

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR ORTHOPÄDIE  
PROF. DR. MED. DR. H. C. J. GRIFKA  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

DER MINIMALINVASIVE ANTERIORE ZUGANG MICRO HIP© IM  
VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN TRANSGLUTEALEN ZUGANG NACH  
BAUER ZUR IMPLANTATION VON HÜFTTOTALENDOPROTHESEN

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Benjamin Jacob

2013



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR ORTHOPÄDIE  
PROF. DR. MED. DR. H. C. J. GRIFKA  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

DER MINIMALINVASIVE ANTERIORE ZUGANG MICRO HIP® IM  
VERGLEICH ZUM KONVENTIONELLEN TRANSGLUTEALEN ZUGANG NACH  
BAUER ZUR IMPLANTATION VON HÜFTTOTALENDOPROTHESEN

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Benjamin Jacob

2013

Dekan:	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
1. Berichterstatter:	PD Dr. Ernst Sendtner
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Martin Fleck
Tag der mündlichen Prüfung:	07.05.2014

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CK	Kreatinkinase
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
d.h.	das heißt
et al.	et alteri
etc.	et cetera
Hb	Hämoglobin
Hkt	Hämatokrit
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
n.s.	nicht signifikant
o.g.	oben genannte
präop.	präoperativ
postop.	postoperativ
sog.	sogenannten
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
<b>2.</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b> .....	3
2.1	Gesellschaftliche Relevanz.....	3
2.2	Koxarthrose .....	4
2.2.1	Terminologie .....	4
2.2.2	Ätiologie .....	5
2.2.3	Pathogenese .....	6
2.2.4	Klinische Symptomatik .....	7
2.2.4.1	Gangbild .....	7
2.2.4.2	Gehstrecke .....	8
2.2.4.3	Schmerzen .....	9
2.2.5	Konservative Therapie.....	10
2.2.5.1	Allgemeine Maßnahmen .....	10
2.2.5.2	Physiotherapie .....	10
2.2.5.3	Medikamentöse Analgesie.....	11
2.2.5.4	Orthopädische Hilfsmittel .....	12
2.3	Hüftgelenktotalendoprothetik.....	13
2.3.1	Historie .....	13
2.3.2	Konventionelle Zugangswege .....	16
2.3.2.1	Anteriorer Zugang .....	18
2.3.2.2	Anterolateraler Zugang.....	19
2.3.2.3	Transglutealer Zugang.....	19
2.3.2.4	Transtrochantärer Zugang .....	20
2.3.2	Minimalinvasive Techniken .....	21
2.3.2.1	Modifizierte konventionelle Zugangswege .....	21
2.3.2.2	MicroHip©-Zugang.....	22
2.3.2.3	Two-Incision-Technik .....	22
2.3.2.4	Standzeiten und Implantatdesign.....	23
<b>3.</b>	<b>Fragestellung</b> .....	24

<b>4.</b>	<b>Material und Methodik</b> .....	25
4.1	Studiendesign .....	25
4.2	Patientenkollektiv .....	25
4.3	Prothesensysteme .....	25
4.4	Operationsverfahren .....	28
4.5	Medikation.....	29
4.6	Laborchemische Testverfahren .....	29
4.6.1	Hämatokrit und Hämoglobinkonzentration.....	29
4.6.2	C-reaktives Protein .....	30
4.6.3	Kreatinkinase .....	30
4.7	Klinische Testverfahren.....	31
4.8	Radiologische Testverfahren .....	33
4.9	Statistische Testverfahren.....	34
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	35
5.1	Epidemiologische Daten.....	35
5.2	Intraoperative und hämatologische Daten .....	37
5.3	Schmerzverlauf.....	47
5.4	Funktionelle Ergebnisse und Gesundheitsstatus .....	48
5.5	Postoperative radiographische Kontrolle .....	52
5.6	Komplikationen .....	53
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b> .....	54
<b>7.</b>	<b>Ausblick</b> .....	62
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	63
<b>9.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	65
<b>10.</b>	<b>Anhang</b> .....	79
10.1	Anlagen.....	79
10.2	Lebenslauf .....	90
10.3	Eidesstattliche Erklärung.....	94
10.4	Danksagung .....	95

## 1. Einleitung

Der künstliche Hüftgelenkersatz stellt eine der größten Errungenschaften in der Chirurgie des muskuloskeletalen Systems der letzten Jahrzehnte dar und ist das am häufigsten durchgeführte operative Gelenkersatzverfahren in der Orthopädie. Aufgrund der beachtlichen Symptombesserung, Zuverlässigkeit und geringen Komplikationsrate sowie Kosteneffizienz gilt die Methode für einige als die Operation des Jahrhunderts.

In Deutschland werden jedes Jahr etwa 200 000 künstliche Hüftgelenke implantiert. Laut dem Annual Report 2010 des Schwedischen Hüftgelenkregisters müssen 95% aller implantierten Prothesen auch nach 10 Jahren nicht gewechselt werden. Allerdings werden aufgrund des Wunsches nach längeren Standzeiten, schnellerer Mobilität und geringerer Invasivität immer höhere Erwartungen an die Technik gestellt.

Wie in allen chirurgischen Disziplinen haben auch in der operativen Orthopädie minimalinvasive Verfahren eine enorme Weiterentwicklung in den letzten Jahren erfahren. Als Vorteile der minimalinvasiven Hüftgelenktotalendoprothetik werden neben dem offensichtlichen kosmetischen Aspekt ein geringeres Weichteil- und Muskeltrauma mit niedrigerem Blutverlust, eine verringerte postoperative Schmerzsymptomatik und schnellere Mobilität mit letztendlich verkürzter Rekonvaleszenz diskutiert. Kritiker verweisen auf das gesteigerte Risiko einer möglichen Implantatfehlage aufgrund des schlechter einsehbaren Operationsfeldes.

