

**Endoprothetischer Beckenteilersatz nach
innerer Hemipelvektomie und endoprothetische
Rekonstruktion des proximalen Femurs nach
Resektion von malignen Knochentumoren:
Klinische Ergebnisse**

Christian Conz

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
des Klinikums Rechts der Isar
Universitätsklinik der Technischen Universität München
Leitung: Prof. Dr. R. Gradinger

Endoprothetischer Beckenteilersatz nach innerer
Hemipelvektomie und endoprothetische Rekonstruktion des
proximalen Femurs nach Resektion von malignen
Knochentumoren: Klinische Ergebnisse

Christian Conz

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Dr. H.-P. Rechl
2. Univ.-Prof. Dr. R. Gradinger

Die Dissertation wurde am 04.12.2007 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 09.04.2008 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Epidemiologie	6
1.2	Prädisponierende Faktoren	7
1.3	Kurzer Abriss zur Geschichte des Limb Salvage.....	7
1.4	Extremitätenerhaltende Operationsverfahren am Becken und an der Hüfte	9
1.4.1	<i>Alternative Verfahren an der Hüfte</i>	<i>11</i>
1.4.2	<i>Alternative Verfahren am Becken</i>	<i>12</i>
1.5	Diagnostische Strategie.....	15
1.5.1	<i>Anamnese, Klinik und Labor.....</i>	<i>15</i>
1.5.2	<i>Das Röntgenbild</i>	<i>15</i>
1.5.3	<i>Die Computertomografie.....</i>	<i>16</i>
1.5.4	<i>Die Magnetresonanztomografie.....</i>	<i>16</i>
1.5.5	<i>Die Szintigrafie</i>	<i>17</i>
1.5.6	<i>Die Angiografie</i>	<i>17</i>
1.5.7	<i>Die Biopsie</i>	<i>17</i>
1.6	Die Strahlentherapie	19
1.7	Die Chemotherapie.....	20
1.8	Indikation	20
1.9	Endoprothesensysteme	21
1.10	Die Resektionsgrenzen (Enneking 1980)	22
1.11	Die Resektion von periacetabulären Tumoren.....	23
1.12	Das Staging	24
1.12.1	<i>Graduierung des Tumors.....</i>	<i>25</i>
1.12.2	<i>Lokalisation des Tumors.....</i>	<i>25</i>
1.12.3	<i>Metastasen</i>	<i>26</i>
2	Material und Methoden.....	27
2.1	Datenerhebung.....	27
2.2	Funktion: Evaluationssystem der MSTs.....	28

2.3	Patienten mit Hüftspezialprothesen	32
2.3.1	<i>Geschlecht und Alter</i>	32
2.3.2	<i>Diagnose</i>	32
2.3.3	<i>Resektionsgrenzen</i>	34
2.3.4	<i>Staging</i>	35
2.4	Patienten mit Beckenprothesen	36
2.4.1	<i>Geschlecht und Alter</i>	36
2.4.2	<i>Diagnose</i>	37
2.4.3	<i>Resektionsgrenzen</i>	38
2.4.4	<i>Staging</i>	39
2.5	Statistik	39
3	Ergebnisse	41
3.1	Hüftspezialprothesen	41
3.1.1	<i>Alter/Tumorart</i>	41
3.1.2	<i>Überleben</i>	42
3.1.3	<i>Funktionelle Ergebnisse</i>	43
3.1.4	<i>Komplikationen</i>	45
3.1.5	<i>Lokalrezidive</i>	47
3.2	Beckenprothesen	47
3.2.1	<i>Alter/Tumorart</i>	47
3.2.2	<i>Überleben</i>	48
3.2.3	<i>Funktionelle Ergebnisse</i>	49
3.2.4	<i>Komplikationen</i>	52
3.2.5	<i>Lokalrezidive</i>	53
4	Diskussion	54
4.1	Die Rekonstruktion des Beckens	54
4.1.1	<i>Überleben</i>	54
4.1.2	<i>Funktionelle Ergebnisse</i>	56
4.1.3	<i>Komplikationen</i>	57
4.1.4	<i>Schlussfolgerung</i>	60

4.2	Die Rekonstruktion der Hüfte.....	63
4.2.1	<i>Überleben</i>	63
4.2.2	<i>Funktionelle Ergebnisse</i>	64
4.2.3	<i>Komplikationen</i>	65
4.2.4	<i>Schlussfolgerung</i>	68
5	Zusammenfassung	70
6	Literatur	72
7	Anhang	100
7.1	Lebenslauf.....	100
7.2	Danksagung	102

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie

Primäre Tumore und tumorähnliche Läsionen des Knochens sind, im Verhältnis zu der großen Breite an Neoplasien, sehr seltene Erkrankungen. Wenn man sie mit der Häufigkeit von Herz- Kreislauf-, Lungen-, oder Magen- Darmerkrankungen vergleicht, sind sie geradezu eine Seltenheit. "Ihr Anteil am Spektrum von Erkrankungen, die einem praktischen Arzt begegnen, kann mit weniger als 1:10000 geschätzt werden".⁵⁵ Die Inzidenz von malignen Knochentumoren liegt bei etwa 10:1000000 pro Jahr²¹. Dorfman HD et al. schreiben von einem Anteil der Knochensarkome an allen Tumoren von 0,2%⁴⁰.

Weichteilsarkome kommen etwa 10mal häufiger vor⁹⁴.

Es gibt Untersuchungen, dass bestimmte Tumore ein bestimmtes Alter und Geschlecht bevorzugen^{31,119,40}. Auch zu bevorzugten Lokalisationen gibt es Untersuchungen^{31,133}. Primäre Knochentumore betreffen vor allem das Kindes- und Jugendalter. Am häufigsten treten in dieser Altersgruppe Osteosarkome und Ewing-Sarkome auf^{32,23,145,40}, erstere mit einer jährlichen Inzidenz von 2 bis 3 pro 1 Million Einwohner, letztere mit einer Inzidenz von etwa 0,6 pro 1 Million. Etwa 9% aller primär malignen Knochentumore bei Kindern sind in der Beckenregion lokalisiert¹²⁹.

Im Gegensatz dazu treten Chondrosarkome meistens bei Patienten auf, die älter als 40 Jahre sind, und dann v.a. im Achsenskelett und den proximalen langen Röhrenknochen^{33,133}.

75% der Knochentumoren sind im Bereich der Arme und Beine, 60% davon in der unteren Extremität, insbesondere im Femur, lokalisiert. Prädilektionsstellen sind für das Osteosarkom der Femur, die Tibia, der Humerus und das Becken. Das Chondrosarkom, wie oben bereits erwähnt, findet sich vor allem im Femur, im Becken und in den Rippen, das Ewing-Sarkom befällt in erster Linie den Femur, das Becken und die Tibia.

Das Osteosarkom ist mit einem Anteil von 35,1% der häufigste maligne Knochentumor, gefolgt vom Chondrosarkom mit einem Anteil von 25,8%, dem Ewing-Sarkom mit 16% und dem Chordom mit 8,4%. Danach kommen das maligne

fibröse Histiozytom, welches das Fibrosarkom miteinschließt, mit 5,7% und das sehr seltene Angiosarkom mit 1,4%. Der seltenste Knochentumor ist das Adamantinom, was in 0,2% der Fälle auftritt. Der häufigste Tumor bei Personen unter 20 Jahren ist das Osteosarkom, gefolgt vom Ewing-Sarkom. In der Altersgruppe der über 50-jährigen ist es das Chondrosarkom. Auch das maligne fibröse Histiozytom, das Fibrosarkom und Chordom treten vor allem in dieser Altersgruppe auf⁴⁰.

Es ließ sich auch herausfinden, dass die weiße Bevölkerung häufiger an bösartigen Knochentumoren leidet als die schwarze Bevölkerung. Unter den Weißen sind wiederum die Männer häufiger befallen^{15,40}.

1.2 Prädisponierende Faktoren

Alter und Geschlecht werden als prädisponierende Faktoren in der Knochentumorentstehung gesehen, zusätzlich spielen wahrscheinlich auch knochenschädigende Einflüsse, wie Bestrahlung (2-4% aller Knochensarkome ging eine Bestrahlung voraus⁷), Osteomyelitiden (es wurde die Entstehung von Fibrosarkomen auf dem Boden chronischer Fisteln beobachtet⁷) oder gutartige Knochenläsionen eine bahnende Rolle. Auf dem Boden eines Morbus Paget kommt es etwa 400mal häufiger zum Ausbrechen von bösartigen Knochentumoren, v.a. des Osteosarkoms. Es wurde auch schon von familiär gehäuft auftretenden Knochensarkomen berichtet, so dass man eine genetische Disposition diskutieren darf⁷.

Dazu kommen verschiedene exogene schädigende Substanzen wie Nickel, Chrom, Zink und Kobalt, was sicher der Grund dafür ist, dass in der Stadtbevölkerung eine höhere Inzidenz von Knochentumoren zu finden ist als in der Landbevölkerung⁷.

1.3 Kurzer Abriss zur Geschichte des Limb Salvage

"Es gibt wohl kein Organsystem, in welchem die Geschwulstformen mannigfaltiger sind, die Unterscheidung zwischen benigne und maligne schwieriger ist und das Ergebnis des histologischen Befundes einen so entscheidenden Einfluss auf die

Therapie hat, wie das Skelettsystem".³⁶ Dieses Zitat spiegelt die Problematik wider, welche muskuloskelettale Sarkome beinhalten.

Anfang der Zwanzigerjahre des Zwanzigsten Jahrhunderts haben J.C. Bloodgood, E.A. Codman³⁰, A. Kolodny und J. Ewing ein sogenanntes Knochengeschwulstregister aufgestellt, in welchem sie eine Fallsammlung, eine klar verständliche Nomenklatur und Behandlungsgrundsätze erstellt haben. Sie haben die Strahlenempfindlichkeit als wesentliches Merkmal von Geschwülsten erkannt, im Besonderen des Ewing-Sarkoms, Lieblingslokalisationen und die Alters- und Geschlechtsdisposition.

In den Vierzigerjahren hat H.C. Jaffé aus der vorhandenen Sammlung neue, eigenständige Geschwulstformen isoliert, welche dann in ihren Grundzügen in die Nomenklatur der WHO aufgenommen wurden⁷⁷.

Auf diesen Pionierarbeiten beruht die weitere Entwicklung der Tumorpathologie des Skeletts.

Extremitätenerhaltende Chirurgie bei malignen Knochen- bzw. Weichteiltumoren hat eine noch recht kurze Geschichte. Noch vor 25 Jahren musste beim Vorliegen einer bösartigen Knochengeschwulst des Beckens oder proximalen Femurs die betroffene Extremität amputiert werden. War der Tumor bereits weiter fortgeschritten, waren die externe Hemipelvektomie oder die Hüftexartikulation die einzigen Alternativen^{9,135,10}. Diese verstümmelnden Eingriffe sind mit einer großen psychischen Belastung verbunden. Hinzu kommt, dass das funktionelle Ergebnis meist nur mäßig ist. Beides führt zu einem erheblichen Verlust an Lebensqualität, wengleich die technische Orthopädie in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht hat. Die Literatur gibt die Häufigkeit der externen Hemipelvektomie heute nur noch mit etwa 5-10% an^{85,92,42,66}. Verantwortlich dafür sind die großen Fortschritte bei den diagnostischen Möglichkeiten, der Anästhesie, der Bluttransfusion, aber vor allem die zunehmende Effektivität von adjuvanter und neoadjuvanter Chemotherapie, vor allem bei primären Knochentumoren, aber auch bei Knochenmetastasen. Dies hat zu längerem Überleben geführt. Die Entwicklung von verbesserten chirurgischen Techniken hat zusätzlich die Indikationen für extremitätenerhaltende Chirurgie bei Patienten mit malignen Beckentumoren erweitert.

Heute ist die externe Hemipelvektomie nur noch bei einer sorgfältig selektierten Zahl von Patienten mit sehr ausgedehntem Wachstum von Weichteil- oder Knochensarkomen des proximalen Oberschenkels, der Hüfte oder des Beckens

indiziert. Zu ausgedehnte Knochen-, Weichteil-, Gefäß- und Nervenresektionen würden eine Situation bedeuten, welche eine Rekonstruktion entweder sehr schwierig machte oder ein Bein mit schlechter Funktion hinterließe. In diesen Fällen ist ein Beckenteilersatz nicht sinnvoll^{147,89}. Die Funktion sollte zumindest gleich gut wie bei der externen Hemipelvektomie mit exoprothetischer Versorgung sein.

Die interne Hemipelvektomie, gefolgt von einer wie auch immer gearteten Rekonstruktion bei malignen Beckentumoren, ermöglicht es uns heute, eine funktionsfähige untere Extremität zu erhalten.

Zunächst wurden Beckenprothesen ausschließlich bei primären Knochentumoren zum Einsatz gebracht. Die lebensverlängernden Maßnahmen bei Patienten mit Skelettmetastasen lassen es jedoch heute auch sinnvoll erscheinen, Limb Salvaging in palliativer Indikation zu betreiben.

Frühe chirurgische Versuche, Beckentumoren zu entfernen und den Defekt mit einer Prothese zu überbrücken, wurden von Schöllinger 1974, Erikson 1976⁵² und Enneking 1978⁴⁷ unternommen und waren mit einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden.

Am Klinikum Rechts der Isar wurde die erste Beckenendoprothese nach innerer Hemipelvektomie bei einem Retikulumzellsarkom 1977 implantiert. Sie war aus Metall und wurde nach einem Röntgenbild angefertigt. Der Patient lebte nach dieser 16-stündigen Operation noch über 10 Jahre mit dieser Prothese⁷¹.

1.4 Extremitätenerhaltende Operationsverfahren am Becken und an der Hüfte

- Resektion ohne Rekonstruktion (Teleskophüfte)¹¹¹
- Eine Pseudarthrose zwischen dem proximalen Ende des Femurs und dem verbleibenden Teil des Beckenknochens
- Eine Arthrodesen der beteiligten Knochen
- Die Rekonstruktion, mit einem Allo- oder Autograft, mit einer Endoprothese und der Kombination aus beiden

Zur Differentialindikation berücksichtigt W.F. Enneking sechs Punkte, die in Betracht gezogen werden müssen, um das adäquate chirurgische Vorgehen zu finden⁴⁵.

- 1) Die anatomische Lokalisation der Läsion
- 2) Die lokale Ausdehnung der Läsion
- 3) Die Diagnose
- 4) Die Pathologie
- 5) Die Wünsche des Patienten und
- 6) Die zu erwartende Funktion der geplanten Prozedur

ad 1) Um eine vernünftige Beinfunktion zu erreichen, ist der Erhalt von Arteria, Vena und Nervus femoralis unabdingbare Voraussetzung. Ebenso muss auf den Erhalt von Harnblase, Rectum und Nervus ischiadicus geachtet werden.

ad 2) Die lokale Resektion eines malignen Knochentumors ist oft eine Gratwanderung zwischen dem Erhalt von für die Funktion wichtigen Strukturen und dem Bedarf einer tumorfreien Resektion.

"Wenn es scheint, dass der Erhalt von Strukturen - um ein gutes funktionelles Ergebnis zu sichern - die Resektion so nahe an den Tumor bringt, dass eine Kontamination wahrscheinlich ist, sollte statt einer lokalen Resektion eine Hemipelvektomie durchgeführt werden".⁴⁵

ad 3) Die Biopsie ist der letzte und wichtigste Schritt des Stagings

ad 4) Die Wachstumsdynamik und das lokale Wachstumsmuster bestimmen wesentlich das operative Vorgehen. Ziel ist in jedem Fall die Entfernung im Gesunden.

ad 5) Natürlich sind bei allen Möglichkeiten die Wünsche des Patienten richtungsgebend. Das Patientengespräch sollte so gestaltet sein, dass man dem Patienten versichert, dass jede Anstrengung unternommen werden wird, den Tumor sicher zu entfernen und die Extremität zu retten. Wenn die Tumorausdehnung so groß ist, dass die Extremität nicht gerettet werden kann, sollte der Operateur die Wünsche des Patienten respektieren⁴⁵.

ad 6) Bei Kindern kann das funktionelle Ergebnis bei einer lokalen Resektion hervorragend sein, wenn genug Knochen für die Extremitätenstabilisierung erhalten werden kann⁴⁵.

1.4.1 Alternative Verfahren an der Hüfte

Allograft und Kombination aus Allograft und Prothese

Die zwei wichtigsten Rekonstruktionsmöglichkeiten des proximalen Femurs nach Resektion maligner Knochentumoren sind, neben den Endoprothesen, die Rekonstruktion mit Allografts und die Kombination aus Allograft und Prothese in Composite-Technik. Alle Rekonstruktionsmethoden haben Vor- und Nachteile und ihre für sie typischen Komplikationen. Diese sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

Die häufigsten und schwerwiegendsten Komplikationen, und deshalb als Nachteile bei der Rekonstruktion des proximalen Femurs mit Allografts zu werten, sind die Infektion^{97,156,80,103,57,53}, der Bruch des Allo-Knochens^{97,39,103,99,81,12,79,80} und die Pseudarthrose^{97,53,57,79,80,103,99,81,12,155}. Manche Autoren nennen auch noch die Gefahr der Krankheitsübertragung^{53,156,12,93,100}.

Es ist nicht ganz klar, warum es bei Allografts zu so hohen Infektionsraten kommt. Es wird diskutiert, ob sie von sich aus anfälliger für eine Infektion sind oder ob sie durch die Beschaffung und Lagerung einer vermehrten Kontamination ausgesetzt werden^{156,29,93}. Andere Gründe könnten die Avaskularität der Transplantate oder eine Abstoßungsreaktion des Empfängers sein, welche eine gute Durchblutung verhindert⁵³.

Vorteile bei der Rekonstruktion der Hüfte mit Allografts ist die geringe Inzidenz an Luxationen⁵³, die Tatsache, dass sie eine Rekonstruktion mit biologischen Mitteln darstellt, eine bessere Stabilität durch eine günstigere Refixationsmöglichkeit der Weichteile, im Besonderen der Abduktoren^{156,88,80} und eine bessere Langlebigkeit^{80,100}.

Was die funktionellen Ergebnisse betrifft, so scheinen sich die genannten Rekonstruktionen nicht stark voneinander zu unterscheiden^{156,103,53,38,57}. Was die Überlebensraten der Patienten in Abhängigkeit der Rekonstruktionsmethoden

angeht, so gibt es hierzu in der Literatur sehr wenige Aussagen. Man kann jedoch vermuten, dass sich die Überlebensraten von Patienten beider Gruppen nicht bedeutend voneinander unterscheiden. Anract et al. fanden bei ihren 41 Patienten eine geringfügig bessere Überlebensrate bei der Kombination aus Allograft und Prothese⁵.

1.4.2 Alternative Verfahren am Becken

Die externe Hemipelvektomie

Die externe Hemipelvektomie ist, wie dies schon erwähnt wurde, nur noch in Einzelfällen indiziert. Die Literatur zeigt, dass die Überlebensraten nach innerer Hemipelvektomie besser und die Lokalrezidivraten niedriger sind als nach externer Hemipelvektomie^{66,75}. Auch treten nach externer Hemipelvektomie keinesfalls weniger Komplikationen auf als nach extremitätenerhaltender Chirurgie (53-60% Komplikationen bei externer Hemipelvektomie^{151,6,121}). Dass die externe Hemipelvektomie zudem in den meisten Fällen schlechtere funktionelle Ergebnisse hat als die rekonstruktiven Verfahren, ist heute allgemein anerkannt¹⁵¹.

Alleinige Resektion, Arthrodesen bzw. Pseudarthrosen

Bei Patienten, bei denen das Tumorausmaß sehr gering ist, besteht die Möglichkeit, den Tumor unter Aufrechterhaltung der Beckenstabilität nur zu reseziieren. Unter dieser Bedingung, also der Möglichkeit der Aufrechterhaltung der Beckenstabilität, zeigt diese Prozedur gute funktionelle Ergebnisse¹¹¹. Ist dies nicht möglich, so hat eine alleinige Resektion eines Teils des Beckens und/oder Azetabulums ein flail leg und wegen der dann vorhandenen Instabilität mit Wanderung des Femurkopfes und der resultierenden Beinverkürzung schlechte funktionelle Ergebnisse zur Folge^{2,111,147,136,113}. Alternativen, die in Frage kommen, wenn die alleinige Resektion das Becken instabil zurücklässt, sind die ischio- oder iliofemorale und die iliosakrale Arthrodesen. Allerdings sollten auch sie nur bei kleinen Resektionsausmaßen

durchgeführt werden. Voraussetzung für gute funktionelle Ergebnisse ist das stabile Ausheilen der Arthrodesen¹¹³.

Bei jungen, aktiven Patienten wird die iliofemorale Arthrodesen favorisiert, da sie eine stabile und dauerhafte Situation mit guter bis fairer Funktion bietet. Eine iliofemorale Pseudarthrose wäre zwar leichter und schneller zu erreichen und hätte eine geringere Komplikationsrate, jedoch wäre die Funktion schlechter. Die ischiofemorale Arthrodesen sei eine Alternative und führe zu weniger Beinverkürzung, dafür sei es aber hier schwieriger, eine stabile Situation zu erreichen. Ist sie stabil, haben die Patienten oft Schmerzen in der Symphyse^{111,138}.

Nachteile der Arthrodesen sind die schon erwähnte Beinverkürzung, die schlechte Beweglichkeit im Hüftgelenk und damit der unphysiologische Gang, eine relativ lange Ausheilungszeit und Rückenschmerzen^{2,147,136}. Insgesamt findet man in der Literatur einigermaßen hohe Komplikationsraten von 40-55%⁶⁸. Trotzdem seien sie bei kleinen Resektionsausmaßen und bei einer schlechten Muskelfunktion eine gute Alternative¹⁴⁷.

Allografts

Eine andere Möglichkeit, den resezierten Teil des Beckens zu rekonstruieren, ist die Verwendung von Fremdknochen, Allografts. Dabei kann der Fremdknochen auch in Kombination mit einer Prothese verwendet werden. Man nennt dies die Allograft-Prothese-composite-Technik. Auch für Arthrodesen - wenn der entstehende Defekt zu groß wird, um die beiden verbleibenden Knochenenden direkt miteinander zu verbinden - können Allografts zu Hilfe genommen werden.

Die funktionellen Ergebnisse der Rekonstruktion mit Allografts sind durchaus mit custom-made Endoprothesen vergleichbar^{91,11}.

Doch sie haben eine hohe Inzidenz an Komplikationen und Misserfolgen. Vor allem die Infektion ist eine häufige und schwerwiegende Komplikation bei der Verwendung von Allografts^{116,155,147,37,137,66,104,25}.

Die hohen Infektionsraten werden zum einen auf das Operationsausmaß⁹³, zum anderen auf die Chemotherapie zurückgeführt¹⁴⁷, weshalb empfohlen wird, dass bei Hochdosis-Chemotherapie auf eine Rekonstruktion mit homologen Transplantaten verzichtet werden sollte¹⁴⁷. Andere Gründe für die hohen Infektionsraten von Allografts werden auch beim Ersatz des proximalen Femurs besprochen.

Es gibt jedoch auch Autoren, die von niedrigen Infektionsraten bei Allografts berichten^{91,11}. Weitere wichtige Komplikationen bei Allografts sind die Pseudarthrose, die Fraktur und die Protrusion des Acetabulums^{56,139}.

Die Rate an Lokalrezidiven bei der Rekonstruktion mit Allografts liegt in etwa im Bereich derer bei der Rekonstruktion mit Endoprothesen^{91,11,116}.

Autografts

Zur Rekonstruktion des Beckens nach Resektion von malignen Knochentumoren kann auch Knochen aus dem eigenen Körper verwendet werden. Dieser kann entweder ein Teil des resezierten Knochens sein, der nach Autoklavierung wieder eingepflanzt wird, oder aber es kann Knochen von einer anderen Stelle des Körpers sein, der vaskularisiert oder nicht vaskularisiert in den Defekt eingebracht wird. Auch damit können gute Ergebnisse erzielt werden.

