

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie,  
Klinik für Orthopädie der Medizinischen Fakultät  
Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Klinische Ergebnisse nach Rekonstruktion ausgedehnter acetabulärer  
Knochendefekte mit der Sockelpfanne

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité-  
Universitätsmedizin Berlin

von

Herrn Tobias Drahn  
aus München

Dekan: Prof. Dr. Martin Paul

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. C. Perka

2. Prof. Dr. med. H. Kienapfel

3. Priv.-Doz. Dr. med. T. Krüger

Datum der Promotion: 01.06.2008

Meiner Mutter (†2005), meinem Vater  
Siv, Lukas und Julia

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ätiologie .....	4
1.2 Die aseptische Lockerung .....	5
1.3 Azetabuläre Defekte und deren Klassifikation .....	6
1.4 Implantate in der Pfannenrevision .....	9
1.5 Fragestellung .....	15
<b>2 Patienten und Methodik</b> .....	<b>16</b>
2.1 Das Implantat .....	16
2.2 Operationstechnik .....	17
2.3 Methodik der Datenerhebung .....	20
2.4 Präoperative Daten .....	20
2.5 Intraoperative Daten .....	21
2.6 Postoperative Daten .....	22
2.7 Klinische Nachuntersuchung .....	23
2.8 Radiologische Untersuchung .....	25
2.9 Statistische Auswertung .....	26
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
3.1 Präoperative Ergebnisse .....	28
3.2 Intraoperative Ergebnisse .....	32
3.2.1 Operativer Zugang und Implantat .....	32
3.2.2 Defektsituation des Azetabulum .....	34
3.2.3 Operationsdauer und Blutverlust .....	34
3.2.4 Intraoperative Komplikationen .....	35
3.3 Postoperative Ergebnisse .....	36
3.3.1 Medikation .....	36
3.3.2 Stationärer Aufenthalt und Mobilisation .....	37
3.3.3 Postoperative Frühkomplikationen .....	37
3.4 Spätkomplikationen .....	38
3.5 Nachuntersuchungskollektiv .....	39
3.6 Funktionelle Ergebnisse .....	39
3.7 Subjektive Zufriedenheit .....	42
3.8 Beurteilung nach dem MERLE D´AUBIGNÉ Score .....	43
3.8.1 Kriterium Schmerz .....	43

3.8.2	Kriterium Bewegungsausmaß .....	44
3.8.3	Kriterium Gehfähigkeit.....	45
3.8.4	Gesamtergebnis MERLE D´AUBIGNÉ Score .....	46
3.9	Beurteilung nach dem HARRIS-Hip-Score.....	47
3.9.1	Kriterium Schmerz.....	47
3.9.2	Kriterium Funktion .....	48
3.9.3	Kriterium Beweglichkeit.....	51
3.9.4	Kriterium Deformität .....	52
3.9.5	Gesamtergebnis HARRIS-Hip-Score .....	53
3.10	Beurteilung nach dem WOMAC-Score.....	54
3.10.1	Kriterium Schmerz.....	54
3.10.2	Kriterium Steifigkeit .....	55
3.10.3	Kriterium Körperliche Tätigkeit .....	56
3.10.4	Gesamtergebnis WOMAC-Score .....	57
3.11	Radiologisches Nachuntersuchungsergebnis .....	58
3.12	Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Ergebnissen .....	58
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>59</b>
4.1	Komplikationen.....	61
4.2	OP-Dauer und Blutverlust .....	64
4.3	Implantatversagen.....	65
4.4	Mobilisierungskonzept.....	67
4.5	Subjektive und Funktionelle Ergebnisse .....	68
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>73</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Ätiologie

Der totalendoprothetische Hüftgelenkersatz zählt heutzutage zu den häufigsten und erfolgreichsten operativen Eingriffen in der orthopädischen Chirurgie <sup>(55)</sup>.

In Europa werden zur Zeit ca. 500.000 Hüftendoprothesen implantiert, davon etwa 135.000 in Deutschland mit steigender Tendenz <sup>(17)</sup>. Die demographische Entwicklung mit einer zunehmenden Lebenserwartung der Bevölkerung und der wachsende Anspruch der Patienten auf Erhalt der Lebensqualität haben zu einer stetigen Zunahme an Primärimplantationen geführt. Durch die steigende Anzahl der Primärimplantationen bei einem immer jüngeren und aktiveren Patientenkollektiv kommt es trotz verlängerter Standzeiten durch Optimierung der Implantate und einer verbesserten Operationstechnik zunehmend zu Prothesenlockerungen und damit zur Notwendigkeit einer Revisionsarthroplastik.

Ausgedehnte azetabuläre und periazetabuläre Knochenverluste hervorgerufen durch die Resektion von Knochen bei der Primärimplantation, durch Abriebprodukte unter anderem von Polyethylen und Metall und durch Migration des Primärimplantates stellen das Hauptproblem bei der Revisionsendoprothetik der Pfannenkomponente dar.

Hauptrevisionsgrund ist die aseptische Lockerung wie Daten des Nationalen Schwedischen Arthroplastik Register belegen.

Da oftmals noch eine stabile Schaftkomponente vorliegt <sup>(74)</sup> <sup>(20)</sup>, steht die Pfannenkomponente im Vordergrund.

Zwischen 1979 und 2000 wurden in Schweden 178.763 primäre Hüftendoprothesen implantiert. Die Anzahl der notwendigen Revisionsoperationen betrug in diesem Zeitraum 16.577.

In 75,3 % war die aseptische Lockerung als Grund für die notwendige Revision anzusehen, während 7,6 % der Revisionsfälle durch eine primäre tiefe Infektion bedingt war. Technische Gründe und Luxationen waren für 8,8 % der Revisionsoperationen verantwortlich <sup>(73)</sup>.

Das Ziel jeder Pfannenrevision sollte es sein, eine stabile Fixierung der Pfannenkomponente zu erreichen, die normale Anatomie des Hüftgelenkes so gut wie möglich wiederherzustellen und die knöchernen Defekte wieder aufzubauen <sup>(32)</sup>

## **1.2 Die aseptische Lockerung**

Als John Charnley im Jahre 1960 die Methode der "Low-friction arthroplasty" und wenige Jahre später den Knochenzement (PMMA=Polymethylmetacrylat) einführte, stieg die Erfolgsrate bezüglich der Standzeiten in der Hüftendoprothetik.

Die Langzeitergebnisse waren dennoch nicht befriedigend. Es konnten Lockerungsraten in einem Nachuntersuchungszeitraum von 11-15 Jahren von bis zu 24 % gefunden werden <sup>(112)</sup>.

Zunächst dachte man, dass die periprothetischen Osteolysen ausschließlich durch den verwendeten Zement verursacht wurden, woraufhin man die osteolytischen Veränderungen als „cement disease“ bezeichnete <sup>(30;62)</sup>.

Da alsbald auch bei zementfreien Prothesen Osteolysen und konsekutiv gelockerte Implantate auftraten, wurde der Terminus der Zementkrankheit wieder fallen gelassen und der Begriff der Partikelkrankheit kam auf.

Die Prothesenlockerung wird durch den Verlust des mechanischen und biologischen Gleichgewichtes zwischen Prothese und Knochen hervorgerufen <sup>(53)</sup>.

Sowohl bei zementierten als auch bei unzementierten Implantaten kommt es durch unterschiedliche Elastizitätsmodule zu Relativbewegungen zwischen Knochen und Implantat beziehungsweise Zement und Implantat <sup>(111)</sup>.

Bei zementierten Prothesen ist der Ausgangspunkt für die aseptische Prothesenlockerung die Zement-Knochen Grenze <sup>(53;62;110)</sup>. Schon beim Zementiervorgang kann es durch die Freisetzung von toxischen Monomeren und durch die akut entstehende Polymerisationswärme zu Knochennekrosen kommen <sup>(24;111)</sup>.

Im Verlauf können die chemischen Vorgänge (hydrolytische Degradation) zur Ablösung und zur Spaltbildung zwischen dem Zementmantel und der Metalloberfläche des Implantates führen <sup>(47;59)</sup>.

Durch die folgende mechanische Instabilität verbunden mit größeren äußeren Belastungen entstehen Risse im Zementmantel und Zementabriebpartikel können zum endostalen Knochen gelangen (<sup>4</sup>).

Dort lösen die gewanderten Partikel eine Fremdkörperreaktion im Sinne einer histiozytären Infiltration, Riesenzellbildung und Osteoklastenaktivierung aus. Es kommt zu Osteolysen und einer Granulombildung an der Zement-Knochen Grenzschicht und nachfolgend zur Prothesenlockerung (<sup>4;9;58;108;111</sup>).

Als Ursache für die aseptische Lockerung zementfreier Prothesensysteme ist das Auftreten von Mikrobewegungen zwischen Implantat und Knochen zu sehen (<sup>5;111</sup>).

Zum einen sind die bereits oben erwähnten unterschiedlichen Elastizitätsmodule, zum anderen der fehlende optimale Formschluss an der Implantat-Knochengrenze dafür verantwortlich.

Bei mangelhaftem Knochen-Implantat Kontakt und fehlender Osteointegration gelangen metallische und polyethylenbezogene Abriebpartikel in das Implantat-Knochen Interface und führen zur Resorption des Knochens und induzieren somit die Bildung von Osteolysen (<sup>5;75;76;99;111</sup>).

Entscheidend ist dabei neben der Qualität vor allem die Quantität des Abriebes. Eine hohe Konzentration an Polyethylenabriebpartikeln ist der bestimmende Faktor für die Entwicklung und das Ausmaß von Osteolysen (<sup>30;69</sup>).

### **1.3 Azetabuläre Defekte und deren Klassifikation**

Der durch Osteolysen und Migration entstehende teils erhebliche Knochenverlust stellt das Hauptproblem in der Revisionsendoprothetik der Pfannenkomponente dar (<sup>87</sup>).

Die präoperative radiologische Beurteilung der Defektsituation anhand des konventionellen Röntgenbildes ist ungenau. Zum einen wird sie durch verschiedene Projektionstechniken, zum anderen durch unterschiedliche Härtetechniken erschwert. Auch die individuelle Erfahrung des Befunders spielt eine entscheidende Rolle (<sup>60</sup>). Es liegt zum Teil eine große Variabilität in der Einschätzung und Interpretation des azetabulären Knochendefektes anhand der Röntgenbilder durch unterschiedliche Befunder vor (<sup>16;107</sup>). Intraoperativ zeigt sich häufig ein fortgeschrittener knöcherner

Substanzverlust als präoperativ vermutet, so dass die Tendenz besteht, den Knochendefekt im Pfannenbereich zu unterschätzen (<sup>14;60</sup>).

Um azetabulären Knochendefekte besser einschätzen und hinsichtlich einer geeigneten Revisionstechnik analysieren zu können, sowie eine Vergleichbarkeit von Patientenkollektiven und Revisionsergebnissen zu erhalten, wurde eine Vielzahl von Defektklassifikationen erarbeitet.

Die Klassifikation von SALEH (<sup>94;95</sup>) unterscheidet auf Seiten des Azetabulums und des Femurs je 5 Schweregrade bezüglich der Knochendestruktion. Mit dieser Einteilung soll nicht der sichtbare, sondern der nach dem Implantatausbau zu erwartende Knochendefekt klassifiziert werden. In Anlehnung an den präoperativ klassifizierten Defekt wird auch eine Behandlungsoption bezüglich des zu wählenden Knochenersatzes und Implantates gegeben.

Im Gegensatz zu anderen Klassifikationssystemen werden bei der Saleh-Klassifikation auch neben den im angloamerikanischen Sprachraum zumeist verwendeten zementierten Revisionsimplantaten und strukturellen Allografts auch die für den deutschsprachigen Raum eher gebräuchlichen zementfreien Revisionsprothesen und nicht strukturierte Knochentransplantate (<sup>15;31;64;68</sup>) als Therapiemöglichkeit genannt.

In der vorliegenden Arbeit wurden die azetabulären Knochendefekte nach der Klassifikation von PAPROSKY (<sup>83</sup>) eingeteilt.

Diese gebräuchliche und weit verbreitete Einteilung orientiert sich an dem von PAPROSKY präferierten Einsatz von massiven Allografts zur Rekonstruktion der Knochendefekte (<sup>84</sup>).

Grundsätzlich sieht diese Einteilung 3 Typen vor, wobei Typ 2 in 3 Untergruppen und Typ 3 wiederum in 2 Untergruppen gegliedert wurde.

Bei Typ 1 ist der azetabuläre Rand vollständig erhalten und es finden sich keine wesentlichen Osteolysen. Bei dem in situ befindlichen gelockerten Implantat zeigt sich keine wesentliche Migration.

Im Falle von Typ 2 ist die azetabuläre Öffnung ovalär verzogen und verbreitert. Der vordere und hintere Pfeiler ist jedoch tragfähig. Es liegen minimale Osteolysen im Bereich des Os ischii und der Tränenfigur vor. Die Implantatwanderung nach

kraniomedial beziehungsweise kraniolateral überschreitet die Strecke von 2 cm nicht. Es liegt genügend knöcherne Substanz für eine mögliche Osteointegration eines Revisionsimplantates vor. Die Unterteilung des Defekttyps 2 in A, B und C beschreibt die Wanderungsrichtung des gelockerten Implantates. Bei Typ 2A liegt eine Wanderung in kraniomedialer Richtung vor. Migriert das Implantat in kraniolateraler Richtung spricht man von einem Typ 2B. Im Falle einer rein medialen Wanderung klassifiziert man dies mit dem Typ 2C.

Bei Typ 3 liegt ein erheblicher Defekt des Knochenlagers vor. Die Stützfähigkeit des Pfannenrandes und der tragenden azetabulären Wandungen ist nicht mehr ausreichend. Auch die anteriore und die posteriore Säule bietet nur noch eine ungenügende Tragfähigkeit. Die kraniale Wanderung des Implantates beträgt mehr als 2 cm. Falls die Köhler-Linie noch intakt ist, spricht man von einem Defekttyp 3A. Man geht davon aus, dass in diesem Fall 30-60 % des verwendeten Revisionsimplantates von einem allogenen Knochenspan bedeckt sein wird.

Sollte die Köhler-Linie nicht mehr intakt sein, resultiert daraus der Defekttyp 3B. Bei dieser Defektsituation müssen mehr als 60 % der Revisionskomponente von einem Allograft getragen werden.

D'ANTONIO (<sup>22</sup>) unterscheidet in der Klassifikation der AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons) 5 Defektkategorien. Grundsätzlich wird zunächst zwischen segmentalen (Typ 1), kavitären (Typ 2) und kavitär/segmentalen Defekten (Typ 3) unterschieden. Hinzu kommen Beckendiskontinuitäten (Typ 4) und Arthrodesen (Typ 5).

Ein segmentaler Defekt bedeutet einen Knochenverlust bezüglich der tragenden Hemisphäre (Knochenring). Von einem kavitären Defekt spricht man bei einem Verlust von Knochensubstanz im Bereich der azetabulären Höhle, der knöcherne Rand ist jedoch intakt.

Bei Typ 1 und Typ 2 wird jeweils noch eine Unterteilung in 4 Zonen (anterior, posterior, superior und medial) unternommen. Eine Beckendiskontinuität bedeutet entweder eine Trennung der oberen und unteren Azetabulumanteile oder des vorderen und hinteren Pfeilers. Durch den Arbeitskreis Knochentransplantation der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOT) wurde in

Anlehnung an frühere Klassifikationen <sup>(79)</sup> ein praxisorientiertes Klassifikationssystem weiterentwickelt.

Für Pfanne und Schaft werden jeweils 7 Defekttypen unterschieden. Typ 1 beschreibt eine einfache Höhlenbildung. Bei den Typen 2-4 handelt es sich um unisegmentale Defekte. Typ 2 zeigt einen Defekt des Pfannengrundes, Typ 3 des Pfannenerkers. Typ 4 steht für das Fehlen des dorsalen oder anterioren Pfeilers. Charakteristisch für Typ 5 ist ein bisegmentaler und für Typ 6 ein trisegmentaler Defekt. Die komplette Diskontinuität des Beckens im Bereich des Azetabulums wird mit Typ 7 klassifiziert <sup>(14)</sup>.

Bezugnehmend auf die einzelnen Defekttypen werden Behandlungsoptionen abgeleitet <sup>(65)</sup>.

Die Tatsache, dass sich bislang keine Defektklassifikation klar durchsetzen konnte, zeigt dass keine optimal ist, um das operative Vorgehen zu sichern.

#### **1.4 Implantate in der Pfannenrevision**

Die Rekonstruktion großer knöcherner azetabulärer Defekte stellt eine der größten Herausforderungen in der Revisionsendoprothetik dar <sup>(34;79;91)</sup>.

Durch den fortschreitenden Substanzverlust und die geminderte Qualität des Knochens gegenüber der Primärimplantation ist das knöcherne Implantatlager stark geschwächt, was die Reimplantation einer Pfannenkomponente in einer optimalen biomechanischen Position erschwert <sup>(97)</sup>.

Als Ziel der Reimplantation einer Pfannenkomponente gilt die Wiederherstellung des anatomischen Rotationszentrums und eine primärstabile Verankerung des neuen Implantates, was eine unmittelbare postoperative Mobilisierung erlaubt <sup>(44)</sup>.

Die Probleme eines hohen Hüftzentrums liegen zum einen in der geringeren knöchernen Überdachung, zum anderen kommt es bei einer Proximalisierung des Hüftzentrums zu einer Zunahme der Lastenmomente, die auf die Pfannenkomponente wirken. Diese lassen sich durch Veränderungen der Hebelverhältnisse, als auch durch die resultierende Insuffizienz der Abduktoren erklären <sup>(61)</sup>. Durch die unmittelbar erhöhte Belastung auf das Implantat wächst das Risiko der erneuten Pfannenmigration <sup>(35;36)</sup>.

In der Vergangenheit wurden überwiegend zementierte Revisionsimplantate verwendet. WIRTZ <sup>(111)</sup> beschreibt in einer Literaturübersicht über zementierte und

zementfreie Revisionsmöglichkeiten des Azetabulums nach einem durchschnittlichen Follow-up von 6,8 Jahren für zementierte Pfannenkomponenten eine radiologische und klinische Lockerungsrate von durchschnittlich 23,1 %. Die dadurch bedingte hohe Rate an Re-Revisionen führte dazu, dass in den letzten Jahren zunehmend zementfreie Implantate zur Revision der Pfannenkomponente verwendet wurden (<sup>54;101</sup>).

Bei kleineren Substanzdefekten des Azetabulums kommen in der zementfreien Revisionsarthroplastik unter anderem Primärimplantate zur Anwendung (<sup>88;101</sup>).

Bei großen azetabulären Defekten kann die Pfannenrekonstruktion prinzipiell auf zwei Arten erfolgen. Zum einen durch die Rekonstruktion bzw. Auffüllung des Defektes mit Knochentransplantaten, zum anderen durch Spezialimplantate, die sich an dem verbliebenen vitalen Knochen zementfrei, meist mittels Schrauben fixieren lassen. Oftmals besitzen diese Pfannenimplantate ausladende und vorgebogene flügelartige Laschen oder Haken zur zusätzlichen mechanischen Abstützung und Stabilisierung.

Neben dem Ausmaß und der Lokalisation des Knochenverlustes, den individuellen Patientenfaktoren wie Alter, Vorerkrankungen und Aktivitätsgrad, ist die Implantatwahl auch von den individuellen Erfahrungen der einzelnen Operateure abhängig.

Die zunächst favorisierten und speziell angefertigten Custom-made Implantate, wie sie auch in der Tumorchirurgie Anwendung finden, haben sich in der herkömmlichen Revisionsarthroplastik nicht durchgesetzt. Zum einen durch die erheblichen Kosten (<sup>8</sup>) zum anderen hinterlassen diese hinsichtlich einer erneuten Lockerung noch massivere Knochendefekte. Aufgrund dessen haben diese Prothesen nur ein sehr eingeschränktes Einsatzgebiet.

JOSHI (<sup>63</sup>) berichtet in seiner Arbeit von 27 Patienten, die aufgrund einer großen azetabulären Defektsituation mit einem Custom-made Implantat versorgt wurden. Bei einer sehr anspruchsvollen Implantationstechnik verbunden mit einer langen Lernkurve und einer Komplikationsrate von 22 % sieht er die Verwendung der Implantate lediglich als Alternative zu einer Girdlestonesituation.

Durch eine kraniale Migrationsrichtung des gelockerten Primärimplantates kommt es typischerweise zu großen ovalären Pfannedefekten mit Ausweitung der Pfanne in kranio-kaudaler Richtung, was die Reoperation mit einem sphärischen oder konischen Standardimplantat nur unter Verwendung großer Mengen an Transplantatknochen oder Zement möglich macht<sup>(38)</sup>. Um solche Defektsituationen ohne zusätzliche Verwendung von Knochentransplantaten oder Zement bewältigen zu können, wurden ovalär geformte Implantate, wie die OBLONG-Pfanne (Fa.DePuy, Sulzbach, Deutschland), die LOR-Pfanne (Fa. Zimmer, Winterthur, Schweiz ) oder die BOFOR-Pfanne (Fa. Plus Endoprothetik, Schweiz) entwickelt.

Typisch für diese aus Titan bestehenden Implantate ist, dass sie in der longitudinalen Achse gegenüber dem queren Durchmesser elongiert sind. Durch den Einsatz eines exzentrischen Polyethyleninlays soll die Herstellung des anatomischen Hüftzentrums ermöglicht werden. Durch Bohrlöcher in der Pfanne besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Schraubenfixierung am Os pubis und Os ilium.

GOETZE<sup>(43)</sup> untersuchte mittelfristig 50 mit der LOR-Pfanne versorgte Azetabula und beschrieb eine Versagerquote von 12 % aufgrund einer aseptischen Lockerung. In einer Arbeit von KOESTER<sup>(71)</sup> wurden 102 mit einer LOR-Pfanne versorgte Hüften untersucht. Bei einer durchschnittlichen Verbesserung des HARRIS-Hip-Score von 51 Punkten auf 82 Punkte, werden hier nur 2 aseptische Lockerungen beschrieben.

Eine weitere Möglichkeit zur Rekonstruktion des Azetabulums stellen die sogenannten Pfannenstützschalen dar. Diese Schalen werden an vitalem Beckenknochen verankert und ermöglichen dadurch, eingebrachte Knochentransplantate vor einer mechanischen Überlastung zu schützen<sup>(102)</sup>.

Die Polyethylenpfanne kann nach Implantation der Metallschale in der gewünschten Position einzementiert werden.

Hauptindikation für diese Art von Implantaten sind ausgedehnte Defekte des vorderen Pfannenrandes und zentrale Defekte des Azetabulums.

Eine in der Literatur häufig beschriebene Stützschale, ist die von MÜLLER 1976 eingeführte Pfannenstützschale<sup>(45;70;96;102;103;105)</sup>.

Dieses Titanimplantat hat eine Krempe, die dem kranialen Pfannerand anliegen soll. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Schraubenfixierung.

STARKER<sup>(102)</sup> führte eine Metaanalyse zur Verwendung der MÜLLER-Stützschale bei Hüftendoprothesenwechseln durch. Insgesamt wurden 535 mit einer MÜLLER-Stützschale versorgte Hüftgelenke nachuntersucht. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum lag bei 6 Jahren. In 10,5 % der Fälle lagen nach dieser Zeit klinische oder radiologische Lockerungszeichen vor. Bei 5,6% war aufgrund einer aseptischen Lockerung, bei 2.1% aufgrund einer septischen Lockerung eine Revisionsoperation nötig.

Die Indikation zur Verwendung einer MÜLLER-Stützschale sieht STARKER nur bei knöchernen Defekten des Pfannenbodens bei einem gleichzeitig intakten knöchernen Pfannenring, da bei einer fehlenden Abstützung am Pfannenrand die Gefahr einer horizontalen Ausrichtung der Pfannekomponente besteht.

Zur Gruppe der Pfannendachschalen gehört auch die Hakendachschale nach GANZ (Fa. Zimmer, Winterthur, Schweiz). Sie besitzt einen Haken, der in das Foramen obturatum um die Incisura azetabuli gelegt wird. Bedingung für den Einsatz dieser Schale ist die knöcherne Intaktheit des kaudalen Azetabulums. Bei korrekter Implantation des Hakens folgt automatisch die Wiederherstellung des natürlichen Rotationszentrums. Der Haken ist in der Lage, die nach kranial gerichteten Kräfte zu mindern und somit eine Entlastung für den Pfannenerker zu bewirken. Die Indikation für die Hakenschale nach GANZ besteht demnach bei Pfannenbodendefekten und/oder kleineren Pfannenerkerdefekten mit intaktem kaudalen Pfannenrand<sup>(102)</sup>. In der von STARKER<sup>(102)</sup> erstellten vergleichenden Analyse zwischen MÜLLER-Stützschale, GANZ-Schale und BURCH-SCHNEIDER-Ring kam es bei 76 implantierten GANZ-Schalen in einem Nachbeobachtungszeitraum von 5,4 Jahren zu 2 Lockerungen.

Der von BURCH 1974 eingeführte und von SCHNEIDER modifizierte BURCH-SCHNEIDER-Ring findet seine Anwendung hauptsächlich bei großen ausgedehnten azetabulären Defektsituationen. Der aus Titan bestehende Ring besitzt zum einen eine kraniale Lasche, die dem Os ilium aufliegt und somit die Auflagefläche vergrößert, zum anderen eine kaudale, die sogenannte Sitzbeinlasche. Diese kann entweder in das Os ischium eingeschlagen oder mittels Schrauben fixiert werden.

Durch das Vorbiegen der beiden Laschen kann die Passform und somit der Kontakt zwischen Knochen und Implantat verbessert werden. Das Funktionsprinzip des BURCH-SCHNEIDER-Ringes beruht vor allem auf der großen Kontaktfläche, wodurch eine punktuelle Belastung in eine Flächenbelastung umgewandelt wird <sup>(81)</sup>. Sollten große knöcherne Defekte im Bereich des Pfannenerkers vorliegen, bedarf es der Implantation genügend großer Knochentransplantate, um eine Migration des Ringes nach kranial zu vermeiden.

GILL <sup>(42)</sup> untersuchte 63 Patienten nach durchschnittlich 8,5 Jahren und fand eine Lockerungsrate von 11,1%. WINTER<sup>(109)</sup> hingegen berichtet von einer Lockerungsrate von 1,1% nach Implantation von 88 BURCH-SCHNEIDER-Ringen bei einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 6,2 Jahren.

In einer Arbeit von PERKA <sup>(86)</sup> konnte gezeigt werden, dass es zur sicheren Implantation des BURCH-SCHNEIDER-Ringes aufgrund seiner Konfiguration eines weitgehend intakten dorsalen Pfeilers bedarf, um eine ausreichende Dauerstabilität zu erreichen. Die optimale Indikation zur Implantation des BURCH-SCHNEIDER-Ringes sieht PERKA <sup>(86)</sup> bei Pfannengrunddefekten, ausgedehnten kavitären Defekten und segmental-kavitären Defekten, sofern der segmentale Defekt nicht den überwiegenden Teil des dorsalen oder superioren Pfeilers betrifft.

In Übereinstimmung mit GILL <sup>(42)</sup> führt eine zu superiore Implantation des Ringes zu einer frühzeitigen Lockerung desselbigen.

Neben dem Gebrauch von sphärischen und längsovalen Implantaten sowie Stützringen zur Rekonstruktion von großen Azetabulumdefekten besteht die Möglichkeit das defekte Pfannenlager biologisch zu rekonstruieren. Hierbei bietet sich zum einem autologes, also körpereigenes Knochengewebe, zum anderen allogenes beziehungsweise körperfremdes Knochenmaterial an. Da bei großen Defekten oft erhebliche Mengen an Knochen benötigt werden, ist der Operateur auf Fremdknochen angewiesen. Dies setzt das Vorhandensein einer Knochenbank voraus, was an strenge Vorschriften und einen hohen Arbeitsaufwand gekoppelt ist. Die verwendeten Knochentransplantate lassen sich in strukturierte kortikospongiöse Grafts und nicht strukturierte Grafts in Form von Knochenchips oder Knochenespäne beziehungsweise Knochenmehl unterteilen.

CHANDLER <sup>(19)</sup> weist in seiner Arbeit daraufhin, dass das Schicksal des Transplantates ganz entscheidend von der Implantations- und Fixierungstechnik abhängig ist. Als besonders wichtig erachtet er, dass die trabekuläre Ausrichtung des Transplantates entsprechend der Lasteinleitung erfolgt und eine solide Abstützung des Transplantates am verbliebenen vitalen Beckenknochen erfolgt.