Die vorliegende Arbeit vergleicht den minimalinvasiven operativen Zugangsweg mit dem konventionellen Standardzugang bei der Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese anhand klinischer, laborchemischer und röntgenologischer Parameter. Die prospektiv randomisierte Studie, bestehend aus zwei Versuchsgruppen mit 55 bzw. 88 Probanden, erfolgte an der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg in Bad Abbach. Operationszeit, Schnittlänge, Blutverlust, Hb-/Hkt-Werte wurden notiert, sowie mögliche Komplikationen während der Operation vermerkt. Postoperative CK- und CRP-Werte verwiesen auf die Invasivität des stattgefundenen operativen Traumas. Die klinische Beurteilung erfolgte mit Hilfe orthopädischer Scores (HHS, OHS, EQ-5D) unmittelbar nach erfolgter Operation sowie 6 Wochen und 3 Monate im follow-up. Weiterhin wurden perioperative Komplikationen, Schmerzverlauf und Mobilitätsfortschritt verzeichnet und ausgewertet. Die korrekte



Implantatpositionierung wurde radiographisch ermittelt.

Trotz zahlreicher Untersuchungen konnte die minimalinvasive Operationstechnik bisher nicht als führend gegenüber der konventionellen Technik definiert werden. In dieser Arbeit stellen wir deshalb folgende Hypothese auf: der verwendete MicroHip©-Zugang ist dem Standardzugang nach Bauer hinsichtlich der Rekonvaleszenzzeit der operierten Patienten überlegen.

## **2. Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Gesellschaftliche Relevanz**

Die Verschiebung in der Altersstruktur als Folge von niedrigen Geburtenraten und steigender Lebenserwartung ist ein Phänomen, welches die Bundesrepublik Deutschland vor neue Aufgaben stellt. Seit 1972 ist die Sterberate höher als die Geburtenrate, sodass die Bevölkerung Deutschlands kontinuierlich abnimmt. Gleichzeitig steigt das Durchschnittsalter stetig an. Jeder fünfte Bundesbürger ist über 65 Jahre alt, 2030 wird ein Drittel der Generation 65 plus angehören [Statistisches Bundesamt Deutschland 2011].

Dieser demographische Wandel hat nicht nur Auswirkung auf das Gesundheitswesen, sondern betrifft auch die Altersvorsorge, die staatliche Infrastruktur, die Wirtschaft und Arbeitswelt. In jedem dieser Bereiche sind verschiedenste Maßnahmen notwendig, um die bestehenden Systeme aufrecht zu erhalten.

Ein weiterer Aspekt des demographischen Wandels ist nicht nur, dass Menschen älter werden, sondern auch wie sie altern. Viele wünschen sich Mobilität, Fitness, Sportfähigkeit als Ausdruck von Lebensqualität bis ins hohe Alter. Im Gegenzug werden Bestrebungen verstärkt, jüngere Patienten schnellstmöglich wieder ins Arbeitsleben einzugliedern und Rückfälle zu vermeiden. Besondere Anforderungen an Prävention, Zuverlässigkeit und Sicherheit von Medizinprodukten und Behandlungsmethoden sowie Rehabilitation sind erforderlich, um diesen Qualitätsanspruch zu erfüllen.

Derzeit stehen Erkrankungen des muskuloskeletalen Systems an dritthäufigster Stelle der Erkrankungen von über 65jährigen und sind der häufigste Grund für eine operative Maßnahme. Im Jahr 2009 gab es in Deutschland 164.000 stationäre Behandlungen allein aufgrund einer Koxarthrose [Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2011]. Infolge demographischer Veränderungen werden diese Zahlen noch weiter steigen. Schätzungen gehen von einer Verdopplung der Zahl der Patienten mit Knochen- und Gelenkerkrankungen in den kommenden 20 Jahren aus [Bone and Joint Decade Deutsches Netzwerk 2011].

Um die Relevanz der Erkrankungen zu verdeutlichen, wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Jahre 2010 – 2020 zur „Bone and Joint Decade 2010 – 2020“ erklärt.

Die Behandlungskosten, welche durch die Erkrankung Arthrose anfallen, sind enorm. Im Jahr 2008 wurden in Deutschland insgesamt 254 Milliarden Euro an Gesundheitskosten ausgegeben [Statistisches Bundesamt Deutschland 2011]. Mit 28,5 Milliarden Euro verursachten muskuloskeletale Erkrankungen die vierthöchsten Kosten nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krankheiten des Verdauungssystems sowie psychische und Verhaltensstörungen. Dabei entfallen rund 25 Prozent (7,6 Mrd. Euro) auf die Behandlung der Arthrose. Hinzu kommen indirekte Kosten für Arbeitsunfähigkeitstage, Frühberentung, Rehabilitierung etc.. Laut statistischem Bundesamt kam es im Jahr 2009 allein durch Arthrose zu 70000 verlorenen Erwerbstätigkeitsjahren [Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2011].

Circa 15 Prozent der über 60jährigen in den westlichen Industrieländern leiden an einer Koxarthrose [Instituts für Qualität & Patientensicherheit 2011]. Im Jahr 2008 wurden in Deutschland 156 887 Erstimplantationen eines künstlichen Hüftgelenks durchgeführt [Institut für Qualität und Patientensicherheit]. Dabei betrug der Mittelwert der Implantationskosten der G-DRG 1 269 Euro (2004) [G-DRG-Browser 2004 - 2008].

Die Gesundheitskosten generieren sich überproportional aus der Bevölkerungsgruppe älterer Menschen. Schon heute entfallen über 50 Prozent der Ausgaben auf die Generation 65 plus [Statistisches Bundesamt Deutschland 2011]. Aufgrund der demographischen Entwicklung mit der damit einhergehenden Überalterung der deutschen Bevölkerung ist mit einem drastischen Kostenanstieg in den nächsten Jahren zu rechnen.

