

**Kurz- und mittelfristige klinische und
radiologische Ergebnisse der Mini-Hip[®]
Kurzschafftprothese**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Nikola Stallmann

aus

Meerbusch

Gießen
2016

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
der Universitätsklinik Gießen

Direktor: Prof. Dr. med. Markus Rickert

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Markus Rickert
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Dr. biol. hom. Volker Alt

Tag der Disputation: 08.11.2016

Meinen Eltern in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

KURZ- UND MITTELFRISTIGE KLINISCHE UND RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE DER MINI-HIP® KURZSCHAFTPROTHESE

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
1 EINLEITUNG	1
1.1 ALLGEMEINE ANMERKUNGEN ZUR ARTHROSE	1
1.2 BEHANDLMÖGLICHKEITEN DER COXARTHROSE	3
1.3 HISTORISCHER HINTERGRUND DER ENDOPROTHETIK	5
1.4 KURZSCHÄFTE IN DER HÜFTGELENKSENDOPROTHETIK	8
1.4.1 MAYO KURZSCHAFT	9
1.4.2 METHA KURZSCHAFT	10
1.4.3 NANOS KURZSCHAFT	11
1.4.4 MINI HIP® KURZSCHAFT	12
1.5 SCHAFTDESIGN	13
1.6 OPERATIONSTECHNIK	15
1.7 OPERATIVER ZUGANGSWEG	18
1.8 ZIEL DER STUDIE	20
1.9 FRAGESTELLUNG	20
2 MATERIAL UND METHODIK	21
2.1 STUDIENDESIGN	21
2.2 PATIENTENKOLLEKTIV	21
2.3 VORAUSSETZUNGEN ZUR TEILNAHME AN DER STUDIE	22
2.4 AUSSCHLUSSKRITERIEN FÜR DIE TEILNAHME AN DER STUDIE	23
2.5 DATENERHEBUNG	23
2.5.1 FRAGEBÖGEN	24
2.5.2 RÖNTGENBILDER	25
2.6 ANALYSE DER RÖNTGENBILDER	27
2.6.1 PFANNENKOMPONENTE	27
2.6.2 SCHAFTKOMPONENTE	28
2.7 STATISTISCHE AUSWERTUNG	30
3 ERGEBNISSE	32
3.1 PATIENTENKOLLEKTIV	32
3.2 GRÖßEN- UND MATERIALVERTEILUNG DER PROTHESEN	35
3.3 KLINISCHE AUSWERTUNG	39
3.3.1 KOMPLIKATIONEN	41
3.4 RADIOLOGISCHE AUSWERTUNG	42
3.4.1 SINTERUNG DER PROTHESE	42
3.4.2 HETEROTOPE OSSIFIKATIONEN	43
3.4.3 OSTEOLYSEN	46
3.4.4 AUFHELLUNGSSÄUME	46
3.5 STATISTISCHE AUSWERTUNG	48
3.5.1 ANSTIEG DER SCORE WERTE	48
3.5.2 ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN PATIENTENMERKMALEN UND DEN KLINISCHEN SCORES	48
3.5.3 ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN DEM VORHANDENSEIN VON RADIOLUCENT LINES UND DER SCORE ENTWICKLUNG	50

Inhaltsverzeichnis

4	DISKUSSION	52
4.1	KOMPLIKATIONEN UND REVISIONSRATE	52
4.2	KLINISCHE ERGEBNISSE	55
4.3	RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE	58
4.4	DROP OUTS UND LOST TO FOLLOW UP PATIENTEN	60
4.5	EINSCHRÄNKUNGEN DER STUDIE	62
4.6	SCHLUSSFOLGERUNG	64
5	ZUSAMMENFASSUNG	65
6	SUMMARY	66
7	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	67
8	TABELLENVERZEICHNIS	68
9	LITERATURVERZEICHNIS	69
10	ANLAGEN	76
10.1	FRAGEBÖGEN	76
10.1.1	FRAGEBOGEN MINI HIP NACHUNTERSUCHUNG OHS	76
10.1.2	FRAGEBOGEN MINI HIP NACHUNTERSUCHUNG HOOS	78
10.1.3	FRAGEBOGEN MINI HIP NACHUNTERSUCHUNG EQ-5D	82
10.2	RÖNTGENBOGEN	83
11	EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG	85
12	DANKSAGUNG	86

Abkürzungsverzeichnis

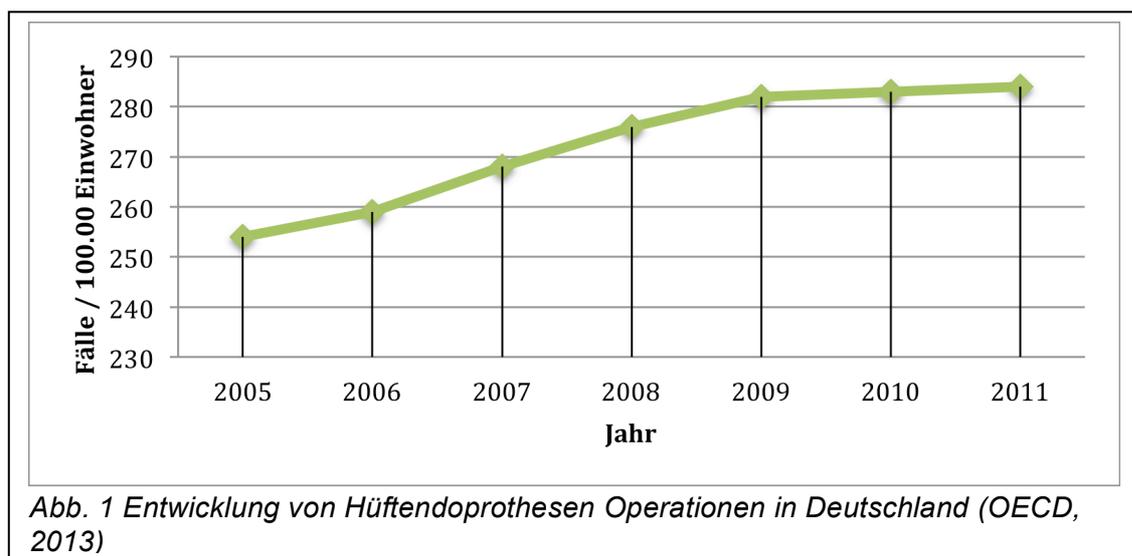
a.p.	anterior posterior
BMI	Body Maß Index
CCD- Winkel	Centrum- Collum- Diaphysenwinkel
CT	Computertomographie
DEXA	Dual Energy X-Ray-Absorptiometry
df	Freiheitsgrade
et al.	et alii, et aliae; und andere
FFA	Film Fokus Abstand
HHS	Harris Hip Score
HOOS	Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score
kV	Kilovolt
M.	Musculus
Max	Maximum
Min	Minimum
mm	Millimeter
N.	Nervus
n=	Anzahl
NSAID	Non Steroidal Anti Inflammatory Drug
OHS	Oxford Hip Score
OP	Operation
Pat.	Patient
PE	Polyethylen
PMMA	Polymeres Methyl-Methacrylat
RLL	Radiolucent Lines
VAS	Visuelle Analogskala

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Anmerkungen zur Arthrose

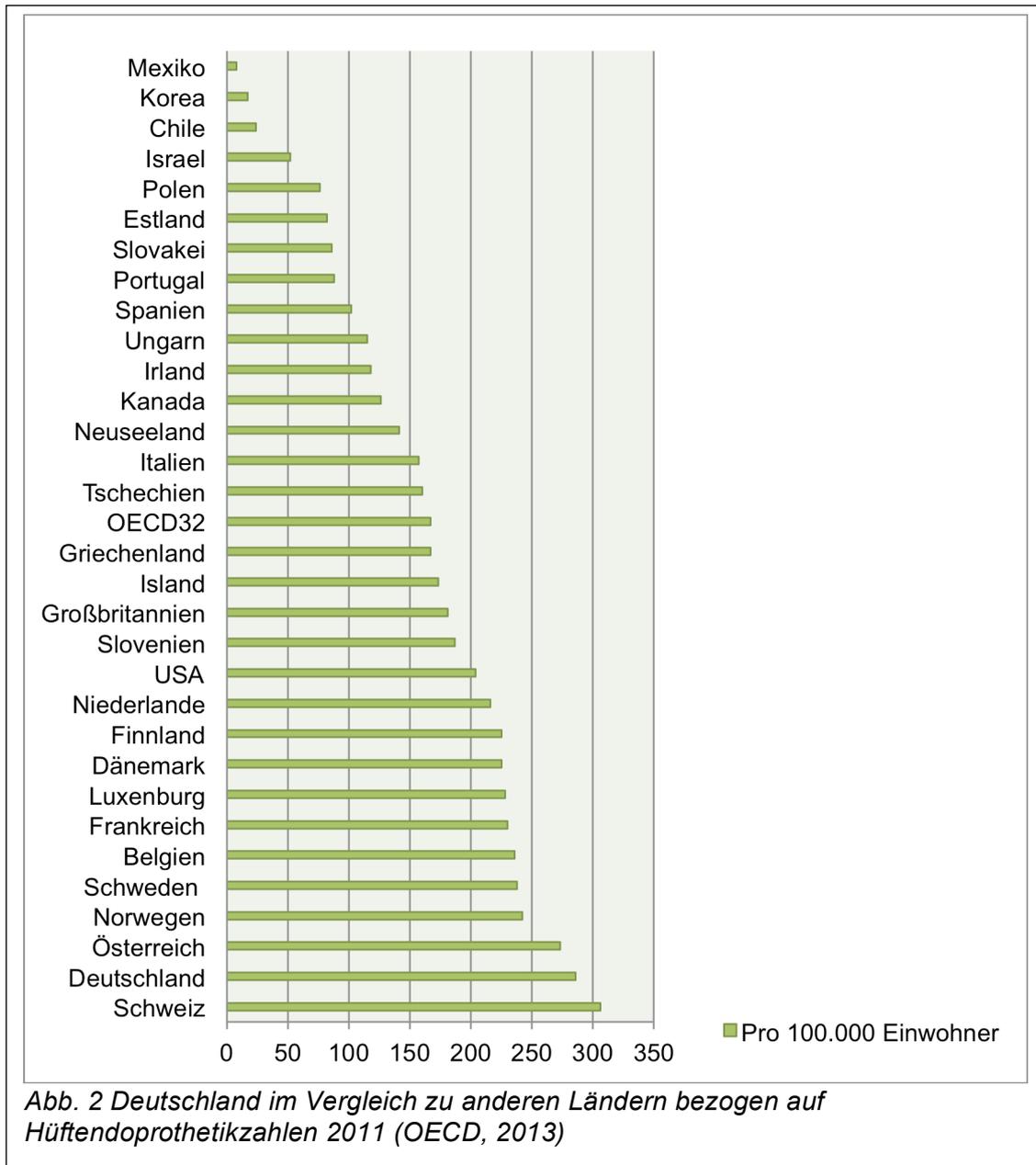
Arthrose ist die weltweit häufigste Gelenkerkrankung (Engelhardt, 2003; Felson, 1988; Lange, 2011; Swoboda, 2001; Zhang and Jordan, 2010). Die Zahl der Erkrankten wird sich angesichts der demografischen Entwicklung in den kommenden 20 Jahren nach Schätzungen der WHO verdoppeln (Lange, 2011). Weltweit sind etwa 9,6 % aller Männer und 18,0 % aller Frauen über 60 Jahre an einer symptomatischen Arthrose erkrankt und haben Einschränkungen in ihrer Beweglichkeit und im Arbeitsalltag, was zu steigenden Ausgaben im Gesundheitssystem führt (WHO, 2015). Im Hinblick auf die steigende Lebenserwartung (Eisenmenger and Emmerling, 2011; Statistisches Bundesamt, 2015) in der Bevölkerung und dem damit verbundenen Anstieg der Anzahl von Arthrosepatienten kommt es zu einer starken finanziellen Belastung des Gesundheitssystems (Brooks, 2002).

Aufgrund der starken biomechanischen Belastung ist das Hüftgelenk, neben dem Kniegelenk, am häufigsten von einer Arthrose betroffen. Die endoprothetische Versorgung der Patienten gilt nach Ausschöpfung aller konservativen Maßnahmen als Mittel der Wahl bei fortgeschrittener Arthrose. Somit ist die Hüftendoprothetik eine in Deutschland sehr häufig durchgeführte Operation (Learmonth et al., 2007) (Abb. 1).



Neben der Schweiz und Österreich hat Deutschland die höchste Rate an operativen Hüftversorgungen pro Jahr und die Zahlen sind weiterhin steigend (OECD, 2013) (Abb. 2).

Einleitung



Die genannten Zahlen verdeutlichen, wie viele Menschen von Gelenkersatzverfahren alleine an der Hüfte betroffen sind. Aufgrund des großen Patientenkollektivs ergibt sich der Bedarf einer stetigen Weiterentwicklung um so auch dem immer jünger werdenden Patientenkollektiv (Kurtz et al., 2009) gerecht zu werden und um finanzielle Ausgaben zu reduzieren. Durch die Implantation bei immer jüngeren Patienten gewinnt die knochensparende Implantation von Endoprothesen zunehmend an Bedeutung, um im Falle eines Prothesenwechsels eine bestmögliche ossäre Situation vorzufinden (Ritterman and Rubin, 2013). Daher sollte eine Prothese gerade bei jüngeren Patienten möglichst knochenschonend eingebaut werden, um einen späteren Wechsel

zu erleichtern (Overgaard et al., 2011; Ritterman and Rubin, 2013). Aufgrund immer längerer Lebenserwartungen ergibt sich auch ein höherer Anspruch an die Standzeit der Prothese.

1.2 Behandlungsmöglichkeiten der Coxarthrose

Die Therapie der Arthrose (Abb. 3) basiert auf mehreren Säulen und muss dem Ausprägungsgrad der Arthrose und den Lebensumständen des Patienten angepasst sein. Die Behandlungsmethoden der Arthrose können folgenden Gruppen zugeordnet werden: allgemeine Maßnahmen und Prophylaxe, physikalische Maßnahmen, medikamentöse, nuklearmedizinische und strahlentherapeutische Therapien und operative Verfahren (Grifka and Krämer, 2013; Grifka and Kuster, 2011; Hinkelmann and Fleischhauer, 2012; Höher and Erggelet, 2003).



Abb. 3 Coxarthrose rechts

Die allgemeinen Maßnahmen umfassen das Vermeiden von Übergewicht und regelmäßige Bewegung innerhalb physiologischer Grenzen.

Zu den physikalischen Maßnahmen gehört vor allem die Krankengymnastik, um die gelenkführende Muskulatur zu trainieren, etwaige Gelenkkontrakturen zu beseitigen und den Bewegungsumfang des Gelenkes zu verbessern. Aber auch Hydro-, Ergo-, Balneo- und Elektrotherapie, Ultraschall und Akupunktur zeigen einen positiven Einfluss auf den Verlauf der Krankheitsentwicklung (Grifka and Kuster, 2011; Klady

Einleitung

and Beyer, 2001). Des Weiteren können technische Hilfsmittel wie Pufferabsätze, Schuhranderrhöhung, Gehstützen oder Schienen und Bandagen dem Patienten helfen und Schmerzen lindern.

Die medikamentöse Therapie umfasst vor allem den Gebrauch von NSAIDs, welche zum einen die Schmerzen mindern und zum anderen einen antiinflammatorischen Effekt auf das betroffene Gelenk besitzen. Ist die Analgesie mit NSAIDs nicht suffizient genug, können außerdem intraartikuläre Injektionen von Glukokortikoiden, Lokalanästhetika oder Hyaluronsäure zur Anwendung kommen (Grifka and Kuster, 2011; Heisel, 2007; Steinmeyer, 2001). Der Hyaluronsäure wird eine anabole Wirkung auf den Gelenkknorpel und eine antiphlogistische Wirkung zur Behandlung der Synovialitis zugeschrieben. Neben einer Verbesserung der Knorpelnutrition soll es außerdem zu einer Verbesserung der mechanischen Gleitfähigkeit des Gelenkknorpels kommen. Studien, welche eine evidenzbasierte Therapieempfehlung untermauern würden, gibt es nicht. Die nuklearmedizinischen und strahlentherapeutischen Verfahren umfassen die Radiosynoviorthese und die therapeutische Bestrahlung (Hildebrandt et al., 2000; Savaser et al., 1999; Seegenschmiedt et al., 2009).

Wie bei allen anderen Erkrankungen ist es auch bei der Arthrose wichtig, den Patienten über seinen Krankheitsverlauf und die Behandlung aufzuklären (Grifka and Kuster, 2011; Kladny and Beyer, 2001).

Bei ausbleibendem Erfolg aller konservativen Therapiemaßnahmen, Zunahme der Schmerzen, Einschränkung der Gehstrecke auf wenige hundert Meter, nächtlichem Ruheschmerz und hohem Leidensdruck der Patienten ist die Indikation zu operativen Maßnahmen gegeben. Die präoperative, temporäre Unterbrechung der Schmerzafferenzen aus dem Hüftgelenk mittels Injektionen von Lokalanästhetika kann helfen, den Effekt einer endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenks hinsichtlich der Beschwerdelinderung abzuschätzen und die Operationsindikation zu sichern (Grifka and Krämer, 2013). Ist die Indikation zur chirurgischen Versorgung des Hüftgelenkes gegeben, stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung.

Unterschieden wird zwischen gelenkerhaltenden Maßnahmen, wie der Arthroskopie, arthroplastischen Umformungen (z.B. Osteophytenabtragungen) oder Umstellungsosteotomien und gelenkersetzenden Maßnahmen, wie dem Oberflächenersatz oder den klassischen Hüftschaffprothesen.

Bei der Endoprothetik werden eine zementfreie Implantation der Endoprothesen und eine Fixierung der Endoprothesen mit polymerem Methyl-Methacrylat Zement (PMMA) unterschieden. Zementierte Prothesen übertragen die Kraft großflächig auf den Knochen und werden in Deutschland vorrangig bei älteren Patienten angewendet. Die zementfreie Fixierung führt zu einer modellabhängigen, punktuellen oder segmentalen

Krafteinleitung in den Knochen. Zementfrei implantierte Schäfte erleichtern eine mögliche Revisionsoperation und werden daher eher bei jüngeren Patienten verwendet. Zementfrei implantierte Prothesen gibt es unter anderem als Standard- oder als Kurzschaft.

Es sollten allerdings bei jedem Patienten die individuellen Umstände erfasst werden und basierend darauf die geeignete Prothese ausgewählt werden.

1.3 Historischer Hintergrund der Endoprothetik

Die Geschichte der Arthroplastik beginnt Mitte des 18. Jahrhunderts, als der schottische Chirurg Charles White 1768 bei einem 14-jährigen Jungen, dessen Schultergelenk in Folge einer Osteomyelitis gebrauchsunfähig war, den Oberarmkopf resezierte. Der Arm blieb im Schultergelenk beweglich und war lediglich kürzer als der Gesunde (de la Camp et al., 1970; Kleinschmidt, 1948; White, 1770). 1821 führte Anthony White die erste Hüftkopfresektion durch und erzielte somit ein belastungsfähiges Gelenk mit begrenzter Beweglichkeit (Blauth and Donner, 1979). Fünf Jahre später vollzog John Rhea Barton die erste Osteotomie an einer ankylosierten Hüfte in nur sieben Minuten und ohne Narkose. 20 Tage nach der Operation begann Barton das Bein des Patienten zu bewegen, um so eine Pseudarthrose zu etablieren (Gomez and Morcuende, 2005; Hernigou, 2013). Mit zunehmendem Einsatz dieser Methode eröffneten sich allerdings auch neue Probleme: Resezierte man die Gelenkenden zu ausgedehnt, so resultierte ein instabiles Gelenk mit Verlust der Muskelwirkung. Resezierte man zu sparsam kam es zu einer fibrösen Versteifung oder einer erneuten Ankylose (Claes et al., 2012). Verneuil versuchte dieses Problem zu beheben, indem er die Knochenflächen mit einem Gewebeinterponat trennte, scheiterte allerdings, da er die Gewebeenden nicht fixierte und seine Methode daher ineffektiv war (Verneuil, 1863).

Bis dato mussten alle Operationen ohne Narkose durchgeführt werden und waren daher für die Patienten extrem belastend. Somit war ein wichtiger Schritt in der Entwicklung der Endoprothetik auch die Einführung der Narkose 1846 durch William T. Morton, welche eine schmerzfreie Operation ermöglichte (Bigelow, 1846; Povacz, 2007). Ein weiterer wichtiger Meilenstein war die Propagierung der Antisepsis durch Joseph Lister, welche die große Zahl der Infektionen verminderte, die vorher postoperativ nicht selten zur Amputation und auch zum Tode geführt hatten (Lister, 1867).

Erst 1874 gelang es Helferich, ein Gelenk dauerhaft zu remobilisieren, indem er Muskellappen zwischen die durchtrennten Knochenenden legte (Helferich, 1894). Die

Einleitung

unterschiedlichsten körpereigenen und körperfremden Materialien wurden als Interponate verwendet, bis man schließlich erkannte, dass die gut verträglichen, körpereigenen Gewebe der hohen Belastung der unteren Extremität auf Dauer nicht standhalten konnten. Die Lösung für dieses Problem fand der Berliner Chirurg Themistocles Gluck, welcher die Idee des kompletten Gelenkersatzes verfolgte und ein Scharniergelenk aus Elfenbein implantierte (Gluck, 1891). Neben der Ablehnung seiner Methode scheiterte sein Verfahren ebenfalls an klinischen Komplikationen wie Infektionen und Materialversagen. Ein neuer Therapieansatz, der daraufhin entwickelt wurde, war die Implantation von menschlichen Gelenken (Lexer, 1908; Nicoladoni, 1900). Die Ergebnisse blieben jedoch unbefriedigend und hohe Infektionsraten sowie Instabilitäten aufgrund von Umbauerscheinungen an den Transplantaten führten zum Scheitern dieser Methode. In einem nächsten Schritt wurde versucht Hemiprothesen aus Plexiglas oder Metall zu verwenden. Trotz einer höheren Primärstabilität kam es schnell zu Lockerungen, Materialversagen und Gewebereaktionen auf das Fremdmaterial (d' Aubigné and Postel, 2009). 1938 entwickelte Philip Wiles in London die erste Totalendoprothese der Hüfte, indem er die Hüftpfanne aus Metall mit Schrauben im Azetabulum und den Hüftkopf aus Metall mit einem Bolzen im Schenkelhals verankerte (Wiles, 1958). Es handelte sich um die erste Metall-Metall Gleitpaarung, welche aufgrund von wenig präzisen Fertigungstechniken aber zu vermehrtem Metallabrieb und somit zu Lockerungen führte. Haboush führte 1953 die Verwendung von Polymethylmetacrylat, einem Knochenzement aus der Zahnmedizin, ein. Durch Sir John Charnley (Abb. 4) kam es dann zur weltweiten Anwendung von Knochenzement, um die Prothese im Knochen zu verankern und für eine gleichmäßigere Kraftereinleitung zu sorgen. Um dem vermehrten Abrieb von Metall-Metall Gleitpaarungen entgegen zu wirken, entwickelte Charnley das "Low Friction Arthroplasty" System, indem er Pfannen aus Teflon und später aus Polyethylen benutzte (Charnley, 1964, 1960). Durch den Knochenzement konnte eine größere Primärstabilität erzielt werden. Im Verlauf setzte sich die Hüftendoprothetik als Standardverfahren weltweit durch. Die relativ hohen Raten an aseptischen Lockerungen führten aber dazu, dass die Indikation zur Implantation einer Hüftprothese vor allem bei älteren Patienten gestellt wurde. Um auch jüngere Patienten versorgen zu können führte Ring wieder die zementfreie Implantation ein. Charnley führte die primäre Stabilität zementierter Endoprothesen auf die vergrößerte Fläche der Kraftereinleitung zurück. Die Weiterentwicklung zementfreier Endoprothesen bestand in der Vergrößerung der Oberfläche durch poröse Oberflächengestaltung. In der Folgezeit wurden die Prothesenformen stetig abgeändert um eine gute Osteointegration, aber auch eine möglichst physiologische Kraftereinleitung zu

gewähren.

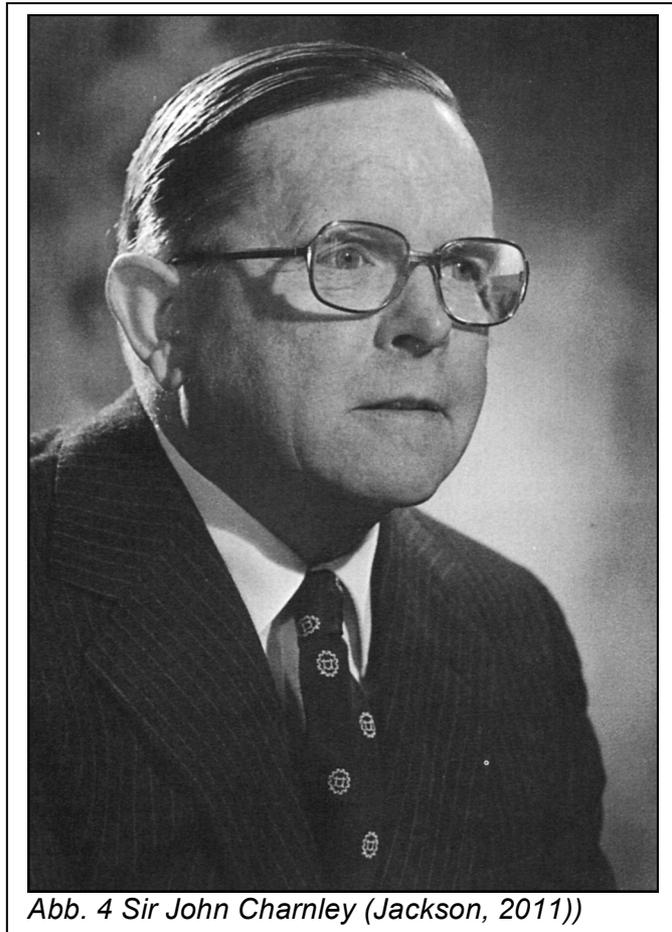


Abb. 4 Sir John Charnley (Jackson, 2011)

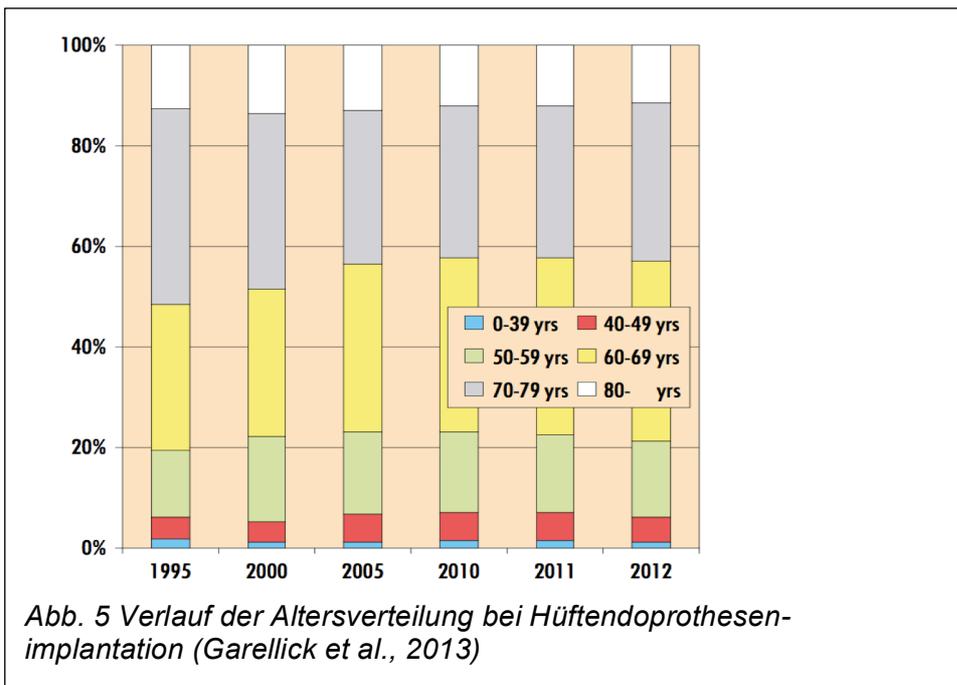
In den fünfziger Jahren entwickelte Sir John Charnley den ersten Oberflächenersatz aus Teflon (Charnley, 1961) und in den darauf folgenden 30 Jahren wurden die verschiedensten Prothesen dieser Art entwickelt (Amstutz et al., 1978; Nishio et al., 1978; Tanaka, 1978; Trentani and Vaccarino, 1978; Wagner, 1978). Der starke Abrieb und die daraus resultierenden Lockerungen führten aber zum klinischen Versagen dieser Prothesenart (Amstutz et al., 1998; Junnila et al., 2015; Matharu et al., 2014; Savarino et al., 2014). In den neunziger Jahren entwickelte McMinn dann eine Metall-Metall Gleitpaarung mit besseren Standzeiten. Verglichen mit Polyethylen Oberflächenersätzen mit aseptischen Lockerungsraten von 15 % nach 5 Jahren und sogar 33 % nach 10 Jahren zeigten McMinn et al. in ihrer Studie eine aseptische Lockerungsrate von 8,6 % nach 50,2 Monaten (McMinn et al., 1996).