Eine stabile Osteosynthese, die keine Mikrobewegungen zwischen dem vorhandenen Knochen und dem Transplantat erlaubt ist zudem für das Langzeitüberleben essentiell.

Die Ergebnisse in der Revisionsendoprothetik des Azetabulums unter Verwendung eines großen Knochentransplantates sind sehr unterschiedlich und werden in der Literatur kontrovers diskutiert.

Nach teilweise noch erfolgsversprechenden Kurzeitergebnissen nach der Verwendung von Megatransplantaten <sup>(7;52)</sup> sind die Langzeitergebnisse eher als mäßig anzusehen.

KWONG <sup>(72)</sup> beschreibt eine Versagerquote von 47 % nach einem Nachbeobachtungszeitraum von 10 Jahren. POLLOK <sup>(89)</sup> und HOIKKA <sup>(50)</sup> berichten sogar von einer Versagensquote von 65-72 % im Zeitraum von 2-2,5 Jahren nach der Verwendung von großen Knochentransplantaten.

JASTY und HARRIS <sup>(57)</sup> berichten in ihrer Arbeit von einem Anstieg der Fehlschlagsquote nach Verwendung von Allografts von 0 % nach 4 Jahren auf 32 % nach 6 Jahren.

Entscheidend für das mögliche Versagen scheint dabei die Kontaktfläche des verwendeten Grafts mit der Pfannenkomponente zu sein.

MORSI, GARBUZ und GROSS <sup>(80)</sup> berichten in ihrer Arbeit von einer Überlebensrate von 86 % der Implantate, wobei die Kontaktfläche des Knochentransplantates zur Pfannenkomponente in allen 29 Fällen unter 50 % betrug.

GARBUZ <sup>(39)</sup> hingegen berichtet von einer Erfolgsquote von nur 55 %, wenn die Kontaktfläche des Transplantates mit der Prothesenpfanne mehr als 50 % beträgt.

Als Grund hierfür gilt, dass infolge des knöchernen Remodelling nach 5-8 Jahren ein Zustand erreicht wird, bei dem der neu entstandene Knochen noch keine ausreichende Stabilität besitzt um die Pfannenkomponente sicher abstützen zu können, jedoch das Knochentransplantat bereits so schwach ist, dass es zusammenbricht und es somit zu einer Migration bzw. Lockerung der Prothese kommen kann <sup>(33;111)</sup>.

Bislang gibt es keine befriedigenden Lösungen zur prothetischen Versorgung vor allem bei Defekten des hinteren Pfannenrandes (PAPROSKY Typ3)<sup>(21;85;86)</sup>.

In der vorliegenden Arbeit soll daher ein Implantat für ebensolche Defekte untersucht werden.

Die zementfreie press-fit Verankerung von konisch geformten Titanschäften mit rauer sandgestrahlter Oberfläche, wie sie bei der Implantation der Femurkomponente erfolgreich benutzt wird, reduzierte das Auftreten von Schaftlockerungen erheblich<sup>(106)</sup>.

Diese Beobachtung und ein oftmals erhaltener vitaler Knochen in der Diploe des Os ilium bei großen acetabulären Defekten waren die Grundüberlegungen zur Entwicklung der Sockelpfanne.

### **1.5 Fragestellung**

Durch die retrospektive Datenaufarbeitung und die klinische Nachuntersuchung der Patienten, die mit einer Sockelpfanne versorgt wurden, sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie sind die Ergebnisse der Sockelpfanne in der Revisionsendoprothetik im Vergleich zu alternativen Implantaten als Literaturkontrollen hinsichtlich der Funktionsverbesserung, Schmerzreduktion, Komplikationsrate und Operationsdauer sowie des Blutverlustes einzuschätzen?

2. Gibt es präoperative Prädiktoren des klinischen Ergebnisses nach Implantation einer Sockelpfanne wie z.B. den Defekttyp nach PAPROSKY, die Anzahl der Voroperationen oder die präoperativen Scores nach HARRIS beziehungsweise MERLE D'AUBIGNÉ?

Spielen das Alter, das Geschlecht, der Body-mass-Index, die Implantatgröße, die Kopfgröße oder die Art des verwendeten Inlays als präoperative Prädiktoren eine Rolle?

3. Können aus diesen Einflussfaktoren auf das operative Ergebnis Empfehlungen im Sinne von Indikationen oder Kontraindikationen für die Implantation einer Sockelpfanne abgeleitet werden?

## 2 Patienten und Methodik

### 2.1 Das Implantat

Gestielte Pfannen mit Verankerung im Os ilium finden ihren Ursprung in den 60er Jahren. Damals führte P.A. RING<sup>(92)</sup> eine gestielte Pfannenkomponente ein, deren Stiel mit einem Schraubgewinde versehen war. Dieses wurde damals im Rahmen von Primärimplantationen in den aufsteigenden Schenkel des Os ilium geschraubt. Eine Weiterentwicklung dieses Verankerungsprinzips stellt die von McMINN eingeführte Rekonstruktionspfanne dar. Ansatzpunkt für dieses Rekonstruktionsprinzip war die Beobachtung, dass bei ausgedehnten azetabulären Defekten häufig noch ein intaktes Knochenlager des Os ilium vorhanden ist, in welches der Prothesenschaft ohne den Gebrauch von Zement oder zusätzliche Knochentransplantate verankert werden kann. McMINN berichtete über sehr gute Ergebnisse nach Implantation von 55 Pfannenkomponenten<sup>(78)</sup>.

Die in dieser Studie verwendete Sockelpfanne hat eine rau gestrahlte Titanoberfläche und besteht aus einem konischen Rippenschaft mit zwei ausgelagerten Stützflügeln, die der Rotationsstabilität dienen.

Dem konischen Rippenschaft folgt ein zylindrischer Teil und eine im Durchmesser 52 mm messende halbkugelige Schale als Monoblocksystem.

Zum Zeitpunkt der Studie wurde die Sockelpfanne der 1.Generation in 5 Größen (70mm, 75mm, 80 mm, 85mm, 90mm) angeboten. Bei gleichbleibender Länge des Rippenschaftes, variiert die Länge nur im zylindrischen Teil.

Diese unterschiedlichen Längen dienen zur Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums.

Die Pfanneneingangsebene wird durch die Positionierung des Sockels bestimmt.

Als Polyethyleninlays stehen flache und seit der Implantation der 21.Sockelpfanne auch lateral überhöhte, sogenannte Dysplasieinlays zur Verfügung. Die lateral überdachten Inlays sollen eine mögliche Tendenz zur Subluxation verhindern.

Zusätzlich zu den Polyethyleninlays steht auch ein so genanntes Metasul® Inlay für Hart-Hart-Gleitpaarungen zur Verfügung.

Die in Abbildung 2 dargestellte modifizierte Sockelpfanne der 2.Generation mit einem von 10° auf 22° erhöhten Kippwinkel zwischen Pfanne und Schaft sowie einer um 5° vermehrten Anteversion der Hemisphäre gegenüber dem Schaft fand in dieser Untersuchung noch keine Anwendung.



*Abbildung 1: Sockelpfanne der 1. Generation mit unterschiedlichen Sockellängen  
(Quelle: Zimmer®, Warsaw, In, USA)*



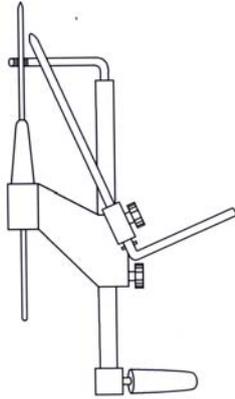
*Abbildung 2: Sockelpfanne der 2. Generation*

## **2.2 Operationstechnik**

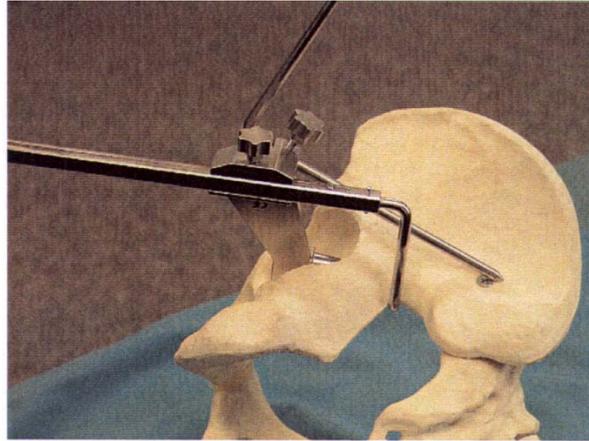
Alle Operationen wurden durch einen Operateur durchgeführt. Als Lagerung wurde in allen Fällen die Rückenlagerung gewählt. Hinsichtlich des Operationszuganges wurde in 49 Fällen ein modifizierter lateraler Zugang gewählt. In einem Fall wurde aufgrund einer ausgedehnten Metastase am vorderen oberen Azetabulum ein erweiterter inguinaler Zugang gewählt.

Nach dem lateralen Zugang und der Präparation auf die Faszie, wird diese ca. 1 cm hinter dem Trochanter major inzidiert um den Zugang zum Azetabulum zu ermöglichen. Nach Entfernung des gelockerten Pfannenimplantates sowie von Granulationsgewebe und Zementresten erfolgt die Präparation der Incisura ischiadica.

Nun erfolgt die Anlage des Zielinstrumentariums in die freipräparierte Incisura ischiadica nach Ausrichtung eines Tangentialstabes am äußeren Ilium.

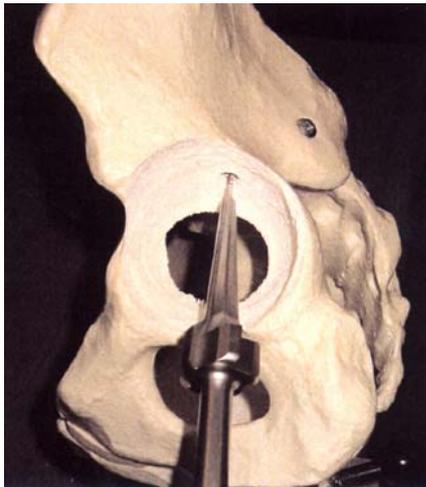


*Abbildung 3: Zielgerät*



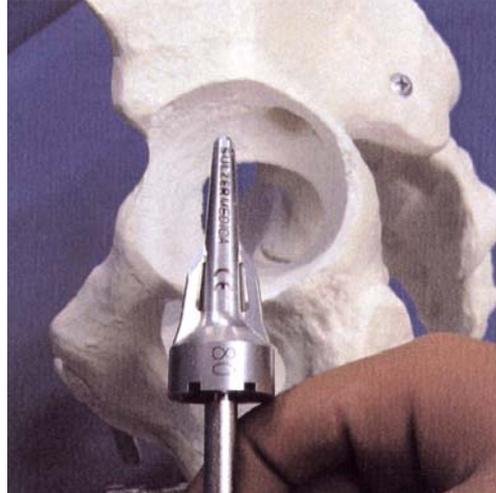
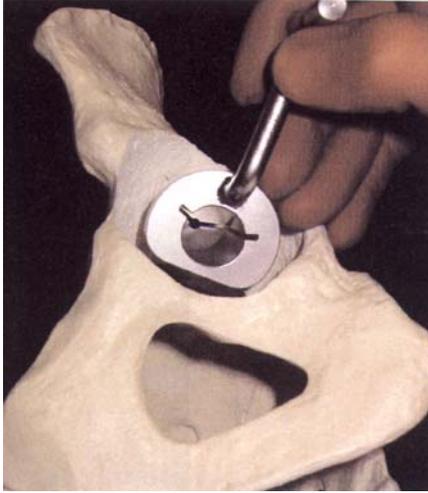
*Abbildung 4: Einbringen des Zielgerätes unter Verwendung des Tangentialstabes*

Nach Positionierung des Zielgerätes wird nun über die Bohrhülse ein Kirschnerdraht in die Beckenschaufel eingebracht. Anschließend wird das Sockellager über den Kirschnerdraht gefräst sowie der gefräste Raum ausgetastet und auf eine zirkumferente Knochenumgebung kontrolliert.



*Abbildung 5: Fräsen des Sockellagers über einen Kirschnerdraht*

Im nachfolgenden wird die Flügelschneidlehre eingeschlagen und ein Probesockel eingebracht.



Abbildungen 6 und 7: Einschlagen einer Flügelschneidlehre und Einbringen eines Testsockels

Nach der Implantation des Probesockels erfolgt das Ausfräsen der Pfanne.

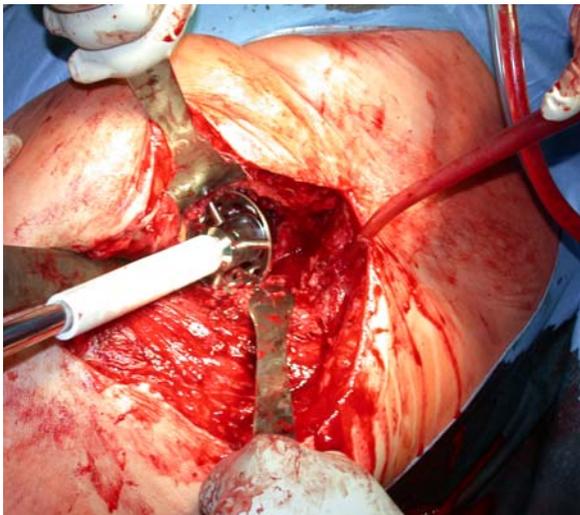
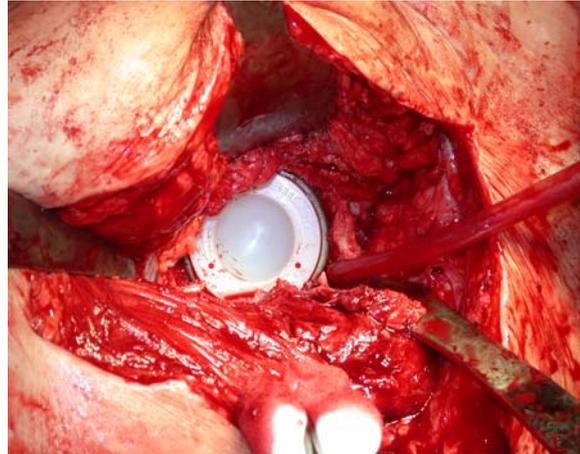
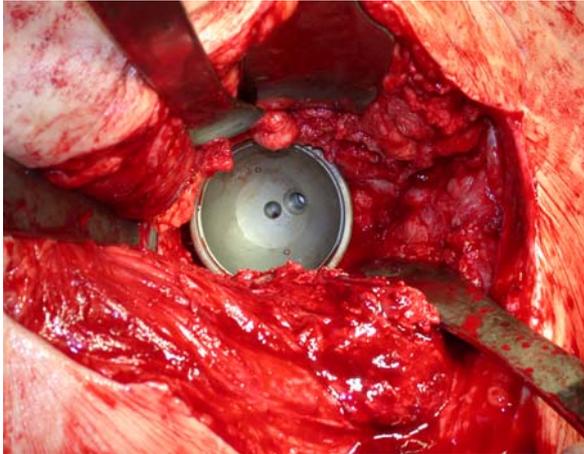


Abbildung 8: Ausfräsen der Pfanne mit dem Körbchenfräser

Im Anschluss daran erfolgt die Entfernung des Probesockels und je nach Defektgröße das Auffüllen des Defektes mit allogenen Knochenchips oder strukturierten Knochentransplantaten.

Abschließend erfolgt die zementfreie Implantation der Originalprothese und das Einschlagen des entsprechenden Inlays.



*Abbildungen 9 und 10: Implantation der Originalprothese und Einschlagen des Polyethylen-Inlays*

### **2.3 Methodik der Datenerhebung**

In dieser retrospektiven Studie wurden Patienten untersucht, die nach ein-oder mehrfacher Prothesenversorgung am Hüftgelenk schwere ossäre Defekte am Azetabulum aufwiesen und deshalb ein Pfannenwechsel unter Verwendung der Sockelpfanne durchgeführt wurde.

Das Datenmaterial umfasste Patienten, die im Zeitraum von Oktober 1996 bis April 2002 in der Orthopädischen Universitätsklinik der Charité operiert wurden.

Die Erfassung der Patienten erfolgte durch Einsicht der Operationskataloge aus dem untersuchten Zeitraum.

Die klinischen Daten wurden aus den stationären Krankenakten des Indexaufenthaltes sowie aller vorhergehenden mit dem Hüftgelenk assoziierte Aufenthalte erhoben. Die postoperativen Daten wurden im Rahmen der Nachsorgeuntersuchung bzw. durch eine gezielte Einbestellung zur Nachuntersuchung erfasst.

Als Einschlusskriterium galt die Implantation der Sockelpfanne im angegebenen Studienzeitraum.

Ausgeschlossen wurden die Patienten, die ihre Mitarbeit in Form einer Nachuntersuchung bzw. Nachsorge verweigerten.

### **2.4 Präoperative Daten**

Neben der Geschlechterverteilung, dem Alter der Patienten und der Operationsseite wurde die Diagnose, die zur Implantation einer Sockelpfanne führte, dokumentiert.

Neben der Sockelpfanne als Primärimplantat wurde bei den in situ befindlichen Implantaten zwischen aseptisch und septisch gelockerten Implantaten unterschieden, wobei bei den aseptisch gelockerten Implantaten noch zwischen zementiert oder unzementiert differenziert wurde. Im Falle einer Revisionsoperation wurde die Anzahl der vorhergehenden Wechseloperationen dokumentiert.

Hinsichtlich der Indikation, die zur Implantation einer primären Hüftendoprothese geführt hatte, wurde differenziert zwischen einer primären und sekundären Koxarthrose.

Weiter wurde unterschieden zwischen der Femurkopfnekrose und der rheumatoiden Arthritis als Implantationsgrund.

Ebenso wurde der präoperative Befund der Gegenseite dokumentiert. Hier wurde zwischen dem Vorhanden sein einer Hüftendoprothese bzw. einer unversorgten Koxarthrose oder einem unauffälligem Befund unterschieden.

Um den präoperativen Allgemeinzustand des Patienten zu dokumentieren wurden die allgemeinen Risikofaktoren ermittelt. Hier wurde unterschieden zwischen kardiopulmonalen Erkrankungen, Diabetes mellitus, Hepato und Nephropathien sowie der Hyperurikämie als allgemeine Risikofaktoren. Des Weiteren wurde differenziert zwischen arteriellen Durchblutungsstörungen ab dem Stadium II in der betroffenen Extremität, neurologischen Vorerkrankungen und Alkoholismus.

Neben den allgemeinen wurden zusätzlich auch spezielle orthopädische Risikofaktoren ermittelt. Neben der Osteoporose und der Osteomalazie, wurden bereits stattgehabte tiefe Beinvenenthrombosen und mögliche Bestrahlungen im OP-Gebiet dokumentiert.

Der Body-mass-Index (BMI) wurde als Quotient aus Gewicht (kg) und dem Quadrat der Körpergröße (m<sup>2</sup>) berechnet.

Aus den vorliegenden Operationsberichten wurde entnommen, ob es sich bei der Sockelpfannenimplantation um einen isolierten Wechsel eines gelockerten Pfannenimplantates handelte oder ob ein kompletter Wechsel von Pfanne und Schaft beziehungsweise ein Wiederaufbau bei Vorliegen einer Girdlestonesituation durchgeführt wurde.

## **2.5 Intraoperative Daten**

Aus dem Operationsbericht wurde die Art des operativen Zugangsweges und die Größe des Implantates entnommen. Neben 5 verschiedenen Sockellängen (70mm,

75 mm, 80mm, 85mm, 90 mm) konnte bezüglich des Gleitlagers zwischen einem Standardpolyethyleninlay und einem lateral überhöhten Dysplasieinlay differenziert werden. Dokumentiert wurde auch die verwendete Kopfgröße. Hier wurde unterschieden zwischen 28 mm und 32 mm durchmessenden Köpfen.

Zur Klassifikation der knöchernen azetabulären Defektsituation wurde die Defektklassifikation nach PAPROSKY verwendet. Die Einstufung des ossären Defektes folgte dabei ausschließlich der intraoperativen Situation. Zudem wurde auch die Verwendung von Knochentransplantaten dokumentiert. Hier wurde zum einen zwischen autologen und allogenen und zwischen strukturierten und nicht strukturierten Transplantaten unterschieden.

Die Operationsdauer (Schnitt-Nahtzeit) und der Blutverlust wurden dokumentiert. Zusätzlich wurde die Anzahl der intra und postoperativ verabreichten Erythrozytenkonzentrate festgehalten. Im Falle der Verwendung eines Retransfusionssystems (ConstaVac, Stryker, Michigan, USA) wurde die retransfundierte Blutmenge dokumentiert.

## **2.6 Postoperative Daten**

Es wurde die Art der medikamentösen Thromboseprophylaxe dokumentiert. Hier konnte zwischen unfraktioniertem und niedermolekularem Heparin differenziert werden. Bei der perioperativen Antibiose wurden die Art des Präparates und die durchschnittliche Applikationsdauer dokumentiert.

Bei der Aufzeichnung der Komplikationen wurde zunächst zwischen intra- und postoperativen Komplikationen unterschieden. Sowohl bei den intra- als auch bei den postoperativen Komplikationen wurde wiederum zwischen allgemeinen, lokalen und implantatspezifischen Komplikationen differenziert.

Als postoperative Allgemeinkomplikationen galten die tiefe Beinvenenthrombose, die Lungenembolie und Herz/Kreislaufstörungen unterschiedlicher Art.

Die lokalen postoperativen Komplikationen wurden unterteilt in Frakturen des Femurs oder Azetabulums, Luxationseignisse, Nerven- und Gefäßläsionen sowie tiefe oder oberflächliche Wundinfekte.

Beim Auftreten einer Komplikation in den ersten 3 Monaten postoperativ wurde diese als postoperative Frühkomplikation gewertet. Alle Komplikationen, die danach auftraten galten als Spätkomplikationen.

Gemäß dieser Aufteilung wurden auch die Luxationsereignisse in Früh- und Spätluxationen unterteilt. Bei der Lockerung einer implantierten Sockelpfanne wurde zwischen einem aseptisch oder septisch gelockerten Implantat differenziert und ob es zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits zu einer Revisionsoperation gekommen war.

Bei der Aufzeichnung des postoperativen stationären Managements wurde neben der Dauer des stationären Aufenthaltes, die Zeit der postoperativen Bettruhe und die Zeitspanne bis zur Vollbelastung im 4-Punktegang dokumentiert.

## **2.7 Klinische Nachuntersuchung**

Alle Patienten, denen zwischen Oktober 1996 und April 2002 eine Sockelpfanne implantiert wurde, wurden sowohl schriftlich als auch telefonisch kontaktiert, um an der ambulanten Nachuntersuchung in der Orthopädischen Poliklinik der Charité teilzunehmen.

Die Beurteilung des klinisch-funktionellen Operationsergebnisses nach einer Revisionsoperation ist nach objektiven und subjektiven Gesichtspunkten möglich.

Die objektive Einschätzung der erreichten funktionellen Ergebnisse erfolgte durch die Beurteilung der Beweglichkeit im betroffenen Hüftgelenk nach der Neutral-Null-Methode.

Dies beinhaltete die klinische Prüfung der Abduktion und Adduktion, der Flexion und Extension sowie der Aussenrotation und Innenrotation im betroffenen Hüftgelenk.

Die muskuläre Suffizienz im Bereich der pelvitrochantären Muskulatur wurde mittels Trendelenburgtest geprüft. Ebenso wurde die funktionelle Beinlängendifferenz ermittelt und mit dem präoperativen Befund verglichen.

Angaben zur Mobilität im Alltag (Treppensteigen, Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel), zur Schmerzsymptomatik (beim Gehen, Sitzen, Liegen), zur Gehstrecke und Gehzeit sowie zum Analgetikabedarf und zur Benutzung von Gehhilfen wurden in unterschiedlichen Scores zusammengefasst, um einen Literaturvergleich zu ermöglichen.

Hierbei kamen der Score von MERLE D'AUBIGNÉ <sup>(23)</sup> sowie der Score nach HARRIS <sup>(48)</sup> zur Anwendung. Im Rahmen der Selbstbeurteilung des Operationsergebnisses durch die Patienten erfolgte neben der Bewertung des

Outcome nach Schulnoten die Anwendung einer standardisierten deutschen Version des WOMAC-Arthroseindex (STUCKI et al., 1996 b).

Der Score von MERLE D'AUBIGNÉ dient zur Beurteilung des Operationsergebnisses nach endoprothetischer Versorgung des Hüftgelenkes. Die Kriterien Schmerz, Gehfähigkeit und Bewegungsausmaß werden hier jeweils mit bis zu maximal 6 Punkten bewertet. Dieser Score erlaubt eine Beurteilung des absoluten funktionellen Resultates unter Berücksichtigung der Einschätzung von Schmerz und Gang („ability to walk“). Beide Kriterien können mit maximal 6 Punkten bewertet werden. Ergeben sich als Summe 11 oder 12 Punkte, wird das Ergebnis als sehr gut bewertet. 10 Punkte entsprechen einem guten Ergebnis, 9 Punkte einem mäßigem Ergebnis und 8 Punkte stellen ein ausreichendes Ergebnis dar. Bei einem Wert unter 8 Punkten wird das Ergebnis als schlecht bewertet.

Wird zusätzlich das Bewegungsausmaß berücksichtigt, so entsprechen 16-18 Punkte einem sehr guten Ergebnis und 14-15 Punkte einem guten Resultat. Eine Punktzahl von 12-13 entspricht einem mäßigen Ergebnis, weniger als 10 Punkte sprechen für ein schlechtes Ergebnis.

Mit dem HARRIS-Hip-Score erfolgte eine klinische Beurteilung der Funktionsfähigkeit des Hüftgelenkes. Dabei werden die Kriterien Schmerz, Hinken, Gehhilfen, Gehstrecke, Deformität und Bewegungsausmaß sowie funktionelle Parameter des Alltagslebens, wie Treppensteigen, Schuhe anziehen, Sitzen und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel bewertet. In die Einschätzung nach dem HARRIS-Hip-Score fließen die Schmerzsymptomatik mit maximal 44 Punkten, die Funktion mit maximal 47 Punkten, das Fehlen einer Deformität mit maximal 4 Punkten und das Bewegungsausmaß mit maximal 5 Punkten ein. Das Kriterium Funktion setzt sich zusammen aus dem Kriterium Gang mit den Unterpunkten Hinken (maximal 11 Punkte), Gehhilfen (maximal 11 Punkte) und der Gehstrecke (maximal 11 Punkte) sowie den täglichen Aktivitäten mit den Anteilen Treppensteigen (maximal 4 Punkte), Schuhe anziehen (maximal 4 Punkte), Sitzen (maximal 5 Punkte) und der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel (maximal 1 Punkt). Bei einer Punktzahl von 90-100 Punkten wird die Funktion des Hüftgelenkes als sehr gut bewertet, 80-89 Punkte sprechen für ein gutes Resultat. Bei einem Ergebnis von weniger als 70 Punkten muss die Funktion des Hüftgelenkes als schlecht gewertet werden.

Wegen seiner großen Verbreitung im angloamerikanischen Bereich wurde zusätzlich die deutsche Version des WOMAC-Arthroseindex (Stucki et al., 1996 b) als ein

anerkanntes standardisiertes Verfahren zur Selbstbeurteilung durch den Patienten angewandt. Dieser Fragenkomplex kann sowohl bei Hüft- als auch Knieerkrankungen verwendet werden.

Der Arthroseindex besteht aus 3 Komplexen und umfasst insgesamt 24 Fragen.

Der Komplex zum Schmerz umfasst 5 Fragen, der Komplex zur Steifigkeit 2 Fragen und der Bereich mit den Fragen zur Alltagsaktivität beinhaltet 17 Fragen. Die Patienten bewerten jede Frage anhand eines in 5 gleiche Abschnitte skalierten Balkens. Die Zahl 0 bedeutet „keine Beschwerden“, die Zahl 4 spricht für „starke Beschwerden“. Der maximal zu erreichende Punktwert im Fragenkomplex Schmerz beträgt 20, im Komplex Steifigkeit 8 Punkte und bei den Fragen zur Alltagsaktivität 68 Punkte.

Maximal können 96 Punkte erreicht werden. Je höher der erzielte Punktwert, desto schlechter ist das Ergebnis einzuschätzen.