## **2.2 Koxarthrose**

### **2.2.1 Terminologie**

Bei der Arthrose (Synonym *Arthrosis deformans* – altgriechisch *arthron* ‚Gelenk‘ und lateinisch *deformare* ‚verstümmeln‘) handelt es sich um eine Degeneration des

Knorpelgewebes mit sekundärer Knochenläsion und entzündlich bedingter Schrumpfung der Gelenkkapsel [Niethard et al. 2009].

Während bei der Arthrose die Degeneration im Vordergrund steht, ist es bei den Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises vor allem die Entzündung. Grundsätzlich kann jedes Gelenk arthrotische Veränderungen aufzeigen. Tragende Gelenke an den unteren Extremitäten und der Wirbelsäule sind allerdings weitaus häufiger betroffen.

Als Koxarthrose bezeichnet man degenerative Veränderungen des gesamten Hüftgelenkes mit unterschiedlicher Ätiologie [Rössler et al. 2003].

### **2.2.2 Ätiologie**

Allgemeine pathogenetische Ursache ist das Missverhältnis zwischen mechanischer Resistenz des Knorpels und seiner mechanischen Beanspruchung.

Die Qualität des Knorpels und die Größe des Druckes pro Knorpelflächeneinheit sind daher ausschlaggebend. Man unterscheidet zwischen primärer und sekundärer Arthrose [Weseloh & Swoboda 2005].

Bei der primären Arthrose besteht eine biologische Minderwertigkeit des Knorpels, deren Ursache nicht bekannt ist. Sie betrifft häufig ältere Patienten und tritt meist symmetrisch mit Befall mehrerer Gelenke gleichzeitig auf [Debrunner 2002].

Ursächlich für die Knorpelschädigung bei der sekundären Arthrose sind folgende Faktoren [Niethard et al. 2009]:

- |               |   |
|---------------|---|
| Überbelastung | - Gelenkdysplasien  |
|               | - Achsenfehler (valgisch/varisch)   |
|               | - Instabilitäten (z.B. Schlottergelenk)   |
|               | - Erworbene Formstörungen der Gelenke (z.B. Morbus Perthes, Epiphysiolysis capitis femoris) |

Unterbelastung	- z.B. Ruhigstellung im Gipsverband
Traumen	- Gelenkflächenfrakturen - Luxationen
Entzündung	- bakterielle Arthritiden - rheumatoide Arthritis
Metabolische Erkrankungen	- Gicht - Chondrokalzinose
Endokrine Erkrankungen	- Hyperparathyreoidismus - Hypothyreose

### **2.2.3 Pathogenese**

Mit Schädigung der Chondrozyten kommt es zur Veränderung amorpher Matrixanteile (Proteoglykane) und damit zum Wasser- und Elastizitätsverlust [Harrison et al. 1953].

Vermehrte Enzymfreisetzung bewirkt den Abbau von Kollagenfibrillen (Demaskierung) und der Grundsubstanz. Die Festigkeit des Gewebes nimmt ab und es kommt schließlich zur Auffaserung und Spaltbildung der Knorpelschicht (Fibrillation). Der nun aufgeraute und weiche Knorpel (Chondromalazie) wird nach und nach weggeschliffen. Der Knorpelverlust ist irreversibel. Es kann lediglich ein gegenüber hyalinem Knorpel minderwertiger Faserknorpel nachgebildet werden. Bei fortschreitender Schädigung wird der Knorpelschwund als Verschmälerung des Gelenkspalts röntgenologisch sichtbar.

Durch die veränderte mechanische Belastung aufgrund der nun starren Knorpeldecke kommt es zur reaktiven Verdichtung des Knochens. Diese subchondrale Sklerose gilt als Frühzeichen der Arthrose. Ist die Knorpelschicht vollends aufgebraucht, spricht man an diesen Stellen von einer Knorpelglatte.

Der in der Verdichtungszone erhöhte intraartikuläre Druck presst Synovialflüssigkeit zwischen die Spongiosabälkchen. Es entstehen Geröllzysten mit sklerotischem Rand, welche mit eingedickter Synovialflüssigkeit und Detritus gefüllt sind. Nach Einbruch solcher Zysten kann es zu subchondraler Knochennekrose kommen.

Abriebpartikel induzieren eine reaktive Entzündung der Gelenkinnenhaut. Die sekundäre Detritussynovialitis geht oft mit einem Erguss einher und überlagert das primäre Arthrosegeschehen. Es wird nun von einer aktivierten Arthrose, im englischen Sprachgebrauch auch Osteoarthritis, gesprochen.

Im unbelasteten Gelenkabschnitt wird der langsam breiter werdende Gelenkspalt als reaktive Antwort des vaskularisierten Gewebes mit wulstartigen Knorpel- und Knochenwucherungen gefüllt. Diese Osteophyten vergrößern zwar die Gelenkfläche des inkongruenten Gelenkes, führen aber im späteren Verlauf zu starker Deformierung – Arthrosis deformans.

Als Folge der gestörten Gelenkfunktion reagiert die umfassende Muskulatur mit Kontraktur oder Atrophie [Breitenhuber et al. 2000]. Letztlich kommt es zu einem Circulus vitiosus von Deformität und Fehlbelastung [Bernsmann & Wiese 2006; Hackenbroch 1998; Imhof 2005; Roach & Tilley 2008].

## **2.2.4 Klinische Symptomatik**

Die Symptome bei Koxarthrose beginnen meist schleichend. Das klinische Vollbild ist durch starke Schmerzen und kompletten Funktionsverlust des Gelenkes gekennzeichnet und führt häufig zum sozialen Rückzug. Mehrere Studien haben gezeigt, dass sowohl Schmerzausmaß als auch Funktionalität nicht mit dem radiologischen Befund der Koxarthrose korrelieren.

