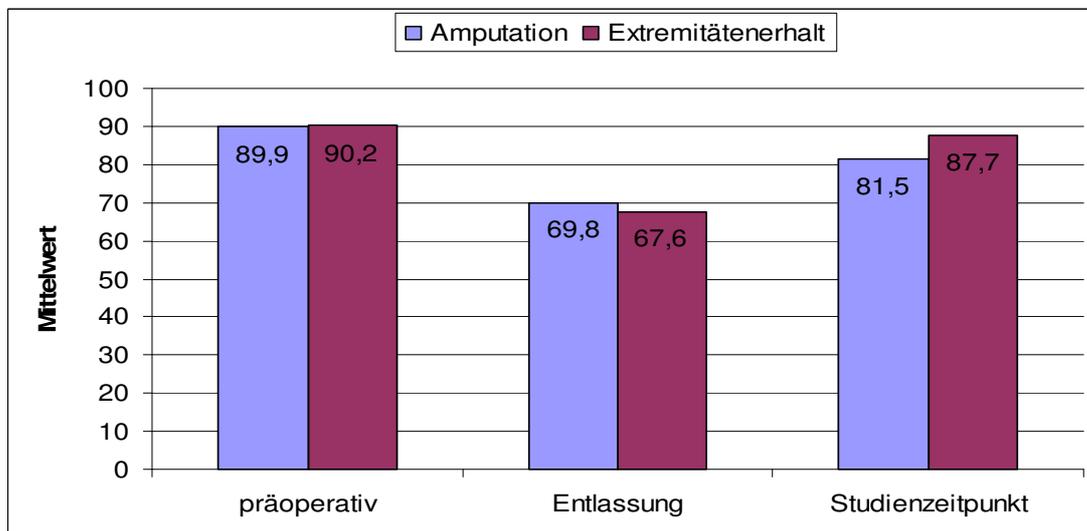


3.5.4. Funktionalität – Ergebnisse des Functional Independence Measure und des Musculoskeletal Tumor Society Score

Der präoperative Ausgangswert des FIM lag bei beiden Patientengruppen bei 90 Punkten. Wie in Abbildung 25 ersichtlich, nahm dieser Wert zum Entlassungszeitpunkt auf knapp 70 Punkte in der Amputationsgruppe und knapp 68 Punkte in der extremitätenerhaltenden Gruppe ab. Damit wies die Amputationsgruppe eine leicht erhöhte Funktionalität auf, wobei diese Differenz nicht signifikant war. Zum Untersuchungszeitpunkt hatte sich dieses Verhältnis allerdings umgekehrt. Die extremitätenerhaltende Gruppe lag mit knapp 88 Punkten 6 Punkte höher als die Amputationsgruppe. Dieser Unterschied in der Funktionalität war signifikant (Likelihood-Quotienten-Test $p < 10^{-4}$). Die erreichten Punkte zum Untersuchungszeitpunkt entsprechen in der extremitäten-

erhaltenden Gruppe 95,7% und in der Amputationsgruppe 87,8% vom möglichen FIM-Maximalwert.

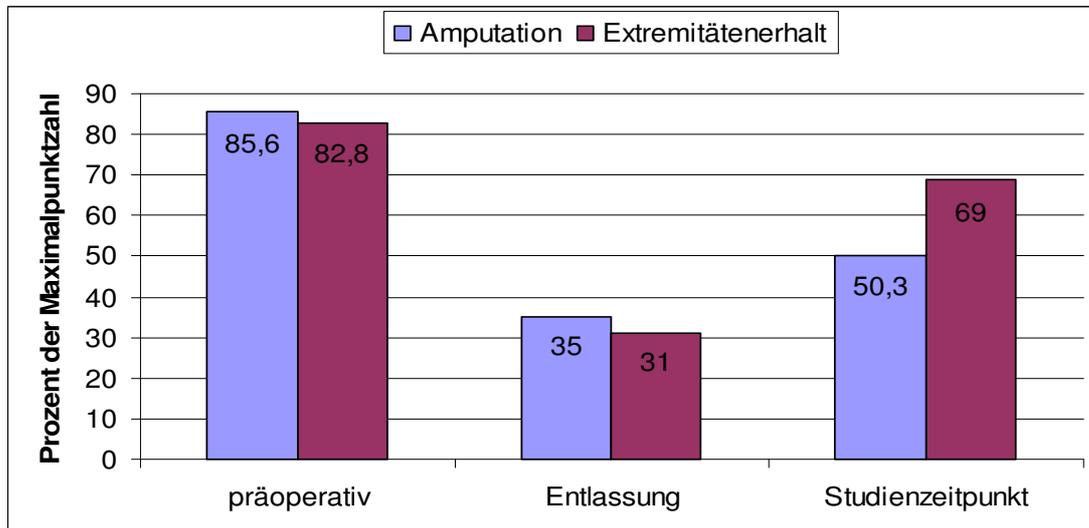
Abbildung 25: Functional Independence Measure im zeitlichen Verlauf



Bei der Bewertung des MSTS-Score ist zu beachten, dass präoperativ maximal 25 und zum Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt maximal 30 Punkte erreicht werden konnten. Der Grund dafür liegt in der verwendeten Skala „Emotionale Akzeptanz“ hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses. Diese Skala kann nur postoperativ erhoben werden und deshalb fällt der maximal zu erreichende Punktwert präoperativ um 5 Punkte auf 25 ab. Der MSTS-Score wies insgesamt betrachtet einen sehr ähnlichen zeitlichen Verlauf wie der FIM auf. Präoperativ zeigten beide Patientengruppen einen gerundeten Punktwert von 21. Zum Entlassungszeitpunkt fiel der arithmetische Mittelwert in der Amputationsgruppe auf 10,5 Punkte ab, wobei dieser damit ungefähr einen Punkt über der extremitätenerhaltenden Patientengruppe lag. Wie bereits beim FIM war dieser Unterschied aber nicht signifikant. Zum Untersuchungszeitpunkt stieg der Mittelwert wieder auf knapp 21 Punkte in der extremitätenerhaltenden Gruppe an, womit dieser 69% der maximal möglichen 30 Punkte erreichte. Die Amputationsgruppe lag bei 15 Punkten und kam damit auf 50,3% vom möglichen Maximalwert. Diese Ergebnisse im MSTS-Score zeigten eine

signifikant (Likelihood-Quotienten-Test $p < 10^{-4}$) bessere Funktionalität bei der extremitätenerhaltenden Gruppe im Vergleich zur Amputationsgruppe.

Abbildung 26: Musculoskeletal Tumor Society Score im zeitlichen Verlauf



3.5.5. Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität

In den folgenden Abbildungen 27 und 28 sind die Ergebnisse des FIM, SF – 36 und MSTS zum Entlassungszeitpunkt und zum Zeitpunkt der Untersuchung bezüglich der unterschiedlichen Amputationshöhen der unteren Extremität dargestellt. Insgesamt betrachtet zeigten sich zu beiden Zeitpunkten keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Testergebnisse bezüglich der Amputationshöhe der unteren Extremität. Die einzige zu erkennende Tendenz ergab sich bei den FIM-Werten zum Entlassungszeitpunkt. Diese stiegen von der Hüfte über den Oberschenkel zum Knie an und fielen beim Unterschenkel nur leicht wieder ab. Die anderen Werte verliefen dagegen entweder auf einem konstanten Niveau oder schwankend, so dass keine Tendenzen festgestellt werden konnten.

Abbildung 27: Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität bei Entlassung

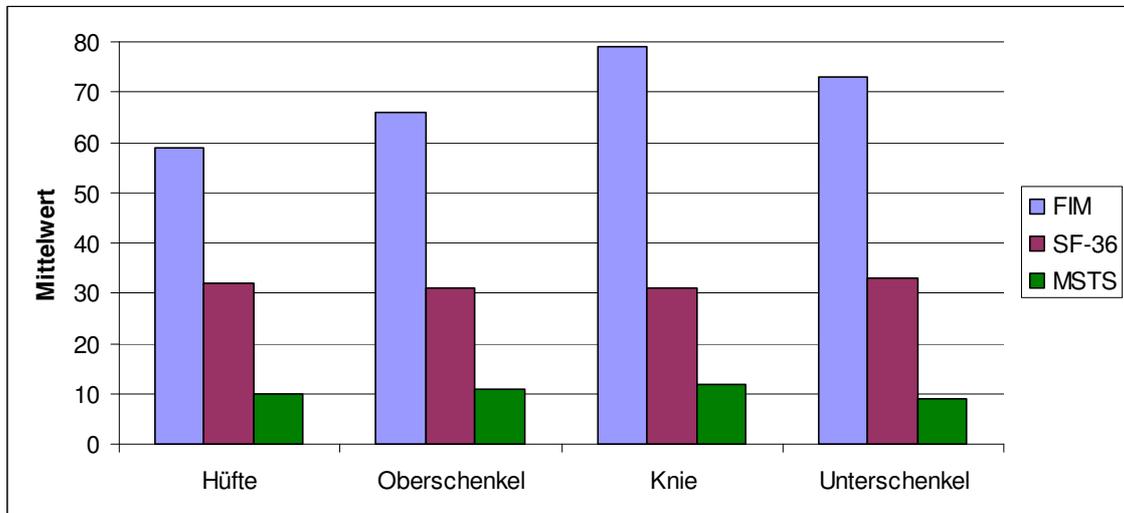
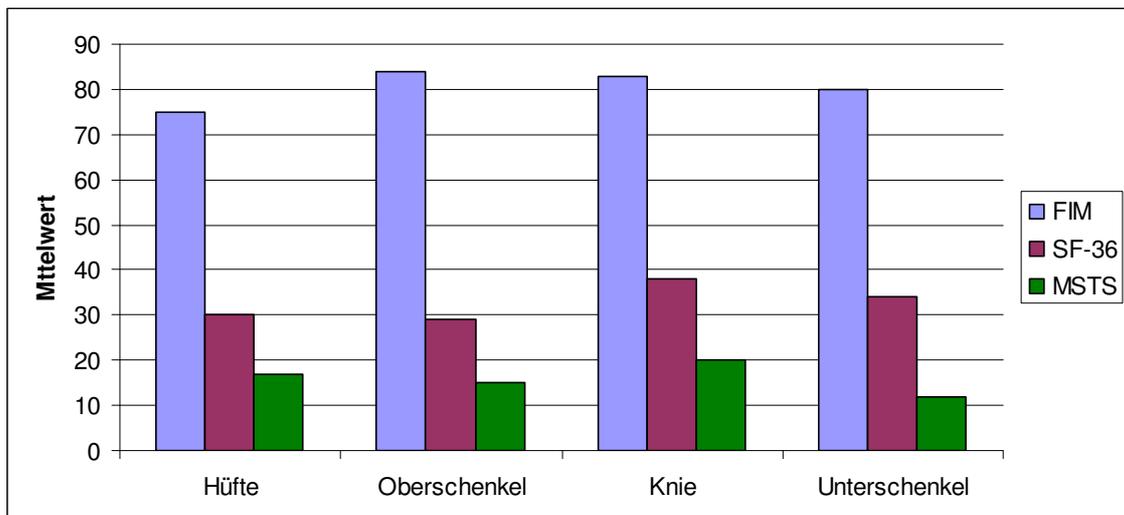


Abbildung 28: Einfluss der Amputationshöhe auf Lebensqualität und Funktionalität zum Untersuchungszeitpunkt



4. Diskussion

4.1. Symptombeginn zur Diagnose

Die typischen allgemeinen Krankheitssymptome bei malignen Tumoren sind Fieber, Nachtschweiß, Müdigkeit, Gewichtsverlust und eine Verschlechterung der Leistungsfähigkeit (sog. B-Symptomatik). Zu den lokalen Symptomen gehört neben der Schwellung auch der Schmerz. In der vorliegenden Arbeit traten diese lokalen Symptome am häufigsten auf, wobei der lokale Schmerz mit 51% die vorherrschende Symptomatik war. Als zweithäufigstes Symptom trat mit 23% die lokale Schwellung auf. O'Connor et al. haben in ihrer Untersuchung über Neoplasien des Schultergürtels dieselbe Reihenfolge der Symptommhäufigkeiten beschrieben: 77% der Patienten hatten Schmerzen und 56% eine Schwellung [80]. Ebenso waren bei Renard et al. die lokale Schwellung und Schmerz mit jeweils 86% Wahrscheinlichkeit die häufigsten Symptome [87]. Damit unterstützt die hier dargestellte Untersuchung die Ergebnisse aus der aufgeführten Literatur.

Die mittlere Zeitspanne zwischen Symptombeginn und Diagnosestellung betrug in der vorliegenden Untersuchung 6,8 Monate. Dabei variierten die Zeiträume für die Diagnosestellung zwischen 0 und 1096 Tagen (36 Monate). In anderen Studien liegt dieser Zeitraum zwischen 3 und 9 Monaten [76] und 1 und 6 Monaten [69]. Es gibt mehrere Gründe für diesen langen Diagnosezeitraum der vorliegenden Untersuchung. Einer dieser Gründe ist, dass viele Patienten lange warten, bevor sie überhaupt zum Arzt gehen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Symptome als Hinweise für andere Krankheiten, wie beispielsweise Rheuma oder als posttraumatisch bedingt, gehalten werden [19, 56]. Beispielhaft dafür ist das Ewing-Sarkom, das oftmals typische Infektionszeichen, wie Fieber, Schmerz und Überwärmung zeigt, so dass die erste Verdachtsdiagnose auf einen Infekt fällt. Hinzu kommt, dass die malignen Knochen- und Weichteiltumore insgesamt gesehen eine niedrige Inzidenz

aufweisen und deshalb von den primär behandelnden Ärzten teilweise nicht in Betracht gezogen werden.