Zur Beurteilung des subjektiven Ergebnisses wurde die allgemeine Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis als Maßstab genutzt. Diese Einschätzung spielt für das betroffene Patientengut eine sehr wichtige Rolle, da sich hierin die Akzeptanz der postoperativen Situation unter Berücksichtigung der individuellen Lebensbedingungen widerspiegelt. Diese Bewertung wird neben dem eigentlichen funktionellen Ergebnis des operativ versorgten Hüftgelenkes durch eine Vielzahl individueller subjektiver Faktoren, wie Lebensalter, unterschiedliches Schmerzempfinden, Mobilitätsanspruch, häusliche Bedingungen oder Nebenerkrankungen beeinflusst.

Angesichts der Bedeutung dieser alleinigen subjektiven Einschätzung für den Patienten findet man in vielen Literaturarbeiten ein solches „Zufriedenheits-Scoring“.

## **2.8 Radiologische Untersuchung**

Unmittelbar postoperativ und anlässlich der Nachuntersuchungen wurde eine tief zentrierte konventionelle Röntgenaufnahme des Beckens sowie eine Lauensteinaufnahme des betroffenen Hüftgelenkes angefertigt.

Hinsichtlich einer Implantatlockerung wurden die Kriterien in Anlehnung an GILL<sup>(42)</sup> definiert. Eine definitive Lockerung (Typ III) des Implantates lag bei einer kompletten Saumbildung um den Sockel und einer Wanderung des Implantates um mehr als 5 mm vor. Ein wahrscheinliches Versagen (Typ II) wurde angenommen bei einer progredienten Saumbildung um die Sockelpfanne ohne signifikante Migration. Bei

einer inkonstanten Saumbildung von bis zu einem Drittel des Schaftes wurde von einer möglichen Implantatlockerung ausgegangen.

Zusätzlich erhielten die Patienten im Rahmen des stationären Aufenthaltes eine CT-Untersuchung des Beckens. Hierbei wurden 4 standardisierte Schichten aufgezeichnet. Die Schichtung erfolgte durch die Sockelbasis, am Übergang der Sockelbasis zum Sockelstiel, in der Mitte des Sockelstieles und an seiner Spitze. Radiologisch erlaubte die durchgeführte CT- Diagnostik die Beurteilung der intra bzw. extraossären Lage des Sockels nach der Einteilung 0, 25, 50, und 100%, sowie die Identifikation einer Alteration des Iliosakralgelenkes durch die Sockelspitze.

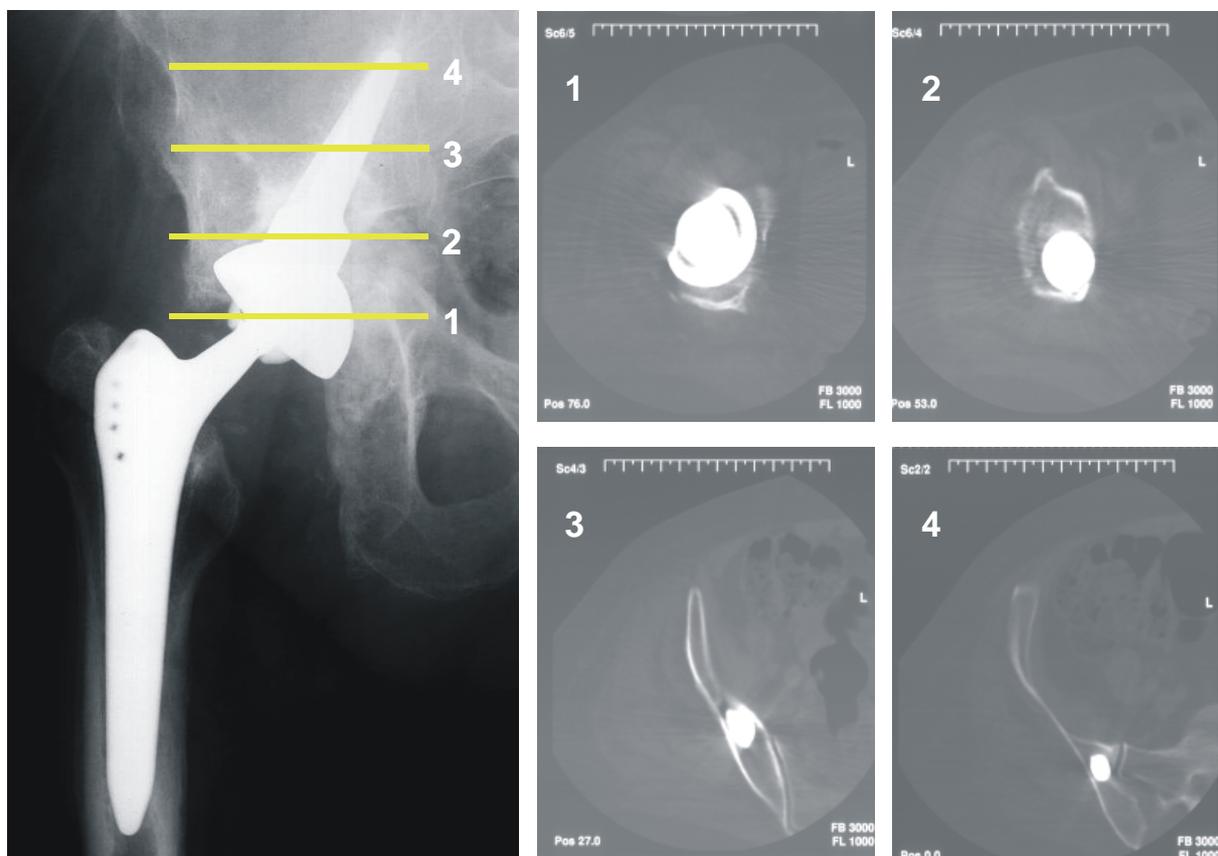


Abbildung 11: Axiale Schnittbildserie der Sockelpfanne im CT und schematische Darstellung der Schnittebenen im konventionellen Röntgenbild

## 2.9 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit MICROSOFT EXCEL und SPSS for MS WINDOWS vorgenommen.

Für alle statistischen Testverfahren wurde ein Signifikanzniveau von 5% festgelegt, d.h. die Nullhypothese wurde bei  $p < 0,05$  zurückgewiesen. In der deskriptiven

Statistik wurden die Messwerte zu Mittelwerten und Standardabweichungen oder aber Medianen und Spannweiten zusammengefasst. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen wurde mittels Mann-Whitney U-Test überprüft. Zur Korrelationsanalyse zweier Merkmale wurde der Pearson'sche Korrelationskoeffizient berechnet. Die Einflussnahme unterschiedlicher Merkmale auf eine Variable innerhalb des gesamten Patientenkollektivs wurde mittels linearer Regressionsanalyse untersucht.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Präoperative Ergebnisse

Es konnten 48 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Das Patientengut bestand aus 38 weiblichen und 10 männlichen Patienten. Bei 2 Patienten (2 Frauen) erfolgte die Operation beidseitig, so dass insgesamt 50 Sockelpfannen implantiert wurden. Die doppelseitigen Implantate wurden getrennt beurteilt. 25 Implantate betrafen das rechte, 25 das linke Hüftgelenk. Zum Zeitpunkt der Operation betrug das mittlere Lebensalter 70,1 Jahre, der jüngste Patient war 32 Jahre, der älteste Patient 98 Jahre alt.

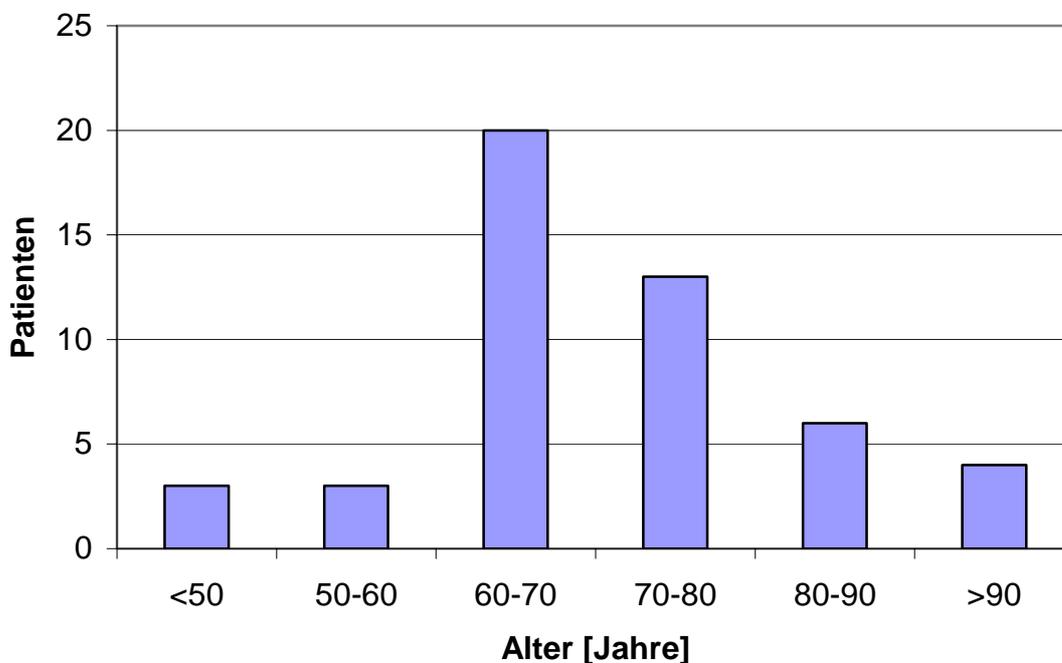


Abbildung 12: Altersverteilung des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der OP

Die Indikation zur Implantation einer Sockelpfanne wurde in 24 Fällen aufgrund einer aseptischen Lockerung einer zementierten Pfanne gestellt. In 16 Fällen wurde eine aseptisch gelockerte zementfreie Pfanne revidiert. In 7 Fällen lag eine Girdlestonesituation nach tiefem Infekt vor. In 2 Fällen wurde die Sockelpfanne aufgrund rezidivierender Luxationen implantiert. Einmal wurde das Implantat primär verwendet. In diesem Fall lag eine ausgeprägte azetabuläre Defektsituation bedingt durch ein metastasierendes Sigmakarzinom vor.

Die Indikation zur Primärversorgung mit einer Hüftendoprothese bestand bei 33 Patienten aufgrund einer primären Koxarthrose, bei 16 Patienten wegen einer Dysplasiearthrose. Ein Patient wurde im Rahmen einer rheumatoiden Arthritis endoprothetisch versorgt.

Auf der Gegenseite wiesen 25 Fälle eine Totalendoprothese des Hüftgelenkes auf, davon wurde diese in 16 Fällen aufgrund einer primären Koxarthrose und in 9 Fällen wegen einer Dysplasiearthrose implantiert. 16 Fälle boten auf der Gegenseite einen unauffälligen Befund, in 9 Fällen bestand eine unversorgte primäre Koxarthrose.

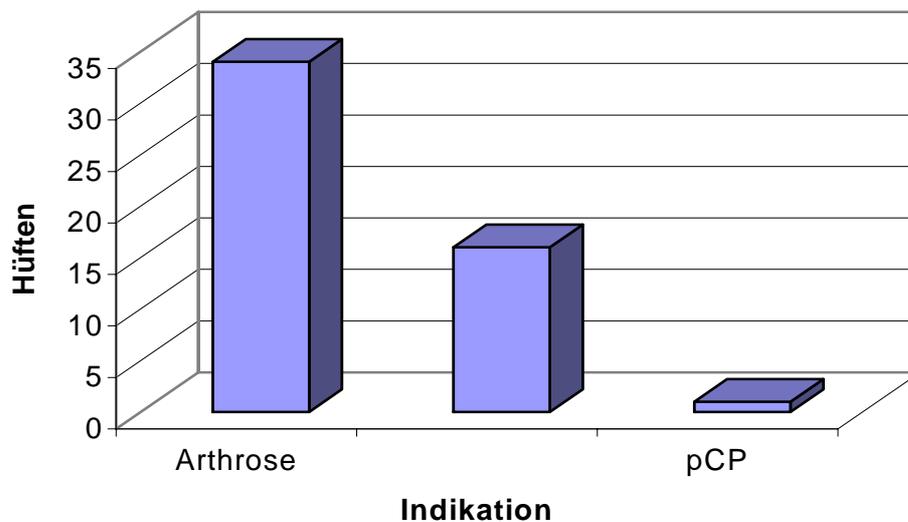


Abbildung 13: Indikation zur endoprothetischen Primärversorgung (Sockelpfannenseite)

Die geplante Operation stellte in 17 Fällen den ersten Wechsel, in 12 Fällen den zweiten Wechsel, in 10 Fällen den dritten Wechsel sowie in 3 Fällen den vierten Wechsel der Pfannenkomponente dar.

In 7 Fällen bestand eine Girdlestonesituation, die nicht als Wechseloperation, sondern als Voroperation bewertet wurde, in einem Fall wurde die Sockelpfanne als Primärimplantat verwendet.

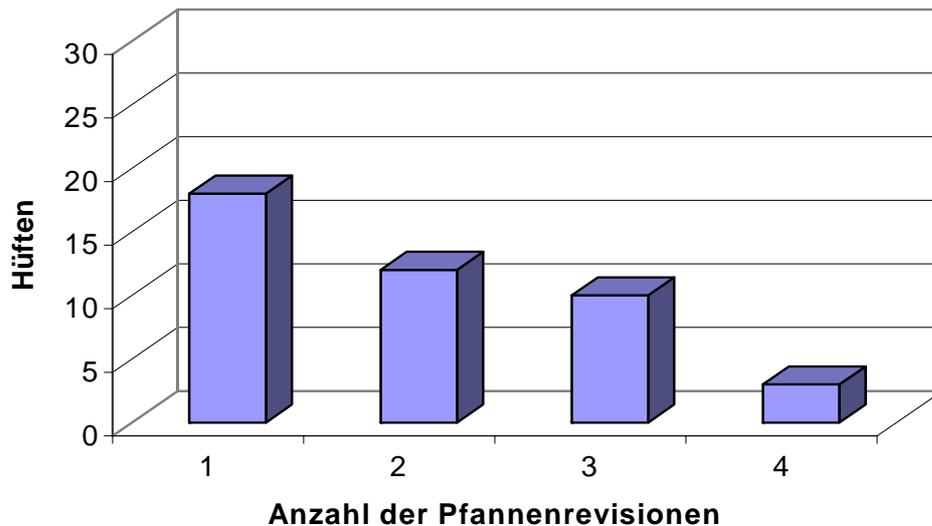


Abbildung 14: Anzahl der Pfannenrevisionen

Bei den allgemeinen Risikofaktoren waren anamnestisch bei 32 Patienten kardiopulmonale Erkrankungen bekannt. Bei jeweils 5 Patienten war ein Diabetes mellitus sowie eine Hepatopathie (Hepatitis B oder C) zu verzeichnen. 3 Patienten litten unter einer Nephropathie, 2 Patienten zeigten eine pAVK Stadium II auf der operierten Seite. 2 Patienten beklagten eine Neuropathie, davon einer eine Peroneusparese und bei einem Patient war eine Hyperurikämie zu dokumentieren.

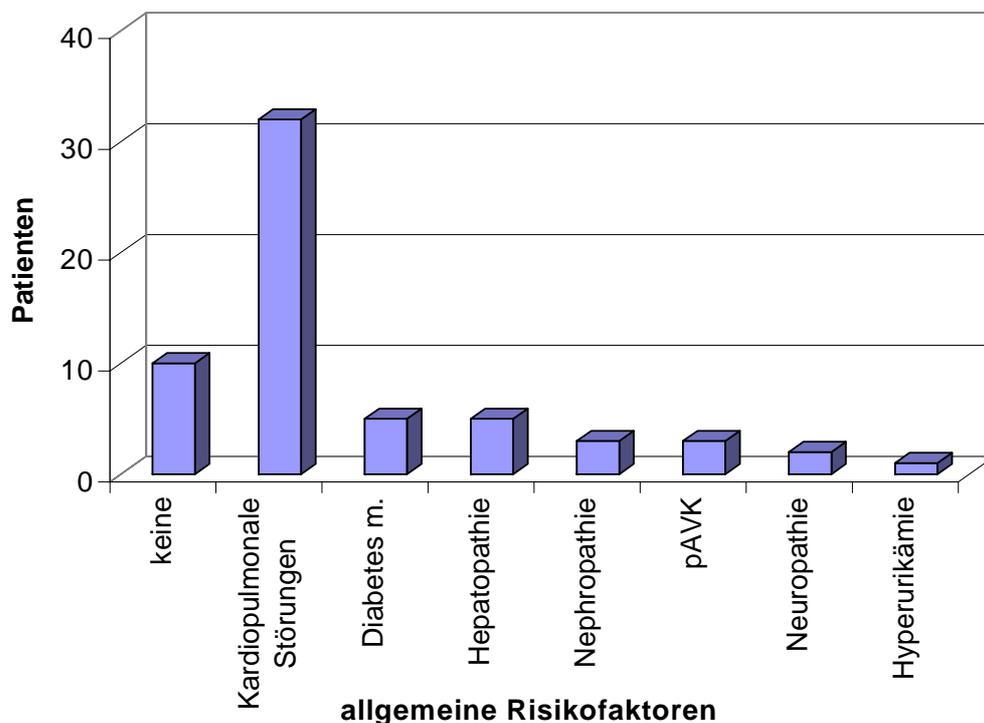


Abbildung 15: allgemeine Risikofaktoren der Patienten

In der Anamnese wiesen 35 Patienten keine speziellen orthopädischen Risikofaktoren auf. Aufgrund eines Uterus- und eines Sigmakarzinoms mussten sich 2 Patienten im Vorfeld einer Radiatio unterziehen. 5 Patienten gaben anamnestisch eine stattgehabte tiefe Venenthrombose an. Ein Patient hatte eine gesicherte Osteomalazie. Eine gesicherte Osteoporose lag bei 7 Patienten vor.

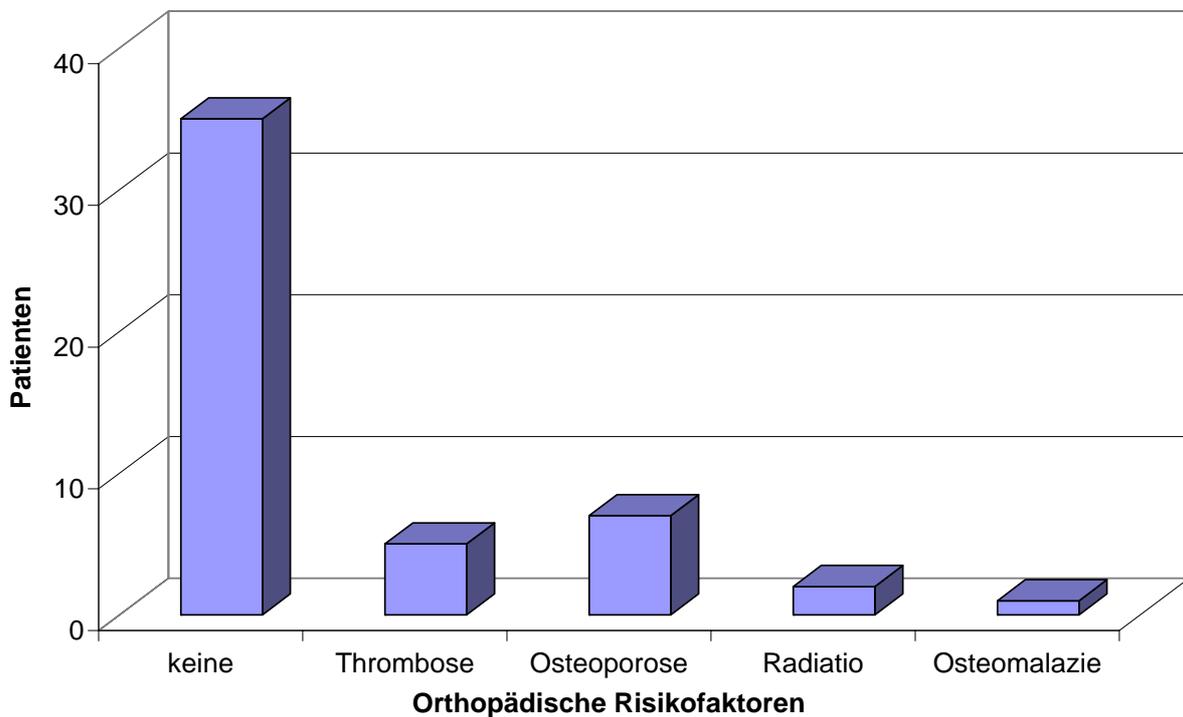


Abbildung 16: spezielle orthopädische Risikofaktoren der Patienten

Die durchschnittliche Körpergröße der Patienten betrug 162,5 cm (Median 163 cm, Bereich 147-185 cm).

3 Patienten waren untergewichtig mit einem Body-mass-Index von weniger als 20 kg/m<sup>2</sup>, 13 Patienten waren normalgewichtig mit einem BMI zwischen 20-25 kg/m<sup>2</sup>, 22 Patienten hatten einen BMI zwischen 25-30 kg/m<sup>2</sup>. 7 Patienten erreichten einen BMI zwischen 30-35 kg/m<sup>2</sup>. Bei 3 Patienten ließ sich ein Body-mass-Index von mehr als 35 kg/m<sup>2</sup> errechnen.

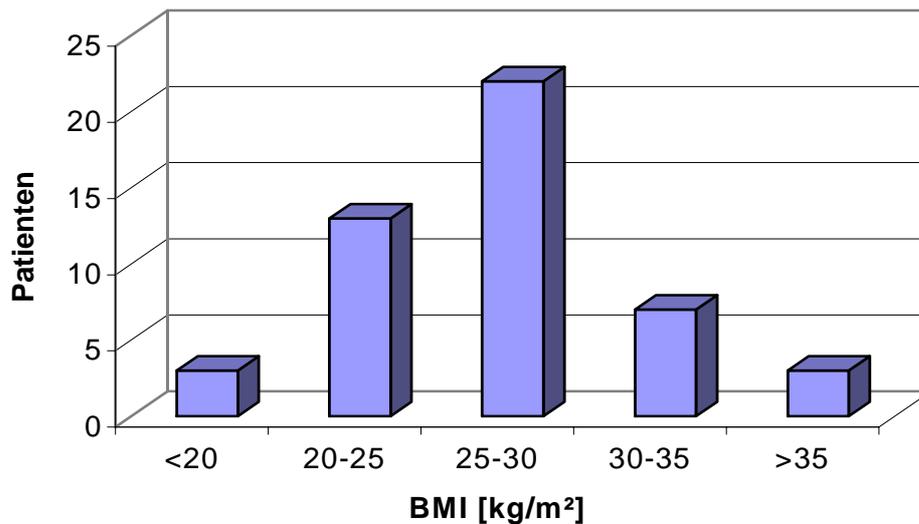


Abbildung 17: Body-mass-Index der Patienten

## 3.2 Intraoperative Ergebnisse

### 3.2.1 Operativer Zugang und Implantat

Als Operationszugang wurde in 49 Fällen ein modifizierter lateraler Zugang gewählt. In einem Fall wurde aufgrund einer ausgedehnten Metastase am vorderen oberen Azetabulum ein erweiterter inguinaler Zugang gewählt.

Alle Implantationen wurden von einem Operateur durchgeführt.

Die Implantation der Sockelpfanne erfolgte in 33 Fällen (66 %) als isolierter Pfannenwechsel. In 10 Fällen (20 %) erfolgte ein kompletter Wechsel von Schaft und Pfannenkomponente. In 7 Fällen (14 %, 5 Frauen / 1 Mann) erfolgte ein kompletter Wiederaufbau nach ersatzlosem Ausbau aufgrund eines tiefen Infektes. Im Falle des Schaftwechsels bzw. Wiederaufbaus wurde in 3 Fällen ein modulares System, in 7 ein nicht-modulares System verwendet.

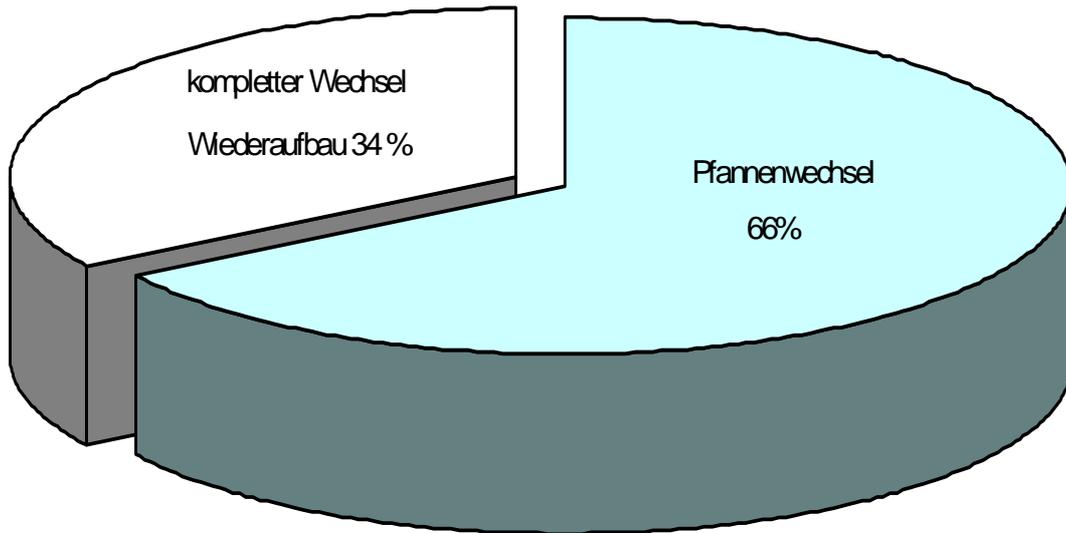


Abbildung 18: Verteilung isolierter Pfannenwechsel / kompletter Wechsel bzw. Wiederaufbau

In 19 Fällen wurde eine Sockelpfanne mit einer Sockellänge von 70 mm, in 27 Fällen mit einer Sockellänge von 80 mm implantiert. In 1 Fall wurde die Sockellänge 75 mm, in 3 Fällen die Länge 85 mm gewählt.

Als Gleitlager wurde in 39 Fällen ein Standardinlay, in 11 Fällen ein Dysplasieinlay eingesetzt. In 34 Fällen wurde ein Kopf der Größe 28 mm, in 16 Fällen ein Kopf der Größe 32 mm implantiert.

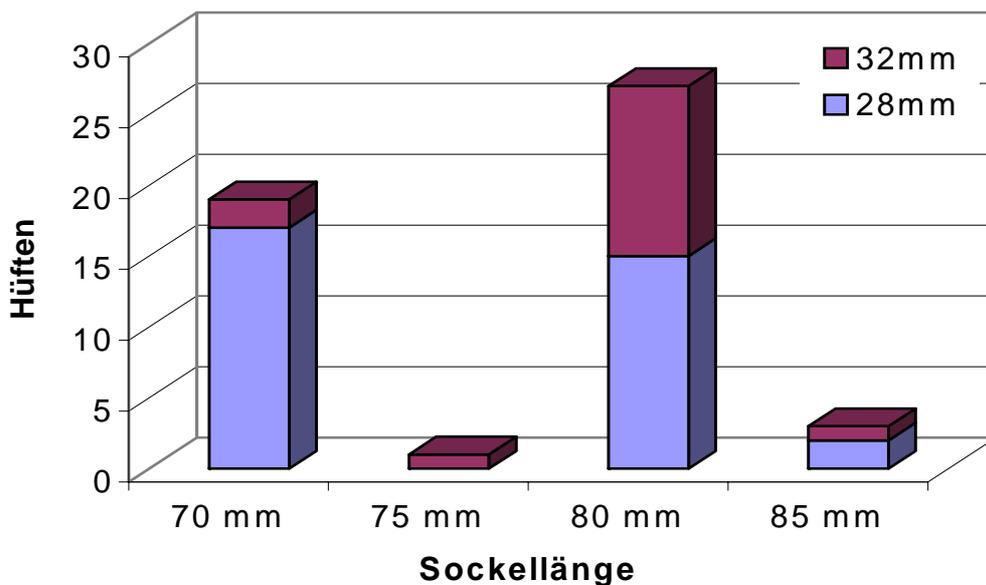


Abbildung 19: Verteilung der Sockellänge und Kopfgröße

### 3.2.2 Defektsituation des Azetabulum

Nach der PAPROSKY-Defektklassifikation lag in einem Fall ein Stadium 2B (2 %), in 11 Fällen ein Stadium 2C (22 %) und in 20 Fällen ein Stadium 3A (40 %) vor. In 18 Fällen wurde ein Stadium 3B (36 %) beschrieben.