### **2.2.4.1 Gangbild**

Das Gangbild eines Patienten mit Koxarthrose ist Ausdruck einer Schonhaltung zur Schmerzreduktion.

Laut Hurwitz und Hulet korreliert die Schmerzintensität mit dem Extensionsdefizit der betroffenen Hüfte während der späten Standbeinphase [Hulet et al. 2000; Hurwitz et al. 1997]. Als Folge kommt es zur passiven Flexionskontraktur und zur anterioren Beckenkipfung. Die somit hervorgerufene lumbale Hyperlordosierung äußert sich häufig mit Rückenschmerzen. Auch die Oberkörperverlagerung nach vorn, die verstärkte Knieflexion sowie die Sprunggelenkdorsalextension resultieren aus der minimalen Extensionsbewegung der Hüfte während des Ganges. Abduktions-, Flexions- und Außenrotationsstellung führen zur bestmöglichen intraartikulären Druckreduktion und schonen die Gelenkkapsel.

Die Asymmetrie des Ganges entsteht durch die unilaterale Fehlbelastung aufgrund des eingeschränkten Bewegungsumfanges der betroffenen Seite. Aufgrund der kurzen Belastungsphase der erkrankten Seite wird die gesunde Seite verstärkt beansprucht. Durch die Dysbalance kommt es zu Muskelkontrakturen und -insuffizienzen. Während Flexoren, Adduktoren und Außenrotatoren zur Kontraktur neigen, stellt sich bei den großen und kleinen Glutealen eine Muskelschwäche ein. Das daraus resultierende Abkippen des Beckens während des Einbeinstandes auf die kontralaterale Seite ist als Trendelenburg-Zeichen bekannt. Der Patient kompensiert diesen funktionellen Beinlängenunterschied durch das sog. Duchenne-Hinken: die Körperverlagerung auf die betroffene Seite zum Schwerpunktausgleich [Murray et al. 1971; Nakamura 1999; Perry & Burnfield 2010].

#### **2.2.4.2 Gehstrecke**

Die maximale Gehstrecke ist erst im fortgeschrittenen Stadium der Koxarthrose wesentlich beeinträchtigt. Viel früher kommt es durch die verkürzte Schrittlänge und Schrittsequenz zu einer Verlangsamung des Ganges [Weber et al. 1992].

Die Insuffizienz der Laufbewegung führt zu einer erhöhten Herzfrequenz und schnellerer Ermüdbarkeit. Durch zusätzlichen progredienten Belastungsschmerz ist der Patient gezwungen, öfter zu pausieren [Waters et al. 1987].

Der menschliche Gang wird durch eine Vielzahl von Sensoren ermöglicht, welche die Laufbewegung als Feedback wiedergeben. Sind diese Mechanorezeptoren aufgrund

destruktiver Abläufe (beispielsweise in der Gelenkkapsel) in ihrer Funktion beeinträchtigt, so kommt es zum Verlust der physiologischen Propriozeption und schließlich zur Unsicherheit in der Fortbewegung [Perry & Burnfield 2010]. Die Patienten meiden schwieriges Terrain wie Kies-, Geröll- oder Feldwege sowie Strecken mit steileren Aufgängen und Abhängen.

#### **2.2.4.3 Schmerzen**

Initiale Symptome einer Koxarthrose sind belastungsabhängige Schmerzen. Die Beschwerden entwickeln sich allmählich und wechseln in ihrer Intensität. Oft führt ein Trauma nach jahrelangem schleichenden Verlauf zur abrupten Verschlechterung des Zustandes. Es wird ein Anlaufschmerz mit zunehmender Funktionseinschränkung vor allem in der Innenrotation und Extension beschrieben. Der Schmerz ist typischerweise in der Inguinalregion lokalisiert, kann aber auch über die Oberschenkelvorderseite bis in das Kniegelenk ausstrahlen. Eine Schmerzprojektion in die Glutealregion oder in das Iliosakralgelenk bzw. in die Lendenwirbelsäule sowie ein Trochanterdruckschmerz können die Diagnose erschweren. Die Schmerzqualität wird unterschiedlich angegeben: stumpf, stechend, scharf schneidend.

Charakteristisch für die manifeste Arthrose ist eine Gelenksteifigkeit, welche vorwiegend morgens, abends und nach Inaktivität auftritt. Im Gegensatz zur deutlich länger andauernden Gelenksteifigkeit bei der rheumatoiden Arthritis vergeht sie nach wenigen Minuten wieder.

Im späteren Krankheitsverlauf werden die Patienten durch permanenten belastungsunabhängigen und auch nachts auftretenden Schmerz geplagt. Die progrediente Bewegungseinschränkung führt schließlich zu einem bleibenden Funktionsverlust, welcher das alltägliche Leben enorm einschränkt. Gewohnte Tätigkeiten wie Anziehen, Waschen, Treppensteigen, Einkaufen, Ein/Aussteigen aus Fahrzeugen oder Radfahren sind nur eingeschränkt und nur noch unter starken Schmerzen möglich.

Das letzte Stadium der aktivierten Arthrose ist durch Gelenkschwellung, Überwärmung und Rötung als Zeichen einer Entzündung gekennzeichnet und deutet auf eine



fortgeschrittene Zerstörung des Gelenkes hin [Bijlsma et al. 2011; Dieppe 1995; Lane 2007].

### **2.2.5 Konservative Therapie**

Unter konservativer Therapie der Arthrose versteht man alle nichtoperativen Maßnahmen. Dazu gehören eine ausführliche Beratung, Physiotherapie, orthopädische Hilfsmittel und die medikamentöse Therapie. In jüngster Zeit zielt die pharmakologische Forschung auf Medikamente, die an der Ursache der Arthrose ansetzen. Die konservativen Behandlungsmaßnahmen führen lediglich zur Symptomlinderung und Verlangsamung der Progression der Erkrankung.