Die hohen Komplikationsraten, vor allem aufgrund aseptischer Lockerungen, führten dazu, dass dieses Verfahren wieder verlassen wurde und heutzutage nur noch in seltenen Fällen angewendet wird (National Joint Registry, 2014).

Seit einigen Jahren werden vermehrt Kurzschaftprothesen mit einer Verankerung im proximalen Bereich verwendet. Ziel dieser Kurzschaftprothesen ist es, den proximalen Femurknochen durch eine knochensparende Resektion weitestgehend zu erhalten. Durch die Möglichkeit eines minimal invasiven Zugangs kann die Hüftmuskulatur geschont werden und dadurch eine schnelle Mobilisation des Patienten ermöglichen. Da es noch wenige Langzeitergebnisse gibt, bleibt die Standardschaftprothese aber weiterhin die am häufigste implantierte Schaftform (Garellick et al., 2013; National Joint Registry, 2014).

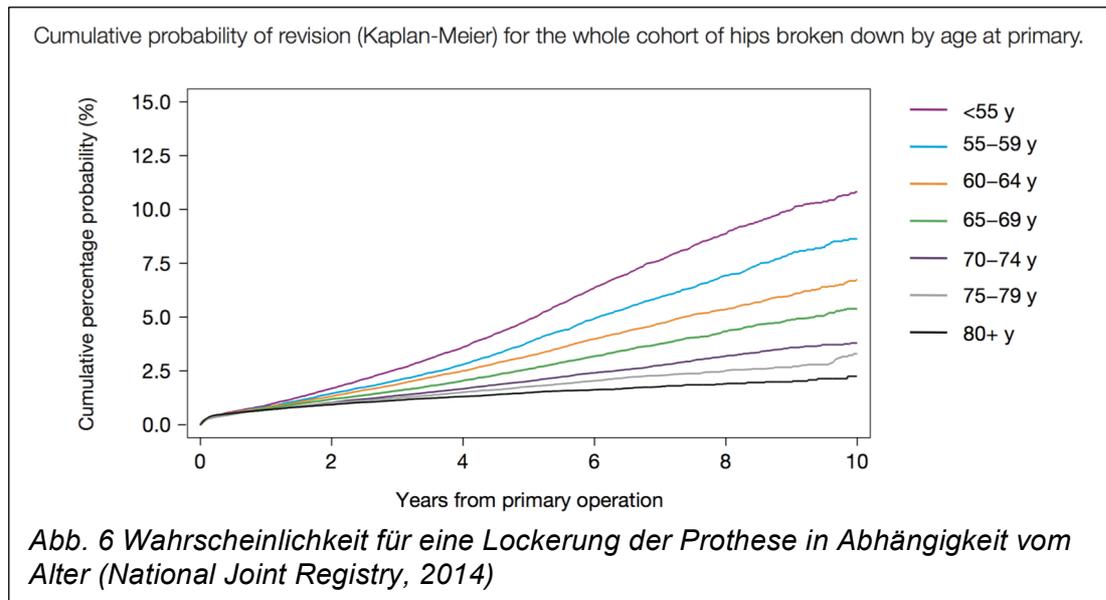
1.4 Kurzschäfte in der Hüftgelenksendoprothetik

Das Patientenkollektiv für Hüftendoprothesen wird zunehmend jünger und der Anteil der Patienten unter 60 Jahren beträgt bereits über 20 Prozent (Garellick et al., 2013) (Abb. 5).



Die Standzeiten einer Hüftendoprothese bei jungen Patienten sind kürzer als bei Älteren, so dass es häufiger zu Wechseloperationen kommen wird (National Joint Registry, 2014) (Abb. 6).

Einleitung



Kurzschafthprothesen wurden entwickelt, um diesem jüngeren Patientenkollektiv gerecht zu werden und um den Femurknochen bei der Resektion zu schonen (Bieger et al., 2012). Neben einem Einsparen an Knochen für eine mögliche spätere Resektion konnten Whiteside et al. zeigen, dass der Erhalt des Femurhalses die Mikrobewegungen an der Prothese reduzieren kann und die Primärstabilität erhöht (Banerjee et al., 2013; Whiteside et al., 1995).

Inzwischen gibt es eine Vielzahl an Kurzschafthprothesen, die sich teilweise erheblich unterscheiden. Gemeinsam ist dieser Schaftart eine proximale Kräfteinleitung. Diese entspricht einer physiologischeren Kraftübertragung, so dass ein Stressshielding am Knochen verhindert oder reduziert werden kann (Banerjee et al., 2013; Ghera and Pavan, 2009; Lerch et al., 2012).

Des Weiteren wird argumentiert, dass es bei der Verwendung von Kurzschafthprothesen zu einem geringeren intraoperativen Blutverlust und einem verbesserten proximalen Knochenaufbau kommt und geringere postoperative Rehabilitationsmaßnahmen notwendig sind (Rubin et al., 2013).

1.4.1 Mayo Kurzschafth

Der Mayo Kurzschafth der Firma Zimmer wurde in den 80er Jahren von Professor Morrey an der Mayo Klinik in den USA mit dem Ziel eines zementfreien Kurzschafthsystems mit minimalem Knochenverlust bei Implantation entwickelt und wird seit 1985 verwendet. Er gilt als der „Klassiker“ unter den metadiaphysär verankerten Systemen (Abb. 7).



Abb. 7 Der Mayo Kurzschaft (Morrey, 2006)

Die Mayo-Prothese ist ein knochenerhaltender, proximal verankerter, zementfreier Hüftschaft aus Titan. Die Form der Prothese ist ein doppelter Keil (konisches Design in zwei Ebenen), dessen Multi Punkt Verankerung ein zentrales Merkmal der Prothese darstellt (Meldrum et al., 2003). Aufgrund des langen Zeitraumes, seit dem die Prothese implantiert wird, liegen für die Mayo Prothese bereits Langzeitstudien vor. Die mittelfristigen Ergebnisse bei den ersten 162 implantierten Hüften zeigten bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 6,2 Jahren ein 98,2 %iges Überleben ohne mechanische Lockerung (Morrey et al., 2000). Hube et al. zeigten in ihrer prospektiv-randomisierten Studie eine deutliche Differenz in den frühfunktionellen Ergebnissen zu Gunsten des Kurzschaftes im Vergleich zu einem Standardschaft (Hube et al., 2004).

1.4.2 Metha Kurzschaft

Der Metha-Kurzschaft ist ein modularer Hüftschaft der Firma Aesculap, welcher seit 2004 implantiert wird und sich durch eine proximale Verankerung und mikroporöse Titanbeschichtung auszeichnet. Der Titan Schaft hat ein konisches Design in drei

Ebenen, welches die Primärstabilität und die proximale Krafteinleitung unterstützt (Jerosch, 2012a) (Abb. 8).



Abb. 8 Der Metha Kurzschafft (J. Jerosch, 2012b)

Wittenberg et al. untersuchten in einer prospektiven Studie 250 Hüftprothesen und publizierten eine 96,7 %ige Überlebensrate nach fünf Jahren (Wittenberg et al., 2013). Braun und Sabah (Braun and Sabah, 2009) untersuchten 48 Metha Endoprothesen über einen Zeitraum von 2,4 Jahren und berichten über einen Fall einer aseptischen Lockerung und mit einem durchschnittlichen Harris Hip Score von 95 Punkten über sehr gute klinische postoperative Ergebnisse.

1.4.3 NANOS Kurzschafft

Die NANOS Kurzschafftprothese der Firma Smith and Nephew ist ebenfalls seit 2004 im Einsatz. Es handelt sich um eine metaphysär verankerte Prothese aus einer Titan-Schmiede-Legierung. Der Prothesenschaft ist leicht gebogen und im Querschnitt trapezförmig. Die Form unterstützt die Primärstabilität und die proximale Krafteinleitung (Abb. 9).



Abb. 9 Der NANOS Kurzschaft (Kaipel et al., 2015)

Die Prothese zeigte ein 100 %iges Überleben nach durchschnittlich 5,2 Jahren. Der mittlere Harris Hip Score stieg von präoperativ 47,3 auf 97,6 Punkte postoperativ. (Ettinger et al., 2011).

1.4.4 Mini Hip® Kurzschaft

Die Mini-Hip® der Firma Corin (Corin Group PLC, Cirencester, Großbritannien) ist ein weiteres Modell einer zementfrei implantierten Kurzschaftendoprothese (Abb. 10).

Der Endoprothesenschaft ist leicht gebogen und in neun verschiedenen, stufenweise in der Größe zunehmenden Schäften (Größe 1-9) verfügbar. Bei den verschiedenen Schaftgrößen unterscheiden sich die Konuslänge, das Off-Set sowie die Hüftschaftlänge.



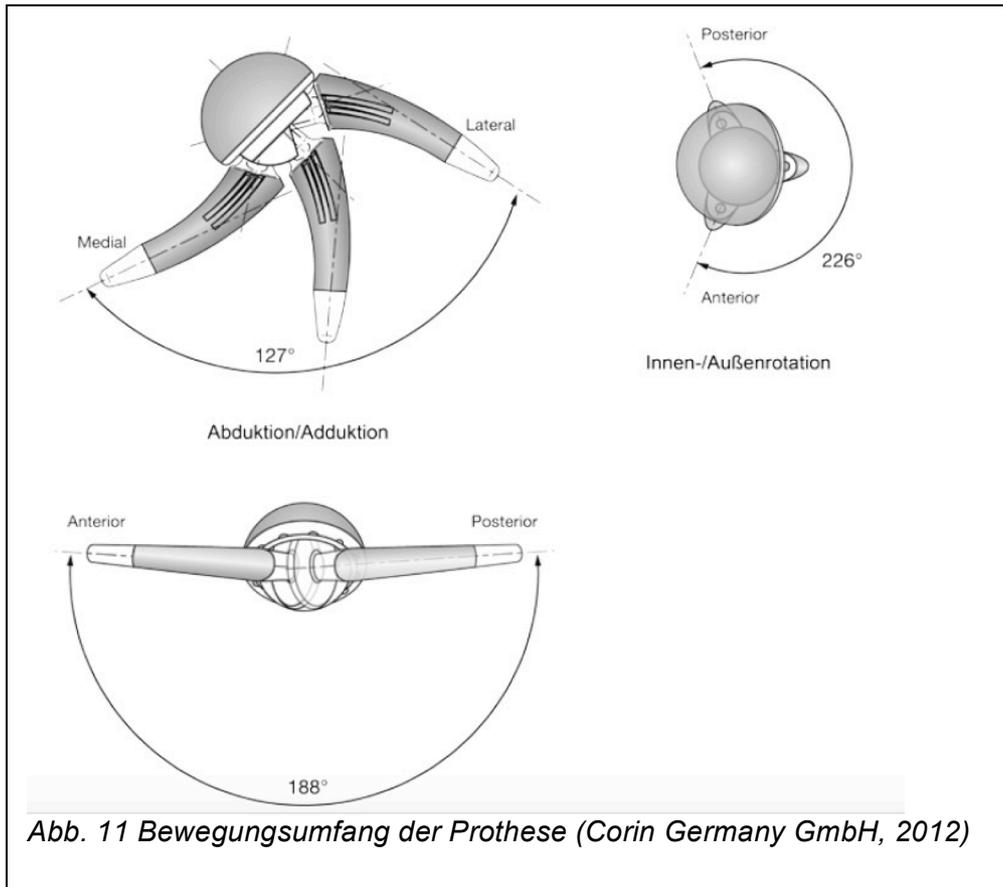
Die Pfannenart (Pressfit-/Schraubpfanne), die Pfannengröße (Größe 46-62 mm), die Hüftkopfgröße (Größe 28-50 mm) sowie das Material für die Gleitpaarung sind unabhängig von der Mini-Hip® und können patientenabhängig individuell gewählt werden. Somit stehen dem Operateur verschiedene Kombinationen zur Verfügung und es ist eine maximale Flexibilität gewährleistet, um eine an den Patienten angepasste Lösung zu finden.

1.5 Schaftdesign

Die Entwicklung des Schaftdesigns stützt sich auf umfassende Analysen von CT Daten menschlicher Femora. Anhand der Daten wurde eine anatomisch optimierte Geometrie und Schenkelhalslänge ermittelt (Jerosch and Glameyer, 2009). Sowohl Veränderungen bei Belastung der Hüfte (Parson, 2008) als auch die Stabilität und Frakturresistenz (Lewis, 2008; Plitz, 2008) wurden mittels Finite- Element Analyse und mechanischen Tests verifiziert.

Die Endoprothese wurde vorrangig für Patienten mit einem hohen Aktivitätslevel entworfen und ermöglicht aufgrund ihrer Geometrie einen großen Bewegungsumfang (Abb. 11).

Einleitung



Für einen möglichst anatomischen Sitz des Implantats folgt die Prothese der Krümmung des medialen Kalkars und führt so zu einer metaphysären Verankerung und einer metaphysären Krafteinleitung. Diese physiologischere Kraftübertragung auf das distale Femur vermindert Stressshielding und somit soll es postoperativ zu weniger Schmerzen kommen (Bobyne et al., 1992; Engh et al., 1987; Hagel et al., 2008).

Rotationsfinessen am Schaft sorgen für eine erhöhte primäre Rotationsstabilität. Durch die polierte Prothesenspitze soll eine distale, diaphysäre Fixierung der Prothese verhindert werden. Diese unerwünschte Fixierung kann zu einer unphysiologischen Krafteinleitung führen und somit Stressshielding begünstigen. Stressshielding wird als eine mögliche Ursache für Oberschenkelschmerzen angesehen. Die Verhinderung des distalen Einwachsens der Prothese soll zu einer Senkung des Risikos für Oberschenkelschmerzen führen (Engh et al., 1987).

Die Oberfläche des Schaftes ist, mit Ausnahme der Prothesenspitze, mit einem "scratch-fit" Bi-Coat[®] beschichtet. Bei Bi-Coat[®] handelt es sich um einen doppelschichtigen Überzug aus reinem Titan und einer Hydroxylapatit-Schicht. Die Bi-Coat[®]- Oberfläche soll eine hohe Friktion erzeugen und damit eine sichere primäre Fixierung und die schnellere Integration einer dauerhaften Fixierung ermöglichen. Titan hat eine höhere Bioverträglichkeit als Kobalt-Chrom und führt durch seine

Oberflächenrauheit zu einer besseren Verzahnung mit dem Knochengewebe. (Brunette et al., 2013; Lintner et al., 1986). Die Hydroxylapatit-Schicht soll aufgrund ihrer anorganischen Komponente, die eine dem Knochengewebe ähnliche Zusammensetzung aufweist, als Gerüst für die Zellen des Knochengewebes dienen und so das Einwachsen der Prothese in den Knochen verbessern (Coathup et al., 2005). Histologische Studien konnten zeigen, dass das Knochenwachstum unmittelbar am Implantat bei Verwendung von Bi-Coat®- Überzügen gesteigert sein kann (Collier, 2002; Jaffe and Scott, 1996). Eine gesteigerte Osteoblastenaktivität in der Grenzschicht zwischen Prothese und Knochen erhöht die stabile Osteointegration des Kunstgelenkes und führt zu besseren klinischen Ergebnissen und einer erhöhten Stabilität der Prothese im Knochen (Engh et al., 1987; Jasty et al., 1997; Lintner et al., 1986). Eine unbeschichtete Spitze sorgt vor allem in der Anfangszeit für eine erhöhte Primärstabilität (Jasty et al., 1993).

Ein Vorteil der Kurzschaftprothesen im Allgemeinen ist ein reduzierter Knochenverlust an der Prothese, welcher in kurzfristigen DEXA Messungen gezeigt werden konnte. Roth et al. untersuchten die Abnahme der Knochendichte nach zwei Monaten. Die Alpha Fit Langschaftprothese (Firma Corin) zeigte eine Abnahme der Knochendichte von 29 %. Bei der Mayo Kurzschaftprothese reduzierte sich die Knochendichte hingegen nur um 15 % (Roth et al., 2005). Salemeyer et al. verglichen einen Ultrakurzschaft und einen Standardschaft nach zwei Jahren mittels DEXA Messung. In der Gruen Zone 1 betrug der Unterschied in der Knochendichte 18 % und in den verbleibenden Gruen Zonen 5 % zu Gunsten des Ultrakurzschaftes (Salemyr et al., 2015).

1.6 Operationstechnik

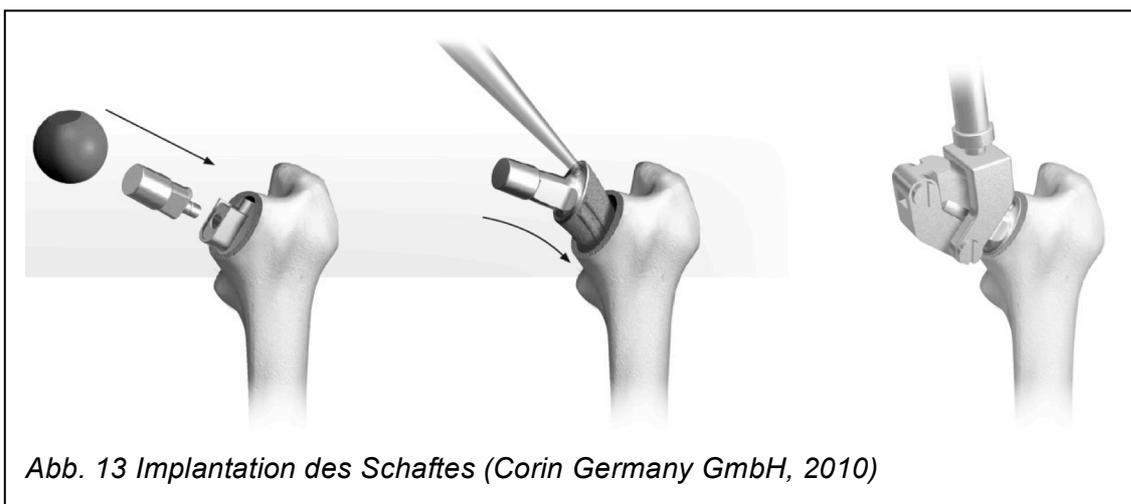
Durch den kürzeren Hüftschaft kann ein weniger invasiver Zugangsweg gewählt werden, bei dem weichteilige Strukturen wie der Tractus iliotibialis und die Glutealmuskulatur geschont werden können (Claes et al., 2012). Der Zugang für eine minimal-invasive OP kann wahlweise anterior, antero-lateral, lateral oder posterior erfolgen. Die Resektionsebene zur Entfernung des Femurkopfes wird proximal der Fossa piriformis angesetzt, wodurch mehr Knochensubstanz im Bereich des Trochanter majores erhalten bleiben kann (sogenannte "Mid-Neck-Resection"). Im Gegensatz zur Implantation herkömmlicher diaphysär verankernder Prothesenschafts kann durch diese Mid-Neck-Resection Knochensubstanz erhalten bleiben. Im Falle eines späteren Endoprothesenwechsels kann ein diaphysärer Endoprothesenschaft mit Resektion an der Schenkelhalsbasis implantiert werden (Jerosch, 2012b). Nach der

Einleitung

Resektion des Femurkopfes wird mit Hilfe einer gebogenen Starterahle die Spongiosa im dorsolateralen Quadranten der Resektionsfläche eröffnet. Es folgt ein stufenweises Aufarbeiten mit Verdichtern in verschiedenen Größen (Abb. 12).



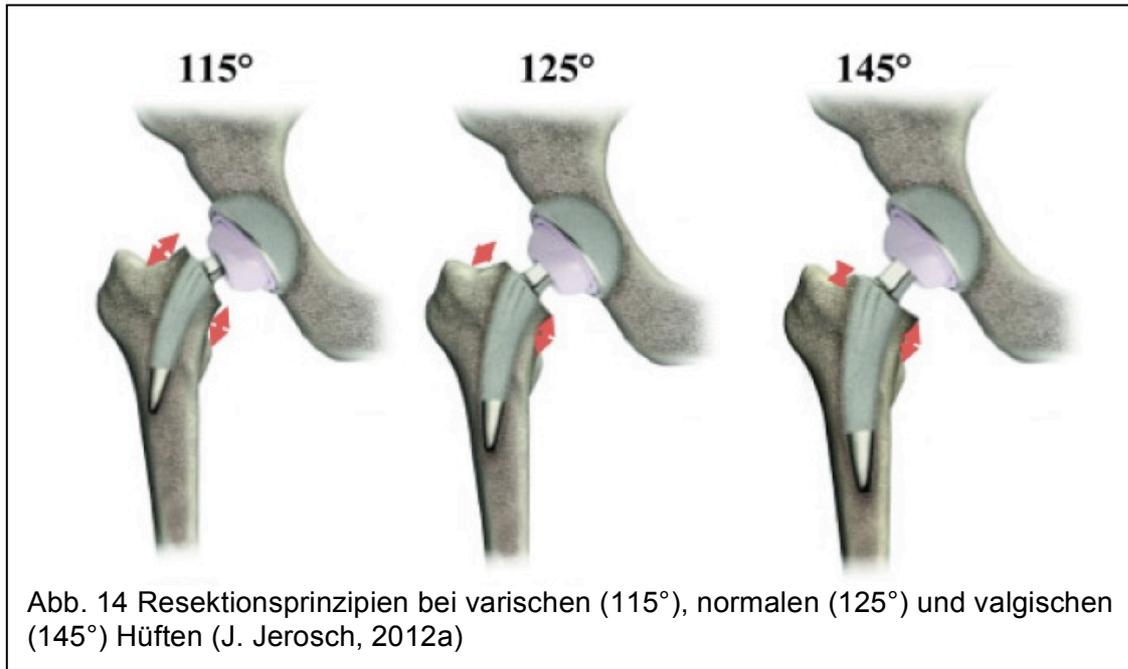
Begonnen wird mit Größe 1 und die endgültige Größe ist erreicht, wenn der Verdichter bündig mit der Resektionsebene abschließt. Die Größe des zuletzt verwendeten Verdichters entspricht dann der Größe der zu verwendenden Schaftprothese. Im Gegensatz zu konventionellen Schaftkomponenten kommt es bei dieser Ausarbeitung des Schaftes zu einer Verdichtung der Spongiosa anstatt zu einer Ausdünnung mit scharfen "Schafttraffeln". Da es sich um eine zementfreie Prothese handelt, wird der Schaft nun manuell eingesetzt und mit Hilfe eines Impaktors eingeschlagen (Abb. 13).



Einleitung

Das Design der Prothese erlaubt eine "Round-the-Corner"-Implantation, die einen weichteil-, und insbesondere muskelschonenden Zugang ermöglicht, sowie einen Bruch des Trochanter majors verhindern kann (Jerosch, 2012b).

Durch das spezielle Design kann die Prothese in verschiedenen Winkeln implantiert und die Resektionshöhe variiert werden (Abb. 14).



Durch die daraus resultierenden unterschiedlichen CCD-Winkel können auch anatomische Variabilitäten, wie eine Varus- oder Valgushüfte, intraoperativ korrigiert werden (Jerosch et al., 2012) (Abb. 15 und Abb. 16).



Die Implantation der Hüftpfanne wird analog zu konventionellen Langschaftprothesen durchgeführt. Die Nachbehandlung erfolgt mit Frühmobilisation am ersten postoperativen Tag. Der postoperative und rehabilitative Behandlungsablauf unterscheidet sich nicht zu dem einer zementfreien Standardversorgung.

1.7 Operativer Zugangsweg

Zur Implantation einer Hüftendoprothese eignen sich verschiedene operative Zugänge. Die Art des Zugangs hängt von der Art des Eingriffs (Primäreingriff oder Revision) sowie von speziellen Begleitumständen (z.B. Hüftkontraktur des Patienten) und der Präferenz des Operateurs ab.

In der Hüftendoprothetik werden standardmäßig vier verschiedene Zugänge verwendet. Man unterscheidet zwischen einem anterioren, einem antero-lateralen, lateralen und posterioren Zugang. Außerdem können die Eingriffe als minimal invasive

Einleitung

Operationen durchgeführt werden. Durch ein weniger invasives Vorgehen wird Muskulatur geschont und ein besseres Frühergebnis und eine schnellere Rehabilitation der Patienten sollen hierdurch ermöglicht werden. Allerdings ist das Sichtfeld aufgrund des kleineren Zugangsweges eingeschränkt, so dass minimal invasive Zugänge vor allem bei Patienten mit normaler Anatomie verwendet werden sollten (Claes et al., 2012).

Da in der vorliegenden Studie nur anteriore, anterolaterale und laterale Zugänge verwendet wurden, soll auch nur auf diese drei Methoden näher eingegangen werden:

Der anteriore Zugang wurde erstmals von M. N. Smith Petersen beschrieben und wird in Rückenlage des Patienten durchgeführt (Smith-Petersen, 1917). Dabei erfolgt der Zugang zwischen dem M. sartorius und dem M. tensor fasciae latae. Beim anterioren Zugang muss keine Muskulatur durchtrennt werden und die Adduktoren werden geschont. Weitere Vorteile des anterioren Zugangs bestehen in der einfachen Präparation und Implantation der Pfanne aufgrund der Nähe zum Operationsfeld und einem geringeren Luxationsrisiko im Vergleich zu den anderen Zugängen. Nachteile des anterioren Zugangs bestehen in der erschwerten Darstellung des Femurs und der Gefährdung des N. cutaneus femoris lateralis und der A circumflexa femoris lateralis.

Der antero-laterale Zugang wurde 1936 von Watson-Jones beschrieben und ermöglicht den Erhalt der Glutealmuskulatur, indem er die Muskellücke zwischen dem M. gluteus medius und dem M. tensor fasciae latae verwendet (Watson-Jones, 1936). Die Operation kann sowohl in Rücken- als auch in Seitenlage durchgeführt werden. Die Darstellung des Femurs ist im Vergleich zum anterioren Zugang leichter, allerdings schwieriger als beim lateralen Zugang. Muskelkräftige Patienten sind schwieriger zu versorgen, da die Darstellung des Femurs durch die erhöhte Muskelspannung erschwert wird. Der Zugang kann im Innervationsbereich des N. gluteus superior liegen und somit kann es bei einer Schädigung zum Ausfall der Mm. glutei medius et minimus kommen, mit der Folge eines Trendelenburg Hinkens.

Der transgluteale laterale Zugang nach Bauer und Hardinge wurde erst 1973 veröffentlicht und ist somit eine eher junge Technik (Bauer et al., 1979). Bei diesem Zugang kann sowohl in Rücken- als auch in Seitenlage operiert werden. Vorteilhaft bei dieser Vorgehensweise ist die Unabhängigkeit von der muskulären Situation und dem Body Mass Index. Das Femur kann gut dargestellt werden und es kann jedes Schaftdesign über diesen Zugang implantiert werden. Nachteilig ist die Möglichkeit einer Beschädigung des M. gluteus medius und des M. vastus lateralis und das Risiko

einer Verletzung des N. gluteus superior.