4.2. Vergleich vorliegender Tumorhistologien und -lokalisationen mit allgemeinen Ergebnissen aus der Literatur

32 der insgesamt 43 Patienten aus der vorliegenden retrospektiven Analyse litten an einem primär malignen Knochentumor. Zu diesen gehören das Osteo-, Chondro- und Ewing-Sarkom. Die restlichen vorkommenden Tumore der Untersuchung waren entweder maligne Weichteiltumore, bei denen es in Folge ihres Wachstums zur Knocheninfiltration gekommen war oder es handelte sich um Tumore, die nicht dem Bewegungsapparat angehörten (wie Nierenzellkarzinome), aber Knochenmetastasen ausgebildet haben. Allgemein machen primäre Knochentumore 1% und klinisch relevante Knochenmetastasen 16% aller Tumore aus [78]. Der häufigste Tumor der vorliegenden Untersuchung war das Osteosarkom, das insgesamt 17-mal vorkam. Das Osteosarkom tritt überwiegend bei männlichen Jugendlichen und jungen Erwachsenen auf [78]. Chondrosarkome kamen mit 8-mal am zweithäufigsten in der durchgeführten Untersuchung vor. Ihr Häufigkeitsgipfel liegt zwischen dem 5. und 7. Lebensjahrzehnt. Die Ewing-Sarkome gehören zu den typischen Tumoren der Kinder und Jugendlichen bis 15 Jahre [78]. Bei zwei Patienten der vorliegenden Analyse wurden operativ solitäre Knochenmetastasen reseziert, wobei der Primärtumor jeweils einmal ein Nierenzellkarzinom und ein malignes Melanom war. Allgemein treten bei Mamma-, Bronchial-, Prostata-, Schilddrüsen- und Nierenkarzinom am häufigsten Knochenmetastasen auf. Im Zuge der möglichen Metastasierung wird am häufigsten die Lunge, gefolgt von der Leber und vom Skelett infiltriert [94].

In der hier vorgestellten Untersuchung war bei 38 von den insgesamt 43 Patienten der Tumor an der unteren Extremität lokalisiert. Allgemeine

Literaturdaten bezüglich der Hauptlokalisationen verschiedener Tumore der Untersuchung werden aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3: Hauptlokalisationen der Tumore

Tumortyp	Lokalisation
Osteosarkom	Die Hauptlokalisation ist die Metaphyse der langen Röhrenknochen (Femur, Tibia); 50 - 60% sind knie-gelenksnah lokalisiert [78, 94].
Chondrosarkom	75% sind im Bereich des Beckenringes mit proximalem Femurende und im Schultergürtel mit proximalem Humerus lokalisiert [78].
Ewing-Sarkom	Die Hauptlokalisationen sind die Meta- und Diaphysen der langen Röhrenknochen [78, 94].
sekundäre Knochentumore (Knochenmetastasen)	Bei Skelettmetastasierung kommt es in 60% der Fälle zur Metastasierung in die Wirbelsäule. Tritt allerdings eine Metastasierung in die Extremitäten auf, dann sind vor allem Becken, Femur und Humerus betroffen [78].
Weichteiltumore	Sind bei 50% der betroffenen Patienten in den Extremitäten lokalisiert, wobei die obere Extremität nur in 1/5 der Fälle betroffen ist [85].

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass nur ein weitaus kleinerer Tumoranteil in der oberen Extremität lokalisiert ist, was sich auch in der vorliegenden Arbeit widerspiegelt. Die mit Abstand häufigste Tumorlokalisation in der Arbeit stellt dabei der Oberschenkel dar, das 23-mal betroffen war. Bezüglich der Lokalisationshäufigkeit folgen Unterschenkel (9), Becken, Fuß und Oberarm (jeweils 3).

4.3. Analyse der Unterschiede bei erfolgter Amputation versus Extremitätenerhalt

In den folgenden Unterkapiteln werden zwischen der Amputations- und der extremitätenerhaltenden Gruppe verschiedene Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert.

4.3.1. Erfolgte neo- und adjuvante Chemotherapie und Radiatio

Zu den chirurgischen Maßnahmen kommen mit der Chemotherapie und Radiatio zusätzliche Behandlungsmethoden in Frage, wobei zwischen neo- und adjuvanter Behandlung unterschieden werden muss. Im Folgenden werden diese Therapien bezüglich ihrer Beeinträchtigung von Lebensqualität und Funktionalität betrachtet.

Die Chemotherapie ist aktuell fast immer eine Kombinationstherapie aus verschiedenen Medikamenten. Ein Grund ist die geringere Auftrittswahrscheinlichkeit von Medikamentennebenwirkungen, was zu besserer Therapieverträglichkeit und damit zu höherer Lebensqualität führt. Winkler et al. beschrieben die neoadjuvante Chemotherapie als nachgewiesenermaßen sicher und nützlich für die Vorbereitung des Extremitätenerhaltes [116]. Weiterhin ist die neoadjuvante Chemotherapie nützlich, ausgeprägte Nekrosen des Primärtumors zu induzieren, und erhöht die Möglichkeit, eine extremitätenerhaltende Therapie durchzuführen [65]. Dafür sprechen auch die Ergebnisse von Ham et al., bei denen nach erfolgter neoadjuvanter Chemotherapie bei Knochentumoren der unteren Extremität in 48% der Fälle mehr als 90% Tumornekrose auftrat [45]. Allerdings ist zu beachten, dass die Chemotherapie oft als eine der belastendsten Behandlungen überhaupt angesehen wird, da Sie zu Haarverlust, Übelkeit und Erbrechen, Müdigkeit und emotionalen Problemen führen kann [27]. Diese Nebenwirkungen könnten zur Verschlechterung der Lebensqualität führen.

Die Radiatio ist eine Behandlung, die sowohl für operable als auch für inoperable (definitive Radiatio) Läsionen verwendet wird [110]. Bei notwendigen Tumordosen von über 7000 rad kann die Toleranzgrenze des Knochengewebes überschritten werden, was zur Entstehung irreversibler Skelettschäden, wie Pseudarthrosen und Wachstumsstörungen führen kann [56]. Als weitere wichtige Folgekomplikation kann es bei langfristiger Betrachtung zur Entstehung von Sekundärtumoren im Bestrahlungsfeld kommen. Außerdem hat die adjuvante Chemotherapie oder Radiatio oder eine Kombination aus beiden einen signifikant ungünstigen Effekt auf das Überleben von Knochenspenden [81]. Weitere Nebenwirkungen sind Müdigkeit, Hautveränderungen und emotionaler Stress [27]. Diese Risiken und Nebenwirkungen der Radiatio könnten folglich zu Funktionseinschränkung und Lebensqualitätssenkung führen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bezüglich der neo- und adjuvanten Therapie werden in Kapitel 3.2.4 und 3.4.1 beschrieben. Der Vergleich der Ergebnisse aus der vorliegenden Analyse mit anderen Untersuchungen ist nicht sinnvoll durchzuführen. Der Grund liegt darin, dass in jeder Studie andere Kombinationen aus beispielsweise Tumorphistologien, -lokalisationen und -graden bestehen. Da diese Fakten maßgeblich für die Entscheidung, welche Therapie durchgeführt werden sollte sind, wird an dieser Stelle auf Vergleiche mit anderen Studien verzichtet. Die adjuvante Behandlung unterschied sich zwischen den beiden Behandlungsgruppen vor allem dadurch, dass in der Amputationsgruppe bei 54% der Patienten keine Therapie durchgeführt wurde, in der Extremitätenerhaltenden Gruppe dagegen nur bei 37%. Diese Differenz war zwar nicht signifikant, aber trotzdem deutlich.

Es stellt sich nun die Frage, inwiefern sich die häufiger angewendete adjuvante Therapie bei Extremitätenerhalt negativ auf die postoperative Lebensqualität und Funktionalität auswirkte. Die Ergebnisse zur postoperativen Lebensqualität ergaben nur einen geringen tendenziellen Vorteil bei Amputation, so dass sich die unterschiedliche Anwendungshäufigkeit der adjuvanten Therapie nicht in

den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung niederschlug. Der Grund könnte darin liegen, dass der Nachteil der häufigeren Anwendung der adjuvanten Therapie bei Extremitätenerhalt durch Vorteile in anderen Aspekten aufgewogen wurde, so dass es in Summe nicht zu einer schlechteren Lebensqualität führte. Bezüglich der postoperativen Funktionalität zeigten sich signifikante Vorteile bei Extremitätenerhalt, womit kein negativer Einfluss der adjuvanten Therapie auf die postoperative Funktionalität erkennbar war.

4.3.2. Operationsablauf im Hinblick auf Operationsdauer, intraoperative Komplikationen und benötigte Blutkonserven

Die SND ist ein wichtiger Parameter, da eine kürzere Operationsdauer den Patienten weniger belastet und ein geringeres Operationsrisiko für den Patienten darstellt. Der Median der SND lag in der Amputationsgruppe bei 81,5 Minuten (95% KI: 52 - 104) (vgl. Kapitel 3.3.1). Damit war dieser um 241,5 Minuten niedriger als in der extremitätenerhaltenden Gruppe, wobei dieser Unterschied nach dem Log-Rank-Test und Wilcoxon-Rangsummentest signifikant war. Nerubay et al. ermittelten in ihrer Studie mit Patienten, die mittels totalem Femurersatz versorgt wurden, eine durchschnittliche Operationsdauer von 210 Minuten [76]. In weiteren Studien lag die durchschnittliche Operationsdauer bei durchgeführten Rotationsplastiken bei 270 Minuten [18] und bei verschiedenen Resektionstypen von malignen Beckentumoren lag die Operationsdauer im Durchschnitt bei 270 - 300 Minuten. Als einzige Ausnahme lag die operative Versorgung mittels vaskularisierter Knochenspende bei durchschnittlich 696 Minuten [79]. Diese drei Studien bestätigen damit die Ergebnisse der hier vorliegenden Untersuchung bezüglich der signifikant längeren Operationsdauer bei Extremitätenerhalt.

In der Amputationsgruppe kam es bei keinem Patienten und in der extremitätenerhaltenden Gruppe nur bei 3% (ein Patient) zu intraoperativen Komplikationen (vgl. Kapitel 3.3.1). Letztlich war kein signifikanter Unterschied

zwischen den beiden Patientengruppen feststellbar. Zahlreiche Studien bestätigen die niedrigen intraoperativen Komplikationsraten [2, 18, 79].

Die in Folge der Operation benötigte Blutkonservenanzahl lag in der Amputationsgruppe auf einem nicht signifikant niedrigeren Niveau als bei Extremitätenerhalt (vgl. Kapitel 3.3.1). Als Fazit kann daraus geschlossen werden, dass der Extremitätenerhalt tendenziell mit einem höheren Blutverlust einhergeht und deshalb auch für die Patienten belastender ist als eine Amputation. Als mögliche Gründe für diesen höheren Blutverlust können unter anderem die größere Schnittfläche und die längere SND angeführt werden. Bei den durchgeführten Rotationsplastiken von Capanna et al. lag der durchschnittliche Blutverlust bei 600 ml, wobei das Minimum bei 300 ml und das Maximum bei 1000 ml lagen [18]. Bei O`Connor et al. lagen die durchschnittlich gebrauchten Blutkonserven bei den verschiedenen Operationen (z.B. Knochenspende, iliosakrale Arthrodesen) zwischen 7 und 22 [79].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die operative Belastung und das Operationsrisiko bei Amputation deutlich geringer waren als bei Extremitätenerhalt.

4.3.3. Postoperativer Verlauf – Krankenhausaufenthaltsdauer, Wundverhältnisse, Komplikationen, Mobilisation

Bei Extremitätenerhalt war der Median der Krankenhausaufenthaltsdauer nicht signifikant niedriger als bei Amputationen (vgl. Kapitel 3.4.2). Gründe für den tendenziell kürzeren Krankenhausaufenthalt bei Extremitätenerhalt könnten die geringere Anzahl an postoperativen Komplikationen bis zum Entlassungszeitpunkt und die insgesamt schnellere Mobilisation bei Amputation sein. Allerdings erfolgte die Prothesenversorgung bei Amputation meistens erst im Verlauf bzw. wenn die Patienten wieder zu Hause waren.

Bei Betrachtung der Wundverhältnisse zum Entlassungszeitpunkt bezüglich klinischer Auffälligkeiten (z.B. Rötung, Nekrose) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (vgl. Kapitel 3.4.1). Die häufigste und gefürchtete Komplikation ist die Hautnekrose eines großen intraoperativ entstandenen Hautlappens [99]. Bei Renard et al. bekamen 3% der Patienten bei extremitätenerhaltenden Maßnahmen eine Wundnekrose, wobei diesen Patienten die betroffene Extremität amputiert werden musste [90]. In weiteren Studien über extremitätenerhaltende Maßnahmen kam es bei 2% [2] und 7% [3] zu Hautnekrosen. In einer Studie über extremitätenerhaltende Maßnahmen traten in 15% Wundkomplikationen auf. Zu diesen Komplikationen gehörten beispielsweise Nekrosen und Fistelbildung [65]. Bei Renard et al. kamen bei 2% der Patienten Wundhämatome vor [88]. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden retrospektiven Analyse im gleichen Bereich wie die anderer Untersuchungen lagen.

Die auftretenden Komplikationen werden unterschieden in unmittelbar postoperative Komplikationen, also diejenigen, die bis zum Entlassungszeitpunkt aufgetreten sind, und solche, die erst nach längeren postoperativen Zeiträumen auftreten, wie Fraktur und Lockerung [29]. Auf letztere wird in den Kapiteln 3.4.4, 3.4.5, 4.3.4 und 4.3.5 näher eingegangen. Die unmittelbar postoperativen Komplikationen sind bei extremitätenerhaltenden Maßnahmen gewöhnlich durch das Weichteilgewebe bedingt (z.B. Beinvenenthrombosen, Nachblutungen) [99]. In der vorliegenden Untersuchung gab es nicht signifikant mehr unmittelbar postoperative Komplikationen bei Extremitätenerhalt (vgl. Kapitel 3.4.1). Trotzdem war das Risiko in der extremitätenerhaltenden Gruppe mehr als 1,5-mal größer. Bei Enneking war der prozentuale Anteil an Patienten mit unmittelbar postoperativen Komplikationen in der extremitätenerhaltenden Gruppe 5-mal so hoch wie in der Amputationsgruppe [34].

Die insgesamt häufigste unmittelbare Komplikation in der vorliegenden Analyse waren Wundhämatome/ Nachblutungen, die in der Amputationsgruppe bei 8% und in der Extremitätenerhaltenden Gruppe bei 10% auftrat. Auffällig ist, dass

es nur in der Extremitätenerhaltenden Gruppe (7%) zu Infektionen kam, wobei diese in anderen Studien über Extremitätenerhalt häufiger auftraten [7, 54]. Bei Infektionen wird zwischen oberflächlichen und tiefen Infektionen unterschieden. Tiefe Infektionen gehören zu den gravierendsten unmittelbaren Komplikationen, da die vormals mittels Extremitätenerhaltenden Maßnahmen versorgte Extremität oft amputiert werden muss [99]. Eine weitere wichtige Folgekomplikation der Infektion ist die Knochenosteolyse, da es zu Knochenverlust und Endoprothesenlockerung kommen kann [87].