#### **2.2.5.1 Allgemeine Maßnahmen**

Hierunter zählen die Beratung und Aufklärung des Patienten über das Wesen der Erkrankung. Prognose, Verlauf, Therapiemöglichkeiten und Alternativen müssen dem Patienten verständlich näher gebracht werden. Hilfestellung bei ungeklärten Fragen und Möglichkeiten der sozialen Unterstützung, z.B. durch Selbsthilfegruppen, Telefonhotline etc., verbessern den Umgang mit der Erkrankung [Zhang et al. 2005; Zhang et al. 2010].

#### **2.2.5.2 Physiotherapie**

Die physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit Koxarthrose hat sowohl die Schmerzlinderung als auch die Verbesserung bzw. den Erhalt von Beweglichkeit, Muskelkraft und Koordination zum Ziel.

Intermittierende Traktion im Wechsel mit Kompression, Bewegung im schmerzfreien Bereich und die Zentrierung des Hüftgelenkes dienen der Entlastung und Resorptionsförderung eines Reizergusses des Gelenkes. Die Muskelelastizität wird durch Dehnungsübungen verbessert. Kraft und Koordination trainiert der Physiotherapeut durch widerlagernde Mobilisation, funktionelle gangtypische Muster

und die Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF). Auch die Behandlung der Nachbargelenke, z.B. die Entlastung der Lendenwirbelsäule und Kniegelenke, muss im Therapieplan enthalten sein.

Supplementäre physikalische Maßnahmen (Elektrotherapie, Thermotherapie, Balneotherapie, Massagen, Ultraschalltherapie) sind nicht evidenzbasiert, können aber in Einzelfällen zur Schmerzlinderung beitragen [Dölken 2005; Fransen et al. 2002; Fransen et al. 2009; Funke 1994; Roddy et al. 2005].

### **2.2.5.3 Medikamentöse Analgesie**

Die medikamentöse Schmerztherapie richtet sich nach dem Stufenschema der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Paracetamol kommt bei leichten bis mittelschweren Schmerzen zum Einsatz. Das Nichtopioid-Analgetikum ist wegen seiner Effektivität und geringen Nebenwirkungen auch als Medikament zur Langzeiteinnahme geeignet. Paracetamol hat allerdings nur eine geringe therapeutische Breite: eine Tagesdosis von 4g oral sollte wegen der Gefahr der Hepatotoxizität nicht überschritten werden [Towheed et al. 2003].

Auch nichtsteroidale Antirheumatika (z.B. Diclofenac, Ibuprofen) gehören zur Schmerzmedikation. Sie besitzen neben ihrer schmerzstillenden eine entzündungshemmende Komponente. Allerdings besteht die Gefahr gastrointestinaler Komplikationen (z.B. die Entwicklung blutender Magenerosionen oder -ulcera). Celecoxib als selektiver COX-2-Inhibitor weist eine bessere Magen-Darm-Verträglichkeit, jedoch erhöhte kardiovaskuläre Nebenwirkungen auf.

Bei starken Schmerzen im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung oder bei Kontraindikation bzw. Unverträglichkeit von nichtsteroidalen Antirheumatika fällt die Wahl auf Opioid-Analgetika wie Tramadol [Cepeda et al. 2007] oder Paracetamol-Codein-Kombinationspräparate [Peloso et al. 2000]. Häufigste Nebenwirkungen sind Obstipation, Nausea, Schwitzen und Sedierung.

Bei Auftreten von akuten Schmerzen mit Hinweis auf ein inflammatorisches Geschehen

bei aktivierter Arthrose können intraartikuläre Kortisonapplikationen indiziert sein. Der Zugang erfolgt unter aseptischen Bedingungen und fluoroskopischer Sicht. Eine einmalige Anwendung (z.B. mit 40 mg Triamcinolon) kann bis zu 3 Monate Schmerzen reduzieren. Trotz aseptischer Bedingungen sind infektiöse Koxitiden nach intraartikulärer Injektion gefürchtete Komplikationen [Qvistgaard et al. 2006].

Unter SYSADOA (**s**ymptomatic **s**low-**a**cting **d**rugs in **o**steoarthritis) und DMOAD (**d**isease **m**odifying **o**steoarthritis **d**rugs) versteht man Medikamente, welche eine Langzeitwirkung erreichen bzw. eine Chondroprotektion bewirken sollen [Dougados et al. 2001; Richette et al. 2004]. Hierunter zählen Chondroitin und Glucosamin als Bestandteile des Knorpel- und Bindegewebes und der Gelenkflüssigkeit, Hyaluronsäure zur Viscosupplementation sowie Diacerein als Zytokinantagonist [Gigante & Callegari 2001; Qvistgaard et al. 2006; McAlindon et al. 2000]. In vitro konnte ein krankheitsmodifizierender Effekt der Substanzen festgestellt werden, Erfolge am Patienten sind wissenschaftlich noch nicht abschließend belegt. Die Medikamente gelten als sicher und verursachen kaum Nebenwirkungen [Altman 2000].

Bei allen genannten Medikamenten sind patientenspezifische Kontraindikationen und Dosierungseinschränkungen zu beachten.

#### **2.2.5.4 Orthopädische Hilfsmittel**

Orthopädische Hilfsmittel erleichtern den Umgang mit der Krankheit im Alltag durch Entlastung des Hüftgelenkes und Mobilitätssteigerung.