Eine Verwendung von Knochentransplantaten im Bereich des Azetabulums bzw. des Sockelstieles erfolgte in 49 Fällen. In diesen 49 Fällen kamen nichtstrukturierte Transplantate in Form von gemahlener Spongiosa oder Knochenchips zum Einsatz. Zusätzlich wurde in 8 Fällen ein strukturiertes Allograft verwendet.

Es wurden in 5 Fällen allogene, in 11 Fällen autologe und bei 33 Implantationen gemischte Spongiosatransplantate eingesetzt. In einem Fall wurde gänzlich auf eine Spongiosaplastik verzichtet.

### 3.2.3 Operationsdauer und Blutverlust

Die mittlere Gesamtdauer aller Operationen betrug 129 Minuten (Median 130, Bereich 60-260 min.).

Die Operationsdauer bei isoliertem Pfannenwechsel betrug im Mittel 117,2 Minuten (Median 120, Bereich 60-200 min.), die durchschnittliche Operationsdauer beim kompletten Wechsel bzw. Wiederaufbau lag im Mittel mit 144 Minuten (Median 230, Bereich 90-260 min.) signifikant ( $p=0,03$ ) darüber.

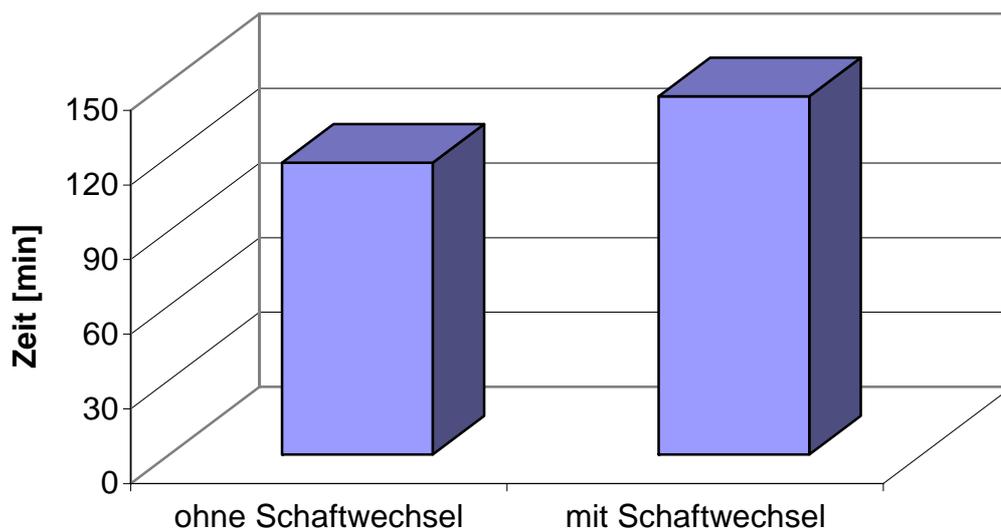


Abbildung 20: Operationsdauer mit und ohne Schaftwechsel

Der mittlere Blutverlust aller dokumentierten Fälle betrug 1468 ml (Median 1450, Bereich 220 - 4090 ml). Der mittlere Gesamtblutverlust in den Fällen bei denen nur ein isolierter Pfannenwechsel durchgeführt wurde betrug 1007 ml (Median 750, Bereich 250 - 2540 ml). Fälle, in denen ein Wechsel aller Komponenten bzw. eine Reimplantation erfolgte wiesen mit einem mittleren Blutverlust von 2033 ml (Median 1820 ml, Bereich 500 - 4090 ml) einen deutlich höheren Blutverlust auf.

Zum Ausgleich des Blutverlustes bezüglich aller Fälle wurden intraoperativ als auch postoperativ im Mittel jeweils 1,5 Erythrozytenkonzentrate (Median 1,5, Bereich 0-6) transfundiert.

Im Rahmen der kompletten TEP-Wechseloperationen bzw. Reimplantationen wurde intraoperativ im Mittel 2 (Median 2, Bereich 0-5) und postoperativ im Mittel 2,35 Blutkonserven (Median 2, Bereich 0-6) verabreicht.

Demgegenüber wurden bei den isolierten Sockelpfannenimplantationen intraoperativ im Mittel 1,1 Erythrozytenkonzentrate (Median 1, Bereich 0-4) transfundiert.

Postoperativ wurden hier im Mittel 0,8 Blutkonserven (Median 0, Bereich 0-3) verabreicht.

Perioperativ wurde in 28 Fällen ein Retransfusionssystem (ConstaVac, Stryker, Michigan, USA) verwendet. Durchschnittlich wurden 458 ml Blut retransfundiert. Die perioperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten in Fällen bei denen kein Retransfusionssystem verwendet wurde betrug im Mittel 1,9 (Median 2, Bereich 0-6). Die durchschnittliche Gabe von Blutkonserven in den Fällen bei denen ein Retransfusionssystem verwendet wurde lag mit im Mittel 4,0 transfundierten Erythrozytenkonzentraten (Median 4, Bereich 0-9) signifikant ( $p=0,01$ ) höher.

### **3.2.4 Intraoperative Komplikationen**

Der intraoperative Verlauf gestaltete sich in 43 Fällen (86%) komplikationslos. In 3 Fällen kam es im Rahmen der Zemententfernung aus dem Femurschaft zu Fissuren. Diese wurden mit Titancerclagen versorgt. In einem Fall kam es zu einer Läsion der Arteria glutea superior. Ein Patient erlitt bei dem Versuch einen verbliebenen Schraubenrest aus dem Azetabulum zu bergen eine Schambeinfraktur. Weiterhin fand sich als implantatspezifische intraoperative Komplikation in zwei Fällen die Dislokation des Zielbohrdrahtes in das Os ilium beim Fräsen des Sockellagers. Ein Draht konnte nur durch einen paravertebralen Zugang auf Höhe des zweiten Lendenwirbels geborgen werden.

In einem Fall konnte aufgrund eines posttraumatisch dislozierten dorsalen Pfannenanteil das Zielgerät für den Kirschnerdraht nicht regelrecht in der Incisura ischiadica plaziert werden. Hier erfolgte das Fräsen des Sockellagers unter Bildwandlerkontrolle.

<b>Komplikationen intraoperativ</b>	<b>Anzahl</b>
Fissur/Fraktur	4
Gefäßläsion	1
Drahtdislokation	2

*Tabelle 1: intraoperative Komplikationen*

### **3.3 Postoperative Ergebnisse**

#### **3.3.1 Medikation**

Bei allen 48 Patienten erfolgte eine Thromboseprophylaxe. Diese wurde bei 2 Patienten mit Gerinnungsstörungen nach Rücksprache mit dem Gerinnungsdienst mit unfraktioniertem Heparin (3 \* 5000IE/d s.c.) durchgeführt, die übrigen Patienten erhielten niedermolekulares Heparin. In 36 Fällen wurde Enoxaparin (Clexane®, Rhone-Pulenc-Rorer, Köln, Deutschland), in 10 Fällen Nadroparin (Fraxiparin®, Sanofi, Winthrop, Deutschland) in Form einer täglichen Einmaldosis, beginnend am Abend vor der Operation gegeben.

Routinemäßig erfolgte eine systemische Antibiose, die am OP-Tag begonnen wurde. Als Standardmedikament wurde in 32 Fällen Ampicillin/Sulbactam in einer täglichen Dosis von 3x3g/d appliziert. Die durchschnittliche Applikationsdauer betrug 5,7 Tage. In 5 Fällen erhielten die Patienten nur eine einmalige Gabe von 1x3g im Sinne eines „single Shot“. In 13 Fällen wurde ein anderes Antibiotikum entweder aufgrund einer Allergie oder in Übereinstimmung mit dem Antibiogramm des präoperativen Keimnachweises gewählt. In 7 Fällen wurde Cefotiam (im Mittel für 7 Tage), in 3 Fällen Ciprofloxacin (im Mittel 9Tage) verabreicht. Jeweils in einem Fall wurde für 9 Tage Clindamycin, für 5 Tage eine Kombination aus Vancomycin und Cefotiam und für ebenfalls 5 Tage Cefuroxim gegeben.

### **3.3.2 Stationärer Aufenthalt und Mobilisation**

27 Patienten wurden postoperativ auf der Intensivstation überwacht. Der durchschnittliche Aufenthalt dort betrug 2,6 Tage (Median 2 Tage, Bereich 1-10 Tage).

Die postoperative Verweildauer betrug im Mittel 20,4 Tage (Median 20 Tage, Bereich 11-55 Tage). Die Patienten mit einem isolierten Pfannenwechsel hatten eine stationäre Verweildauer von im Mittel 19,2 Tagen (Median 20 Tage, Bereich 11-30 Tage).

Patienten mit einem Totalwechsel oder Wiederaufbau hatten mit durchschnittlich 20,4 Tagen (Median 20, Bereich 11-55 Tage) keinen signifikant längeren stationären Aufenthalt.

Angestrebt wurde bei allen Patienten eine frühzeitige Mobilisierung. Die postoperative Bettruhe betrug im Mittel 5,8 Tage (Median 4,5 Tage, Bereich 1-14 Tage). 6 Patienten wurde aufgrund einer erheblichen muskulären Insuffizienz im pelvitrochantären Bereich eine 14-tägige Bettruhe verordnet. Bei diesen 6 Patienten wurde sowohl die Pfanne als auch der Schaft gewechselt.

Die anschließende Mobilisierung erfolgte einheitlich im 3-Punktengang mit Vollbelastung. Der Übergang zum 4-Punktengang erfolgte im Mittel nach 4,7 Wochen (Median 5 Wochen, Bereich 1-10 Wochen).

### **3.3.3 Postoperative Frühkomplikationen**

Als allgemeine Frühkomplikation ereignete sich in einem Fall eine Lungenarterienembolie mit folgendem Rechtsherzversagen. Der Patient verstarb 7 Tage postoperativ während des Aufenthaltes auf der Intensivstation. Anamnestisch war in diesem Fall ein Bronchialkarzinom und ein voroperiertes Sigmakarzinom bekannt. In 3 Fällen kam es zu Wundheilungsstörungen mit Hämatom- und Serombildung. In einem Fall wurde eine operative Seromausräumung durchgeführt.

In 9 Fällen (18 %) kam es im Rahmen der Frühkomplikationen zu einem oder mehreren Luxationsereignissen. Während in 8 Fällen eine problemlose geschlossene Reposition erfolgte, musste in einem Fall offen reponiert werden. In 8 der 9 Luxationsfälle wurde primär ein Standardinlay verwendet.

In den 3 Fällen, bei denen es zu mehrfachen Luxationsereignissen innerhalb der ersten 3 postoperativen Monate kam, wurde nach jeweils erfolgreicher geschlossener Reposition zunächst ein konservativer Therapieversuch unternommen. In diesen

Fällen wurde zunächst ein Antiluxationsgips angelegt. Im Anschluss daran erfolgte der Wechsel auf eine Antiluxationsorthese.

In allen 3 Fällen kam es im Verlauf zu weiteren Luxations- oder Subluxationsereignissen, so dass das Inlay auf ein Dysplasieinlay gewechselt wurde. Bei den Patienten, die primär ein Dysplasieinlay erhalten hatten, kam es nur in einem Fall zu einem Luxationsereignis.

In einem Fall kam es zu einer Dislokation des Polyethylen-Inlays, welches operativ gewechselt werden musste.

### **3.4 Spätkomplikationen**

Insgesamt lag eine Lockerung der Sockelpfanne in 8 Fällen vor. In 2 Fällen handelte es sich um eine septische Lockerung mit positiven Keimnachweis. Die mittlere Standauer betrug hier 37,5 Monate (Median 37,5, Bereich 24-51 Monate). Beiden Fällen ging eine Girdlestonesituation nach vorherigem septischen Hüft-TEP-Ausbau voraus. In einem Fall erfolgte hier der Pfannenwechsel auf einen BURCH-SCHNEIDER-Ring, in dem anderen Fall wurde eine ovaläre Pfannekomponente implantiert.

In weiteren 2 Fällen lagen aseptisch gelockerte Sockelpfannen vor. Hier erfolgte bereits ebenfalls der Wechsel auf ein anderes Pfannesystem. In einem Fall wurde abermals ein BURCH-SCHNEIDER-Ring verwendet, in dem weiteren Fall wurde eine zementierte PE-Pfanne implantiert. Die mittlere Standzeit betrug in diesen Fällen 33 Monate (Median 33, Bereich 11-55 Monate). Insgesamt handelte es sich in allen Fällen, bei denen ein Wechsel der Sockelpfanne stattfand mindestens um die 3 Wechseloperation.

Bei den restlichen 4 Fällen mit einer definitiven Lockerung, zeigte sich radiologisch eine komplette Saumbildung um das Implantat und eine kraniale Migration. Ein Wechsel erfolgte hier bisher nicht.

Ein wahrscheinlich gelockertes Implantat mit kompletter, aber nicht progredienter Saumbildung um die Prothese lag in einem Fall vor.

In 3 Fällen lag eine mögliche Pfannenlockerung vor. Die inkomplette Saumbildung um die Prothese betrug hier jedoch nicht mehr als ein Drittel des Sockels.

### **3.5 Nachuntersuchungskollektiv**

Zum Zeitpunkt des Follow-up waren 3 Patienten verstorben, 1 Patientin hatte zwischenzeitlich einen Apoplex erlitten und konnte aufgrund einer ausgeprägten Hemiparese nicht an der Nachuntersuchung teilnehmen.

Bei 4 Patienten hatte bereits ein erneuter Pfannenwechsel auf ein anderes System stattgefunden. 2 Patienten sahen sich aufgrund schwerwiegender hüftunabhängiger Nebenerkrankungen nicht in der Lage an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

6 Patienten waren unbekannt verzogen bzw. konnten weder schriftlich noch telefonisch kontaktiert werden.

Zur ambulanten Nachkontrolle erschienen 32 Patienten (34 Hüftgelenke) in der Orthopädischen Poliklinik der Charité.

Die mittlere Follow-up-Zeit betrug 29,5 Monate (Median 28 Monate, Bereich 7-63 Monate).

### **3.6 Funktionelle Ergebnisse**

Präoperativ fiel bei der Prüfung des Bewegungsausmaßes in 18 Fällen ein Extensionsdefizit auf. Davon bestand in 4 Fällen ein Defizit von 5°, in 10 Fällen ein Defizit von 10°. In 4 Fällen betrug das Streckdefizit mehr als 10° (Median 5°, Bereich 0 – 30°).

Bei der Nachuntersuchung bestand in 11 Fällen ein Extensionsdefizit. In 5 Fällen betrug das Defizit 5°, in weiteren 5 Fällen 10°. In einem Fall betrug das Extensionsdefizit 20° (Median 0, Bereich 0-20°). Die Flexion betrug bei der Nachuntersuchung im Mittel 85° (Median 90, Bereich 0-130°), präoperativ war im Mittel eine Flexion von 69° (Median 70, Bereich 0-90°) möglich. Damit konnte die Beugefähigkeit signifikant ( $p=0,002$ ) verbessert werden.

Die Abduktion beschränkte sich präoperativ im Mittel auf 17° (Median 20, Bereich 0-40°), bei der Nachuntersuchung konnte im Mittel 26° (Median 25, Bereich 0-40°) abduziert werden. Damit ließ sich die Abduktion signifikant ( $p=0,001$ ) verbessern.

Die Adduktion war bei der Nachuntersuchung im Mittel bis 16° (Median 20, Bereich 0-30°) möglich, präoperativ betrug das Ausmaß im Mittel 13° (Median 10, Bereich 0-40°). Somit ließ sich auch die Adduktion signifikant ( $p=0,018$ ) verbessern.

Die Außenrotation wurde präoperativ im Mittel mit 19° (Median 15, Bereich 0-70°) gemessen, bei der Nachuntersuchung ergab sich im Mittel ein Wert von 20° (Median 20, Bereich 0-40°). Die Innenrotation ließ sich von präoperativ im Mittel 6° (Median 5,

Bereich 20-30°) auf im Mittel 9° (Median 7,5, Bereich 15-20°) bei der Nachuntersuchung nicht signifikant verbessern.

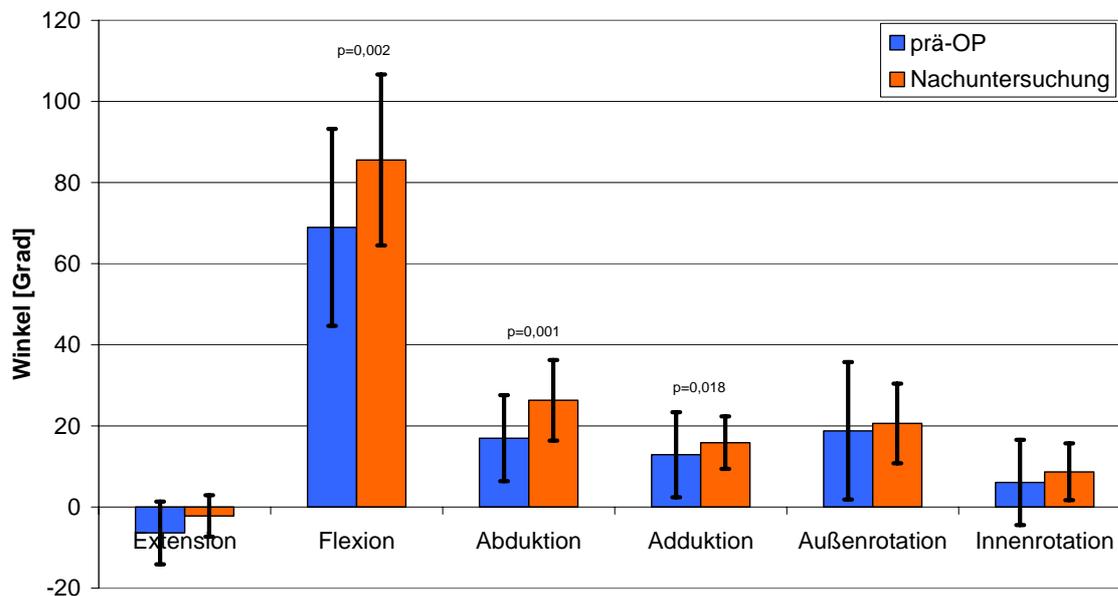


Abbildung 21: Bewegungsumfänge prä- und postoperativ

Die Beinlängendifferenz bei allen untersuchten Patienten betrug präoperativ im Mittel 2,0 cm (Median 2 cm, Bereich 0-6 cm). Im Rahmen der Nachuntersuchung betrug die gemessene Beinlängendifferenz im Mittel 1,6 cm (Median 1,5 cm, Bereich 0-5 cm). In den Fällen, mit der 1.Wechseloperation betrug die Beinlängendifferenz präoperativ im Mittel 2,0 cm. Diese konnte durch die Operation auf im Mittel 1cm verringert werden.

In den Fällen, für die die Implantation der Sockelpfanne mindestens die zweite Wechseloperation darstellte betrug der präoperativ gemessene Beinlängenunterschied im Mittel 2,2 cm. Dieser konnte durch den erneuten Wechsel auf im Mittel 1,2 cm reduziert werden.

Es fand sich keine signifikante Verbesserung der Beinlängendifferenz von präoperativ zu postoperativ sowohl bei Patienten mit einer Wechseloperation, als auch bei den Patienten mit mehr als einer Revisionsoperation.

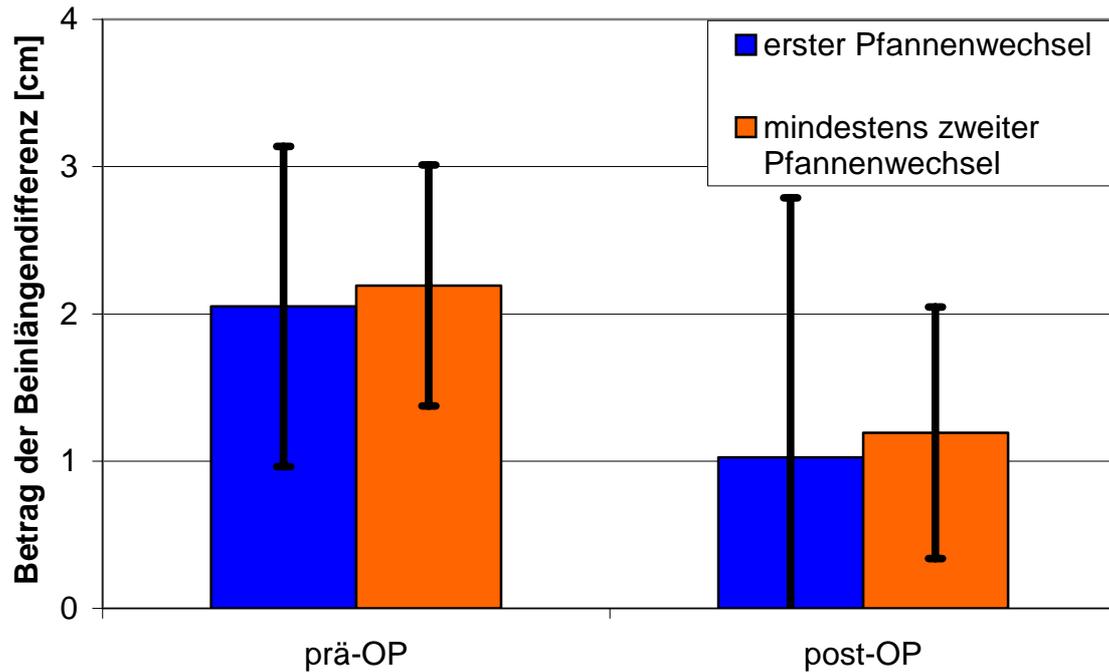


Abbildung 22: Beinlängendifferenz prä- und postoperativ nach dem 1. Pfannenwechsel verglichen mit Patienten mit mehr als einem Pfannenwechsel

Ein positives Trendelenburgzeichen zeigte sich präoperativ auf der OP-Seite in 28 Fällen.

Bei der Nachuntersuchung bestand auf der operierten Seite in 23 Fällen ein positives Trendelenburgzeichen.

Die Verteilung bei den Fällen mit isoliertem Pfannenwechsel bzw. mit Totalwechsel zeigte folgende Ergebnisse.

	Trendelenburg positiv	Trendelenburg negativ
Pfannenwechsel	11	6
Totalwechsel/ Wiederaufbau	12	5

Tabelle 2: Trendelenburgzeichen postoperativ

### 3.7 Subjektive Zufriedenheit

Die allgemeine Zufriedenheit des Operationsergebnisses wurde mit Hilfe von Schulnoten erfasst.

In 12 Fällen wurde das Ergebnis mit sehr gut, in abermals 12 Fällen mit gut benotet.

Als befriedigend wurde das Operationsergebnis in 7 Fällen beurteilt.

In 2 Fällen wurde das postoperative Ergebnis mit ausreichend, in 1 Fall mit mangelhaft bewertet.

31 Patienten würden sich einer erneuten Revisionsoperation unterziehen.

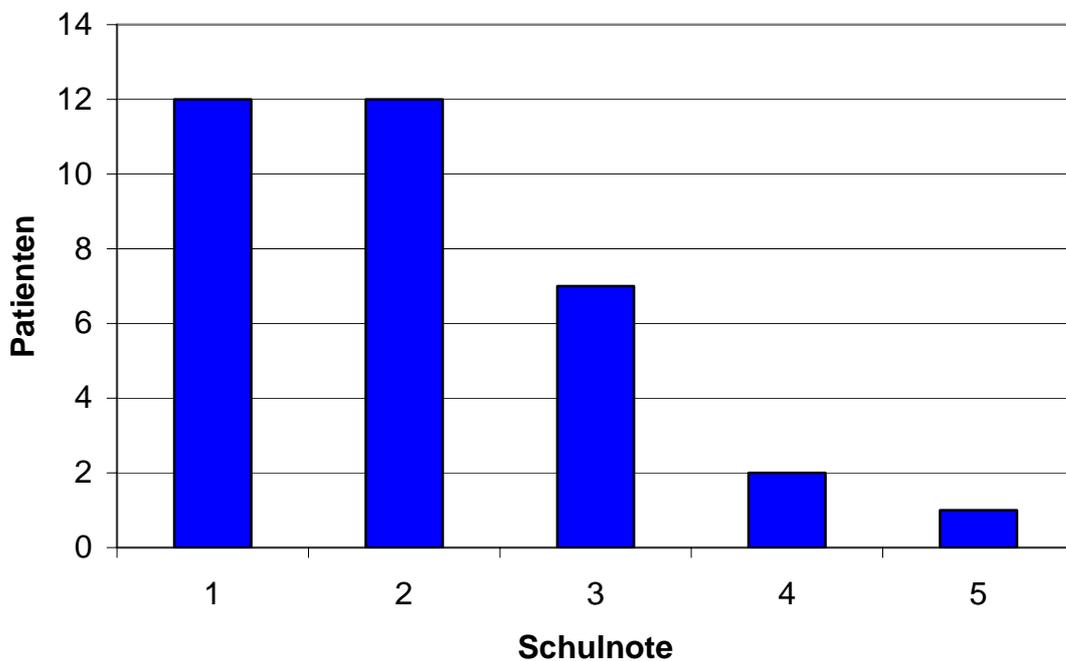


Abbildung 23: subjektive Zufriedenheit der Patienten in Schulnoten

### **3.8 MERLE D´AUBIGNÉ Score**

#### **3.8.1 Kriterium Schmerz**

Der Punktwert des Kriteriums Schmerz bei allen 34 nachuntersuchten Fällen betrug im Mittel 4,5 Punkte (Median 5 Punkte, Bereich 0-6 Punkte).

Im Vergleich zum präoperativ erhobenen Mittelwert von 2,2 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) zeigte sich in der Gesamtheit eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung bezüglich der Schmerzsymptomatik.

In den Fällen, in denen die Implantation der Sockelpfanne die erste Wechseloperation darstellte, wurde das Kriterium im Mittel mit 4,3 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 1-6 Punkte) bewertet.

In den Fällen mit häufigeren Prothesenwechseln wurde die Schmerzsymptomatik im Mittel mit 4,7 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 2-6 Punkte) bewertet. Zwischen diesen Gruppen bestand lediglich in der präoperativen Beurteilung des Schmerzes ein signifikanter ( $p = 0,039$ ) Unterschied. In den Fällen vor der 1. Wechseloperation wurde die Schmerzsymptomatik mit 2,4 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 1-4 Punkte) bewertet. Die Fälle mit bereits mehreren Voroperationen erreichten hier im Mittel 1,9 Punkte (Median 2 Punkte, Bereich 0-3 Punkte).

In den Fällen, in denen ein isolierter Pfannenwechsel erfolgte konnte sich der präoperativ erhobene Wert für das Kriterium Schmerz von 1,8 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) auf 4,3 Punkte (Median 5 Punkte, Bereich 1-6 Punkte) signifikant ( $p = 0,001$ ) verbessern. Auch die Fälle, mit einem kompletten TEP-Wechsel oder einem Wiederaufbau konnten mit einem bezüglich des Kriteriums Schmerz erzielten Mittelwert von 4,7 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 0-6 Punkte) eine signifikante ( $p = 0,002$ ) Verbesserung verbuchen.

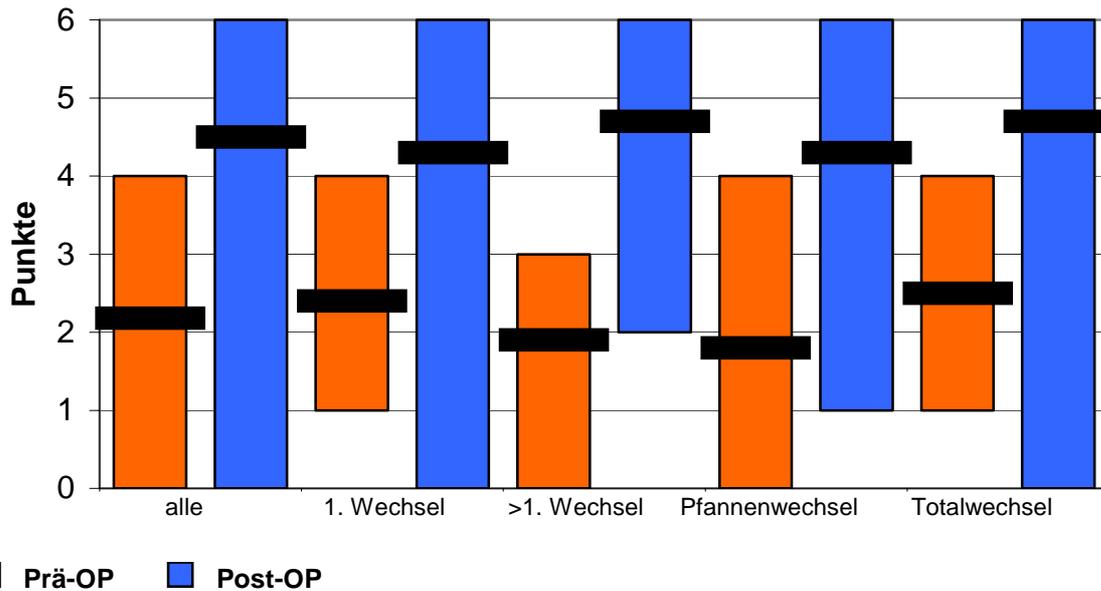


Abbildung 24: Kriterium Schmerz des MERLE D'AUBIGNÉ Score (der Strich gibt den Mittelwert an, der Balken den Bereich der Beobachtungen)

### 3.8.2 Kriterium Bewegungsausmaß

Die mittlere Punktzahl bezüglich aller nachuntersuchten Fälle hinsichtlich des Bewegungsausmaßes lag präoperativ bei 3,5 Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 2-5 Punkte). Im Rahmen der Nachuntersuchung lag dieser Wert im Mittel bei 4,7 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 3-6 Punkte), was einer signifikanten ( $p < 0,001$ ) Verbesserung entsprach.