Ein Autograft kann auch für eine Arthrodese verwendet werden, wenn der entstehende Defekt zu groß ist, um die beiden verbleibenden Knochen direkt aneinander zu bringen^{111,26}.

Nagoya et al. führten bei 4 Patienten mit periacetabulären malignen Tumoren eine Beckenrekonstruktion mit freier vaskularisierter Fibula durch. Die Fibula wurde dabei zur Arthrodese der Hüfte und zur Rekonstruktion des Beckenrings verwendet. Ihre funktionellen Ergebnisse geben sie mit 70% an.

Bei jeweils einem Patienten kam es zur Infektion und zum Lokalrezidiv (25%)¹⁰⁹.

Als Vorteile der Rekonstruktion mit freier Fibula werden die gute Wiederherstellung der Stabilität des Beckens und eine Minimierung der Beinverkürzung bei zufriedenstellender Funktion und hoher Patientenzufriedenheit beschrieben¹⁰⁹. Eine tiefe Infektion könne besser nach vaskularisierter Fibula als nach Rekonstruktion mit Allografts oder Prothesen in den Griff bekommen werden. Sie sei eine gute Alternative zu den genannten Möglichkeiten¹⁰⁹. Es gibt zwar Literaturangaben über vaskularisierte Fibula allgemein, aber sehr wenige über den Einsatz derselben bei der Rekonstruktion des Beckens oder proximalen Femurs bei malignen Knochentumoren. Grundsätzlich ist festzustellen, dass dem vaskularisierten Knochentransfer gegenüber dem nicht-vaskularisierten Knochen der Vorzug zu geben ist, da er besser und schneller einheilt, insbesondere im vorbestrahlten Gewebe¹⁰⁹.

Im Vergleich zu den anderen rekonstruktiven Verfahren steckt die Rekonstruktion des Beckens und der Hüfte mit Autografts sicherlich noch in den Kinderschuhen. Betrachtet man die Ergebnisse bei anderen Diagnosen, so ist womöglich auch auf diesem Gebiet noch einiges von ihr zu erwarten.

1.5 Diagnostische Strategie

Die Diagnose ergibt sich aus Anamnese, Klinik, bildgebenden Verfahren und dem histologischen Befund. Aufgrund der unspezifischen Beschwerden, die häufig in Zusammenhang mit Bagateltraumen gebracht werden, sowie der Seltenheit und Vielgestaltigkeit von Knochentumoren, ist die Diagnostik schwierig. Oft kann deshalb nur die Kombination aus allen möglichen diagnostischen Verfahren zu einer sicheren Diagnose führen, wobei die Biopsie am Schluss steht.

1.5.1 Anamnese, Klinik und Labor

Schmerzen sind zwar häufig vorhanden, werden jedoch oft verkannt und nicht nur vom Patienten auf ein Bagateltrauma zurückgeführt. Das Alter des Patienten und seine Vorerkrankungen, in fortgeschrittenem Lebensalter vor allem frühere oder bestehende Malignome, sind zu erfragen.

Die Labordiagnostik ist unspezifisch. Erhöhte Entzündungsparameter (Leukozytose, C-reaktives Protein und Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit) können die Folge eines Ewings-Sarkoms, jedoch ebenso einer Osteomyelitis, eines Lymphoms, einer Leukämie oder natürlich irgendeiner Art von Entzündung sein.

1.5.2 Das Röntgenbild

Die Schlüsselrolle in der Stufendiagnostik von Knochentumoren spielt immer noch das konventionelle Nativröntgenbild in zwei Ebenen. Alle anderen Methoden der

Bildgebung sollten als ergänzende Untersuchungsverfahren angesehen werden. In Zusammenhang gebracht mit dem Alter des Patienten, der Anamnese und der klinischen Symptomatik, enthält die genaue Analyse des Röntgenbildes durch einen erfahrenen Radiologen oder Orthopäden den Großteil an Information über die Läsion. In welchem Knochen ist der Tumor lokalisiert, wie schnell wächst er, wie ist seine Lage innerhalb des Knochens (zentral, kortikal oder periostal; epi-, meta- oder diaphysär), hat der Tumor die Kortikalis durchbrochen, gibt es Verknöcherungen, Verkalkungen oder eine periostale Reaktion oder sind pathognomonische Strukturveränderungen zu sehen?

1.5.3 Die Computertomografie

Zur genaueren Analyse der Kortikalis und des Periostes ist die Computertomografie die Methode der Wahl. Auch zur Beurteilung von Skelettregionen, wo Überlagerungen die Sache erschweren (z.B. in der Wirbelsäule oder im Beckenbereich) oder bei der Metastasensuche in Lymphknoten und anderen Organen, ist die Computertomografie vorteilhaft.

1.5.4 Die Magnetresonanztomografie

Die Magnetresonanztomografie ist die Methode der Wahl zur Darstellung von Weichteilgewebe und des Knochenmarks. Zur Beurteilung der Ausdehnung und der Beziehung des Tumors zu den umgebenden anatomischen Strukturen, insbesondere Gefäßen und Nerven, und der Entdeckung von "skip lesions" ist sie unverzichtbar. Zudem können mit Hilfe des zusätzlichen Einsatzes von Kontrastmittel vitale von nekrotischen Tumoranteilen abgegrenzt werden, was für die Probeentnahme eine entscheidende Rolle spielt.

Andererseits kommen Kalzifikationen und Periostreaktionen eher schlechter zur Darstellung. Aus dem Gesagten geht hervor, dass sie im präoperativen Staging und in der Therapieplanung den zentralen Platz einnimmt.

1.5.5 Die Szintigrafie

Die Skelettszintigrafie ist das Verfahren der Wahl bei der Beantwortung der Frage, ob eine osteoblastische Läsion solitär ist oder ob es Metastasen gibt. Auch gibt sie Auskunft über die Aktivität eines Prozesses. Tumore, die sich der Darstellung entziehen, sind z.B. das eosinophile Granulom, die einfache Knochenzyste, das multiple Myelom oder auch aggressive osteolytische Metastasen verschiedener maligner Tumore.

1.5.6 Die Angiografie

Während früher die Angiografie eine oft durchgeführte Untersuchung für die Planung einer Tumoresektion war, ist sie heute ein nur noch in einzelnen Fällen durchgeführtes Verfahren zur Darstellung von tumorversorgenden Gefäßen und Kollateralkreisläufen.

Eine präoperative Tumorembolisation zur Minimierung des Blutverlustes oder die Planung einer Gefäßrekonstruktion sind weitere Indikationen für eine Angiografie.

1.5.7 Die Biopsie

Die Biopsie ist die entscheidende Maßnahme in der Diagnostik von Knochen- und Weichteiltumoren^{122,96}.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der geschlossenen und der offenen Biopsie.

Die geschlossene, perkutane Biopsie wird in Form einer Feinnadelbiopsie oder mit Hilfe eines Stanzzyinders durchgeführt. "Core needle biopsy is an important tool in the evaluation of bone lesions. ... It has several advantages over an open biopsy"¹²⁰. Diese Vorteile bestehen in der minimalen Invasivität und der geringeren Inzidenz von Komplikationen. Zum anderen ist sie ein im Vergleich zur offenen Biopsie viel billigeres Verfahren der Gewebsgewinnung. Auch in Fällen, in denen der Tumor an für die offene Biopsie schwer zugänglichen Stellen lokalisiert ist, wie z.B. der

Wirbelsäule, ist die Nadelbiopsie nicht wegzudenken. Ansonsten ist die Nadelbiopsie gut geeignet zur Rezidivdiagnostik oder Lymphknotenbiopsie. Saifuddin et al. schreiben sogar von einer diagnostischen Genauigkeit der ultraschallgeleiteten Nadelbiopsie von 98,4%¹²⁵.

Doch auch die geschlossene Biopsie birgt die Gefahr einer Tumorzellverschleppung in den Stichkanal. Es ist deshalb erforderlich, dass dieser später en bloc mit dem Tumor reseziert wird⁹⁶.

Der Nachteil der Feinnadelbiopsie liegt darin, dass mit ihr nur sehr wenig Tumorgewebe entnommen werden kann. Dies läßt sich durch die Verwendung eines Stanzzylinders, der zumindest 2-3mm Gewebe erbringt, verbessern.

Trotz allem scheint die Treffsicherheit bei der offenen Biopsie höher zu liegen¹³⁴. Sie ist allerdings mit einer höheren Inzidenz an Komplikationen verbunden, weshalb sie spezialisierten Zentren vorbehalten sein und immer im Hinblick auf die weitere Therapie durchgeführt werden sollte⁹⁶.

Die offene Biopsie kann als Exzisions- oder Inzisionsbiopsie durchgeführt werden. Erstere ist angezeigt, wenn es sich sicher um einen benignen Prozeß handelt. Neben der Diagnosesicherung stellt sie hier zugleich die Therapie dar.

Die Inzisionsbiopsie ist die Methode der Wahl bei Verdacht auf einen unklaren malignen Prozeß. Eine Tumorzellkontamination mit konsekutiver Beeinträchtigung der geplanten chirurgischen Therapie ist eine gefährliche Komplikation, weshalb auf eine exakte Durchführung geachtet werden muss.

Die Inzision sollte möglichst klein und direkt erfolgen, sodass die Narbe bei der späteren Resektion en bloc mitentfernt werden kann. Andernfalls müsste dafür eventuell ein atypischer Zugang gewählt werden, was eine extremitätenerhaltende Chirurgie erschweren oder unmöglich machen würde. Die bleibende Narbe würde das Risiko eines Lokalrezidivs erhöhen.

Die geeignetste und repräsentativste Entnahmestelle ist der vitale Rand der Läsion. Es sollte auf eine ausreichend große Gewebemenge geachtet werden, welche dem Pathologen die Möglichkeit für verschiedene erweiterte Untersuchungsmethoden offenhält.

1.6 Die Strahlentherapie

Das Osteosarkom ist ein weitgehend strahlenresistenter Tumor, der sehr hohe Strahlendosen (> 60 Gy) erfordert. Die Strahlentherapie wird heute beim Osteosarkom nur noch als Alternative bei multimorbiden Patienten verwendet, bei denen der Tumor nicht mit Chemotherapie bzw. mit chirurgischen Mitteln therapierbar ist.

Eine Ausnahme bildet wegen seiner hohen Strahlenempfindlichkeit das Ewing-Sarkom. Bei ihm kann durch eine Gesamtdosis von 45-50 Gy eine dauerhafte lokale Kontrolle, bei 55 Gy und mehr sogar eine Heilung erzielt werden. Sie wird postoperativ angewendet. Präoperative Bestrahlung wird nur bei inoperablen bzw. sehr ungünstig gelegenen und auf Chemotherapie schlecht ansprechenden Tumoren verwendet.

Wenn der Tumor so lokalisiert oder so groß ist, dass er nicht operiert werden kann, so ist eine alleinige Strahlentherapie indiziert.

Ein neuerer Ansatz ist die intraoperative Bestrahlung. Vor allem bei Weichteilsarkomen konnte hierdurch die Lokalrezidivrate gesenkt werden⁹⁰.

Auch bei Knochenmetastasen kann die Strahlentherapie indiziert sein. Hierbei hat sie palliativen Charakter. In erster Linie kann sie effektiv zur Schmerzreduktion beitragen^{126,17}. 70-90% der Patienten erfahren eine Schmerzlinderung, eine komplette Schmerzfreiheit wird bei 30-60% erreicht⁹⁰.

Die zweite wesentliche Indikation zur Strahlentherapie bei Knochenmetastasen ist die akute Gefahr pathologischer Frakturen. Hier dient sie zur Rekalzifizierung und somit Stabilisierung des Knochens.

Während sich der Effekt der Schmerzlinderung bereits innerhalb weniger Tage einstellt, dauert es dagegen mehrere Wochen, bis es zu einem klinisch relevanten Stabilisierungseffekt des Knochens kommt⁸.

Grundsätzlich sollte in den Fällen, in denen die Indikation für eine Strahlentherapie besteht und eine Operation vorausging, die Wundheilung abgewartet werden.

Zur Zeit werden etwa 18% der Patienten mit Knochenmetastasen bestrahlt³. Dabei erfolgen die meisten Radiotherapien bei Metastasen von Mammakarzinomen (45%), gefolgt von Bronchialkarzinomen (17%)³.

1.7 Die Chemotherapie

Die Chemotherapie ist in der Behandlung von malignen Knochentumoren nicht mehr wegzudenken. Sie ist durchführbar als präoperative, also neoadjuvante und postoperative, adjuvante oder als palliative Chemotherapie bei bereits metastasierten Malignomen.

Durch eine neoadjuvante Chemotherapie bei primären Sarkomen soll der Tumor präoperativ verkleinert und evtl. schon vorhandene Mikrometastasen eliminiert werden. Die Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie (GPOH) hat in Bezug auf die neoadjuvante Chemotherapie multimodale Studienkonzepte entwickelt, nämlich die **COSS**-Studie für das **O**steosarkom, die **CESS**-Studie für das **E**wing-Sarkom und die **CWS**-Studie für **W**eichteilsarkome. Auch die Chemotherapie Erwachsener kann sich an diesen Schemata orientieren.

Während der Nutzen der neoadjuvanten Chemotherapie als gesichert gilt, ist dies bei der adjuvanten Chemotherapie noch nicht der Fall.

Bei metastasierten Karzinomen muss die Medikamentenwahl und die Indikation zur Chemotherapie am Einzelfall entschieden werden.

1.8 Indikation

Bevor die Indikation für eine innere Hemipelvektomie bzw. Resektion des proximalen Femurs mit Beckenteil- bzw. Hüftersatz gestellt werden kann, muss das Therapieziel definiert werden, d.h., wird ein kurativer Therapieansatz angestrebt oder kann nur palliativ vorgegangen werden. Dazu ist ein umfangreiches Tumorstaging sowie eine genaue Darstellung des Lokalbefunds nötig.

Grundsätzlich sind diese Operationen indiziert, wenn

- a) Resektionsgrenzen erreicht werden können, die denen bei externer Hemipelvektomie bzw. Hüftgelenksexartikulation entsprechen, d.h. im Gesunden liegen.
- b) nach der Resektion eine funktionstüchtige Extremität zurückbleibt.
- c) der körperliche Zustand und die Lebenserwartung des Patienten ein solches Vorgehen rechtfertigen.

Besteht ein kurativer Ansatz, so muss die Therapie gewählt werden, mit der dieses Ziel erreicht werden kann. Ist dies auch mit einer extremitätenerhaltenden Operation möglich, so sollte sie natürlich angestrebt werden.

Die Indikation zum Beckenteil- oder Hüftersatz kann jedoch auch bei palliativer Zielsetzung bestehen, wenn durch eine externe Hemipelvektomie keine verbesserte Lebenserwartung erreicht werden kann. Der Erhalt einer funktionstüchtigen Extremität bedeutet für den Patienten eine Erhöhung der Lebensqualität für die ihm verbleibende Zeit. Hier steht der Funktionserhalt im Vordergrund.

Voraussetzung ist jedoch, wie oben schon gesagt, die Erhaltbarkeit des N. ischiadicus und eine ausreichende Weichteildeckung der Endoprothese. Dann ist in der Palliativsituation eine marginale, in Einzelfällen auch intraläsionale Tumorresektion vertretbar, wenn zur lokalen Tumorkontrolle adjuvante Therapiemethoden zur Verfügung stehen.

1.9 Endoprothesensysteme

Grundsätzlich unterscheidet man maßgefertigte Endoprothesen von Standardprothesen und Modularsystemen.

Zu Beginn der Entwicklung wurden individuell nach Röntgenaufnahmen gefertigte Beckenprothesen aus Metall verwendet, die jedoch die Nachteile mit sich brachten, intraoperativ nur schwer bearbeitbar und anformbar zu sein. Außerdem konnten diese frühen Prothesensysteme den hohen biomechanischen Ansprüchen, die an sie gestellt wurden, nur in geringem Maße gerecht werden. Eine Erleichterung brachte die Entwicklung von Polyacetal als Material für Prothesen¹⁹. Doch auch diese Implantate mussten intraoperativ noch nachbearbeitet werden. Der nächste Schritt war die Entwicklung des modularen Prothesensystems^{61,62}. In diesem System werden zwei Vorteile vereinigt. Auf der einen Seite erlaubt es die Anfertigung einer individuell maßgeschneiderten Prothese, auf der anderen Seite kann mit diesem System schnell und flexibel gearbeitet werden.

Unterschiede finden sich nicht nur in Bezug auf das Material und die Anfertigung, sondern auch in der Verankerung der Beckenprothese. Oft wurden bzw. werden diese mit Schrauben verankert. Am Klinikum Rechts der Isar wurde deshalb die intramedulläre Verankerung entwickelt. Besonders günstig ist diese, wenn ein

größerer Anteil des Iliums erhalten und so dessen großer, mit Spongiosa gefüllter Knochenraum als Verankerungsraum verwendet werden kann. Unterstützt wird diese Verankerung durch eine basale Platte, die auf die Resektionsfläche zu liegen kommt, sowie durch mediale und laterale Platten, über die durch zusätzliche Verschraubung die Primärstabilität erhöht und seitliche Kipfkraften minimiert werden.

Auch bei kompletter Iliumresektion kann intramedullär verankert werden, indem ein Schaft in die Massa lateralis des Os sacrum eingebracht wird. Zusätzlich wird die Prothese über ventrale und kaudale Platten extern fixiert. Je nach Beschaffenheit des Knochens und der Grunderkrankung können diese Verankerungsteile zementiert oder zementlos implantiert werden. Die knöcherne Integration der Prothesen konnte histologisch post mortem gesichert werden⁶².

Das Problem der räumlichen Orientierung konnte erst durch den Einsatz der Computertomografie mit ihrer dreidimensionalen Darstellungsmöglichkeit des Beckens gelöst werden. Erst jetzt war es möglich, maßstabsgetreue Beckenmodelle zu erstellen. Dieses System, genannt CAM "Computer-Assisted-Manufacturing", überträgt die aus der CT gewonnenen Daten in eine automatisierte Fräsmaschine und ermöglicht so eine schnelle und exakte Modellherstellung. An diesem kann die Resektion und die Überbrückung des Defektes mit der Prothese geprobt werden.

1.10 Die Resektionsgrenzen (Enneking 1980)

Es gibt vier verschiedene Arten der Tumorresektion:

- **Intraläsional:** Dabei bleibt entweder makro-, oder zumindest mikroskopisch Tumor zurück, z.B. bei der Resektion und Biopsie durch Küretage, und stellt deshalb nur eine palliative Tumorverkleinerung dar. Die Wahrscheinlichkeit eines Rezidivs geht gegen 100%⁷.
- **Marginal:** Die Resektion entlang der Pseudokapsel des Tumors, welche Satellitenläsionen enthalten kann, hinterlässt wahrscheinlich mikroskopisch Tumorgewebe. Die Rezidivwahrscheinlichkeit beträgt 60-90%^{50,7}. Im Falle eines Ewing-Sarkoms kann bei gutem Ansprechen auf Strahlen- bzw. Chemotherapie in Ausnahmefällen eine marginale Resektion gerechtfertigt sein.

- **Weit:** Hierbei verläuft die Resektionsgrenze durch gesundes Gewebe, d.h., der lokale Tumor wird "en bloc" mit tumorfreien Abtragungsrändern einschließlich der Satellitenzellen entfernt.
Die Rezidivrate beträgt bei der weiten Resektion ohne adjuvante Therapie immer noch 40-60%⁷.
- **Radikal:** Hier wird das gesamte Kompartiment einschließlich skip lesions entfernt. Bei einem Tumor, der in einem Knochen lokalisiert ist, bedeutet dies die Entfernung des gesamten Knochens. Ist er im Weichteilgewebe angesiedelt, so muss jeder Muskel von seinem Ursprung zum Ansatz entfernt werden. Rezidivrate 0-10%⁷.

Aus dem Resektionsausmaß ergibt sich die **R-Klassifikation**:

Ist kein Residualtumor mehr nachweisbar, ist dies eine **R0**-Resektion.

Bleibt mikroskopisch Tumorgewebe zurück, handelt es sich um eine **R1**-Resektion.

Kann man makroskopisch Tumorgewebe sehen, so ist dies eine **R2**-Resektion.

1.11 Die Resektion von periacetabulären Tumoren

Bei der Resektion von periacetabulären Beckentumoren unterscheidet man drei Gruppen, welche mit I, II, III bezeichnet werden.

Die Resektion vom Typ I:

Hierbei wird die Beckenschaufel unter Belassung des Acetabulums entfernt.

Die Resektionen vom Typ II:

Sie werden in A, B und C unterteilt und beziehen sich auf das Acetabulum. Dieses wird in zwei Hälften unterteilt, eine obere und eine untere.

Entfernt man die obere Hälfte des Acetabulums zusammen mit einem mehr oder weniger großen Anteil des Os ilium, so ist dies eine Resektion vom Typ IIA.

Eine IIB-Resektion bezeichnet die Entfernung der unteren Acetabulumhälfte zusammen mit den Verbindungen zum Os pubis und Os ischium.

Die invasivste und deshalb auch die schwierigste Art der Resektion ist die vom Typ IIC, auch als innere Hemipelvektomie bezeichnet. Hierbei werden das gesamte Acetabulum und der größte Teil von Os ilium, pubis und ischium reseziert.

Während die Defekte nach Resektion vom Typ I und III meist nicht rekonstruiert werden müssen, ist bei der Typ II Resektion die Rekonstruktion des Hüftgelenks nötig.

Die Resektion vom Typ III:

Sie beinhaltet das Os pubis und das Os ischium; das Acetabulum bleibt hier bestehen.

1.12 Das Staging

Ein ausführliches Tumorstaging ist Grundvoraussetzung jeglicher Therapieplanung.

1980 wurde an der Universität von Florida von Enneking ein allgemeines System für das Staging von Knochen- und Weichteiltumoren entwickelt⁵⁰. Dieses chirurgische Staging wurde von der Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) und später vom American Joint Committee for Cancer Staging and End Results Reporting (AJC) übernommen.

Das ursprüngliche Staging-System basierte auf der lokalen Ausdehnung des Tumors (T), der An- bzw. Abwesenheit von regionalen Lymphknoten-(N) und Fernmetastasen (M). Das TNM System wurde für viele Tumorentitäten entwickelt, unter anderem ein separates Staging-System für Knochen- und Weichteiltumoren. Die anfänglichen TNM Klassifikationen für Knochen- und Weichteiltumore wurden jedoch selten benutzt, weil sie sehr komplex waren und keine Richtlinien für das chirurgische Vorgehen darstellten.

Ein Stagingsystem sollte prognostische Faktoren berücksichtigen, die Planung von chirurgischen Grenzen erlauben und Richtlinien für anschließende Therapien zur Verfügung stellen. Schließlich sollte es die interinstitutionelle und interdisziplinäre Kommunikation von Daten erlauben.

Das MSTS System erfüllt diese Kriterien und hat gezeigt, dass es sowohl bei gutartigen als auch bei bösartigen Knochen- und Weichteiltumoren gültig ist⁵⁰.

1.12.1 Graduierung des Tumors

Hierbei fließen sowohl klinische, als auch radiologische und histologische Kriterien mit ein. Man unterscheidet benigne **G0**-, niedrig-maligne **G1**-, und hoch-maligne **G2**-Tumore. (s. Tab. 1)

	G0 (benigne)	G1 (niedrig-maligne)	G2 (hoch-maligne)
Histologie	Benigne Zytologie, gute Differenzierung, niedrige Zell-Matrix-Relation	Broder-Grad I, manchmal II, wenige Mitosen, gute Differenzierung mit klar erkennbarer Matrix	Broder-Grad II, III und IV, häufig Metastasen, schlechte Differenzierung, wenig und unreife Matrix, klassische zytologische Züge hoher Malignität: Anaplasie, Pleomorphie, Hyperchromasie
Radiologie	Lodwick-Grad IA, IB oder IC	Lodwick-Grad II	Lodwick-Grad III
Klinik	Variable Wachstumsrate, besonders bei Kindern und Jugendlichen, selten Metastasen, keine skip-lesions oder Satellitentumoren	Indolentes Tumorwachstum mit extrakapsulären Satelliten in der reaktiven Zone, keine skip-lesions, nur gelegentlich Fernmetastasen	Massives Wachstum, deutliche klinische Symptomatik, gelegentlich regionale und häufige Fernmetastasen, Satellitentumoren und skip-lesions

Tabelle 1: Graduierung von malignen Knochentumoren⁵⁵

1.12.2 Lokalisation des Tumors

Auch hier unterscheidet man zwischen drei Kriterien.