Insgesamt traten in der Amputationsgruppe häufiger starke Schmerzen auf. Bezüglich aller anderen Komplikationen schnitt die Amputationsgruppe jedoch besser ab. Andere Studien bestätigen, dass der Extremitätenerhalt mit einer höheren Rate an unmittelbar postoperativen Komplikationen einhergeht [74, 99].

Zum Entlassungszeitpunkt wurde die Patientenmobilisation bezüglich der möglichen Vollbelastbarkeit, den verwendeten Mobilisationshilfen und der freien Mobilisation betrachtet (vgl. Kapitel 3.4.3). Der häufigste Grund für die nicht mögliche Vollbelastung war der langsame Belastungsaufbau. Weitere Gründe werden in den Ergebnissen dargelegt. Ein wichtiger Einflussfaktor dieses Funktionalitätsparameters ist ein längerer stationärer Krankenhausaufenthalt, da dadurch die Patientenzahl, die die Extremität voll belasten kann, erhöht wird. In der vorliegenden Untersuchung lagen die amputierten Patienten tendenziell länger im Krankenhaus. Dies könnte der Grund für den tendenziellen Vorteil der Amputationsgruppe sein.

Die Hilfsmittel für die Patientenmobilisation bei Entlassung waren bei beiden Gruppen am häufigsten Gehstützen. Alle amputierten Patienten und 87% der Extremitätenerhaltenden Gruppe konnten zum Entlassungszeitpunkt mobilisiert werden. Diese Differenz (13%) war jedoch nicht signifikant ($p=0,29$). Hinsichtlich der freien Mobilisation war es deutlich mehr Patienten der Amputationsgruppe möglich auf dem Gang und auf der Treppe zu gehen. Alles

in allem spricht vor allem die bessere freie Mobilisation für die Amputation. Ein weiterer Vorteil der Amputation ist die geringere Anzahl an nicht mobilisierbaren Patienten.

In der Studie von Myers et al. über die operative Versorgung mittels Femurprothesen konnten alle 335 Patienten nach zwei postoperativen Wochen unter voller Belastbarkeit der Extremität entlassen werden [72]. In einer weiteren Studie über Femurprothesen konnten die Patienten nach einer Woche mit Hilfe (Gehstützen oder Physiotherapeut) wieder voll belasten und nach 4 Wochen waren keine externen Hilfsmittel mehr nötig [76]. Bei Knochenspenden wurde die operierte Extremität gewöhnlich für 6 bis 8 Wochen immobilisiert, da die Knochenspende erst verwachsen und stabil sein musste [81]. Diese drei Studien verdeutlichen die Variabilität bezüglich der Mobilisation innerhalb und zwischen den unterschiedlichen Methoden. Dabei bleibt festzuhalten, dass die Ergebnisse der extremitätenerhaltenden Gruppe aus der vorliegenden Untersuchung bei Vergleich mit der Studie von Ortiz-Cruz et al. [81] bestätigt wurden und in den beiden anderen Studien bessere Ergebnisse erzielt werden konnten [72, 76]. Allerdings muss beachtet werden, dass die zitierten Studien nur einzelne Methoden des Extremitätenerhaltes betrachten und nicht verschiedene, wie in dieser Analyse.

4.3.4. Nachkontrolle: 6 Wochen postoperativ

Die Wundverhältnisse waren bei Amputation zwar nicht signifikant ($p=0,57$) häufiger klinisch auffällig, trotzdem war ein fast dreifach höheres Risiko festzustellen (vgl. Kapitel 3.4.4).

Hinsichtlich der Gehfähigkeit der operierten unteren Extremität kam es bei 9% der Amputierten und bei 4% bei Extremitätenerhalt zu Einschränkungen auf Grund der nicht möglichen Vollbelastbarkeit. Dieser Unterschied war erneut nicht signifikant, jedoch konnte ein tendenzieller Vorteil der extremitätenerhaltenden Maßnahmen ermittelt werden. Dabei sollte darauf hingewiesen

werden, dass bei erfolgter Amputation der Extremitätenstumpf postoperativ gewickelt werden und weitestgehend abgeheilt sein muss, bevor bei den Patienten mit einer Prothesenversorgung begonnen werden kann. Diese Zeitspanne beläuft sich nach Kotz auf 3 bis 6 Wochen [56], so dass diese gerade vom Nachkontrollzeitpunkt der vorliegenden Untersuchung erfasst wurde.

Insgesamt traten bei knapp 67% der Patienten in der Amputationsgruppe keine Komplikationen auf. Bei Extremitätenerhalt betrug dieser Wert 48% (keine Signifikanz; $p=0,62$). Das relative Risiko in der extremitätenerhaltenden Gruppe lag bei 1,24.

Zusammenfassend konnten in der 6 Wochen postoperativen Nachkontrolle keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen festgestellt werden. Allerdings gab es tendenzielle Vorteile der extremitätenerhaltenden Maßnahmen bezüglich der Wundverhältnisse und Gehfähigkeit der operierten unteren Extremität. Andererseits schneidet die Amputation bei den aufgetretenen Komplikationen tendenziell besser ab. Somit ergibt sich kein einheitlich vorteilhaftes Bild für eine der beiden Behandlungsmethoden.

4.3.5. Nachkontrolle: 1 Jahr postoperativ

In den ein Jahr postoperativ durchgeführten Nachkontrollen waren bei allen Patienten die Wundverhältnisse klinisch völlig reizlos (vgl. Kapitel 3.4.5).

Die Gehfähigkeit der operierten unteren Extremität war bei keinem Patienten der Amputationsgruppe eingeschränkt. Alle Patienten konnten die Extremität voll belasten und es zeigte sich ein rundes Gangbild ohne Hinken. Demgegenüber waren 10% der Patienten der extremitätenerhaltenden Gruppe nicht voll belastbar, was folglich zu Behinderungen in der Gehfähigkeit führte. Allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant ($p=1,00$).

In einer Studie über Knochenspenden konnte die operierte Extremität im Durchschnitt 10 Monate postoperativ wieder voll belastet werden, wobei diese Zeitspanne zwischen 1 und 44 Monaten variierte [10]. Bei Amputationen ist es für den Zeitraum bis zum Wiedererreichen der vollen Gehfähigkeit mit entscheidend, bei welcher Länge die Extremität amputiert werden muss. Jugendliche Patienten mit kurzen Oberschenkelstümpfen können zumeist innerhalb von einem halben bis ein Jahr ohne Unterstützung mit leichtem Hinken gehen. Deshalb ist bei diesen proximalen Amputationen die Rehabilitation nur selten befriedigend und schwerer als bei distalen Amputationen. Weiterhin bleibt zu beachten, dass die Zeitspanne bis zur Prothesenversorgung von Patient zu Patient oft sehr unterschiedlich ist. Der Grund dafür ist, dass die Stumpfabhärtung und Wundheilung individuell stark schwankt und erst nachdem der Stumpf abgehärtet, abgeschwollen, verheilt und weitestgehend schmerzfrei ist eine Prothesenversorgung möglich ist [56]. Bei Boyle et al. konnten 58% der Patienten innerhalb des ersten postoperativen Jahres mit einer Prothese versorgt werden. Bei weiteren 15% dauerte es ein Jahr oder länger [12]. Aus den zitierten Studien wird ersichtlich, dass das postoperative Wiedererreichen der vollen Gehfähigkeit individuell sowohl bei Extremitätenerhalt als auch bei Amputation stark variieren kann und es deshalb schwierig ist, diesbezüglich allgemein gültige Vorteile abzuleiten. Die vorgelegte Untersuchung zeigte jedoch bzgl. der Gehfähigkeit einen tendenziellen, aber nicht signifikanten Vorteil für die Amputation.

Die ein Jahr postoperativ auftretenden Komplikationen waren von der Gesamtanzahl in der extremitätenerhaltenden Gruppe häufiger. Dementsprechend waren in der Amputationsgruppe mit knapp 78% der Patienten 10% mehr ohne Komplikationen, wobei der Likelihood-Quotienten-Test $p=0,198$ ergab. Trotz dieses nicht signifikanten Unterschiedes zeigte das Odds-Ratio von 2,34 ein mehr als doppelt so großes Risiko in der extremitätenerhaltenden Gruppe für das Auftreten von Komplikationen.

Zu den in der ein Jahr postoperativen Nachkontrolle auftretenden Langzeitkomplikationen gehören bei Amputation der lokale Druckschmerz der Prothese, der Phantomschmerz und die Längendifferenz bei Kindern [99]. Vor allem der Phantomschmerz stellt ein großes Problem dar. Mit Hilfe der Elektrostimulation (z.B. TENS) kann ein Therapieversuch gegen diesen unternommen werden [77].

Bei Ruggieri et al., deren Untersuchung verschiedene extremitätenerhaltende Maßnahmen und die Amputation beschrieb, trat die Mehrzahl der Komplikationen bei Extremitätenerhalt in den ersten drei postoperativen Monaten auf. Bei Amputation kam es bei keinem der Patienten zu Komplikationen und die bei Extremitätenerhalt waren zumeist weniger gravierend und benötigten keine operative Behandlung. Nur bei 5% der Patienten traten in dieser dreimonatigen postoperativen Zeitspanne größere Komplikationen auf, die ein operatives Eingreifen nötig machten. Im weiteren zeitlichen Verlauf stieg die Inzidenz an großen Komplikationen an [96]. Bei Extremitätenerhalt stellte die aseptische Lockerung die häufigste Spätkomplikation dar [26, 87]. Ebenfalls gehörte die Knochenspendenfraktur zu den häufigsten Komplikationen, wobei sich daraus schwerwiegende Konsequenzen für den Patienten entwickeln können. Ein Risiko für eine Knochenspendenfraktur bestand erst nach den ersten sechs postoperativen Monaten, stieg dann im weiteren zeitlichen Verlauf scharf an [10] und trat durchschnittlich 11 Monate postoperativ auf [55].

Insgesamt betrachtet war die Komplikationsrate bei Extremitätenerhalt besonders hoch [96]. Bei einem Vergleich zwischen der Amputation und den extremitätenerhaltenden Maßnahmen (Prothesenimplantation und Knochen-spende) ergaben sich signifikant weniger Komplikationen bei einer Amputation [96]. Auch Nagarajan et al. kamen zu dem Schluss, dass die Amputation gegenüber den extremitätenerhaltenden operativen Methoden den Vorteil einer geringeren postoperativen Komplikationsrate bietet [74]. Die Ergebnisse aus

dieser Untersuchung zeigen zwar keinen signifikanten Vorteil, aber doch eine deutliche Tendenz zu Gunsten der Amputation.

Zusammenfassend schnitt die Amputationsgruppe tendenziell besser bezüglich der Gehfähigkeit und den Komplikationen ab. Bei den Wundverhältnissen ergaben sich keine Unterschiede.

4.3.6. Auftretende Tumorrezidive und Folgeoperationen

Insgesamt trat bei 8 der 43 Patienten (19%) der Untersuchung ein Tumorrezidiv auf, wobei 7,7% der Amputationsgruppe angehörten und 23,3% der extremitätenerhaltenden Gruppe (vgl. Kapitel 3.5.1). Diese Differenz war nicht signifikant ($p=0,40$), aber es zeigte sich ein 3,65-fach erhöhtes Rezidivrisiko bei Extremitätenerhalt. Bei allen Patienten wurde initial eine R_0 -Resektion durchgeführt und zu beachten ist, dass die Tumorrezidive nicht genauer in lokale oder systemische Tumorrezidive differenziert wurden.

In zwei Untersuchungen, bei denen jeweils eine Amputations- mit einer extremitätenerhaltenden Gruppe verglichen wurde, schnitten die Patienten mit Amputation bezüglich der Lokalrezidivrate besser ab [40, 95]. Bei Rougraff wurde bei 6% der Amputierten und bei 11% mit Extremitätenerhalt ein Rezidiv diagnostiziert [95]. In der anderen Studie war der Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen sogar signifikant und das relative Risiko lag bei 4,9 für Patienten mit Extremitätenerhalt [40].

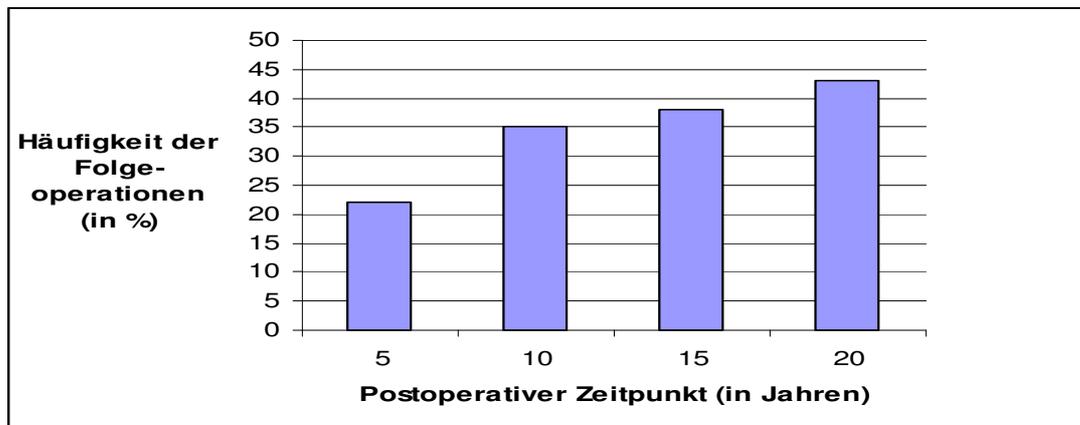
Die nachfolgenden Studien berichten nur über Patienten, die mittels extremitätenerhaltenden Maßnahmen operativ versorgt wurden. Anract et al. diagnostizierten bei keinem Patienten ein Lokalrezidiv und bei 33% Metastasen [7]. Capanna et al. konnten ebenfalls bei keinem Patienten (mittels Rotationsplastik versorgt) ein Lokalrezidiv feststellen [18]. In weiteren Untersuchungen über extremitätenerhaltende Behandlungsmethoden lag die Lokalrezidivrate zwischen 2,8% und 23% [1, 8, 65].

Beim Vergleich der Ergebnisse aus der hier vorgelegten Analyse mit den zitierten Studien kann festgehalten werden, dass in beiden Studien, die ebenfalls differenziert über die beiden Patientengruppen berichteten, die Amputationsgruppe besser bezüglich der Tumorrezidivrate abschnitt [40, 95]. In diesen Studien wurde zwar nur über die Lokalrezidive berichtet, aber trotzdem konnte für die Amputation ein eindeutiger Vorteil festgestellt werden. Ein Grund dafür war, dass die Lokalrezidivrate mit der Größe der Tumorabsetzungsränder korreliert [79] und bei Amputation diese Absetzungsränder zumeist größer sind als bei Extremitätenerhalt. Die bei 23% der Patienten mit Extremitätenerhalt auftretenden Rezidive in der vorliegenden Untersuchung liegen im Vergleich mit anderen Studien im oberen Bereich. Weiterhin muss angemerkt werden, dass die Amputationsgruppe mit 8% Tumorrezidivrate etwa 2 bis 3%-Punkte über den Ergebnissen anderer Studien liegt [17, 95].