1.8 Ziel der Studie

Ziel der Studie ist es, die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse nach Implantation einer Mini-Hip[®] Kurzschaftprothese zu erfassen und zu analysieren, um diese mit anderen Kurz- und Standardschäften zu vergleichen. Der daraus resultierende Erkenntnisgewinn soll Empfehlungen bezüglich Indikationsstellung, empfohlenem Patientenalter und Voraussetzungen zur Implantation zum Ziel haben. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

1.9 Fragestellung

1. Welche klinischen und radiologischen Ergebnisse liefert die Mini-Hip[®] Kurzschaftprothese nach zwei bis fünf Jahren Nachuntersuchungszeitraum?
2. Sind die klinischen und radiologischen Ergebnisse und die Standzeiten einer Mini Hip[®] vergleichbar oder besser als die anderer Kurzschäfte bzw. Standardschäfte?
3. Gibt es Hinweise auf Zusammenhänge zwischen radiologischen und klinischen Ergebnissen oder zwischen Patientenmerkmalen und klinischen Ergebnissen für dieses Patientenkollektiv?
4. Rechtfertigen die Vorteile einer Kurzschaftprothese den Einbau, trotz längerer Nachuntersuchungen von Standardschäften?

2 Material und Methodik

2.1 Studiendesign

In der vorliegenden Studie wurden 172 Patienten¹ erfasst, die im Zeitraum zwischen 09/2008 und 12/2010 mit einer Mini-Hip[®] Kurzschafthprothese der Firma Corin im Johanna-Etienne Krankenhaus in Neuss² bzw. im Ortho-Endo-Center in München³ versorgt wurden.

Die Erfassung der Daten erfolgte im Rahmen von prä- und postoperativen Untersuchungen sowie jährlichen Kontrollen zwischen 09/2008 und 11/2013 in den jeweiligen Kliniken.

Ziel der Studie war es, die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse⁴ nach Implantation einer Mini-Hip[®] Kurzschafthprothese zu erfassen, um so einen Vergleich mit herkömmlichen Langschafthprothesen und anderen Kurzschafthprothesen zu ermöglichen. Prä- und postoperative Röntgenbilder sowie Verlaufsröntgenbilder dienten zur Beurteilung radiologischer Veränderungen (vgl. Kapitel 2.5.2). Die Röntgenbilder wurden von jeweils zwei Untersuchern anhand eines Röntgenbefundbogens (s. Anhang) analysiert. Die klinischen Ergebnisse wurden mit Hilfe von drei standardisierten Fragebögen (Oxford Hip Score, Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score und Health-related quality of life EQ-5D) erhoben (vgl. Kapitel 2.5.1).

Für die Durchführung der Studie wurde ein Votum der Ethikkommission der Ärztekammer Nordrhein eingeholt⁵ und alle an der Studie teilnehmenden Probanden wurden sowohl über Ziel und Zweck der Studie als auch über die Anonymität der Datenverwaltung und Veröffentlichung aufgeklärt.

2.2 Patientenkollektiv

Insgesamt wurden im Zeitraum von 09/2008 bis 12/2010 241 Patienten mit einer Mini-Hip[®] Kurzschafthprothese der Firma Corin in Neuss⁶ und München⁷ versorgt. 16 der Patienten erhielten eine bilaterale Versorgung, so dass die Anzahl implantierter Totalendoprothesen 257 betrug. Bei diesen Patienten wurde nur die zuerst implantierte

¹ Im Verlauf der Arbeit wird, unabhängig vom Geschlecht, von Patienten gesprochen

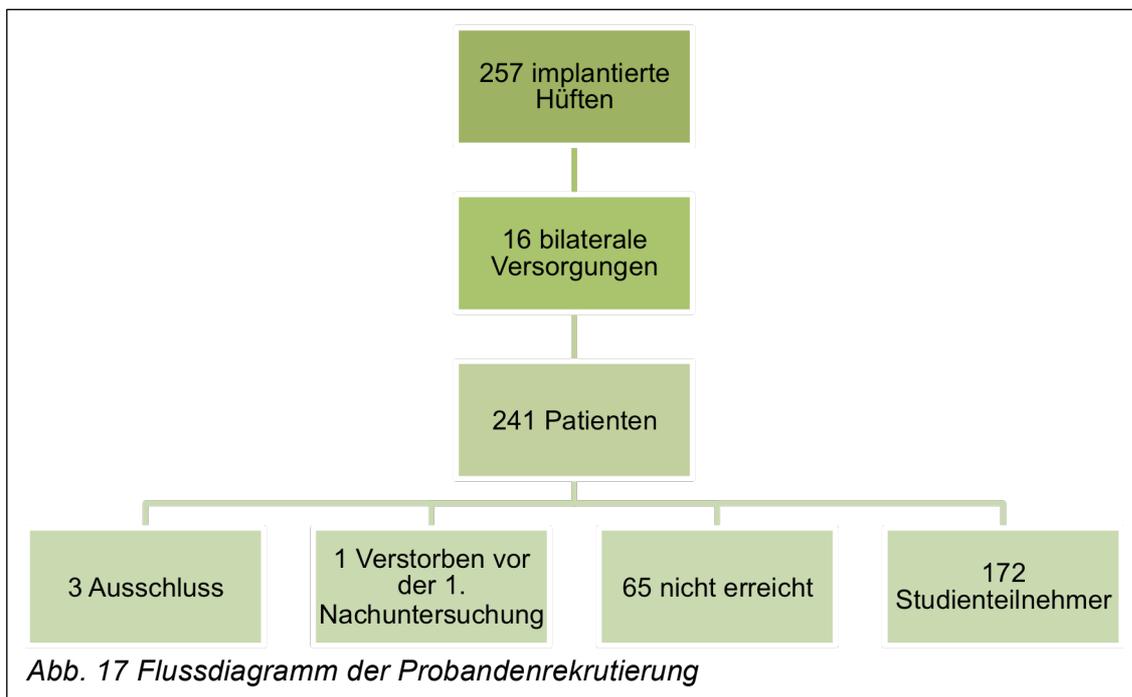
² Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin, Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss, Leitung: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jörg Jerosch

³ Ortho Endo Center, Clinic Dr. Decker, München, Operateur: Dr. med. Christian Kothny

⁴ 2-5 Jahresergebnisse nach Operation

⁵ Der Ethikantrag wurde von Caroline Schulz in Vertretung von Prof. Racké bewilligt und wird unter der Laufenden Nummer 2011379 geführt.

Hüfte in die Studie aufgenommen. Von den 241 Patienten wurden drei Patienten aufgrund von Ausschlusskriterien (vgl. Kapitel 2.4) von der Studie ausgeschlossen. Ein Patient verstarb nach neun Tagen an einem Herzinfarkt und wurde aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraumes ebenfalls ausgeschlossen. 65 Patienten konnten nicht erreicht werden. Daraus resultierte ein Patientenkollektiv von 172 Patienten, welche an der Studie teilnahmen und mindestens zwei Jahre⁶, maximal fünf Jahre nachuntersucht wurden (Abb. 17). 103 Patienten wurden in Neuss operiert und nachuntersucht, 69 Patienten in München.



Bei den an der Studie teilnehmenden Patienten betrug der Anteil der weiblichen Patienten 50,0 % (86 Patienten) und der Anteil männlicher Patienten 50,0 % (86 Patienten).

2.3 Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie

Einschlusskriterium für die Teilnahme an der vorliegenden Studie war die Implantation einer Hüftendoprothese aufgrund einer fortgeschrittenen primären Coxarthrose oder einer Dysplasiecoxarthrose. Dabei wurden nur Patienten mit einer primären Versorgung berücksichtigt, bei denen mindestens das Zweijahresergebnis ermittelt werden konnte und die ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie gegeben

⁶ Ein Patient wurde 20 Monate nachuntersucht, bevor er aus der Studie ausstieg. Das restliche Patientenkollektiv wurde mindestens 24 Monate postoperativ nachuntersucht.

hatten. Patienten, die in dem obengenannten Zeitraum in Neuss oder München operiert wurden, hatten alle das 18. Lebensjahr vollendet.

2.4 Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie

Von der Teilnahme an der Studie wurden Patienten ausgeschlossen, die an psychischen Erkrankungen oder Übergewicht (BMI>35) litten, schwanger waren oder der deutschen Sprache nicht mächtig genug waren, um die Fragebögen adäquat auszufüllen. Ein weiteres Ausschlusskriterium waren schwere Nebenerkrankungen, die Einfluss auf die operierte Hüfte hatten (z.B. eine schwere Spinalkanalstenose).

2.5 Datenerhebung

Die präoperative Datenerhebung erfolgte retrospektiv. Aus den OP-Listen wurden alle Patienten mit einer Mini Hip[®] Operation zwischen 09/2008 und 12/2010 ermittelt und kontaktiert.

Name, Alter, Geschlecht, operierte Seite, Operationsindikation, OP Datum, Material sowie der Zugangsweg wurden aus den ambulanten und stationären Krankenblättern entnommen. Die präoperativen Daten wurden aus den Aufnahmeuntersuchungen retrospektiv gewonnen, während die postoperativen Daten im Rahmen der jährlichen Nachuntersuchung prospektiv erfasst wurden, indem die Patienten die Fragebögen jährlich bei den Nachuntersuchungen ausfüllten. Bei Patienten, die nicht an den Nachuntersuchungen teilnehmen konnten, wurden die Fragebögen zugeschickt und per Telefon abgefragt und entsprechend der Angaben der Patienten ausgefüllt.

2011 konnten 146 Patienten untersucht werden, bei 24 wurden die Fragebögen ausgefüllt. 2012 wurden 99 Patienten untersucht und 63 Fragebögen ausgefüllt und 2013 konnten 102 Patienten untersucht und 48 Fragebögen ausgefüllt werden.

Die Erhebung der Studiendaten erfolgte mittels Fragebogenverfahren⁷, klinischer Untersuchung und Röntgenbildern. Alle erfassten Daten wurden in einer Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA, Version 14.5.2) Datei gespeichert und die Röntgenbilder sowohl im Orbis Programm (Agfa Health Care GmbH, Mortsel, Belgien) gesichert als auch auf DVD-Rohlingen festgehalten.

Zur Darstellung und Verarbeitung der radiologischen DICOM-Bilddaten wurde die Software OsiriX (Open Source Software entwickelt von Antoine Rosset, Schweiz) genutzt.

⁷ Oxford Hip Score (OHS), Hip disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) und Health-related quality of life (EQ-5D)

Zur Anonymisierung der Patientendaten wurde jedem Patienten eine Nummer zwischen 1 und 172 zugeteilt.

2.5.1 Fragebögen

Den Patienten wurden im Rahmen der ambulanten Nachkontrolle drei standardisierte Fragebögen ausgehändigt. Genutzt wurden der Oxford Hip Score (OHS) und der Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS). Diese Scores sind international bekannte und standardisierte Fragebögen (Kaczmarek et al., 2013). Zudem wurde der EQ-5D Fragebogen benutzt, um die subjektive Lebensqualität der Patienten zu erfassen. Musterfragebögen sind im Anhang aufgeführt. Da nicht alle Patienten jährlich zur Nachkontrolle erscheinen konnten, wurden die Fragen mit diesen Patienten am Telefon besprochen und die Fragebögen ausgefüllt.

Der Oxford Hip Score (OHS) ist ein hüftgelenkbezogener Score mit zwölf Multiple Choice-Fragen für den Patienten. Der OHS erfragt Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Einschränkungen im Alltag. Zu jeder Frage gibt es fünf Antwortmöglichkeiten, die alle ordinal skaliert und zeitbezogen sind (nie, manchmal, oft, meistens, immer) oder sich auf die Qualität der Einschränkung beziehen (keine Probleme, sehr leichte Mühen, mäßige Mühen, starke Probleme, unmöglich). Der Maximalscore beträgt 48, der Minimalscore liegt bei 0 (Dawson et al., 1996).

Der Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) besteht aus 40 Fragen mit ebenfalls jeweils fünf möglichen, ordinal skalierten Antworten, die der Patient ankreuzt. Der Fragebogen erfasst die Themen Symptome und Steifigkeit, Schmerzen, Funktion im täglichen Leben, Sport und Freizeit sowie Lebensqualität und ist daher vor allem bei jüngeren Patienten komplexer und umfangreicher als der OHS und bietet die Möglichkeit, die Lebensumstände jüngerer Patienten besser einzuschätzen (Nilsson et al., 2003). Der Score wird in Prozent angegeben und hat somit einen Maximalwert von 100 und einen Minimalwert von 0.

Zur Auswertung beider Fragebögen wurde eine Freeware auf der Seite <http://www.orthopaedicscores.com> genutzt (Berber et al., 2008).

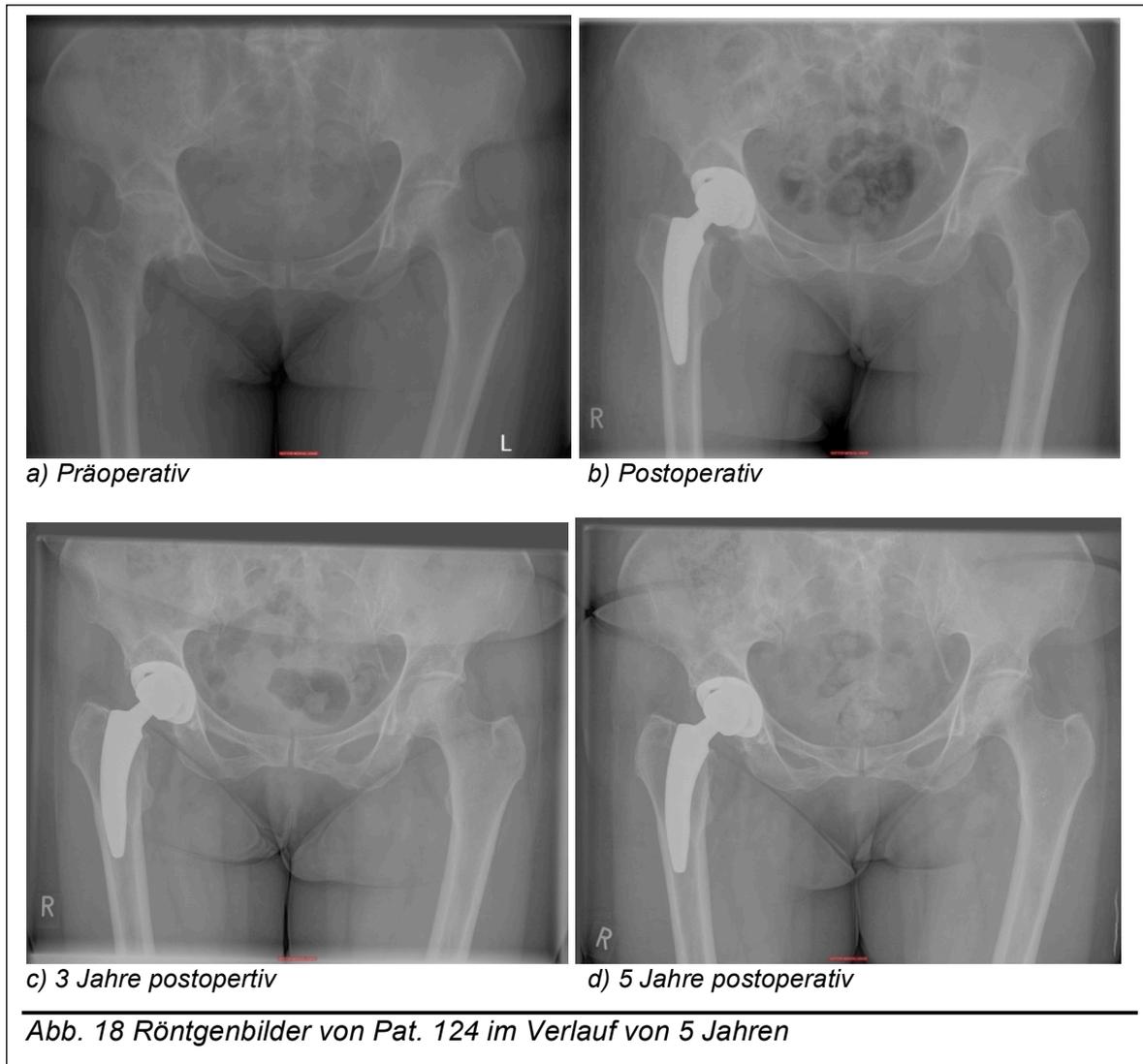
Die postoperative subjektive Lebensqualität wurde anhand des EQ-5D bestimmt. Dabei handelt es sich um ein einfaches generisches Instrument zur Messung und Bewertung des subjektiven Gesundheitszustandes, das von einer internationalen und

interdisziplinären Forschergruppe entwickelt wurde (Brooks, 1996; EuroQol Group, 1990). Der Fragebogen erfasst die physische, psychische und soziale Dimension der Gesundheit. Der EQ-5D bezieht sich im Gegensatz zum OHS und HOOS nicht nur auf die operierte Hüfte sondern auf den ganzen Körper. Er besteht aus fünf Fragen, die Probleme in den Dimensionen Beweglichkeit, Selbstversorgung, alltägliche Tätigkeiten, Schmerzen und körperliche Beschwerden und Angst und Niedergeschlagenheit erfassen. Für jede Frage gibt es drei ordinal skalierte Antwortmöglichkeiten (1 = keine Probleme; 2 = mäßige Probleme; 3 = extreme Probleme). Zusätzlich schätzt der Befragte den eigenen Gesundheitszustand auf einer visuellen Analogskala (VAS) ein. Die VAS umfasst Werte zwischen 0 und 100, wobei 0 dem denkbar schlechtesten und 100 dem denkbar besten Gesundheitszustand entsprechen. Der Fragebogen diente vor allem im ersten postoperativen Jahr zur Verdeutlichung, dass nicht nur gesunde Patienten mit hoher subjektiver Lebensqualität operiert worden sind bzw. in die Studie aufgenommen wurden, sondern auch solche, die aufgrund von anderen Krankheiten oder psychischen Verfassungen eine erniedrigte Lebensqualität hatten.

2.5.2 Röntgenbilder

Im Zuge der radiologischen Befunderhebung wurde eine a.p.- Becken-Übersichtsaufnahme im Liegen sowie eine Lauenstein- Projektion der betroffenen Hüfte prä- und postoperativ durchgeführt. Die postoperative Aufnahme wurde am ersten Tag nach der Operation aufgenommen. Des Weiteren wurden Röntgenbilder bei den jährlichen Nachuntersuchungen angefertigt und im Verlauf beurteilt und verglichen (Abb. 18). Nicht alle Patienten wünschten eine jährliche radiologische Kontrolle und so wurde bei Beschwerdefreiheit und Patientenwunsch auf eine Röntgenkontrolle verzichtet.

Die angefertigten Röntgenbilder wurden auf radiologische Zeichen von Lockerung, wie Schaftsinterung, Radiolucent Lines, Osteolysen und periartikuläre Ossifikationen, analysiert. Alle Daten wurde auf einem "Radiographic Review"- Bogen dokumentiert (s. Anhang).



Die Belichtungsstärke betrug für die Beckenübersichtsaufnahme 75kV und für die Hüfte 73kV. Die Belichtungszeit wurde automatisch vom Gerät bestimmt. Der Film-Fokus Abstand (FFA) betrug beim liegenden Patienten 115 cm und wurde, wie auch die restlichen Parameter, den Leitlinien der Bundesärztekammer entnommen (*Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik, 2007*)

Die Röntgenbilder wurden mit einem Siemens Multix Gerät (Siemens, Erlangen, Deutschland) aufgenommen und digital im VISUS PACS-System gespeichert. Die entstandenen Röntgenbilder wurden mit dem VISUS Jive X Programm (VISUS Technology Transfer GmbH, Bochum, Deutschland) angeschaut und von einem Oberarzt und einem externen Experten befundet. Die Daten der Patienten wurden im Orbis Programm gespeichert.

2.6 Analyse der Röntgenbilder

2.6.1 Pfannenkomponente

Zur Beurteilung der Pfanne wurde diese nach der Zonenaufteilung von Charnley und DeLee (DeLee and Charnley, 1976) in drei Zonen aufgeteilt. Zone i entspricht dem lateralen Anteil, wenn eine vertikale Linie durch das Zentrum des Azetabulums gezogen wird. Zone iii ist der Anteil kaudal einer horizontal gezogenen Linie durch das Zentrum des Azetabulums und Zone ii der übrige Anteil zwischen Zone i und Zone iii (Abb. 19).

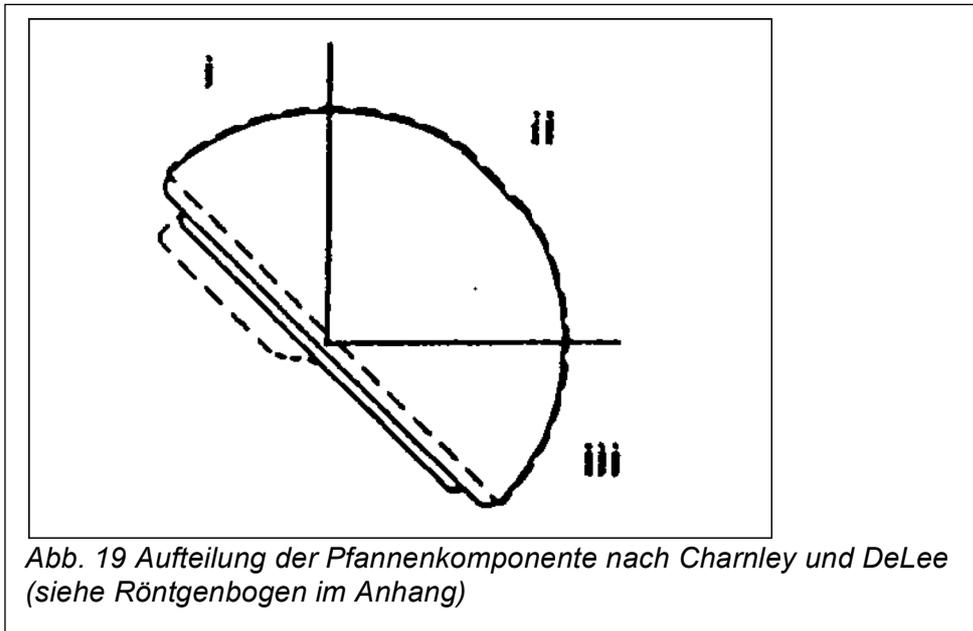
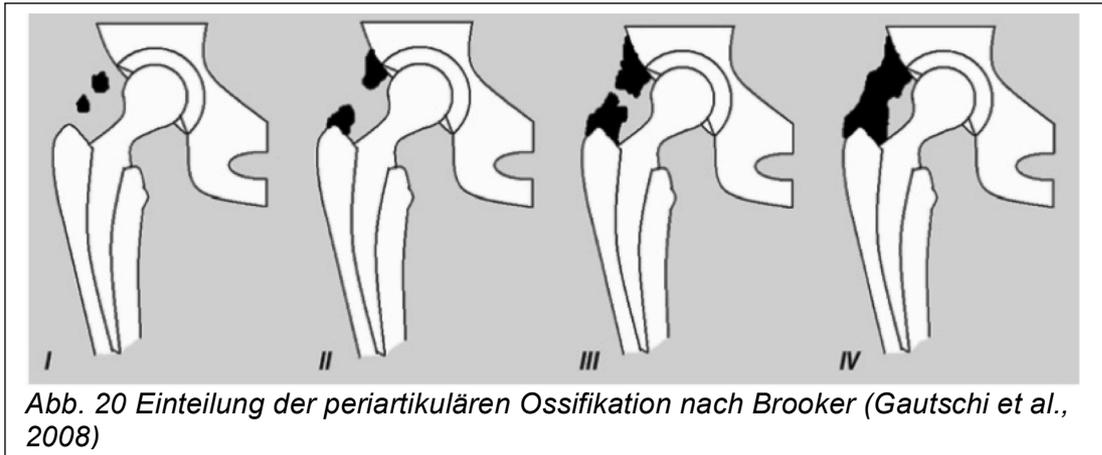


Abb. 19 Aufteilung der Pfannenkomponente nach Charnley und DeLee (siehe Röntgenbogen im Anhang)

Diese Zonen wurden periazetabulär auf das Vorhandensein von Aufhellungssäumen (englisch: radiolucent lines) geprüft, wobei nur solche Säume notiert wurden, die größer als 2 mm waren. Bei einer vorhandenen Osteolyse wurden sowohl die Länge als auch die Breite im a.p.-Röntgenbild und in der Lauenstein Aufnahme dokumentiert (Aldinger et al., 2003).

In Anlehnung an die Methode nach Brooker (Brooker et al., 1973) wurde überprüft, ob sich in der Gelenkregion zwischen Femur und Becken periartikuläre (bzw. heterotope) Ossifikationen gebildet haben. Die Einteilung erfolgte analog zur Brooker Klassifikation in vier Schweregrade (Abb. 20, Tab. 1).



Tab. 1: Einteilung der periartikulären Ossifikation nach Brooker (Brooker et al., 1973)

Grad 0	Kein Nachweis von Knocheninseln
Grad 1	Vereinzelte Knocheninseln in den periartikulären Weichteilen
Grad 2	Knochen bzw. Exophyten vom Becken oder Femurkopf mit > 1cm Abstand
Grad 3	Knochen bzw. Exophyten vom Becken oder Femurkopf mit < 1cm Abstand
Grad 4	Knöcherner Spange bzw. Ankylyse zwischen Femur und Becken

2.6.2 Schaftkomponente

In Anlehnung an die Methode nach Gruen (Gruen et al., 1979) wurde der Schaft in 14 Zonen aufgeteilt. Die Zonen 1-7 wurden im a.p.- Röntgenbild beurteilt, in dem die Prothese sowohl lateral als auch medial in jeweils drei Abschnitte unterteilt wurde. Lateral wurde der Bereich von der Trochanterspitze bis zur Prothesenspitze gedrittelt⁸ und die Zonen 1-3 von proximal nach distal nummeriert. Der mediale Anteil entsprach den Zonen 5-7, welche jeweils ein Drittel der Strecke von der Prothesenspitze bis zum Absetzungsrand des Schenkelhalses umfassten. Die Nummerierung erfolgte hier von distal nach proximal. Das apikale Areal der Implantatspitze entsprach Zone 4.

Die Zonen 8-14 wurden im axialen Röntgenbild beurteilt. Die Nummerierung startete proximal an der frontalen Seite des Schaftes und zog entlang der Prothesenspitze im Uhrzeigersinn zum dorsalen Anteil. Somit wurden die frontalen Abschnitte (Zone 8-10) von proximal nach distal nummeriert, während die dorsalen Abschnitte (Zone 12-14) von distal nach proximal benannt wurden. Zone 11 war das Äquivalent zu Zone 4 und nahm den kaudalen Abschnitt der Prothese ein (Abb. 21).

⁸ Da die Mini-Hip[®] kürzer ist als herkömmliche Geradschaftprothesen wurden die Zonen modifiziert und entsprechen nicht exakt einem Drittel der Strecke.