T0 bedeutet, dass der Tumor von einer Kapsel umgeben ist und weder diese noch die Kompartimentgrenzen überschreitet.

Eine **T1**-Läsion besteht dann, wenn sie sich zwar noch innerhalb des Kompartiments befindet, also die Kortikalis nicht überschreitet, jedoch entweder kontinuierlich oder mit Satellitenherden die Kapsel überschreitet.

Falls ein Tumor die Kompartimentgrenzen (Kortikalis) überschreitet, ist er ein **T2**-Tumor. (s. Tab. 2)

1.12.3 Metastasen

Die **Ab (M0)**- oder **Anwesenheit (M1)** von Metastasen ist schließlich das dritte Kriterium beim Staging von muskuloskelettalen Tumoren. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um regionale Lymphknotenmetastasen oder um Fernmetastasen handelt; beide machen ihn zu einem M1-Tumor. (s. Tab. 2)

Stage	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB
Grade	G1	G1	G2	G2	G1-2	G1-2
Lokalisation	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Metastasen	M0	M0	M0	M0	M1	M1

Tabelle 2: Staging von malignen Knochentumoren⁵⁰

2 Material und Methoden

2.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte aus Operationsbüchern, Patientenakten und Ambulanzkarten. Fehlende, unsichere oder aus den genannten Quellen nicht zu erhebende Daten wurden direkt durch Patientenbefragung ergänzt bzw. berichtigt.

- Vollständiger Name
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Diagnose
- Operationsdatum
- Alter zum Zeitpunkt der Operation
- Lokalisation des Tumors
- Art der Rekonstruktion, d.h. Becken- oder Hüftspezialprothese
- Staging
- Resektionsgrenzen (weit, marginal, intraläsional)
- Wurde eine adjuvante u./o. neoadjuvante Strahlen- u./o. Chemotherapie durchgeführt
- Bei den bereits verstorbenen Patienten das Todesdatum
- Hat der Primärtumor metastasiert?
- Gab es ein Lokalrezidiv?
- Peri- oder postoperative Komplikationen mit Einfluss auf das Ergebnis.
 - Luxation
 - Paresen
 - Infektion (nur die tiefe Infektion, keine Wundheilungsstörung)
 - tiefe Bein- oder Beckenvenenthrombosen
 - Materialkomplikationen, wie Bruch und Lockerung

Mit den Patienten wurde telefonisch bzw. schriftlich Kontakt aufgenommen hinsichtlich der Frage, ob sie sich für eine Nachuntersuchung zur Verfügung stellen würden.

Von den Patienten mit Hüftprothesen (n=35) konnten 21, von den Patienten mit Beckenprothesen (n=43) 37 evaluiert werden. Die Nachuntersuchung gestaltete sich so, dass zunächst in Zusammenarbeit mit dem Patienten die erhobenen Daten überprüft und, wenn nötig und möglich, vervollständigt wurden.

Danach wurde der Patient anamnestiziert sowie untersucht und das Ergebnis nach den MSTS-Kriterien in einen Evaluationsbogen eingetragen⁴⁶.

2.2 Funktion: Evaluationssystem der MSTS

Zunächst wurden die Bewertungen nach den Maßstäben Motion, Pain, Stability/Deformity, Strength, Emotional Acceptance/Functional Activities und Complications durchgeführt. Zu jeder dieser Kategorien wurde die Bewertung excellent, good, fair oder poor vergeben und daraus ein Gesamtergebnis ermittelt^{43,44}.

Das daraus entwickelte neue Evaluationssystem beinhaltet ebenfalls sechs verschiedene Bewertungsfaktoren. Drei Faktoren sind für die obere und die untere Extremität gleich (Schmerz, Funktion und emotionale Akzeptanz). Daneben gibt es jeweils drei Untersuchungsfaktoren für die obere (Handführung, Geschicklichkeit und Hebefähigkeit) und drei für die untere Extremität (Gehhilfen, Gehfähigkeit und Gangbild). Für jeden dieser sechs Faktoren werden fünf Bewertungspunkte vergeben⁴⁶(s. Abb. 1).

Schmerz

Erfasst werden Schmerzausmaß und Auswirkung desselben auf die Funktion. Es muss zusätzlich nach der aktuellen Schmerzmedikation (keine, nicht-betäubende Schmerzmittel, ab und zu Betäubungsmittel, dauernd Betäubungsmittel) oder sonstigen Methoden zur Schmerzbehandlung gefragt werden.

Funktion

Der Wert für die Funktion wird bestimmt durch die Einschränkung bei Aktivitäten und die Auswirkung dieser Einschränkung auf die Lebensführung des Patienten. Die erforderlichen Daten sind der Beruf, den der Patient vor der Behandlung ausgeübt hat und der Grad der Berufsunfähigkeit, der durch die Einschränkung bedingt ist (keine, geringe, starke, komplette Berufsunfähigkeit).

Emotionale Akzeptanz

Diese ergibt sich aus der emotionalen Reaktion des Patienten auf das funktionelle Ergebnis: Ob der Patient die Therapie anderen Patienten empfehlen würde und ob er sie selbst auf alle Fälle, nur ungern oder auf keinen Fall wiederholen würde.

Gehhilfen

Der Punktwert für diesen Faktor wird bestimmt durch die Art der Gehhilfe und die Häufigkeit, mit der diese verwendet wird (gelegentlich, meistens oder immer).

Gehfähigkeit

Welche Einschränkungen beim Gehen hat der Patient zu ertragen? Einschränkungen, die auf andere, z.B. kardiale, respiratorische oder neurologische Erkrankungen zurückzuführen sind, müssen außer Acht gelassen werden. Was ist die maximale Gehstrecke und bei welchen Beschäftigungen bestehen diese Einschränkungen (drinnen, draußen, beim Treppensteigen, bergauf oder bergab usw.)?

Gangbild

Hat sich das Gangbild verändert? Wenn ja, wie, und sind diese Veränderungen nur kosmetischer Art oder haben sie auch eine Auswirkung auf die Funktion?

Evaluationsbogen

Name: _____
 Geschlecht: _____
 Diagnose: _____
 Lokalisation: _____

Geburtsdatum: _____
 Datum der Nachuntersuchung: _____
 Op-Datum: _____
 Stage: _____

	5	4	3	2	1	0
Pain	no pain	intermediate	modest/ non disabling	intermediate	moderate/ intermittently disabling	severe/continuously disabling
Function	no restriction	intermediate	recreational restriction	intermediate	partial occupational restriction	total occupational restriction
Emotional acceptance	enthused	intermediate	satisfied	intermediate	accepts	dislikes
Supports	none	intermediate	brace	intermediate	one cane or crutch	two canes or crutches
Walking Ability	unlimited	intermediate	limited	intermediate	inside only	not independently
Gait	normal	intermediate	minor cosmetic	intermediate	major cosmetic	major handicap

Summe:
Prozent vom Maximum (30):

Abb. 1: Evaluationsbogen nach Enneking⁴⁶

Das gesamte Patientenkollektiv umfasst 78 Patienten; 35 davon hatten einen malignen Tumor des proximalen Femurs und wurden mit einer Hüftspezialprothese versorgt, 43 litten an einer malignen Geschwulst des Beckens und bekamen eine Beckenspezialprothese. Alle Patienten wurden im Zeitraum von 1977-2000 am Klinikum rechts der Isar in München operiert. Bei den Patienten mit malignen Tumoren des Beckens und bei den meisten Patienten mit einer Prothesenversorgung der Hüfte wurde das ESKA – Modular - System implantiert. Diese Prothesen stammen von der Firma ESKA IMPLANTS GmbH & Co. KG aus Lübeck. Die Firma hat sich auf die Herstellung von Prothesen für den künstlichen Gelenkersatz spezialisiert, u.a. auch für die Tumorendoprothetik. Für die untere Extremität steht hierbei das sog. „MML“, das Modular – System München – Lübeck zur Verfügung, welches beim Großteil unserer Patienten zum Einsatz kam.

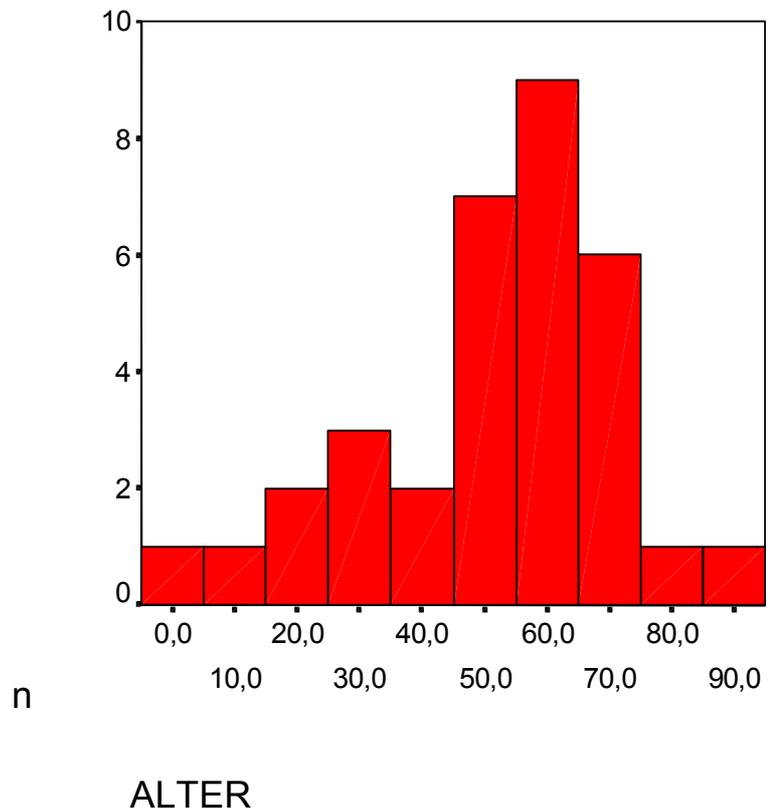
Die Implantatkomponenten bestehen dabei aus einer CoCrMo – Legierung und können zudem mit einer speziellen Beschichtung versehen werden. Außerdem können für die Tumorendoprothetik am Becken Sonderkonstruktionen entweder auf der Basis von Standardprodukten oder aus an das Individuum angepassten Ausfertigungen hergestellt werden. Mit Hilfe des sog. ESKAPLAN – Systems können heute anhand von CT-Daten originalgetreue 3-D-Modelle angefertigt werden.

2.3 Patienten mit Hüftspezialprothesen

Das mediane follow-up betrug bei den Patienten mit Hüftprothesen (n=35) 57,1 Monate (4,6 Jahre) (4,4 bis 277,9 Monate).

2.3.1 Geschlecht und Alter

Die Patienten mit Hüftprothesen setzen sich zusammen aus 18 weiblichen und 17 männlichen Patienten, mit einem Alter zum Operationszeitpunkt von drei bis 85 Jahren (Durchschnittsalter 51,4 Jahre).



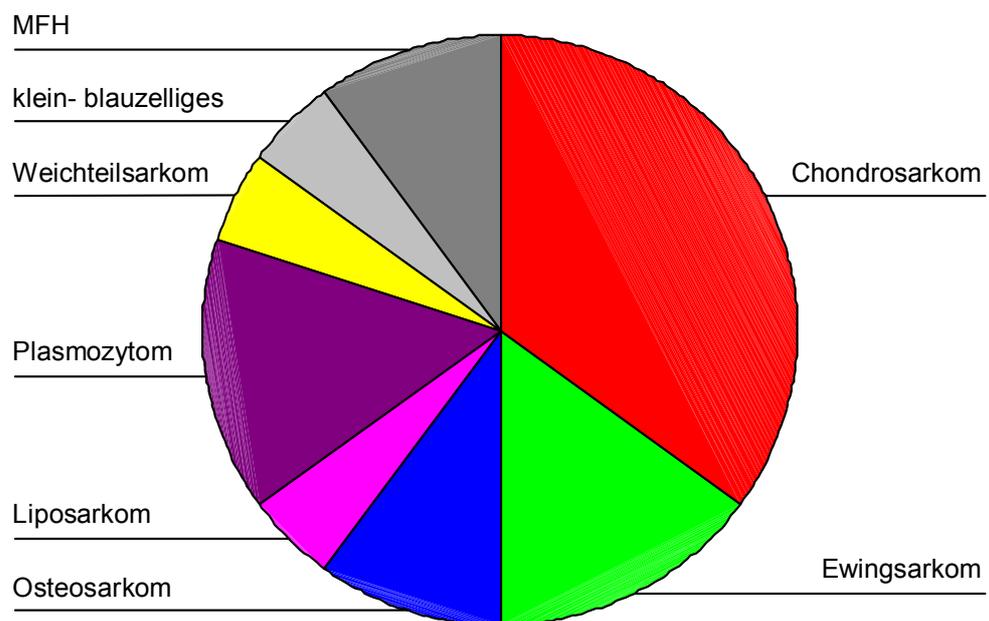
Graph 1:
Altersverteilung der
Patienten mit Hüft-
spezialprothesen

2.3.2 Diagnose

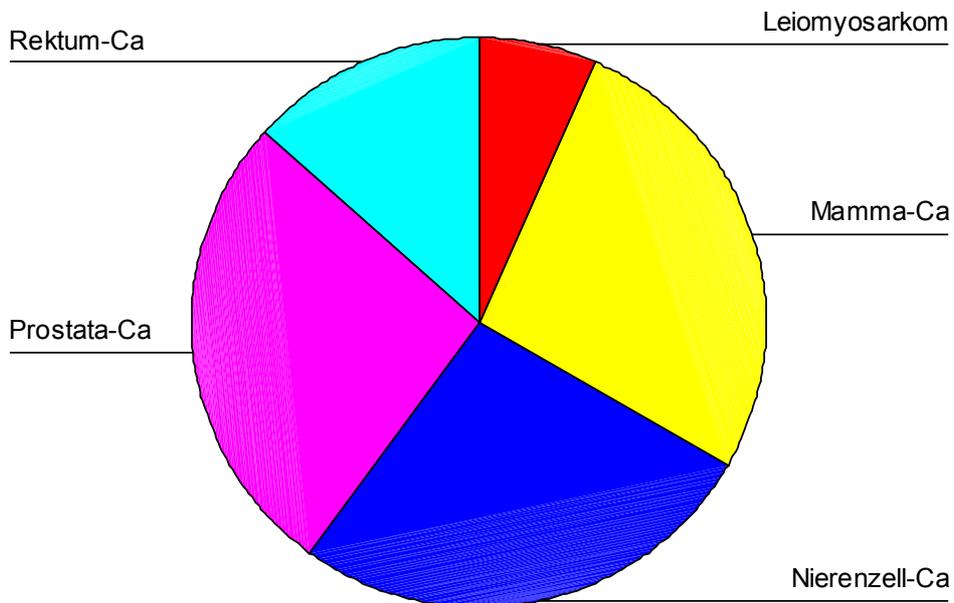
20 dieser Patienten hatten einen Primärtumor, die restlichen litten an Metastasen von Tumoren von außerhalb des Knochensystems (s. Tabelle 3, Graph 2 und 3).

Primärtumoren	Anzahl	Metastasen	Anzahl
Chondrosarkom	7	Nierenzellkarzinom	4
Plasmozytom	3	Prostatakarzinom	4
Ewing-Sarkom	3	Mammakarzinom	4
malignes fibröses Histiozytom	3	Rektumkarzinom	2
Osteosarkom	2	Leiomyosarkom	1
Liposarkom	1		
klein-blauzelliges Sarkom	1		

Tabelle 3: Diagnosen der Patienten mit Hüftspezialprothesen



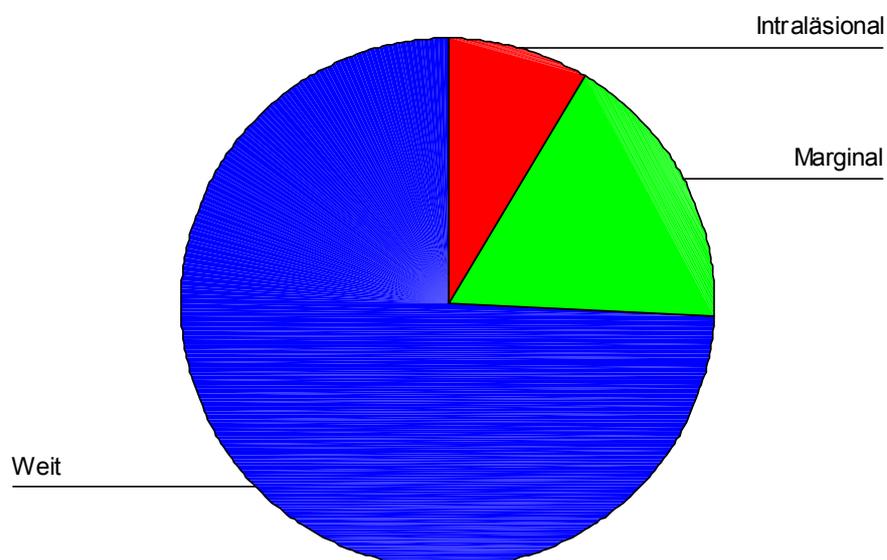
Graph 2: Diagnosenverteilung der Primärtumoren



Graph 3: Diagnosenverteilung der Sekundärtumoren

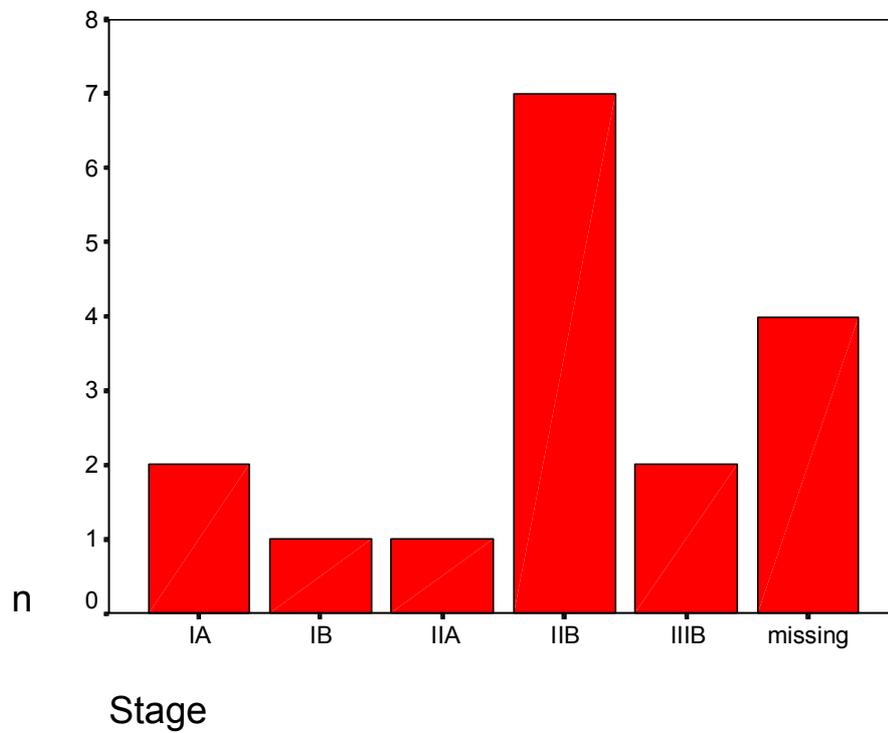
2.3.3 Resektionsgrenzen

Die Tumoren wurden beim Großteil der Patienten (n=26) mit weiten Resektionsgrenzen entfernt, in 6 Fällen wurde der Tumor marginal (jeweils 3 bei den Primärtumoren und 3 bei den Metastasen) und in 3 Fällen - hierbei handelte es sich ausschließlich um Metastasen - intraläsional reseziert (s. Graph 4).



Graph 4: Resektionsgrenzen Hüfttumoren

2.3.4 Staging



Graph 5: Staging

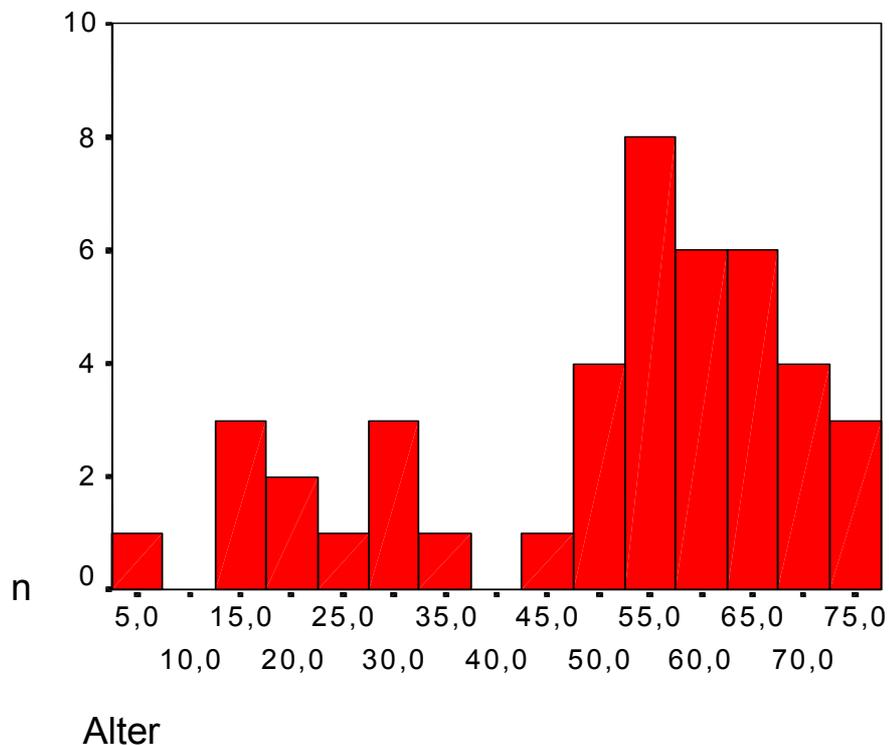
Unter den Primärtumoren waren zwei Stage IA, jeweils ein Stage IB und IIA, sieben Stage IIB und zwei Stage IIIB Tumoren. Von vier Patienten fehlen die Daten.

2.4 Patienten mit Beckenprothesen

Das mediane follow-up betrug bei den Patienten mit Beckenprothesen (n=43) 111 Monate (9,25 Jahre) (6 bis 281,4 Monate).

2.4.1 Geschlecht und Alter

Die Beckentumoren verteilten sich auf 23 weibliche und 20 männliche Patienten, im Alter von 7 bis 77 Jahre (Durchschnittsalter 51,1 Jahre) (s. Graph 6).