In der Amputationsgruppe mussten sich nicht signifikant ($p=0,16$) mehr Patienten einer Folgeoperation unterziehen, wobei das relative Risiko für die extremitätenerhaltende Gruppe 3,67 betrug. Bei Rougraff et al. mussten signifikant weniger Patienten bei Amputation als bei Extremitätenerhalt eine Folgeoperation durchgeführt werden [95]. Somit sind die Ergebnisse aus der hier vorgestellten Arbeit denen von Rougraff et al. sehr ähnlich. Eine mögliche Erklärung für die fehlende Signifikanz der vorliegenden Arbeit könnte die geringere Patientenzahl von 43 Patienten sein, da die Studie von Rougraff et al. 227 Patienten umfasste [95].

In den folgenden Studien wurde ausschließlich über extremitätenerhaltende Maßnahmen (ohne verlängerbare Endoprothesen) berichtet. Dabei lagen die Folgeoperationsraten zwischen 40% und 49% [1, 67, 81]. Myers et al. gaben in ihrer Langzeitstudie die Häufigkeit für Folgeoperationen in deren Patientenkollektiv gestaffelt nach dem Postoperationszeitpunkt (bis 20 Jahre) an (vgl. Abbildung 29) [72].

Abbildung 29 : Häufigkeit der Folgeoperationen zu verschiedenen Postoperationszeitpunkten



Mit 40% der extremitätenerhaltenden Patienten, die sich einer Folgeoperation unterziehen mussten, liegt die vorliegende Arbeit in dem Bereich vergleichbarer Studien [1, 67, 81]. Insgesamt betrachtet wurden bei Amputation tendenziell, wie in der vorliegenden Arbeit, oder sogar signifikant [95] weniger Folgeoperationen durchgeführt. Dies ist ein sehr wichtiger Vorteil für die Amputation, da Folgeoperationen unter anderem die Lebensqualität senken und das Risiko für weitere Komplikationen, wie Infektionen, erhöhen.

4.3.7. Postoperative gesundheitsbezogene Lebensqualität

Zur genauen Betrachtung der Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung bezüglich der Lebensqualität im zeitlichen Verlauf wird auf Kapitel 3.5.3 verwiesen. Die Mittelwerte der extremitätenerhaltenden Gruppe waren sowohl zum Entlassungs- als auch zum Untersuchungszeitpunkt nicht signifikant höher als bei Amputation.

Im Allgemeinen sinkt die Lebensqualität bei Krebspatienten nicht signifikant im Vergleich zu Gesunden ab [27]. Das psychische Leid bei Patienten, die Osteosarkome überlebt haben, ist vergleichbar mit der Normalpopulation [44] und postoperativ gewöhnen sich die meisten Patienten sowohl an das Operationsergebnis als auch an die Limitierungen und können ein ausgefülltes

Leben führen [55]. Patienten mit Rotationsplastik schnitten überraschenderweise in psychosozialen Bereichen sogar besser als gesunde Vergleichspersonen ab. Zusätzlich genießen sie teilweise das Leben intensiver und besitzen mehr Selbstvertrauen als gesunde Vergleichspersonen [109].

Die Lebensqualität stellt sich im Vergleich von extremitätenerhaltenden Methoden und Amputation insgesamt bei der postoperativen Betrachtung als sehr ähnlich oder gleich dar [73, 95, 119, 121]. Bei Postma et al. sank postoperativ in beiden Patientengruppen die Lebensqualität, wie in der vorliegenden Untersuchung ab, wobei es zu keinen signifikanten Unterschieden kam [84].

Bei genauerer Aufschlüsselung der Lebensqualität in die zugrunde liegenden Kriterien konnten Yonemoto et al. einen signifikanten Vorteil bei Extremitätenerhalt gegenüber Amputation bezüglich der sozialen Funktionsfähigkeit (Subskala des SF – 36) ermitteln [120]. Des Weiteren zeigten sich tendenzielle Vorteile bezüglich Selbstbewusstsein und sozialem Verhalten. 65% der Amputierten war es peinlich ihre Prothese in der Öffentlichkeit zu zeigen, wobei es in der extremitätenerhaltenden Gruppe bei keinem Patienten zu Einschränkungen in der sozialen Aktivität kam [84]. Boyle et al., die amputierte Jugendliche untersuchten, stellten dagegen fest, dass sich bei der Mehrheit kein Unterschied in der sozialen Aktivität im Vergleich zwischen Prä- und Postoperativ entwickelte [12]. Der Grund für diese unterschiedlichen Studienergebnisse könnte in der Datenerhebung in verschiedenen Altersgruppen liegen, da die Untersuchung von Boyle et al. bei Jugendlichen und bei Postma et al. an Erwachsenen (21 bis 53 Jahre) durchgeführt wurde [12, 84]. Es wäre möglich, dass die Jugendlichen besser mit den neuen Lebensumständen umgehen und sich daran adaptieren können.

Das funktionelle Ergebnis, auf das in den Kapiteln 3.5.4 und 4.3.8 näher eingegangen wird, ist ein potentieller Einflussfaktor der Lebensqualität ($p < 0,001$; $r_p = 0,595$) und Lebenszufriedenheit ($p = 0,015$; $r_p = 0,304$) [122]. Die

Subskala „körperliche Funktion“ des SF – 36 war bei Extremitätenerhalt signifikant besser als bei Amputation [25].

Jedoch konnten auch für die Amputation signifikante Vorteile bezüglich sexueller Beziehung, Menstruation und Kinderanzahl postoperativ festgestellt werden [86]. In der Studie von Sugarbaker et al. waren die Subskalen „sexuelle Beziehung“ und „emotionales Verhalten“ bei Amputation mit Chemotherapie signifikant besser als nach Extremitätenerhalt mit Chemotherapie und Radiatio. Allerdings zeigten die Gesamtscores der zwei verwendeten Tests (Sickness Impact Profile und Psychosocial Adjustment to Illness Scale) keinen signifikanten Vorteil für eine der beiden Patientengruppen auf [103].

Im Folgenden wird genauer auf die Rotationsplastik eingegangen, da es sich hierbei um eine sehr spezielle und seltene Operation für den Extremitätenerhalt handelt. Diese wird von den Patienten nicht als eine Amputation angesehen [114] und gut akzeptiert [58]. Auf Grund der guten präoperativen Vorbereitung traten bei keinem Patienten psychische Probleme auf, obwohl diese manchmal als Menschen mit seltsamer Deformität behandelt werden [3]. Weiterhin zeigte sich, dass die emotionale Akzeptanz sogar höher als bei Endoprothese und Amputation ist. Diese bei den meisten Patienten hohe emotionale Akzeptanz und die seltenen psychischen Probleme erhöhen die Lebensqualität, was sich auch bei Akahane et al. bestätigte, da im SF – 36 alle Subskalen außer der Vitalität tendenziell besser bei Rotationsplastik als bei Amputation und Endoprothese waren [5].

Zusammenfassend ergibt sich aus den zitierten Studien bezüglich der Lebensqualität bei Amputation versus Extremitätenerhalt folgendes Gesamtbild: Es konnten folgende signifikante Vorteile für die Amputation ermittelt werden:

- Menstruation [86]
- Sexuelle Beziehungen [86, 103]
- Postoperative Kinderanzahl [86]
- Emotionales Verhalten [103].

Für den Extremitätenerhalt sprechen die beiden folgenden signifikanten Vorteile

- soziale Funktionsfähigkeit [120]
- körperliche Funktion [25]

und die zwei tendenziellen Vorteile

- Selbstbewusstsein [84]
- Soziales Verhalten [84].

Bei Vergleich zwischen den oben dargelegten Studienergebnissen und der vorliegenden Arbeit, muss darauf geachtet werden, dass die aufgeführten Vorteile alle nur Teilaspekte der Lebensqualität sind. Die verwendeten Gesamtscores für die Lebensqualität (z.B. SF – 36 Health Survey) zeigten bei keiner der Studien einen signifikanten Vorteil für eine der beiden Behandlungsmethoden an. Das Ergebnis aus der hier durchgeführten Untersuchung ist ebenso nicht signifikant und bestätigt somit die Ergebnisse in der Literatur. Aus diesem Grund bleibt festzuhalten, dass zwischen beiden Behandlungsmethoden kein signifikanter Unterschied der postoperativen Lebensqualität besteht.

4.3.8. Postoperative Funktionalität

Im Folgenden sollen neben den Ergebnissen des FIM und MSTS-Score für die Funktionalität auch die postoperativ benötigte Zeitdauer bis zur Vollbelastbarkeit der operierten Extremität diskutiert werden. Diese postoperative Zeitdauer wird in Abbildung 23 (vgl. Kapitel 3.5.2) graphisch dargestellt. Bei Amputation war diese signifikant ($p=0,03$) niedriger. Für die genaue Beschreibung des FIM und MSTS-Score im zeitlichen Verlauf wird auf das Kapitel 3.5.4 verwiesen. In beiden Tests schnitt die extremitätenerhaltende Gruppe zum Untersuchungszeitpunkt signifikant ($p < 10^{-4}$) besser ab.

Bezüglich der MSTS-Score Durchschnittswerte zum Untersuchungszeitpunkt liegen die Ergebnisse der hier vorgelegten Arbeit etwas unter den Werten anderer Studien. Einige dieser Werte werden im Folgenden aufgelistet:

- 63% bei Hüftexartikulation [88]

- 77% bei Kniearthrodese [88], Rotationsplastik [88] und Resektion mit Radiatio und Reimplantation [23]
- 74% bei Endoprothetik [4]

Enneking stellte in seiner Untersuchung über 30 Jahre extremitätenerhaltende Behandlungen fest, dass bei 66% der Patienten mit Extremitätenerhalt ein zufriedenstellendes funktionelles Ergebnis erreicht wurde und bei Amputation dieser Wert nur bei 30% lag [34]. Bei der Betrachtung weiterer Studien ergibt sich allerdings ein sehr uneinheitliches Bild, das die Ergebnisse von Enneking nur teilweise bestätigt. In einigen Arbeiten zeigten sich signifikante Vorteile in der postoperativ erreichten Funktionalität bei Extremitätenerhalt im Vergleich zur Amputation [39, 90, 95]. Dagegen zeigte sich aber auch in vielen Studien kein signifikanter, sondern nur ein tendenzieller Vorteil bei Extremitätenerhalt [5, 96, 122]. Zahlten-Hinguranage et al. bewerteten diesen tendenziellen Vorteil als eher formal und theoretisch, da in ihrer Studie keine wahre Überlegenheit der körperlichen Funktionalität feststellbar war [121].

Nachfolgend wird die Problematik der Funktionalitätsmessung mit Hilfe einer Studie erleutert, da dies einer der Gründe für die vorliegenden Unterschiede in den Studienergebnissen zum funktionellen Outcome sein könnte. In der Studie von Ginsberg et al. wurden Knochenersatzmethoden (Knochenspende, Endoprothesen) und Rotationsplastiken betrachtet. Diese Operationsmethoden wurden miteinander und zusätzlich mit Amputationen bezüglich der Funktionalität verglichen. Dabei schnitten beide extremitätenerhaltenden Methoden besser gegenüber der Amputation ab, aber die Ergebnisse der verwendeten Tests zeigten dabei kein einheitlich signifikant nachteiliges Bild der Amputation auf. Im Vergleich zwischen den beiden Knochenersatzmethoden und der Amputation zeigte beispielsweise nur der Functional Mobility Assessment einen signifikanten Vorteil für die extremitätenerhaltenden Methoden, jedoch wurde diese Signifikanz nicht durch den Toronto Extremity Salvage Scale und MSTS-Score bestätigt, da diese nur einen tendenziellen Vorteil feststellten [39].

Hinsichtlich spezifischer Funktionalitätsparameter, wie Gangbild und Laufgeschwindigkeit, zeigten sich in der Ganganalyse für beide Behandlungsgruppen Vorteile. Amputierte hinkten signifikant weniger als Patienten mit Extremitätenerhalt, aber dafür benutzen sie signifikant mehr Gehhilfen [86]. Weiterhin schnitten endoprothetisch versorgte Patienten signifikant besser als Amputierte beim Energie-, Sauerstoffverbrauch, Herzfrequenz und freien Laufgeschwindigkeit (normales Gehen) ab. Diese Vorteile waren als eher kurzfristig anzusehen, da sich im weiteren zeitlichen Verlauf diese Parameter zumeist nivellierten [82]. Harris et al. konnten diese Ergebnisse bezüglich der Laufgeschwindigkeit nur teilweise bestätigen, da sich zwischen Amputierten und Patienten mit Kniearthrodese oder Endoprothese keine Unterschiede ergaben. Erst bei schnellem Gehen zeigten sich tendenzielle Vorteile bei Patienten mit endoprothetischer Versorgung gegenüber Amputation. Allerdings schnitten alle Patienten signifikant schlechter bezüglich der Laufgeschwindigkeit und Effizienz im Vergleich mit der Normalbevölkerung ab [46].

Ein weiterer wichtiger Faktor der die Funktionalität bei Amputation beeinflusst, ist die Komfortabilität der Prothese. In einer Studie trugen nur 58% ihre Prothese den ganzen Tag, da viele Patienten diese als unkomfortabel empfanden. Trotzdem fühlten sich 77% im und außerhalb des Hauses unabhängig, wobei allerdings 45% Gehstützen zur Aufrechterhaltung dieser Unabhängigkeit benötigten [107].

Nachfolgend werden spezifische Aspekte der Endoprothetik bezüglich der Funktionalität erörtert. Zwischen der Tumorlokalisation und der Funktionalität besteht eine signifikante Abhängigkeit, wobei die höchste Funktionalität bei Operationen am proximalen Humerus und die niedrigste an der proximalen Tibia erzielt wird [65]. Bei Kindern finden teilweise (vgl. Kapitel 1.3.2.2) verlängerbare Endoprothesen Verwendung. Speziell bei der nur invasiv verlängerbaren Endoprothese wurden an die Patienten und dessen Eltern hohe Anforderungen gestellt, da nach jeder Operation eine oftmals schmerzhaftere physiotherapeutische Behandlung durchgeführt werden musste, um ein

Bewegungsdefizit zu verhindern. Im Laufe der Zeit kam es häufig zu mangelnder Compliance und folglich zur Entstehung dieser Problematik, wobei diese nur operativ wieder behoben werden konnte. Wurde auf eine Operation verzichtet, entwickelten sich große Funktionsdefizite der Extremität [31].