In den Fällen, in denen die Implantation der Sockelpfanne die 1. Wechseloperation darstellte, wurde das Kriterium Bewegungsausmaß im Mittel mit 4,4 Punkten (Median 4 Punkte, Bereich 3-6 Punkte) bewertet.

Die nachuntersuchten Fälle mit mehr als einer Wechseloperation erreichten bezüglich der Beweglichkeit einen Mittelwert von 5,2 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 4-6 Punkte).

Im Mittel konnten die Fälle, bei denen ein isolierter Pfannenwechsel durchgeführt 4,9 Punkte erreichen (Median 5 Punkte, Bereich 3-6 Punkte) und somit eine signifikante ( $p = 0,002$ ) Verbesserung erzielen.

Auch die Fälle mit einem kompletten TEP-Wechsel oder einem Wiederaufbau konnten mit einer im Mittel erreichten Punktzahl von 4,6 Punkten (Median 5 Punkte, Bereich 3-6 Punkte) eine signifikante ( $p = 0,003$ ) Verbesserung im Score vorweisen.

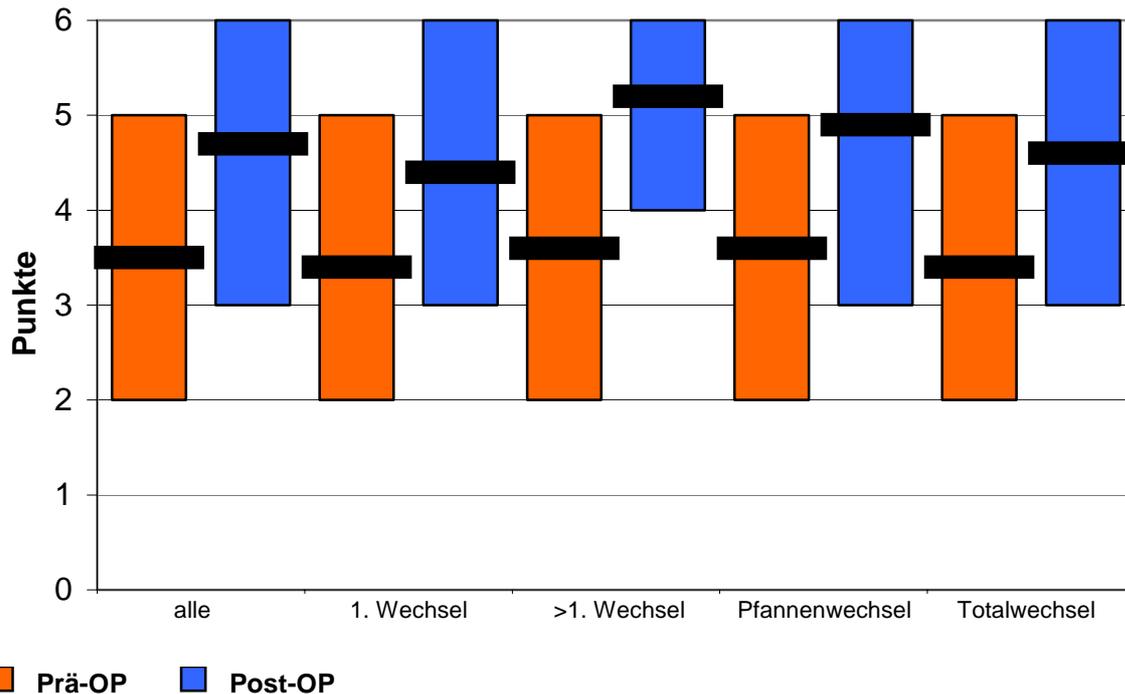


Abbildung 25: Kriterium Bewegungsausmaß des MERLE D'AUBIGNÉ Score (der Strich gibt den Mittelwert an, der Balken den Bereich der Beobachtungen)

### 3.8.3 Kriterium Gehfähigkeit

Die Gehfähigkeit wurde anhand des Gangbildes sowie des Gebrauches von Gehhilfen (ein oder zwei Stöcke bzw. Unterarmgehstützen) eingeschätzt und mit maximal 6 Punkten im Falle einer normalen Gehfähigkeit bewertet.

Die mittlere Gehfähigkeit aller nachuntersuchten Fälle wurde präoperativ mit 2,0 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-3 Punkte) bewertet.

Im Vergleich dazu wurde die Gehfähigkeit im Rahmen der Nachuntersuchung mit im Mittel 3,5 Punkten (Median 3,5 Punkte, Bereich 1-6 Punkte) eingeschätzt und wies somit eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung auf.

Die Gruppe der Fälle nach der 1. Wechseloperation erreichte im Mittel eine Punktzahl von 3,2 (Median 3 Punkte, Bereich 1-6 Punkte).

Fälle, die bereits mehr als eine Wechseloperation aufwiesen, erreichten durchschnittlich 3,8 Punkte (Median 4 Punkte, Bereich 2-6 Punkte) und wiesen damit keine bessere Gehfähigkeit auf als die oben bewertete Gruppe.

Die Gehfähigkeit in den Fällen nach einem isoliertem Pfannenwechsel wurde im Mittel mit 3,5 Punkten (Median 4 Punkte, Bereich 1-6 Punkte) eingeschätzt, während in den Fällen nach einem kompletten Prothesenwechsel ein Mittelwert von 3,4

Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 2-6 Punkte) erreicht wurde. Somit konnte in beiden Gruppen hinsichtlich des Kriteriums Gehfähigkeit eine signifikante ( $p=0,003$  isolierter Pfannenwechsel;  $p=0,004$  Totalwechsel) Verbesserung erreicht werden.

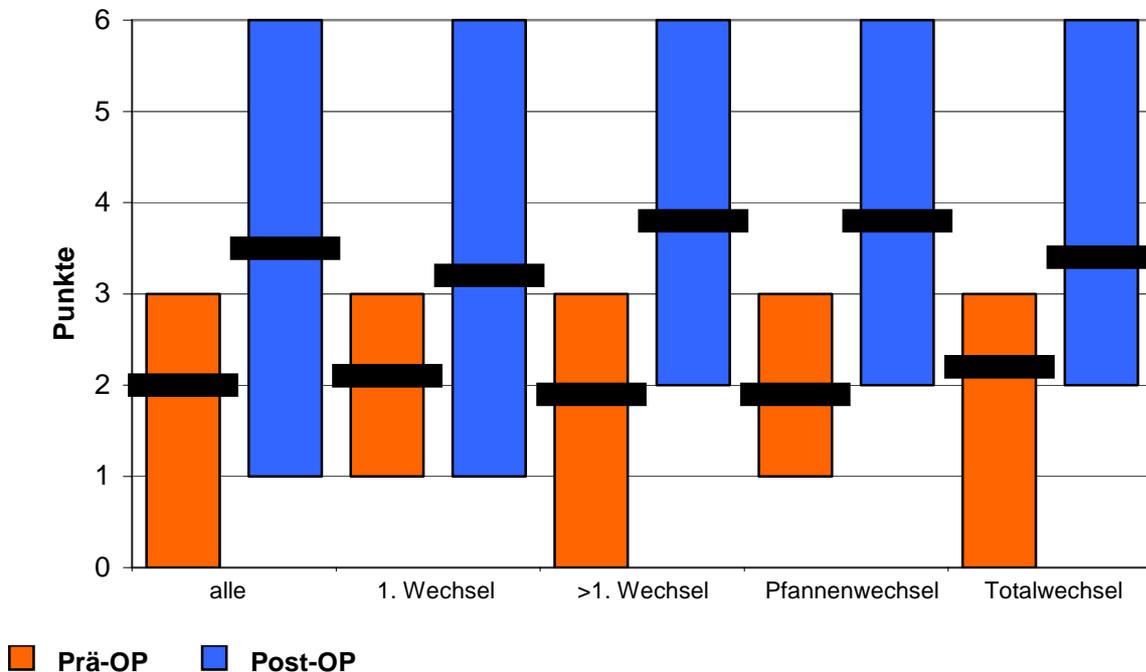


Abbildung 26: Kriterium Gehfähigkeit des MERLE D'AUBIGNÉ Score

### 3.8.4 Gesamtergebnis nach MERLE D'AUBIGNÉ

Die Auswertung des Gesamtergebnisses von allen 34 nachuntersuchten Fällen ergab ein mittleres Ergebnis von 12,7 Punkten (Median 13 Punkte, Bereich 5-17 Punkte). Präoperativ wurde ein Wert von im Mittel 7,6 Punkten (Median 8 Punkte, Bereich 3-11 Punkte) erhoben. Damit zeigte sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein signifikant ( $p<0,001$ ) besseres Gesamtergebnis hinsichtlich der Summe aller Kriterien.

Die Gruppe der Fälle mit dem 1. Prothesenwechsel erreichte einen Mittelwert von 12,0 Punkten (Median 12 Punkte, Bereich 5-17 Punkte).

Die Fälle, mit mehr als einem Prothesenwechsel wurden im Rahmen der Nachuntersuchung mit im Mittel 13,7 Punkten (Median 15 Punkte, Bereich 9-17 Punkte) bewertet.

Das Kollektiv der Fälle mit isoliertem Pfannenwechsel erreichte im Mittel 12,8 Punkte (Median 14,5 Punkte, Bereich 6-16 Punkte). Im Vergleich dazu lagen die Fälle mit einem Totalwechsel bzw. Wiederaufbau mit 12,7 Punkten (Median 12,5, Bereich 5-17 Punkte) nur unwesentlich darunter.

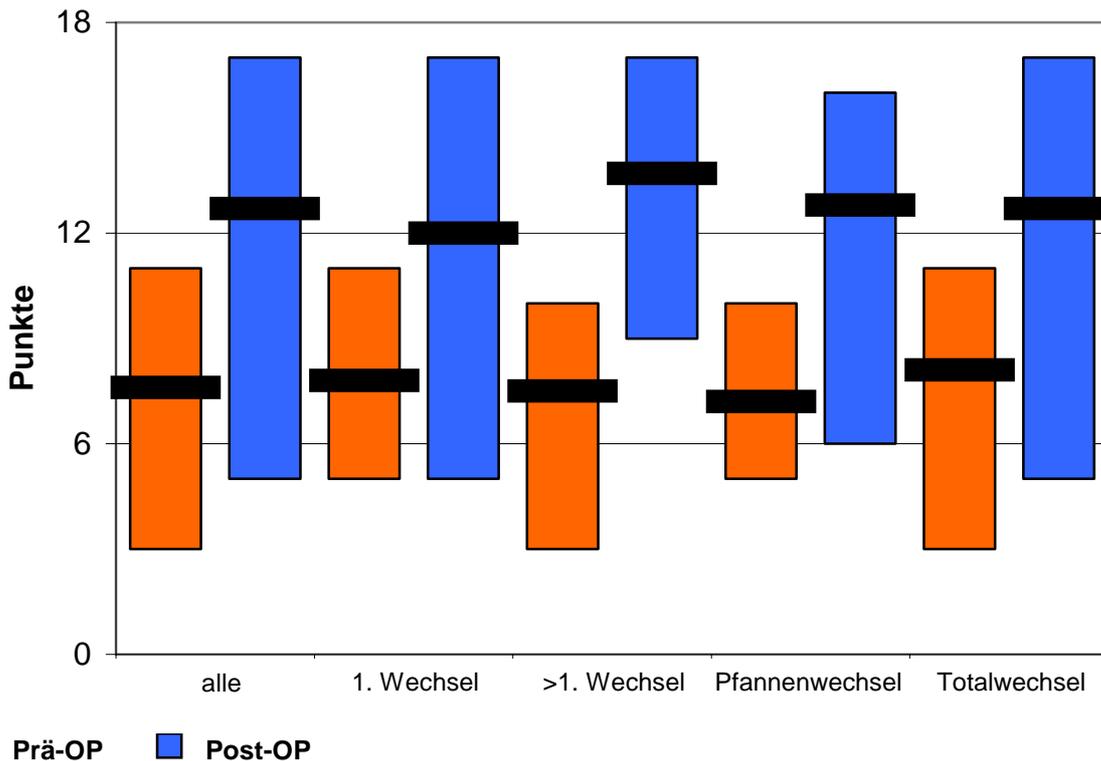


Abbildung 27: Gesamtergebnis des MERLE D'AUBIGNÉ Score

### 3.9 Harris-Hip-Score

#### 3.9.1 Kriterium Schmerz

Der mittlere Ergebnis für die Schmerzsymptomatik aller nachuntersuchten Fälle betrug 31,5 Punkte (Median 30 Punkte, Bereich 10-44 Punkte). Präoperativ wurde im Mittel 12,9 Punkte (Median 10 Punkte, Bereich 0-20 Punkte) erreicht. Damit konnte eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung für das Kriterium Schmerz erzielt werden.

In den Fällen, in denen die Implantation der Sockelpfanne die 1. Wechseloperation war, wurde der Schmerz im Mittel mit 29,8 Punkten (Median 30 Punkte, Bereich 10-44 Punkte) bewertet.

Fälle, bei denen im Vorfeld bereits eine Wechseloperation stattgefunden hatte, erreichten im Mittel 33,6 Punkte (Median 40 Punkte, Bereich 10-44 Punkte).

Beide Gruppen konnten hinsichtlich der Schmerzsymptomatik von der Operation signifikant ( $p < 0,001$  bei der 1. Wechseloperation;  $p = 0,001$  bei mehr als einem Wechsel) profitieren.

Im Mittel konnten sich die Fälle mit einem alleinigen Pfannenwechsel von präoperativ erreichten 11,3 Punkten (Median 10 Punkte, Bereich 10-20 Punkte) auf 29,8 Punkte (Median 30 Punkte, Bereich 10-44 Punkte) signifikant ( $p = 0,001$ ) verbessern.

Auch die Fallgruppe mit einem kompletten Wechsel der Prothese bzw. einem Wiederaufbau wies mit im Mittel 33,0 erzielten Punkten (Median 35 Punkte, Bereich 10-44 Punkte) eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung des Kriteriums Schmerz auf. Präoperativ lag in dieser Gruppe das mittlere Ergebnis bei 14,4 Punkten (Median 15 Punkte, Bereich 0-20 Punkte).

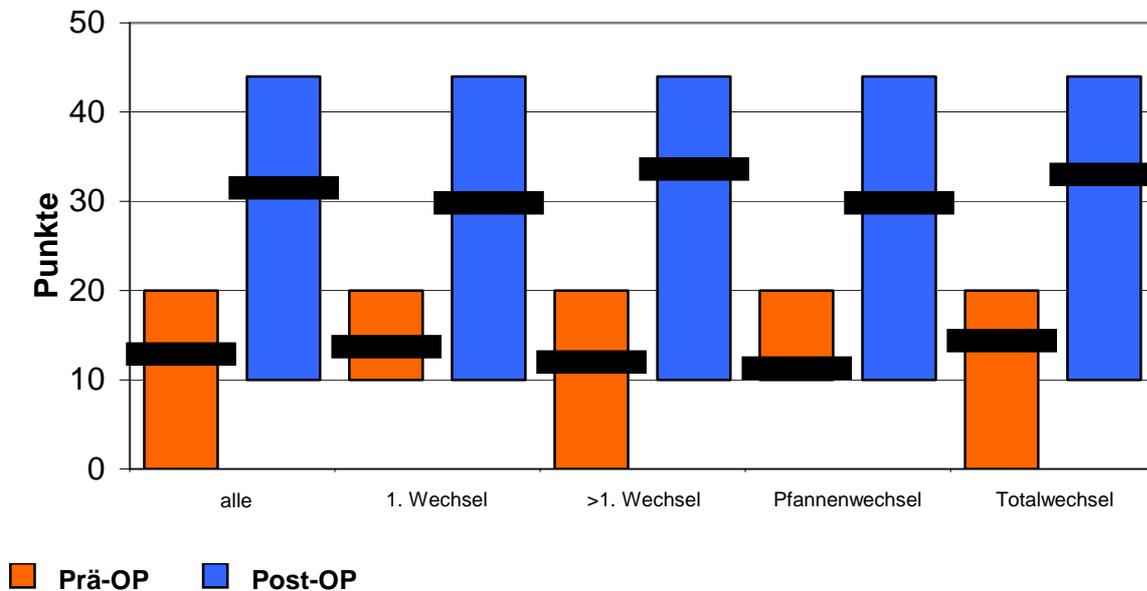


Abbildung 28: Kriterium Schmerz des HARRIS-Hip-Score

### 3.9.2 Kriterium Funktion

Das Hauptkriterium Funktion gliedert sich im Harris-Hip-Score in die Unterpunkte tägliche Aktivität und Gang. Diese werden in dieser Arbeit bezüglich der Auswertung getrennt beurteilt.

#### Kriterium tägliche Aktivitäten

Präoperativ erzielte das gesamte Kollektiv im Mittel 6,2 Punkte (Median 7 Punkte, Bereich 1-10 Punkte).

Die mittlere Gesamtpunktzahl aller 34 nachuntersuchten Fälle betrug 9,6 Punkte (Median 10 Punkte, Bereich 2-14 Punkte) was eine signifikante ( $p = 0,001$ ) Verbesserung im Score hinsichtlich der Alltagsaktivitäten bedeutete.

Bei der selektiven Betrachtung der Fälle mit der 1. Wechseloperation lag die mittlere Punktzahl bei 9,5 Punkten (Median 10 Punkte, Bereich 3-14 Punkte), in den Fällen mit mehreren vorangegangenen Wechseloperationen bei 9,9 Punkten (Median 10 Punkte, Bereich 2-14 Punkte). Beide Fallgruppen unterschieden sich nicht signifikant

bezüglich des erzielten Punktwertes, konnten sich aber hinsichtlich des jeweiligen präoperativen Ausgangswertes signifikant ( $p=0,007$  bei der 1. Wechseloperation;  $p=0,001$  bei mehr als einem Wechsel) verbessern.

Im Mittel konnten die Fälle mit einem isolierten Wechsel der Pfannenkomponente 9,1 Punkte (Median 7 Punkte, Bereich 1-10 Punkte) erreichen, bei den Fällen mit einem kompletten Wechsel wurden die Fähigkeit zur Ausübung der täglichen Aktivitäten mit 10,1 Punkten (Median 10 Punkte, Bereich 5-14 Punkte) nicht signifikant besser bewertet. Hinsichtlich der Verbesserung im Score, konnten die Fälle mit einem isolierten Pfannenwechsel eine signifikante ( $p=0,01$ ) Verbesserung aufweisen. Auch die Fälle mit einem Totalwechsel oder einem Wiederaufbau erzielten eine signifikante ( $p=0,001$ ) Verbesserung im Score.

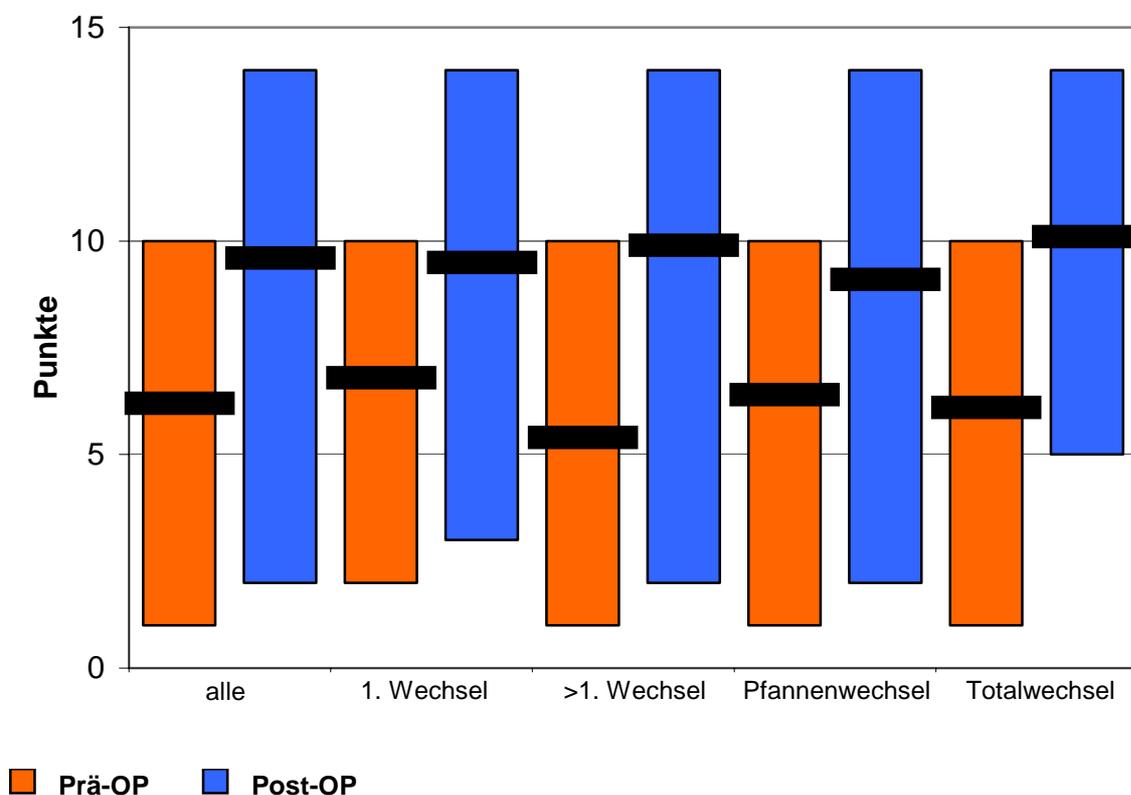


Abbildung 29: tägliche Aktivitäten des HARRIS-Hip-Score

### Kriterium Gang

Die mittlere Punktzahl aller Fälle bezüglich des Kriteriums Gang betrug vor der geplanten Operation 10,9 Punkte (Median 10 Punkte, Bereich 0-21 Punkte). Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde ein mittleres Ergebnis von 19,7 Punkten (Median 21 Punkte, Bereich 7-33 Punkte) ermittelt, was einer signifikanten ( $p<0,001$ ) Verbesserung des Kriteriums Gang hinsichtlich der Gesamtheit aller Fälle entspricht.

Patienten ohne vorhergehende Wechseloperation erreichten bei der Bewertung des Kriteriums Gang 17,7 Punkte (Median 19 Punkte, Bereich 7-30). Die Fälle mit einem häufigeren Implantatwechsel in der Anamnese schnitten mit im Mittel 22,3 erzielten Punkten (Median 24 Punkte, Bereich 13-33 Punkte) tendenziell aber nicht signifikant besser ab.

Beide Gruppen profitierten von der durchgeführten Wechseloperation deutlich ( $p=0,004$  bei der 1. Wechseloperation;  $p=0,001$  bei mehr als einem Wechsel).

Bei der selektiven Betrachtung der Fälle mit einem isolierten Wechsel der Pfannenkomponente konnten 19,3 Punkten (Median 20 Punkte, Bereich 7-30 Punkte) ermittelt werden. Im Vergleich zu dem präoperativ erzielten Mittelwert von 11,3 Punkten (Median 10 Punkte, Bereich 5-21 Punkte) profitierte diese Gruppe signifikant ( $p=0,005$ ) von der Wechseloperation.

Auch die Fälle mit einem kompletten Wechsel der Prothese oder einem Wiederaufbau des Hüftgelenkes profitierten mit im Mittel 20,1 Punkten (Median 21,5 Punkte, Bereich 10-33 Punkte) signifikant ( $p=0,001$ ) von dem Prothesenwechsel.

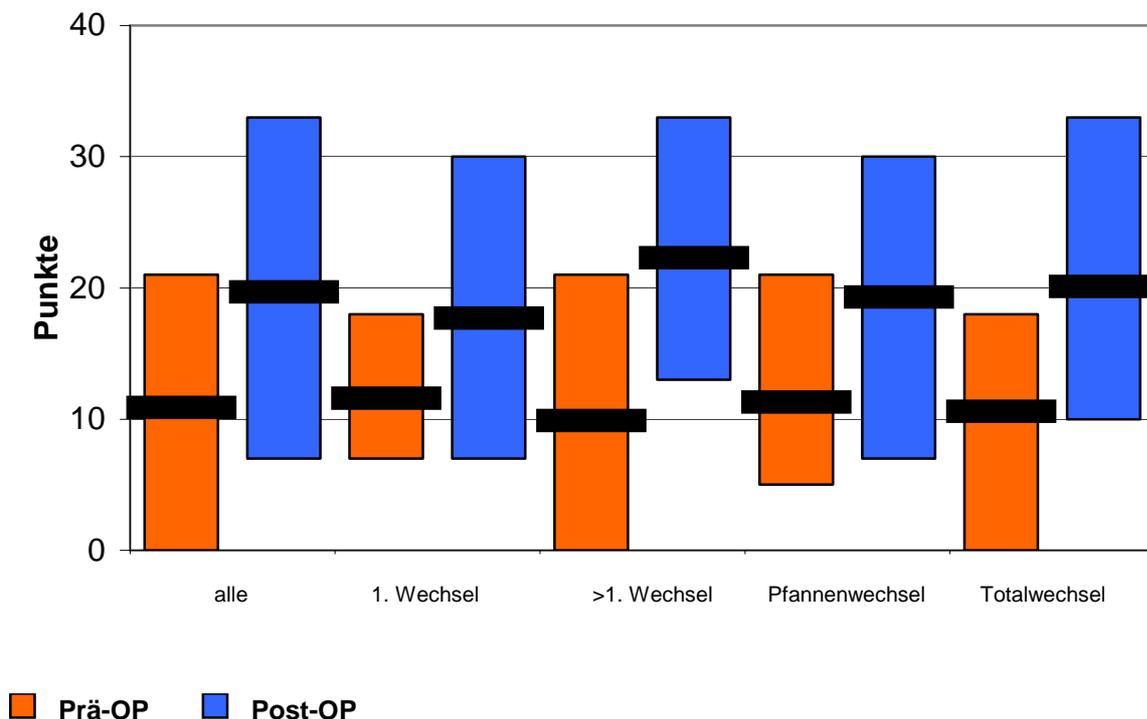


Abbildung 30: Kriterium Gang des HARRIS-Hip-Score

### 3.9.3 Kriterium Beweglichkeit

In dem Kriterium Beweglichkeit mit maximal 5 erreichbaren Punkten wurde bei der unselektiven Betrachtung aller nachuntersuchten Fälle ein mittleres Ergebnis von 4,5 Punkten (Median 4,5 Punkte, Bereich 0-4,8 Punkte) bestimmt. Hinsichtlich des präoperativ erreichten Mittelwertes von 3,8 Punkten erzielte das Gesamtkollektiv damit eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung der Beweglichkeit.

Die Gruppe mit einem erstmaligen Wechsel der Prothese erreichte 4,4 Punkte (Median 4,5 Punkte, Bereich 0-4,5 Punkte). Die Fälle mit mehrfachen Prothesenwechseln erreichten in der Wertung des Kriteriums Beweglichkeit einen mittleren Wert von 4,6 Punkten (Median 4,5 Punkte, Bereich 4,3-4,8 Punkte). Beide Gruppen verbesserten sich im Score damit signifikant ( $p = 0,034$  bei der 1. Wechseloperation;  $p = 0,003$  bei mehr als einem Wechsel).