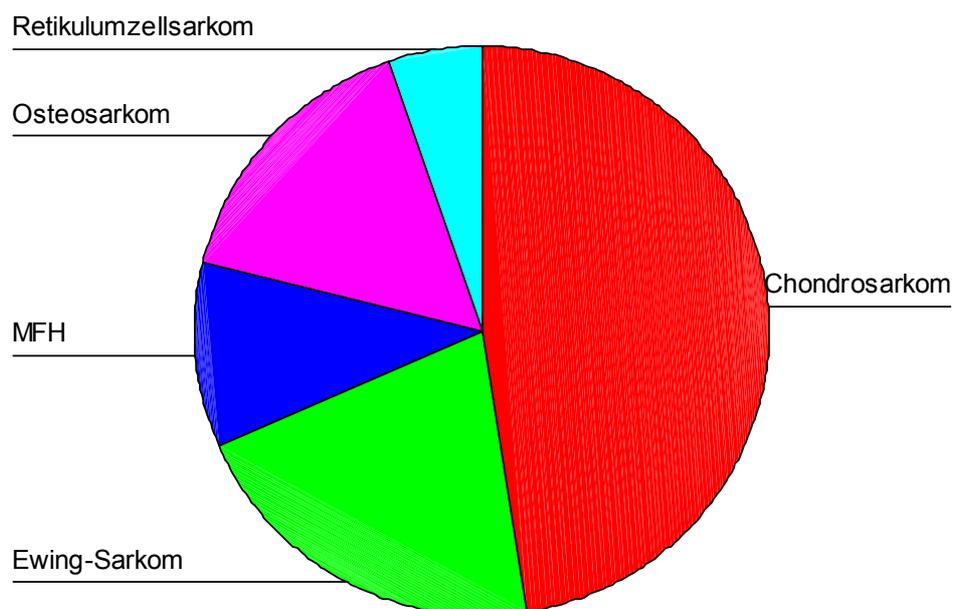
Graph 6: Altersverteilung der Patienten mit Beckenprothesen

2.4.2 Diagnose

Die Tumore verteilten sich auf 19 Primärtumoren und 24 Metastasen (s. Tab. 4).

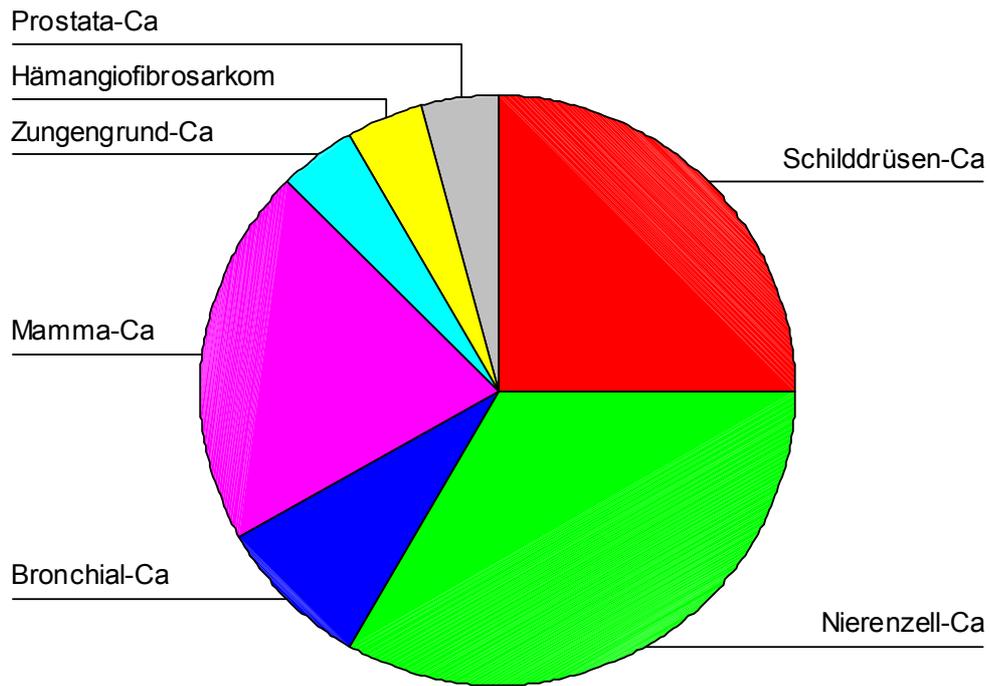
Primärtumoren	Anzahl	Metastasen	Anzahl
Chondrosarkom	9	Nierenzellkarzinom	8
Ewing-Sarkom	4	Schilddrüsenkarzinom	6
Osteosarkom	3	Mammakarzinom	5
malignes fibröses Histiozytom	2	Bronchialkarzinom	2
Retikulumzellsarkom	1	Prostatakarzinom	1
		Hämangiofibrosarkom	1
		Zungengrundkarzinom	1

Tabelle 4: Diagnosen der Patienten mit Beckentumoren



Graph 7: Diagnosenverteilung der Primärtumoren

Das Chondrosarkom machte fast die Hälfte der Primärtumoren aus, gefolgt vom Ewing- und Osteosarkom (s. Graph 7).

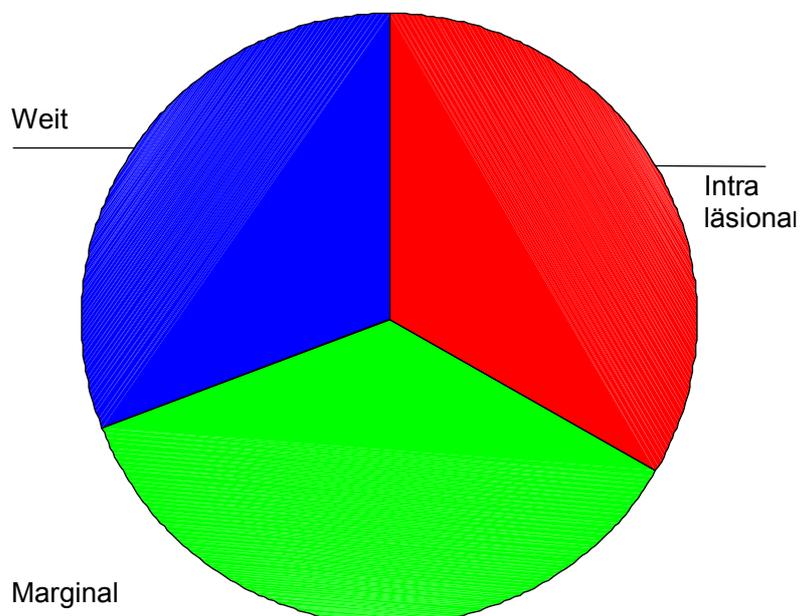


Graph 8: Diagnosenverteilung der Sekundärtumoren

Den größten Anteil an den Sekundärtumoren hat das Nierenzell-Ca, gefolgt von Schilddrüsen- und Mamma-Ca (s. Graph 8).

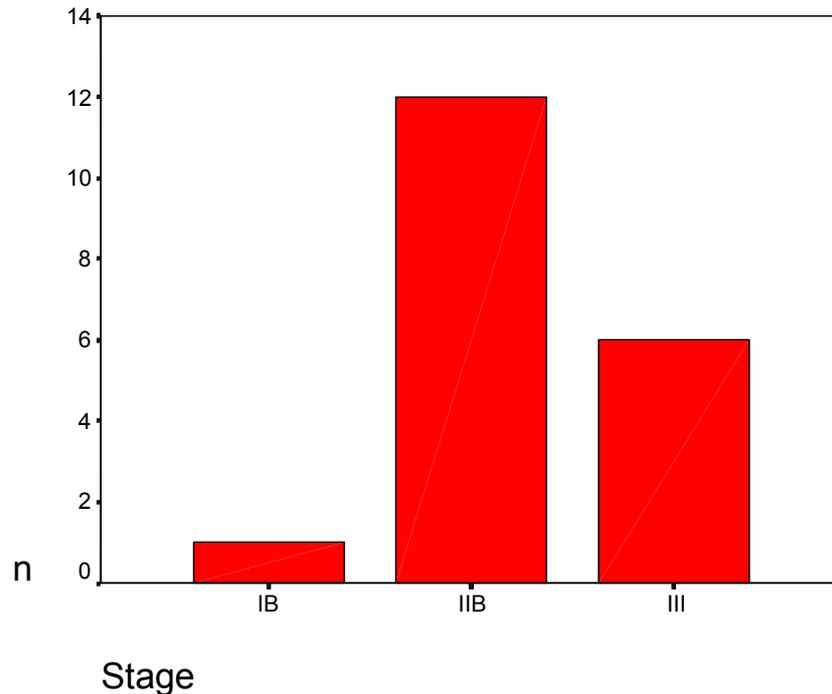
2.4.3 Resektionsgrenzen

Die Beckentumoren wurden in 13 Fällen weit (Primärtumor 7; Metastase 6), in 15 marginal (Primärtumor 7; Metastase 8) und in 14 Fällen intraläsional (Primärtumor 5; Metastase 9) reseziert (s. Graph 9).



Graph 9:
Resektionsgrenzen
Beckentumoren

2.4.4 Staging



Graph 10: Staging

Die Primärtumoren des Beckens werden als Stage IB (n=1), Stage IIB (n=12) und Stage III (n=6) eingestuft (s. Graph10).

2.5. Statistik

Zur Auswertung meiner Ergebnisse habe ich zum einen den Test nach Mann-Whitney verwendet. Er wurde von Mann und Whitney 1947¹⁰¹ sowie Wilcoxon 1945¹⁴⁶ entwickelt und wird deshalb auch Mann-Whitney-Wilcoxon-Test genannt.

Dieser Test ist ein parameterfreier statistischer Test, welcher zur Überprüfung der Signifikanz der Übereinstimmung zweier Verteilungen dient. Man hat zwei Stichproben vor sich: Stichprobe A mit n_1 Werten und Stichprobe B mit n_2 Werten. Man vergleicht jeden Wert der Stichprobe A mit jedem Wert der Stichprobe B. Es gibt also $n_1 * n_2$ Vergleiche.

Der Test funktioniert einseitig oder zweiseitig. Beim einseitigen Test wird geprüft, ob $A > B$ bzw. $A < B$ ist, beim zweiseitigen Test wird geprüft, ob $A = B$ ist.

Der Test bietet sich in meiner Arbeit deshalb für den Vergleich des Alters der Patienten mit Primärtumoren mit dem Alter der Patienten mit Metastasen an. Außerdem wurde er für den Vergleich der funktionellen Ergebnisse bei den Patienten mit Primärtumoren mit den funktionellen Ergebnissen bei den Patienten mit Metastasen verwendet. Er legt offen, ob zwischen den Ergebnissen ein signifikanter Unterschied besteht oder nicht.

Die Überlebenszeiten wurden nach Kaplan-Meier⁸⁴ bestimmt. Diese Testmethode dient zum Schätzen der Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Versuchsobjekt (Patient) ein bestimmtes Ereignis (Tod) innerhalb eines Zeitintervalls nicht eintritt (Überlebenszeitanalyse). Die Kaplan-Meier-Kurve dient zum Ablesen spezifischer Überlebensraten oder Überlebenszeiten. Es wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, eine bestimmte Zeitspanne zu überleben. Die Grundlage der Analyse von Überlebenszeiten bildet das individuelle Zeitintervall zwischen einem definierten Beobachtungsbeginn – in der Regel das Diagnosedatum oder der Therapiebeginn - und einem Beobachtungsende. Meist wird der Tod des Patienten als beobachtetes Ereignis definiert. Der Tod definiert die Beobachtungszeit. Häufig lebt ein Teil der Patienten am Ende des Beobachtungszeitraumes einer klinischen Studie noch. Dies war auch in unserem Kollektiv der Fall. Mit der Wahl eines Ersatzendpunktes (z.B. die letzte Kontrolle) erhält man eine sogenannte zensierte Beobachtungszeit. Aus den einzelnen Beobachtungszeiten wird das Resultat für das Kollektiv bestimmt. Die Auswertung kann nach verschiedenen Kriterien vorgenommen werden. Anstelle des Todes kann als Ereignis auch das Auftreten von Rezidiven oder Metastasen definiert werden.

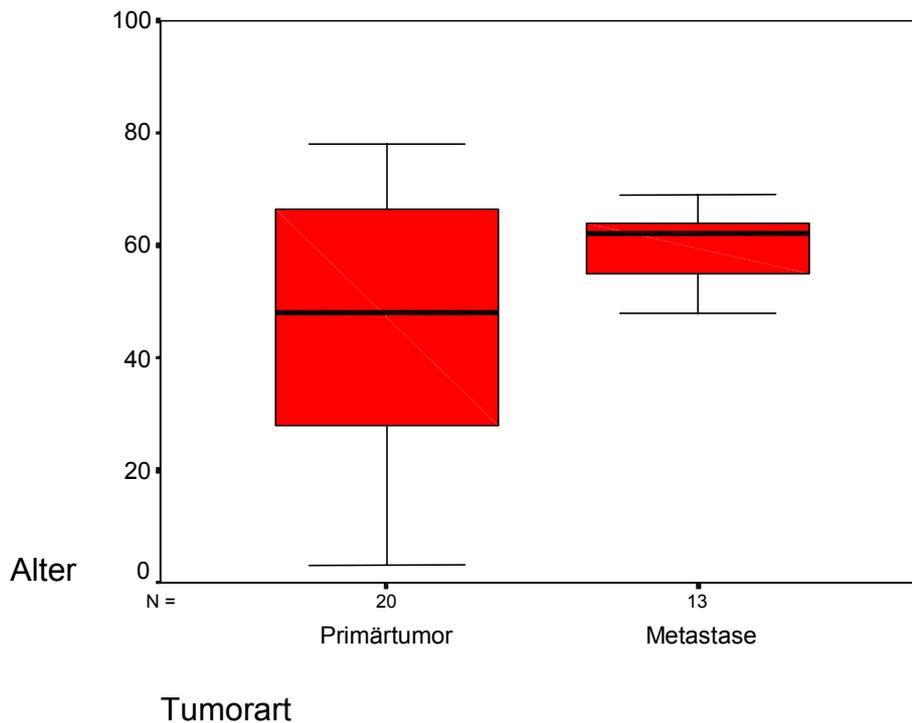
Das Verfahren eignet sich auch bei einer kleineren Zahl von Stichproben. Für die Auswertung sollte in einem Kollektiv eine minimale Anzahl von 15 Patienten vorliegen, was in unserem Patientengut der Fall war.

Es wurden die Überlebenszeiten der Gesamtkollektive berechnet und verglichen, wie sich die Überlebenszeiten der Patienten mit Primärtumoren von denen mit Metastasen unterscheiden und wie sich die Resektionsgrenzen auf das Überleben auswirken. Es wird beschrieben, ob die Unterschiede in den einzelnen Überlebenszeiten signifikant sind, d.h., dass die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass diese Unterschiede durch Zufall zustande gekommen sind.

3 Ergebnisse

3.1 Hüftspezialprothesen

3.1.1 Alter/Tumorart



Graph 11: Altersverteilung der Patienten mit Hüftprothesen

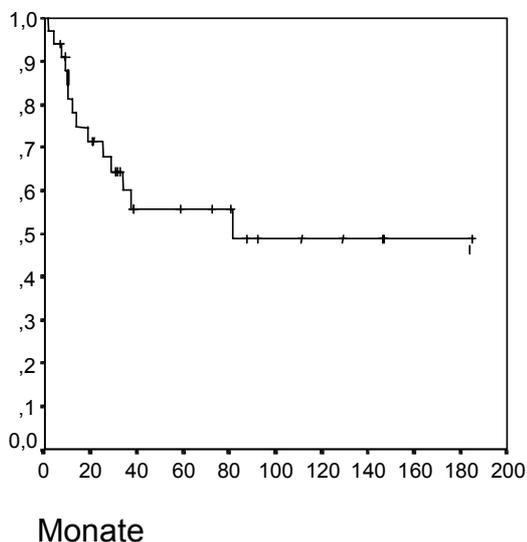
Die Patienten mit Primärtumoren (n=20) waren im Durchschnitt 44,8 Jahre (Median 48 Jahre), die Patienten mit Metastasen (n=15) 61,5 Jahre (Median 62 Jahre) alt. Dieser Unterschied ist signifikant ($p=0,034$; Test nach Mann-Whitney¹⁰¹) (s. Graph 11).

3.1.2 Überleben

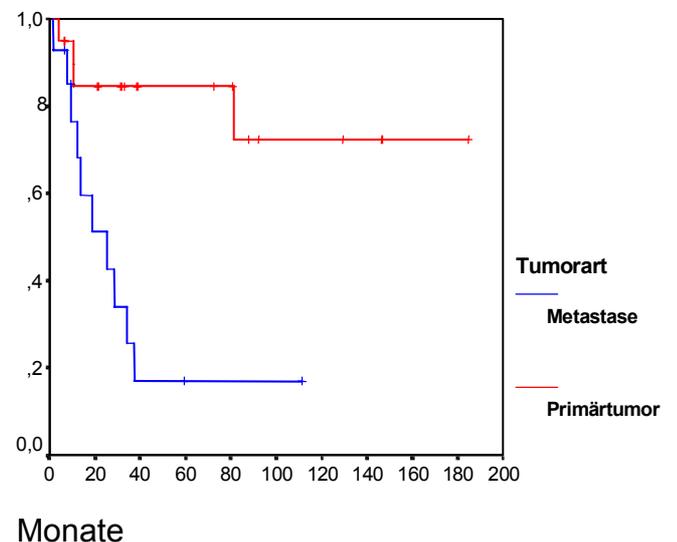
Die mittlere Überlebenszeit nach Kaplan-Meier war für alle Patienten 103,6 Monate (8,6 Jahre), wobei die Patienten mit Primärtumoren im Durchschnitt 144,8 Monate (12 Jahre), die Patienten mit Metastasen im Durchschnitt 34,9 Monate (2,9 Jahre) überlebten. Dieser Unterschied in den Überlebenszeiten zwischen den Patienten mit Primär- und Sekundärtumoren ist hochsignifikant ($p=0,0011$) (s. Graph 12).

Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Autoren wird die Überlebenszeit neben der Angabe nach Kaplan-Meier auch mit Prozentwerten nach bestimmten Zeiträumen angeben. Nach 5 Jahren lebten vom gesamten Patientenkollektiv noch 24,3% (Primärtumore 84,4%; Metastasen 17%), nach 10 Jahren waren es noch 21,2% (Primärtumore 72,4%). Von den Patienten mit Metastasen waren beim letzten Follow-up noch 26,7% am Leben, von den Patienten mit Primärtumoren noch 80%.

Überleben gesamt

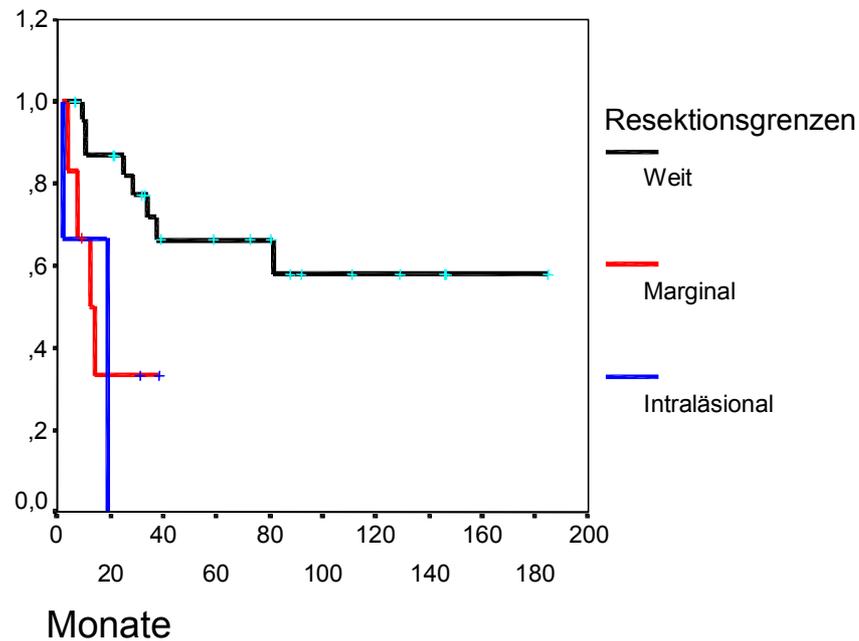


Überleben im Vergleich



Graph 12: Überlebensraten der Patienten mit Hüftprothesen (nach Kaplan-Meier⁸⁴)

Überleben in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen



Graph 13: Überlebensraten in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen

Die Überlebensraten wurden auch in ihrer Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen analysiert. Hierbei hängt die Überlebensrate von den Resektionsgrenzen ab. Am kürzesten ist das Überleben bei Patienten nach intraläsionaler Resektion des Tumors. Die Patienten, bei denen der Tumor mit marginalen Resektionsgrenzen entfernt wurde, leben länger. Bei weiten Resektionsgrenzen beträgt die Überlebensrate nach 5 Jahren noch 66,3% (signifikant, ($p=0,014$)) (s. Graph 13).

3.1.3 Funktionelle Ergebnisse

Von den 35 Patienten konnten 21 funktionell evaluiert werden (17 Primärtumoren, 4 Metastasen).

Das durchschnittliche Ergebnis für alle Patienten war 19,6 Punkte (65,4%, Median 66,7%), das Minimum 3 (10%), das Maximum 28 (93,3%).

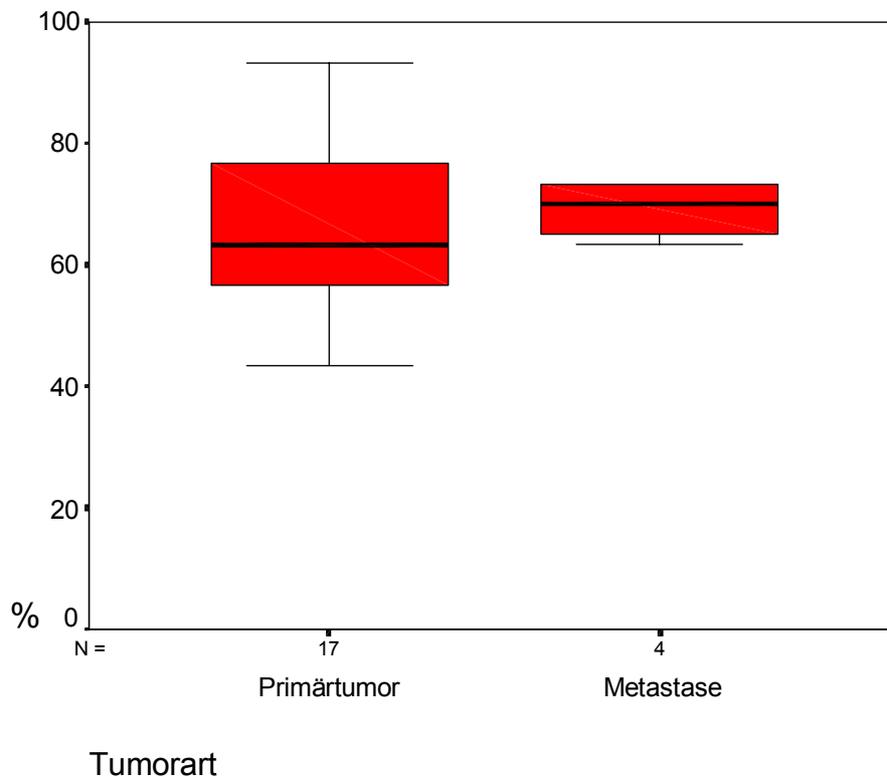
Betrachtet man allein die Primärtumoren, so war der durchschnittliche Punktwert 19,4 (64,5%, Median 63,3%), mit einem schlechtesten Ergebnis von 3 und einem besten von 28 (s. Tab. 5 und Graph 14).

Die Metastasen lagen bei 19 (63,3%) bis 22 (73,3%) Punkten, mit einem Durchschnittswert von 20,8 (69,2%; Median 70%). Diese Unterschiede in den funktionellen Ergebnissen sind nicht signifikant ($p=0,62$; Test nach Mann-Whitney¹⁰¹).