Modifizierung des Schuhwerkes durch weiche Sohlen, Silikonfersenkissen oder Absatzerhöhung erlauben eine Schockabsorption auf hartem Untergrund, Ausgleich einer Beinlängendifferenz oder sonstiger Fehlstellungen. Gehhilfen (Handstock, Gehstock, Unterarmgehstütze kontralateral) entlasten das Gelenk durch Kraftverteilung. Sitzerrhöhung durch Keilkissen, Schuh- und Strumpfanzieher oder ein mechanischer Greifarm erweitern die durch Funktionsverlust des Gelenkes eingeschränkte Reichweite [AWMF – Koxarthrose 2011].

## 2.3 Hüftgelenktotalendoprothetik

### 2.3.1 Historie

Die ersten Behandlungsversuche bei Erkrankungen des Hüftgelenkes reichen bis in die Antike zurück. Bereits 400 v. Chr. beschäftigte sich der berühmteste Arzt des Altertums, Hippokrates von Kos, mit der angeborenen Hüftdysplasie und Hüftluxation. Seine als Corpus Hippocraticum bekannten Schriften beschreiben Möglichkeiten zur Schmerzlinderung und Verbesserung der Bewegungseinschränkung [Povacz 2000].

Bis Anfang des 19. Jahrhunderts waren Amputationen die übliche Therapie bei Verletzungen der Hüftregion. Dem Londoner Chirurgen Anthony White gelang 1821 als erstem die Resektion eines Hüftkopfes. Bei der sogenannten Dekapitationsplastik wurde der verbleibende Stumpf in die noch vorhandene Pfanne eingestellt [Gomez & Morcuende 2005]. Über 100 Jahre später popularisierte Gathorne Robert Girdlestone die Resektion infektiöser Gelenke infolge Tuberkulose oder Schusswunden. Noch heute wird der gelenkfreie Zustand nach proximaler Femurresektion als Girdlestone Situation bezeichnet [Girdlestone & Somerville 1952; Girdlestone 2008].

1826 führte John Rea Barton im Pennsylvania Hospital, Philadelphia, USA, die erste intertrochantere Femurosteotomie mit nachfolgender Bildung einer Pseudarthrose an einer ankylosierten Hüfte durch. Drei Monate nach dem nur siebenminütigen Eingriff war der Patient in der Lage, mit Hilfe eines Krückstockes zu gehen. Barton erkannte die Notwendigkeit der Bewegung zur Bildung einer Pseudarthrose. Mortalitätsraten von fünfzig Prozent und das Versteifen bereits operierter Gelenke schmälerten jedoch die anfänglichen Erfolge der Methode [Barton 2007].

Erst durch Einführung von Hygienemaßnahmen, insbesondere der chirurgischen Asepsis, sowie Etablierung suffizienter Narkoseverfahren konnte die Sterblichkeit dieser operativen Maßnahmen erheblich gesenkt werden und die dauerhafte Remobilisierung durch Interpositionsverfahren wurde möglich.

Heinrich Helferich aus Greifswald interponierte 1893 erstmals den Schläfenmuskel nach Kieferresektion. Murphy verwendete 1905 Faszienlappen, Muskellappen und Fettgewebe als Interpositionsmaterial [Murphy 2008]. Beide begründeten mit ihren

Arbeiten die Technik der Arthroplastik, welche unter Payr und Lexer verfeinert und perfektioniert wurde.

Neben körpereigenen wurden auch körperfremde Materialien als Interponat verwendet. Bereits 1840 positionierte Cornochon eine lose Holzscheibe, um die Beweglichkeit zu erhalten. Der tschechische Chirurg Chlumsky experimentierte mit zahlreichen Materialien, u.a. Celluloid, Zink, Glas, Magnesium, Wachs, Kautschuk und Silberplatten [Gomez & Morcuende 2005].

Die erste vollständige Endoprothese wurde von dem Berliner Professor Themistocles Gluck implantiert. 1890 fertigte er eine Endoprothese als Kniegelenkscharnier aus Elfenbein und fixierte diese mit Hilfe von Gips und Kolophonium [Rabenseifner 1998].

Marius Smith-Petersen stellte 1923 die von ihm konzipierte Mould-Arthroplastik vor. Dabei handelte es sich um eine lose Kappe, welche zwischen Pfanne und Kopf eingelegt wurde. Anfangs aus Glas gefertigt, verwendete Smith-Petersen unterschiedliche Materialien wie Plexiglas, Viscaloris, Bakelid und schließlich im Jahr 1938 Vitallium, eine CoCrMo-Legierung (Cobalt, Chrom, Molybdän), welche bereits in der Zahnprothetik etabliert war. In den darauffolgenden zehn Jahren implantierte er über 500 Vitallium-Kappen mit ersten akzeptablen Langzeitergebnissen [Smith-Petersen 2006]. Fest aufsitzende Kappen wurden erstmals 1950 von Adam und Lange implantiert. Diese Cup-Arthroplastik wurde im Laufe der Jahre durch Pioniere wie Freeman, Wagner, Eicher und Amstutz immer weiterentwickelt und mündete schließlich 1991 in die Einführung der McMinn-Oberflächenersatzprothese [McMinn et al. 1996].

Groves übertrug Gluck's Idee der Elfenbeinprothese auf das Hüftgelenk. 1927 ersetzte er den Hüftkopf mit der ersten Schenkelhalsprothese [Ratliff 1983]. Moore und Bohlman entwarfen 1940 eine Prothese mit langem Stiel aus Vitallium. Die Gebrüder Judet entwickelten 1948 eine Hüftkopfstiftprothese aus Acryl [Judet, J & Judet, R 1950]. Moore und Thompson fertigten 1951/52 eine Prothese aus Metall mit Kragen und einem fenestriertem Schaft, welcher zementfrei verankert wurde. Diese Hemiarthroplastik war die erste ihrer Art, welche weite Verbreitung fand und teilweise noch heute verwendet wird [Zichner 2000].