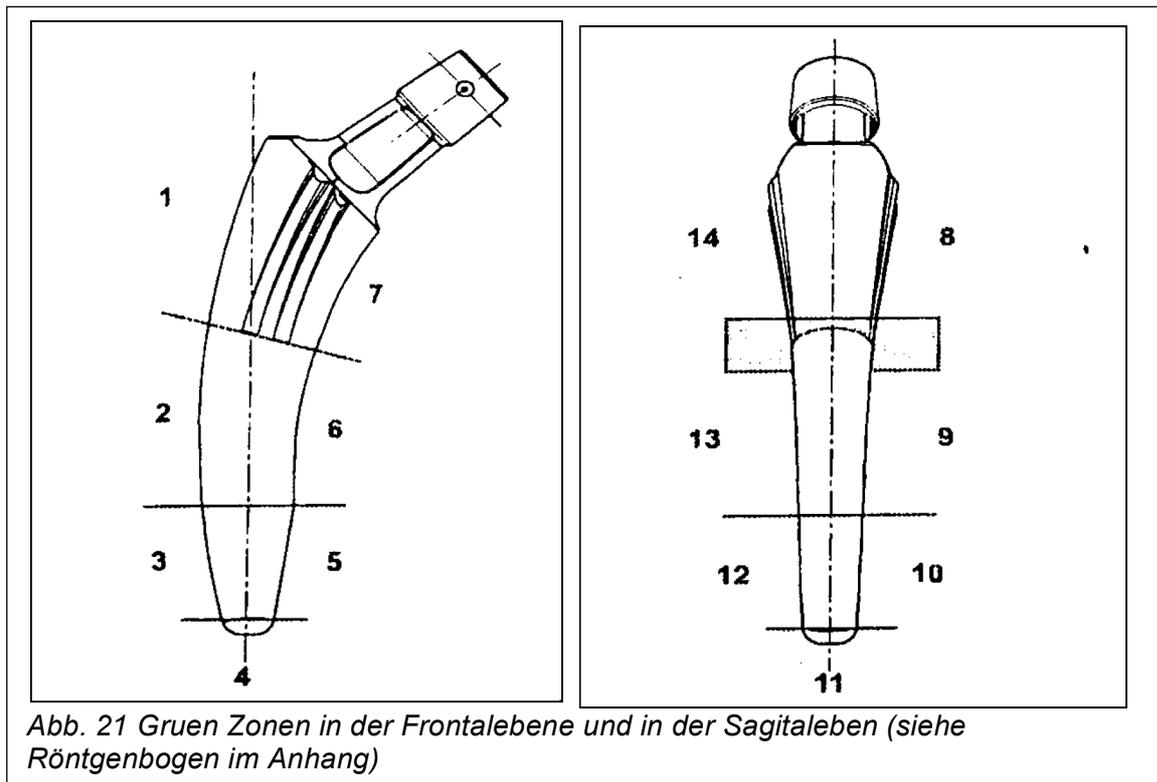


Abb. 21 Gruen Zonen in der Frontalebene und in der Sagitalebene (siehe Röntgenbogen im Anhang)

Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurde innerhalb dieser Gruenzonen auf folgende Merkmale geachtet:

- Aufhellungszonen (Radiolucent Lines)
- Osteolysen
- Sinterungen des Schaftes
- Heterotope Ossifikationen

2.6.2.1 Aufhellungszonen und Osteolysen

Die knöchernen Integration der Prothese wurde nach der Methode von Engh et al. an Hand der Röntgenbilder analysiert. Dabei erfolgte die Aufteilung in knöchern-stabil, fibrös-stabil und gelockert (Engh et al., 1987).

Als knöchern-stabil wurde ein Implantat bezeichnet, das keine oder nur eine minimale radiologisch nachweisbare Aufhellungslinie um die Prothese herum aufwies. Ein fibrös-stabil eingewachsenes Implantat zeigte radiologisch keine fortschreitende Migration und parallel zum Schaft verlaufende dünne Aufhellungslinien. Ebenso zeigte sich am Kortex keine Hypertrophie. Divergente, bzw. durchgehende radiolucent lines, größer als 2 mm, sowie eine fortschreitende Migration wurden als Zeichen eines gelockerten Implantats gedeutet.

Aufhellungslinien, sogenannte radiolucent lines, entstehen an der Grenzfläche zwischen Prothese und Knochen. Linien bis zu 2 mm gelten nicht als Zeichen einer Osteolyse und wurden daher nicht notiert. Linien über 2 mm oder solche, die eine Progredienz zeigten hingegen schon (Mulroy et al., 1995). Daher wurden in allen Gruen Zonen radiolucent lines breiter als 2 mm und die entsprechende Zone notiert. Um eine Differenzierung zwischen radiolucent lines und Osteolyse zu machen, wurden, in Anlehnung an die Methode nach Smith et al., Zonen größer als 3 mm als Lyse beschrieben und Zonen kleiner 3 mm als radiolucent lines (Smith et al., 2000).

2.6.2.2 Sinterungen

Neben radiolucent lines gilt ebenso das Absinken der Prothese als Zeichen einer Lockerung. Gemessen wird dieses Absinken am Verhältnis der Prothesenschulter und der Resektionsebene im prä- und postoperativen Vergleich. Ein Absinken über 1,6 mm wurde festgehalten (Loudon and Charnley, 1980). Engh et al. beschreiben ein Absinken von über 5 mm als negativen prognostischen Faktor bezüglich der Osteointegration (Engh et al., 1990).

2.6.2.3 Heterotope Ossifikationen

Heterotope Ossifikationen sind das Auftreten von Knochensubstanz in den Weichteilen. Die erworbene Form wird vor allem nach muskuloskeletalen Traumata, wie z.B. einer Hüftprothesenimplantation oder nach Rückenmarksverletzungen, gesehen (Shehab et al., 2002).

Das Bewegungsausmaß einer Endoprothese kann durch heterotope Ossifikationen beeinträchtigt werden und daher sollten diese radiologisch kontrolliert werden. Bei einem Vorhandensein müssen klinische Beschwerden erfragt werden (Cohn et al., 2011).

2.7 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA, Version 14.5.2) erfasst und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Statistics 22 (IBM, Armonk, USA) ausgewertet. Die Erstellung von Diagrammen erfolgte mit SPSS bzw. SAS 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

Die Daten wurden zunächst deskriptiv ausgewertet. Die Beschreibung der Verteilung der kontinuierlichen Variablen erfolgte mittels Stichprobenumfang, Minimum (Min), Median und Maximum (Max). Um einen Vergleich mit der Literatur zu ermöglichen,

wurden zusätzlich der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) angegeben. Für die diskreten Parameter wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten bezogen auf den Stichprobenumfang angegeben.

Die Auswertung der Scores war aufgrund der zunehmenden Anzahl fehlender Werte zu den späteren Zeitpunkten problematisch. Aus diesem Grund wurde für die Untersuchung der Scoreanstiege zwischen den präoperativen Werten und den postoperativen Werten ein gemischtes lineares Modell verwendet, welches die Analyse trotz fehlender Werte der abhängigen Variablen ermöglicht. Für die Auswertung der Scoreanstiege in Abhängigkeit der Zugangsart, des Alters, der Schaftgröße, des Geschlechts und des Vorhandenseins von radiolucent lines wurde ebenfalls ein gemischtes lineares Modell verwendet, um mögliche Einflussgrößen zu detektieren.

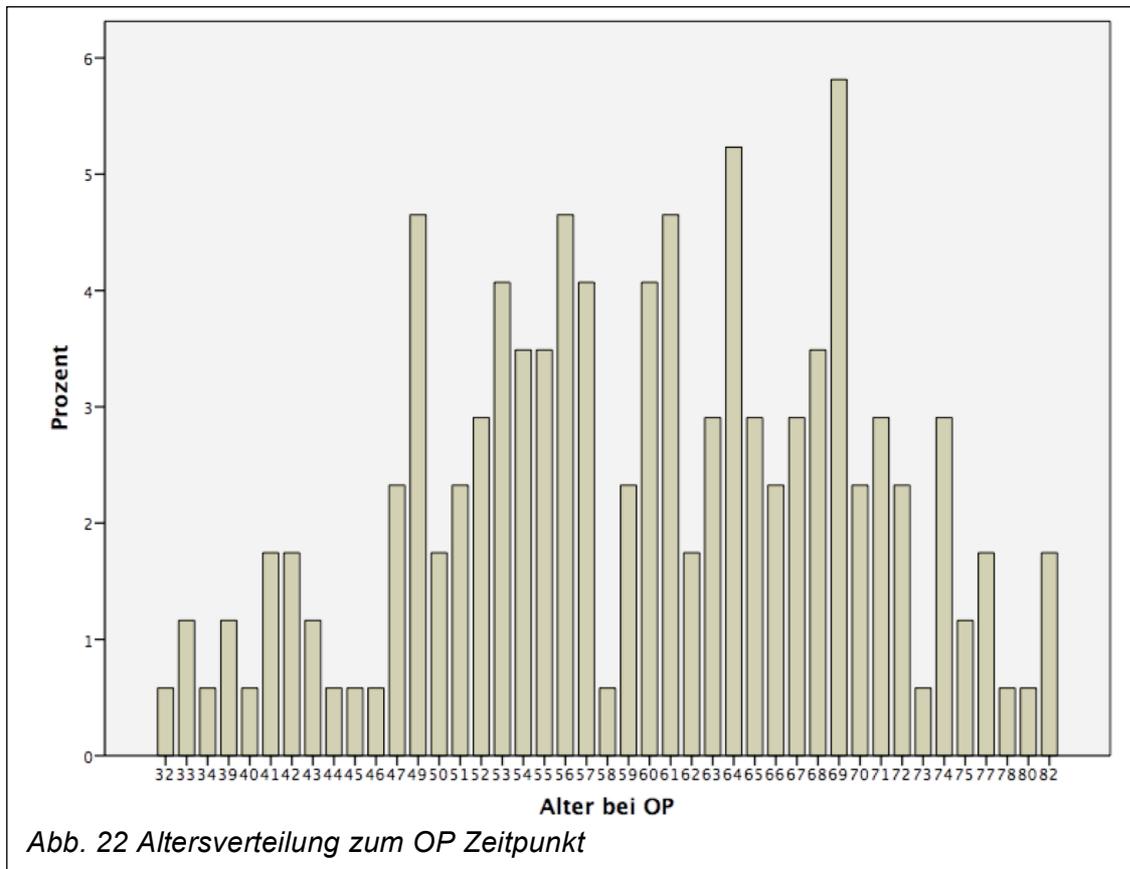
Die Zeit bis zum Auftreten einer aseptischen Lockerung oder die Zeit bis zum Auftreten einer Lockerung allgemein wurde mit Hilfe der Kaplan-Meier-Methode dargestellt (Dobbs, 1980; Murray et al., 1993).

Die Datenanalyse erfolgte im explorativen Sinne, daher werden alle berechneten p-Werte angegeben.

3 Ergebnisse

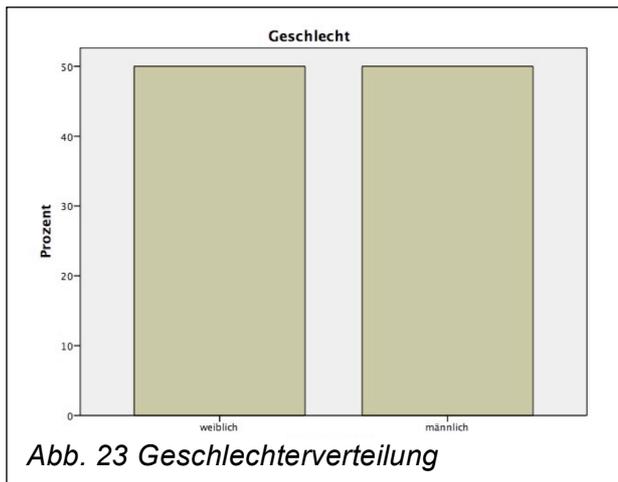
3.1 Patientenkollektiv

Das Alter der 172 Patienten lag präoperativ im Mittel bei 59,5 Jahren ($\pm 10,6$ Jahre). Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Operation 32 Jahre alt, der älteste Patient 82 Jahre alt. Der Median betrug 60 Jahre und die 25- und 75 % Quartile lagen bei 53 bzw. 68 Jahren (Abb. 22).

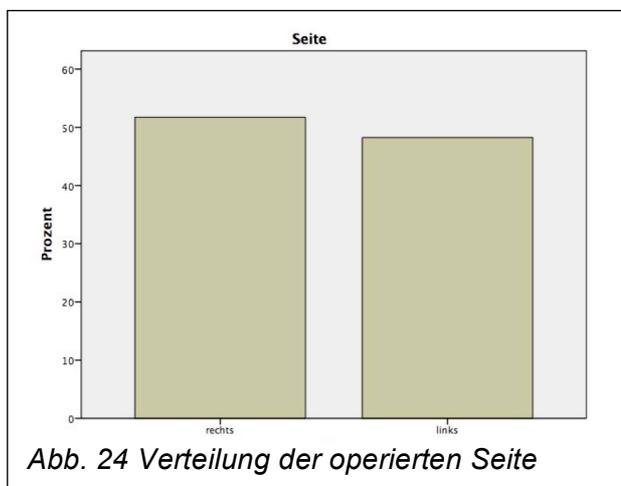


Der Anteil der weiblichen Patienten betrug 50,0 % (86 Patienten), der Anteil männlicher Patienten 50,0 % (86 Patienten) (Abb. 23).

Ergebnisse

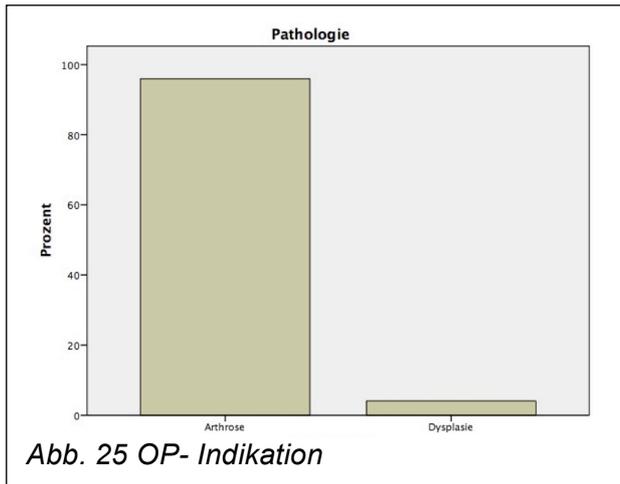


Bei 83 Patienten (48,3 %) erfolgte die Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese auf der linken Seite, bei 89 Patienten (51,7 %) erfolgte die Implantation auf der rechten Seite (Abb. 24). Bei 16 Patienten (6 Frauen und 10 Männer) wurde eine beidseitige Versorgung in einem zweizeitigen Vorgehen vorgenommen. Die Ergebnisse dieser zweiten Hüfte wurden nicht in die Studie aufgenommen.

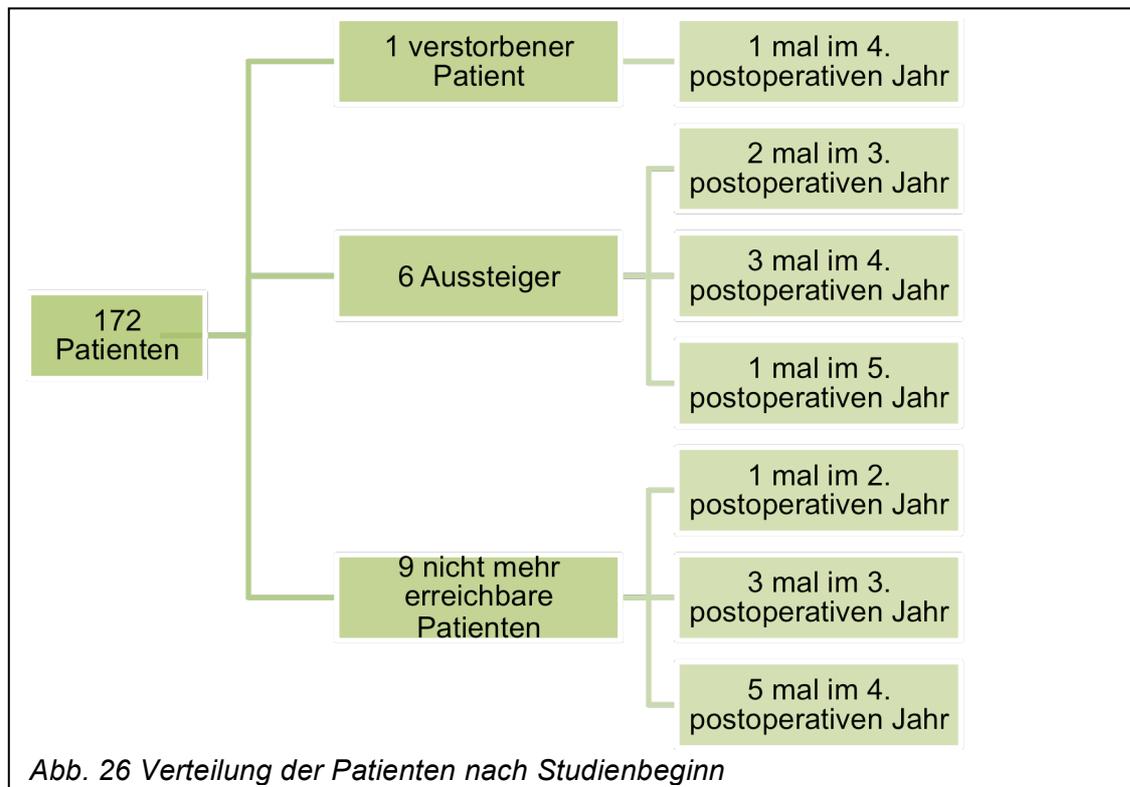


Die OP-Indikation wurde bei 7 Patienten (4,1 %) mit „Dysplasiecoxarthrose“ angegeben, bei 165 Patienten (95,9 %) lautete die OP-Indikation „primäre Coxarthrose“ (Abb. 25).

Ergebnisse



Im Laufe der Studie entschieden sich sechs Patienten aus der Studie auszusteigen, da sie kein Interesse an der weiteren Studienteilnahme hatten. Neun Patienten konnten im Verlauf der Studie nicht mehr erreicht werden und die aktuelle Telefonnummer oder Adresse konnten nicht ermittelt werden. Ein Patient verstarb im vierten postoperativen Jahr aus einem prothesenunabhängigen Grund. Die Prothese des Patienten war zum Zeitpunkt des Todes noch in situ (Abb. 26).



Wird das gesamte Patientenkollektiv betrachtet, so zeigten Patienten, die ausstiegen, schlechtere Ergebnisse (OHS Anstieg Median: 23,5; HOOS Anstieg Median: 53,1) als

Ergebnisse

Patienten, welche im Studienkollektiv verblieben (OHS Anstieg Median: 29,0; HOOS Anstieg: 63,4). Patienten, die nicht mehr erreicht werden konnten, hatten vergleichbare Ergebnisse (OHS Anstieg Median: 30,0; HOOS Anstieg 66,9). Insgesamt zeigte die Gruppe der „Lost to follow up“-Patienten leicht schlechtere Ergebnisse (OHS Anstieg Median 26,0; HOOS Anstieg Median: 55,3) (Tab. 2, Tab. 3).

Tab. 2 Vergleich des OHS der Studiengruppe mit Lost to Follow up Patienten

	Studiengruppe		Lost to follow up	
	OHS letzter Wert	OHS Differenz	OHS letzter Wert	OHS Differenz
n=	148	148	16	16
Mittelwert	46,3	28,7	43,0	25,5
Std.abweichung	2,9	4,2	6,2	6,9
Median	48,0	29,0	45,0	26,0
Minimum	29	15	31	14
Maximum	48	39	48	35

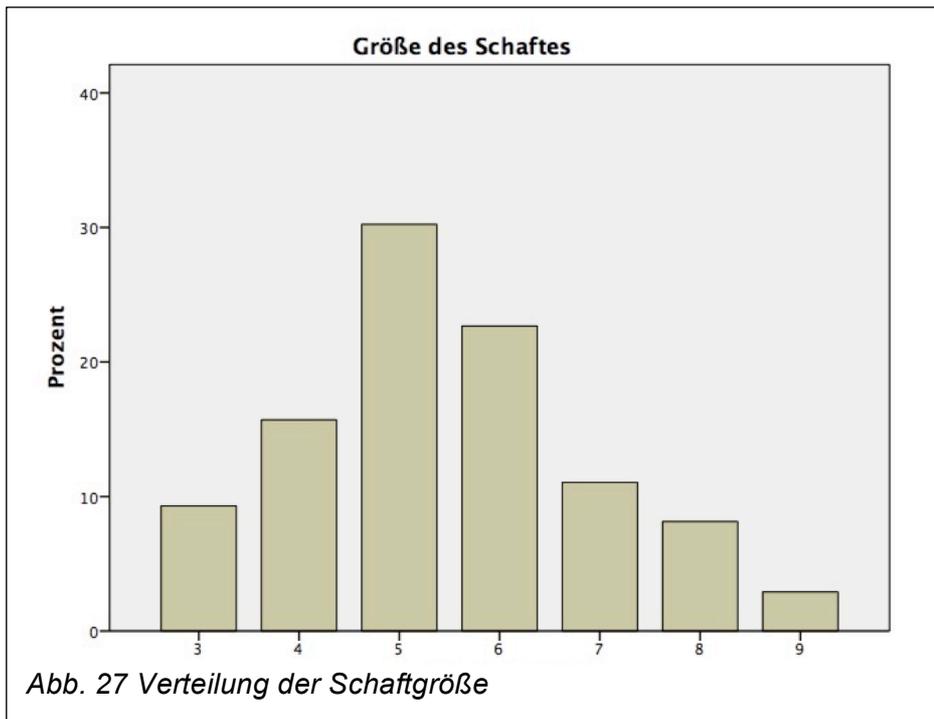
Tab. 3 Vergleich des HOOS der Studiengruppe mit Lost to Follow up Patienten

	Studiengruppe		Lost to follow up	
	HOOS letzter Wert	HOOS Differenz	HOOS letzter Wert	HOOS Differenz
n=	88	88	10	10
Mittelwert	93,4	63,7	83,8	51,3
Std.abweichung	7,9	11,8	15,4	17,4
Median	95,6	63,4	91,0	55,3
Minimum	56,9	25,6	56,3	23,8
Maximum	100,0	86,3	99,4	72,5

3.2 Größen- und Materialverteilung der Prothesen

Die Verteilung der implantierten Schaftgrößen erfolgte folgendermaßen: die Größen 1 und 2 wurden bei keinem Patienten implantiert, 16 Patienten benötigten eine Größe 3 (9,3 %), Größe 4 wurde 27 mal implantiert (15,7 %). Den größten Anteil machte Größe 5 aus, welche bei 52 Patienten gewählt wurde (30,2 %), gefolgt von Größe 6 mit 39 Patienten (22,7 %). Bei 19 Patienten wurde die Größe 7 gewählt (11,0 %) und bei 14 die Größe 8 (8,1 %). Die Größe 9 wurde bei 5 Patienten benötigt (2,9 %) (Abb. 27).

Ergebnisse



Beim Hüftkopfdurchmesser wurden folgende Größen benutzt: 3 Patienten erhielten einen Kopf mit 28 mm (1,7 %), 113 einen 32 mm Kopf (65,7 %) und bei 30 Patienten wurden 36 mm verwendet (17,4 %), 14 bekamen einen 40 mm Kopf (8,1 %), 3 einen 44 mm Kopf (1,7 %), 2 einen 46 mm (1,2 %), 6 einen 48 mm (3,5 %) und 1 Patient einen 50 mm Kopf (0,6 %) (Tab. 4).

Tab. 4 Verteilung des Kopfdurchmessers

Durchmesser in mm	Häufigkeit	Prozent
28	3	1.7
32	113	65.7
36	30	17.4
40	14	8.1
44	3	1.7
46	2	1.2
48	6	3.5
50	1	.6
Gesamt	172	100.0

Bei den Pfannengrößen zeigte sich folgendes Verteilungsmuster: jeweils einmal wurden 46 mm und 48 mm Pfannen implantiert (je 0,6 %), 23 mal 50 mm (13,4 %), 55

Ergebnisse

mal 52 mm (32,0 %), 36 mal 54 mm (20,9 %), 40 mal 56 mm (23,3 %), 9 mal 58 mm (5,2 %), 6 mal 60 mm (3,5 %) und ein mal 62 mm (0,6 %)(Tab. 5).

Tab. 5 Verteilung der Pfannengröße

Durchmesser in mm	Häufigkeit	Prozent
46	1	0.6
48	1	0.6
50	23	13.4
52	55	32.0
54	36	20.9
56	40	23.3
58	9	5.2
60	6	3.5
62	1	0.6
Gesamt	172	100.0

Beim Pfannentyp wurden zwischen einem Press fit Modell (n=162; 94,2 %) und einer Schraubpfanne (n=10; 5,8 %) unterschieden. Die Entscheidung, eine Schraubpfanne zu benutzen, wurde patienten- und situationsabhängig vom Operateur getroffen.

Bei der Auswahl der Gleitpaarung gab es verschiedene Artikulationsmöglichkeiten:
In der vorgelegten Studie wurden bei 157 Patienten Hüftköpfe aus Keramik verwendet (91,3 %) und 15 aus Metall (8,7 %) (Abb. 28).

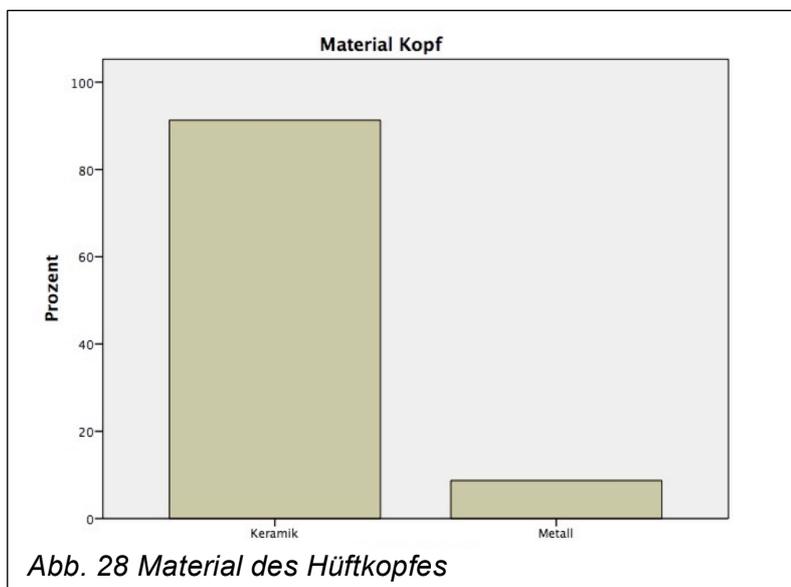
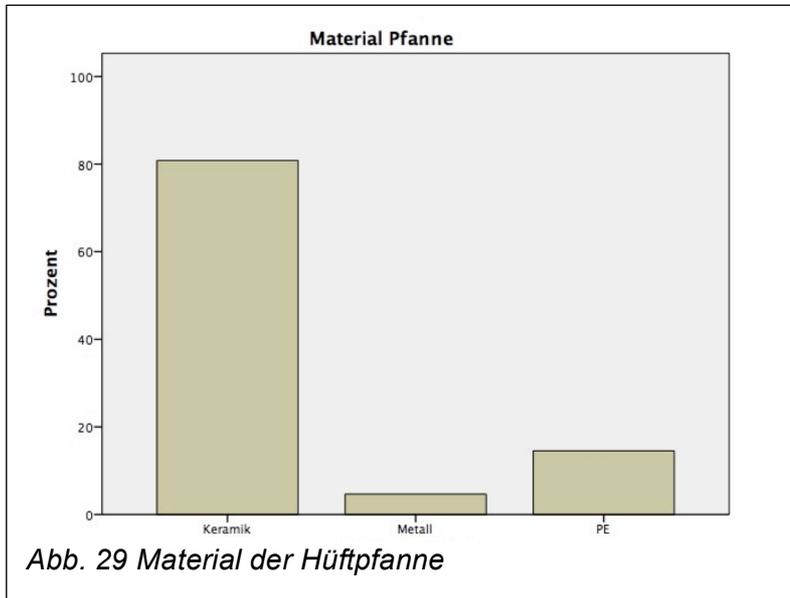


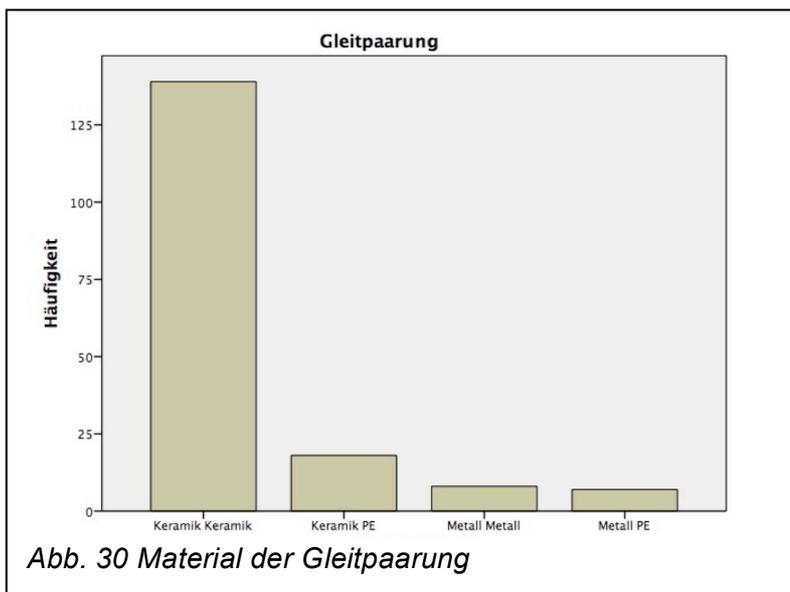
Abb. 28 Material des Hüftkopfes

Ergebnisse

Bei den Pfannen wurde bei 139 Patienten Keramik verwendet (80,8 %), bei 25 Patienten Polyethylen (PE) (14,5 %) und bei 8 Metall (4,7 %) (Abb. 29).