	Zusammen	Primärtumore	Metastasen
Schmerz	4,1	4,1	4,0
Funktion	2,8	2,8	3,0
emotionale Akzeptanz	3,1	3,0	3,5
Hilfsmittel	3,6	3,7	3,5
Gehen	3,1	3,0	3,5
Gangbild	2,9	2,8	3,3
Summe	19,6	19,4	20,8
Prozentwert	65,3%	64,5%	69,2%

Tabelle 5: Ergebnisse bei den Patienten mit Hüftprothesen⁴⁶

Graphische Darstellung der funktionellen Ergebnisse



Graph 14: Ergebnisse der Patienten mit Hüftprothesen im Vergleich

3.1.4 Komplikationen

13 Patienten (37,1%) hatten eine oder mehrere postoperative Komplikationen (s. Tab. 6). Die Patienten mit Resektion von Primärtumoren hatten eine Komplikationsrate von 45% (n=9), die Patienten mit Metastasen hatten eine Komplikationsrate von 26,7% (n=4).

	Zusammen	Primärtumore	Metastasen
Prothesenbruch	4 11,4%	2 10%	2 13,3%
Luxation	6 17,1%	4 20%	2 13,3%
Parese	2 5,7	1 5%	1 6,7%
Thrombose	2 5,7%	2 10%	0
Infektion	1 2,8%	1 5%	0
Lockerung	1 2,8%	0	1 6,7%

Tabelle 6: Komplikationsraten bei den Patienten mit Hüftprothesen

Die häufigste Komplikation, unabhängig ob bei Patienten mit Primärtumoren oder Metastasen, war dabei die Luxation, die bei insgesamt sechs Patienten (17,1%) vorkam. Vier (20%) Luxationen gab es bei Ersteren, zwei (13,3%) bei Letzteren.

Zweithäufigste Komplikation mit einer Häufigkeit von vier (11,4%) war der Bruch der Prothese, jeweils zwei in beiden Kollektiven (das entspricht 10% bei den Primärtumoren und 13,3% bei den Metastasen).

Mit einer Inzidenz von jeweils zwei (5,7%) folgen tiefe Becken- bzw. Beinvenenthrombosen, die in beiden Fällen auf die Patienten mit Primärtumoren entfiel (10%), und die postoperative Parese (eine in jeder Gruppe, das entspricht 5% bei den Primärtumoren und 6,7% bei den Metastasen).

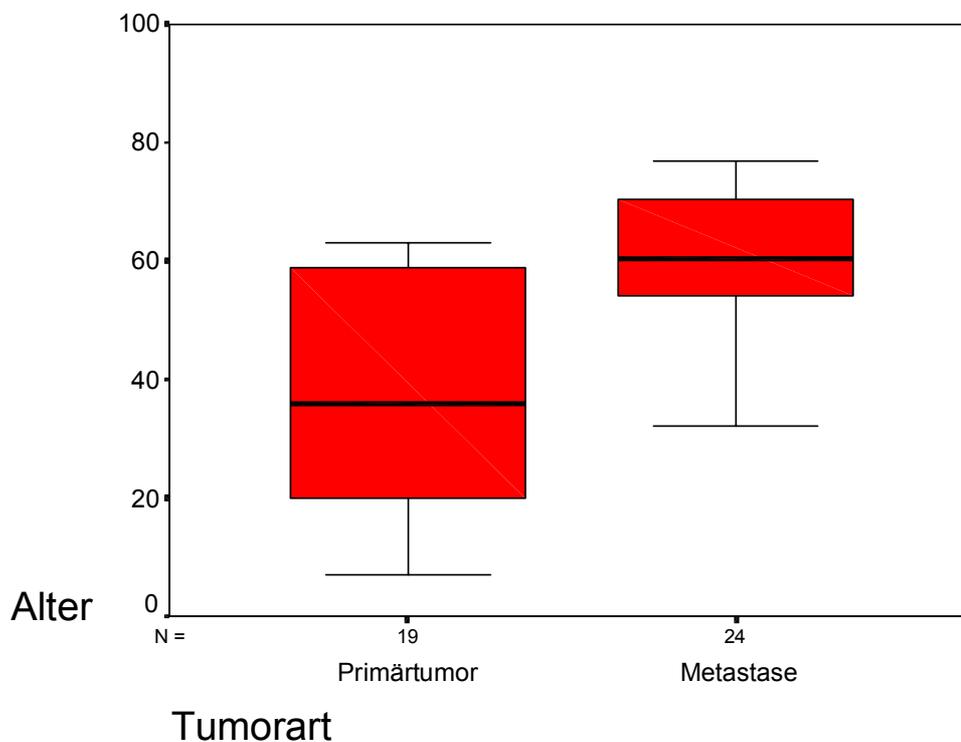
Eine Infektion und eine Prothesenlockerung gab es bei jeweils einem Patienten (2,8%); Erstere bei einem Patienten mit einem Primärtumor (5%), Letztere bei einem mit sekundärem Tumor (6,7%) (s. Tabelle 6).

3.1.5 Lokalrezidive

Bei einem Patienten mit Chondrosarkom des proximalen Femurs trat ein Lokalrezidiv auf (Lokalrezidivrate von 2,9%).

3.2 Beckenprothesen

3.2.1 Alter/Tumorart



Graph 15: Altersverteilung der Patienten mit Beckenprothesen

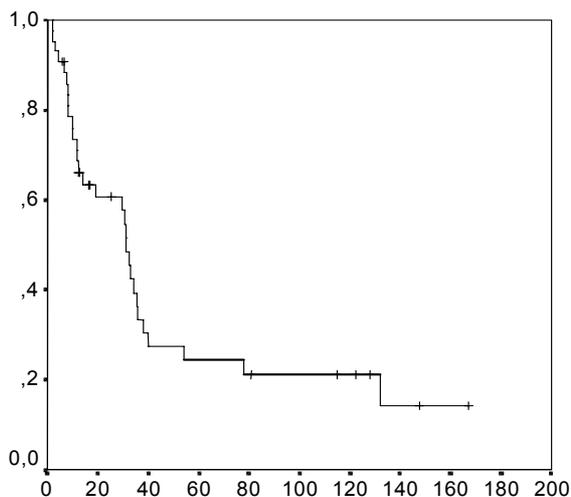
Die Patienten mit Primätumoren (n=19) waren durchschnittlich 39 Jahre alt (Median 36,0), während die Patienten mit Knochenmetastasen (n=24) im Durchschnitt 60,5 Jahre (Median 60,5) alt waren. Dieser Unterschied im Alter ist hochsignifikant ($p=0,001$; Test nach Mann-Whitney¹⁰¹) (s. Graph 15).

3.2.2 Überleben

Die Patienten, welche mit Beckenprothesen versorgt wurden, überlebten im Durchschnitt 51,6 Monate (4,3 Jahre). Die Patienten mit Primärtumoren (n=19) hatten ein durchschnittliches Überleben von 71,5 Monaten (6 Jahre), die Patienten mit Metastasen (n=24) eines von 27,8 Monaten (2,3 Jahre). Dieser Unterschied ist nicht signifikant (p= 0,855).

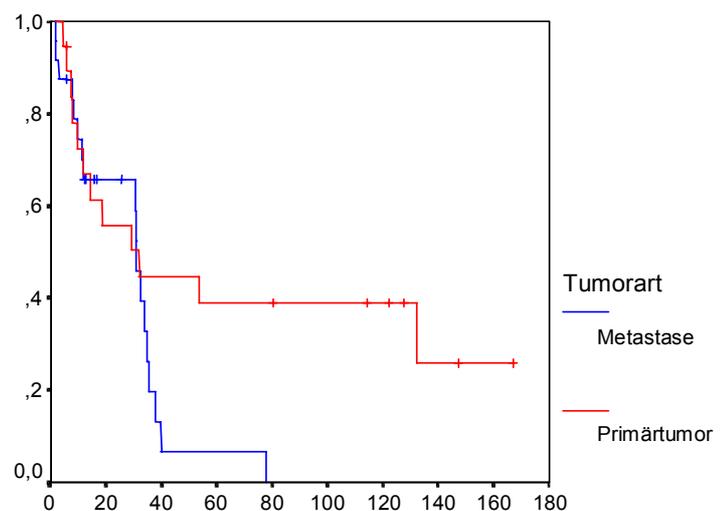
Nach einem Jahr waren noch 66,2% am Leben (P: 66,9% M: 65,6%), nach 2 Jahren noch 60,7% (P: 55,7% M: 65,6%), nach 5 Jahren waren es noch 24,3% (P: 39% M: 6,6%), nach 10 Jahren lebten von allen Patienten noch 21,2%, von den Patienten mit Primärtumoren noch 39%. Die Patienten mit Metastasen waren nach 78,1 Monaten alle verstorben (s. Graph 16).

Überleben gesamt



Monate

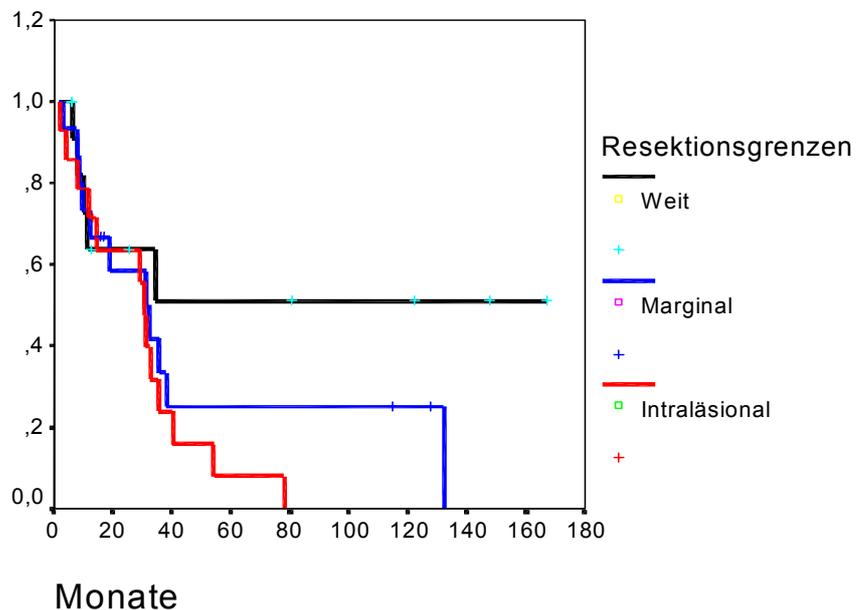
Überleben im Vergleich



Monate

Graph 16: Überlebensraten der Patienten mit Beckenprothesen (nach Kaplan-Meier⁸⁴)

Überleben in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen



Graph 17: Überlebensraten in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen

Die Überlebensraten wurden auch in ihrer Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen analysiert (s. Graph 17). Dabei sieht man, dass die Überlebensrate von den Resektionsgrenzen abhängt. Die Patienten, bei denen der Tumor intraläsional reseziert wurde, sterben am frühesten, mit einer 5-Jahres-Überlebensrate von 7,9%. Die Patienten, bei denen der Tumor marginal reseziert wurde, leben deutlich länger; nach 5 Jahren sind hier noch 25% am Leben. Am längsten überleben die Patienten mit weiten Resektionsgrenzen. Sie haben eine 5-Jahres-Überlebensrate von 50,9%. Diese Unterschiede im Überleben in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen sind signifikant ($p=0,045$).

3.2.3 Funktionelle Ergebnisse

Von den 43 Patienten mit Beckenprothesen konnten insgesamt 37 funktionell bewertet werden. 13 davon wurden nach dem aktuellen System⁴⁶ (s. Abb. 1) bewertet, 24 wurden noch nach dem ursprünglichen System bewertet, das die Begriffe excellent, good, fair und poor verwendet^{43,44}.

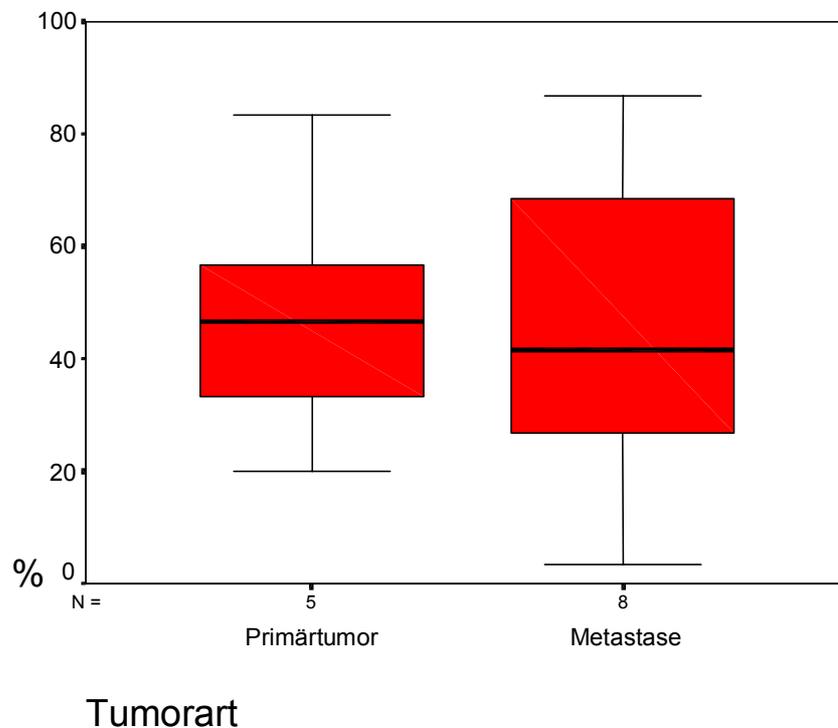
Die 13 nach dem aktuellen System bewerteten Patienten erreichten einen Punktedurchschnitt von 13,9, was einem Prozentwert von 46,4% (Median 46,7%) entspricht. Das schlechteste Ergebnis lag bei einem Punkt (3,3%), das beste bei 26 Punkten (86,7%).

Teilt man dieses Patientenkollektiv nach Primär- und Sekundärtumoren auf, so lässt sich feststellen, dass die Patienten mit Primärtumoren (n=5) ein durchschnittliches Ergebnis von 14,4 Punkten bzw. 48% hatten (Minimum 6 Punkte = 20%, Maximum 25 = 83,3%), die Patienten mit Metastasen (n=8) einen Durchschnitt von 13,6 Punkten bzw. 45,4% (Minimum 1 = 3,3%, Maximum 26 = 86,7%). Diese Unterschiede sind nicht signifikant ($p=0,883$; Test nach Mann-Whitney¹⁰¹) (s. Tab. 7).

	Zusammen Mittelwert	Primärtumore Mittelwert	Metastasen Mittelwert
Schmerz	3,6	4,2	3,2
Funktion	1,5	1,4	1,6
emotionale Akzeptanz	2,8	2,8	2,8
Hilfsmittel	1,9	1,8	1,9
Gehen	2,4	2,2	2,5
Gangbild	1,9	2,0	1,9
Summe	13,9	14,4	13,6
Prozentwert	46,4%	48%	45,3%

Tabelle 7: Funktionelle Ergebnisse der Patienten mit Beckenprothesen⁴⁶

Graphische Darstellung der funktionellen Ergebnisse

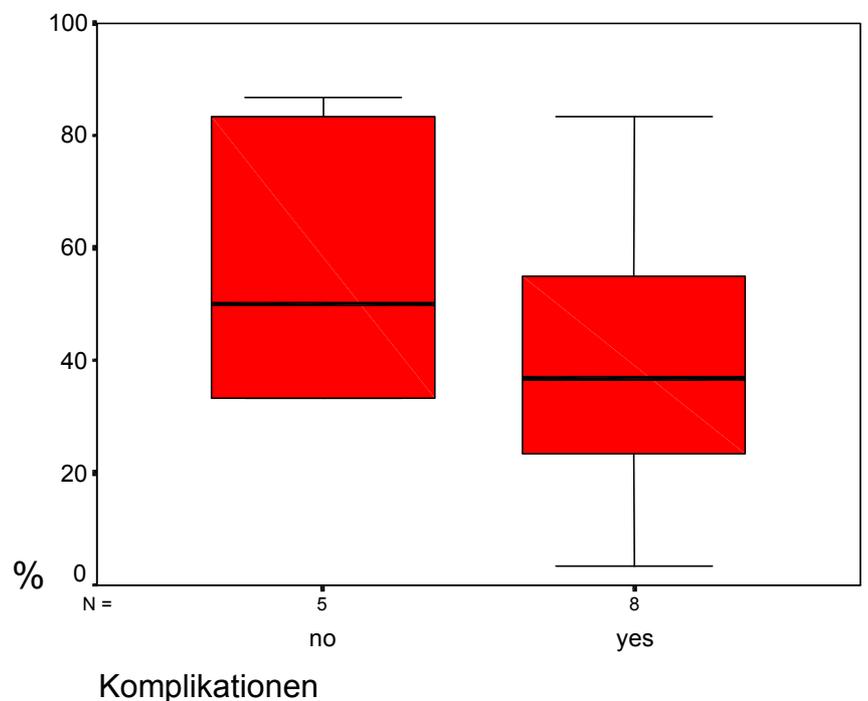


Graph 18: Funktionelle Ergebnisse der Beckenprothesen im Vergleich

Die Patienten, bei denen keine Komplikationen auftraten, hatten bessere funktionelle Ergebnisse (Durchschnitt 57,3%, Median 50%) als die Patienten, bei denen es zu Komplikationen kam (Durchschnitt 39,6%, Median 36,7%). Dieser Unterschied ist zwar nicht signifikant ($p=0,2$), aber eine Tendenz ist feststellbar (Test nach Mann-Whitney¹⁰¹) (s. Graph 19).

Graph 19:

Funktionelle Ergebnisse in Abhängigkeit vom Auftreten von Komplikationen bei Beckenprothesen.



Die Ergebnisse bei den nach dem ursprünglichen System bewerteten Patienten lagen bei 37,5% good (n=9), 50% fair (n=12) und 12,5% poor (n=3). Teilt man diese wiederum auf nach Primärtumoren und Metastasen, so wurden bei den Primärtumoren (n=13) 23,1% good (n=3), 61,5% fair (n=8) und 15,4% poor (n=2) eingestuft.

Die 11 Patienten mit Metastasen kamen auf 54,5% good (n=6), 36,4% fair (n=4) und 9,1% poor (n=1).

3.2.4 Komplikationen

26 Patienten mit Beckenprothesen hatten eine oder mehrere der genannten postoperativen Komplikationen, das sind 60,5 Prozent. Unterteilt in Primärtumoren und Sekundärtumoren, hatten Erstere eine Komplikationsrate von 73,7% (n=14), Letztere eine Komplikationsrate von 50% (n=12) (s. Tab. 8).

	Gesamt	Primärtumore	Metastasen
Prothesenbruch	2 4,7%	1 5,3%	1 4,2%
Luxation	16 37,2%	9 47,4%	7 29,2%
Parese	8 18,6	3 15,8%	5 20,8%
Thrombose	6 14%	5 26,3%	1 4,2%
Infektion	7 16,3%	5 26,3%	2 8,3%

Tabelle 8: Komplikationsraten der Patienten mit Beckenprothesen

Die häufigste Komplikation war auch hier die Luxation (n=16) mit 37,2%. Bei den Patienten mit Primärtumoren waren es 47,4% (n=9), bei den Patienten mit Metastasen 29,2% (n=7).

Zweithäufigste Komplikation mit einem Anteil von 8 (18,6%) war die Parese, die bei Patienten mit Primärtumoren in 15,8% (n=3), bei Patienten mit Metastasen in 20,8% (n=5) der Fälle auftrat. Danach kommen die Infektion in 7 Fällen (16,3%; Primärtumore 5 = 26,3%; Metastasen 2 = 8,3%) und tiefe Bein- bzw. Beckenvenenthrombosen in 6 Fällen (14%; Primärtumore 5 = 26,3%; Metastasen 1 = 4,2%). Am Schluss rangiert der Prothesenbruch mit zwei Fällen (4,7%), jeweils einer in beiden Kollektiven (P: 5,3% M: 4,2%). Prothesenlockerungen kamen nicht vor (s. Tabelle 8).

3.2.5 Lokalrezidive

Bei 12 Patienten mit malignen Tumoren des Beckens trat ein Lokalrezidiv auf, das entspricht 27,9%. 8 davon waren Patienten mit einem Primärtumor (Lokalrezidivrate 42,1%), 4 mit einer Knochenmetastase (Lokalrezidivrate 16,7%).

4 Diskussion

Das Ziel dieser Studie ist es, das funktionelle Ergebnis, die Komplikationen, das Überleben der Patienten und vor allem ihre emotionale Akzeptanz nach der Rekonstruktion mit Beckenteil- und Hüftprothesen zu evaluieren.

Wenn man sich die Altersverteilung beider Patientenkollektive ansieht, so stellt man fest, dass sich diese sehr ähnelt. Bei beiden treten die meisten malignen Tumoren im Alter zwischen 50 und 70 auf. Ebenfalls bei beiden Kollektiven ist ein zweiter Peak im Alter von 30 Jahren festzustellen; die Beckentumore zeigen einen zusätzlichen Ausschlag im 2. Lebensjahrzehnt.

Die Patienten mit Knochenmetastasen sind im Durchschnitt signifikant älter als die Patienten mit primären Knochentumoren.

4.1 Die Rekonstruktion des Beckens

4.1.1 Überleben

Die mittlere Überlebenszeit für unsere Patienten mit malignen Tumoren des Beckens war 51,6 Monate (4,3 Jahre), rangierend von 1,8 bis 167 Monaten bzw. 13,9 Jahren. Die Patienten nach Resektion eines Primärtumors überlebten im Durchschnitt 71,5 Monate (4,2 bis 167 Monate bzw. 13,9 Jahre), wobei die Patienten mit Metastasen im Durchschnitt noch 27,8 Monate (1,8 bis 78,1 bzw. 6,5 Jahre) nach der Operation lebten. Diese Unterschiede sind nicht signifikant ($p = 0,0855$).

Diese Überlebensraten sind in etwa vergleichbar mit Ergebnissen von Bruns et al. Die mittlere Überlebenszeit ihrer Patienten war 5,1 Jahre (2 Wochen bis 13,5 Jahre) für alle Patienten. Bei den Metastasen rangierte sie von 2 Wochen bis 5 Jahre, bei den Primärtumoren von 12 Monaten bis 5 Jahre¹⁸.

Marco et al. führten bei 54 Patienten mit Metastasen des Azetabulums eine Rekonstruktion desselben kombiniert mit einem zementierten Totalhüftersatz durch (Protrusionspfanne (n=3), modifizierte Harrington Rekonstruktion mit

Protrusionspfanne und langen retrograden Schrauben (n=15), modifizierte Harrington Rekonstruktion mit Protrusionspfanne und antegraden Pins oder kanülierten Schrauben (n=36)). Die häufigsten Primärtumoren waren das Mammakarzinom (18 Patienten), das Nieren- und das Prostatakarzinom (bei jeweils 7 Patienten) – auf diese drei waren auch die häufigsten Metastasen bei unseren Patienten zurückzuführen - und das multiple Myelom (bei 5 Patienten). Bei 54 Patienten wurde eine zementierte Totalhüftprothese eingebaut, einer bekam einen endoprothetischen Ersatz einer Beckenhälfte. Sie fanden eine mittlere Überlebenszeit aller ihrer Patienten von 18 Monaten, was 10 Monate unter der unserer Patienten mit Sekundärtumoren liegt.

80% ihrer Patienten starben während des gesamten follow-up. 23 Patienten aus dieser Gruppe überlebten mehr als 12 Monate nach der Operation. Nur 7 Patienten überlebten mehr als 2 Jahre¹⁰².

Bei unseren Patienten waren nach einem Jahr noch 66,2% am Leben (P: 66,9% M: 65,6%), nach 2 Jahren noch 60,7% (P: 55,7% M: 65,6%), nach 5 Jahren waren es noch 24,3% (P: 39% M: 6,6%), nach 10 Jahren lebten von allen Patienten noch 21,2%, von den Patienten mit Primärtumoren noch 39%. Die Patienten mit Metastasen waren nach 78,1 Monaten alle verstorben. Beim letzten follow-up lebten noch 13 Patienten (7 mit Z.n. Primärtumor, 6 mit Z.n. Metastase).