Betrachtet man das Ausmaß der Wechseloperation, so erreichten die Fälle mit einem alleinigen Pfannenwechsel im Mittel 4,4 Punkte (Median 4,5 Punkte, Bereich 0-4,8 Punkte). Die Fälle mit einem Totalwechsel erzielten mit 4,6 Punkten (Median 4,5 Punkte, Bereich 4,3-4,8 Punkte) kein signifikant unterschiedliches Ergebnis. Sowohl die Gruppe mit einem isolierten Pfannenwechsel, als auch das Kollektiv der Fälle mit einem Gesamtwechsel der Prothese wies im Score eine signifikante ( $p = 0,022$  isolierter Pfannenwechsel;  $p = 0,003$  Totalwechsel) Verbesserung bezüglich der Beweglichkeit auf.

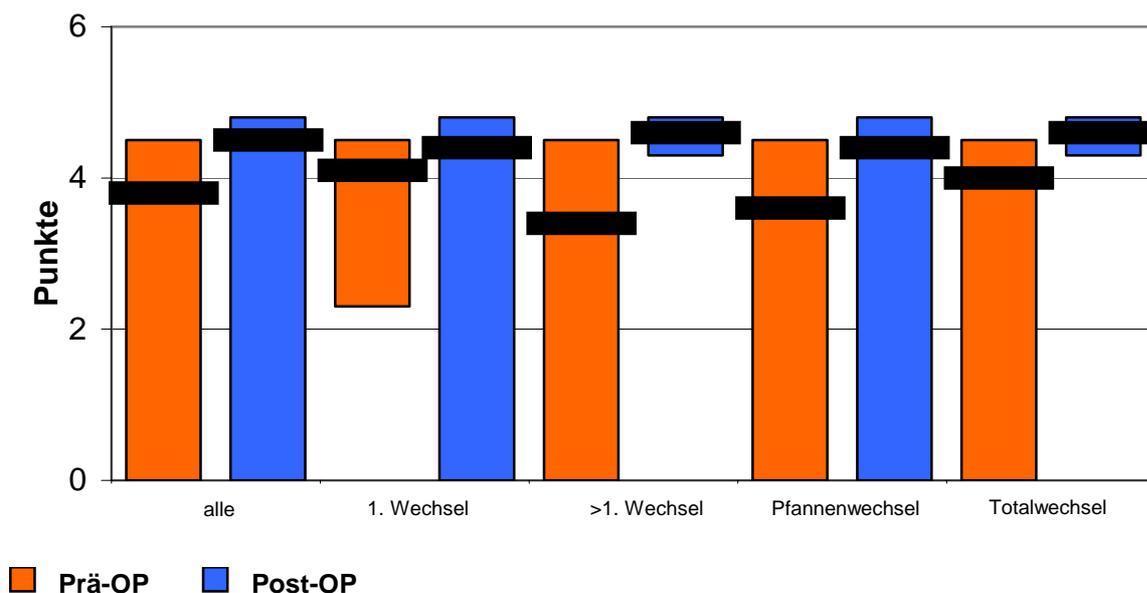


Abbildung 31: Kriterium Beweglichkeit des HARRIS-Hip-Score

### 3.9.4 Kriterium Deformität

Der Punktwert des Kriteriums Deformität bei allen 34 nachuntersuchten Fällen betrug im Mittel 2,6 Punkte (Median 3 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) bei maximal zu erreichenden 4 Punkten. Im Vergleich zum präoperativ erhobenen Mittelwert von 1,6 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) zeigte sich in der Gesamtheit eine signifikante ( $p < 0,001$ ) Verbesserung bezüglich des Kriteriums Deformität. In den Fällen, in denen die Implantation der Sockelpfanne die erste Wechseloperation war, wurde die Deformität im Mittel mit 2,4 Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) bewertet. In den Fällen, bei denen im Vorfeld bereits eine Wechseloperation stattgefunden hatte, wurden im Mittel 2,9 Punkte erreicht (Median 3 Punkte, Bereich 2-3 Punkte). Beide Fallgruppen profitierten damit im Score bezüglich des Kriteriums Deformität signifikant ( $p = 0,005$  bei der 1. Wechseloperation;  $p = 0,032$  bei mehr als einem Wechsel). Bei der selektiven Betrachtung der Fälle mit einem isolierten Wechsel der Pfannenkomponente wurde ein mittlerer Punktwert von 2,8 Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) ermittelt. Im Vergleich zu dem präoperativ erzielten Mittelwert von 1,9 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) profitierte diese Gruppe signifikant ( $p = 0,039$ ) von dem operativen Eingriff. Auch die Fälle mit einem kompletten Wechsel der Prothese bzw. Wiederaufbau des Hüftgelenkes profitierten mit einem mittleren Ergebnis von 2,5 Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 0-4 Punkte) signifikant ( $p = 0,005$ ) von dem Prothesenwechsel. Präoperativ wurden diese Fälle mit im Mittel 1,3 Punkten (Median 1 Punkt, Bereich 0-3 Punkte) bewertet.

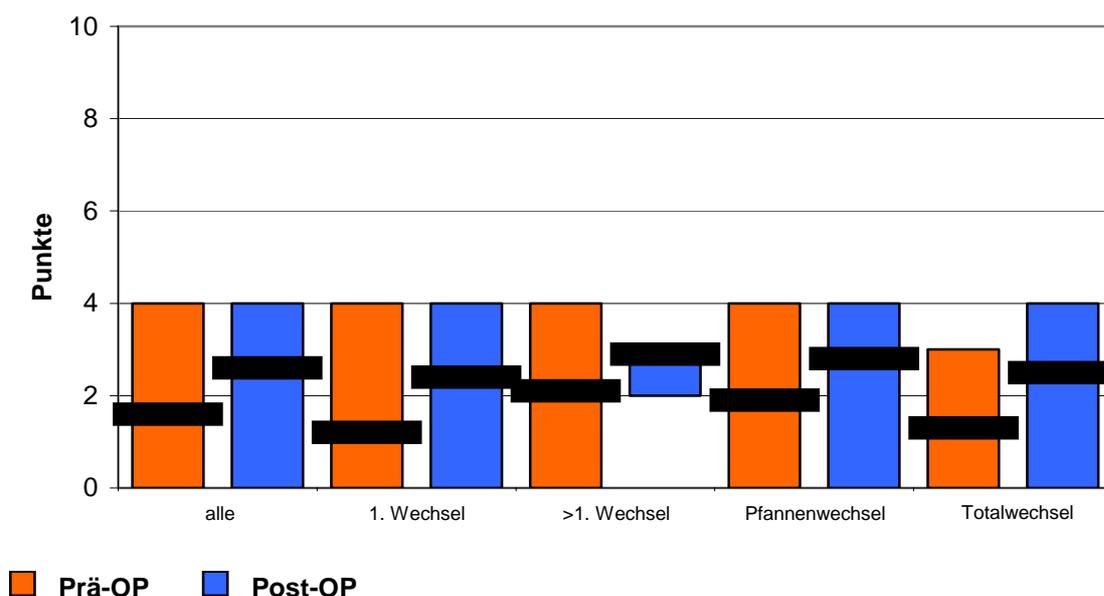


Abbildung 32: Kriterium Deformität des HARRIS-Hip-Score

### **3.9.5 Gesamtergebnis Harris -Hip-Score**

Das Gesamtergebnis als Summe der einzelnen Kriterien mit einer Maximalpunktzahl von 100 Punkten betrug im Mittel 68,0 Punkte (Median 73,9 Punkte, Bereich 27,5-98,9 Punkte). Vor der Wechseloperation wurde der Score mit im Mittel 35,4 Punkten (Median 34,1 Punkte, Bereich 6-55,6 Punkten) bewertet. Somit profitierte die Gesamtheit der Fälle deutlich ( $p < 0,001$ ) von dem erfolgten Prothesenwechsel.

Die Gruppe mit der ersten Wechseloperation zeigte mit im Mittel erreichten 63,8 Punkten (Median 65 Punkte, Bereich 27,5-90,9 Punkten) einen tendenziell aber nicht signifikant schlechteren Score als die Gruppe mit den mehrfachen Prothesenwechseln, die im Mittel mit einem Gesamtergebnis von 73,2 Punkten (Median 83,8 Punkte, Bereich 37,5-98,9 Punkte) bewertet wurde.

Beide Gruppen konnten sich gegenüber dem präoperativ ermittelten mittleren Punktwert signifikant ( $p < 0,001$  bei der 1. Wechseloperation;  $p = 0,001$  bei mehr als einem Wechsel) verbessern.

Die Fälle mit einem isolierten Pfannenwechsel wurden mit 65,3 Punkten (Median 73,9 Punkten, Bereich 27,5-91,6 Punkten) bewertet. Bei einer präoperativen mittleren Punktzahl von 34,3 (Median 33,5 Punkte, Bereich 24,4-46,6 Punkte) konnte sich diese Fallgruppe im Score signifikant ( $p = 0,001$ ) verbessern. Präoperativ erreichten die Fälle mit einem Totalendoprothesenwechsel im Mittel 36,4 Punkte (Median 38,8 Punkte, Bereich 6-55,6 Punkte). Auch diese Fälle konnten von der erfolgten Wechseloperation mit erzielten 70,3 Punkten (Median 74,6 Punkte, Bereich 33,6-98,9 Punkte) signifikant ( $p < 0,001$ ) profitieren.

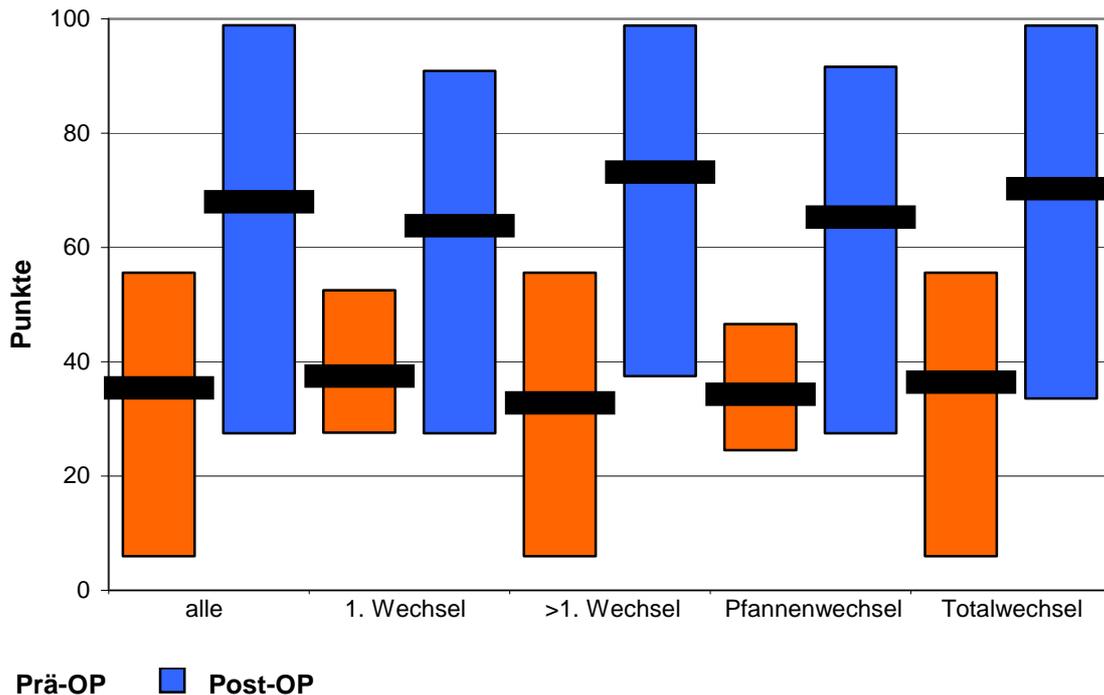


Abbildung 33: Gesamtergebnis des HARRIS- Hip Score

### 3.10 Beurteilung nach dem WOMAC- Score

#### 3.10.1 Kriterium Schmerz

Der mittlere Wert bezüglich des Kriteriums Schmerz aller nachuntersuchten Fälle lag bei 4,5 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-16 Punkte).

Die Fälle mit der ersten Wechseloperation erzielten im Mittel 5,4 Punkte (Median 4 Punkte, Bereich 0-16 Punkte).

Nach mehreren vorangegangenen Wechseloperationen wurde ein Mittelwert von 3,4 Punkten (Median 2 Punkte, Bereich 0-15 Punkte) erhoben.

Die Fälle, bei denen ein isolierter Pfannenwechsel durchgeführt wurde zeigten bei der Bewertung des Schmerzes mit einer mittleren Wert von 5,4 Punkten (Median 3 Punkte, Bereich 0-16 Punkte) ein tendenziell, jedoch nicht signifikant schlechteres Ergebnis als die Fälle nach einem kompletten Wechsel der Endoprothese. Diese erreichten im Mittel 3,7 Punkte (Median 2 Punkte, Bereich 0-13 Punkte).

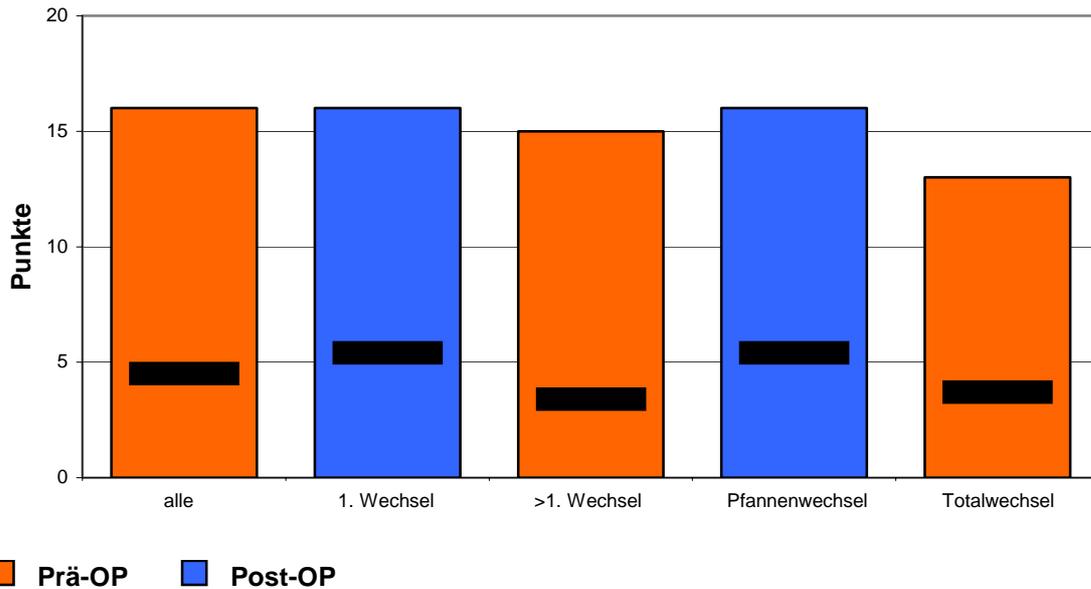


Abbildung 34: Kriterium Schmerz des WOMAC-Score

### 3.10.2 Kriterium Steifigkeit

Das gesamte nachuntersuchte Patientenkollektiv erzielte im Mittel 2,3 Punkten (Median 1,5 Punkte, Bereich 0-8 Punkte).

Die Gruppe mit einem erstmaligem Wechsel der Endoprothese erreichte im Mittel 2,9 Punkte (Median 2 Punkte, Bereich 0-8 Punkte) und schnitt damit signifikant ( $p=0,032$ ) schlechter ab als die Gruppe mit bereits mehreren Wechseloperationen in der Anamnese. Diese erzielte eine mittlere Gesamtpunktzahl bezüglich des Kriteriums Schmerz von 1,5 Punkten (Median 1 Punkt, Bereich 0-7 Punkte).

Im Mittel konnten die Fälle mit einem isolierten Wechsel der Pfannenkomponente 2,9 Punkte (Median 2,5 Punkte, Bereich 0-8 Punkte) erreichen, bei den Fällen mit einem Totalwechsel der Prothese wurde das Kriterium Steifigkeit mit 1,7 Punkten (Median 1 Punkt, Bereich 0-8 Punkte) nicht signifikant besser bewertet.

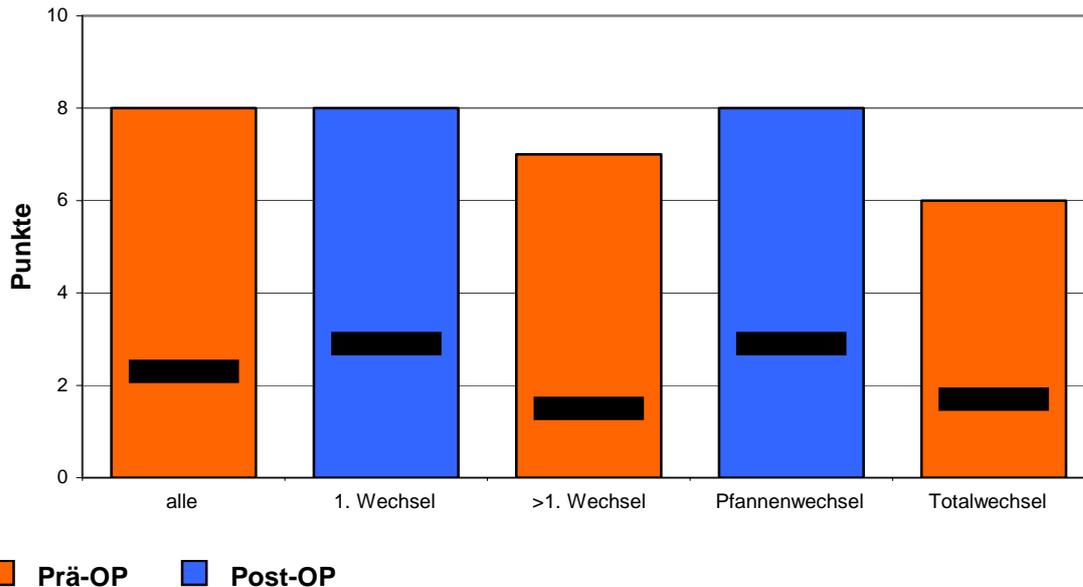


Abbildung 35: Kriterium Steifigkeit des WOMAC-Score

### 3.10.3 Kriterium Körperliche Tätigkeit

Hinsichtlich der Schwierigkeit alltägliche Dinge zu verrichten betrug bei allen nachuntersuchten Fällen das mittlere Ergebnis 23,7 Punkte (Median 23,5 Punkte, Bereich 0-63 Punkte).

Die Fälle mit dem ersten Prothesenwechsel erreichten im Mittel 27,6 Punkte (Median 24 Punkte, Bereich 6-63 Punkte).

In den Fällen mit bereits mehreren vorangegangenen Wechseloperationen wurde im Mittel 18,9 Punkte (Median 16 Punkte, Bereich 0-57 Punkte) erreicht.

Ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen bestand nicht.

In der Gruppe mit einem isoliertem Pfannenwechsel wurden im Mittel 26,4 Punkte (Median 24 Punkte, Bereich 4-63 Punkte) dokumentiert.

Im Vergleich dazu bewertete die Gruppe mit einem kompletten Wechsel der Endoprothese das Kriterium mit im Mittel 21,4 Punkten (Median 20 Punkte, Bereich 0-56 Punkte).

Diese Gruppe schnitt damit zwar leicht, aber nicht signifikant besser ab als die Gruppe mit einem isolierten Pfannenwechsel.

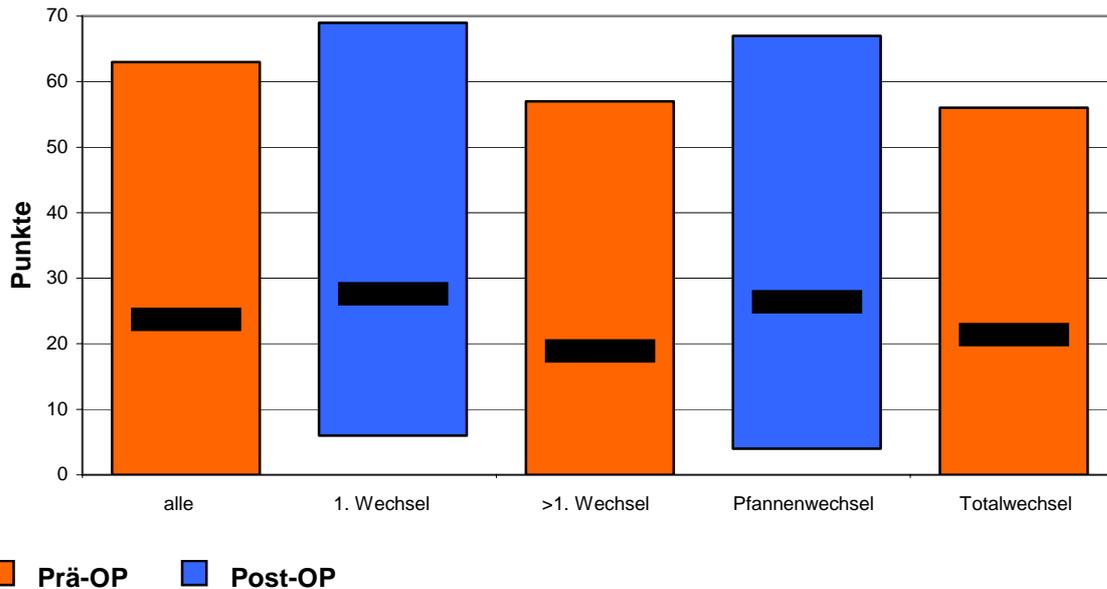


Abbildung 36: Kriterium körperliche Tätigkeit des WOMAC-Score

### 3.10.4 Gesamtergebnis WOMAC- Score

Insgesamt wurde unter Berücksichtigung der 34 nachuntersuchten Fälle und den 3 bewerteten Kriterien Schmerz, Steifigkeit und körperliche Tätigkeit eine mittlere Gesamtpunktzahl von 30,5 Punkten (Median 30,5 Punkte, Bereich 0-87 Punkte) erreicht.

Die Fallgruppe mit der ersten Wechseloperation erreichte ein mittleres Gesamtergebnis von 35,8 Punkten (Median 32 Punkte, Bereich 7-87 Punkte).

Die Gruppe, bei der die Implantation der Sockelpfanne bereits eine wiederholte Wechseloperation darstellte, zeigte mit im Mittel 23,7 Punkten (Median 17 Punkte, Bereich 0-79) kein signifikant aber ein tendenziell besseres Scoreergebnis als die Gruppe mit der ersten Wechseloperation.

Die Fälle mit einem Totalendoprothesenwechsel erreichten eine mittlere Gesamtpunktzahl von 26,8 Punkten (Median 23,5 Punkte, Bereich 0-75 Punkte).

Die Gruppe mit einem isolierten Pfannenwechsel schnitt hierzu mit einer mittleren Gesamtpunktzahl von 34,7 Punkten (Median 31 Punkte, Bereich 6-87 Punkte) tendenziell aber nicht signifikant schlechter ab.

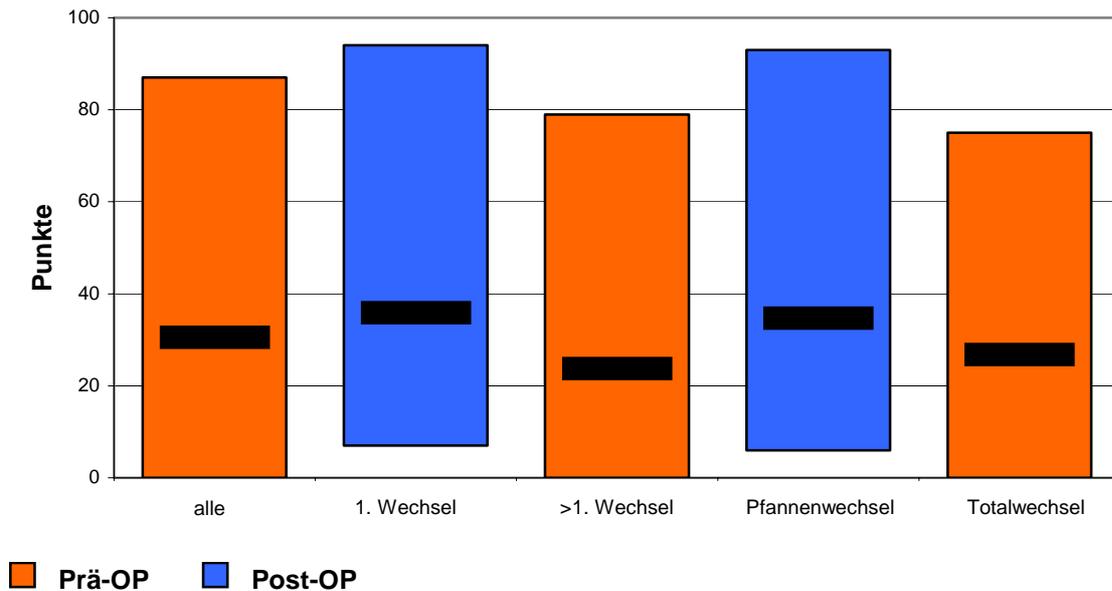


Abbildung 37: Gesamtergebnis des WOMAC-Score

### 3.11 Radiologisches Nachuntersuchungsergebnis

In 22 Fällen lag der Sockel zu 100% intraossär. Zu 75-100% intraossär lag der Sockel in 16 Fällen. Eine Sockellage im Os ilium zwischen 50 und 75% bestand in 6 Fällen. In 5 Fällen lag eine 50-25% intraossäre Lage des Sockels vor. In einem Fall war der Sockel nur zu 25% von Knochen umgeben.

Eine Alteration der SI-Fuge durch die Spitze der Sockelpfanne lag in 12 Fällen vor. In 38 Fällen lag ein unauffälliger Befund vor.

### 3.12 Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Ergebnissen

Die Körpergröße der Patienten korrelierte mit dem HARRIS-Hip-Score ( $R= 0,32$ ,  $p=0,01$ ), dem MERLE D'AUBIGNÉ Score ( $R= 0,22$ ,  $p=0,01$ ) und dem WOMAC-Score ( $R= 0,27$ ,  $p=0,01$ ). Kleinere Patienten zeigten daher in den untersuchten klinischen Qualitäten signifikant schlechtere Ergebnisse als größere Patienten.

Im Gegensatz dazu korrelierte weder das Patientengewicht noch der Body-mass-Index mit den klinischen Scores.

Überraschenderweise hatte die Anzahl der vorhergehenden Operationen keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis. Hier konnte weder in den Gesamtscores noch in den Unterqualitäten ein Unterschied gezeigt werden.

Der HARRIS-Hip-Score und der MERLE D'AUBIGNÉ Score korrelierten mit jeweils  $R = 0,28$ , der WOMAC-Score mit  $R = 0,1$  mit dem Alter der Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt.

## 4 Diskussion

Hinsichtlich der Rekonstruktion großer azetabulärer Substanzdefekte wird in der Literatur eine Vielzahl von unterschiedlichen Implantaten empfohlen. Neben der Verwendung von Stützringen (<sup>42;86</sup>), kommen auch Jumbo-Cups (<sup>85</sup>), längsovale Pfannenkomponenten (<sup>38</sup>), bipolare Prothesen (<sup>77</sup>) und Individualimplantate (<sup>51</sup>) zum Einsatz. Zusätzlich werden oftmals gemahlene oder strukturierte Knochentransplantate verwendet.

Die Verwendung von Jumbo-Cups zeigt gute Resultate, wenn das Implantat eine hinreichende Abstützung durch den Wirtsknochen erhält. Eine Kontaktfläche zwischen vitalem Knochen und Implantat von 40 % bis 50 % wird als hinreichend für eine suffiziente Primär- und Sekundärstabilität angesehen (<sup>56</sup>). Diese Voraussetzung ist bei PAPROSKY Typ 3 Defekten meist nicht gegeben, so dass hier der Einsatz solcher Implantate problematisch ist. Dies wurde durch Patel (<sup>85</sup>) bestätigt, der ausschließlich in der Versorgung von PAPROSKY Typ 2 Defekten sehr gute Ergebnisse mit Jumbo-Cups zeigte.

Im Gegensatz zu diesen guten Ergebnissen zeigen bipolare Prothesen eine frühe Migration sowie eine Resorption des Knochenlagers (<sup>77</sup>), so dass diese nicht als Standard empfohlen werden können.

In der Versorgung kranialer Defekte konnten sich längsovale Implantate etablieren. Sie zeigen hier gute mittelfristige Ergebnisse (<sup>13</sup>) versagen jedoch bei zusätzlichen Defekten, insbesondere des dorsalen Pfannenrandes. So berichten CHEN und ENGH (<sup>21</sup>) in ihrer Arbeit von 37 Revisionsfällen unter Verwendung eines längsovalen Pfannenimplantates. In 29 dieser Fälle bestand präoperativ ein azetabulärer Substanzdefekt PAPROSKY Typ 3. Nach einem mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 41 Monaten war in 11 Fällen das Implantat gelockert.