Bei den Gleitpaarungen wurde größtenteils eine Keramik-Keramik Gleitpaarung (139 mal; 80,8 %) gewählt, 18 mal Keramik-PE (10,5 %), 8 mal Metall-Metall (4,7 %) und 7 mal Metall-PE (4,1 %) (Abb. 30).



Ergebnisse

In 103 Fällen wurde ein anterolateraler Zugang gewählt (59,9 %), 50 mal ein anteriorer (29,1 %) und in 19 Fällen ein lateraler Zugang (11,0 %) (Tab. 6).

Tab. 6 Operativer Zugangsweg

	Häufigkeit	Prozent
Anterolateral	103	59.9
Anterior	50	29.1
Lateral	19	11.0
Gesamt	172	100.0

3.3 Klinische Auswertung

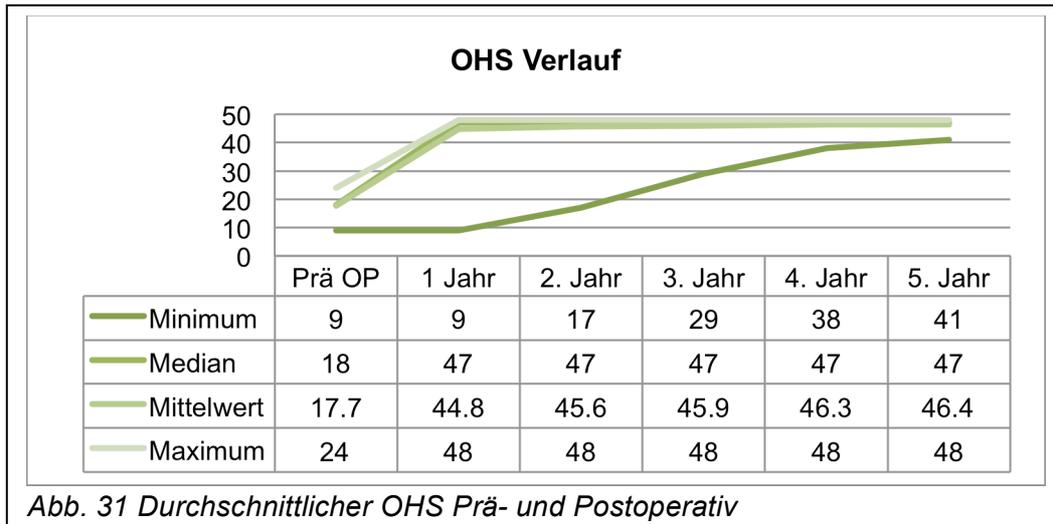
Zur Evaluation der klinischen Ergebnisse wurden oben genannte Scores angewendet.

Die erste Nachuntersuchung fand 2011 statt. Die ersten Operationen wurden jedoch schon 2008 durchgeführt. Daher erfolgte die Erfassung der klinischen Scores in diesen Fällen sowohl retrospektiv als auch prospektiv. Der Zeitpunkt der Erfassung des 1. Jahresergebnisses liegt somit im Mittel bei 22 Monaten (Tab. 7).

Tab. 7 Nachuntersuchungszeitraum in Monaten

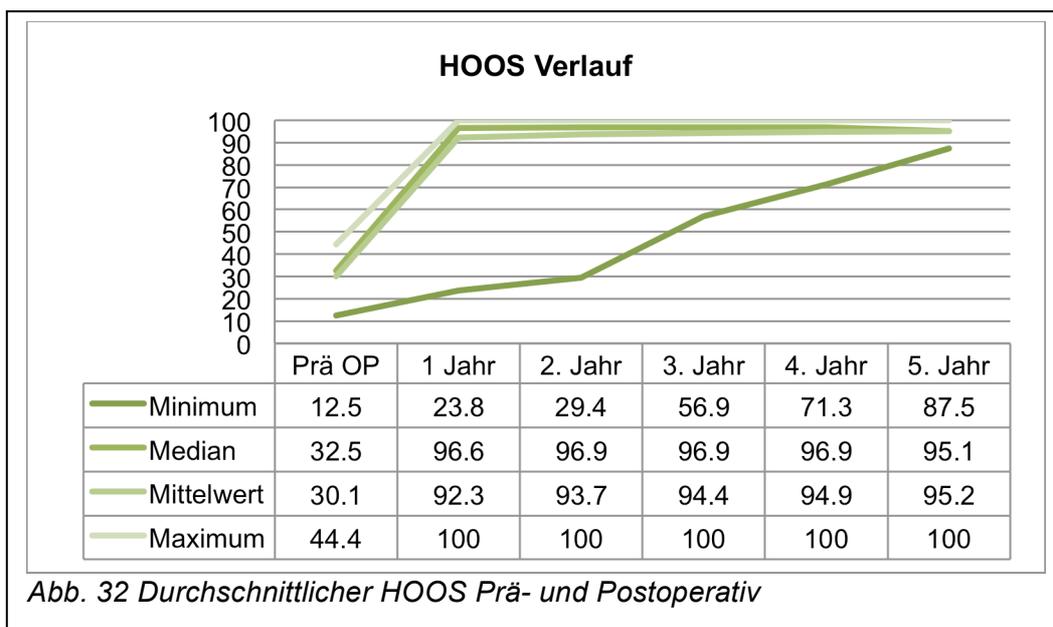
	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr
N	172	164	159	81	14
Mittelwert	21.9	27.8	37.9	48.8	57.4
Median	21.0	29.0	38.0	48.0	57.0
Minimum	10	20	31	42	55
Maximum	35	35	45	57	60

Ergebnisse



Die Auswertung der Fragebögen zeigte einen durchschnittlichen Anstieg des Oxford Hip Scores von einem präoperativen Wert von 17,7 Punkten (172 Fälle) auf einen postoperativen Wert von 44,8 Punkten innerhalb des ersten postoperativen Jahres (168 Fälle). Der p- Wert für diesen Anstieg lag bei unter 0,001. Der Durchschnittswert nach zwei Jahren lag bei 45,6 Punkten (164 Fälle), stieg im dritten Jahr auf 45,9 Punkte (159 Fälle), auf 46,3 Punkte innerhalb des vierten Jahres (81 Fälle) und lag im 5. Jahr bei 46,4 Punkten (14 Fälle) (Abb. 31).

Aufgrund einer weniger umfangreichen Dokumentation bei den Münchener Patienten konnte der präoperative HOOS bei diesen Patienten retrospektiv nicht ermittelt werden. Daher stehen für den präoperativen Durchschnitt nur 103 Fälle aus Neuss zur Verfügung. Postoperativ füllten alle Patienten beide Bögen aus.



Ergebnisse

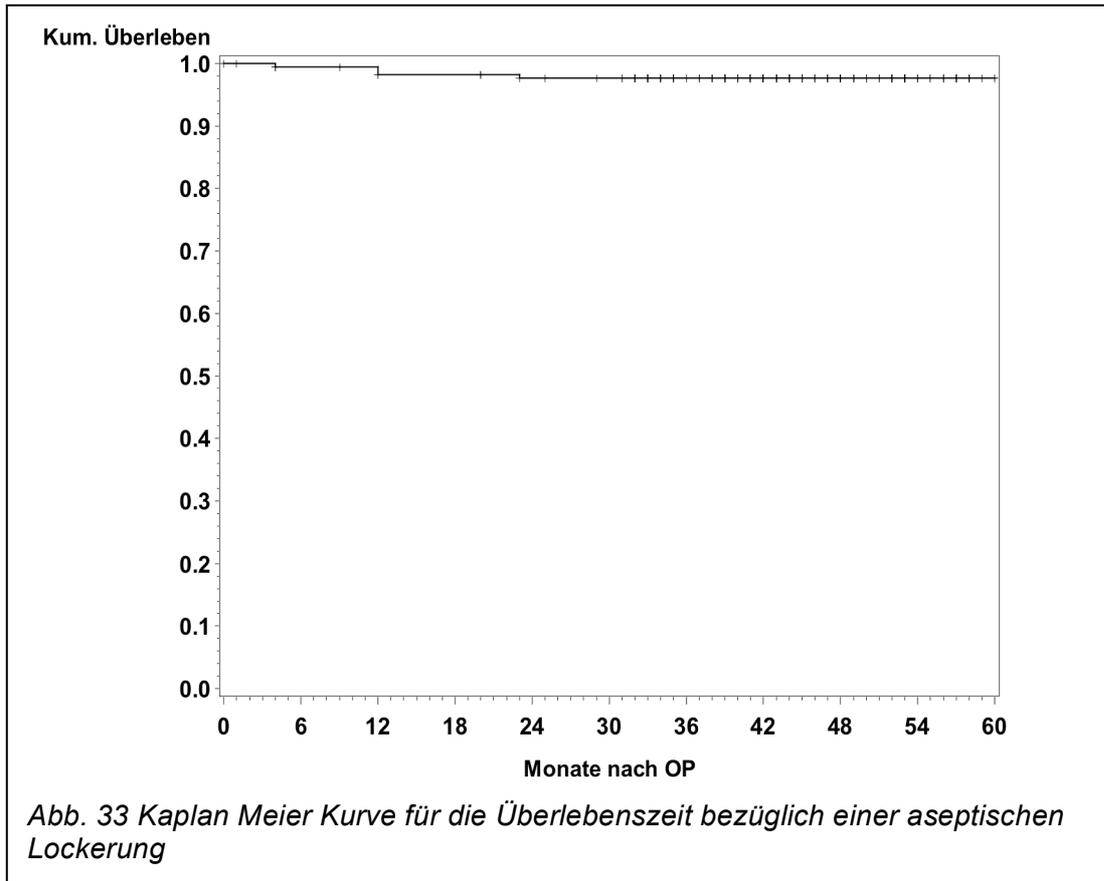
Der HOOS stieg von einem präoperativen Durchschnitt von 30,1 Punkten (103 Fälle) auf 92,3 Punkte (168 Fälle) innerhalb des ersten Jahres. Auch beim HOOS Anstieg von prä- zu postoperativ lag der p- Wert unter 0,001. Im zweiten postoperativen Jahr ergab sich ein Durchschnitt von 93,7 Punkten (164 Fälle), welcher im dritten Jahr auf 94,4 Punkte (159 Fälle) anstieg. Im vierten Jahr betrug er durchschnittlich 94,9 Punkte (81 Fälle) und stieg auf 95,2 Punkte (14 Fälle) im fünften Jahr (Abb. 32).

Des Weiteren konnte beim ersten Nachuntersuchungstermin 2011 der EQ 5D Fragebogen bei 168 Patienten erhoben werden. Die Nachuntersuchungszeit betrug zum Zeitpunkt der 1. Nachuntersuchung im Mittel 22 Monate ($\pm 7,5$ Monate). Bei dem EQ 5D Fragebogen, bei dem die subjektive Lebensqualität auf einer Skala von 0 bis 100 angegeben werden sollte, wurde ein Durchschnitt von 74,0 ($\pm 17,5$) erreicht. Der niedrigste Wert wurde mit 10 angegeben, der Höchste mit 100.

3.3.1 Komplikationen

Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung (Oktober 2013) lag der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum bei 44 Monaten (Min.: 31 Monate, Max.: 60 Monate). Es waren acht Komplikationen aufgetreten, von denen fünf den Mini-Hip[®] Schaft betrafen. In drei Fällen zeigte sich eine aseptische Lockerung, in einem Fall eine septische Lockerung (Propionibacterium) und ein Schaft musste aufgrund von Exostosen gemeinsam mit einer Burssektomie entfernt werden. Zwei Patienten verstarben, bei denen der Tod nicht auf die Hüftoperation zurückzuführen war: einer der Patienten verstarb neun Tage nach der Operation aufgrund einer gastrointestinalen Blutung und eines Herzinfarktes und ein anderer Patient verstarb vier Jahre postoperativ an einem internistischen Leiden. Die daraus resultierende Kaplan Meier Kurve für den Hüftschaft zeigt 97,7 % Survival für fünf Jahre bezüglich aseptischer Lockerung und 97,1 % bezüglich einer Schaftlockerung (aseptisch und septisch) (Abb. 33).

Ergebnisse



3.4 Radiologische Auswertung

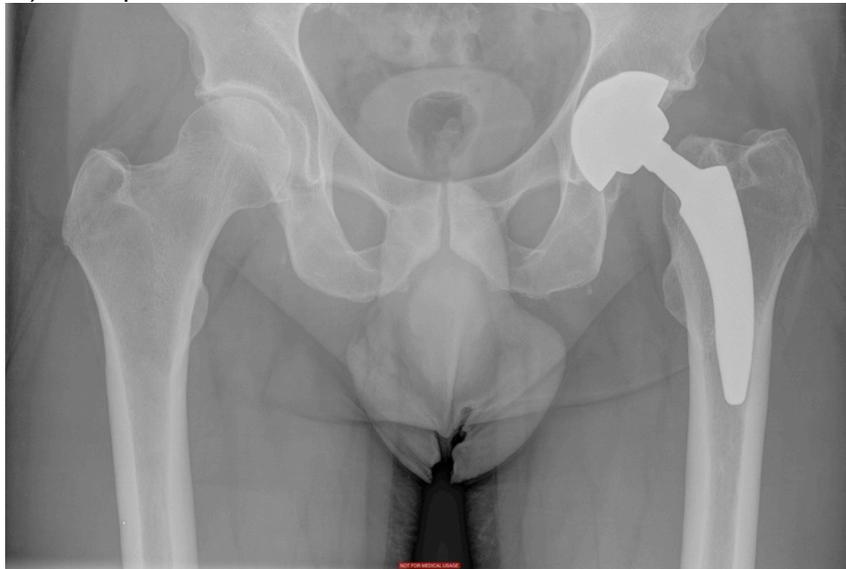
In 147 Fällen konnten radiologische Untersuchungen durchgeführt und evaluiert werden. Die radiologische Untersuchung erfolgte jedes Jahr. In dieser Arbeit wurden die Röntgenaufnahme ausgewertet, die bei den Nachuntersuchungen des Jahres 2013 angefertigt wurden. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug der mittlere Zeitraum seit der Operation 45 Monate (± 8 Monate). Der kürzeste Nachuntersuchungszeitraum lag bei 30 Monaten, der Längste bei 60 Monate.

3.4.1 Sinterung der Prothese

Bei drei Patienten wurde ein Einsinken der Prothese von 6,2 mm, 12 mm und 15 mm gemessen, von denen die letzten beiden Fälle aufgrund klinischer Beschwerden revidiert werden mussten (Abb. 34).



a) Postoperativ



b) nach 14 Monaten

Abb. 34 Sinterung der Prothese nach 14 Monaten bei Patient Nr. 81

3.4.2 Heterotope Ossifikationen

In der Auswertung der Röntgenbilder zeigten 95,2 % aller Patienten keine heterotopen Ossifikationen (Brooker Stadium 0). Bei drei Patienten wurde ein Brooker Stadium 1 und bei weiteren vier ein Brooker Stadium 2 festgestellt. Ein Patient mit heterotopen Ossifikationen (Brooker Stadium 2) wurde aufgrund einer septischen Lockerung revidiert, die Ossifikation hatte den Patienten klinisch zuvor nicht beeinflusst (Tab. 8).

Ergebnisse

Tab. 8 Verteilung des Patientenkollektivs mit heterotopen periartikulären Ossifikationen nach Brooker

	Häufigkeit	Prozent
Brooker class 0	140	95.2
Brooker class 1	3	2.1
Brooker class 2	4	2.7
Brooker class 3	0	0
Brooker class 4	0	0
Gesamt	147	100.0

Abbildung 35 zeigt einen Patienten mit Brooker Stadium 2 bis 3 an der linken Hüfte nach Implantation einer Mini Hip®.

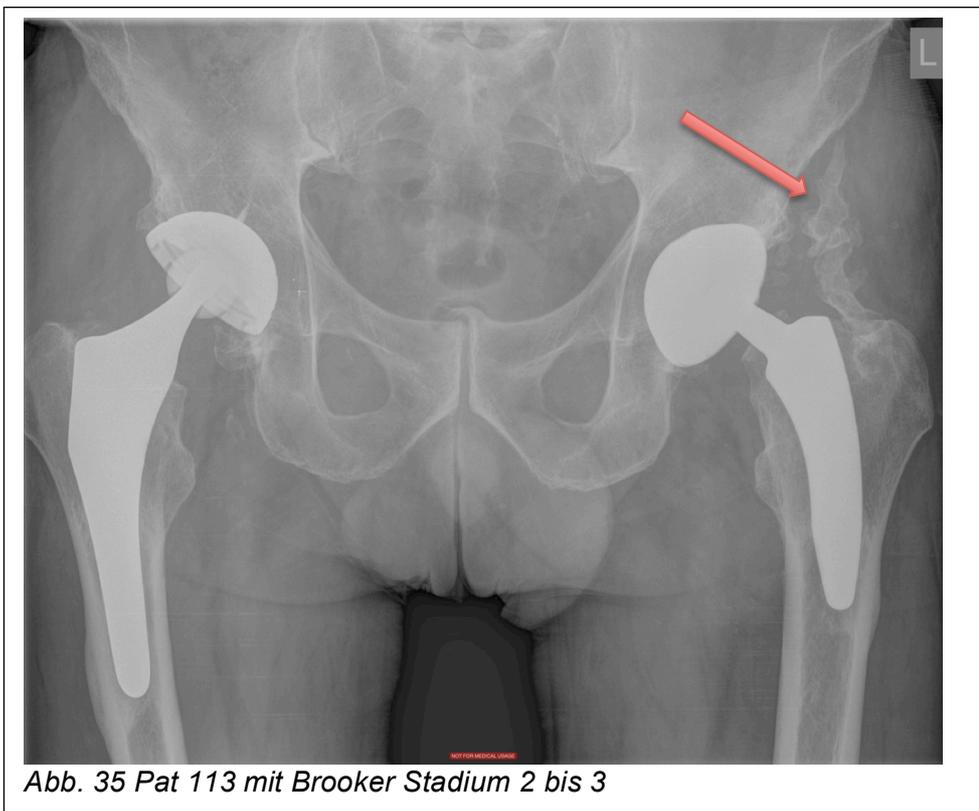


Abbildung 36 zeigt den Verlauf eines Patienten mit Brooker Stadium 1 Ossifikationen über drei Jahre.

Ergebnisse



a) postoperativ



b) 3 Monate postoperativ



c) 7 Monate postoperativ



d) 3 Jahre postoperative

Abb. 36 Pat 87 mit Brooker Stadium 1

3.4.3 Osteolysen

In einem Fall wurde eine 3 mm mal 4 mm messende Osteolyse am lateralen Pfannenrand (Zone I nach Charnley) festgestellt. Im Rahmen der klinischen Untersuchung und der Auswertung der Fragebögen zeigte der Patient keinen auffälligen Befund (Abb. 37).



3.4.4 Aufhellungssäume

Radiolucent lines (RLL) wurden insbesondere in den Gruen Zonen 3, 4, 5 und 10, 11, 12 festgestellt, welche der polierten Spitze der Prothese entsprechen. Tabelle 9 gibt das Verteilungsmuster der radiolucent lines wieder und zeigt, dass fast die Hälfte der Patienten (n=62; 42,2 %) keine radiolucent lines aufwiesen. In diesen Fällen konnte

Ergebnisse

von einer knöchern-stabil eingewachsenen Prothesen ausgegangen werden (Ahmad Hatem et al., 2014). Die anderen 85 Patienten hatten mindestens eine radiolucent line in dem 2013 angefertigten Röntgenbild (durchschnittliche 45 Monate postoperativ). Keiner der Patienten hatte durchgehende oder divergierende radiolucent lines, so dass bei diesen Patienten von einer fibrös-stabil eingewachsenen Prothese ausgegangen werden konnte. Ein Patient (Pat Nr. 130) zeigte eine 6,2 mm große Sinterung der Prothese zusammen mit einer radiolucent line in Gruen Zone 5. Der Patient hatte klinisch keinerlei Beschwerden, so dass trotz Sinterung von einer nicht gelockerten Prothese ausgegangen wurde.

Tab. 9 Verteilungsmuster der radiologisch gewerteten 'radiolucent lines' (RLL) in den entsprechenden Gruen Zonen

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	Häufigkeit
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	12
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	0	RLL	0	0	6
0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	6
0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	3
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	3
0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	2
0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	2
0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	0	RLL	0	0	2
0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	2
0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	2
0	0	0	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	0	0	RLL	0	0	2
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	0	RLL	0	0	0	2
0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RLL	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	RLL	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	RLL	RLL	RLL	0	0	1
0	0	0	RLL	0	0	0	0	0	0	RLL	0	0	0	1
0	0	0	RLL	0	0	0	0	0	RLL	0	RLL	0	0	1
0	0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	0	0	RLL	0	0	1
0	0	RLL	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
RLL	RLL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RLL	1
Insgesamt													147	

3.5 Statistische Auswertung

3.5.1 Anstieg der Score Werte

Die Auswertung des Mixed Models bezüglich des Anstiegs der Score Werte zeigte einen Anstieg der Scores von prä- zu postoperativ, dessen Zufallswahrscheinlichkeit einen p- Wert kleiner 0,001 hatte. Bezüglich der Jahre nach dem 1. postoperativen Jahr zeigte sich zwar ein weiterer Anstieg der Score Werte, allerdings weisen die hohen p-Werte darauf hin, dass dieser Anstieg statistisch nicht mehr zu werten ist (Tab. 10).

Tab. 10 Statistischer Vergleich der Scores zwischen den einzelnen Erhebungspunkten

(I) Zeit- punkt	(J) Zeit- punkt	Mittelwert differenz (I-J)	p-Wert	95 % Konfidenzintervall für Differenz	
				Untergrenze	Obergrenze
1	2	-27,098	<0,001	-27,957	-26,239
	3	-27,711	<0,001	-28,793	-26,628
	4	-28,096	<0,001	-29,294	-26,897
	5	-28,368	<0,001	-29,843	-26,892
	6	-28,854	<0,001	-31,725	-25,982
2	3	-0,612	0,571	-1,481	0,256
	4	-0,997	0,113	-2,093	0,099
	5	-1,269	0,137	-2,700	0,161
	6	-1,755	1,000	-4,615	1,104
3	4	-0,385	1,000	-1,266	0,496
	5	-0,657	1,000	-2,002	0,688
	6	-1,143	1,000	-3,980	1,694
4	5	-0,272	1,000	-1,444	0,900
	6	-0,758	1,000	-3,552	2,036
5	6	-0,486	1,000	-3,182	2,211

3.5.2 Zusammenhänge zwischen Patientenmerkmalen und den klinischen Scores

In einer weiteren Auswertung wurde untersucht, inwiefern Zusammenhänge zwischen den erreichten Scores und Patientenmerkmalen auftraten. Hierzu wurden das

Ergebnisse

Geschlecht, das Patientenalter, der Zugang sowie die Schaftgröße auf Zusammenhänge mit den erreichten Scores getestet.

Die Auswertung des OHS zeigt, dass weder das Geschlecht ($p=0,318$) noch das Alter ($p=0,13$) oder die Schaftgröße ($p=0,253$) einen Einfluss auf die Scores hatten. Ein Unterschied konnte lediglich bei der Zugangsart ($p<0,001$) gezeigt werden (Tab. 11).

Tab. 11 Zusammenhang zwischen Merkmal und OHS Score Anstieg

OHS	df für Zähler	df für Nenner	p- Wert
Zeitpunkt	5	603,685	<0,001
Geschlecht	1	210,961	0,318
Alter bei OP	1	213,284	0,130
Zugang	2	206,814	<0,001
Schaftgröße	1	211,878	0,253

Die Auswertung der HOOS Werte zeigte ein vergleichbares Ergebnis. Allerdings wies das Alter bei der Auswertung einen p Wert kleiner 0,05 auf, so dass von einem nicht zufälligen Unterschied ausgegangen werden muss (Tab. 12).

Tab. 12 Zusammenhang zwischen Merkmal und HOOS Score

HOOS	df für Zähler	df für Nenner	p- Wert
Zeitpunkt	5	342,048	<0,001
Geschlecht	1	179,076	0,431
Alter bei OP	1	179,516	0,049
Zugang	2	191,135	<0,001
Schaftgröße	1	179,374	0,183

Zur weiteren Auswertung der Zusammenhänge wurden die unterschiedlichen Zugänge untereinander verglichen. Dabei wurde der laterale Zugang als Referenzwert genommen und mit den anderen beiden Zugängen bezüglich der Score Entwicklung verglichen. Bei der Auswertung der Zugangsart zeigte sich, dass der anteriore Zugang ein besseres HOOS Ergebnis aufwies als der laterale Zugang. Bei einem p-Wert von 0,54 kann allerdings nicht von einem relevanten Unterschied ausgegangen werden. Im Vergleich des anterolateralen Zugangs zum lateralen zeigten sich schlechtere Ergebnisse beim anterolateralen Zugang ($p=0,001$). Bei der Auswertung des OHS zeigten sich vergleichbare Ergebnisse (anterior besser als lateral mit $p=0,002$ und

Ergebnisse

anterolateral schlechter als lateral, allerdings ebenfalls mit einem p Wert > 0,05 (0,410)) (Tab. 13).

Tab. 13 Vergleich der Zugangsarten

Zugang	Schätzung	Standard- fehler	df	p- Wert	95 % Konfidenz intervall	
					Unter- grenze	Ober- grenze
Antero- lateral	-5,65	1,65	176,6	0,001	-8,90	-2,40
Anterior	1,05	1,73	183,8	0,545	-2,37	4,47
Lateral	0					

Im Vergleich des Alters im Bezug auf die Scores zeigte sich, dass in beiden Fällen die Scores mit zunehmendem Alter mehr ansteigen (HOOS: 0,096/Jahr bzw. OHS: 0,033/Jahr). Im Fall des OHS lag der p-Wert mit 0,13 jedoch über 0,05, so dass von einem zufälligen Unterschied ausgegangen werden muss. Auch der Anstieg des HOOS von knapp 0,1/Jahr war gering (Tab. 14).

Tab. 14 Abhängigkeit der Scoreentwicklung vom Alter

Alter bei OP	Schätzung	Standard- fehler	df	p- Wert	95 % Konfidenzintervall	
					Unter- grenze	Ober- grenze
HOOS	0,096	0,049	179,5	0,049	0,00	0,19
OHS	0,033	0,021	213,3	0,130	-0,01	0,07

3.5.3 Zusammenhänge zwischen dem Vorhandensein von Radiolucent Lines und der Score Entwicklung

Da nicht alle Patienten radiologisch nachuntersucht werden konnten oder wollten, ergab sich eine Gesamtsumme von 147 radiologisch nachuntersuchten Patienten. Von diesen zeigten 62 (42,2 %) in keiner Gruen Zone radiolucent lines. 84 Patienten (57,1 %) hatten mindestens eine radiolucent line in den Zonen 3-5 oder 10-12. Lediglich ein Patient (0,7 %) hatte radiolucent lines außerhalb dieser Zonen (Gruen Zone 1, 2 und 14). Im Folgenden sollte untersucht werden, ob Patienten ohne

Ergebnisse

radiolucent lines in den Zonen 3-5 oder 10-12 schlechtere, bessere oder vergleichbare Ergebnisse aufwiesen als Patienten mit radiolucent lines in diesen Zonen. Für diese Untersuchung wurde ein neues Patientenkollektiv erstellt, das sich nur aus den geröntgten Patienten zusammensetzte.

Es konnten bei 71 Frauen (48,3 %) und 76 Männern (51,7 %) Röntgenbilder erstellt werden. 77 (52,4 %) Patienten aus dem Kollektiv wurden rechts und 70 (47,6 %) links operiert. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 45 Monate ($\pm 8,0$). Das Durchschnittsalter lag bei 60,2 Jahren ($\pm 10,6$).

In der Auswertung zeigte sich, dass sowohl der HOOS als auch der OHS bei Patienten ohne radiolucent lines geringfügig schlechter waren als bei Patienten mit mindestens einer radiolucent line. Bei p-Werten von 0,356 (HOOS) und 0,474 (OHS) ist dieser Unterschied jedoch nicht zu werten (Tab. 15).