Die Rotationsplastik wird im Folgenden mit der Amputation verglichen. Ein erster Vorteil der Rotationsplastik ist, dass eigentlich durch diese Operation aus einer Oberschenkel- eine Unterschenkelamputation wird [115]. Durch die Schonung der Nerven bleibt die Fußpropriozeption erhalten, womit keine Phantomschmerzen entstehen [38, 71] und die Gangkontrolle verbessert wird [18]. Ein weiterer Vorteil dieser Operation ist, dass die operierte Extremität ein körpereigenes aktiv bewegliches Gelenk mehr besitzt und die Prothese sehr viel leichter wird [114]. Dieser funktionelle Vorteil verbessert die Möglichkeiten der sportlichen Aktivität immens [38, 115], was noch dadurch verstärkt wird, dass die Rekonstruktion biologisch ist, von permanenter Dauer und mit dem normalen Körpergewicht belastet werden kann [71]. Dormans et al. beschrieben in ihrem Casereport eine Patientin, die sehr aktiv Cheerleading und Gymnastik betrieb [30]. Damit wird deutlich, wie aktiv Patienten mit Rotationsplastik sein können. Ein weiterer positiver Aspekt ist ein für gewöhnlich relativ harmonischer und symmetrischer Gang [18]. Bei Vergleich der Rotationsplastik mit Femurersatzmethoden [39], Endoprothetik und Amputation [5] konnte eine signifikant bessere Funktionalität erhoben werden.

Bei Betrachtung aller Studien stellt sich ein nicht ganz eindeutiges Ergebnisbild bzgl. der Funktionalität bei Extremitätenerhalt versus Amputation dar. Einige Untersuchungen zeigten signifikante, wie auch die hier vorgelegte Arbeit, andere tendenzielle Vorteile für den Extremitätenerhalt. Bezüglich spezieller Parameter (z.B. Gangbild, Energieverbrauch) gab es Vorteile bei beiden Behandlungsgruppen. Insgesamt kann jedoch gesagt werden, dass der Extremitätenerhalt ein deutlich besseres funktionelles Ergebnis gegenüber der Amputation liefert.

4.4. Vergleiche zwischen verschiedenen Amputationshöhen der unteren Extremität bezüglich Lebensqualität und Funktionalität

Sowohl zum Entlassungs- als auch zum Untersuchungszeitpunkt ergaben sich in dieser Arbeit keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Lebensqualität und Funktionalität bei verschiedenen Amputationshöhen (vgl. Kapitel 3.5.5).

Ginsberg et al. konnten in ihrer Studie einen tendenziellen Vorteil bezüglich der Lebensqualität für die Unterschenkel- im Vergleich zur Oberschenkelamputation nachweisen [39]. In einer anderen Untersuchung wurde gezeigt, dass es einen signifikanten ($p=0,039$) Zusammenhang zwischen der Amputations-/Rekonstruktionshöhe und der Lebenszufriedenheit gibt. Je niedriger die Amputations-/Rekonstruktionshöhe war, desto höher wurde die Lebenszufriedenheit beurteilt ($r_p=-0,309$) [122].

Hinsichtlich der Funktionalität verschiedener Amputationshöhen ergaben sich signifikante [39, 95, 121] und tendenzielle [25] Unterschiede: Je proximaler die Amputation, desto niedriger war die postoperative Funktionalität. Ein analoger Zusammenhang bestand auch bei der Verwendung von Gehhilfen bei Amputation und Extremitätenerhalt: Je proximaler der chirurgische Eingriff, desto wahrscheinlicher benötigte der Patient Gehhilfen [86]. Weitere Parameter der Funktionalität sind der Energieverbrauch pro Meter, die Laufgeschwindigkeit, die Geh- und Herzfrequenz. Diese Parameter wurden signifikant besser je distaler die Amputation [112]. Zusammengefasst führt eine distalere Amputation zu signifikant höherer Funktionalität.

Für die Amputation der oberen Extremität gilt: Je proximaler die Amputation, desto weniger wahrscheinlich benutzte der Patient die Prothese, da bei einer hohen Amputation eine Prothesenversorgung nicht signifikant die Behinderungen vermindert [16]. Folglich sank auch das postoperativ erreichte funktionelle Ergebnis.

Wie oben erörtert ergaben sich in der vorliegenden Untersuchung keine signifikanten oder tendenziellen Unterschiede bezüglich Lebensqualität und Funktionalität. Somit kann diese Arbeit die Ergebnisse aus den zitierten Studien nicht bestätigen. Der Grund dafür könnte in der niedrigen Patientenzahl der Amputationsgruppe bei Aufteilung in die verschiedenen Amputationshöhen sein.

4.5. Schlussfolgerung

Die Schlussfolgerungen, die im Folgenden gezogen werden sollen, betreffen neben den Hauptthemen Lebensqualität und Funktionalität zum Untersuchungszeitpunkt auch weitere wichtige Aspekte, wie Anzahl der Tumorrezidive und Folgeoperationen.

Bezüglich der Lebensqualität zwischen der Amputationsgruppe und der extremitätenerhaltenden Gruppe ergab sich ein vielleicht so nicht zu erwartendes Ergebnis, da der Unterschied nur sehr gering war. Es gab sogar einen kleinen tendenziellen Vorteil bei Amputation. Damit kann den Patienten bei möglichen Fragen über die postoperativ zu erwartende Lebensqualität gesagt werden, dass nur minimale Unterschiede zwischen den beiden grundsätzlichen operativen Behandlungsmöglichkeiten bestehen. Allerdings traten bei Differenzierung der Lebensqualität in verschiedene Teilaspekte signifikante und tendenzielle Vorteile für die beiden Behandlungsmethoden auf (vgl. Kapitel 4.3.7). Diese Unterschiede in den Teilaspekten sollten dem Patienten mitgeteilt werden, so dass dieser individuell über die Wichtigkeit der einzelnen Vor- und Nachteile entscheiden kann.

Die Funktionalität muss in den präoperativen Patientengesprächen differenziert erörtert werden, da bei Betrachtung des kurzfristigen postoperativen Verlaufes tendenzielle Vorteile für die Amputation bestanden. Zum Untersuchungszeitpunkt schnitten aber die extremitätenerhaltenden Maßnahmen im FIM und MSTS-Score signifikant besser ab. Zusätzlich war die postoperative

Zeitdauer bis zum Wiedererreichen der Vollbelastbarkeit der operierten Extremität signifikant kürzer bei Amputation. Zusammengefasst heißt das, dass hinsichtlich der Funktionalität langfristig betrachtet die extremitätenerhaltenden Maßnahmen signifikant besser abschneiden, aber kurzfristig tendenziell die Amputation.

Vor allem die Anzahl an Tumorrezidiven und Folgeoperationen sollten einen sehr wichtigen Einfluss auf die Wahl der operativen Methode nehmen, da diese entscheidenden Einfluss auf das Patientenüberleben besitzen, da jeder operative Eingriff ein Risiko für den Patienten darstellt und mögliche Tumorrezidive eine ganz entscheidende Rolle für den Therapieerfolg gegen den Krebs spielen. Deswegen sollten die tendenziellen Vorteile bei Amputation immer mit dem Patienten besprochen werden, wobei eine individuelle Beurteilung des jeweiligen Risikos durch den behandelnden Arzt erfolgen muss, so dass die Patienten dies bei ihrer Entscheidung für eine der beiden Methoden berücksichtigen können. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse sollen bei dieser Einschätzung helfen.

Weiterhin stellt die Amputation eine geringere operative Belastung für den Patienten dar, da durchschnittlich auf Grund des niedrigeren Blutverlustes eine tendenziell geringere Anzahl an Blutkonserven benötigt wurde. Ein weiterer Grund für die geringere operative Belastung war die signifikant kürzere Operationsdauer. Diese Aspekte können bei älteren und nur wenig belastbaren Patienten eine wichtige Rolle spielen, da ein geringerer Blutverlust und kürzere Operationszeiten das Operationsrisiko vermindern und insgesamt weniger belastend sind.

Bei Amputation zeigte sich ein tendenzieller Vorteil bezüglich der geringeren Anzahl an adjuvanter Chemotherapie und Radiatio. Dieser Vorteil könnte einen positiven Einfluss auf die Lebensqualität nehmen, was sich jedoch in den Untersuchungsergebnissen nicht niederschlug. Trotzdem ist dies ein weiterer wichtiger Aspekt in der Wahl der operativen Behandlung, da wie in Kapitel 4.3.1

dargelegt, die Behandlung mit Chemotherapie und Radiatio immer eine Belastung für den Patienten darstellt und Risiken wie Sekundärtumore mit sich bringen kann.

Bei der Betrachtung aller hier dargestellten Aspekte kann für keine der beiden Behandlungsgruppen eine generelle Überlegenheit festgestellt werden. Allerdings konnten für beide Operationsmethoden unterschiedliche Vorteile ermittelt werden. Der falsche Ansatz wäre es nun, diese Vorteile gegeneinander aufzurechnen, um so eine Operationsmethode als generell überlegen darzustellen und diese dann bei allen Patienten zur Behandlung maligner Extremitätentumore anzuwenden. Deshalb sollten die Untersuchungsergebnisse eher in ihren Teilaspekten betrachtet und diese zu einer individuellen Beratung und Therapieempfehlung genutzt werden. In dieser sollte der behandelnde Arzt zusammen mit dem Patienten die einzelnen Vor- und Nachteile der alternativen Behandlungsmethoden erörtern, individuell gewichten und gegeneinander abwägen. Auch sollte angemerkt werden, dass im Verlauf des Betrachtungszeitraums der Untersuchung sowohl die Amputation als auch die extremitätenerhaltenden Maßnahmen weiterentwickelt werden konnten. Daher wäre es sinnvoll, eine weitere Untersuchung durchzuführen, deren Betrachtungszeitraum sich beispielsweise über die letzten fünf Jahre (2004 bis 2009) erstreckt.

5. Zusammenfassung und Ausblick

5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit zur vergleichenden Untersuchung von Lebenszufriedenheit und funktionellem Ergebnis nach Amputation und extremitäten-erhaltender Operation bei malignen Extremitätentumoren basieren auf einer Analyse von 43 Patienten. Diese teilen sich in eine 30 Patienten große extremitäten-erhaltende und eine aus 13 Patienten bestehende Amputationsgruppe auf. Der für die Untersuchung verwendete Zeitraum, in dem diese Patienten an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen operativ versorgt wurden, reicht von 08.02.1990 bis 30.06.2007. Dabei ergab sich ein mittleres Follow-Up von 7,8 Jahren (SD 5,4 Jahre).

Der modifizierte SF – 36 Health Survey zur Bestimmung der postoperativen Lebensqualität zeigte zum Untersuchungszeitpunkt sehr geringe tendenzielle Vorteile für die Amputation. Bei Betrachtung anderer Studien bleibt aber festzuhalten, dass es zwischen beiden Operationsverfahren zu keinem signifikanten Unterschied der postoperativen Lebensqualität kommt.

Die Funktionalität war zum Untersuchungszeitpunkt in beiden Tests (FIM, MSTS-Score) signifikant höher in der extremitäten-erhaltenden Gruppe. Andere Untersuchungen zeigten ebenfalls signifikante oder tendenzielle Vorteile für den Extremitätenerhalt. Bezüglich spezieller Parameter (z.B. Laufgeschwindigkeit, Gangbild) kam es zu keinem einheitlichen Ergebnisbild. Trotzdem kann insgesamt gesagt werden, dass der Extremitätenerhalt ein langfristig deutlich höheres funktionelles Ergebnis liefert. Weitere interessante erhobene und bewertete Parameter der Funktionalität waren die Mobilisation bei Entlassung, Gehfähigkeit ein Jahr postoperativ und postoperative Zeitdauer bis zum Wiedererreichen der Vollbelastbarkeit der operierten Extremität. Bezüglich der ersten beiden Punkte ergaben sich tendenzielle, hinsichtlich des letzten Punktes signifikante Vorteile für die Amputation. Die Funktionalität war somit

langfristig betrachtet bei Extremitätenerhalt signifikant besser, aber kurzfristig tendenziell bei Amputation.

Die Lebensqualität und Funktionalität, die innerhalb der Amputationsgruppe zwischen den Amputationshöhen der unteren Extremität verglichen wurden, erwiesen sich zum Entlassungs- und Untersuchungszeitpunkt als nicht signifikant unterschiedlich. In anderen Arbeiten zeigten sich jedoch tendenzielle oder signifikante Vorteile in der Lebensqualität und Funktionalität je distaler amputiert werden konnte.

Weiterhin konnte in dieser Arbeit ein nicht signifikantes, 3,65-mal (95% KI: 0,40 - 33,2) erhöhtes Risiko für ein Tumorrezidiv in der extremitätenerhaltenden Gruppe als in der Amputationsgruppe, wobei initial in allen Operationen eine R₀-Resektion durchgeführt wurde, nachweisen. Andere Studien stellten ebenfalls ein höheres Rezidivrisiko bei Extremitätenerhalt fest.

15% der Patienten bei Amputation und 40% bei Extremitätenerhalt mussten sich einer Folgeoperation unterziehen, wobei dies keine Signifikanz auswies. Trotzdem ist das Risiko für Folgeoperationen bei Extremitätenerhalt 3,67-mal (95% KI: 0,69 - 19,6) größer als bei Amputation. Andere Untersuchungen zeigten für die extremitätenerhaltende Gruppe vergleichbare Häufigkeiten an Folgeoperationen oder etwas darüber liegende. Dies ist ein wichtiger Vorteil für die Amputation, da Folgeoperationen unter anderem die Lebensqualität senken können und das Risiko für weitere Komplikationen, wie Infektionen, erhöhen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die auftretenden Komplikationen im postoperativen Verlauf. Während des Krankenhausaufenthalts traten bei 23% der amputierten Patienten und bei 33% in der extremitätenerhaltenden Gruppe Komplikationen auf. Trotz dieses nicht signifikanten Unterschiedes war das Risiko 1,67-mal (95% KI: 0,37 - 7,45) höher bei Extremitätenerhalt als bei Amputation. Weiterhin kam es in beiden Nachkontrollterminen (6 Wochen, 1 Jahr) zu tendenziell weniger Komplikationen bei Amputation. Dabei war das

Risiko 6 Wochen postoperativ 1,24-mal und ein Jahr postoperativ 2,34-mal größer bei Extremitätenerhalt. Andere Arbeiten bestätigten diesbezügliche Vorteile für die Amputation.