Im deutschen mehr als im angloamerikanischen Sprachraum haben sich für die Versorgung derartiger Defekte Stützringe wie z.B. der BURCH-SCHNEIDER-Ring etabliert. Die 10 Jahres Überlebensraten differieren zwischen 76 % und 100 %, was in Anbetracht der anspruchsvollen Defektsituation akzeptabel erscheint (<sup>12;42;86;104</sup>). Die Untersuchung möglicher Versagensmechanismen zeigte, dass bei Defekten des hinteren Pfeilers die Migrations- und Lockerungsrate signifikant erhöht ist, so dass hier der BURCH-SCHNEIDER-Ring nur eingeschränkt zu empfehlen ist (<sup>86</sup>). Gerade bei ausgedehnten Defekten des Knochenlagers wie sie bei PAPROSKY Typ 3 B

vorliegen, ist die Auswahl an alternativen Revisionsimplantaten eingeschränkt und die Lockerungsrate steigt mit der Größe des azetabulären Defektes. UDOMKIAT<sup>(104)</sup> berichtet über 64 Azetabulumrekonstruktionen mit überwiegend 3 B Defekten unter der Verwendung von BURCH-SCHNEIDER-Ringen, GANZ-Schalen und MÜLLER-Stützschalen. Nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 6,7 Jahren betrug die Überlebensrate der Implantate nur 67.3 % bei einer mechanischen Fehlerrate von 17 %. Auch PERKA<sup>(86)</sup> und PAPROSKY<sup>(82)</sup> berichten über eine erhöhte Lockerungs- und Re-revisionsrate nach der operativen Versorgung von PAPROSKY Typ 3 B Defekten.

Mit der Sockelpfanne steht ein Implantat zur Verfügung, welches zur stabilen Verankerung und Abstützung den autochtonen Knochen des dorsalen Iliums benötigt, der in der Mehrzahl der Fälle trotz großer azetabulärer Defekte erhalten ist. Ein ähnliches Verankerungsprinzip wurde bereits vor 40 Jahren von RING beschrieben. Damals wurde in 180 Fällen eine gestielte Pfannenkomponente in den aufsteigenden Schenkel des dorsalen Iliums eingebracht<sup>(92)</sup>. Im Gegensatz zur Sockelpfanne handelte es sich bei dem Pfannenstiel aber um ein Schraubgewinde und keinen konisch geformten Titansockel mit sandgestrahlter Oberfläche, welcher eine primärstabile pressfit Verankerung erlaubt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Implantation einer Sockelpfanne zu einer deutlichen und signifikanten Verbesserung der klinischen Ergebnisse führte. Diese war weder von der Größe des zugrunde liegenden Pfannendefektes noch von der Anzahl der Voroperationen abhängig. Durch das Azetabulum ferne Verankerungsprinzip der Sockelpfanne scheint die Defektsituation der Pfanne keinen Einfluss auf das kurz bis mittelfristige funktionelle Ergebnis zu haben.

Der einzige mittelbar dem Implantat zuzuordnende Einflussfaktor auf das klinische Ergebnis war die Größe der Patienten, da das klinische Ergebnis positiv mit dieser korrelierte. Es kann postuliert werden, dass dies auf die unterschiedliche Beckengröße und -geometrie der Patienten zurückzuführen ist. Durch die Verankerung der Sockelpfanne im Ilium scheint die Beckengeometrie einen Einfluss – möglicherweise durch Einschränkung der Pfannenpositionierung – auf das klinische Ergebnis zu haben. Die Verwendung der Sockelpfanne bei sehr kleinen Patienten ist auf dem Boden der gezeigten Daten daher kritisch zu betrachten.

Die Ergebnisse in der Revisionsendoprothetik des Hüftgelenkes zu vergleichen ist schwierig, da sowohl Patientengut als auch Behandlungskonzepte sehr heterogen

sind <sup>(26)</sup>. Prospektive randomisierte Studien fehlen völlig. Es zeigt sich jedoch, dass keines der vorhandenen Implantate geeignet ist das komplette Spektrum der unterschiedlichen Defektsituationen zu versorgen.

Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Sockelpfannenimplantation lag bei 71,1 Jahren und liegt dabei etwas höher als in vergleichbaren Studien <sup>(26;42)</sup>.

In dem von uns betrachteten Patientengut haben sich knapp viermal mehr Frauen einer Revisionsoperation unterzogen als Männer. Dies spiegelt die höhere Lebenserwartung bei Frauen und die größere Zahl an primären Hüftimplantationen wieder. Auch in der Literatur überwiegen die Patientinnen <sup>(42;86)</sup>.

#### **4.1 Komplikationen**

In 43 Fällen (86 %) gestaltete sich der intraoperative Verlauf komplikationslos. Als implantatspezifische Komplikation kam es in 2 Fällen zu einer Dislokation des Ziehlbohrdrahtes in das Os ilium. In diesen Fällen lag eine sehr weiche Knochenstruktur im Bereich der Ala ossis ilii vor.

In einem Fall wurde ein Ast der Arteria glutea superior verletzt. In diesem Fall bedurfte es vor Implantation der Sockelpfanne der Bergung von 5 gebrochenen Schrauben unter anderem im kranialen Anteil des Azetabulums, was zu einer Alteration des arteriellen Gefäßes geführt hatte. Daher ist diese Komplikation nicht als implantatspezifisch zu werten. Die Rate vaskulärer Komplikationen lag im Bereich der üblichen Inzidenz von 3 % bei Revisionsoperationen <sup>(37)</sup> und ist daher nicht mit der um den Faktor 10 geringeren Wahrscheinlichkeit einer Gefäßverletzung bei Primärimplantation einer Hüftendoprothese zu vergleichen <sup>(98)</sup>.

Das bei Revisionsoperationen erhöhte Risiko von Gefäßverletzungen erklärt sich vor allem durch die vermehrte Narbenbildung und das damit weniger elastische Gewebe, welches die Präparation des Azetabulums erschwert. Zudem entsteht durch Protrusion und Kranialwanderung der gelockerten Vorimplantate eine größere Nähe zu den pfannennahen Gefäßen <sup>(66)</sup>.

In 3 Fällen (6 %) kam es postoperativ zu Wundheilungsstörungen, wobei in einem Fall eine Wundrevision im Sinne einer Seromentlastung durchgeführt wurde. Im weiteren Verlauf gestaltete sich in diesen Fällen die Wundheilung komplikationslos und das funktionelle Ergebnis wurde dadurch nicht negativ beeinflusst.

In insgesamt 9 Fällen (18 %) kam es in der postoperativen Frühphase zu einem oder mehreren Luxationsereignissen. In 8 Fällen konnte das Hüftgelenk problemlos geschlossen reponiert werden. In einem Fall musste das Hüftgelenk offen reponiert werden. In den 3 Fällen, bei denen es zu mehrfachen Luxationsereignissen kam, erfolgte nach erfolgloser konservativer Therapie jeweils mit einem Antiluxationsgips und anschließend mit einer Antiluxationsorthese im weiteren Verlauf der Wechsel auf ein Dysplasieinlay. Hierauf kam es zu keinem erneuten Luxationsereignis.

Die Luxationsrate nach Revisionseingriffen an der Hüfte wird in der Literatur deutlich höher angegeben als bei Primäreingriffen. Allerdings variieren die Angaben hier erheblich. In der Arbeit von GÖTZE<sup>(43)</sup> wurde nach 50 Revisionsoperationen mit der längsovalen zementfreien Revisionspfanne (LOR Pfanne) nach einem mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 2,8 Jahren kein Luxationsereignis beobachtet. In den von GARCIA-CIMBRELO<sup>(40)</sup> veröffentlichten Langzeitergebnissen bezüglich der Revision mit zementierten CHARNLEY-Prothesen wird von einer Luxationsrate von 8,3 % berichtet.

KAVANAGH<sup>(67)</sup> berichtet in seiner Arbeit von einer Luxationshäufigkeit von 27,5 % bei mehrfach voroperierten Hüften.

Die Ursachen für die deutlich erhöhte Luxationsrate sind vielfältig. Als Hauptursache ist die durch die multiplen Voreingriffe geschwächte pelvitrochantäre Muskulatur zu sehen<sup>(2)</sup>. Insbesondere die Abduktoren sind davon betroffen. Dies drückt sich bei unserem Patientengut auch in den 28 Fällen mit vorbestehendem Trendelenburghinken auf der zu operierenden Seite aus.

Andere Gründe für die Schwächung der abduzierenden Muskulatur ist in einer Schädigung des N. gluteus superior oder einer Fraktur des Trochanter majors bedingt durch die Voroperationen zu sehen.

In der von RAMESH<sup>(90)</sup> publizierte Arbeit kam es nach einem lateralen Zugang zum Hüftgelenk in 23 % (19 Patienten) zu einer Schädigung des N. gluteus superior. Bei 9 Patienten war die Schädigung neurographisch persistent und mit einem positiven Trendelenburgzeichen assoziiert.

In unserem Patientengut konnte die Anzahl Trendelenburg positiver Hüftgelenke von 28 präoperativ auf 23 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung reduziert werden. Dies ist einerseits auf die Möglichkeit der Rekonstruktion des Drehzentrums auch bei

ausgedehnten Pfannendefekten und andererseits auf die weichteilschonende Implantationstechnik zurückzuführen.

Eine Rolle für die erhöhte postoperative Luxationsrate spielt auch das hohe Patientenalter verbunden mit den oftmals mäßigen koordinativen Fähigkeiten und der mangelnden Compliance. In 8 von 9 Luxationsfällen wurde initial ein Standardinlay verwendet. In den 11 Fällen, in denen ein Dysplasieinlay eingebaut wurde kam es nur zu einem Luxationsereignis. Die routinemäßige Verwendung überhöhter Inlays ist daher bei der Sockelpfanne zu empfehlen. Zum Zeitpunkt der Studie standen dem Operateur zwei Kopfgrößen mit einem Durchmesser von 28 mm und 32 mm zur Verfügung. In allen Fällen in den es zu einer Luxation kam, wurde ein Kopf der Größe 28 mm verwendet. Die Verwendung von 28 mm Köpfen ist daher bei Implantation einer Sockelpfanne als Risikofaktor einer Luxation zu sehen und daher relativ kontraindiziert.

BEAULE <sup>(10)</sup> propagiert in seiner Arbeit die Verwendung von sogenannten Jumbo-Köpfen hinsichtlich einer notwendigen Revisionsoperation bei rezidivierenden Hüftluxationen. 12 Patienten mit multiplen Voroperationen und mehrfachen Luxationsereignissen wurden revidiert und ein Kopf mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 44 mm (Bereich 40-50 mm) wurde implantiert. Lediglich bei einem Patienten kam es nach einem mittleren Follow-up von 6,5 Jahren zu einer erneuten Luxation.

Auch BYSTRÖM <sup>(18)</sup> berichtet nach Auswertung des norwegischen Endoprothesenregisters über eine geringere Luxationsrate nach Verwendung von Köpfen mit größerem Durchmesser.

Große Köpfe zeigen im Gegensatz zu kleinen zwei Vorteile. Einerseits ist der Kopf/Hals - Quotient größer, so dass der Bewegungsumfang bis zum Anschlag des Halses gegen den Pfannenrand erhöht ist. Andererseits ist die bei einer Luxation zu überbrückende Strecke vom Pfannengrund bis zum Pfannenrand vergrößert, so dass bei kleinen Köpfen zu Luxationsereignissen führende Bewegungen hier lediglich Subluxationen bedingen. Der ehemalige Nachteil großer Köpfe - der vermehrte Abrieb - scheint bei Verwendung hochvernetzter Polyethyleninlays überwunden, so dass auf Grundlage der aktuellen Datenlage große Köpfe bei stets luxationsträchtigen Revisionseingriffen zu bevorzugen sind <sup>(3;10)</sup>.

Neben dem Kopfdurchmesser scheint als implantatspezifischer Grund für die erhöhte Luxationsrate die fehlende Anteversion der Hemisphäre gegenüber dem Schaft zu

sein. Aufgrund dieser Beobachtung wurde das Implantat modifiziert und der Kippwinkel zwischen Pfanne und Schaft von 10° auf 22° sowie die Anteversion von 0° auf 5° erhöht. Dieses auch aufgrund der Daten der vorliegenden Untersuchung modifizierte Implantat der 2. Generation (siehe Abbildung 2) fand in dieser Arbeit noch keine Anwendung.

Das allgemeine Operationsrisiko und die perioperative Letalität eines Revisionseingriffes ist im Vergleich zur Primäroperation deutlich erhöht (<sup>1;49</sup>). Das höhere Alter der oft multimorbiden Patienten, die höhere Infektgefährdung, eine verlängerte Operationszeit und der größere Blutverlust spielen hier eine Rolle.

#### **4.2 OP-Dauer und Blutverlust**

Der operationsbedingte Blutverlust aller dokumentierten Fälle betrug im Mittel 1450 ml mit einer großen Spanne zwischen 220 ml und 4090 ml. Der mittlere Gesamtblutverlust in den Fällen, bei denen nur die Pfannenkomponente gewechselt wurde lag mit 1000 ml deutlich unter dem mittleren Blutverlust der Fälle, bei denen ein kompletter Wechsel von Schaft und Pfanne oder ein Wiederaufbau durchgeführt wurde. Hier wurde ein etwa doppelt so hoher Blutverlust festgestellt.

Der höhere Blutverlust bei den kompletten Wechseloperationen lässt sich durch die längere OP-Zeit, die aufwendigere Präparation der Weichteile vor allem aber durch die zusätzliche Eröffnung des femoralen Markraumes erklären. GÖTZE (<sup>43</sup>) gibt einen durchschnittlichen Blutverlust bei der Pfannenrevision auf ein längsovales Implantat von 1649 ml (Bereich 200 –5600 ml) an.

Hingegen gibt BERRY (<sup>12</sup>) bei Revisionen mit dem BURCH-SCHNEIDER-Ring einen durchschnittlichen Blutverlust von 2100 ml an. Im Vergleich dazu sind die bei der vorliegenden Untersuchung festgestellten 1000 ml deutlich und vor allem klinisch relevant weniger. Es ist zu postulieren, dass insbesondere alte und multimorbide Patienten, wie sie unserem Patientengut entsprachen, von einem verringerten Blutverlust und Volumenumsatz profitieren. Das kardiopulmonale System, die Nieren sowie das ZNS werden dadurch weniger belastet, so dass das Risiko allgemeiner Komplikationen gesenkt werden kann.

Die mittlere Gesamtdauer aller Operationen betrug 129 Minuten mit einer Spanne zwischen 60 und 260 Minuten. Im Gegensatz zum Blutverlust, der sich hälftig auf

Pfannen- und Schaftrevision aufteilte, führte ein zusätzlicher Schaftwechsel nur zu einer geringen Zunahme der Operationsdauer von weniger als einer halben Stunde. GÖTZE <sup>(43)</sup> gibt in seiner Arbeit eine durchschnittliche Operationszeit von 2,8 Stunden (Bereich 1,2-4,3 Stunden) an. Nach BERRY <sup>(12)</sup> wurden für den Wechsel auf einen BURCH-SCHNIEDER-Ring durchschnittlich 190 Minuten benötigt. KOROVISSIS <sup>(70)</sup> benötigte für die Revision auf eine Pfannendachabstützschale im Durchschnitt 150 Minuten (Bereich 120-240 Minuten).

Im Gegensatz dazu betrug die mittlere Operationsdauer bei alleinigem Pfannenwechsel lediglich 117 Minuten und war damit deutlich niedriger als der Literaturvergleich. Dies stellt einen unmittelbaren Vorteil für die Klinik und den Patienten dar. Durch die kürzere Operationsdauer verringert sich das Infektionsrisiko, die Narkosedauer und die allgemeine Komplikationsrate <sup>(46)</sup>. Gleichzeitig kann, im Hinblick auf den zunehmenden Kostendruck, teure Saalkapazität eingespart werden.

Verantwortlich für die verringerte Operationsdauer und den kleineren Blutverlust scheinen die zementfreie Verankerung und die geringflächige Weichteilpräparation zu sein.

Ein direkter Vergleich der vorliegenden Daten zu Blutverlust und Operationsdauer mit Arbeiten, die über ein ähnliches Implantat wie die Sockelpfanne berichten ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da weder im Einjahresbericht der Sockelpfannen-Multicenterstudie von SCHÖLLNER noch in den vorliegenden Arbeiten über die McMINN-Pfanne Angaben darüber vorliegen.

Ein Zusammenhang zwischen Body-mass-Index und Blutverlust, Operationszeit und funktionellem Outcome konnte nicht nachgewiesen werden, so dass ein hoher Body-mass-Index zwar die Arbeit des Operateurs erschwert sich aber nicht im Ergebnis niederschlägt.

### **4.3 Implantatversagen**

Ein Wechsel der Sockelpfanne wurde insgesamt in 4 Fällen durchgeführt. In 2 Fällen war der Wechselgrund eine aseptische Lockerung, in 2 weiteren Fällen eine septische Lockerung. In den beiden Fällen, die eine aseptische Lockerung aufwiesen und revidiert wurden, lag initial ein Knochendefekt PAPROSKY Typ 3 B und eine gesicherte Osteoporose vor. Bei den septischen Lockerungen ging eine Girdlestone-Situation nach vorherigem septischen Hüft-TEP-Ausbau voraus. Als

Revisionsimplantate wurden bei den aseptischen Lockerungen ein BURCH-SCHNEIDER-Ring und eine zementierte PE-Pfanne verwendet. Bei den septisch gelockerten Implantaten kamen ein BURCH-SCHNEIDER-Ring und ein ovaläres Pfannenimplantat zum Einsatz.

In 4 weiteren Fällen zeigte sich eine komplette progrediente Saumbildung um das Implantat mit kranialer Migration, so dass dies als definitive aseptische Lockerung des Implantates angesehen wurde.

Eine wahrscheinliche Lockerung mit kompletter, aber nicht progredienter Saumbildung lag in einem Fall vor. Eine mögliche Lockerung der Sockelpfanne mit inkompletter Saumbildung, die nicht mehr als ein Drittel des Sockels umfasste konnte in 3 Fällen nachgewiesen werden.

Es gibt kaum Daten zu Implantaten mit ähnlichem Design oder Verankerungsprinzip. EISLER <sup>(29)</sup> berichtet in seiner Arbeit von 26 Rekonstruktionen des Azetabulums unter Verwendung der gestielten McMINN-Pfanne. Das durchschnittliche Patientenalter betrug hier 59 Jahre und der Nachbeobachtungszeitraum 36 Monate. Die Versagensrate des Implantates einschließlich bereits gewechselter und sicher gelockerter Implantate betrug 43,8 %.

Hinsichtlich der weiteren systematischen Verwendung dieses Implantates bei Revisionsoperationen am Hüftgelenk wurde daher durch die Autoren abgeraten.

Ergebnisse aus einer anderen multizentrischen Studie bezüglich der Sockelpfanne als Revisionsimplantat liegen von SCHÖLLNER <sup>(100)</sup> vor. In einem Einjahresbericht wird über 66 Fälle berichtet. In einem Fall kam es im Rahmen einer Beckenfraktur bei vorbestehender Beckendiskontinuität zu einer aseptischen Lockerung der Sockelpfanne, so dass diese gewechselt werden musste. In einem anderen Fall kam es nach 14 Monaten zu einem tiefen Protheseninfekt.

In einer Studie von BADHE <sup>(6)</sup> wird über 31 Fälle mit einem Durchschnittsalter von 70,2 Jahren (Bereich 28-86 Jahre) berichtet, die mit einer McMINN- Pfanne versorgt wurden. In 24 Fällen wurde das Implantat bei Revisionsoperationen eingesetzt, in weiteren 7 Fällen wurde die McMINN- Pfanne als Primärimplantat bei vorliegendem Pfannendefekt eingesetzt. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Mittel 10,7 Jahre. In einem Fall kam es zu einer septischen Lockerung. Ein Wechsel des Implantates auf Grund einer aseptischen Lockerung musste bisher nicht erfolgen. Als absolute Kontraindikation für die Verwendung des Implantates sieht BADHE <sup>(6)</sup> daher lediglich die Beckendiskontinuität an.

Bei ausgeprägter Osteoporose und bei Patienten mit stark defizitärem Knochen im Bereich des Sockellagers (fehlende Sklerose und ausgedehnter kraniolateraler Defekt) ist die Indikation bezüglich einer Sockelpfanne besonders streng zu stellen und ein erhöhtes Fehlschlagrisiko bereits präoperativ mit dem Patienten zu besprechen.

#### **4.4 Mobilisierungskonzept**

Die Philosophie der Sockelpfanne ist es, eine zementfreie Press-fit-Verankerung im dorsalen Os ilium mit hoher Primärstabilität zu erzielen. Durch die Verwendung einer grob sandgestrahlten Titanlegierung wird die sekundäre ossäre Integration gefördert. Abhängig von der Situation der pelvitrochantären Muskulatur, kann einige Tage postoperativ mit einer Mobilisierung unter Vollbelastung begonnen werden. Dies ist eine Voraussetzung für ein modernes Hüftrevisionsimplantat, da gerade alte Patienten nur noch eingeschränkte koordinative Fähigkeiten und Compliance besitzen, so dass eine Teilbelastung auch mit Unterstützung unterschiedlicher Mobilisationshilfen oft nicht realisierbar ist.

Die postoperative Bettruhe betrug bei unserem Patientengut im Mittel 5,8 Tage (Median 4,5 Tage, Bereich 1-14 Tage). Danach erfolgte einheitlich die Mobilisierung mit Vollbelastung im 3-Punktengang.

Ausführliche Schilderungen über das Mobilisationskonzept nach Revisionseingriffen am Hüftgelenk liegen in der aktuellen Literatur kaum vor, so dass ein Vergleich schwierig ist.

GERBER <sup>(41)</sup> erwähnt in ihrer Arbeit über die Versorgung von 61 Patienten mit dem GANZ-Reinforcement-Ring, dass eine Vollbelastung erst 3 Monate postoperativ erfolgte.

In der Studie von GILL <sup>(42)</sup> wird über 58 Patienten berichtet, die nach Verwendung des BURCH-SCHNEIDER-Ringes zunächst für 6 Wochen postoperativ mit Teilbelastung mobilisiert wurden. Nach einer erneuten radiologischen Kontrolle erfolgte dann der Übergang zur Vollbelastung. Es ist nicht der Sockelpfanne allein, sondern dem Wissen um die Biomechanik des Hüftgelenkes und den guten Erfahrungen mit zementfreien Implantaten anzulasten, dass im Gegensatz zu diesen Arbeiten in unserem Patientengut die sofortige Vollbelastung erlaubt wurde. So konnte DUDA <sup>(27;28)</sup> zeigen, dass eine vollständige Entlastung des Hüftgelenkes prinzipiell unmöglich ist und schon im Liegen Kräfte in der Größenordnung des

Körpergewichtes auf das Pfannenimplantat wirken. Die Hüftkontaktkraft überstieg jedoch bei unkoordinierten Bewegungen, z.B. Stolpern, das 8fache des Körpergewichtes (<sup>11</sup>) was eine die Primärstabilität zementfreier Implantate möglicherweise überschreitende Größe darstellt. Aus diesem Grund wurde die Verwendung von Unterarmgehstützen bis zur Erlangung eines sicheren Gangbildes empfohlen.

Ein kritisches Intervall mit reduzierter Stabilität beim Übergang der primären in die sekundäre Fixation (knöcherne Integration) konnte nicht beobachtet werden. Gerade hinsichtlich des alten Patientengutes kann daher durch eine zügige Vollbelastung eine prolongierte Pflegebedürftigkeit postoperativ vermieden werden. Dies ist sowohl in Anbetracht der im Alter rasch schwindenden koordinativen Fähigkeiten als auch allgemeiner Komplikationen wie einer Thrombembolie oder Pneumonie klinisch relevant.

#### **4.5 Subjektive und Funktionelle Ergebnisse**

Bei der subjektiven Einschätzung des Therapieergebnisses wurde in 24 Fällen (70,6 %) eine hohe Zufriedenheit geäußert. In 7 Fällen (20,6 %) wurde das Operationsergebnis als zufriedenstellend eingeschätzt.

Insgesamt waren also 91,2 % mit dem postoperativen Outcome zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zufrieden. In der vorliegenden Literatur werden ähnlich gute Ergebnisse beschrieben.

In der Arbeit von GILL (<sup>42</sup>) wurde nach Implantation von 63 BURCH-SCHNEIDER-Ringen bei 58 Patienten in 90 % der Fälle das OP-Ergebnis als positiv bewertet, wobei das Durchschnittsalter der Patienten mit 63 Jahren deutlich unter dem der Patienten dieser Arbeit lag.

Bei der großteils hohen subjektiven Zufriedenheit der Patienten lag der mittlere MERLE D'AUBIGNÉ Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 12,7 Punkten und muss gemäß der gebräuchlichen Einteilung nur als ausreichend bewertet werden.

Es zeigte sich jedoch eine erhebliche Schwankungsbreite der Ergebnisse, die von maximal erreichten 17 Punkten bis zu einem Minimalwert von 5 Punkten reichte.

Hinsichtlich des präoperativen Ausgangswertes konnte jedoch sowohl in der Summe als auch in der Einzelbetrachtung der Kriterien Schmerz, Bewegungsausmaß und Gehfähigkeit eine signifikante Verbesserung erzielt werden.

Insbesondere das Kriterium Schmerz spielt zur Beurteilung des postoperativen Endergebnisses eine entscheidende Rolle. In der vorliegenden Arbeit konnte hinsichtlich der Gesamtheit aller Fälle eine Punktwertverbesserung von 2,3 Punkten erreicht werden. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Literatur. BERRY (<sup>12</sup>) verzeichnete in seiner Arbeit eine Verbesserung bezüglich des Kriterium Schmerz von 1,6 Punkten. Bei KÖSTER (<sup>71</sup>) wurde eine Verbesserung des Punktwertes von 2,4 Punkten erzielt.

Der mittlere Wert des HARRIS-Hip-Score aller Fälle lag bei 68 Punkten und unterlag ebenfalls mit Punktwerten zwischen 27,5-98,9 Punkten erwartungsgemäß einer erheblichen Schwankungsbreite.

Dieses Ergebnis ist im Hinblick auf das schwierige Patientengut befriedigend.

Vergleicht man hierzu die Ergebnisse anderer Arbeiten so zeigt sich, dass im Gegensatz zu unseren Daten das Patientengut mit mehreren Voroperationen meist schlechtere Scoreergebnisse erzielte als Patienten mit der ersten Revisionsoperation. Hier könnte ein Vorteil der Sockelpfanne in der operativen Versorgung mehrfach revidierter Patienten sein.

So berichtet GÖTZE (<sup>43</sup>) nach der Implantation von 50 LOR-Pfannen von einem signifikant schlechteren Ergebnis bei den Patienten mit mehrfachen Voroperationen im Vergleich zu den Patienten mit der ersten Wechseloperation.

Ziel des Revisionseingriffes sollte die Rekonstruktion des originalen Hüftzentrums sein, wodurch es zum einem zur physiologischen Einleitung der resultierenden Kräfte in das kleine Becken kommt zum anderen der Ausgleich der korrekten Beinlänge ermöglicht wird. Implantate die fehlplaziert werden, zeigen durch die veränderten Hebelarmverhältnisse negative Auswirkungen auf die pelvitrochantäre Muskulatur und führen insbesondere zur Schwächung der Abduktoren. Bereits eine kraniale Fehlpositionierung von 2 cm führt zu einer Kraftminderung der Abduktoren von 44 % (<sup>25</sup>).

Durch die veränderten biomechanischen Verhältnisse kommt es zu einer höheren Beanspruchung des Hüftgelenkes, was zu einem größeren Abrieb und einer erhöhten Lockerungsrate führen kann (<sup>60;93</sup>). Ein Vorteil der Sockelpfanne besteht darin, dass die Rekonstruktion des originalen Rotationszentrums trotz ausgedehnter Knochendefekte meistens möglich ist. Dadurch kann einerseits die Beinlänge

ausgeglichen werden, andererseits werden günstige biomechanische Verhältnisse geschaffen.

In dieser Arbeit konnte sowohl in den Fällen bei der die Implantation der Sockelpfanne die erste Wechseloperation darstellte als auch in den Fällen mit bereits mehrfach durchgeführten Wechseloperationen die Beinlängendifferenz um im Mittel 1cm verringert werden.