Harrington berichtete von einer Überlebensrate von 52% 2 Jahre nach der Operation⁶⁷, während z.B. Marco et al. von einer Überlebensrate von nur 13% sprechen¹⁰². Dies ist nach Marco's Meinung wohl auf das unterschiedliche Patientenkollektiv oder/und die unterschiedliche Indikationsstellung für eine OP zurückzuführen¹⁰². So orientierten sich Harrington et al. bei der Indikationsstellung an der An- bzw. Abwesenheit von Metastasen und der Lebenserwartung, wohingegen Marco et al. eine Operation vom Ausmaß der Infiltration des Azetabulums und der Schmerzen beim Gehen abhängig machten^{67,102}.

Die Resektionsgrenzen haben einen entscheidenden Einfluss auf das Überleben der Patienten. Patienten, bei denen der Tumor mit intraläsionalen Resektionsgrenzen entfernt wurde, hatten in unserer Studie eine 5-Jahres-Überlebensrate von nur 7,9%, wohingegen von den Patienten mit marginal resezierten Malignomen nach 5 Jahren noch 25% und von den Patienten mit weiten Resektionsgrenzen noch 50,9% lebten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Wirbel et al. (innere Hemipelvektomie und endoprothetische Rekonstruktion (n=38), Hemipelvektomie (n=24), Kontinuitätsresektion (n=33) (Rekonstruktion mit Autograft/Allograft und Platte (n=7), Fixation mit Knochenzement und Platte (n=2), Platte (n=2), Autograft und Platte (n=2), Fixation mit Knochenzement, Allograft und Platte (n=5))). Alle ihre Patienten, deren Resektionsgrenzen intraläsional verliefen, waren nach 5 Jahren bereits tot. Bei den Patienten mit weiten Resektionsgrenzen war die 5-Jahres-Überlebensrate 76%, bei den Patienten mit marginalen Resektionsgrenzen 46%. Die Art der Operation hatte keinen Einfluss auf das onkologische Outcome, wohl aber das Tumorstage und die Resektionsgrenzen¹⁵¹.

Das Überleben ist in hohem Grade vom Tumorstadium abhängig. Da sich in unserem Kollektiv der Patienten mit malignen Tumoren des Beckens nur ein niedrig-maligner Tumor befindet, macht ein Vergleich mit den hoch-malignen Tumoren keinen Sinn. Andere Autoren fanden, dass low-grade Tumoren die beste Prognose haben^{151,87,117,130,1,131,24,108}. Patienten mit niedrig-malignen Tumoren hatten ein 5-Jahres-Überleben von 86%, während von den Patienten mit hoch-malignen Tumoren nur 42% 5 Jahre überlebten¹⁵¹.

Diese Überlebensraten sind nicht schlechter als nach externer Hemipelvektomie. Ham et al. stellten in ihrer Studie einen Vergleich zwischen externer und interner Hemipelvektomie an und kamen zu dem Ergebnis, dass die Überlebensraten nach innerer Hemipelvektomie signifikant besser waren als die nach externer Hemipelvektomie⁶⁶. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Huth et al.⁷⁵.

4.1.2 Funktionelle Ergebnisse

Bei den nach dem alten System ausgewerteten Patienten hatten bezüglich der emotionalen Akzeptanz von 24 Patienten 17 exzellente und gute Ergebnisse (71%), 7, also die restlichen 29%, waren fair. Bei den nach dem neuen Evaluationssystem bewerteten Patienten lag der Durchschnitt bei der emotionalen Akzeptanz bei 2,8 Punkten. Der Wert 3 bedeutet satisfied, also zufrieden. 69% hatten einen Punktwert von 3 und mehr Punkten. Man kann also sagen, dass sowohl nach dem alten als auch nach dem neuen Evaluationssystem der Durchschnitt unserer Patienten mit dem Ergebnis zufrieden war.

Ein weiteres wichtiges Kriterium bei der Evaluation ist der Schmerz. Hier hatten unsere Patienten in 92% exzellente und gute Ergebnisse. Der durchschnittliche Punktwert lag bei 3,6. 62% hatten den maximalen Punktwert von 5, also keinen Schmerz ohne Schmerzmedikation.

Aus dem Gesagten kann man schließen, dass die Versorgung von Tumorpatienten mit Endoprothesen im Bereich des Becken durchaus zufriedenstellende Ergebnisse bringt. Auch andere Autoren kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Bruns et al. hatten bei 6 evaluierten Patienten ein durchschnittliches Ergebnis von 17,6 Punkten¹⁸. Bei Marco et al. gaben 76% der Patienten nach einem halben Jahr weniger Schmerzen an als präoperativ, nach einem Jahr noch 67%¹⁰². Dieser postoperative Schmerzzustand korreliert in etwa mit dem, den auch andere Autoren fanden^{141,143,67}. Bei Abudu et al. war der durchschnittliche Enneking-Score 70%². Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Wirbel et al. mit 62%¹⁵².

4.1.3 Komplikationen

Unsere Komplikationsrate bei den Beckenpatienten ist mit 60,5% hoch, wobei diese bei den Primärtumoren mit 73,7% noch höher liegt als bei den Metastasen. Hier beträgt sie 50%.

Wie läßt es sich erklären, dass die Patienten, welche an einem Primärtumor leiden, eine höhere Komplikationsrate haben als Patienten mit einem metastatischen Beckentumor? Möglicherweise spielt hier die 2,5-fach höhere mittlere Überlebenszeit der Patienten mit Primärtumoren die ausschlaggebende Rolle. Je länger die Patienten leben, desto mehr Zeit bleibt für die Entwicklung von Komplikationen. Ein weiterer Grund könnte darin zu suchen sein, dass bei der Resektion erst in zweiter Linie auf die zu erwartende Funktion Rücksicht genommen wird.

Vergleicht man unsere Komplikationsraten mit denen anderer Autoren, so sehen wir, dass z.B. auch bei Abudu et al., die bei 35 Patienten mit Tumoren der periacetabulären Region eine Rekonstruktion mit Prothesen durchführten, mit 60% eine sehr hohe Komplikationsrate besteht². Diese ist praktisch identisch mit unserer Komplikationsrate von 60,5%. Ein Unterschied zu unseren Ergebnissen ist, dass bei ihnen mit 26% die häufigste Komplikation die tiefe Infektion ist, welche bei uns 16,3%

beträgt, gefolgt von der Luxation in 17%, die bei unseren Patienten mit 37,2% die häufigste Komplikation darstellt.

Bei einem von Abudu's et al. Patienten trat eine Thrombose der Arteria femoralis auf. Eine Lockerung der Prothese trat bei 2 Patienten (5,7%) auf². Bei uns gab es keine Prothesenlockerungen.

Bruns et al. geben bei ihren 15 Patienten (11 Primärtumore und 4 Knochenmetastasen), bei denen sie eine innere Hemipelvektomie und einen endoprothetischen Beckenersatz durchführten, an postoperativen Komplikationen in jeweils 13,4 Prozent neurologische Defizite des Nervus ischiadicus und femoralis und die postoperative Infektion an¹⁸. Unsere neurologischen Komplikationen liegen mit 18,6% etwas höher. Wenn man nur unsere Primärtumoren nimmt (15,8% neurologische Komplikationen), ist sie ähnlich. Auch unsere Infektionsrate liegt etwas höher. Bei einem von Bruns' et al. Patienten brach der Fixationsarm der Prothese dreimal. Wertet man jeden Bruch einzeln, so ist dies eine Rate von 20%; wertet man die Brüche nur einmal, ergeben sich 6,7%¹⁸. Unser Aufkommen von Prothesenbrüchen liegt mit 4,7% darunter.

Marco et al. geben in 22% der Fälle frühe Komplikationen an, darunter die tiefe Beinvenenthrombose in 5 Fällen und oberflächliche Wundheilungsstörungen in 3 Fällen; in einem Fall kam es zur Hüftsubluxation. Infektion trat keine auf.

An späten Komplikationen geben sie in 5 Fällen ein Versagen der Fixation an¹⁰².

Wirbel et al.¹⁵² behandelten 39 Patienten mit einer Implantation von Megaprothesen nach Resektion von malignen Knochen- und Weichteiltumoren des Beckens. Knochenmetastasen schlossen sie aus ihrer Studie aus.

Die häufigsten und wichtigsten Komplikationen waren 10 Infektionen, das entspricht 25,6% und ist mit unserer Infektionsrate, die bei unseren Patienten mit Primärtumoren 26,3% beträgt, fast identisch. Mit 6 Luxationen (15,4%) liegt ihre Rate deutlich unter der unseren (47,4%). Dagegen hatten sie 6 Prothesenlockerungen, welche bei uns, wie gesagt, nicht vorkam.

Zwei Jahre später berichten Wirbel et al. über ihre Studie an 93 Patienten mit primär malignen Knochen- und Weichteiltumoren des Beckens. Darunter waren 38 Patienten, die mit einem endoprothetischen Ersatz nach innerer Hemipelvektomie versorgt wurden. Dies wurde getan, wenn der Tumor das Acetabulum und das Os ilium oder Os pubis infiltrierte. Bei 24 Patienten führten sie eine Hemipelvektomie durch, und zwar dann, wenn der Tumor die A. und V. iliaca oder den N. ischiadicus

infiltrierte oder wenn eine große Resektion von Muskulatur ein Bein mit schlechter Funktion zurückgelassen hätte. Bei 33 Patienten wurde der Tumor in Kontinuität reseziert mit oder ohne Wiederherstellung des Beckenrings mit Auto- oder Allografts. Das mittlere follow-up war 48 Monate (8-222). Dabei hatten sie bei innerer Hemipelvektomie in 60% der Fälle Komplikationen. Dabei waren 6 Luxationen (15,7%), 1 Lockerung (2,6%), 5 Nervenverletzungen (13,2%), 8 späte Prothesenlockerungen (21%) und 10 Infektionen (26,3%), wobei sie hier auch Wundheilungsstörungen und Hämatome mitzählten¹⁵¹.

Müller et al. behandelten 9 Patienten mit interner Hemipelvektomie und custom-made Megaprothesen. Sie berichten, dass bei 8 von ihren 9 Patienten eine oder mehrere schwerwiegende Komplikationen auftraten, was einer Komplikationsrate von 88,9% entspricht. Unter diesen Komplikationen waren 2 Thrombosen, 2 Paresen, 1 Luxation, 3 Prothesenlockerungen und 5 Infektionen¹⁰⁶.

In unserem Patientengut gab es mit 27,9% eine recht hohe Rate an Lokalrezidiven. Verantwortlich dafür sind die Primärtumoren, da hier bei 42,1% ein Lokalrezidiv auftrat. Die Patienten mit Metastasen zeigten dagegen eine Lokalrezidivrate von nur 16,7%. 63,1% der primären Beckentumore wurden bei uns mit intraläsionalen (26,3%) und marginalen (36,8%) Resektionsgrenzen entfernt. Bei den Metastasen waren es jedoch sogar 70,8% Tumore, die intraläsional bzw. marginal entfernt wurden.

Worin liegt der Grund für die höhere Inzidenz an Lokalrezidiven bei den Patienten mit Primärtumoren? Wahrscheinlich darin, dass die Patienten, die an einem Primärtumor litten, länger leben als die Patienten mit metastatischen Malignomen des Beckens und somit mehr Zeit für die Entwicklung von Lokalrezidiven bleibt. Die ausschlaggebende Rolle für das Auftreten von Lokalrezidiven spielen die Resektionsgrenzen. Während es bei unseren Patienten mit intraläsionalen Resektionsgrenzen in 53,3% der Fälle zu einem Lokalrezidiv kam, reduziert sich dieser Anteil bei den marginalen Resektionsgrenzen auf 20% und bei den weiten Resektionsgrenzen sogar auf 7,7%. Wirbel et al. bestätigen dies. Auch sie sprechen von einer Abhängigkeit der Lokalrezidivrate von den Resektionsgrenzen. Bei insgesamt 17 (18,3%) ihrer Patienten traten Lokalrezidive auf, und zwar in 28,5% bei Patienten mit marginalen Resektionsgrenzen, dagegen nur in 9,3% bei Patienten mit weiten Resektionsgrenzen¹⁵¹.

Bruns et al. hatten bei einem ihrer Patienten mit Primärtumoren (11%) ein Lokalrezidiv¹⁸.

Abudu et al. und Wirbel et al. hatten eine Lokalrezidivrate von jeweils 23%^{2,152}.

4.1.4 Schlussfolgerung

Wir haben gesehen, dass sowohl die Rekonstruktion des Beckens mit Endoprothesen, als auch die Verwendung von Allografts hohe Komplikationsraten bergen. Bei den Allografts ist die wichtigste Komplikation die Infektion, bei den Prothesen sind v.a. Materialkomplikationen, also die Luxation, die Lockerung und der Prothesenbruch, die häufigsten Probleme. Die funktionellen Ergebnisse sind, wie schon gesagt, durchaus vergleichbar. So auch die Überlebensraten. Wirbel et al. haben herausgefunden, dass kein signifikanter Einfluss der gewählten Prozedur auf das Gesamtüberleben besteht¹⁵¹.

Die Meinungen darüber, welche der Methoden zu favorisieren ist, gehen natürlich auseinander.

"Internal hemipelvectomy and endoprosthetic reconstruction enable reconstruction of the pelvis with an estimated better functional result than the alternative techniques"¹⁸.

Bruns et al. sehen die Rekonstruktion des Beckens mit Endoprothesen als Therapie der Wahl bei Resektion von Beckentumoren, die das Azetabulum und/oder das Os ilium mit betreffen. In diesen Fällen sind eine iliofemorale Arthrodesse oder Pseudarthrose nicht möglich. Sollte die Verwendung von Prothesen misslingen, so seien immer noch andere extremitätenerhaltende Maßnahmen, wie die Transplantation eines Allo- oder Autografts möglich, bevor eine externe Hemipelvektomie notwendig wird¹⁸.

Während z.B. Dahmen et al. der Meinung sind, dass die endoprothetische Rekonstruktion des Beckens lediglich bei Patienten mit Primärtumoren mit einem geringen Risiko von Metastasen indiziert ist³⁴, ist unser Knochtumorzentrum davon überzeugt, dass sie durchaus auch bei Patienten mit Knochenmetastasen wegen der kurzen Rehabilitationsphase geeignet ist.

Auch Marco et al. sind dieser Meinung, wenn sie sagen, dass bei weit fortgeschrittener und stark beeinträchtigender Erkrankung eine Operation eine bessere Lebensqualität für die den Patienten verbleibende Zeit ermöglicht¹⁰². Wie

wir, so finden auch sie, dass wegen der kurzen Lebenserwartung dann auch eine intraläsionale Resektion gerechtfertigt ist. Zuvor allerdings, so meinen Marco et al., sollte bei Metastasen des Azetabulums zuallererst eine kontrollierte Gewichtsbelastung und Analgesie erfolgen und Strahlen-, Chemo-, Immuno- und Hormontherapie ausgeschöpft werden. Erst wenn Schmerzen und Instabilität mit diesen Methoden nicht mehr zu beherrschen sind, sei eine Operation indiziert¹⁰².

Müller et al. wiederum kommen zu dem Schluss, dass eine Rekonstruktion des Beckens mit einer Megaprothese lediglich bei Patienten mit Primärtumoren und einem geringen Risiko von Metastasen und einer hohen Lebenserwartung als kurative Therapiemaßnahme indiziert sein kann.

Wenn keine komplette Entfernung des Os iliums notwendig ist, um weite Resektionsgrenzen zu erreichen, empfehlen sie eine Prozedur mit weniger Komplikationen, wie die Arthrodesese.

Bei Patienten mit kurzer Lebenserwartung und unkontrollierbaren Schmerzen empfehlen sie eine externe Hemipelvektomie¹⁰⁶.

Auch Hoffmann et al. berichten über eher mäßige funktionelle Ergebnisse nach Implantation von Beckenprothesen (39,6% nach MSTs)⁷².

Allografts werden als brauchbare Alternative genannt^{155,11}. Bell et al. sehen sie in dieser Rolle bei sorgfältig ausgewählten Patienten mit Knochentumoren, die das Azetabulum mit betreffen, bei Patienten mit high-grade Tumoren warnen sie vor einem sehr hohen Risiko des Lokalrezidivs und der Infektion. Die Hälfte der Patienten in ihrer Studie starb entweder, oder die Rekonstruktion scheiterte¹¹. Ozaki et al.¹¹⁷ finden sogar, dass die Rekonstruktion des Beckens, v.a. des Azetabulums, mit Allotransplantaten eine "unakzeptable Komplikationsrate" hat, während sie Langlais et al. für eine lohnende, aber herausfordernde Methode halten, welche allerdings physisch aktiven Patienten in gutem Allgemeinzustand vorbehalten sein sollte⁹¹. Ein Vorteil bei der Rekonstruktion des Beckens mit Allografts, wie auch der Hüfte, wie wir sehen werden, dürfte die bessere Möglichkeit der Refixierung der Weichteile und deshalb die geringere Luxationsgefahr sein.

Die Rekonstruktion des Beckens mit Prothesen ist eine herausfordernde Therapiemaßnahme zum Erhalt einer funktionstüchtigen Extremität. Ihre funktionellen und onkologischen Ergebnisse rechtfertigen sie trotz der hohen Rate an Komplikationen. Abgesehen davon, dass durch sie dem Patienten die mit enormer

psychischer Belastung verbundene Alternative der externen Hemipelvektomie erspart werden kann, spricht die emotionale Akzeptanz in unserem Patientengut für diese Methode. Gerade bei Knochenmetastasen ist es wichtig, den Patienten möglichst bald wieder auf die Beine zu stellen und ihm für die ihm noch verbleibende Zeit eine möglichst gute Lebensqualität zu ermöglichen.

Aufgrund der Tatsache, dass bei Patienten mit Knochenmetastasen ein kurativer Therapieansatz meist nicht mehr möglich ist, kann die Resektion des Tumors auch intraläsional erfolgen, wenn adjuvante Maßnahmen zur Verfügung stehen, d.h. es muss weniger gesundes Gewebe reseziert werden. Wegen der kürzeren Lebenserwartung treten außerdem Materialkomplikationen in den Hintergrund.

Bei Patienten mit primären Knochentumoren sollte das oberste Ziel die Heilung sein. Ist dies mit gleicher Sicherheit durch die innere Hemipelvektomie erreichbar, so sind rekonstruktive Methoden gerechtfertigt. Ich möchte sogar noch weiter gehen und sagen, dass sie dies auch sind, wenn der Patient aus Gründen, die man verstehen kann, eine externe Hemipelvektomie ablehnt.

Allografts können, so haben wir gesehen, zu sehr guten funktionellen Ergebnissen führen und sind deshalb eine gute Alternative zu Prothesen. Bei jungen, aktiven Patienten mit langer Lebenserwartung haben sie wahrscheinlich sogar gewisse funktionelle Vorteile. Jedoch haben sie diese hohen Infektionsraten.

Auch die Transplantation von körpereigenem Knochen erzielt gute Ergebnisse.

Voraussetzung für extremitätenerhaltende Chirurgie sind eine ausreichende Blutversorgung, der Erhalt wichtiger nervaler Strukturen, eine gute Muskelfunktion und gute Weichteilverhältnisse.

4.2 Die Rekonstruktion der Hüfte

4.2.1 Überleben

Die mittlere Überlebenszeit nach Kaplan-Meier war bei unseren Patienten 103,6 Monate (8,6 Jahre) (Median 81,2 Monate), wobei die Patienten mit Primärtumoren mit durchschnittlich 144,8 Monaten (12 Jahre) viermal solange überlebten wie die Patienten mit Metastasen. Diese lebten im Durchschnitt noch 34,9 Monate (2,9 Jahre) (Median 25,2 Monate). Der Unterschied im Überleben zwischen den Patienten mit Primär- und Sekundärtumoren ist signifikant ($p=0,0011$).

Anders ausgedrückt, lebten vom gesamten Patientenkollektiv nach 5 Jahren noch 24,3% (Primärtumore 84,4%; Metastasen 17%), nach 10 Jahren waren es noch 21,2% (Primärtumore 72,4%). Von den Patienten mit Metastasen waren beim letzten follow-up noch 26,7% am Leben, von den Patienten mit Primärtumoren noch 80%.

Diese Überlebenszeiträume korrelieren in etwa mit denen, die andere Autoren fanden. Bei Kabukcuoglu et al., die 54 Patienten mit einem Primärtumor des proximalen Femur mit Endoprothesen versorgten, waren nach 10 Jahren noch 65% der Patienten am Leben, nach 20 Jahren waren es noch 48%⁸³.

Anract et al. fanden bei ihren 20 Patienten, die sie mit einer Megaprothese versorgten, eine 5-Jahres-Überlebensrate von 73%. Nach 10 Jahren waren alle Patienten verstorben⁵.

Rompe et al. behandelten 25 Patienten mit Metastasen des proximalen Femurs mit der Implantation von Megaprothesen. Ihre Patienten hatten ein sehr kurzes postoperatives Überleben von durchschnittlich 14,7 Monaten¹²⁴.

Auch hier haben wir signifikante Unterschiede in den Überlebenszeiträumen in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen feststellen können ($p=0,0014$). Am frühesten starben die Patienten, bei denen der Tumor intraläsional reseziert wurde. Die Patienten, bei denen der Tumor mit marginalen Resektionsgrenzen entfernt wurde, lebten länger. Am längsten lebten die Patienten mit weiten Resektionsgrenzen. Bei ihnen waren nach 5 Jahren noch 66,3% am Leben.

4.2.2 Funktionelle Ergebnisse

Der Ersatz der Hüfte und des proximalen Femurs mit Prothesen nach Resektion von malignen Knochentumoren zeigt gute funktionelle Ergebnisse. In unserer Studie war das durchschnittliche Ergebnis nach dem Evaluationssystem nach Enneking 65,3%. Betrachtet man die emotionale Akzeptanz, so haben wir dort ein durchschnittliches Ergebnis von 3,1. Nach dem Evaluationsbogen nach Enneking WF⁴⁶ bedeutet der Punktwert 3 satisfied (zufrieden). 81% unserer Patienten haben in dieser Kategorie einen Punktwert von 3 und mehr. Der Großteil unserer Patienten ist also mit dem Ergebnis zufrieden. Ein unter den sechs Punkten sehr ausschlaggebender Faktor ist sicherlich der Schmerz. Kein Patient, der starke Schmerzen hat, kann mit dem Ergebnis zufrieden sein. Unser durchschnittlicher Wert liegt hier bei 4,1, also zwischen „kein Schmerz“ und „modest“ (bescheiden, nicht behindernd). 90% unserer Patienten haben hier einen Punktwert von 3 und mehr. 52% gaben an, überhaupt keine Schmerzen zu verspüren.

Auch Malawer et al. konnten eine hohe emotionale Akzeptanz bei ihren Patienten feststellen⁹⁵.

Donati et al. geben bei 68% ihrer Patienten exzellente und gute funktionelle Ergebnisse an, bei 32% war das funktionelle Ergebnis fair und poor. 60% der Patienten gaben Schmerzen an, bei 48% war dieser mild und erforderte keine Schmerzmedikation. Nur zwei (8%) Patienten konnten normal gehen, 8 (32%) brauchten einen, ein Patient (4%) brauchte zwei Gehstöcke³⁹. Der mittlere Punktwert unter Hilfsmittel lag bei unseren Patienten bei 3,6, d.h., dass auch hier etwas weniger als die Hälfte der Patienten einen Stock verwenden.

Kabukcuoglu et al. untersuchten 54 Patienten mit endoprothetischer Rekonstruktion des proximalen Femurs nach Resektion von primär malignen Knochentumoren. Sie berichten über ein sehr gutes Ergebnis der 35 überlebenden Patienten von durchschnittlich 25 Punkten (83%)⁸³.

Gerrand et al. fanden mit 66% ein unserem sehr ähnliches funktionelles Ergebnis. Bei der emotionalen Akzeptanz hatten sie mit 4,4 den höchsten mittleren Punktwert, den niedrigsten beim Gangbild mit 2,1⁵⁸.