In der vorliegenden Untersuchung wurden intraoperative Unterschiede (z.B. Operationsdauer) analysiert. Der Median der Operationsdauer war in der Amputationsgruppe signifikant niedriger. Bezüglich der verwendeten Blutkonservenanzahl schnitt erneut die Amputationsgruppe besser ab. Knapp 8% der amputierten Patienten und 20% bei Extremitätenerhalt musste mehr als zwei Blutkonserven infundiert werden. Letztlich kann aus diesen beiden Ergebnissen geschlossen werden, dass die Amputation eine geringere operative Belastung für den Patienten darstellt.

Der Patientenanteil, der keine neoadjuvante Therapie erhielt, war in beiden Patientengruppen mit 54% bei Amputation und 50% bei Extremitätenerhalt fast gleich. Deutlich mehr amputierte Patienten (54%) bekamen keine adjuvante Therapie (Extremitätenerhalt 37%). Obwohl sich der Unterschied in der Anwendungshäufigkeit zwischen den Gruppen nicht in den Ergebnissen zur Lebensqualität (SF – 36 Health Survey) widerspiegelte, führt die Therapie zu subjektiven Einschränkungen. Somit kommt es im postoperativen Verlauf bei Amputation tendenziell zu geringeren Belastungen.

5.2. Ausblick

Um zukünftig weitere wichtige Merkmale und Unterschiede zwischen den Behandlungsmethoden sowie eine weitere Differenzierung der in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Fakten mit statistischer Aussagekraft erheben zu können, wäre es sinnvoll, eine Untersuchung mit größerer Probandenanzahl zu initiieren und so möglicherweise weitere signifikante Unterschiede nachweisbar zu machen. Auf Grund der niedrigen Inzidenz und nahezu ausschließlicher Therapie der betroffenen Patienten an Tumorzentren könnte dieses Ziel durch eine krankenhausesübergreifende Studie mehrerer

Zentren erreicht werden. Mit Hilfe eines größeren Patientenkollektivs könnten genauere Differenzierungen an Hand verschiedener Merkmale durchgeführt werden. Beispielsweise könnten die Patienten in Altersgruppen eingeteilt und entsprechende Analysen durchgeführt werden. Weitere Möglichkeiten wären die Extremitätenerhaltende Gruppe in die verschiedenen Operationsmethoden zu unterteilen oder Patientengruppen nach Tumorhistologien zu bilden. Damit wäre es möglich noch spezifischere Informationen zu erheben, womit die zukünftigen Patienten individueller beraten werden könnten. Allerdings muss bei einer solchen Studie gewährleistet sein, dass standardisierte Bedingungen an den teilnehmenden Krankenhäusern herrschen.

6. Literaturverzeichnis

1. Abudu A, Grimer RJ, Cannon SR, Carter SR, Sneath RS: Reconstruction of the hemipelvis after the excision of malignant tumours. Complications and functional outcome of prostheses. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Sep; 79(5): 773-9.
2. Agarwal M, Anchan C, Shah M, Puri A, Pai S: Limb salvage surgery for osteosarcoma: effective low-cost treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2007 Jun; 459: 82-91.
3. Agarwal M, Puri A, Anchan C, Shah M, Jambhekar N: Rotationplasty for bone tumors: is there still a role? *Clin Orthop Relat Res.* 2007 a Jun; 459: 76-81.
4. Ahlmann ER, Menendez LR, Kermani C, Gotha H: Survivorship and clinical outcome of modular endoprosthetic reconstruction for neoplastic disease of the lower limb. *J Bone Joint Surg Br.* 2006 Jun; 88(6): 790-5.
5. Akahane T, Shimizu T, Isobe K, Yoshimura Y, Fujioka F, Kato H: Evaluation of postoperative general quality of life for patients with osteosarcoma around the knee joint. *J Pediatr Orthop B.* 2007 Jul; 16(4): 269-72.
6. Anderson M, Green WT, Messner MB: Growth and predictions of growth in the lower extremities. *J Bone Joint Surg Am.* 1963 Jan; 45-A: 1-14.
7. Anract P, Missenard G, Jeanrot C, Dubois V, Tomeno B: Knee reconstruction with prosthesis and muscle flap after total arthrectomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Mar; (384): 208-16.
8. Asavamongkolkul A, Waikakul S, Phimolsarnti R, Kiatisevi P, Wangsaturaka P: Endoprosthetic reconstruction for malignant bone and soft-tissue tumors. *J Med Assoc Thai.* 2007 Apr; 90(4): 706-17.
9. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S: Orthopädische Operationslehre. Becken und untere Extremität Teil 2. Georg Thieme Verlag, 1995.
10. Berrey BH Jr, Lord CF, Gebhardt MC, Mankin HJ: Fractures of allografts. Frequency, treatment, and end-results. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Jul; 72(6): 825-33.

11. Borggreve J: Kniegelenksersatz durch das in der Beinlängsachse um 180 Grad gedrehte Fussgelenk. *Arch Orthop Unfall Chir.* 1930 28: 175-8.
12. Boyle M, Tebbi CK, Mindell ER, Mettlin CJ: Adolescent adjustment to amputation. *Med Pediatr Oncol.* 1982; 10(3): 301-12.
13. Bullinger M: Der SF-36 Health Survey als krankheitsübergreifendes Profilinstrument. Schöfski, O. et al. (Hrsg.): Gesundheitsökonomische Evaluationen. Springer Verlag, 1997: 177-87.
14. Bullinger M, Kirchberger I: SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Handanweisung. Hogrefe Verlag für Psychologie, 1998.
15. Bullinger M, Kirchberger I, Ware J: Der deutsche SF-36 Health Survey. Übersetzung und psychometrische Testung eines krankheitsübergreifenden Instrumentes zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. *Z. f. Gesundheitswiss.* 1/95, 21-36 (1995).
16. Burkhalter WE, Mayfield G, Carmona LS: The upper-extremity amputee. Early and immediate post-surgical prosthetic fitting. *J Bone Joint Surg Am.* 1976 Jan; 58(1): 46-51.
17. Campanacci M, Laus M: Local recurrence after amputation for osteosarcoma. *J Bone Joint Surg Br.* 1980 May; 62-B(2): 201-7.
18. Capanna R, Del Ben M, Campanacci DA, Catani F, Giannini S: Rotationplasty in segmental resections of the femur. *Chir Organi Mov.* 1992 Apr-Jun; 77(2): 135-49.
19. Casadei R, Ferraro A, Ferruzzi A, Biagini R, Ruggieri P: Bone tumors of the foot: epidemiology and diagnosis. *Chir Organi Mov.* 1991 Jan-Mar; 76(1): 47-62.
20. Chao EY, Sim FH: Modular prosthetic system for segmental bone and joint replacement after tumor resection. *Orthopedics* 1985 May; 8(5): 641-51.
21. Coventry MB, Dahlin DC: Osteogenic sarcoma; a critical analysis of 430 cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1957 Jul; 39-A(4): 741-57; discussion, 757-8.
22. Dahlin DC: Malignant bone tumors: improvement in prognosis. *Mayo Clin Proc.* 1988 Apr; 63(4): 414-5.

23. Davidson AW, Hong A, McCarthy SW, Stalley PD: En-bloc resection, extracorporeal irradiation, and re-implantation in limb salvage for bony malignancies. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Jun; 87(6): 851-7.
24. Davis AM, Bell RS, Badley EM, Yoshida K, Williams JI: Evaluating functional outcome in patients with lower extremity sarcoma. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Jan; (358): 90-100.
25. Davis AM, Devlin M, Griffin AM, Wunder JS, Bell RS: Functional outcome in amputation versus limb sparing of patients with lower extremity sarcoma: a matched case-control study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999 Jun; 80(6): 615-8.
26. Debrunner AM: Orthopädie Orthopädische Chirurgie. 4., vollst. neu bearb. Aufl. Huber, 2002.
27. De Haes JC, van Knippenberg FC: The quality of life of cancer patients: a review of the literature. *Soc Sci Med.* 1985; 20(8): 809-17.
28. Deutsch A, Fiedler RC, Granger CV, Russell CF: The Uniform Data System for Medical Rehabilitation report of patients discharged from comprehensive medical rehabilitation programs in 1999. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Feb; 81(2): 133-42.
29. Dobbs HS, Scales JT, Wilson JN, Kemp HB, Burrows HJ, Sneath RS: Endoprosthetic replacement of the proximal femur and acetabulum. A survival analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 1981 Aug; 63-B(2): 219-24.
30. Dormans JP, Garg S: Images in clinical medicine. Rotationplasty for Ewing's sarcoma of the distal femur. *N Engl J Med.* 2004 Aug 19; 351(8): e7.
31. Eckardt JJ, Kabo JM, Kelley CM, Ward WG Sr, Asavamongkolkul A, Wirganowicz PZ, Yang RS, Eilber FR: Expandable endoprosthesis reconstruction in skeletally immature patients with tumors. *Clin Orthop Relat Res.* 2000 Apr; (373): 51-61.
32. Eckardt JJ, Safran MR, Eilber FR, Rosen G, Kabo J: Expandable endoprosthetic reconstruction of the skeletally immature after malignant bone tumor resection. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Dec; (297): 188-202.

33. Eggermont AM, Schraffordt Koops H, Klausner JM, Kroon BB, Schlag PM, Liénard D, van Geel AN, Hoekstra HJ, Meller I, Nieweg OE, Kettelhack C, Ben-Ari G, Pector JC, Lejeune FJ: Isolated limb perfusion with tumor necrosis factor and melphalan for limb salvage in 186 patients with locally advanced soft tissue extremity sarcomas. The cumulative multicenter European experience. *Ann Surg.* 1996 Dec; 224(6): 756-64; discussion 764-5.
34. Enneking W: Thirty years of limb salvage. *Chir Organi Mov.* 2003 Oct-Dec; 88(4): 321-5.
35. Enneking WF: Modification of the System for Functional Evaluation in the Surgical Management of Musculoskeletal Tumors. In Enneking WF (ed). *Limb salvage in Musculoskeletal Oncology.* New York, Churchill Livingstone 1987: 626-39.
36. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ: A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Jan; (286): 241-6.
37. Enneking WF, Shirley PD: Resection-arthrodesis for malignant and potentially malignant lesions about the knee using an intramedullary rod and local bone grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 1977 Mar; 59(2): 223-36.
38. Fuchs B, Kotajarvi BR, Kaufman KR, Sim FH: Functional outcome of patients with rotationplasty about the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Oct; (415): 52-8.
39. Ginsberg JP, Rai SN, Carlson CA, Meadows AT, Hinds PS, Spearing EM, Zhang L, Callaway L, Neel MD, Rao BN, Marchese VG: A comparative analysis of functional outcomes in adolescents and young adults with lower-extremity bone sarcoma. *Pediatr Blood Cancer* 2007 Dec; 49(7): 964-9.
40. Glasser DB, Lane JM, Huvos AG, Marcove RC, Rosen G: Survival, prognosis, and therapeutic response in osteogenic sarcoma. The Memorial Hospital experience. *Cancer* 1992 Feb 1; 69(3): 698-708.

41. Goorin AM, Abelson HT, Frei E 3rd: Osteosarcoma: fifteen years later. *N Engl J Med*. 1985 Dec 26; 313(26): 1637-43.
42. Granger CV, Hamilton BB: UDS report. The Uniform Data System for Medical Rehabilitation Report of First Admissions for 1990. *Am J Phys Med Rehabil*. 1992 Apr; 71(2): 108-13.
43. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD: Performance Profiles of the Functional Independence Measure. *Am J Phys Med Rehabil*. 1993(72):84-89.
44. Greenberg DB, Goorin A, Gebhardt MC, Gupta L, Stier N, Harmon D, Mankin H: Quality of life in osteosarcoma survivors. *Oncology* 1994 Nov; 8(11):19-25; discussion 25-6, 32, 35.
45. Ham SJ, Schraffordt Koops H, Veth RPH, Van Horn JR, Molenaar WM, Hoekstra HJ: Limb salvage surgery for primary bone sarcoma of the lower extremities: long-term consequences of endoprosthesis reconstructions. *Ann Surg Oncol*. 1998 Jul-Aug; 5(5): 423-36.
46. Harris IE, Leff AR, Gitelis S, Simon MA: Function after amputation, arthrodesis, or arthroplasty for tumors about the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1990 Dec; 72(10): 1477-85.
47. Healey JH, Nikolic ZG, Athanasian E, Boland PJ: Quality of life as defined by orthopedic oncology patients. *Ann Surg Oncol*. 1997 Oct-Nov; 4(7): 591-6.
48. Heinemann AW, Linacre JM, Wright BD, Hamilton BB, Granger C: Relationships between impairment and physical disability as measured by the functional independence measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Jun; 74(6): 566-73.
49. http://www.rki.de/cIn_049/nn_203954/DE/Content/GBE/DachdokKrebs/Ueberlebensraten/bindegewebe__weichteile,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/bindegewebe_weichteile.pdf
50. http://www.rki.de/cIn_049/nn_203954/DE/Content/GBE/DachdokKrebs/Ueberlebensraten/knochen,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/knochen.pdf

51. http://www.seer.cancer.gov/csr/1975_2005/results_merged/topic_annualrates.pdf
52. http://www.seer.cancer.gov/csr/1975_2005/results_merged/topic_survival.pdf
53. Jaffe N, Frei E 3rd, Traggis D, Bishop Y: Adjuvant methotrexate and citrovorum-factor treatment of osteogenic sarcoma. *N Engl J Med.* 1974 Nov 7; 291(19): 994-7.
54. Kaste SC, Neel MN, Rao BN, Thompson VF, Pratt CB: Complications of limb-sparing procedures using endoprosthetic replacements about the knee for pediatric skeletal sarcomas. *Pediatr Radiol.* 2001 Feb; 31(2): 62-71.
55. Kiss J, Sztrinkai G, Antal I, Kiss J, Szendroi M: Functional results and quality of life after shoulder girdle resections in musculoskeletal tumors. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 May-Jun; 16(3): 273-9. Epub 2007 Feb 22.
56. Kotz R: Osteosarcoma 1978 a turning point in prognosis through adjuvant chemotherapy following adequate surgery (author's transl). *Wien Klin Wochenschr Suppl.* 1978; 93: 1-25.
57. Kotz R: Possibilities and limitations of limb-preserving therapy for bone tumors today. *J Cancer Res Clin Oncol.* 1983; 106 Suppl: 68-76.
58. Krajbich JI, Carroll NC: Van Nes rotationplasty with segmental limb resection. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 Jul; (256): 7-13.
59. Krebs in Deutschland 2003 – 2004. Häufigkeiten und Trends. 6. überarbeitete Auflage. Robert Koch-Institut (Hrsg) und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e. V. (Hrsg). Berlin, 2008.
60. Lee ES, Mackenzie DH: Osteosarcoma. A study of the value of preoperative megavoltage radiotherapy. *Br J Surg.* 1964 Apr; 51: 252-74.
61. Lewis MM. The use of an expandable and adjustable prosthesis in the treatment of childhood malignant bone tumors of the extremity. *Cancer* 1986 Feb 1; 57(3):499-502.
62. Linberg BE: Interscapulo-thoracic resection for malignant tumors of the shoulder joint region. 1928. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Jan; (358): 3-7.