Tab. 15 Abhängigkeit des Scoreanstiegs vom Vorhandensein von radiolucent lines

Parameter	Schätzung	Standardfehler	p-Wert	95 % Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
HOOS: Keine RLL in G3-G5 oder G10-G12	-0,805	1,12	0,474	-3,021	1,411
Mindestens 1 RLL in G3-G5 oder G10-G12	0				
OHS: Keine RLL in G3-G5 oder G10-G12	-0,457	0,49	0,356	-1,432	0,518

4 Diskussion

Die vorgelegte klinische Studie wurde entwickelt, um die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse der Mini Hip® Kurzschaftprothese zu evaluieren und sie mit Ergebnissen anderer Kurzschaften in der Literatur zu vergleichen. Darüber hinaus sollte die Frage beantwortet werden, ob es Hinweise auf Zusammenhänge zwischen radiologischen und klinischen Ergebnissen oder zwischen Patientenmerkmalen und klinischen Ergebnissen für dieses Patientenkollektiv gibt.

Die klinischen Ergebnisse basieren auf Untersuchungen von 172 Mini-Hip® Kurzschaftprothesen, die in zwei verschiedenen Krankenhäusern über einen Zeitraum von zwei bis fünf Jahren ($3,5 \text{ Jahre} \pm 0,9$) untersucht wurden. Sowohl die erhobenen klinischen Scores, als auch die radiologische Verlaufsbeobachtung zeigen gute bis sehr gute Ergebnisse. Ausdruck dessen waren ein Anstieg des präoperativen HOOS von 30,1 Punkten auf 91,3 Punkte und des OHS von 17,7 Punkten auf 45,6 Punkte bei der letzten Nachuntersuchung. Radiologisch waren bei keinem der Patienten bei der letzten angefertigten Nativröntgenaufnahme Zeichen einer Lockerung zu sehen. Bei vier Patienten kam es im Verlauf zu einer aseptischen Lockerung. Dies entspricht einer aseptischen Lockerungsrate von 2,3 %. Die Überlebensrate betrug somit 97,7 %.

4.1 Komplikationen und Revisionsrate

Insgesamt ereigneten sich acht Komplikationen, von denen fünf den Schaft und drei die Pfanne betrafen. Bei den Schaftwechseln kam es zu drei aseptischen Lockerungen innerhalb des 1. Jahres und einer septischen Lockerung nach 20 Monaten. Bei Pat. 6 wurde der Schaft nach knapp zwei Jahren revidiert und es mussten eine Traktopexie, sowie eine Bursektomie durchgeführt werden.

Alle Schaftwechsel ereigneten sich somit in den ersten zwei Jahren (Tab. 16). Da der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum von 45 Monaten noch sehr kurz ist, kann nur eine Aussage über die kurz- und mittelfristige Überlebensrate der Prothese getroffen werden. Diese ist mit 97,7 % bezogen auf eine aseptische Lockerung und 97,1 % bezogen auf die Standzeit der Schäfte, wenn alle Komplikationen eingerechnet werden, sehr gut.

Tab. 16 Patienten mit Komplikationen

	Zeitpunkt des Ereignisses	Letzter HOOS Wert
Pat 6	23 Monate post OP aseptische Schaftrevision mit Traktopexie, Bursektomie, Exostosenabtragung	85,6
Pat 63	4 Monate post OP aseptische Lockerung des Schaftes	ϕ Wert ermittelbar
Pat 81	12 Monate post OP aseptische Lockerung des Schaftes ; Subsidence 15mm	23,8
Pat 92	4 Monate post OP Pfannenwechsel	ϕ Wert ermittelbar
Pat 101	20 Monate post OP septische Lockerung des Schaftes	51,2
Pat 109	48 Monate post OP Pfannenwechsel	93,1
Pat 135	12 Monate post OP aseptische Lockerung des Schaftes ; Subsidence 12mm	ϕ Wert ermittelbar
Pat 137	3 Wochen post OP Pfannenwechsel	ϕ Wert ermittelbar

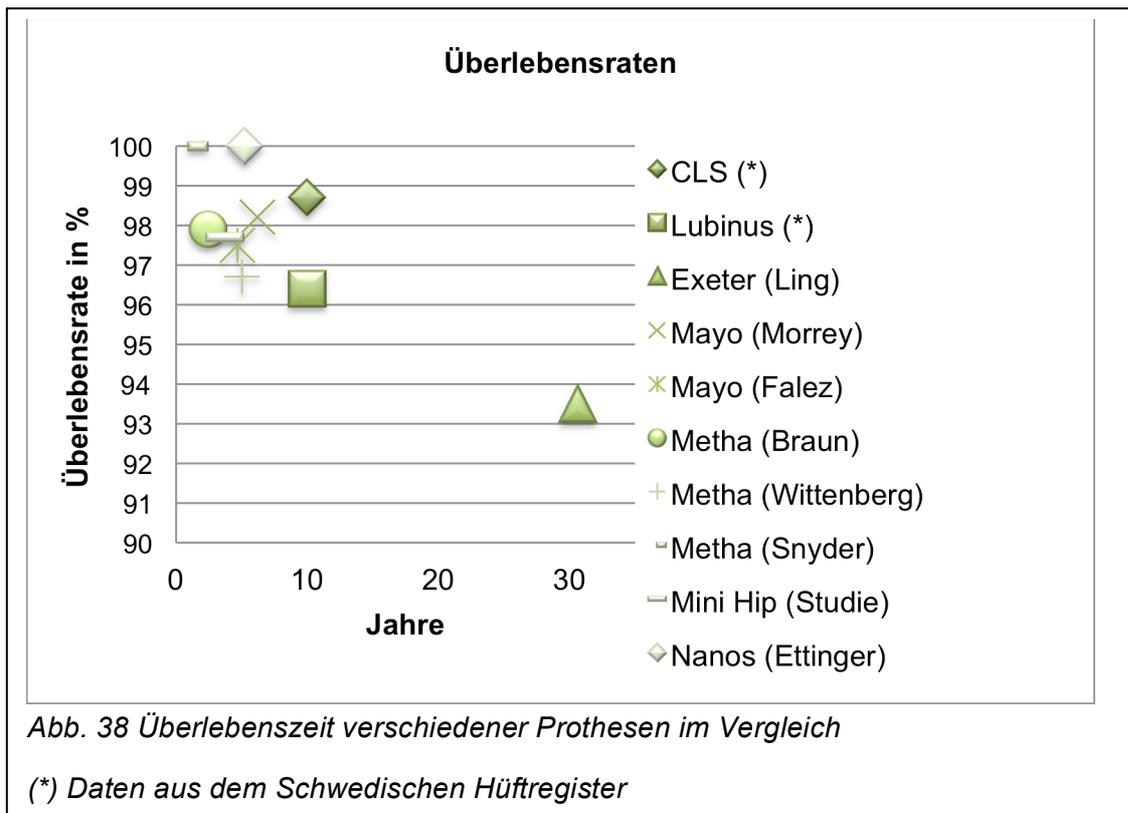
Die in dieser Studie ermittelte Überlebensrate von 97,7 % nach durchschnittlich 3,5 Jahren deckt sich mit vergleichbaren Studien von anderen Kurzschaftprothesen und Standardschäften:

Braun und Sabah untersuchten 48 Metha Kurzschäfte über einen Zeitraum von 2,4 Jahren (1,9-2,8 Jahre) mit einer Überlebensrate von 97,9 % ohne aseptische Lockerung (Braun and Sabah, 2009). Synder et al. untersuchten ebenfalls die Metha Prothese, allerdings über einen deutlich kürzeren Zeitraum (6-16 Monate). In dieser Zeit ereigneten sich keine aseptischen Lockerungen (Synder et al., 2009). Wittenberg et al. beobachteten 250 Metha Kurzschaftprothesen prospektiv über einen Zeitraum von 4,9 Jahren und gaben eine Überlebensrate von 96,7 % an. More et al. untersuchten 162 unzementierte Mayo-Kurzschäfte über 6,2 Jahre (2-13 Jahre) und berichten über eine 98,2 %ige (Morrey et al., 2000). Falez et al. schildern den Verlauf von 160 Mayo Kurzschäften mit einer Überlebensrate von 97,5 % über eine mittlere Beobachtungszeit von 4,7 Jahren (1-7 Jahre) (Falez et al., 2008). Ettinger et al. untersuchten 72 NANOS Kurzschäfte über einen Zeitraum von 5,2 Jahren (\pm 0,7 Jahre) und beschrieben eine 100 % Überlebensrate (Ettinger et al., 2011).

Diskussion

Bei den Standardschäften gibt es bereits deutlich längere Nachuntersuchungszeiträume. So untersuchten Ling et al. in einer Langzeitstudie über einen mittleren Zeitraum von 30,6 Jahren die zementierte Exeter Hüftprothese der Firma Stryker und berichten über eine Rate von 93,5 % ohne aseptische Lockerungen. Der von Professor Lorenzo Spotorno 1984 entwickelte unzementierte CLS Spotorno Hüftschaft (Firma Zimmer) zeigt mit 98,7 % Überleben nach zehn Jahren eine der niedrigsten Revisionsraten im Schwedischen Hüftregister (Garellick et al., 2013). Auch der 1978 entwickelte, zementierte Prothesenschaft SP (I und II) Modell Lubinus, welcher einer der am häufigsten verwendeten Schäfte in Schweden darstellt (1990 bis 2000 über 110.000 \cong 43 % aller Schäfte in Schweden), weist ein konstantes Überleben von 96,4 % nach 10 Jahren auf (Garellick et al., 2013).

Abbildung 38 zeigt, dass die Prothesen, die zehn Jahre und kürzer untersucht wurden, alle eine Überlebensrate zwischen 96 % und 100 % erreichten. Lediglich der Exeter Schaft, liegt mit knapp 94 % etwas unterhalb der anderen Schäfte, er wurde allerdings auch über 30 Jahre nachuntersucht, so dass eine 94 %ige Überlebensrate als sehr gut bewertet werden muss.



Um die langfristige Standzeit der Mini Hip® zu ermitteln, bedarf es noch längerer Nachuntersuchungszeiträume. Da besonders junge Patienten von der Prothese

profitieren und diese Patienten auf eine Langlebigkeit ihrer Prothese angewiesen sind, ist das Erheben von Langzeitdaten der Mini Hip[®] außerordentlich wichtig.

Neben der guten Überlebenszeit der Mini Hip[®] ist ebenfalls positiv anzumerken, dass es bei keinem Patienten zu einer periprothetischen Fraktur gekommen ist, welche eine ernstzunehmende Komplikation in der Hüftendoprothetik darstellt (Watts et al., 2014). Jakubowitz et al. (Jakubowitz et al., 2009) zeigten in ihrer Studie, dass Kurzschäfte (insbesondere wurde hier der Mayo Schaft untersucht) kein erhöhtes Risiko für periprothetische Frakturen gegenüber den Standardschäften aufweisen und unsere Erfahrung mit der Mini Hip[®] bestätigt diese Einschätzung. Bezüglich des Einbaus ist vor allem bei jüngeren Patienten eine zementfreie Implantation, wie sie bei der Mini Hip[®] durchgeführt wird, zu bevorzugen. Obwohl die Rate an Komplikationen bei zementierten Implantaten aufgrund besserer Zementiertechniken in den letzten Jahren gesunken ist (Mulroy and Harris, 1990; Oishi et al., 1994), bleibt weiterhin eine zementfreie und knochensparende Alternative ein erstrebenswertes Ziel vor allem bei jüngeren Patienten (Huggler et al., 1993; Krueger et al., 2014; Morrey et al., 2000; Munting et al., 1997).

Die Mini Hip[®] reiht sich bezüglich des Überlebens in die Reihe der anderen Kurzschäfte ein und stellt daher eine Alternative dar, wenn ein Kurzschaft genutzt werden soll. Allerdings muss kritisch hinterfragt werden, ob ein Kurzschaft für alle Patienten geeignet ist. Standardschäfte, wie z.B. der CLS Spotorno Schaft der Firma Zimmer, welcher seit 30 Jahren implantiert wird, weist eine vergleichbare Standzeit auf wie die Kurzschäfte und es gibt ausreichende Langzeitstudien (Aldinger et al., 2003). Somit gilt es, einen solchen Schaft bei älteren Patienten, die weniger mobil sind und aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters voraussichtlich keine Wechseloperation mehr benötigen, in Erwägung zu ziehen, da der Vorteil eines langfristig getesteten Schaftes dem Vorteil des knochensparenden Einbaus einer Kurzschaftprothese überwiegt.

4.2 Klinische Ergebnisse

Die klinischen Scores wurden bei allen Patienten erhoben und sollen im Folgenden mit den Ergebnissen anderer Kurzschäfte verglichen werden.

Zur Erhebung der klinischen Scores wurden die von den Patienten auszufüllenden HOOS und OHS Fragebögen genutzt. Anders als der häufig in Studien genutzte Harris Hip Score (Harris, 1969), der von dem behandelnden Arzt ausgefüllt wird, werden die HOOS und OHS Fragebögen von den Patienten ausgefüllt. Es gibt keine Einteilung in sehr gute, gute, moderate und schlechte Ergebnisse und somit sind direkte Vergleiche

mit dem Harris Hip Score nur differenziert zu betrachten. Um die Ergebnisse dieser Studie mit denen anderer Studien dennoch vergleichen zu können, werden im Folgenden zuerst die Scores miteinander verglichen:

Sowohl der HOOS, als auch der Harris Hip Score haben ein Maximum von 100 Punkten und beinhalten die Kategorien Schmerz, Funktion und Beweglichkeit. Der Harris Hip Score beinhaltet zusätzlich noch Fehlstellungen der Hüfte, wohingegen der HOOS Sport und Freizeit, sowie Lebensqualität zusätzlich abdeckt.

Tab. 17 Vergleich der verwendeten Scores mit dem Harris Hip Score

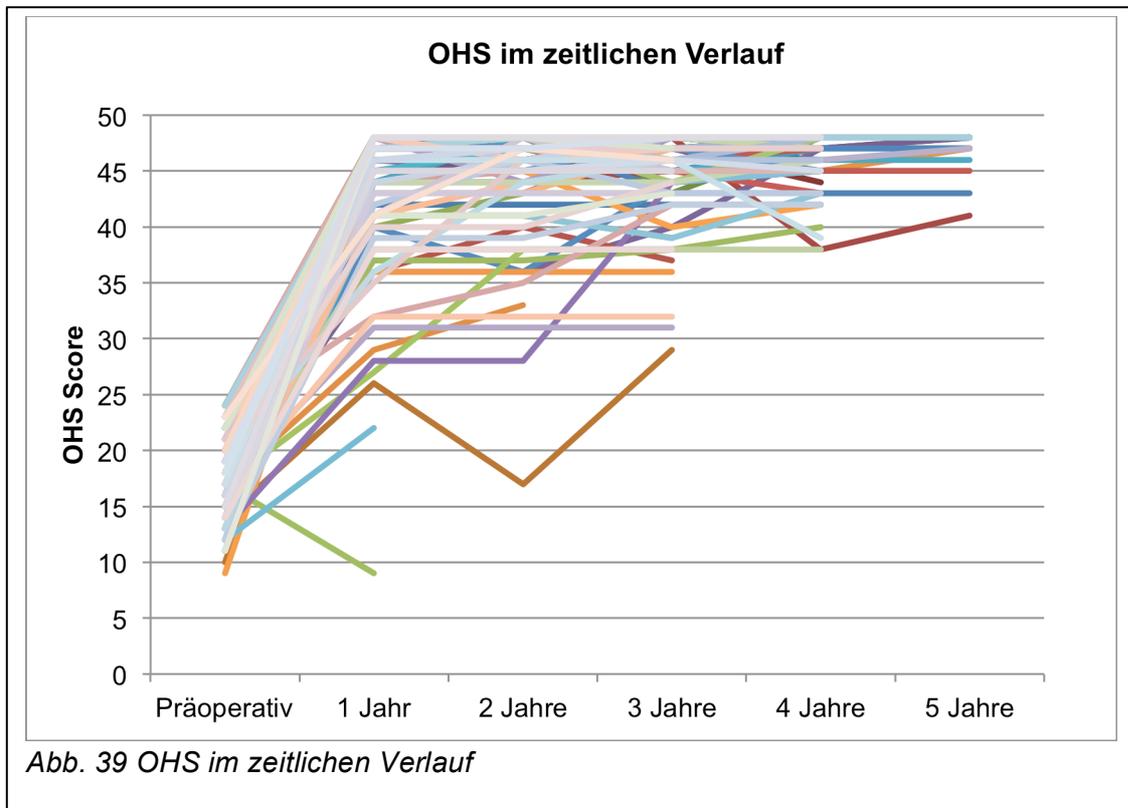
	Harris Hip Score	HOOS	OHS
Anzahl der Fragen	10	40	12
Zu erreichende Punkte	Mindestens: 0 Maximal: 100	Mindestens: 0 Maximal: 100	Mindestens: 0 Maximal: 48
Kategorien	<i>Schmerz</i>	<i>Schmerz</i>	<i>Schmerz</i>
	<i>Funktion</i> Treppensteigen Sitzen Schuhe und Socken anziehen Gehdistanz/Gehhilfen Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln	<i>Funktion</i> Treppensteigen Sitzen Schuhe und Socken anziehen Rennen Be- und Aussteigen aus dem Auto	<i>Funktion</i> Treppensteigen Sitzen Schuhe und Socken anziehen Gehdistanz Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln
	<i>Beweglichkeit</i>	<i>Beweglichkeit</i>	<i>Beweglichkeit</i>
	<i>Fehlstellungen</i>		
		<i>Sport und Freizeit</i>	
		<i>Lebensqualität</i>	

Tabelle 17 zeigt, dass die Scores zwar nicht identisch sind, allerdings ähnliche Schwerpunkte setzen.

Morrey berichtet bei 146 Patienten mit 162 Mayo Prothesen von einem durchschnittlichen Harris Hip Score Anstieg von 66,3 Punkten präoperativ auf 90,4 Punkte mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 6,2 Jahren. Ettinger et al. zeigten in ihrer Studie einen Anstieg von 47,3 Punkten präoperativ auf 97,6 Punkte bei der letzten Nachuntersuchung. Der in der vorgelegten Studie

Diskussion

erhobene HOOS der Mini-Hip® stieg bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 3,5 Jahren von 30,1 Punkten auf 91,3 Punkte bei der letzten Nachuntersuchung und sogar auf 95,3 Punkte bei Patienten, bei denen der Score fünf Jahre postoperativ erhoben werden konnte. Diese Werte verdeutlichen, dass die Score Anstiege bei verschiedenen Kurzschaftprothesen in einem ähnlichen Ausmaße vorliegen. Eine präzisere Aussage ist aufgrund der verschiedenen Scores, die genutzt wurden, nicht zu treffen. Da die verwendeten HOOS und OHS vor allem für den Verlauf des einzelnen Patienten gedacht sind, wurden im Folgenden die Verläufe der beiden Scores für alle Patienten aufgezeichnet (Abb. 39 und Abb. 40).



Die Verläufe der einzelnen Patienten zeigen, dass nur bei sehr wenigen Patienten Abfälle der Scores über die Zeit statt gefunden haben. Patienten, deren Schaft revidiert werden mussten, hatten deutlich schlechtere Ergebnisse und somit kann davon ausgegangen werden, dass schlechte Score Ergebnisse ein prognostischer Faktor für eine Schaftlockerung sein können.

Aghayev et al. untersuchten in ihrer Studie Daten aus dem „International Documentation and Evaluation System“ und evaluierten den röntgenologischen Verlauf von Hüftprothese und die Zunahme von Schmerzen und Einschränkungen vor einer Revisionsoperation und kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass beides Anzeichen einer Lockerung darstellen können. Somit sollte in Zukunft bei Patienten mit niedrigen

Scores eine systematische Untersuchung auf Zeichen einer Lockerung durchgeführt werden, um diese früh zu erkennen (Aghayev et al., 2013).

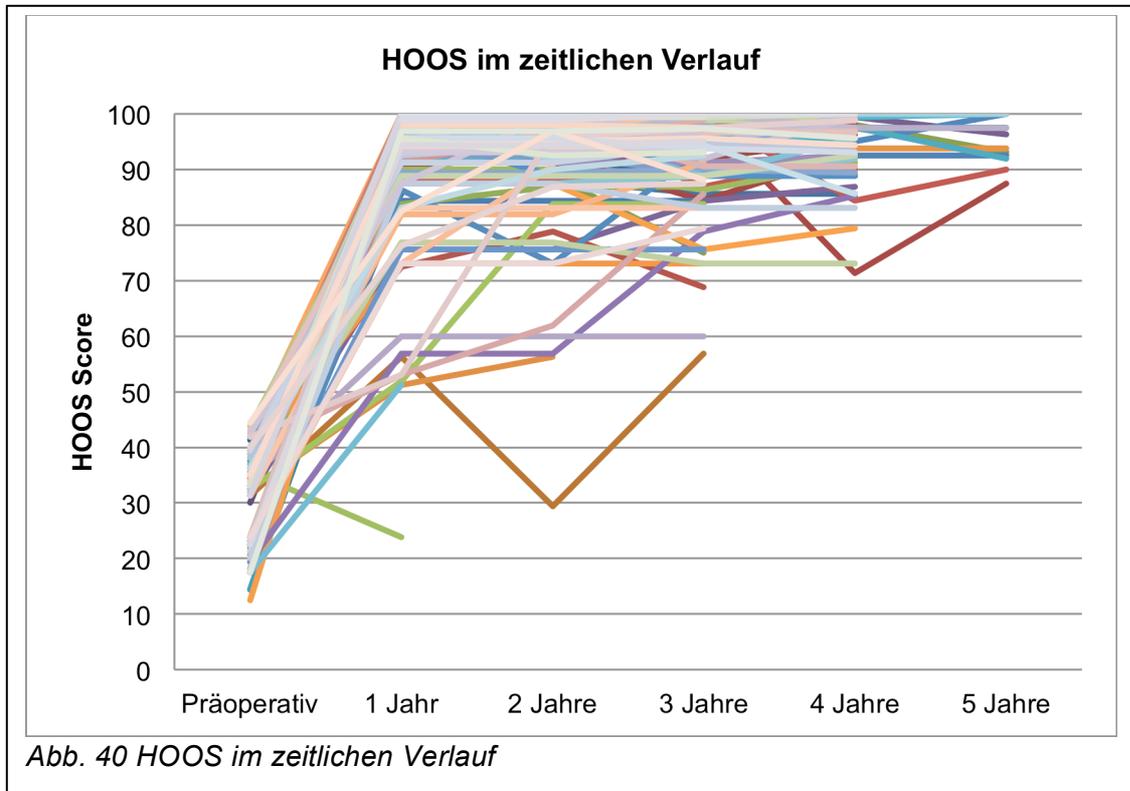
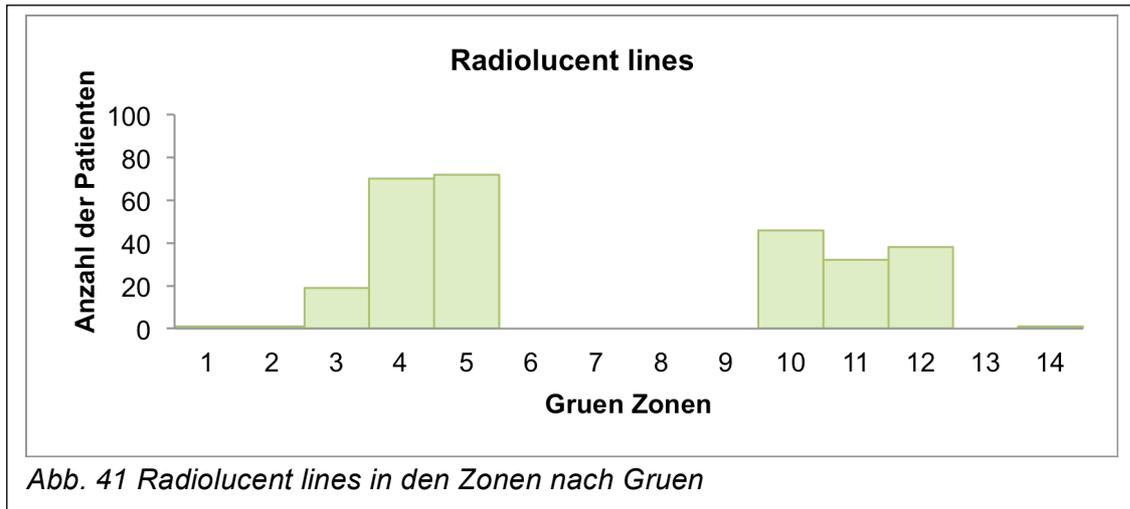


Abb. 40 HOOS im zeitlichen Verlauf

Bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse zeigte sich, dass nur die Zugangsart und das Alter einen Zusammenhang zur Scoreentwicklung aufwiesen. Beim Vergleich des Alters zeigte sich, dass die Scores mit zunehmendem Alter stärker anstiegen. Vergleich man den jüngsten mit dem ältesten Patienten (32 Jahre bzw. 82 Jahre), so betrug der Unterschied 50 Jahre. Bei einem Anstieg des Scores von 0,1/Jahr entsprach dieser Altersunterschied einem Scoreunterschied beim HOOS von 5 Punkten. Da beim HOOS Punktzahlen von 0 bis 100 erreicht werden können, stellten 5 Punkte keine große Differenz dar. Es zeigte sich aber durchaus ein Trend, dass ältere Patienten weniger Einschränkungen oder Schmerzen hatten als jüngere.

4.3 Radiologische Ergebnisse

Bei der Auswertung der Röntgenbilder zeigten sich fast ausschließlich radiolucent lines in den Zonen 3, 4 und 5 und 10, 11 und 12 (Abb. 41).



Diese Zonen entsprechen der polierten Spitze der Prothese und ein knöchernes Einwachsen der Prothese ist hier nicht gewünscht, damit es aufgrund von minimalen Gleitbewegungen nicht zum Stressshielding kommt. Somit sind die vorhandenen Lysesäume nicht als Zeichen einer Lockerung zu werten, sondern verifizieren nur das Prinzip der polierten Spitze.

In diesem Zusammenhang ist allerdings in Frage zu stellen, warum über die Hälfte der Patienten keine Säume in diesem Bereich aufwiesen. In der statistischen Auswertung zeigte sich, dass das Vorhandensein von radiolucent lines keine Auswirkung auf die Entwicklung der Scores hatte. Somit dienen diese Linien vor allem als Hinweis auf eine Lockerung der Prothese, geben aber bei stabilen Prothesen keinen Hinweis auf die Klinik des Patienten.

In den verbleibenden Gruen Zonen fanden sich keine radiolucent lines. Die Abwesenheit von radiolucent lines entspricht laut Engh et al. dem beschriebenen Prinzip der Osteointegration. Somit kann in diesen Fällen von einer stabil eingewachsenen Prothese ohne Lockerung ausgegangen werden.

Insgesamt zeigten sieben Patienten heterotope Ossifikationen. Wenn die Anstiege der klinischen Scores betrachtet werden, ist erkennbar, dass Patienten mit Brooker Ossifikationen geringere Anstiege der Scores aufwiesen (Tab. 18). Da die Gruppe der Patienten mit Ossifikationen klein ist (n=7), können keine Aussagen über die Signifikanz der Unterschiede getroffen werden. Es sollte aber verdeutlichen, dass Patienten, bei denen Ossifikationen beobachtet wurden, kontrolliert nachuntersucht werden sollten, um Indikationen zur Behandlung überdenken zu können.

Tab. 18 Vergleich der Patienten mit Brooker Ossifikationen und dem Rest der Studiengruppe

	OHS Differenz mit Brooker	HOOS Differenz mit Brooker	OHS Differenz ohne Brooker	HOOS Differenz ohne Brooker
n=	7	7	161	94
Mittelwert	22.0	48.3	28.3	62.2
Median	25.0	47.5	29.0	63.1
Standardabweichung	8.2	17.4	5.3	14.6
Minimum	10	26	-8	-11.8
Maximum	30	69	39	86.3

Zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung wies keines der Implantate Zeichen einer Lockerung auf.