Im Vergleich der unterschiedlichen erhobenen klinischen Scores zeigte sich, dass sowohl der HARRIS-Hip-Score als auch der MERLE D'AUBIGNE Score und der WOMAC-Score bei älteren Patienten signifikant schlechter war als bei den jüngeren Patienten. Das bedeutet, dass aufgrund der fehlenden altersadaptierten Normierung der Scorewerte das typischerweise ältere Revisionskranken gut bei Verwendung dieser Scores schlechter abschneidet als das jüngere Patientengut in der Primärendoprothetik. Es ist daher zu postulieren, dass eine Altersnormierung funktioneller Hüftscores, ähnlich dem SF-36 (Short Form 36) Lebensqualitätsscore, die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen Primär- und Revisionsendoprothetik verbessern würde.

Die Sockelpfanne stellt ein Implantat für Revisionsfälle dar, in denen mit den bisher etablierten Implantaten, zu denen Langzeitergebnisse vorliegen, ein erheblicher operativer Aufwand in Verbindung mit sehr morbidem Patienten erforderlich wäre. Die vorliegenden Ergebnisse rechtfertigen nicht den Einsatz der Sockelpfanne als universelles Revisionsimplantat.

Ein Vorteil der Sockelpfanne ist zweifellos die schnelle und weichteilschonende Operationstechnik verbunden mit einem geringen Blutverlust, einer kurzen Narkosedauer und einer geringen implantatspezifischen Komplikationsrate. Gerade hinsichtlich des oft multimorbiden Patientengutes bei Revisionseingriffen wird das intra- und postoperative Operationsrisiko dadurch gesenkt. Eine ausgedehnte Präparation des Pfannenlagers vor allen Dingen nach kranial, wie sie zur korrekten Implantation des BURCH-SCHNEIDER- Ringes <sup>(42;86)</sup> notwendig ist, muss nicht erfolgen. Folglich ist die Schonung nervaler Strukturen, insbesondere des N. gluteus superior, gewährleistet. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass unabhängig von der Größe der azetabulären Defektsituation die Rekonstruktion des anatomischen Hüftzentrums grundsätzlich möglich ist, wodurch es zu einer physiologischen

Einleitung der resultierenden Kräfte in das Becken kommt und ein Ausgleich der Beinlänge möglich wird.

Entgegen der Empfehlung durch die Autoren des Implantates (<sup>100</sup>) auf eine Defektauffüllung mittels allogenem oder autogenem Knochen hinter der Pfanne zu verzichten, wurde in 49 Fällen dieser Arbeit eine Spongiosaplastik durchgeführt.

Hierdurch besteht vor allem bei jungen Patienten, die sich im Verlauf möglicherweise noch einer Revisionsoperation unterziehen müssen, die Möglichkeit, das Knochenlager zu rekonstruieren und die Defektsituation zu deeskalieren.

Zu berücksichtigen bei der Verwendung der Sockelpfanne ist sicher auch die spezielle Operationstechnik verbunden mit einer Lernkurve des jeweiligen Operateurs. Daher ist ihre Verwendung bisher weitestgehend auf wenige Zentren beschränkt.

Bislang sind die kurzfristigen Ergebnisse unter Verwendung der Sockelpfanne bei ausgedehnten acetabulären Defekten ermutigend und vergleichbar mit den etablierten Verfahren. Vor einer breiten klinischen Anwendung bleiben jedoch die mittel- und langfristigen Ergebnisse abzuwarten.

## Zusammenfassung

Die Hypothese dieser Arbeit war, dass die Implantation einer Sockelpfanne bei Pfannendefekten PAPROSKY Typ 2B - 3B ähnlich gute klinische Ergebnisse wie der Literaturvergleich mit alternativen Implantaten bietet.

In der überwiegenden Zahl der Fälle konnte die vorbestehende Beinlängendifferenz auf die Hälfte reduziert oder ausgeglichen werden.

Sowohl der HARRIS-Hip-Score als auch der MERLE D'AUBIGNE Score verbesserten sich durch die Operation signifikant in der Größenordnung des Literaturvergleiches. Durch die Implantation der Sockelpfanne konnte die Anzahl Trendelenburg positiver Patienten deutlich von 28 auf 23 gesenkt werden. Diese für Revisionsoperationen zufriedenstellenden Ergebnisse wurden in der subjektiven Bewertung durch die Patienten bestätigt.

Die durchschnittliche Operationsdauer mit durchschnittlich 129 Minuten war deutlich geringer als im Literaturvergleich. Auch der Blutverlust mit durchschnittlich 1450 ml lag unterhalb der in der Literatur zum Vergleich angegebenen Werte.

Im Rahmen der operationstechnischen Lernkurve traten 2 implantatspezifische Komplikationen auf.

Bei 9 Implantaten kam es früh - postoperativ zu Luxationsereignissen, davon konnten 8 Fälle geschlossen reponiert werden. In einem Fall musste offen reponiert werden. In 3 Fällen kam es wiederholt zu Luxationsereignissen. Alle luxierten Implantate hatten einen Kopf der Größe 28 mm. In 8 Fällen wurde primär auf ein überhöhtes Inlay verzichtet. Es ist daher zu postulieren, dass durch die Verwendung großer Köpfe und überhöhter Inlays gerade bei muskelschwachen Patienten die Luxationsrate verringert werden kann.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 4 Implantate revidiert worden, davon 2 aufgrund einer septischen und 2 aufgrund einer aseptischen Implantatlockerung.

Als prädiktiver Faktor für das funktionelle Ergebnis zeigte sich weder der Body-mass-Index noch das Geschlecht oder das Alter. Lediglich die Körpergröße korrelierte positiv mit dem HARRIS-Hip-Score zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Zusammenfassend stellt die Sockelpfanne aufgrund der zu den etablierten Revisionsimplantaten vergleichbaren klinischen Ergebnissen der jedoch rascheren und blutärmeren Operationstechnik gerade für den alten und morbidem Patienten eine Alternative dar.

## Literaturverzeichnis

1. Aebi, M., Richner, L., and Ganz, R.: [Long-term results of primary hip total prosthesis with acetabulum reinforcement ring]. *Orthopade*. 18:504-510, 1989.
2. Alberton, G. M., High, W. A., and Morrey, B. F.: Dislocation after revision total hip arthroplasty : an analysis of risk factors and treatment options. *J. Bone Joint Surg. Am.* 84-A:1788-1792, 2002.
3. Amstutz, H. C., Le Duff, M. J., and Beaulé, P. E.: Prevention and treatment of dislocation after total hip replacement using large diameter balls. *Clin. Orthop. Relat Res.* 108-116, 2004.
4. Anthony, P. P., Gie, G. A., Howie, C. R., and Ling, R. S.: Localised endosteal bone lysis in relation to the femoral components of cemented total hip arthroplasties. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72:971-979, 1990.
5. Aspenberg, P., Goodman, S., Toksvig-Larsen, S., Ryd, L., and Albrektsson, T.: Intermittent micromotion inhibits bone ingrowth. Titanium implants in rabbits. *Acta Orthop. Scand.* 63:141-145, 1992.
6. Badhe, N. P. and Howard, P. W.: A stemmed acetabular component in the management of severe acetabular deficiency. *J. Bone Joint Surg. Br.* 87:1611-1616, 2005.
7. Bal, B. S., Maurer, T., and Harris, W. H.: Revision of the acetabular component without cement after a previous acetabular reconstruction with use of a bulk femoral head graft in patients who had congenital dislocation or dysplasia. A follow-up note. *J. Bone Joint Surg. Am.* 81:1703-1706, 1999.
8. Barrack, R. L.: Economics of revision total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 209-214, 1995.
9. Bauer, T. W. and Schils, J.: The pathology of total joint arthroplasty.II. Mechanisms of implant failure. *Skeletal Radiol.* 28:483-497, 1999.
10. Beaulé, P. E., Schmalzried, T. P., Udomkiat, P., and Amstutz, H. C.: Jumbo femoral head for the treatment of recurrent dislocation following total hip replacement. *J. Bone Joint Surg. Am.* 84-A:256-263, 2002.
11. Bergmann, G., Graichen, F., and Rohlmann, A.: Hip joint loading during walking and running, measured in two patients. *J. Biomech.* 26:969-990, 1993.
12. Berry, D. J. and Muller, M. E.: Revision arthroplasty using an anti-protrusion cage for massive acetabular bone deficiency. *J. Bone Joint Surg. Br.* 74:711-715, 1992.
13. Berry, D. J., Sutherland, C. J., Trousdale, R. T., Colwell, C. W., Jr., Chandler, H. P., Ayres, D., and Yashar, A. A.: Bilobed oblong porous coated acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 154-160, 2000.

14. Bettin, D. and Katthagen, B. D.: [The German Society of Orthopedics and Traumatology classification of bone defects in total hip endoprostheses revision operations]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 135:281-284, 1997.
15. Bohm, P. and Bischel, O.: [Cement-free diaphyseal fixation principle for hip shaft exchange in large bone defects--analysis of 12 years experience with the Wagner revision shaft]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 139:229-239, 2001.
16. Brand, R. A., Yoder, S. A., and Pedersen, D. R.: Interobserver variability in interpreting radiographic lucencies about total hip reconstructions. *Clin. Orthop. Relat Res.* 237-239, 1985.
17. Breusch, S. J., Aldinger, P. R., Thomsen, M., Ewerbeck, V., and Lukoschek, M.: [Anchoring principles in hip endoprostheses. I: Prosthesis stem]. *Unfallchirurg.* 103:918-931, 2000.
18. Bystrom, S., Espehaug, B., Furnes, O., and Havelin, L. I.: Femoral head size is a risk factor for total hip luxation: a study of 42,987 primary hip arthroplasties from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop. Scand.* 74:514-524, 2003.
19. Chandler, H., Lopez, C., Murphy, S., and VanEenenaam, D. P.: Acetabular reconstruction using structural grafts in total hip replacement: a 12 1/2 year follow-up. *Semin. Arthroplasty.* 6:118-130, 1995.
20. Charnley, J.: Long-term results of low-friction arthroplasty. *Hip.* :42-9.:42-49, 1982.
21. Chen, W. M., Engh, C. A., Jr., Hopper, R. H., Jr., McAuley, J. P., and Engh, C. A.: Acetabular revision with use of a bilobed component inserted without cement in patients who have acetabular bone-stock deficiency. *J. Bone Joint Surg. Am.* 82:197-206, 2000.
22. D'Antonio, J. A., Capello, W. N., Borden, L. S., Bargar, W. L., Bierbaum, B. F., Boettcher, W. G., Steinberg, M. E., Stulberg, S. D., and Wedge, J. H.: Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 126-137, 1989.
23. D'Aubigne, R. M. and Postel, M.: Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 36-A:451-475, 1954.
24. Delling, G., Kofeldt, C., and Engelbrecht, E.: [Bone and border zone changes in the use of bone cements--long-term studies of human biopsy, surgical and autopsy material]. *Aktuelle Probl. Chir Orthop.* 31:163-71.:163-171, 1987.
25. Delp, S. L. and Maloney, W.: Effects of hip center location on the moment-generating capacity of the muscles. *J. Biomech.* 26:485-499, 1993.
26. Dennis, D. A.: Management of massive acetabular defects in revision total hip arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 18:121-125, 2003.

27. Duda, G. N., Heller, M., Albinger, J., Schulz, O., Schneider, E., and Claes, L.: Influence of muscle forces on femoral strain distribution. *J. Biomech.* 31:841-846, 1998.
28. Duda, G. N., Schneider, E., and Chao, E. Y.: Internal forces and moments in the femur during walking. *J. Biomech.* 30:933-941, 1997.
29. Eisler, T., Svensson, O., Muren, C., and Elmstedt, E.: Early loosening of the stemmed McMinn cup. *J. Arthroplasty.* 16:871-876, 2001.
30. Elke, R.: [Particle disease. Is tribology a topic in revision surgery?]. *Orthopade.* 30:258-265, 2001.
31. Elke, R.: [Shaft revision. Classification and treatment]. *Orthopade.* 30:280-286, 2001.
32. Elke, R., Wagner, A., Berli, B., and Morscher, E.: [Acetabulum revision. Classifications and treatment possibilities]. *Orthopade.* 30:266-272, 2001.
33. Emerson, R. H., Jr. and Head, W. C.: Dealing with the deficient acetabulum in revision hip arthroplasty: the importance of implant migration and use of the jumbo cup. *Semin. Arthroplasty.* 4:2-8, 1993.
34. Engelbrecht, D. J., Weber, F. A., Sweet, M. B., and Jakim, I.: Long-term results of revision total hip arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72:41-45, 1990.
35. Etienne, A., Cupic, Z., and Charnley, J.: Postoperative dislocation after Charnley low-friction arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 19-23, 1978.
36. Fraser, G. A. and Wroblewski, B. M.: Revision of the Charnley low-friction arthroplasty for recurrent or irreducible dislocation. *J. Bone Joint Surg. Br.* 63B:552-555, 1981.
37. Fruhwirth, J., Koch, G., Ivanic, G. M., Seibert, F. J., and Tesch, N. P.: [Vascular lesions in surgery of the hip joint]. *Unfallchirurg.* 100:119-123, 1997.
38. G.Köster, H.Braun, and H.-G.Willert: Die zementfreie endoprothetische Rekonstruktion grosser acetabulärer Defekte mit einer längsovalen Revisionspfanne. In Perka, C. and Zippel, H. (eds), *Pfannenrevisionseingriffe nach Hüft-TEP, Standards und Alternativen*, pp. 183-193. Berlin, Eichhorn-Presse Verlag, 2000.
39. Garbuz, D., Morsi, E., and Gross, A. E.: Revision of the acetabular component of a total hip arthroplasty with a massive structural allograft. Study with a minimum five-year follow-up. *J Bone Joint Surg. Am.* 78:693-697, 1996.
40. Garcia-Cimbrelo, E., Munuera, L., and Diez-Vazquez, V.: Long-term results of aseptic cemented Charnley revisions. *J. Arthroplasty.* 10:121-131, 1995.
41. Gerber, A., Pisan, M., Zurakowski, D., and Isler, B.: Ganz reinforcement ring for reconstruction of acetabular defects in revision total hip arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.* 85-A:2358-2364, 2003.

42. Gill, T. J., Sledge, J. B., and Muller, M. E.: The Burch-Schneider anti-protrusion cage in revision total hip arthroplasty: indications, principles and long-term results. *J. Bone Joint Surg. Br.* 80:946-953, 1998.
43. Goetze, C., Sippel, C., Wendt, G., and Steinbeck, J.: [Limits in cementless hip revision total hip arthroplasty. Midterm experience with an oblong revision cup]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 141:182-189, 2003.
44. Gross, A. E.: Revision arthroplasty of the acetabulum with restoration of bone stock. *Clin. Orthop. Relat Res.* 198-207, 1999.
45. Gurtner, P., Aebi, M., and Ganz, R.: [The acetabular roof cup in revision arthroplasty of the hip]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 131:594-600, 1993.
46. Hanssen, A. D. and Rand, J. A.: Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty. *Instr. Course Lect.* 48:111-122, 1999.
47. Harrigan, T. P. and Harris, W. H.: A three-dimensional non-linear finite element study of the effect of cement-prosthesis debonding in cemented femoral total hip components. *J. Biomech.* 24:1047-1058, 1991.
48. Harris, W. H.: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J. Bone Joint Surg. Am.* 51:737-755, 1969.
49. Harris, W. H.: The first 32 years of total hip arthroplasty. One surgeon's perspective. *Clin. Orthop. Relat Res.* 6-11, 1992.
50. Hoikka, V.: Failures after revision hip arthroplasties with threaded cups and structural bone allografts. Loosening of 13/18 cases after 1-4 years. 1993.
51. Holt, G. E. and Dennis, D. A.: Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 209-214, 2004.
52. Hooten, J. P., Jr., Engh, C. A., Jr., and Engh, C. A.: Failure of structural acetabular allografts in cementless revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Br.* 76:419-422, 1994.
53. Huiskes, R.: Failed innovation in total hip replacement. Diagnosis and proposals for a cure. *Acta Orthop. Scand.* 64:699-716, 1993.
54. Hungerford, D. S. and Jones, L. C.: The rationale of cementless revision of cemented arthroplasty failures. *Clin. Orthop. Relat Res.* 12-24, 1988.
55. Jani, L. and Scheller, G.: Möglichkeiten und Grenzen moderner Hüftendoprothetik. *Deutsches Ärzteblatt* 92[46]. 17-11-1995.
56. Jasty, M.: Jumbo cups and morsalized graft. *Orthop. Clin. North Am.* 29:249-254, 1998.

57. Jasty, M. and Harris, W. H.: Salvage total hip reconstruction in patients with major acetabular bone deficiency using structural femoral head allografts. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72:63-67, 1990.
58. Jasty, M., Jiranek, W., and Harris, W. H.: Acrylic fragmentation in total hip replacements and its biological consequences. *Clin. Orthop. Relat Res.* 116-128, 1992.
59. Jasty, M., Maloney, W. J., Bragdon, C. R., O'Connor, D. O., Haire, T., and Harris, W. H.: The initiation of failure in cemented femoral components of hip arthroplasties. *J. Bone Joint Surg. Br.* 73:551-558, 1991.
60. Jerosch, J., Steinbeck, J., Fuchs, S., and Kirchhoff, C.: [Radiologic evaluation of acetabular defects on acetabular loosening of hip alloarthroplasty]. *Unfallchirurg.* 99:727-733, 1996.
61. Jerosch, J., Steinbeck, J., Stechmann, J., and Guth, V.: Influence of a high hip center on abductor muscle function. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 116:385-389, 1997.
62. Jones, L. C. and Hungerford, D. S.: Cement disease. *Clin. Orthop. Relat Res.* 192-206, 1987.
63. Joshi, A. B., Lee, J., and Christensen, C.: Results for a custom acetabular component for acetabular deficiency. *J. Arthroplasty.* 17:643-648, 2002.
64. Kafer, W., Fraitzl, C. R., Kinkel, S., Puhl, W., and Kessler, S.: [Analysis of validity and reliability of three radiographic classification systems for preoperative assessment of bone stock loss in revision total hip arthroplasty]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 142:33-39, 2004.
65. Katthagen, B. D.: Die Klassifikation der knöchernen Defektsituation und die defektspezifische Implantatwahl. In Perka C and Zippel H (Hrsg.) (eds), *Pfannenrevisionseingriffe nach Hüft-TEP, Standards und Alternativen* Reinbek, Eichhorn Presse Verlag, 2000.
66. Katthagen, B. D., Spies, H., and Bachmann, G.: [Arterial vascularization of the bony acetabulum]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 133:7-13, 1995.
67. Kavanagh, B. F. and Fitzgerald, R. H., Jr.: Multiple revisions for failed total hip arthroplasty not associated with infection. *J. Bone Joint Surg. Am.* 69:1144-1149, 1987.
68. Kessler, S., Kinkel, S., Kafer, W., and Puhl, W.: [Revision total hip arthroplasty: how do metaphyseal onset, diaphyseal fill and a three-point-stem-fixation influence the postoperative subsidence of a revision straight-stem?]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 140:595-602, 2002.
69. Kobayashi, A., Freeman, M. A., Bonfield, W., Kadoya, Y., Yamac, T., Al Saffar, N., Scott, G., and Revell, P. A.: Number of polyethylene particles and osteolysis in total joint replacements. A quantitative study using a tissue-digestion method. *J. Bone Joint Surg. Br.* 79:844-848, 1997.

70. Korovessis, P., Stamatakis, M., Baikousis, A., Katonis, P., and Petsinis, G.: Mueller roof reinforcement rings. Medium-term results. *Clin. Orthop. Relat Res.*125-137, 1999.
71. Koster, G., Willert, H. G., Kohler, H. P., and Dopkens, K.: An oblong revision cup for large acetabular defects: design rationale and two- to seven-year follow-up. *J. Arthroplasty.* 13:559-569, 1998.
72. Kwong, L. M., Jasty, M., and Harris, W. H.: High failure rate of bulk femoral head allografts in total hip acetabular reconstructions at 10 years. *J. Arthroplasty.* 8:341-346, 1993.
73. Malchau, H., Herberts, P., Eisler, T., Garellick, G., and Soderman, P.: The Swedish Total Hip Replacement Register. *J. Bone Joint Surg. Am.* 84-A Suppl 2:2-20.:2-20, 2002.
74. Malchau, H., Karrholm, J., Wang, Y. X., and Herberts, P.: Accuracy of migration analysis in hip arthroplasty. Digitized and conventional radiography, compared to radiostereometry in 51 patients. *Acta Orthop. Scand.* 66:418-424, 1995.
75. Maloney, W. J., Jasty, M., Harris, W. H., Galante, J. O., and Callaghan, J. J.: Endosteal erosion in association with stable uncemented femoral components. *J. Bone Joint Surg. Am.* 72:1025-1034, 1990.
76. Maloney, W. J. and Smith, R. L.: Periprosthetic osteolysis in total hip arthroplasty: the role of particulate wear debris. *Instr. Course Lect.* 45:171-82.:171-182, 1996.
77. McFarland, E. G., Lewallen, D. G., and Cabanela, M. E.: Use of bipolar endoprosthesis and bone grafting for acetabular reconstruction. *Clin. Orthop. Relat Res.*128-139, 1991.
78. McMinn D.J.W., Grigoris, P., and Roberts, P.: The stemmed acetabular cup for complex hip arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Br.* 75B:123-127, 1993.
79. Morscher, E., Dick, W., and Seelig, W.: [Revision arthroplasty of the hip joint with autologous and homologous cancellous bone]. *Orthopade.* 18:428-437, 1989.
80. Morsi, E., Garbuz, D., and Gross, A. E.: Total hip arthroplasty with shelf grafts using uncemented cups. A long-term follow-up study. *J. Arthroplasty.* 11:81-85, 1996.
81. Oh, I. and Harris, W. H.: Design concepts, indications, and surgical technique for use of the protrusio shell. *Clin. Orthop. Relat Res.*175-184, 1982.
82. Paprosky, W. G. and Magnus, R. E.: Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique. *Clin. Orthop. Relat Res.*147-155, 1994.

83. Paprosky, W. G., Perona, P. G., and Lawrence, J. M.: Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J. Arthroplasty*. 9:33-44, 1994.
84. Paprosky, W. G. and Sekundiak, T. D.: Total acetabular allografts. *Instr. Course Lect.* 48:67-76.:67-76, 1999.
85. Patel, J. V., Masonis, J. L., Bourne, R. B., and Rorabeck, C. H.: The fate of cementless jumbo cups in revision hip arthroplasty. *J. Arthroplasty*. 18:129-133, 2003.
86. Perka, C. and Ludwig, R.: Reconstruction of segmental defects during revision procedures of the acetabulum with the Burch-Schneider anti-protrusio cage. *J. Arthroplasty*. 16:568-574, 2001.
87. Perka, C., Schneider, F., and Labs, K.: Revision acetabular arthroplasty using a pedestal cup in patients with previous congenital dislocation of the hip - four case reports and review of treatment. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 122:237-240, 2002.
88. Perka.C.: Die strategischen Möglichkeiten des zementfreien Pfannenwechsel und dessen Indikationsgrenzen. Vortrag anlässlich des 6. Kaiserwerther Hüftsymposiums, 1997.
89. Pollock, F. H.: The fate of massive allografts in total hip acetabular revision surgery. 1992.
90. Ramesh, M., O'Byrne, J. M., McCarthy, N., Jarvis, A., Mahalingham, K., and Cashman, W. F.: Damage to the superior gluteal nerve after the Hardinge approach to the hip. *J. Bone Joint Surg. Br.* 78:903-906, 1996.
91. Retpen, J. B., Varmarken, J. E., Rock, N. D., and Jensen, J. S.: Unsatisfactory results after repeated revision of hip arthroplasty. 61 cases followed for 5 (1-10) years. *Acta Orthop. Scand.* 63:120-127, 1992.
92. Ring, P. A.: Complete replacement arthroplasty of the hip by the ring prosthesis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 50:720-731, 1968.
93. Rosler, J. and Perka, C.: The effect of anatomical positional relationships on kinetic parameters after total hip replacement. *Int. Orthop.* 24:23-27, 2000.
94. Saleh, K. J., Holtzman, J., Gafni, A., Saleh, L., Davis, A., Resig, S., and Gross, A. E.: Reliability and intraoperative validity of preoperative assessment of standardized plain radiographs in predicting bone loss at revision hip surgery. *J. Bone Joint Surg. Am.* 83-A:1040-1046, 2001.
95. Saleh, K. J., Holtzman, J., Gafni, A. L., Jaroszynski, G., Wong, P., Woodgate, I., Davis, A., and Gross, A. E.: Development, test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty. *J. Orthop. Res.* 19:50-56, 2001.
96. Schatzker, J., Glynn, M. K., and Ritter, D.: A preliminary review of the Muller acetabular and Burch-Schneider antiprotrusio support rings. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 103:5-12, 1984.

97. Schatzker, J. and Wong, M. K.: Acetabular revision. The role of rings and cages. *Clin. Orthop. Relat Res.*187-197, 1999.
98. Schatzler, A., Heilberger, P., Mollers, M., Stedtfeld, H. W., and Raithel, D.: [Arterial vascular lesions after total hip joint replacement]. *Unfallchirurg.* 100:531-535, 1997.
99. Schmalzried, T. P., Jasty, M., and Harris, W. H.: Periprosthetic bone loss in total hip arthroplasty. Polyethylene wear debris and the concept of the effective joint space. *J. Bone Joint Surg. Am.* 74:849-863, 1992.
100. Schoellner, C. and Schoellner, D.: [Pedestal cup operation in acetabular defects after hip cup loosening. A progress report]. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 138:215-221, 2000.
101. Silverton, C. D., Rosenberg, A. G., Sheinkop, M. B., Kull, L. R., and Galante, J. O.: Revision total hip arthroplasty using a cementless acetabular component. Technique and results. *Clin. Orthop. Relat Res.*201-208, 1995.
102. Starker, M., Kandziora, F., Jager, A., and Kerschbaumer, F.: [Acetabular reconstruction using acetabular reinforcement rings]. *Orthopade.* 27:366-374, 1998.
103. Stockl, B., Beerkotte, J., Krismer, M., Fischer, M., and Bauer, R.: Results of the Muller acetabular reinforcement ring in revision arthroplasty. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 116:55-59, 1997.
104. Udomkiat, P., Dorr, L. D., Won, Y. Y., Longjohn, D., and Wan, Z.: Technical factors for success with metal ring acetabular reconstruction. *J. Arthroplasty.* 16:961-969, 2001.
105. van der, L. M. and Tonino, A.: Acetabular revision with impacted grafting and a reinforcement ring: 42 patients followed for a mean of 10 years. *Acta Orthop. Scand.* 72:221-227, 2001.
106. Wagner, H. and Wagner, M.: Conus hip prosthesis. *Acta Chir Orthop. Traumatol. Cech.* 68:213-221, 2001.
107. Wenz, J. F., Hauser, D. L., Scott, W. W., Robertson, D. D., Tsapakos, M. J., Kearney, D. K., Bluemke, D. A., Naiman, D. O., Brooker, A. F., and Chao, E. Y.: Observer variation in the detection of acetabular bone deficiencies. *Skeletal Radiol.* 26:272-278, 1997.
108. Willert, H. G., Bertram, H., and Buchhorn, G. H.: Osteolysis in alloarthroplasty of the hip. The role of bone cement fragmentation. *Clin. Orthop. Relat Res.*108-121, 1990.
109. Winter, E., Weller, S., and Höntzsch, D.: Die Pfannendachschale bei Revisionseingriffen nach operativen Hüftgelenkersatz-Erfahrungen und Ergebnisse an über 500 Fällen. *OP J* 3.273-279, 1994.

110. Wirtz, D. C., Fischer, H., Zilkens, K. W., Niethard, F. U., and Marx, R.: [Optimizing the bone cement-implant interface by hydrolysis-resistant conditioning of the metal surface]. Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 137:447-451, 1999.
111. Wirtz, D. C. and Niethard, F. U.: [Etiology, diagnosis and therapy of aseptic hip prosthesis loosening--a status assessment]. Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 135:270-280, 1997.
112. Wroblewski, B. M.: [Loosening of hip prostheses]. Orthopade. 18:388-396, 1989.

## **Erklärung an Eides Statt**

„Ich, Tobias Drahn, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema:

Klinische Ergebnisse nach Rekonstruktion ausgedehnter acetabulärer Knochendefekte mit der Sockelpfanne selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Tobias Drahn

Datum

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Carsten Perka für die Überlassung des Themas, die Geduld und die konstruktive Unterstützung bei der Erstellung dieser Dissertation. Zu besonderem Dank bin ich auch meiner Familie verpflichtet, die mir das Medizinstudium ermöglichte und mich stets mit aufmunternden Worten und viel Geduld unterstützte.

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.