63. Lindner NJ, Ramm O, Hillmann A, Roedl R, Gosheger G, Brinkschmidt C, Juergens H, Winkelmann W: Limb salvage and outcome of osteosarcoma. The University of Muenster experience. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Jan; (358): 83-9.
64. Lord CF, Gebhardt MC, Tomford WW, Mankin HJ: Infection in bone allografts. Incidence, nature, and treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1988 Mar; 70(3): 369-76.
65. Malawer MM, Chou LB: Prosthetic survival and clinical results with use of large-segment replacements in the treatment of high-grade bone sarcomas. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Aug; 77(8): 1154-65.
66. Mankin HJ, Doppelt S, Tomford W: Clinical experience with allograft implantation. The first ten years. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Apr; (174): 69-86.
67. Mankin HJ, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Tomford WW: Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Mar; (324): 86-97.
68. Marchese VG, Spearing E, Callaway L, Rai SN, Zhang L, Hinds PS, Carlson CA, Neel MD, Rao BN, Ginsberg J: Relationships among range of motion, functional mobility, and quality of life in children and adolescents after limb-sparing surgery for lower-extremity sarcoma. *Pediatr Phys Ther.* 2006 Winter; 18(4): 238-44.
69. Maygarden SJ, Askin FB, Siegal GP, Gilula LA, Schoppe J, Foulkes M, Kissane JM, Nesbit M: Ewing sarcoma of bone in infants and toddlers. A clinicopathologic report from the Intergroup Ewing's Study. *Cancer* 1993 Mar 15; 71(6): 2109-18.
70. McHorney CA, Ware JE Jr, Lu JF, Sherbourne CD: The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Med Care* 1994 Jan; 32(1): 40-66.
71. Merkel KD, Gebhardt M, Springfield DS: Rotationplasty as a reconstructive operation after tumor resection. *Clin Orthop Relat Res.* 1991 Sep; (270): 231-6.

72. Myers GJ, Abudu AT, Carter SR, Tillman RM, Grimer RJ: Endoprosthetic replacement of the distal femur for bone tumours: long-term results. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Apr; 89(4): 521-6. Erratum in: *J Bone Joint Surg Br.* 2007 May; 89(5): 706.
73. Nagarajan R, Clohisy DR, Neglia JP, Yasui Y, Mitby PA, Sklar C, Finklestein JZ, Greenberg M, Reaman GH, Zeltzer L, Robison LL: Function and quality-of-life of survivors of pelvic and lower extremity osteosarcoma and Ewing's sarcoma: the Childhood Cancer Survivor Study. *Br J Cancer* 2004 Nov 29; 91(11): 1858-65.
74. Nagarajan R, Neglia JP, Clohisy DR, Robison LL: Limb salvage and amputation in survivors of pediatric lower-extremity bone tumors: what are the long-term implications? *J Clin Oncol.* 2002 Nov 15; 20(22): 4493-501.
75. Neel MD, Wilkins RM, Rao BN, Kelly CM: Early multicenter experience with a noninvasive expandable prosthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Oct; (415): 72-81.
76. Nerubay J, Katznelson A, Tichler T, Rubinstein Z, Morag B, Bubis JJ: Total femoral replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Apr; (229): 143-8.
77. Niethard FU, Pfeil J: Orthopädie. 3., vollst. überarb. Aufl. Hippokrates – Verlag, 1997.
78. Niethard FU, Pfeil J: Orthopädie. 5., korrigierte Aufl. Georg Thieme Verlag, 2005.
79. O'Connor MI, Sim FH: Salvage of the limb in the treatment of malignant pelvic tumors. *J Bone Joint Surg Am.* 1989 Apr; 71(4): 481-94.
80. O'Connor MI, Sim FH, Chao EY: Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle. Intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Dec; 78(12): 1872-88. 46.
81. Ortiz-Cruz E, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Mankin HJ : The results of transplantation of intercalary allografts after resection of tumors. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Jan; 79(1): 97-106.

82. Otis JC, Lane JM, Kroll MA: Energy cost during gait in osteosarcoma patients after resection and knee replacement and after above-the-knee amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Apr; 67(4): 606-11.
83. Ottenbacher KJ, Hsu Y, Granger CV, Fiedler RC: The reliability of the functional independence measure: a quantitative review. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996 Dec; 77(12): 1226-32.
84. Postma A, Kingma A, De Ruiter JH, Koops HS, Veth RPH, Goeken LNH, Kamps WA: Quality of life in bone tumor patients comparing limb salvage and amputation of the lower extremity. *J Surg Oncol.* 1992 Sep; 51(1): 47-51.
85. Richter E, Feyerabend T: Grundlagen der Strahlentherapie. 2.überarb. Aufl. Springer Verlag, 2002.
86. Refaat Y, Gunnoe J, Hornicek FJ, Mankin HJ: Comparison of quality of life after amputation or limb salvage. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Apr; (397): 298-305.
87. Renard AJ, Veth RP, Pruszczynski M, Hoogenhout J, Bökkerink J, van der Staak FJ, Wobbes T, Lemmens JA, van Hoesel R, van Horn JR: Ewing's sarcoma of bone: oncologic and functional results. *J Surg Oncol.* 1995 Dec; 60(4): 250-6.
88. Renard AJ, Veth RP, Schreuder HW, Pruszczynski M, Bökkerink JP, van Hoesel QG, van Der Staak FJ: Osteosarcoma: oncologic and functional results. A single institutional report covering 22 years. *J Surg Oncol.* 1999 Nov; 72(3): 124-9.
89. Renard AJ, Veth RP, Schreuder HW, Schraffordt Koops H, van Horn J, Keller A: Revisions of endoprosthetic reconstructions after limb salvage in musculoskeletal oncology. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998; 117(3): 125-31.
90. Renard AJ, Veth RP, Schreuder HW, Van Loon CJ, Koops HS, Van Horn JR: Function and complications after ablative and limb-salvage therapy in lower extremity sarcoma of bone. *J Surg Oncol.* 2000 Apr; 73(4): 198-205.

91. Reulen RC, Zeegers MP, Jenkinson C, Lancashire ER, Winter DL, Jenney ME, Hawkins MM: The use of the SF-36 questionnaire in adult survivors of childhood cancer: evaluation of data quality, score reliability, and scaling assumptions. *Health Qual Life Outcomes* 2006 Oct 5; 4: 77.
92. Rödl RW, Pohlmann U, Gosheger G, Lindner NJ, Winkelmann W: Rotationplasty--quality of life after 10 years in 22 patients. *Acta Orthop Scand.* 2002 Jan; 73(1): 85-8.
93. Rössler H, Rüter W: Orthopädie. 18., korrigierte Aufl. Urban & Fischer Verlag, 2000.
94. Rössler H, Rüter W: Orthopädie und Unfallchirurgie. 19., aktualisierte und erweiterte Aufl. Urban & Fischer Verlag, 2005.
95. Rougraff BT, Simon MA, Kneisl JS, Greenberg DB, Mankin HJ: Limb salvage compared with amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. A long-term oncological, functional, and quality-of-life study. *J Bone Joint Surg Am.* 1994 May; 76(5): 649-56.
96. Ruggieri P, De Cristofaro R, Picci P, Bacci G, Biagini R, Casadei R, Ferraro A, Ferruzzi A, Fabbri N, Cazzola A: Complications and surgical indications in 144 cases of nonmetastatic osteosarcoma of the extremities treated with neoadjuvant chemotherapy. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Oct; (295): 226-38.
97. Salzer M, Knahr K, Kotz R, Kristen H: Treatment of osteosarcomata of the distal femur by rotation-plasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1981; 99(2): 131-6.
98. Sauerbruch F: Die Extirpation des Femur mit Umkippl-Plastik des Unterschenkels. *Dtsch Z Chir.* 1922 169: 1-12.
99. Simon MA: Limb salvage for osteosarcoma. *J Bone Joint Surg Am.* 1988 Feb; 70(2): 307-10.
100. Springfield DS: Introduction to limb-salvage surgery for sarcomas. *Orthop Clin North Am.* 1991 Jan; 22(1): 1-5.
101. Stewart AL, Greenfield S, Hays RD, Wells K, Rogers WH, Berry SD, McGlynn EA, Ware JE Jr: Functional status and well-being of patients with chronic conditions. Results from the Medical Outcomes Study.

- JAMA*. 1989 Aug 18; 262(7): 907-13. Erratum in: *JAMA* 1989 Nov 10; 262(18): 2542.
102. Stineman MG, Shea JA, Jette A, Tassoni CJ, Ottenbacher KJ, Fiedler R, Granger CV: The Functional Independence Measure: tests of scaling assumptions, structure, and reliability across 20 diverse impairment categories. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996 Nov; 77(11): 1101-8.
 103. Sugarbaker PH, Barofsky I, Rosenberg SA, Gianola FJ: Quality of life assessment of patients in extremity sarcoma clinical trials. *Surgery* 1982 Jan; 91(1): 17-23.
 104. Sweetnam R: Limb preservation in the treatment of bone tumours. *Ann R Coll Surg Engl*. 1983 Jan; 65(1): 3-7.
 105. Taylor WF, Ivins JC, Dahlin DC, Edmonson JH, Pritchard DJ: Trends and variability in survival from osteosarcoma. *Mayo Clin Proc*. 1978 Nov; 53(11): 695-700.
 106. Taylor WF, Ivins JC, Pritchard DJ, Dahlin DC, Gilchrist GS, Edmonson JH: Trends and variability in survival among patients with osteosarcoma: a 7-year update. *Mayo Clin Proc*. 1985 Feb; 60(2): 91-104.
 107. Tebbi CK, Petrilli AS, Richards ME: Adjustment to amputation among adolescent oncology patients. *Am J Pediatr Hematol Oncol*. 1989 Fall; 11(3): 276-80.
 108. Uribe-Botero G, Russell WO, Sutow WW, Martin RG: Primary osteosarcoma of bone. Clinicopathologic investigation of 243 cases, with necropsy studies in 54. *Am J Clin Pathol*. 1977 May; 67(5): 427-35.
 109. Veenstra KM, Sprangers MA, van der Eyken JW, Taminiu AH: Quality of life in survivors with a Van Ness-Borggreve rotationplasty after bone tumour resection. *J Surg Oncol*. 2000 Apr; 73(4): 192-7.
 110. Veth R, van Hoesel R, Pruszczynski M, Hoogenhout J, Schreuder B, Wobbes T: Limb salvage in musculoskeletal oncology. *Lancet Oncol*. 2003 Jun; 4(6): 343-50.
 111. Ware JE Jr, Sherbourne CD: The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992 Jun; 30(6): 473-83.

112. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H: Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 1976 Jan; 58(1): 42-6.
113. Weddington WW Jr, Seagraves KB, Simon MA: Psychological outcome of extremity sarcoma survivors undergoing amputation or limb salvage. *J Clin Oncol.* 1985 Oct; 3(10): 1393-9.
114. Winkelmann W: Rotation osteotomy in malignant tumors of the proximal femur. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1983 Sep-Oct; 121(5): 547-9.
115. Winkelmann WW: Hip rotationplasty for malignant tumors of the proximal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am.* 1986 Mar; 68(3): 362-9.
116. Winkler K, Beron G, Kotz R, Salzer-Kuntschik M, Beck J, Beck W, Brandeis W, Ebell W, Erttmann R, Göbel U, et al.: Neoadjuvant chemotherapy for osteogenic sarcoma: results of a Cooperative German/Austrian study. *J Clin Oncol.* 1984 Jun; 2(6): 617-24.
117. Wright BD, Linacre JM, Heinemann AW: Measuring Functional Status in Rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clinics of North America* 1993/4: 475-91.
118. Wülker N: 100 years shoulder and elbow surgery. *Orthopade.* 2001 Oct; 30(10): 789-97.
119. Yasko AW, Reece GP, Gillis TA, Pollock RE: Limb-salvage strategies to optimize quality of life: the M.D. Anderson Cancer Center experience. *CA Cancer J Clin.* 1997 Jul-Aug; 47(4):226-38.
120. Yonemoto T, Ishii T, Takeuchi Y, Kimura K, Hagiwara Y, Iwata S, Tatezaki S: Evaluation of quality of life (QOL) in long-term survivors of high-grade osteosarcoma: a Japanese single center experience. *Anticancer Res.* 2007 Sep-Oct; 27(5B): 3621-4.
121. Zahlten-Hinguranage A, Bernd L, Ewerbeck V, Sabo D: Equal quality of life after limb-sparing or ablative surgery for lower extremity sarcomas. *Br J Cancer.* 2004 Sep 13; 91(6): 1012-4.
122. Zahlten-Hinguranage A, Bernd L, Sabo D: Amputation or limb salvage? Assessing quality of life after tumor operations of the lower extremity. *Orthopade.* 2003 Nov; 32(11): 1020-7.