4.4 Drop Outs und Lost To Follow Up Patienten

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Patienten, die nicht bis zum Ende an der Studie teilnehmen konnten oder wollten:

Neun Patienten waren aufgrund von Umzug oder Telefonnummernwechsel nicht mehr kontaktierbar. Die von Murray et al. (Murray et al., 1997) aufgestellte These, dass Patienten, die "Lost to follow up" sind, durchschnittlich signifikant schlechtere Ergebnisse haben, traf in dieser Studie allerdings nicht zu. Die nicht mehr zu erreichenden Patienten hatten bei der letzten Nachuntersuchung mit einer Ausnahme alle HOOS Werte über 90 und somit sehr gute klinische Ergebnisse. Bis auf einen Patienten konnten bei allen Patienten, die im Verlauf nicht mehr erreichbar waren, mindestens die zwei Jahres Werte ermittelt werden und somit wurden diese acht Patienten in dem Zeitraum nachuntersucht, in dem sich 100 % der aseptischen und septischen Lockerungen in diesem Patientenkollektiv ereigneten (Tab. 19). Fasst man in die Gruppe der "Lost to follow up"- Patienten auch die ausgestiegenen Patienten, so bestätigte sich Murray's These, da diese Gruppe im Vergleich schlechtere Ergebnisse aufwies als das verbliebene Kollektiv (Tab. 2 und Tab. 3).

Tab. 19 Nicht erreichbare Patienten

	Zeitpunkt des Ereignisses	Letzter HOOS Wert
Pat 77	2. postoperatives Jahr	92,5
Pat 104	4. postoperatives Jahr	99,4
Pat 114	4. postoperatives Jahr	97,5
Pat 116	3. postoperatives Jahr	95,0
Pat 118	4. postoperatives Jahr	60,0
Pat 120	3. postoperatives Jahr	90,6
Pat 159	4. postoperatives Jahr	99,4
Pat 161	3. postoperatives Jahr	98,9
Pat 166	4. postoperatives Jahr	95,0

Im Verlauf der Studie verstarben zwei Patienten. Pat. 25 verstarb neun Tage postoperativ an einem Myokardinfarkt und daraus resultierendem Multiorganversagen. Aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraums wurde dieser Patient von der Studie ausgeschlossen. Ein Zusammenhang zur Hüftimplantation konnte nicht eruiert werden. Pat. 85 verstarb im 4. postoperativen Jahr an einem mit der Hüftprothese nicht zusammenhängenden Grund (Tab. 20). Die Hüftprothese war zu diesem Zeitpunkt noch in situ.

Tab. 20 Verstorbene Patienten

	Zeitpunkt des Ereignisses	Letzter HOOS Wert
Pat 85	4. postoperatives Jahr, kein Zusammenhang zur Hüftprothese	73,1

Sechs Patienten wollten im Laufe der Studie nicht kontaktiert werden und schieden für den weiteren Verlauf der Studie aus. Einer dieser Patienten hatte einen niedrigen Score (Pat. 60: HOOS Wert: 56,3) und war mit der Prothese sehr unzufrieden. Die anderen fünf Patienten hatten einen HOOS über 80 und waren entweder so zufrieden,

dass sie eine Nachuntersuchung nicht mehr für nötig hielten oder wollten aufgrund erheblicher Nebenerkrankungen nicht mehr an der Studie teilnehmen. Bei allen Patienten, die ihre Teilnahme an der Studie beendeten, konnten mindestens die zwei Jahres Werte ermittelt werden, größtenteils sogar die drei und vier Jahres Werte (Tab. 21).

Tab. 21 Studienaussteiger

	Zeitpunkt des Ereignisses	Letzter HOOS Wert
Pat 60	3. postoperatives Jahr	56,3
Pat 85	5. postoperatives Jahr	88,8
Pat 108	4. postoperatives Jahr	91,3
Pat 128	4. postoperatives Jahr	98,8
Pat 132	4. postoperatives Jahr	83,1
Pat 152	3. postoperatives Jahr	96,3

Insgesamt waren von den 172 Patienten 16 Patienten „Lost-to-follow-up“. Dies entspricht einer Quote von 9,3 %. Nach Dettori (Dettori, 2011) kann man bei unter 5 % von wenig Verzerrung ausgehen, wohingegen über 20 % zu einer starken Minderung der Validität führen können. Da in der vorliegenden Studie nur drei Patienten Werte unter 80 hatten und die Mediane der Studiengruppe sich nicht deutlich unterschieden, (OHS letzter Wert Studiengruppe: 48, Min: 29, Max: 48; OHS letzter Wert Lost to follow up: 45, Min: 31, Max: 48) wird von einem nur geringen Einfluss der „Lost to follow up“-Patienten ausgegangen.

4.5 Einschränkungen der Studie

Kritikpunkt dieser Studie ist die Tatsache, dass die Beurteilung der Patienten vor der Operation sowie der postoperative Zeitraum zwischen 2009 und 2011 retrospektiv durchgeführt wurde und die Fragebögen zur Ermittlung der präoperativen Scores nicht von den Patienten selbst, sondern von uns mit Hilfe der dokumentierten präoperativen Untersuchung ausgefüllt wurden. Somit ist der Vergleich der klinischen Scores prä-

Diskussion

und postoperativ nicht nur durch die Klinik des Patienten, sondern auch durch das unterschiedliche Ausfüllen der Fragebögen beeinflusst. Des Weiteren wurden die Patienten, die nicht jedes Jahr zur Nachuntersuchung in die Klinik kommen konnten oder wollten, telefonisch befragt und die Fragebögen mit Ihnen am Telefon ausgefüllt. Angesichts der unterschiedlichen Situationen ist in Frage zu stellen, ob die Patienten genauso geantwortet haben, wie sie es getan hätten, wären sie in der Klinik gewesen und hätten den Fragebogen eigenständig ausgefüllt. Norquist et al. zeigten in ihrer Studie, dass Patienten, die am Telefon befragt wurden, im Schnitt bessere Ergebnisse angaben als im Vorjahr, als sie den Fragebogen zugeschickt bekamen (Norquist et al., 2000). Viele der Patienten gaben zusätzlich zu Hüftschmerzen Beschwerden im Sinne von degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule an. Bedingt dadurch war es oft nicht leicht für die Patienten bei der Beantwortung der Fragen nach z.B. Beschwerden beim Treppe steigen, zu unterscheiden, ob die Einschränkungen aufgrund des Rückens oder der Hüfte bestanden. Es ist nicht gesichert, dass sich alle Antworten zu Einschränkungen und Schmerzen ausschließlich auf die Hüfte beziehen und es ist daher möglich, dass die Hüftsituation fälschlicherweise schlechter beurteilt wurde.

Kritisch anzumerken ist auch, dass die Implantation der Hüftendoprothese bei den Patienten nicht standardisiert wurde. Es gibt verschiedene Verankerungen der Pfanne, diverse Pfannen- und Kopfgrößen, unterschiedliche Materialkombinationen bei den Pfannen und Köpfen und variierende Zugangswege. Es ist nicht auszuschließen, dass diese Faktoren das Outcome beeinflussten. Bei der Auswertung wurden diese Faktoren nicht weiter berücksichtigt. Es wäre wünschenswert gewesen, diese Parameter noch vor der Operation zu standardisieren, um so das Patientenkollektiv homogener und somit vergleichbarer zu machen.

Bei einigen Patienten wird in der Studie lediglich die Situation zwei Jahre postoperativ dargestellt und somit kann bei diesen Patienten keine Aussage gemacht werden über längerfristige Einschränkungen oder radiologische Veränderungen an der Prothese. Dattani beschreibt außerdem, dass radiologische Zeichen einer periprothetischen Osteolyse oftmals erst nach fünf Jahren sichtbar werden (Dattani, 2007). Daher ist der Untersuchungszeitraum dieser Studie von 45 Monaten (± 8 Monate) noch zu kurz, um abschließende Aussagen über die radiologische Entwicklung der Mini Hip[®] zu treffen.

Auch wenn der HOOS ein anerkannter und gebräuchlicher Score ist, um die Situation der Patienten nach einer Hüft TEP Operation zu evaluieren, so benutzten die meisten

anderen Studien den Harris Hip Score. Ein direkter Vergleich mit diesen Studien ist als schwierig bzw. eingeschränkt zu beurteilen.

Um eine deutlichere Aussage treffen zu können, hätte eine Kontrollgruppe mit einer Standardschaftprothese in die Untersuchung aufgenommen werden müssen. So hätte eine größere Aussagekraft bestanden, ob die Veränderungen nach dem Follow-Up tatsächlich durch die Implantation einer Mini Hip[®] Hüftprothese zustande gekommen sind.

4.6 Schlussfolgerung

Die erhobenen Ergebnisse dieser Studie unterstützen die Verwendung dieser metaphysär verankerten Kurzschaftprothese. Die Standzeiten und der Anstieg der Hüftscores sind vergleichbar zu anderen Kurzschaftprothesen und zu Standardschäften. Allerdings gibt es von der Mini Hip[®] Prothese noch keine Langzeitergebnisse. Diese sollten noch abgewartet werden, bis die Mini Hip[®] der Allgemeinheit zugänglich gemacht wird, um evaluieren zu können, ob die vielversprechenden kurz- und mittelfristigen Ergebnisse auch durch ein Langzeitüberleben der Prothese gestützt werden. Besonders bei Patienten mit einem höheren Alter, die mutmaßlich keine Wechseloperation mehr benötigen, sollte bis dahin weiterhin eine Standardschaftprothese mit längerem Nachuntersuchungszeitraum bevorzugt werden, bis Langzeitergebnisse auch für die Mini-Hip[®] vorhanden sind.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollte die Frage geklärt werden, welche klinischen und radiologischen Ergebnisse die Mini-Hip[®] Kurzschaftprothese nach zwei bis fünf Jahren Nachuntersuchungszeitraum liefert und ob die klinischen und radiologischen Ergebnisse und die Standzeiten vergleichbar sind mit denen anderer Kurzschaften bzw. Standardschaften. Des Weiteren sollte gezeigt werden, ob es Hinweise auf Zusammenhänge zwischen radiologischen und klinischen Ergebnissen bzw. zwischen Patientenmerkmalen und klinischen Ergebnissen gibt. Es sollte außerdem erörtert werden, ob die genannten Vorteile einer Kurzschaftprothese den Einbau, trotz besserer bzw. längerer Nachuntersuchungen von Standardschaften, rechtfertigen.

Dazu wurden zwischen 09/2008 und 11/2013 im Johanna Etienne Krankenhaus in Neuss und im Ortho Endo Center in München 172 Patienten, die mit einer Mini-Hip[®] Kurzschaftprothese versorgt wurden, rekrutiert und im Rahmen dieser Doktorarbeit nach durchschnittlich 3,5 (\pm 0,9) Jahren anhand von drei Fragebögen, einer klinischen Untersuchung und der Anfertigung eines Röntgenbildes nachkontrolliert. Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer lag präoperativ bei $59,5 \pm 10,6$ Jahren bei einer Geschlechterverteilung von 86 Frauen (50,0 %) und 86 Männer (50,0 %).

Die vorliegende Studie zeigt, dass bei acht Patienten eine Komplikation auftrat, von denen fünf Fälle den Schaft betrafen. Somit hat die Mini-Hip[®] eine Überlebensrate von 98,3 % nach einem Jahr und von 97,1 % für den postoperativen zwei bis fünf Jahresverlauf. Der mittlere HOOS stieg von einem präoperativen Wert von 30,1 Punkten auf 91,3 Punkte bei der letzten Untersuchung.

Die klinischen und radiologischen Ergebnisse dieser Studie unterstützen die Verwendung dieser metaphysär verankerten Kurzschaftprothese. Die Überlebensraten und der Anstieg der Hüftscores sind vergleichbar zu anderen Kurzschaftprothesen und zu Standardschaften, wobei hier die Langzeitergebnisse für die Mini-Hip[®] noch abzuwarten sind. Bei Patienten mit höherem Alter, die mutmaßlich keine Wechseloperation mehr benötigen, sollte eine Standardschaftprothese mit längerem Nachuntersuchungszeitraum bevorzugt werden, bis Langzeitergebnisse auch für die Mini-Hip[®] vorhanden sind. Trotz der guten Kurzzeitergebnisse ist es daher wichtig, weitere Studien zu Überlebensraten der Prothese durchzuführen, um zu ermitteln, ob die vielversprechenden, kurz- und mittelfristigen Ergebnisse auch durch ein Langzeitüberleben der Prothese gestützt werden.

6 Summary

The object of the present study was to examine the clinical and radiological results of the short stemmed Mini-Hip[®] prosthesis after two to five year follow up and to evaluate whether the results are comparable to those of other short stems and those of conventional stems.

It was the aim to investigate if the argued advantages of short stems justify the use even though there are valuable long term studies for conventional stems that have been used for over 20 years.

Between 09/2008 and 11/2013 172 patients, who had a Mini-Hip[®] implantation on the hip joint were recruited at the Johanna Etienne Hospital in Neuss and at the Ortho Endo Centre in Munich. These patients were followed up over a mean of 3.5 years (± 0.9). Each follow up year the patients answered three questionnaires on their hip, had a clinical examination and a radiographic check up. The mean age at the time of the operation was 59.5 years (± 10.6). The gender distribution displayed 86 females (50.0 %) and 86 males (50.0 %).

Of the 172 cases five stems had to be replaced because of aseptic loosening (four cases, 2.3 %) and septic loosening (one case, 0.6 %). Additionally three acetabular cups had to be revised. Therefore the survival rate for loosening of the stem was 97.1 % for the two to five year postoperative course.

Significant improvements of both scores could be detected throughout the postoperative period. The Oxford Hip Score increased from 17.7 points preoperative to 45.6 points and the Hip Dysfunction and Osteoarthritis Outcome Score went from 30.1 points to 91.3 points at the last check up.

The results of this study support the use of the investigated cementless metadiaphyseal anchoring short stem system. The survival rate and the increase of the clinical scores are comparable to those of other short stems and conventional stems. Nevertheless there is a need for further clinical and radiological follow up in order to validate the long-term success of this short stem and to evaluate if the promising short and midterm results are supported by a long term survival of the prosthesis.

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Entwicklung von Hüftendoprothesen Operationen in Deutschland (OECD, 2013)	1
Abb. 2 Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern bezogen auf Hüftendoprothetikzahlen 2011(OECD, 2013)	2
Abb. 3 Coxarthrose rechts	3
Abb. 4 Sir John Charnley (Jackson, 2011)	7
Abb. 5 Verlauf der Altersverteilung bei Hüftendoprothesenimplantation (Garellick et al., 2013)	8
Abb. 6 Wahrscheinlichkeit für eine Lockerung der Prothese in Abhängigkeit vom Alter (National Joint Registry, 2014)	9
Abb. 7 Der Mayo Kurzschaft (Morrey, 2006)	10
Abb. 8 Der Metha Kurzschaft (J. Jerosch, 2012b)	11
Abb. 9 Der NANOS Kurzschaft (Kaipel et al., 2015)	12
Abb. 10 Mini Hip® (Corin Germany GmbH, 2012)	13
Abb. 11 Bewegungsumfang der Prothese (Corin Germany GmbH, 2012)	14
Abb. 12 Resektionsebene und Aufarbeiten des Femurschaftes (Corin Germany GmbH, 2010)	16
Abb. 13 Implantation des Schaftes (Corin Germany GmbH, 2010)	16
Abb. 14 Resektionsprinzipien bei varischen (115°), normalen (125°) und valgischen (145°) Hüften (J. Jerosch, 2012a)	17
Abb. 15 Prothese bei einer valgischen Hüfte	18
Abb. 16 Prothese bei einer varischen Hüfte	18
Abb. 17 Flussdiagramm der Probandenrekrutierung	22
Abb. 18 Röntgenbilder von Pat. 124 im Verlauf von 5 Jahren	26
Abb. 19 Aufteilung der Pfannenkomponente nach Charnley und DeLee (siehe Röntgenbogen im Anhang)	27
Abb. 20 Einteilung der periartikulären Ossifikation nach Brooker (Gautschi et al., 2008)	28
Abb. 21 Gruen Zonen in der Frontalebene und in der Sagitaleben (siehe Röntgenbogen im Anhang)	29
Abb. 22 Altersverteilung zum OP Zeitpunkt	32
Abb. 23 Geschlechterverteilung	33
Abb. 24 Verteilung der operierten Seite	33
Abb. 25 OP- Indikation	34
Abb. 26 Verteilung der Patienten nach Studienbeginn	34
Abb. 27 Verteilung der Schaftgröße	36
Abb. 28 Material des Hüftkopfes	37
Abb. 29 Material der Hüftpfanne	38
Abb. 30 Material der Gleitpaarung	38
Abb. 31 Durchschnittlicher OHS Prä- und Postoperativ	40
Abb. 32 Durchschnittlicher HOOS Prä- und Postoperativ	40
Abb. 33 Kaplan Meier Kurve für die Überlebenszeit bezüglich einer aseptischen Lockerung	42
Abb. 34 Sinterung der Prothese nach 14 Monaten bei Patient Nr. 81	43
Abb. 35 Pat 128 mit Brooker Stadium 2 bis 3	44
Abb. 36 Pat 87 mit Brooker Stadium 1	45
Abb. 37 Lysezonen bei Pat. 119	46
Abb. 38 Überlebenszeit verschiedener Prothesen im Vergleich	54
Abb. 39 OHS im zeitlichen Verlauf	57
Abb. 40 HOOS im zeitlichen Verlauf	58
Abb. 41 Radiolucent lines in den Zonen nach Gruen	59

8 Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Einteilung der periartikulären Ossifikation nach Brooker (Brooker et al., 1973)</i>	28
<i>Tab. 2 Vergleich des OHS der Studiengruppe mit Lost to Follow up Patienten</i>	35
<i>Tab. 3 Vergleich des HOOS der Studiengruppe mit Lost to Follow up Patienten</i>	35
<i>Tab. 4 Verteilung des Kopfdurchmessers</i>	36
<i>Tab. 5 Verteilung der Pfannengröße</i>	37
<i>Tab. 6 Operativer Zugangsweg</i>	39
<i>Tab. 7 Nachuntersuchungszeitraum</i>	39
<i>Tab. 8 Verteilung des Patientenkollektivs mit heterotopen periartikulären Ossifikationen nach Brooker</i>	44
<i>Tab. 9 Verteilungsmuster der radiologisch gewerteten 'radiolucent lines' (RLL) in den entsprechenden Gruen Zonen</i>	47
<i>Tab. 10 Statistischer Vergleich der Scores zwischen den einzelnen Erhebungspunkten</i>	48
<i>Tab. 11 Zusammenhang zwischen Merkmal und OHS Score Anstieg</i>	49
<i>Tab. 12 Zusammenhang zwischen Merkmal und HOOS Score</i>	49
<i>Tab. 13 Vergleich der Zugangsarten</i>	50
<i>Tab. 14 Abhängigkeit der Scoreentwicklung vom Alter</i>	50
<i>Tab. 15 Abhängigkeit des Scoreanstiegs vom Vorhandensein von radiolucent lines</i>	51
<i>Tab. 16 Patienten mit Komplikationen</i>	53
<i>Tab. 17 Vergleich der verwendeten Scores mit dem Harris Hip Score</i>	56
<i>Tab. 18 Vergleich der Patienten mit Brooker Ossifikationen und dem Rest der Studiengruppe</i>	60
<i>Tab. 19 Nicht erreichbare Patienten</i>	61
<i>Tab. 20 Verstorbene Patienten</i>	61
<i>Tab. 21 Studienaussteiger</i>	62

9 Literaturverzeichnis

- Aghayev, E., Teuscher, R., Neukamp, M., Lee, E.J., Melloh, M., Egli, S., Roder, C., 2013. The course of radiographic loosening, pain and functional outcome around the first revision of a total hip arthroplasty. *BMC Musculoskelet. Disord.* 14, 167. doi:10.1186/1471-2474-14-167
- Ahmad Hatem, M., Ferreira da Luz, B., Nishimoto Nishi, R., Gilberto Cimbalista de Alencar, P., 2014. Evaluation of the results from proximal fixation of uncemented conical femoral components in Dorr type C femurs. *Rev. Bras. Ortop. Engl. Ed.* 49, 260–266. doi:10.1016/j.rboe.2014.02.007
- Aldinger, P.R., Breusch, S.J., Lukoschek, M., Mau, H., Ewerbeck, V., Thomsen, M., 2003. A ten- to 15-year follow-up of the cementless spotorno stem. *J. Bone Joint Surg. Br.* 85, 209–214.
- Amstutz, H.C., Graff-Radford, A., Gruen, T.A., Clarke, I.C., 1978. THARIES surface replacements: a review of the first 100 cases. *Clin. Orthop.* 87–101.
- Amstutz, H.C., Grigoris, P., Dorey, F.J., 1998. Evolution and future of surface replacement of the hip. *J. Orthop. Sci.* 3, 169–186. doi:10.1007/s007760050038
- Banerjee, S., Pivec, R., Issa, K., Harwin, S.F., Mont, M.A., Khanuja, H.S., 2013. Outcomes of Short Stems in Total Hip Arthroplasty. *Orthopedics* 36, 700–707. doi:10.3928/01477447-20130821-06
- Bauer, R., Kerschbaumer, F., Poisel, S., Oberthaler, W., 1979. The Transgluteal Approach to the Hip Joint. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 95, 47–49. doi:10.1007/BF00379169
- Berber, O., Gooding, C., Kurer, M., 2008. Orthopaedic Outcome Scores. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 90, 623–624. doi:10.1308/003588408X317977a
- Bieger, R., Ignatius, A., Decking, R., Claes, L., Reichel, H., Dürselen, L., 2012. Primary stability and strain distribution of cementless hip stems as a function of implant design. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 27, 158–164. doi:10.1016/j.clinbiomech.2011.08.004
- Bigelow, H.J., 1846. Insensibility during Surgical Operations Produced by Inhalation. *Boston Med. Surg. J.* 35, 309–317. doi:10.1056/NEJM184611180351601
- Blauth, W., Donner, K., 1979. Zur Geschichte der Arthroplastik. *Z. Für Orthop. Ihre Grenzgeb.* 117, 997–1006.
- Bobyn, J.D., Mortimer, E.S., Glassman, A.H., Engh, C.A., Miller, J.E., Brooks, C.E., 1992. Producing and avoiding stress shielding. Laboratory and clinical observations of noncemented total hip arthroplasty. *Clin. Orthop.* 79–96.
- Braun, A., Sabah, A., 2009. Zwei-Jahres-Ergebnisse einer modularen Kurzschafft-Hüftendoprothese – eine prospektive Studie. *Z. Für Orthop. Unfallchirurgie* 147, 700–706. doi:10.1055/s-0029-1185899
- Brooker, A.F., Bowerman, J.W., Robinson, R.A., Riley, L.H., 1973. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J. Bone Joint Surg. Am.* 55, 1629–1632.
- Brooks, P.M., 2002. Impact of osteoarthritis on individuals and society: how much disability? Social consequences and health economic implications. *Curr. Opin. Rheumatol.* 14, 573–577.
- Brooks, R., 1996. EuroQol: the current state of play. *Health Policy Amst. Neth.* 37, 53–72.
- Brunette, D., Tengvall, P., Textor, M., Thomsen, P., 2013. Titanium in Medicine Material Science, Surface Science, Engineering, Biological Responses and Medical Applications. Springer Berlin, Berlin.
- Charnley, J., 1964. The Bonding of Prostheses to Bone by Cement. *J. Bone Joint Surg. Br.* 46, 518–529.

- Charnley, J., 1961. Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet* 1, 1129–1132.
- Charnley, J., 1960. Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur. *J. Bone Joint Surg. Br.* 42-B, 28–30.
- Claes, L., Kirschner, P., Perka, C., Rudert, M. (Eds.), 2012. *Manual der Endoprothetik*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Coathup, M.J., Blackburn, J., Goodship, A.E., Cunningham, J.L., Smith, T., Blunn, G.W., 2005. Role of hydroxyapatite coating in resisting wear particle migration and osteolysis around acetabular components. *Biomaterials* 26, 4161–4169. doi:10.1016/j.biomaterials.2004.10.020
- Cohn, R.M., Schwarzkopf, R., Jaffe, F., 2011. Heterotopic ossification after total hip arthroplasty. *Am. J. Orthop. Belle Mead NJ* 40, E232–235.
- Collier, C.G., 2002. The assessment of early osteointegration, as a function of coating. Corin Germany GmbH. 2010. “MiniHip® Knochenerhaltendes Kurzschaff-Prothesensystem Operationstechnik.” http://www.coringroup.com/deutschland/medical_professionals/literature/hip/.
- Corin Germany GmbH. 2012. “MiniHip- Knochenerhaltendes Kurzschaff-Prothesensystem Designprinzip.” http://www.coringroup.com/deutschland/medical_professionals/literature/hip/.
- D’Aubigné, R.M., Postel, M., 2009. The classic: functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. 1954. *Clin. Orthop.* 467, 7–27. doi:10.1007/s11999-008-0572-1
- Dattani, R., 2007. Femoral osteolysis following total hip replacement. *Postgrad. Med. J.* 83, 312–316. doi:10.1136/pgmj.2006.053215
- Dawson, J., Fitzpatrick, R., Carr, A., Murray, D., 1996. Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement. *J. Bone Joint Surg. Br.* 78, 185–190.
- De la Camp, H.B., Schuchardt, K., Axhausen, W., Buck-Gramcko, D., Reimers, T.C., 1970. Zur geschichtlichen Entwicklung gelenkplastischer Eingriffe. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 2–14.
- DeLee, J.G., Charnley, J., 1976. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin. Orthop.* 20–32.
- Dettori, J.R., 2011. Loss to follow-up. *Evid.-Based Spine-Care J.* 2, 7–10. doi:10.1055/s-0030-1267080
- Dobbs, H.S., 1980. Survivorship of total hip replacements. *J. Bone Joint Surg. Br.* 62-B, 168–173.
- Eisenmenger, M., Emmerling, D., 2011. Amtliche Sterbetafeln und Entwicklung der Sterblichkeit. *Wirtsch. Stat.* 3, 219–238.
- Engelhardt, M., 2003. Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa. *Dtsch Z Sportmed* 54, 171–175.
- Engh, C.A., Bobyn, J.D., Glassman, A.H., 1987. Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J. Bone Joint Surg. Br.* 69, 45–55.
- Engh, C.A., Massin, P., Suthers, K.E., 1990. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin. Orthop.* 107–128.
- Ettinger, M., Ettinger, P., Lerch, M., Radtke, K., Budde, S., Ezechieli, M., Becher, C., Thorey, F., 2011. The NANOS short stem in total hip arthroplasty: a mid term follow-up. *Hip Int. J. Clin. Exp. Res. Hip Pathol. Ther.* 21, 583–586. doi:10.5301/HIP.2011.8658
- EuroQol Group, 1990. EuroQol—a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy Amst. Neth.* 16, 199–208.
- Falez, F., Casella, F., Panegrossi, G., Favetti, F., Barresi, C., 2008. Perspectives on metaphyseal conservative stems. *J. Orthop. Traumatol.* 9, 49–54. doi:10.1007/s10195-008-0105-4
- Felson, D.T., 1988. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiol. Rev.* 10, 1–