Auch Morris et al. berichten über gute funktionelle Ergebnisse. Ihre klinischen Resultate waren in 27% excellent, in 56% good, in 14% fair und in 3% poor¹⁰⁵.

Rompe et al. geben bei 68% ihrer mit Endoprothesen versorgten Patienten exzellente und gute funktionelle Ergebnisse an¹²⁴.

Zehr et al. hatten bei ihren Patienten mit Prothesen sogar ein durchschnittliches funktionelles Ergebnis von 80%¹⁵⁶.

Auch Oglivie et al. berichten über gute funktionelle Ergebnisse nach prothetischem Ersatz des proximalen Femurs¹¹⁴.

4.2.3 Komplikationen

Insgesamt kam es bei 37,1% unserer Patienten zu postoperativen Komplikationen. Gerrand et al. geben in ihrem Artikel eine mit 56% sehr hohe Rate von bedeutenden postoperativen Komplikationen an. Sie ersetzten jedoch bei ihren Patienten nicht nur den proximalen Anteil des Femurs, sondern den gesamten Knochen. In 16% kam es zur Luxation der proximalen Komponente⁵⁸.

Auch Zehr et al. hatten in ihrer Studie eine hohe Komplikationsrate von 47%¹⁵⁶.

Die häufigste Komplikation in unserem Patientenkollektiv war die Hüftkopfluxation, die in 17,1% der Fälle vorkam.

Andere Autoren bestätigen, dass nach endoprothetischer Rekonstruktion der Hüfte bei malignen Knochentumoren die Luxation die häufigste Komplikation darstellt^{82,144,13,20,74,140}. Kabukcuoglu et al. hatten bei 6 (11,1%) ihrer Patienten eine Luxation⁸³. Auch bei Zehr et al. war die Luxation mit 17,6% die häufigste Komplikation¹⁵⁶ und entspricht damit fast genau unserem Ergebnis.

Um nach Resektion und endoprothetischem Ersatz des proximalen bzw. ganzen Femurs ein gutes funktionelles Ergebnis zu erhalten, ist die Rekonstruktion der Hüftstabilität durch eine suffiziente Refixation der Muskulatur, und zwar in erster Linie der Abduktoren, das Wichtigste.

Die Aufrechterhaltung des Abduktormechanismus

Laut Plötz et al. ergibt sich die beste Funktion der Abduktoren bei Fixation der Muskulatur mit erhaltener Trochanterknochenschuppe durch Schrauben oder Hakenplatte an der Prothese⁷¹.

Obwohl es häufig zu einem Ausreißen der Trochanterschuppe kommt, zeigte diese Gruppe eine bessere Muskelkraft als die mit Nahtfixation der Abduktoren an das Implantat.

Gründe hierfür seien vermutlich die bessere Primärfestigkeit durch die Fixation mit einer Knochenschuppe, die Ausbildung einer sekundären Narbenplatte und der geringere Verlust an Muskelsubstanz bei Erhalt der Muskelansätze an der Trochanterschuppe.

Verschiedene andere Autoren bestätigen dies. Giurea et al. empfehlen ebenfalls eine direkte Fixation des M. gluteus medius zusammen mit einem Knochensegment an die Prothese für eine höhere Abduktorkraft⁵⁹.

"Weichteile oder Sehnen an eine Metallprothese zu nähen, kann nicht zu einer biologischen, auf Dauer stabilen Situation führen".⁸⁶

Gottsauner et al. versuchten, ein custom-made Sehnenankersystem zu entwickeln⁶⁰. Für die Wiederbefestigung der Glutealmuskulatur gibt es noch keine optimale Lösung⁶⁰.

Dies bestätigen auch Bickels et al., die 57 Patienten mit Resektion des proximalen oder ganzen Femurs und anschließender endoprothetischer Rekonstruktion behandelten. Sie beschreiben als wichtigste Maßnahme für das Erreichen einer Gelenkstabilität die Erhaltung des Acetabulums, der Gelenkkapsel und des Abduktormechanismus¹³. Die Funktion und die Stabilität sind signifikant besser und der Gebrauch von Gehhilfen seltener, wenn die Abduktoren rekonstruiert werden¹¹⁴.

Hüftluxationen passieren häufiger nach Resektion des proximalen Femur als nach totaler Hüftarthroplastie, bei der der Abduktormechanismus unangetastet bleibt^{13,74}.

Außerdem könne die Prothesenstabilität verbessert werden, wenn die Abduktoren von proximal-lateral und der Psoasmuskel von medial ziehen, weshalb auch ein Teil dieses Muskels erhalten werden sollte. Mit diesen Maßnahmen - also Erhalt des Acetabulums, Erhalt bzw. Rekonstruktion der Gelenkkapsel und anatomische Rekonstruktion des Abduktormechanismus - hatten Bickels et al. eine Luxationsrate von 1,7%. Onkologische Kriterien dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden. Die Lokalrezidivrate war 8,7%¹³.

In einer Studie von Kawai et al. wurden die Gangcharakteristika von 13 Patienten mit endoprothetischer Rekonstruktion des proximalen Femurs nach Resektion von

malignen Knochentumoren untersucht. Die Abduktormuskulatur wurde an die laterale Prothese und an den M. vastus lateralis oder die Fascia lata genäht.

Zusammengefasst fanden sie heraus, dass die Geheffizienz von Patienten mit prothetischer Hüftrekonstruktion signifikant besser ist. Die Patienten gehen weniger asymmetrisch, wenn sie eine Gehstütze verwenden. Außerdem kann dadurch der mechanische Stress auf den Zwischenraum zwischen Prothese und Knochen verringert werden.

Die Kraft der Abduktormuskulatur korrelierte mit dem Energieverbrauch und der Gehsymmetrie. Patienten mit guter Kraft der Abduktoren verbrauchten weniger Energie und gingen weniger asymmetrisch. Kawai et al. vermuten, dass der Verlust an Muskelkraft auf eine insuffiziente Fixierung der Muskulatur an den Femur zurückgeführt werden kann⁸⁶.

Die zweithäufigste Komplikation war in unserem Kollektiv mit 11,4% der Bruch von Prothesenmaterial, gefolgt von neurologischen Komplikationen und der tiefen Beinvenenthrombose in jeweils 5,7% der Fälle. Infektion und Lockerung der Prothese traten mit jeweils 2,8% auf.

Die Angaben über die Häufigkeit von aseptischer Lockerung sind sehr unterschiedlich und reichen von 0%-46%^{140,78,142}.

Morris et al. hatten bei ihren 31 Patienten 2 Pfannenlockerungen, das sind 6,5%¹⁰⁵.

Donati et al. behandelten 25 Patienten mit einem Ersatz des proximalen Femurs mit einer Endoprothese. Sie geben an Komplikationen eine Infektionsrate von 4% und in fünf Fällen (20%) Schraubenbrüche an, einhergehend mit einer Lockerung des Prothesenstiels, der bei insgesamt 6 Patienten (24%) vorkam³⁸.

Bei Bickels et al. traten keine neurologischen oder thromboembolischen Komplikationen auf. Bei 5,2% ihrer Patienten kam es zur aseptischen Lockerung der Prothese¹³. In 3,5% der Fälle kam es zu einer tiefen Infektion, sodass wir nach dem bisher Gesagten feststellen können, dass die tiefe Infektion bei der Rekonstruktion des proximalen Femurs mit Endoprothesen eine eher seltenere Komplikation darstellt, im Besonderen dann, wenn man sie mit der Rekonstruktion des Beckens vergleicht.

Auch Kabukcuoglu et al. und Morris et al. bestätigen mit ihren 1,8% bzw. 3,2% die niedrige Infektionsrate^{83,105}.

Bei Zehr et al. kam es in 6% zu einer tiefen Infektion¹⁵⁶.

Die Angaben über die Häufigkeit des Auftretens von Lokalrezidiven nach endoprothetischer Rekonstruktion des proximalen bzw. ganzen Femurs nach Resektion von malignen Knochentumoren sind sehr unterschiedlich. Bei uns kam es bei nur einem Patienten zu einem Lokalrezidiv, das entspricht einem Prozentwert von 2,8%. Während manche Autoren über ähnlich niedrige Lokalrezidivraten berichten, wie z.B. Gerrand et al. mit einer Rate von 4% oder Morris et al. mit einer Rate von 6,5%^{58,105}, gibt es andere Autoren, die eine viel höhere Lokalrezidivrate angeben. Kabukcuoglu et al. hatten eine Lokalrezidivrate von 28%. Sie führen dies zum einen auf teilweise ungenügende Resektionsgrenzen, die manchmal unvermeidbar seien, zum anderen auf die früher noch sehr ineffektive Chemotherapie zurück. Seit 1986 sei ihre Lokalrezidivrate auf 9,5% gesunken. Dies ist ihrer Meinung nach der zunehmenden Effektivität adjuvanter Chemotherapie zu verdanken⁸³. Auch Malawer et al. berichten über eine hohe Rate an Lokalrezidiven von 43%⁹⁵.

4.2.4 Schlussfolgerung

Aus der Diskussion unserer Ergebnisse und dem Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren lässt sich schlussfolgern, dass die Rekonstruktion der Hüfte durch Endoprothesen nach Resektion maligner Tumoren ein mittlerweile an Tumorzentren etabliertes Verfahren zum Erreichen guter funktioneller Ergebnisse ist. Sie führt meist zu einer guten subjektiven Zufriedenheit und Schmerzarmut bei den Patienten.

Gleichwohl ist es ein Verfahren mit einer hohen Rate an postoperativen Komplikationen. Dies bestätigen die Ergebnisse anderer Autoren (s. Diskussion). Die häufigste Komplikation und damit ein Nachteil der Rekonstruktion mit Prothesen ist die Luxation. Die suffiziente Refixation der Muskulatur, insbesondere der Abduktoren, ist deshalb unabdingbare Voraussetzung, um diese Komplikation und das damit einhergehende schlechte funktionelle Ergebnis zu vermeiden.

Vorteile sind dagegen die Möglichkeit der früheren Teil- bzw. Vollbelastung und die damit kurze Rehabilitationsphase^{53,13,83,156,74}, die technisch einfachere Handhabbarkeit und die niedrige Infektionsrate^{13,38,53,83,105,156}.

Warum sich die Lokalrezidivraten in der Literatur derart unterscheiden, lässt sich nur vermuten. Die Resektionsgrenzen korrelieren mit dem Auftreten an Lokalrezidiven und dem Überleben der Patienten. Deshalb ist das Einhalten weiter

Resektionsgrenzen Voraussetzung zum Erreichen niedriger Raten an Lokalrezidiven. Möglicherweise spielen außerdem die Strenge der Indikationsstellung und die Art der Biopsie, d.h., ob die Narbe der Biopsieentnahme bei der späteren Resektion des Tumor mitentfernt wird oder nicht, und der Einsatz und die Effektivität adjuvanter Chemotherapie entscheidende Rollen.

5 Zusammenfassung

Maligne Knochentumoren sind, verglichen mit anderen Malignomen, seltene Erkrankungen. Umso mehr bedarf ihre Behandlung ein hohes Maß an Erfahrung, technischer Ausstattung und chirurgischem Know-how. Deshalb sollte sie darauf spezialisierten Zentren vorbehalten bleiben. Verbesserte diagnostische Möglichkeiten, v.a. bei der bildgebenden Diagnostik und der Biopsie, ermöglichen eine frühe und exakte Diagnose. Zusammen mit effektiveren adjuvanten Methoden und fortgeschrittenen chirurgischen Möglichkeiten haben die Patienten heute Aussicht auf ein längeres Überleben und einen funktionell zufriedenstellenden Extremitätenerhalt. Hierfür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Darüber, welche die Beste ist, herrscht nach wie vor Uneinigkeit.

Es wurden die Überlebenszeiten (nach Kaplan-Meier⁸⁴), die funktionellen Ergebnisse (nach MSTS) und das Auftreten von Komplikationen ausgewertet und mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen.

Bei den Patienten mit Hüftprothesen konnte ein signifikanter Unterschied im Überleben der Patienten mit Primärtumoren und Metastasen festgestellt werden.

In beiden Kollektiven konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Resektionsgrenzen, sowie dem Tumorstadium und den Überlebenszeiten aufgezeigt werden. Die Überlebenszeiten ähneln denen anderer Autoren.

Die funktionellen Ergebnisse nach Auswertung nach MSTS waren bei den Patienten mit Hüftprothesen deutlich besser als bei den Patienten mit Beckenprothesen. Doch auch bei Letzteren waren die Patienten im Durchschnitt selbst mit dem Ergebnis zufrieden.

In beiden Kollektiven, v.a. aber bei den Patienten mit Beckentumoren, gab es eine hohe Rate an postoperativen Komplikationen. In der Literatur findet man durchgehend hohe Komplikationsraten bei der extremitätenerhaltenden Chirurgie von malignen Tumoren des Beckens und der Hüfte.

Die häufigsten und für die einzelne Rekonstruktionsmethode typischen Komplikationen wurden genannt. Der Wichtigkeit halber soll hier noch einmal die Notwendigkeit der suffizienten Refixation der Muskulatur bei der Rekonstruktion der Hüfte genannt werden.

Zusammenfassend lässt sich in Übereinstimmung mit anderen Autoren feststellen, dass die Rekonstruktion des Beckens und des proximalen Femurs nach Resektion

maligner Knochentumoren eine äußerst invasive, komplikationsträchtige Prozedur darstellt. Dennoch können mit ihr gute funktionelle Ergebnisse erreicht werden, mit denen die Patienten selbst zufrieden sind.

6 Literatur

1. Aboulafia AJ, Buch R, Mathews J, Li W, Malawer MM:
Reconstruction using the saddle prosthesis following excision of primary and metastatic periacetabular tumors.
Clin Orthop 1995;314:203-213
2. Abudu A, Grimer RJ, Cannon SR, Carter SR, Sneath RS:
Reconstruction of the hemipelvis after the excision of malignant tumors.
J Bone Joint Surg (Br) 1997;79-B:773-9
3. Adamietz A, Schneider O, Müller RP:
Results of a Nationwide Survey on Radiotherapy of Bone Metastases in Germany.
Strahlentherapie und Onkologie, 2002;178:531-536
4. Amino R, Kawaguchi N, Matsu S, Moto W, Manabe J, Furuya K, Ysabe S:
Functional evaluation of limb salvage operation for malignant bone and soft tissue tumors using the evaluation system of the Musculoskeletal Society.
In "New Development for Limb Salvage in Musculoskeletal Tumors", Yamamuro T (ed.), Springer-Verlag, Tokyo, 1989,28

5. Anract P, Coste J, Vastel L, Jeanrot C, Mascard E, Tomeno B:
Proximal femoral reconstruction with megaprosthesis versus allograft
prosthesis composite. A comparative study of functional results,
complications and longevity in 41 cases.
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2000 May;86(3):278-88

6. Apffelstaedt JP, Driscoll DL, Spellman JE, Velez AF, Gibbs JF,
Karakousis CP:
Complications and outcome of external hemipelvectomy in the
management of pelvic tumors.
Ann Surg Oncol 1996;3:304-9

7. Assenmacher S, Voggenreiter G, Schutte HJ, Nast-Kolb D:
Maligne Knochentumoren. Epidemiologie, Klassifikation, Diagnostik und
multimodale Therapiekonzepte.
Unfallchirurg 1999 Sep;102(9):716-32

8. AWMF online
Leitlinien in der Radioonkologie
Strahlentherapie von Knochenmetastasen
AWMF-Leitlinien-Register Nr. 052/005
www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II-na/052-005.htm

9. Banks SW, Coleman S:
Hemipelvectomy: surgical techniques.
J Bone Joint Surg 1956; 384:1147-1155

10. Becker W:
Knochtumoren.
In „Orthopädie in Praxis und Klinik“, Witt AN, Rettig KF, Schlegel H
(eds), 2.ed, Thieme, Stuttgart, New York, 1985, Bd. VII/2, 9.5 ff

11. Bell RS, Davis AM, Wunder JS, Buconjic T, McGoveran B, Gross AE:
Allograft reconstruction of the acetabulum after resection of stage-IIB
sarcoma. Intermediate-term results.
J Bone Joint Surg Am 1997 Nov;79(11):1663-74

12. Berrey BH, Lord CF, Gebhardt MC, Mankin HJ:
Fractures of allografts: Frequency, treatment, and end-result.
J Bone Joint Surg 1990;72A:825-833

13. Bickels J, Meller I, Henshaw RM, Malawer MM:
Reconstruction of hip stability after proximal and total femur resections.
Clin Orthop 2000 Jun;375:218-30

14. Bommer KK, Ramzy I, Mody D:
Fine-needle aspiration biopsy in the diagnosis and management of
bone lesions: a study of 450 cases.
Cancer 1997 Jun 25;81(3):148-56

15. Bovill EG Jr, Kungu A, Bencivenga A, Yeshrani MK, Mbindyo BS, Heda
PM:
An epidemiological study of osteogenic sarcoma in Kenya: the
variations in incidence between ethnic groups and geographic regions,
1968-1978.
Int Orthop 1985;9:59-68

16. Bickels J, Meller I, Henshaw RM, Malawer MM:
Reconstruction of hip stability after proximal and total femur resections.
Clin Orthop 2000;375:218-30

17. Bremer M, Rades D, Blach M, Krenkel B, Karstens JH:
Effectiveness of Hypofractionated Radiotherapy in Painful Bone
Metastases: Two Prospective Studies with 1*4 Gy and 4*4 Gy.
Strahlentherapie und Onkologie 1999;175(8):382-386

18. Bruns J, Luessenhop SL, Dahmen G:
Internal hemipelvectomy and endoprosthetic pelvic replacement: long-
term follow-up results.
Arch Orthop Trauma Surg 1997;116(1-2):27-31

19. Burri C, Claes L, Gerngross H Mathys R:
Total internal hemipelvectomy.
Arch Orthop Traumat Surg 1979;94:219-226

20. Campanna R, Ruggieri P, De Cristofaro R:
Complications, Their treatment and Outcome in 257 Cementless
Megaprotheses. In "Complications of Limb Salvage. Prevention,
Management and Outcome", Brown KLB (ed.), Montreal, ISOLS
1991,147-150

21. Campanacci M:
Bone and soft tissue tumors.
Springer, Wien, New York 1999, second edition,16

22. Campanacci M:
Functional Results of Reconstruction for Periacetabular Pelvic Resections Requiring Sacrifice of the Hip Joint.
Opening Remarks in Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology.
Churchill Livingstone, New York, 1987, 103-4

23. Campanacci M, Bacci G, Boriani S, Laus M:
Ewing's sarcoma (a review of 195 cases).
Ital J Orthop Traumatol 1979;5:293-301

24. Campanacci M, Capanna R:
Pelvic resections: The Rizzoli Institute experience.
Orthop Clin North Am 1991;22:65-86

25. Campanacci M, Capanna R: Closing remarks.
In "Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology"
Enneking WF (ed.), New York: Churchill Livingstone, 1987, 187-91

26. Cannon SR, Tillman RM, Griner RJ: Treatment of primary bone tumors of the ilium by local resection and fibular strut graft (non-vascularized) In "Proceedings of the Eighth International Symposium on Limb Salvage", Campanacci M, Capanna R (eds.), May 10-12, 1995, Florence, Italy, 7

27. Capanna R, Ruggeri P, Decristofaro R:
Complications, Their Treatment and Outcome in 257 Cementless
Megaprosthesis.
In "Complications of Limb Salvage. Prevention, Management and
Outcome", Brown KLB (ed), International Symposium on Limb Salvage
Montreal, 1991, 147-150

28. Chandler H, Clark J, Murphy S, McCarthy J, Penenberg B, Danylchuk
K, Roehr B:
Reconstruction of major segmental loss of the proximal femur in
revision total hip arthroplasty.
Clin Orthop 1994;298:67-74

29. Chapman PG, Villar RN:
The bacteriology of bone allografts.
J Bone Joint Surg 1992;74B:398-399

30. Codman EA:
Registry of bone sarcoma.
Surg Gynec Obst 1926;92:381

31. Dahlin DC:
Bone Tumors: General Aspects and Data on 6221 cases.
3rd edition. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1978, 116-22

32. Dahlin DC, Coventry MB:
Osteogenic sarcoma : a study of 600 cases.
J Bone Joint Surg Am 1967;49:101-10

33. Dahlin DC, Unni KK:
Bone tumors: general aspects and data on 8,542 cases.
4th ed. Springfield, IL: Thomas, 1986,227-59

34. Dahmen G, Heise U:
Alloplastischer Beckenteilersatz mit Hüftgelenk und proximalem Femur.
Z Orthop 1985;123:265-72

35. Delling G:
Diagnosis of bone tumors
Verh Dtsch Ges Pathol 1998;82:121-32

36. Dominok, Knoch:
Knochengeschwülste und geschwulstähnliche Knochenerkrankungen.
3. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 1982, „Zum Geleit“

37. Donati D, Capanna R, Caldora P: Internal hemipelvectomy of the acetabular area using different methods of reconstruction.
In "Limb Salvage-Current trends", Tan SK (ed): Proceedings of the Seventh International Symposium on Limb Salvage; August 23-27,1993, Singapore.
Singapore: ISOLS, 1993,185-188

38. Donati D, Giacomini S, Gozzi E; Mercuri M:
Proximal femur reconstruction by an allograft prosthesis composite.
Clin Orthop 2002 Jan;394:192-200

39. Donati D, Zavatta M, Gozzi E, Giacomini S, Campanacci L, Mercuri M:
Modular prosthetic replacement of the proximal femur after resection of
a bone tumor a long-term follow-up.
J Bone Joint Surg 2001 Nov;83(8):1156-60
40. Dorfman HD, Czerniak B:
Bone Cancers.
Cancer 1995 Jan;75(1Suppl):203-10
41. Dunham WK Jr:
Acetabular resection of sarcoma.
In "Limb salvage in musculoskeletal oncology", Enneking WF (ed.),
Churchill Livingstone, New York, 117-135
42. Eggermont AM, Schraffordt Koops, Lienard D, Kroon BB, van Geel AN,
Hoekstra HJ, Lejeune FJ:
Isolated limb perfusion with high-dose tumor necrosis factor alpha in
combination with interferon gamma and melphalan for nonresectable
extremity soft tissue sarcomas: a multicenter trial.
J Clin Oncol 1996;14:2563-5
43. Enneking WF:
Functional evaluation of reconstruction after tumor resection.
In "Proceedings of Second International Workshop in the Design and
Application of Tumor Prosthesis for Bone and Joint Reconstruction",
Kotz R (ed.), Vienna, September 5-8, 1983,5

44. Enneking, WF:
Modification of the system for functional evaluation of surgical management of Musculoskeletal Tumors.
In "Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology", Enneking WF (ed.):
New York, Churchill-Livingstone, 1987,626

45. Enneking WF:
Local resection of malignant lesions of the hip and pelvis.
Clin Orthop 2002 Apr;397:3-11

46. Enneking WF, Dunham WK, Gebhardt MC, Malawer M, Pritchard DJ:
A system for functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system.
Clin Orthop 1993 Jan;286:241-246

47. Enneking WF, Dunham WK:
Resection and reconstruction for primary neoplasms involving the innominate bone.
J Bone Joint Surg 1978;60A: 731

48. Enneking WF, Kagan A:
The implication of "skip" metastases in osteosarcoma.
Clin Orthop 1975;111-33

49. Enneking WF, Menendez LR:
Functional evaluation of various reconstructions after periacetabular resection of iliac lesions.
In "Limb salvage in musculoskeletal oncology", Enneking WF (ed.),
Churchill Livingstone, New York, 1987,117-35

50. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA:
A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma.
Clin Orthop Relat Res. 1980 Nov-Dec;(153):106-20

51. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA:
Current concepts review: The surgical staging of musculoskeletal sarcoma.
J Bone Joint Surg Am. 1980 Sep;62(6):1027-30