7. Anhang

Anhang 1: Allgemeiner Patientenfragebogen

Diagnose:	
Lokalisation:	
Seite:	
Operationsdatum:	
Beginn erster Symptome	Art der Symptome (alle betreffenden)
Datum erste ärztliche Konsultation	Schmerzen
Hausarzt	Schwellung
Orthopäde	Funktionseinschränkung
Klinik	Gewichtsverlust
Dauer des stationären Aufenthalts	Fieber
Gefähigkeit bei Entlassung	Andere
Keine	Dauer zwischen Diagnose und Operation
Rollstuhl	Anschlußtherapie
Gehwagen	Chemotherapie
Gehstützen	Bestrahlung
Freie Mobilisation:	Keine
• Zimmer	Tumorrezidiv
• Gang	Ja
• Treppe	Nein
Entlassung wann/wohin	Folge/Rezidivoperation
Nach Hause	Ja
In Reha-Klinik	• Wundheilungsstörung
In Kurzzeitpflege	• Prothesenlockerung
Sonstiges	• Tumorrezidiv
	Nein

Anhang 2: Functional Independence Measure (FIM)

Motorische Items			Summierte Bewertung: 13 bis 91 Punkte		
			Vor OP	Entlassung	Heute
A	Selbstversorgung	Essen / Trinken			
B		Körperpflege			
C		Baden / Duschen / Waschen			
D		Ankleiden oben			
E		Ankleiden unten			
F		Intimhygiene			
G	Kontinenz	Blasenkontrolle			
H		Darmkontrolle			
I	Transfers	Bett / Stuhl / Rollstuhl			
J		Toilettensitz			
K		Dusche / Badewanne			
L	Fortbewegung	Gehen / Rollstuhl			
M		Treppensteigen			

FIM-Bewertungsskala

Keine Hilfspersonen erforderlich	
7	Völlige Selbständigkeit
6	Eingeschränkte Selbständigkeit (Hilfsvorrichtung oder Sicherheitsbedenken)
Eingeschränkte Unselbständigkeit	
5	Supervision oder Vorbereitung
4	Kontakthilfe
3	Mässige Hilfestellung
Völlige Unselbständigkeit	
2	Ausgeprägte Hilfestellung
1	Totale Hilfestellung

Anhang 3: modifizierter Short Form – 36 Health Survey

Körperliches Wohlbefinden	<i>Bewertung:</i>		
	Vor OP	Entlassung	Heute
Ich fühle mich erschöpft			
Ich habe Schmerzen			
Ich leide unter Nebenwirkungen der Therapie			
Ich fühle mich krank			
Ich muss Zeit im Bett verbringen			
Emotionales Wohlbefinden			
Ich bin traurig			
Ich bin unzufrieden, wie ich mit meiner Krankheit umgehe			
Ich verliere die Hoffnung im Kampf gegen meine Krankheit			
Ich bin nervös			
Ich habe Angst zu sterben			
Soziales/Familiäres Wohlbefinden			
Ich bekomme emotionale Unterstützung durch die Familie			
Ich bekomme Unterstützung von meinen Freunden			
Meine Familie hat meine Krankheit akzeptiert			
Ich fühle mich meinem Partner verbunden			
Beantworten Sie bitte unabhängig von Ihrer gegenwärtigen sexuellen Aktivität die folgende Frage. Wenn Sie die Frage nicht beantworten möchten, machen Sie hier Ihr Kreuz und gehen zur nächsten Frage über. Ich bin zufrieden mit meinem Sexualleben			
Funktionelles Wohlbefinden	<i>Bewertung:</i>		
	Vor OP	Entlassung	Heute
Ich kann meiner Arbeit/Schulischen Ausbildung nachgehen.			
Meine Arbeit ist erfüllend			
Ich bin so mobil wie vor meiner Erkrankung			
Ich bin so mobil wie Andere Gleichaltrige			
Ich bin zufrieden mit meinem jetzigen Leben			

0 – überhaupt nicht, 1 – ein kleines bisschen, 2 – etwas, 3 – ziemlich, 4 – sehr

Anhang 4: Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) Score

Schmerz (Schmerzstärke und dadurch bedingte Einschränkung, Schmerzmittelbedarf)		Vor OP	Entlassung	Heute
5	Kein Schmerz	Keine Medikamente		
4	Dazwischen liegend			
3	Mäßig / Nicht behindernd	Nichtopioide		
2	Dazwischen liegend			
1	Mäßig / Zeitweise behindernd	Intermittierend Opioide ¹		
0	Stark / Ständig behindernd	Kontinuierlich Opioide		

* Nicht dem Betäubungsmittelgesetz unterliegende Schmerzmittel (z.Bsp. Paracetamol, Voltaren, Ibuprofen, Novalgin).

*¹ Dem Betäubungsmittelgesetz unterliegende Substanzen (z.Bsp. Morphin, Tramal, Fentanyl).

Funktion (Einschränkung in den täglichen Aktivitäten)		Vor OP	Entlassung	Heute
5	Keine Einschränkung	Keine Behinderung		
4	Dazwischen liegend			
3	Einschränkung bei Freizeitaktivitäten	Geringe Behinderung		
2	Dazwischen liegend			
1	Teilweise berufliche Einschränkung	Deutliche Behinderung		
0	Vollständige berufliche Einschränkung	Komplette Behinderung		

Emotionale Akzeptanz (Emotionale Reaktion hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses)		Entlassung	Heute
5	Begeistert	Würde es weiter empfehlen	
4	Dazwischen liegend		
3	Zufrieden	Würde es wieder tun	
2	Dazwischen liegend		
1	Akzeptiert	Würde es ungern wiederholen	
0	Ablehnend	Würde es nicht wiederholen	

Kriterien speziell für die untere Extremität

Hilfsmittel (Art und Häufigkeit der Hilfsmittelnutzung um Schwäche oder Instabilität zu kompensieren)		Vor OP	Entlassung	Heute
5	Keine	Keine Hilfsmittel		
4	Dazwischen liegend	Gelegentliche Nutzung von Bandagen		
3	Bandagen	Meistens Nutzung von Bandagen		
2	Dazwischen liegend	Gelegentlich Stock / Unterarmgehstützen		
1	Ein Stock oder Unterarmgehstütze	Meistens Stock oder Unterarmgehstütze		
0	Zwei Stöcke oder Unterarmgehstützen	Immer Stöcke oder Unterarmgehstützen		

Gefähigkeit (Limitierung durch erfolgte Operation ohne Einfluss kardialer, respiratorischer oder neurologischer Faktoren)			Vor OP	Entlassung	Heute
5	Keine Limitierung	Wie vor OP			
4	Dazwischen liegend				
3	Limitiert	Signifikant weniger als vor OP			
2	Dazwischen liegend				
1	Nur im Haus / Wohnung	Keine Fortbewegung außerhalb Haus / Wohnung			
0	Nicht unabhängig	Fortbewegung nur mit Unterstützung oder Rollstuhl			

Gang (Vorhandene oder nicht vorhandene Gangveränderungen sowie deren Auswirkungen auf die Funktion)			Vor OP	Entlassung	Heute
5	Normal	Keine Veränderung			
4	Dazwischen liegend				
3	Geringfügig verändert	Lediglich kosmetische Veränderung			
2	Dazwischen liegend				
1	Stark verändert	Geringfügiges funktionelles Defizit			
0	Starke Beeinträchtigung	Starkes funktionelles Defizit			

Kriterien speziell für die obere Extremität

Hand/Arm-Positionierung (Fähigkeit zur aktiven eigenständigen Positionierung der Extremität ohne fremde Hilfe)			Vor OP	Entlassung	Heute
5	Keine Limitierung	180° Elevation			
4	Dazwischen liegend				
3	Kein Heben über das Schulterniveau oder keine Drehbewegungen	90° Elevation			
2	Dazwischen liegend				
1	Kein Heben der Hand über das Handgelenk	30° Elevation			
0	Kein mögliches Anheben	0° Elevation			

Manuelle Geschicklichkeit (Fähigkeit zur Durchführung komplexer Funktionen und Feinbeweglichkeit)			Vor OP	Entlassung	Heute
5	Keine Limitierung	Normale Geschicklichkeit und Sensibilität			
4	Dazwischen liegend				
3	Verlust der Feinmotorik	Fehlende Fähigkeit zum Zuknöpfen, Schreiben etc.			
2	Dazwischen liegend				
1	Fehlende Kraft	Deutlicher Verlust der Sensorik			
0	Fehlendes Gefühl	Empfindungslose Hand			

Fähigkeit des Anhebens (Aktives Anheben der Hand / des Armes)		Vor OP	Entlassung	Heute
5	Normale Kraft			
4	Dazwischen liegend	Weniger als Gegenseite		
3	Limitiert	Geringere Kraft		
2	Dazwischen liegend	Anheben gegen Schwerkraft		
1	Unter Hilfe der Gegenseite	Kein Anheben gegen Schwerkraft		
0	Kein Anheben			

Anhang 5: Allgemeine Informationen und präoperativer Verlauf

Patient Nr.:
Diagnose:
Lokalisation:
Seite:
Operationsdatum:
Art der Operation:
Befragungsdatum:

Probandeninformation
Geschlecht:
Größe (in cm):
Gewicht (in kg):
Geburtsdatum:

Symptomatik (alle zutreffenden)
Fieber
Nachtschweiß
Gewichtsverlust
Lokale Schwellung
Lokale Schmerzen
Keine

Begleiterkrankungen (alle zutreffenden)
Metabolische Erkrankungen
Kardio-Pulmonale Erkrankungen
Neurologische Erkrankungen
Weitere Tumorerkrankung
Keine

Weitere betroffene Extremität

Hauptdiagnose
Zeitpunkt d. Symptombeginns:
Zeitpunkt d. Diagnosestellung:
Bildgebung:
Histologie:
Tumorstadium:
Metastasen:

Durchgeführte Präoperative Therapie
(alle zutreffenden)
Strahlentherapie
Chemotherapie
Keine

Erwartete posttherap. Aktivität (eine)
Pflegebedürftigkeit
Alleinversorgung
Gesellschaftliches Leben
Sportliche Ambitionen

Anhang 6: Operation

Tumorbehandlung durch Amputation

Patient Nr.:
Diagnose:
Lokalisation:
Seite:
Operationsdatum:

Operationsprotokoll
Operateur:
Schnitt-Naht-Dauer (in Min.):
Zugangsweg:
Amputationshöhe:
Intraoperativer Schnellschnitt Absetzungsrän­der (ja/nein):
Blutkonserven:

Intraoperative Komplikationen
Nein
Ja (Erläuterung):

Operation – Versorgung mittels Tumorendoprothese

Patient Nr.:
Diagnose:
Lokalisation:
Seite:
Operationsdatum:

Operationsprotokoll
Operateur:
Schnitt-Naht-Dauer (in Min.):
Zugangsweg:
Schnittlänge (in cm):
Intraoperativer Schnellschnitt Absetzungsrän­der (ja/nein):
Blutkonserven:

Prothesentyp
Name:

Größe:
Zement (ja/nein):

Intraoperative Komplikationen
Nein
Ja (Erläuterung):

Operation – Extremitätenrekonstruktion mittels Knochenspende

Patient Nr.:
Diagnose:
Lokalisation:
Seite:
Operationsdatum:

Operationsprotokoll
Operateur:
Schnitt-Naht-Dauer (in Min.):
Zugangsweg:
Schnittlänge (in cm):
Intraoperativer Schnellschnitt Absetzungsänder (ja/nein):
Blutkonserven:

Knochenspende
Herkunft (autolog/Knochenbank):
Transplantationsart (frei/incl.Gefäße):
Verankerung:

Intraoperative Komplikationen
Nein
Ja (Erläuterung):

Anhang 7: Postoperativer Verlauf

Patient Nr.:
Diagnose:
Lokalisation:
Seite:
Operationsdatum:

Vollbelastung
Sofort postoperativ: ja/nein
Verzögert: ab _____ postoperativem Tag
Nicht möglich bei Entlassung (Grund):

Dauer des stationären Aufenthaltes

Mobilisation bei Entlassung
Keine
Rollstuhl
Gehwagen
Gehstützen
Freie Mobilisation:
<ul style="list-style-type: none"> • Zimmer • Gang • Treppe

Wundverhältnisse bei Entlassung (trocken/gerötet/serös/nekrotisch)

Postoperative Komplikationen
Keine
Wundhämatom/Nachblutung
Gefäßläsion oder Nervenschaden
Implantfehlage, -dislokation oder Fraktur
Endoprothesenluxation
Endoprothesenlockerung
Postoperative Wundinfektion
Andere

Entlassung
Nach Hause
In Reha-Klinik
In Kurzzeitpflege
Sonstiges

Postoperative Nachkontrollen
6 Wo. p.o.
<ul style="list-style-type: none"> • Patient erschienen ja/nein • Wundverhältnisse • Gehfähigkeit • Besonderheiten
1 Jahr p.o.
<ul style="list-style-type: none"> • Patient erschienen ja/nein • Wundverhältnisse • Gehfähigkeit • Besonderheiten

8. Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Dr. med. T. Kluba für die Überlassung des Themas bedanken. Die Zeit an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen war für mich sehr lehrreich und wertvoll.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. med. B. Kunze für die hervorragende Betreuung, Zusammenarbeit und Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. K. Dietz für die Erstellung und Berechnung der in der Arbeit verwendeten Statistiken bedanken.

Zuletzt gebührt meiner Familie und im Besonderen meinen Eltern besten Dank, da sie mich immer unterstützt und einen großen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geleistet hat. Danke für die wertvollen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Diskussionen, den mentalen Rückhalt und das Korrekturlesen.

9. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Frank Steffen Bürkle
Geburtstag: 28.06.1984
Geburtsort: Bad Cannstatt
Staatsangehörigkeit: Deutsch

Schulbildung

Grundschule: 1991 bis 1995 in der Karl - Mauch -
Schule in Kernen - Stetten i.R.
Weiterführende Schule: 1995 bis 2004 am Friedrich - Schiller
- Gymnasium in Fellbach
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Zivildienst

1.September 2004 bis 31.Mai 2005
bei den Städtischen Kliniken
Esslingen

Studium

seit 15.Oktober 2005 Studium der
Humanmedizin in Tübingen;
1. Staatsexamen: September 2007
Ärztliche Prüfung: 21. Oktober 2011

Praktisches Jahr

- 30. August bis 19. Dezember 2010
am Klinikum Esslingen in der
interventionellen und
diagnostischen Radiologie und
Nuklearmedizin

- 20. Dezember 2010 bis 13. Februar 2011 am Spital Uster (Schweiz) in der Chirurgie
- 14. Februar bis 10. April 2011 am Klinikum Esslingen in der Chirurgie
- 11. April bis 31. Juli 2011 am Klinikum Esslingen in der Inneren Medizin

Famulaturen

- 16. Februar 2008 bis 16. März 2008 Famulatur an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen
- 1. September 2008 bis 30. September 2008 Famulatur in der Kardiologie/ Pulmologie am Klinikum Esslingen
- 9. März 2009 bis 7. April 2009 im Orthopädie-Zentrum-Fellbach (Berufsausübungsgemeinschaft)
- 24. August 2009 bis 13. September 2009 in der Radiologie Nuklearmedizin im City Plaza (Berufsausübungsgemeinschaft)
- 14. September 2009 bis 4. Oktober 2009 in der Sportklinik Stuttgart