- 28.
- Garellick, G., Rogmark, C., Kärholm, J., Rolfson, O., 2013. Swedish Hip Arthroplasty Register Annual Report 2012. Gothenburg.
- Gautschi, O.P., D. Cadosch, S. Bauer, L. Filgueira, and R. Zellweger. 2008. "Heterotope Ossifikation: Von der Ätiologie zur aktuellen Therapie." *Der Unfallchirurg* 111 (7): 523–34.
- Ghera, S., Pavan, L., 2009. The DePuy Proxima hip: a short stem for total hip arthroplasty. Early experience and technical considerations. *Hip Int. J. Clin. Exp. Res. Hip Pathol. Ther.* 19, 215–220.
- Gluck, T., 1891. Referat über die durch das moderne chirurgische Experiment gewonnenen positiven Resultate, betreffend die Naht und den Ersatz von Defekten höherer Gewebe, sowie über die Verwertung resorbierbarer lebendiger Tampons in der Chirurgie. *Arch f Klin Chir* Vol. 41, 187–239.
- Gomez, P.F., Morcuende, J.A., 2005. Early Attempts at Hip Arthroplasty. *Iowa Orthop. J.* 25, 25–29.
- Grifka, J., Krämer, J., 2013. Orthopädie Unfallchirurgie, Auflage: 9. ed. Springer, Berlin; Heidelberg.
- Grifka, J., Kuster, M., 2011. Orthopädie und Unfallchirurgie für Praxis, Klinik und Facharztprüfung ; mit 155 Tabellen. Springer, Berlin [u.a.].
- Gruen, T.A., McNeice, G.M., Amstutz, H.C., 1979. "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin. Orthop.* 17–27.
- Hagel, A., Hein, W., Wohlrab, D., 2008. Experience with the Mayo conservative hip system. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* 75, 288–292.
- Harris, W.H., 1969. 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.
- Heisel, P.D. med D. h c mult J., 2007. Medikamentöse Therapie bei Gonarthrose, in: Jerosch, P.D. med D. h c mult J., Heisel, P.D. med D. h c mult J., Imhoff, P.D. med A.B. (Eds.), *Knie. Steinkopff*, pp. 3–9.
- Helferich, H., 1894. Ein neues Operationsverfahren zur Heilung der knöchernen Kiefergelenksankylose Vol. 48, 864–870.
- Hernigou, P., 2013. Earliest times before hip arthroplasty: from John Rhea Barton to Themistocles Glück. *Int. Orthop.* 37, 2313–2318. doi:10.1007/s00264-013-2004-4
- Hildebrandt, G., Jahns, J., Hindemith, M., Spranger, S., Sack, U., Kinne, R.W., Madaj-Sterba, P., Wolf, U., Kamprad, F., 2000. Effects of low dose radiation therapy on adjuvant induced arthritis in rats. *Int. J. Radiat. Biol.* 76, 1143–1153.
- Hinkelmann, U., Fleischhauer, M., 2012. Das neue Hüft- und Kniegelenk: Die Endoprothese Schritt für Schritt erklärt, Auflage: 3. ed. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München.
- Höher, J., Erggelet, C., 2003. Übersicht über die Therapieformen zur Behandlung der Arthrose. *Dtsch. Z. Für Sportmed.* 54.
- Hube, R., Zaage, M., Hein, W., Reichel, H., 2004. Frühfunktionelle Ergebnisse einer Kurzschaftprothese des Hüftgelenks mit metaphysär-intertrochantärer Verankerung. *Orthop.* 33, 1249–1258. doi:10.1007/s00132-004-0711-7
- Huggler, A.H., Jacob, H.A., Bereiter, H., Haferkorn, M., Ryf, C., Schenk, R., 1993. Long-term results with the uncemented thrust plate prosthesis (TPP). *Acta Orthop. Belg.* 59 Suppl 1, 215–223.
- Jackson, J. 2011. "Father of the Modern Hip Replacement: Professor Sir John Charnley (1911–82)." *Journal of Medical Biography* 19 (4): 151–56.
- Jaffe, W.L., Scott, D.F., 1996. Current Concepts Review - Total Hip Arthroplasty with Hydroxyapatite-Coated Prostheses*. *J Bone Jt. Surg Am* 78, 1918–34.
- Jakubowitz, E., Seeger, J.B., Lee, C., Heisel, C., Kretzer, J.P., Thomsen, M.N., 2009. Do short-stemmed-prostheses induce periprosthetic fractures earlier than

- standard hip stems? A biomechanical ex-vivo study of two different stem designs. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 129, 849–855. doi:10.1007/s00402-008-0676-9
- Jasty, M., Bragdon, C.R., Zalenski, E., O'Connor, D., Page, A., Harris, W.H., 1997. Enhanced stability of uncemented canine femoral components by bone ingrowth into the porous coatings. *J. Arthroplasty* 12, 106–113.
- Jasty, M., Krushell, R., Zalenski, E., O'Connor, D., Sedlacek, R., Harris, W., 1993. The contribution of the nonporous distal stem to the stability of proximally porous-coated canine femoral components. *J. Arthroplasty* 8, 33–41.
- Jerosch, J., 2012a. Kurzschaft ist nicht gleich Kurzschaft—Eine Klassifikation der Kurzschaftprothesen. *OUP* 1, 304–312.
- Jerosch, J., 2012b. Kurzschaftendoprothesen: Wo liegen die Unterschiede?, Auflage: 1. ed. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.
- Jerosch, J., Glameyer, H., 2009. Anatomische Anforderungen an ein Kurzschaftsystem (Mini-Hip). *Orthop Prax* 45, 74–81.
- Jerosch, J., Grasselli, C., Kothny, P., Litzkow, D., Hennecke, T., 2012. Postoperative Veränderungen von Offset, CCD-Winkel und Beinlänge nach Implantation einer metadiaphysär fixierten Kurzschaftprothese – eine radiologische Untersuchung. *Z. Für Orthop. Unfallchirurgie* 150, 20–26. doi:10.1055/s-0030-1270965
- Junnila, M., Seppänen, M., Mokka, J., Virolainen, P., Pölonen, T., Vahlberg, T., Mattila, K., Tuominen, E.K.J., Rantakokko, J., Äärämaa, V., Itälä, A., Mäkelä, K.T., 2015. Adverse reaction to metal debris after Birmingham hip resurfacing arthroplasty. *Acta Orthop.* 1–6. doi:10.3109/17453674.2014.1004015
- Kaczmarek, W., Pietrzak, K., Staszczuk, P., Kaczmarczyk, J., 2013. Patient-related outcome questionnaires in the assessment of the results of total hip replacement. *Pol. Orthop. Traumatol.* 78, 167–171.
- Kaipel, M., P. Grabowiecki, K. Sinz, S. Farr, and G. Sinz. 2015. "Migration Characteristics and Early Clinical Results of the NANOS® Short-Stem Hip Arthroplasty." *Wiener Klinische Wochenschrift*, March, 1–4.
- Kladny, B., Beyer, W.F., 2001. [Conservative nonpharmacological treatment of arthrosis]. *Orthop.* 30, 848–855.
- Kleinschmidt, O., 1948. *Operative Chirurgie*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Krueger, A., Singh, G., Lohmann, C., 2014. Der Einfluss von biomechanischen Prinzipien und Material auf das Design von Hüftendoprothesen. *Aktuelle Rheumatol.* 39, 114–119. doi:10.1055/s-0034-1372571
- Kurtz, S.M., Lau, E., Ong, K., Zhao, K., Kelly, M., Bozic, K.J., 2009. Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030. *Clin. Orthop.* 467, 2606–2612. doi:10.1007/s11999-009-0834-6
- Lange, C., Robert-Koch-Institut, 2011. Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie "Gesundheit in Deutschland aktuell 2009". Robert-Koch-Inst., Berlin.
- Learmonth, I.D., Young, C., Rorabeck, C., 2007. The operation of the century: total hip replacement. *The Lancet* 370, 1508–1519. doi:10.1016/S0140-6736(07)60457-7
- Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik (Leitlinie), 2007. . Bundesärztekammer.
- Lerch, M., Kurtz, A., Stukenborg-Colsman, C., Nolte, I., Weigel, N., Bougoucha, A., Behrens, B.A., 2012. Bone remodeling after total hip arthroplasty with a short stemmed metaphyseal loading implant: finite element analysis validated by a prospective DEXA investigation. *J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc.* 30, 1822–1829. doi:10.1002/jor.22120
- Lewis, D., 2008. Testing of MiniHip cementless stems.
- Lexer, E., 1908. *Freie Knochenplastik, Gelenksteifigkeit, Gelenktransplantation*. 86, 939.

- Lintner, F., Zweymüller, K., Brand, G., 1986. Tissue reactions to titanium endoprotheses. Autopsy studies in four cases. *J. Arthroplasty* 1, 183–195.
- Lister, J., 1867. On The Antiseptic Principle In The Practise Of Surgery. *The Lancet*, Originally published as Volume 2, Issue 2299 90, 353–356. doi:10.1016/S0140-6736(02)51827-4
- Loudon, J.R., Charnley, J., 1980. Subsidence of the femoral prosthesis in total hip replacement in relation to the design of the stem. *J. Bone Joint Surg. Br.* 62-B, 450–453.
- Matharu, G.S., Daniel, J., Ziaee, H., McMinn, D.J.W., 2014. Failure of a Novel Ceramic-on-Ceramic Hip Resurfacing Prosthesis. *J. Arthroplasty*. doi:10.1016/j.arth.2014.10.019
- McMinn, D., Treacy, R., Lin, K., Pynsent, P., 1996. Metal on Metal Surface Replacement of the Hip: Experience of the McMinn Prosthesis. *Clin. Orthop.* 329, S89–S98.
- Meldrum, R.D., Willie, B.M., Bloebaum, R.D., 2003. An Assessment of the Biological Fixation of a Retrieved Mayo Femoral Component. *Iowa Orthop. J.* 23, 103–107.
- Morrey, B. F. 2006. [http://www.zimmerindia.com/content/pdf/en-US/Zimmer_MAYO_Conservative_Hip_Prosthesis_Surgical_Technique_\(97-8026-102-00_Rev_2\)_\(05_2006\).pdf](http://www.zimmerindia.com/content/pdf/en-US/Zimmer_MAYO_Conservative_Hip_Prosthesis_Surgical_Technique_(97-8026-102-00_Rev_2)_(05_2006).pdf).
- Morrey, B.F., Adams, R.A., Kessler, M., 2000. A conservative femoral replacement for total hip arthroplasty. A prospective study. *J. Bone Joint Surg. Br.* 82, 952–958.
- Mulroy, R.D., Harris, W.H., 1990. The effect of improved cementing techniques on component loosening in total hip replacement. An 11-year radiographic review. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72, 757–760.
- Mulroy, W.F., Estok, D.M., Harris, W.H., 1995. Total hip arthroplasty with use of so-called second-generation cementing techniques. A fifteen-year-average follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 77, 1845–1852.
- Munting, E., Smitz, P., Van Sante, N., Nagant de Deuxchaisnes, C., Vincent, A., Devogelaer, J.P., 1997. Effect of a stemless femoral implant for total hip arthroplasty on the bone mineral density of the proximal femur. A prospective longitudinal study. *J. Arthroplasty* 12, 373–379.
- Murray, D.W., Britton, A.R., Bulstrode, C.J., 1997. Loss to follow-up matters. *J. Bone Joint Surg. Br.* 79, 254–257.
- Murray, D.W., Carr, A.J., Bulstrode, C., 1993. Survival analysis of joint replacements. *J. Bone Joint Surg. Br.* 75, 697–704.
- National Joint Registry, 2014. National Joint Registry for England, Wales and Northern Ireland 11th annual report.
- Nicoladoni, C., 1900. Ersatz des Daumengliedes durch die 2. Zehe 61, 606.
- Nilsdotter, A.K., Lohmander, L.S., Klässbo, M., Roos, E.M., 2003. Hip disability and osteoarthritis outcome score (HOOS)—validity and responsiveness in total hip replacement. *BMC Musculoskelet. Disord.* 4, 10. doi:10.1186/1471-2474-4-10
- Nishio, A., Eguchi, M., Kaibara, N., 1978. Socket and cup surface replacement of the hip. *Clin. Orthop.* 53–58.
- Norquist, B.M., Goldberg, B.A., Matsen, F.A., 2000. Challenges in evaluating patients lost to follow-up in clinical studies of rotator cuff tears. *J. Bone Joint Surg. Am.* 82, 838–842.
- OECD, 2013. Health at a Glance (No. 1995-3992). Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Oishi, C.S., Walker, R.H., Colwell, C.W., 1994. The femoral component in total hip arthroplasty. Six to eight-year follow-up of one hundred consecutive patients after use of a third-generation cementing technique. *J. Bone Joint Surg. Am.* 76, 1130–1136.
- Overgaard, S., Petersen, A., Havelin, L., Furnes, O., Herberts, P., Kärrholm, J., Garellick, G., 2011. The Prognosis of Total Hip Arthroplasty (tha) in Patients

- Younger Than 50 Years of Age. Results of 14,610 Primary Tha. J. Bone Joint Surg. Br. 93-B, 87–87.
- Parson, W., 2008. FEA analysis of the Corin MiniHip implant.
- Plitz, W., 2008. Torsional testing of the MiniHip.
- Povacz, F., 2007. Geschichte Der Unfallchirurgie. Springer-Verlag.
- Ritterman, S.A., Rubin, L.E., 2013. Management of the “young” patient with hip disease. R. I. Med. J. 2013 96, 26–29.
- Roth, A., Richartz, G., Sander, K., Sachse, A., Fuhrmann, R., Wagner, A., Venbrocks, R.-A., 2005. Verlauf der periprothetischen Knochendichte nach Hüfttotalendoprothesenimplantation: Abhängigkeit von Prothesentyp und knöcherner Ausgangssituation. Orthop. 34, 334–344. doi:10.1007/s00132-005-0773-1
- Rubin, L., Ritterman, S., McTighe, T., 2013. “Neck-Sparing” Total Hip Arthroplasty, in: Kinov, P. (Ed.), Arthroplasty - Update. InTech.
- Salemyr, M., Muren, O., Ahl, T., Bodén, H., Eisler, T., Stark, A., Sköldenberg, O., 2015. Lower periprosthetic bone loss and good fixation of an ultra-short stem compared to a conventional stem in uncemented total hip arthroplasty. Acta Orthop. 1–8. doi:10.3109/17453674.2015.1067087
- Savarino, L., Cadossi, M., Chiarello, E., Fotia, C., Greco, M., Baldini, N., Giannini, S., 2014. How Do Metal Ion Levels Change over Time in Hip Resurfacing Patients? A Cohort Study. Sci. World J. 2014, 1–7. doi:10.1155/2014/291925
- Savaser, A.N., Hoffmann, K.-T., Sörensen, H., Banzer, D.H., 1999. Die Radiosynoviorthese im Behandlungsplan chronisch-entzündlicher Gelenkerkrankungen. Z. Für Rheumatol. 58, 71–78. doi:10.1007/s003930050155
- Seegenschmiedt, M.H., Makoski, H.-B., Trott, K.-R., Brady, L.W., 2009. Radiotherapy for Non-Malignant Disorders. Springer Science & Business Media.
- Shehab, D., Elgazzar, A.H., Collier, B.D., 2002. Heterotopic Ossification. J. Nucl. Med. 43, 346–353.
- Smith, S.E., Estok, D.M., Harris, W.H., 2000. 20-year experience with cemented primary and conversion total hip arthroplasty using so-called second-generation cementing techniques in patients aged 50 years or younger. J. Arthroplasty 15, 263–273.
- Smith-Petersen, M.N., 1917. A new supra-articular subperiosteal approach to the hip joint. J. Bone Jt. Surg. s2-15, 592–595.
- Statistisches Bundesamt, 2015 Staat & Gesellschaft - Sterbefälle - Lebenserwartung in Deutschland [WWW Document]. URL <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Sterbefaelle/Tabellen/LebenserwartungDeutschland.html> (accessed 1.26.15).
- Steinmeyer, J., 2001. Medikamentöse Therapie der Arthrose. Orthop. 30, 856–865. doi:10.1007/s001320170022
- Swoboda, B., 2001. Aspects of epidemiological osteoarthritis research. Orthop. 30, 834–840. doi:10.1007/s001320170019
- Synder, M., Drobniowski, M., Pruszczyński, B., Sibiński, M., 2009. Initial experience with short Metha stem implantation. Ortop. Traumatol. Rehabil. 11, 317–323.
- Tanaka, S., 1978. Surface replacement of the hip joint. Clin. Orthop. 75–79.
- Trentani, C., Vaccarino, F., 1978. The Paltrinieri-Trentani hip joint resurface arthroplasty. Clin. Orthop. 36–40.
- Verneuil, A.S., 1863. Affection articulaire du genou.
- Wagner, H., 1978. Surface replacement arthroplasty of the hip. Clin. Orthop. 102–130.
- Watson-Jones, R., 1936. Fractures of the neck of the femur. Br. J. Surg. 23, 787–808. doi:10.1002/bjs.1800239213
- Watts, C.D., Abdel, M.P., Lewallen, D.G., Berry, D.J., Hanssen, A.D., 2014. Increased Risk of Periprosthetic Femur Fractures Associated With a Unique Cementless Stem Design. Clin. Orthop. doi:10.1007/s11999-014-4077-9

Literaturverzeichnis

- White, C., 1770. Cases in surgery, with remarks. Part the first. London.
- Whiteside, L.A., White, S.E., McCarthy, D.S., 1995. Effect of neck resection on torsional stability of cementless total hip replacement. *Am. J. Orthop. Belle Mead NJ* 24, 766–770.
- WHO, 2015 Chronic rheumatic conditions [WWW Document]. WHO. URL <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/> (accessed 9.6.14).
- Wiles, P., 1958. The surgery of the osteoarthritic hip. *Br. J. Surg.* 45, 488–497.
- Wittenberg, R.H., Steffen, R., Windhagen, H., Bücking, P., Wilcke, A., 2013. Five-year results of a cementless short-hip-stem prosthesis. *Orthop. Rev.* 5. doi:10.4081/or.2013.e4
- Zhang, Y., Jordan, J.M., 2010. Epidemiology of Osteoarthritis. *Clin. Geriatr. Med.* 26, 355–369. doi:10.1016/j.cger.2010.03.001

10 Anlagen

10.1 Fragebögen

10.1.1 Fragebogen Mini Hip Nachuntersuchung OHS

Bitte machen Sie ein Kreuz, wo Ihre heutige Situation (letzten 4 Wochen) am zutreffensten ist:

1. Beschreiben Sie den Hüftschmerz, den Sie überlicherweise haben:

Keinen	Sehr gering	Gering	Mäßig	Stark
--------	-------------	--------	-------	-------

2. Werden Sie nachts im Bett durch Schmerzen in Ihrer Hüfte gestört?

Nie	1-2 Nächte	Einige Nächte	Die meisten Nächte	Jede Nacht
-----	------------	---------------	--------------------	------------

3. Haben Sie einschießende, stechende oder krampfartige Schmerzen in der Hüfte?

Nie	1-2 Tage	Einige Tage	Die meisten Tage	Jeden Tag
-----	----------	-------------	------------------	-----------

4. Müssen Sie auf Grund Ihrer Hüfte hinken?

Nie	Manchmal/anfangs	Oft	meistens	Jeden Tag
-----	------------------	-----	----------	-----------

5. Wie lang können Sie laufen, bevor der Schmerz in der Hüfte sehr stark wird?

Über 60 min.	16-60 min.	5-15 min.	Nur zu Hause	Gar nicht
--------------	------------	-----------	--------------	-----------

6. Können Sie Treppen laufen?

Ja leicht	Mit geringen Schwierigkeiten	Mit mäßigen Schwierigkeiten	Mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich
-----------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------

7. Können Sie sich die Schuhe und Socken selbst anziehen?

Ja leicht	Mit geringen Schwierigkeiten	Mit mäßigen Schwierigkeiten	Mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich
-----------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------

Anlagen

8. Wie schmerzhaft ist das Aufstehen nach längerem Sitzen (z.B. nach dem Essen)?

Nicht schmerzhaft	Wenig schmerzhaft	Mäßig schmerzhaft	Sehr schmerzhaft	unerträglich
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	--------------

9. Haben Sie Schwierigkeiten in oder aus dem Auto zu kommen oder öffentlichen Nahverkehr zu benutzen?

Keine	Geringe	Mäßige	Extreme	Unmöglich
-------	---------	--------	---------	-----------

10. Haben Sie Schwierigkeiten sich überall zu waschen und abzutrocknen?

Keine	Geringe	Mäßige	Extreme	Unmöglich
-------	---------	--------	---------	-----------

11. Können Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?

Ja leicht	Mit geringen Schwierigkeiten	Mit mäßigen Schwierigkeiten	Mit extremen Schwierigkeiten	unmöglich
-----------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------

12. Wie sehr beeinträchtigt die Hüfte Ihr normales Arbeiten inkl. Haushaltsführung?

Gar nicht	Ein bisschen	teilweise	Stark	Vollständig
-----------	--------------	-----------	-------	-------------

10.1.2 Fragebogen Mini Hip Nachuntersuchung HOOS

S1. Hören Sie ein Geräusch in der Hüfte?

Nie	Selten	Manchmal	Oft	Immer
-----	--------	----------	-----	-------

S2. Haben Sie Probleme die Beine weit zu spreizen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

S3. Haben Sie Probleme während des Laufens einen Ausfallschritt zu machen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

S4. Wie stark ist Ihre Steifigkeit in der Hüfte am Morgen nach dem Aufstehen?

Gar nicht	Wenig	Mäßig	Stark	Extreme
-----------	-------	-------	-------	---------

S5. Wie stark ist Ihre Steifigkeit in der Hüfte nach längerem Sitzen oder Liegen im Verlauf des Tages?

Gar nicht	Wenig	Mäßig	Stark	Extreme
-----------	-------	-------	-------	---------

P1. Wie oft schmerzt Ihre Hüfte?

Niemals	Monatlich	Wöchentlich	Täglich	Immer
---------	-----------	-------------	---------	-------

Hatten Sie in der letzten Woche während folgender Tätigkeiten:

P2. Schmerzen beim Strecken der Hüfte?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P3. Schmerzen beim maximalen Beugen in der Hüfte?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P4. Schmerzen beim Laufen auf gerader Oberfläche/ebenem Gelände?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P5. Schmerzen beim Treppen laufen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

Anlagen

P6. Schmerzen nachts im Bett?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P7. Schmerzen beim Sitzen oder Liegen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P8. Schmerzen beim Aufrecht stehen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P9. Schmerzen beim Laufen auf harter Oberfläche (z.B. Asphalt)?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

P10. Schmerzen beim Laufen auf unebenem Grund?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Extreme
-------	--------	--------	-------	---------

Funktionen im täglich Leben: Schwierigkeiten/Probleme während der letzten Woche bei folgenden Tätigkeiten:

A1. beim Treppe hinuntersteigen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A2. beim Treppe hinaufsteigen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A3. beim Aufstehen aus Sitzender Position?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A4. beim Stehen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A5. beim Aufheben von Gegenständen auf dem Boden/Sich bücken?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

Anlagen

A6. beim Laufen auf gerader Oberfläche/ebenem Gelände?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A7. beim Be- und Aussteigen aus dem Auto?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A8. beim Einkaufen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A9. beim Anziehen von Strümpfen, Socken?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A10. beim Aufstehen aus dem Bett?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A11. beim Ausziehen von Strümpfen, Socken?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A12. beim Liegen im Bett?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A13. beim Besteigen oder Herauskommen aus der Badewanne?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A14. beim Sitzen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A15. auf Toilette setzen und wieder aufstehen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

A16. bei schwerer körperlicher Arbeit (Tragen schwerer Gegenstände, Boden putzen)?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

Anlagen

A17. bei leichter körperlicher Arbeit (kochen, Staub wischen)?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

Sport und Freizeit: Schwierigkeiten/Probleme in der letzten Woche durch ihre Hüfte:

SP1. beim Niederhocken?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

SP2. beim Rennen?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

SP3. beim Drehen auf dem belasteten Bein?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

SP4. beim Laufen auf unebenem Grund?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

Lebensqualität:

Q1. Wie oft sind Sie sich Ihres Hüftproblems bewusst?

Nie	Monatlich	Wöchentlich	Täglich	Immer
-----	-----------	-------------	---------	-------

Q2. Haben Sie Ihren Lebensstil zur Abwendung eines Schadens Ihrer Hüfte umgestellt?

Gar nicht	Wenig	Mäßig	Stark	Sehr stark
-----------	-------	-------	-------	------------

Q3. Wie sehr belastet Sie ihr fehlendes Vertrauen in Ihre Hüfte?

Gar nicht	Wenig	Mäßig	Stark	Sehr stark
-----------	-------	-------	-------	------------

Q4. Wie groß sind die Schwierigkeiten, die Sie im Allgemeinen mit Ihrer Hüfte haben?

Keine	Wenige	Mäßige	Große	Sehr große
-------	--------	--------	-------	------------

10.1.3 Fragebogen Mini Hip Nachuntersuchung EQ-5D

Beweglichkeit/Mobilität:

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

Für sich selbst sorgen:

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

Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Hausarbeit, Familien- und Freizeitaktivitäten)

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

Schmerzen/Körperliche Beschwerden

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

Angst/Niedergeschlagenheit

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

Wie gut oder schlecht ist Ihr **allgemeiner persönlicher Gesundheitszustand heute**:
Bitte machen Sie einen Punkt auf der unten aufgeführten Skala:

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

denkbar
schlechtester
Gesundheitszustand

denkbar
bester
Gesundheitszustand

10.2 Röntgenbogen

Corin

MiniHip Bone Conserving Hip Replacement

page 1 of 2

Radiographic Review - Femoral Component

Subject ID			Operative hip		Gender		Evaluation date							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
Site ID	Subj. #	Subj initials	Left	Right	Male	Female	M	M	D	D	Y	Y	Y	Y

Interval

<input type="checkbox"/> immed postop	<input type="checkbox"/> 1 yr	<input type="checkbox"/> 2 yr	<input type="checkbox"/> 3 yr	<input type="checkbox"/> 4 yr	<input type="checkbox"/> 5 yr
<input type="checkbox"/> 6 yr	<input type="checkbox"/> 7 yr	<input type="checkbox"/> 8 yr	<input type="checkbox"/> 9 yr	<input type="checkbox"/> 10 yr	<input type="checkbox"/> other

	Radiolucent lines (RLL)	Radiodense lines (RDL)	Osteolysis				Image reference
			AP view		Lat view		
			length	width	length	width	
1	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
2	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
3	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
4	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
5	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
6	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
7	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
8	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
9	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
10	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
11	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
12	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
13	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					
14	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present					

Stem tilt (>5 deg)	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >5mm
--------------------	---

Subsidence	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >5mm
------------	---

Extensive demarcation >50% interface & >2mm wide in any zone	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
--	---

Additional comments

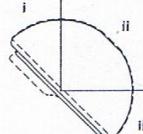
Signature of reviewer _____ Date of review _____

Radiographic Review - Acetabular Component

Subject ID			Operative hip		Gender		Evaluation date							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
Site ID	Subj. #	Subj initials	Left	Right	Male	Female	M	M	D	D	Y	Y	Y	Y

Interval

<input type="checkbox"/> immed postop	<input type="checkbox"/> 1 yr	<input type="checkbox"/> 2 yr	<input type="checkbox"/> 3 yr	<input type="checkbox"/> 4 yr	<input type="checkbox"/> 5 yr
<input type="checkbox"/> 6 yr	<input type="checkbox"/> 7 yr	<input type="checkbox"/> 8 yr	<input type="checkbox"/> 9 yr	<input type="checkbox"/> 10 yr	<input type="checkbox"/> other _____

		Osteolysis				Image reference
		AP view		Lat view		
Radiolucent lines (RLL)	Radiodense lines (RDL)	length	width	length	width	
i	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present				
ii	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present				
iii	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >2mm	<input type="checkbox"/> Present				

Acetabular superior migration	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >5mm in vertical direction
-------------------------------	---

Acetabular medial / lateral migration	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >5mm in vertical direction
---------------------------------------	---

Acetabular rotation	<input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> >5mm in vertical direction maximum width of concurrent radiolucency _____
---------------------	---

Heterotopic ossification	Brooker classification <input type="checkbox"/> Class I <input type="checkbox"/> Class II <input type="checkbox"/> Class III <input type="checkbox"/> Class IV
--------------------------	---

Additional comments

Signature of reviewer _____ Date of review _____

11 Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

12 Danksagung

Für die Überlassung des Themas möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn **Professor Dr. Jörg Jerosch** und Herrn **Professor Dr. Markus Rickert** bedanken.

Herrn **Dr. Jörn Bengt Seeger** und **Dr. Christian Grasselli** danke ich für die vielen Hilfeleistungen, Korrekturen und ihre Geduld mit mir.

Für die statistische Beratung und Hilfestellung bei der statistischen Auswertung möchte ich Herrn **Dr. Jörn Pons-Kühnemann** und **Frau Christine Scheibelhut** ganz herzlich danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt auch Herrn **Dr. Jörg Franke**, der mir mit vielen Korrekturen, Verbesserungsvorschlägen und Motivation sehr geholfen hat.

Des weiteren möchte ich meiner **Familie** und meinen **Freunden** danken, die mich immer wieder motiviert und angetrieben haben. Ohne euch wäre diese Arbeit sicherlich noch nicht fertig.