52. Erikson U, Hjelmstedt A:
Limb-saving radical resection of chondrosarcoma of the pelvis. Case report.
J Bone Joint Surg 1976;58 A: 568

53. Fox EJ, Hau MA, Gebhardt MC, Hornicek FJ, Tomford WW, Mankin HJ:
Long-term followup of proximal femoral allografts.
Clin Orthop 2002 Apr;(397):106-13

54. Freyschmidt J, Ostertag H, Jundt G:
Knochtumoren. Klinik-Radiologie-Histologie.
2. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1998,1

55. Freyschmidt J, Ostertag H, Jundt G:
Knochtumoren. Klinik-Radiologie-Histologie.
2. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1998,86

56. Fujinami S, Ogihara Y, Shiokawa Y, Sekiguchi S, Okada G:
Autoclaved bone grafting reinforced by fibula strut graft for
reconstruction of periacetabular defects.
In "Limb Salvage: current trends", Tan SK (ed.), Proceedings of the
International Symposium ISOLS, Singapore, 1993:431-3
57. Gebhardt MC, Flugstad DI, Springfield DS, Mankin HJ:
The use of bone allografts for limb salvage in high-grade extremity
sarcoma.
Clin Orthop 1991;270:181-196
58. Gerrand CH, Currie D, Grigoris P, Reid R, Hamblen DL:
Prosthetic reconstruction of the femur for primary bone sarcoma.
Int Orthop 1999;23(5):286-90
59. Giurea A, Paternostro T, Heinz-Peer G, Kaider A, Gottsauner-Wolf F:
Function of reinserted abductor muscles after femoral replacement.
J Bone Joint Surg Br 1998;80-B:284-7
60. Gottsauner-Wolf F, Egger EL, Schultz FM:
Tendon reattachment to metallic prostheses.
In: "Complications of limb salvage, prevention, management and
outcome", Brown KLB, (ed.), International Society of Limb Salvage,
Rennes, France, 1991,417-20

61. Grading R, Hipp E:
A Custom-made adaptable pelvic prosthesis.
In "New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors",
Yamamuro T (ed.), Kyocera orthopaedics symposium.
Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1989, 475
62. Grading R, Rechl H:
Rückzugsmöglichkeiten und Sonderkonstruktionen.
In „Zementlose Hüftgelenksendoprothetik“, Hipp E, Grading R, Rechl
H (Hrsg.), Demeter, Gräfelfing, 1987,88
63. Grading R, Rechl H, Hipp E:
Pelvic osteosarcoma: Resection, reconstruction, local control and
survival statistics.
Clin Orthop 1991;270:149-158
64. Grading R, Rechl H, Ascherl R, Plötz W, Hipp E:
Endoprothetischer Teilersatz des Beckens bei malignen Tumoren.
Orthopäde 1993;22:167-173
65. Guest CB, Bell RS, Davis A, Langer F, Ling H, Gross AE, Czitrom A:
Allograft-implant composite reconstruction following periacetabular
sarcoma resection.
J Arthroplasty 1990;5 (Suppl.):25-34

66. Ham SJ, Schraffordt Koops H, Veth RP, van Horn JR, Eisma WH, Hoekstra HJ:
External and internal hemipelvectomy for sarcomas of the pelvic girdle: consequences of limb-salvage treatment.
Eur J Oncol 1997 Dec;23(6):540-6
67. Harrington KD:
The management of acetabular insufficiency secondary to metastatic malignant disease.
J Bone Joint Surg 1981 April;63-A:653-664;
68. Harrington KD:
The use of hemipelvic allografts or autoclaved grafts for reconstruction after wide resections of malignant tumors of the pelvis.
J bone Joint Surg (Am) 1992;74:331-341
69. Healey J, Lane J, Marcove R, Duane K, Otis S:
Resection and reconstruction of periacetabular malignant and aggressive tumors. In "New Development for Limb Salvage in Musculoskeletal Tumors", Yamamuro T (ed.), Springer-Verlag Tokyo, 1989,443
70. Hiki Y, Mankin HJ:
Radical resection and allograft replacement in the treatment of bone tumors.
J Jpn Orthop Assoc 1980; 54:475-500

71. Hipp E, Plötz W, Burgkart R, Schelter R:
Limb Salvage
Hipp E (ed.), Zuckschwerdt 1998,6
72. Hoffmann C, Gosheger G, Gebert C, Jürgens H, Winkelmann W:
Functional Results and Quality of Life After Treatment of Pelvic
Sarcomas Involving the Acetabulum.
J Bone Joint Surg Am 2006;88:575-582
73. Hornicek FJ, Gebhardt MC, Tomford WW, Sorger JI, Zavatta M,
Menzner JP, Mankin HJ:
Factors affecting nonunion of the allograft-host junction.
Clin Orthop 2001;382:87-98
74. Horowitz SM, Glasser DB, Lane JM, Healey JH:
Prosthetic and extremity survivorship after limb salvage for
osteosarcoma: how long do the reconstructions last.
Clin Orthop 1993;293:280-6
75. Huth JF, Eckardt JJ; Pignatti G, Eilber FR:
Resection of malignant bone tumors of the pelvic girdle without
extremity amputation.
Arch Surg 1988;123:1121-3
76. Huvos A:
The importance of the open surgical biopsy in the diagnosis and
treatment of bone and soft-tissue tumors.
Hematol Oncol Clin North Am 1995 Jun;9(3):541-4

77. Jaffé HL:
Tumors and tumorous conditions of the bones and joints
Lea und Felbiger, Philadelphia 1959
78. Jesus-Garcia R, Korukien M, Ishihar HY, Ponte FM:
Hydroxyapatite Coated Custom Made Prosthesis.
In "Eighth International Symposium on Limb Salvage", Campanacci M,
Capanna R (eds.), Florence, Italy, 1995, 90
79. Jofe MH, Gebhardt MC, Mankin HJ:
The Use of Proximal Femoral Allografts in the Treatment of Bone
Tumors.
In "New Developments for Limb Salvage in Musculoskeletal Tumors",
Yamamuro T (ed.), Kyocera Orthopaedic Symposium.
Tokyo, Springer-Verlag 387-394, 1989
80. Jofe MH, Gebhardt MC, Tomford WW, Mankin HJ:
Reconstruction for defects of the proximal part of the femur using
allograft arthroplasty.
J Bone Joint Surg 1988;70A:507-516
81. Johnson ME, Mankin HJ:
Reconstruction after resections of tumors involving the proximal femur.
Orthop Clin North Am 1991;22:87-103
82. Johnson R, Carlsson A, Kisch K, Moritz U, Zetterström R, Persson BM:
Function following mega total hip arthroplasty compared with total hip
arthroplasty and health matched controls.
Clin Orthop 1985;192:159-167

83. Kabukcuoglu Y, Grimer RJ, Tillman RM, Carter SR:
Endoprosthetic replacement for primary malignant tumors of the proximal femur. Clin Orthop 1999;358:8-14

84. Kaplan E, Meier P:
Nonparametric estimation for incomplete observation.
J Am Stat Assoc 1952;52:457-481

85. Karakousis CP:
The technique of major amputations for malignant tumors.
J Surg Oncol 1983; 23:43-55

86. Kawai A, Backus SI, Otis JC, Inoue H, Healey JH:
Gait characteristics of patients after proximal femoral replacement for malignant bone tumor.
J Bone Joint Surg Br 2000 Jul;82(5): 666-9

87. Kawai A, Huvos A, Meyers PA, Healey JH:
Osteosarcoma of the pelvis: Oncological results of 40 patients.
Clin Orthop Relat Res. 1998;348:196-207

88. Khong KS, Chao EY, Sim FH:
Long Term Performance of Custom Prosthetic Replacement for Neoplastic Disease of the Proximal Femur.
In "New Developments for Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology", Yamamuro T (ed.),
Tokyo, Sringer-Verlag, 1989,403-411

89. Kotz R, Ritschl P, Pongracz N, Zimmermann R:
Hemipelvektomie: Indikation, Operationstechnik und Ergebnisse.
Acta Chir Austriaca 1986;18:108-109
90. Kretzler A, Molls M:
Grundlagen der Radiotherapie und Behandlung ossärer Metastasen -
Grundlagen, Diagnostik und Therapie.
Böttcher HD (ed.), Zuckschwerdt, 1997,70-80
91. Langlais F, Lambotte JC, Thomazeau H:
Long-term results of hemipelvis reconstruction with allografts.
Clin Orthop 2001 Jul;388:178-86
92. Lienard D, Lejeune FJ:
Upper and lower limb disarticulation in soft tissue and bone sarcomas.
World J Surg 1988; 12:340-4
93. Lord FC, Gebhardt MC, Tomford WW, Mankin HJ:
Infection in bone allografts.
J Bone Joint Surg 1988;70A:369-376
94. Mack T:
Connective tissue tumors.
Cancer 1995;75:211-44

95. Malawer MM, Chou LB:
Prosthetic survival and clinical results with use of large-segmental replacements in the treatment of high-grade bone sarcomas.
J Bone Joint Surg 1995;77A:1154-1165

96. Mankin HJ, Lange TA, Spanier SS:
The Classic: The Hazards of Biopsy in Patients with Malignant Primary Bone and Soft-Tissue Tumors.
Clin Orthop Relat Res. 2006 Sep;450:4-10

97. Mankin HJ, Hornicek FJ, Raskin KA:
Infection in Massive Bone Allografts.
Clin Orthop Relat Res. 2005 Mar;432:210-6

98. Mankin HJ, Doppelt SH, Sullivan TR, Tomford WW:
Osteoarticular and intercalary allograft transplantation in the management of malignant tumors of bone.
Cancer 1982;50:613-630,

99. Mankin HJ, Gebhardt MC, Jennings CJ; Springfield DS, Tomford WW:
Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors.
Clin Orthop 1996;324:86-97

100. Mankin HJ, Gebhardt MC, Tomford WW:
The use of frozen cadaveric allografts in the management of patients with bone tumors of the extremities.
Orthop Clin North Am 1987;18:275-289

101. Mann HB, Whitney DR:
On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other.
Annals of Mathematical Statistics 1947;18:50-60

102. Marco RA, Sheth DS, Boland PJ, Wunder JS, Siegel JA, Healey JH:
Functional and oncological outcome of acetabular reconstruction for the treatment of metastatic disease.
J Bone Joint Surg Am 2000 May;82(5):642-51

103. McGoveran B, Davis AM, Gross AE, Bell RS:
Evaluation of the allograft-prosthesis composite technique for proximal femoral reconstructive after resection of a primary bone tumor.
Can J Surg 1999;42:37-45

104. Mnyamneh W, Malanin T, Mnyamneh LG, Robinson D:
Pelvic allograft. A case report with a follow-up evaluation of 5.5 years.
Clin Orthop 1990;255:128-32

105. Morris HG, Capanna R, Del Ben M, Campanacci D:
Prosthetic reconstruction of the proximal femur after resection for bone tumors.
J Arthroplasty 1995 Jun;10(3):293-9

106. Müller PE, Dürer H.R, Wegener B, Pellingahr C, Refior HJ, Jansson V:
Internal hemipelvectomy and reconstruction with a megaprosthesis.
Int Orthop 2002;26(2):76-9

107. Mutschler W, Burri C:
"Innere" Hemipelvektomie und Beckenersatz.
Operative Orthopädie und Traumatologie 2:1-13
108. Mutschler W, Burri C, Kiefer H:
Functional Results After Pelvic Resection With Endoprosthetic
Replacement.
In "Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology", Enneking WF (ed.),
New York, Churchill Livingstone, 1987, 156-166
109. Nagoya S, Usui M, Wada T, Yamashita T, Ishii S:
Reconstruction and limb salvage using a free vascularised fibular graft
for periacetabular malignant bone tumors.
J Bone Joint Surg (Br) 2000;82-B:1121-4
110. Neel MD, Enneking WF:
Surgical Management of extremity soft tissue sarcomas.
Cancer Control 1994;1:586
111. O'Connor MI:
Malignant pelvic tumors: limb-sparing resection and reconstruction.
Semin Surg Oncol 1997 Jan-Feb;13(1):49-54
112. O'Connor MI, Sim FH:
Limb salvage in malignant pelvic tumors.
In "New Development for Limb Salvage in Musculoskeletal Tumors",
Yamamuro T (ed.), Springer-Verlag. Tokyo. 1989, 17

113. O'Connor MI, Sim FH:
Salvage of the limb in the treatment of malignant pelvic tumors.
J Bone Joint Surg 1989;71 A:481-494
114. Ogilvie CM, Wunder JS, Ferguson PC, Griffin AM, Bell RS:
Functional outcome of endoprosthetic proximal femoral replacement.
Clin Orthop Relat Res. 2004;426:44-8
115. Oyemade GA, Abioye AA:
Primary malignant tumors of bone: incidence in Ibadan, Nigeria.
J Natl Med Assoc 1982;74:65-8
116. Ozaki T, Hillman A, Bettin D, Wuisman P, Winkelmann W:
High complication rates with pelvic allografts. Experience of 22 sarcoma resections.
Acta Orthop Scand 1996 Aug;67(4):333-8
117. Ozaki T, Hillman A, Lindner N, Blasius S, Winkelmann W:
Chondrosarcoma of the pelvis.
Clin Orthop Relat Res. 1997;337:226-239
118. Plötz W, Reinisch M, Burgkart R, Schelter R, Rechl H, Hipp E:
Spezialprothesen-Hüftgelenk.
In "Limb Salvage", Hipp E (ed.), Zuckschwerdt Verlag
München, 1998, 119

119. Polednak AP:
Primary bone cancer incidence in black and white residents of New York State.
Cancer 1985;55:2883-8
120. Pramesh CS, Deshpande MS, Pardiwala DN, Agarwal MG, Puri A:
Core needle biopsy for bone tumours.
Eur J Surg Oncol 2001 Nov;27(7):668-71
121. Prewitt TW, Alexander HR, Sindelar WF:
Hemipelvectomy for soft tissue sarcoma: Clinical results in fifth-three patients.
Surg Oncol 1995;4:261-9
122. Rechl H, Hof N, Gerdesmeier L:
Differentialdiagnostik von Knochen- und Weichteiltumoren in der MRT.
Orthopäde 2001;30:528-539
123. Rechl H, Reinisch M, Plötz W, Burgkart R, Gradinger R:
Soft tissue reconstruction about the proximal femur.
Oper Techn Orthop 1999;9:115-119
124. Rompe JD, Eysel P, Hopf C, Heine J:
Metastatic instability at the proximal end of the femur. Comparison of endoprosthetic replacement and plate osteosynthesis.
Arch Orthop Trauma Surg 1994;113(5):260-4

125. Saifuddin A, Mitchell R, Burnett SJ, Sandison A, Pringle JA:
Ultrasound-guided needle biopsy of primary bone tumours.
J Bone Joint Surg Br 2000 Jan;82(1):50-4
126. Sauer N, Leising D, Wild B, Treiber M, Henningsen P, Jakobsen T:
Pain and quality of life following palliative radiotherapy of bone
metastases
Strahlenther Onkol 2006 Sept;182(9):550-6
127. Schajowicz F:
Tumors and Tumorlike Lesions of Bone: Pathology, Radiology and
Treatment.
Springer 2. Auflage 1994,13
128. Schöllner D, Ruck W:
Die Beckenendoprothese - eine Alternative zur Hemipelvektomie bei
Tumorpatienten.
Z Orthop 1974;112:968-970
129. Schwameis E, Dominkus M, Krepler P, Dorotka R, Lang S, Windhager
R, Kotz R:
Reconstruction of the Pelvis After Tumor Resection in Children and
Adolescents.
Clin Orthop 2002 Sep; 402:220-35

130. Sheth DS, Yasko AW, Johnson ME, Ayala AG, Murray JA, Romsdahl MM:
Chondrosarcoma of the pelvis: Prognostic factors for 67 patients treated with definitive surgery.
Cancer 1996;78:745-750
131. Shin K-H, Rougraff BT, Simon MA:
Oncological outcome of primary bone sarcomas of the pelvis.
Clin Orthop 1994;304:207-217
132. Sim FH, Chao EYS:
Bone and Joint Reconstruction for Primary Bone Tumors of the Proximal Femur.
In "Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology", Enneking WF (ed.),
New York, Churchill Livingstone 1987;227-233
133. Spjut HJ, Dorfman HD, Fechner RE, Ackerman LV:
Atlas of tumor pathology. Fascicle 5. Washington, DC: Armed Forces Institute of Pathology, 1971
134. Skrzynski MC, Biermann JS, Montag A, Simon M:
Diagnostic accuracy and charge-savings of outpatient core needle biopsy compares with open biopsy of musculoskeletal tumors.
J Bone Joint Surg 1996 78A:644-649
135. Sugarbaker PH, Chretien PB:
Hemipelvectomy in the lateral position.
Surgery 1981;90:900-909

136. Tait RJ, Selmer K, Neff JR:
Pelvic resection: oncologic and functional outcome.
In "Limb salvage: current trends".
Proceedings of the International Symposium ISOLS, Tan SK (ed.),
Singapore, 1993:299-304
137. Temple HT, O'Keefe RJ, Scully SP, Mankin HJ:
Limb salvage and allograft reconstruction for pelvic tumors (Abstract).
In "Proceedings of the Eighth International Symposium on Limb
Salvage", Campanacci M, Capanna R(eds): May 10-12, Florence,
Italy, 1995
138. Tomeno B, Languelin A, Gerber C:
Local resection with limb salvage for the treatment of periacetabular
bone tumors: Functional results in nine cases.
In "Limb Salvage and Musculoskeletal Oncology", Enneking WF (ed.),
New York. Churchill Livingstone, 1987,147-156
139. Tomford W, Johnson M, Mankin HJ:
Allograft-prosthesis combinations in limb salvage surgery.
In "Limb salvage: major reconstructions in oncologic and nontumoral
conditions", Langlais F, Tomeno B (eds.),
5th International Symposium, St Malo, France, 1989:423-7
140. Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ:
Aseptic loosening in cemented custom-made replacements for bone
tumors of the lower limb.
J Bone Joint Surg 1996;78B:5-13

141. Vena VE, Hsu J, Rosier RN, O'Keefe RJ:
Pelvic reconstruction for severe periacetabular metastatic disease.
Clin Orthop 1999;362:171-180
142. Veth RP, Nielsen HK, Oldhoff J, Schraffordt Koops H, Mehta D,
Oosterhuis JW, Kamps WA, Göeken LN:
Megaprosthesis in the treatment of primary malignant and metastatic
tumors in the hip region.
J Surg Oncol 1989;40:214-218
143. Walker RH:
Pelvic reconstruction/total hip arthroplasty for metastatic acetabular
insufficiency.
Clin Orthop 1993;294:170-175
144. Ward WG, Dorey F, Eckardt JJ:
Total femoral endoprosthetic reconstruction.
Clin Orthop 1995;316:195-206
145. Wilkins RM, Pritchard DJ, Burgert EO Jr., Unni KK:
Ewing's sarcoma of bone: experience with 140 patients.
Cancer 1986;58:2551-5
146. Wicoxon F:
Individual comparisons by ranking methods.
Biometrics Bulletin 1945;1:80-3

147. Windhager R, Karner J, Kutschera HP, Polterauer P, Salzer-Kuntschik K, Kotz R:
Limb salvage in periacetabular sarcomas: review of 21 consecutive cases.
Clin Orthop 1996 Oct;331:265-76
148. Winkler K:
Zur Chemotherapie des Osteosarkoms: 9 Jahre kooperative Osteosarkom-Studiengruppe (COSS) der GPO.
Onkol Forum f Chemother 1986; 3:1-7
149. Winkler K, Beron G, Kotz R, Salzer-Kuntschik M, Beck J, Beck W, Brandeis W, Ebell W, Erttmann R, Gobel U:
Neoadjuvant chemotherapy for osteogenic sarcoma: Results of a cooperative German/Austrian study.
J Clin Oncol 1984; 2:617-624
150. Wippermann B, Zwipp H, Sturm J, Tscherne H:
Complications of Endoprosthetic Proximal Femoral Replacement.
In "Complications of Limb Salvage. Prevention, Management and Outcome", Brown KLB (ed.), Montreal, ISOLS 1991;143-146
151. Wirbel RJ, Schulte M, Mutschler WE:
Surgical treatment of pelvic sarcomas: oncologic and functional outcome.
Clin Orthop 2001 Sep;390:190-205
152. Wirbel RJ, Schulte M, Maier B, Mutschler WE:
Megaprothetic replacement of the pelvis: function in 17 cases.
Acta Orthop Scand 1999 Aug; 70 (4):348-52

153. Woo RY, Morrey BF:
Dislocations after total hip arthroplasty.
J Bone Joint Surg 1982;64B:1295-1306
154. Yamamuro T:
Functional evaluation of reconstruction after tumor resection.
In "New Development for Limb Salvage in Musculoskeletal Tumors",
Yamamuro T (ed.), Springer-Verlag, Tokyo, 1989,3
155. Yoshida Y, Osaka S, Mankin HJ:
Hemipelvic allograft reconstruction after periacetabular bone tumor
resection.
J Orthop Sci 2000;5(3):198-204
156. Zehr RJ, Enneking WF, Scarborough MT:
Allograft-prosthetic composite versus megaprosthesis in proximal
femoral reconstruction.
Clin Orthop 1996;322:207-223

7 Anhang

7.1 Lebenslauf

Name: Christian Konz
Adresse: Burgstraße 1A
D – 82418 Riegsee
Tel.: 08841/6277444
E-mail: c.conz@gmx.de

Geburtsdatum: 28.04.1975

Geburtsort: Straubing

Familienstand: verheiratet, 2 Kinder

Nationalität: deutsch

Schulbildung:

1981 - 1985 Grundschule St. Peter, Straubing
1985 - 1994 Johannes-Turmair-Gymnasium, Straubing
1994 Abitur

Zivildienst: Malteser – Hilfsdienst, Straubing

Berufsausbildung:

1995 – 1997 Vorklinisches Studium an der Universität Regensburg
Ärztliche Vorprüfung

1997 – 2002	Klinisches Studium an der TU – München
1998	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2001	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
04/2001 – 06/2001	PJ Chirurgie und Orthopädie, Zieglerspital, Bern
06/2001 – 08/2001	PJ Kinderchirurgie, Inselspital, Bern
08/2001 – 12/2001	PJ Pädiatrie, Kinderklinik Dritter Orden, Passau
12/2001 – 04/2002	PJ Innere Medizin, Klinikum St. Elisabeth, Straubing
2002	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
06/2002 – 11/2003	Abteilung für Plastische-, Hand- und Rekonstruktive Mikrochirurgie Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik, Murnau
02/2004 – 09/2005	Abteilung für Chirurgie und Unfallchirurgie Krankenhaus Schongau
Seit 10/2005	Abteilung für Plastische-, Hand- und Rekonstruktive Mikrochirurgie Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik, Murnau

7.2 Danksagung

Mein größter Dank geht an meine Eltern. Ihr habt mir dieses lange und teure Studium ermöglicht. Aber ich danke Euch nicht nur dafür, in erster Linie danke ich Euch für Eure Liebe, Euer Verständnis und Eure unbedingte und teilweise selbstaufopfernde Hingabe für mich und meinen Bruder Bernhard. Ich hoffe, nein ich weiß, dass Ihr mit mir zufrieden seid. Diese Zufriedenheit ist hoffentlich eine kleine Wiedergutmachung für Eure Mühen.

Natürlich danke ich auch meiner lieben Frau Tina. So oft musstest Du meine Wutausbrüche und niedergeschlagenen Stimmungen ertragen. Ich habe großes Glück, Dich zur Frau zu haben.

Außerdem danke ich meinen lieben Söhnen Samuel und Ferdinand, die es immer wieder auf so einfache und natürliche Weise schaffen, mir auch dann ein Lächeln zu entlocken, wenn mir eher nach Weinen zumute ist. Ich liebe Euch über alles.

Zuletzt gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Dr. Rechl, meinem Doktorvater und Betreuer, der es mir ermöglichte, ein Doktor zu werden.