1938 entwickelte Phillip Wiles am Middlesex Hospital in London die erste Totalendoprothese des Hüftgelenkes. Beide Prothesenkomponenten wurden mit Schrauben fixiert und verwendeten eine Metall-Metall-Gleitpaarung. Die Ergebnisse waren jedoch nicht zufrieden stellend [Wiles 2003]. Das Team McKee-Farrar erweiterte die Idee der Totalendoprothese und verwendete ab 1950 eine Thompson-Prothese, welche mit einer schraubenfixierten Threeclaw-Type-Pfanne artikulierte [McKee & Watson-Farrar 1966].

Anfang der 60er Jahre revolutionierte Sir John Charnley die Hüftendoprothetik. Durch Einführung des Knochenzements Polymethacrylat (PMMA) konnte die Last gleichmäßig auf eine größere Knochenfläche verteilt und eine stabile Verankerung erreicht werden. Weiterhin verwendete Charnley eine Metallschaftkomponente mit relativ kleinem 22mm-Kopf und eine dickwandige Polyethylenpfanne. Seine von ihm propagierte low-friction-arthroplasty wurde zum Goldstandard der damaligen modernen Endoprothetik [Charnley 2010].

In der Folgezeit wurden zahlreiche Prothesenmodelle mit zementierten Verankerungstechniken entwickelt. Allerdings zeigten sich nun immer häufiger aseptische Lockerungen und Osteolysen. Vor allem Willert und Buchhorn erörterten die Nachteile des Knochenzements und man wandte sich neuen zementfreien Techniken zu [Willert et al. 1990].

Bereits 1964 implantierte Ring zementfreie Prothesen mit Metall-Metall-Gleitfläche, welche Standzeiten von 97% im 17-Jahres-follow-up erreichten [Ring 1971]. Mittelmeier schuf 1974 eine zementfreie Tragrippenprothese mit gefensterter Oberfläche, wodurch eine vergrößerte Lastenverteilung erreicht wurde [Mittelmeier 1984]. Auch Judet erkannte die Vorteile verbesserter Osteointegrität und entwickelte 1971 die Poroprothese. Diese enthielt Metallporen, welche das Einwachsen des Knochens begünstigen sollten [Judet et al. 1978]. Lord erweiterte dieses Konzept und verlieh seinen Prothesen eine madreporische Oberfläche [Lord et al. 1978]. Zweymüller verwendete 1979 Prothesenschäfte mit Titanlegierungen und Press-Fit-Pfannen und verbesserte abermals die Osteointegrität [Zweymüller 1986].

Auch die Schaftform wurde im Laufe der Jahre immer weiterentwickelt. Müller etablierte 1969 eine gebogene Schaftprothese, scherzhaft Müller-Banane genannt [Jani

1996]. Weller modifizierte den gebogenen Schaft und brachte 1978 die biomechanisch optimierte Form auf den Markt. Morscher und Mathys versuchten in den 70er Jahren die Elastizität des Knochens zu imitieren und entwickelten ein Kunststoffimplantat, welches die Kraftübertragung an den Kontaktflächen optimieren sollte [Morscher & Mathys 1974]. Die ersten, welche Form und Oberflächenbeschaffenheit kombiniert berücksichtigten, waren Schütt und Grundei. 1982 führten sie einen anatomischen Schaft mit metall-spongiöser Oberfläche ein [Jani 1996]. Weiterhin wurden etliche Pfannensysteme entwickelt, wie Mittelmeier's konische Schraubpfanne oder Spotorno's elastische Spreizpfanne Anfang der 1980er Jahre.

Die Suche nach geeigneten Werkstoffen zur Gleitpaarung wurde 1970 von Boutin durch die Einführung eines Aluminium-Keramik-Kugelkopfes ergänzt [Jani 1996]. Neben Metall, Polyethylen und verschiedenen Legierungen standen nun zahlreiche Kombinationen zur Verfügung.

Mit Einführung der CT- und Computertechnik sind moderne Verfahren zur präzisen Endoprothetikchirurgie entwickelt worden. 1992 wurde erstmals eine Hüftendoprothese mit Hilfe des modifizierten Industrieroboters ROBODOC implantiert. Nach erfolgter computergestützter Planung ermöglicht er durch präzise Auffräsung den optimalen Sitz der Prothese. Dem Vorteil der Genauigkeit stehen jedoch gravierende Nachteile wie verlängerte Operationszeiten, erheblicher Muskelschaden und erhöhte Revisionsraten gegenüber, sodass weitere Forschung notwendig ist, um eine Etablierung der Methode zu erreichen [Honl et al. 2003].

Bei der computerunterstützten Navigation wird dem Chirurgen anhand vorher gesetzter anatomischer Markierungen während der Operation ein Echtzeit-3D-Modell zur Verfügung gestellt. Diese visuelle Hilfe ermöglicht eine präzisere Positionierung der Implantate. Mögliche Erfolge des NaviHip-Verfahrens müssen noch diskutiert werden, sind aber vielversprechend [Renkawitz et al 2011].

### **2.3.2 Konventionelle Zugangswege**

Ebenso wie die steten Entwicklungsschritte bei den Endoprothesenmodellen erfuhren der operative Zugang zum Hüftgelenk im Laufe der Zeit Modifikationen. Die Wahl des

chirurgischen Zugangsweges wird primär durch die zu schonenden Strukturen wie Nerven und Gefäße determiniert. Darüber hinaus existieren unterschiedliche operative Schulen, sodass verschiedene Zugänge bis heute in gleicher Wertigkeit nebeneinander existieren.

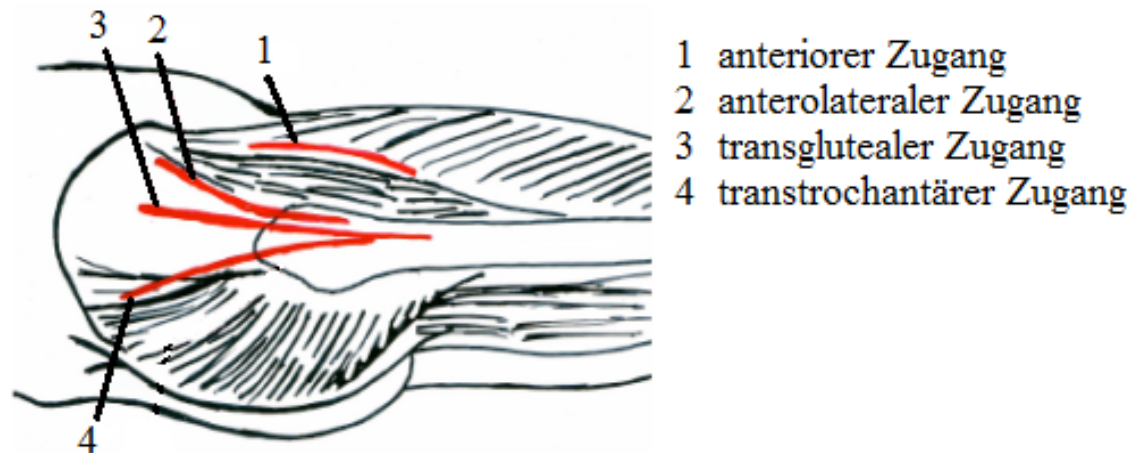


Abb. 1: Zugangswege zum Hüftgelenk, dargestellt in der Sagittalebene

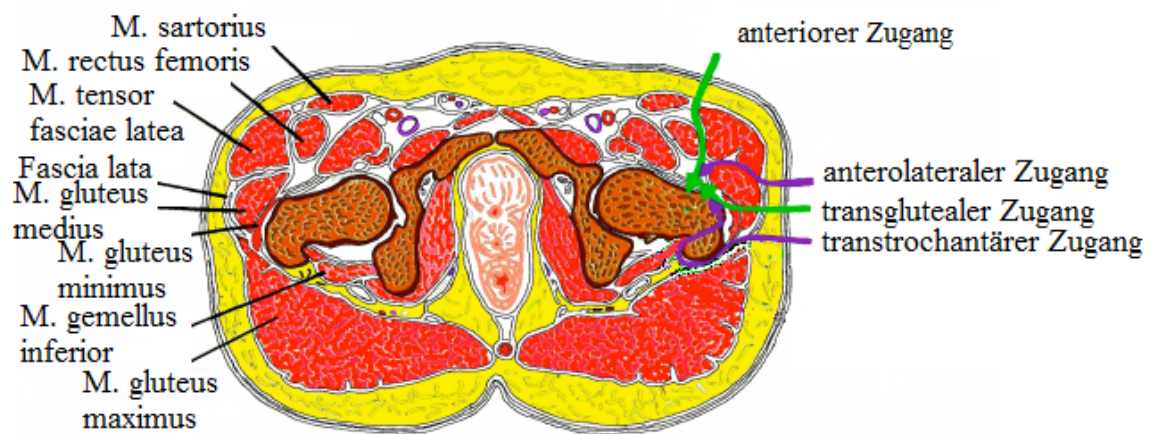


Abb. 2: Zugangswege zum Hüftgelenk, dargestellt in der Transversalebene



### 2.3.2.1 Anteriorer Zugang

Der anteriore Zugang nutzt die Muskellücke zwischen M. tensor fasciae latae und M. sartorius. Er wird oft für die offene Reposition nach Hüftgelenkluxation angewandt. Der Patient befindet sich in Rückenlage.

Die Hautinzision beginnt lateral der Spina iliaca anterior superior und verläuft 15-20cm schräg distal Richtung des lateralen Patellarandes. Die Vertiefung zwischen den Muskelbäuchen des M. tensor fasciae latae und des M. sartorius dient als Orientierung. Die Faszie wird im Verlauf in Richtung des Hautschnittes eröffnet und der mediale Rand des M. tensor fascia latae freipräpariert. Hierbei kann es zu einer Verletzung von Ästen des sensiblen N. cutaneus femoris lateralis kommen. Durch Weghalten des M. sartorius, darunterliegend der Mm. recti femoris und des M. psoas mediallyseitig sowie der Mm. glutei medius et minimus nach lateral erreicht man in der Tiefe die Hüftgelenkkapsel. Die Durchtrennung des Caput reflexum erleichtert die Retraktion des M. rectus femoris nach medial. Nach Ligation der horizontal verlaufenden Vasa circumflexa kann die Hüftgelenkkapsel eröffnet werden.

Dem bereits beschriebenen Problem der möglichen Nervenläsion stehen der einfache Wundverschluss der selbst verschließenden Inzision und der Erhalt der hüftumgreifenden Muskulatur gegenüber [Judet, J. & Judet., H 1985; Frank & Pfeil 2008; Masquelet et al. 1997].

Der anteriore Zugang ist nach proximal zu einem iliofemorale Zugang erweiterbar. Er geht auf Smith–Petersen zurück, der ihn bei der Implantation seiner Mould-Arthroplastik verwendete.

Vorteil des erweiterten anterioren Zuganges ist die große Einsicht auf kraniale Hüftanteile und auf den Pfannengrund. Nachteilig ist die Gefahr der ektopen Knochenbildung aufgrund der ausgedehnten Ablösung der Muskulatur von der Fossa iliaca externa [Masquelet et a. 1997; Smith-Petersen 1949].

### **2.3.2.2 Anterolateraler Zugang**

Dieser klassische Zugang beruht auf Watson-Jones, der ihn in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts bei Gelenkverletzungen etablierte [Watson-Jones 1974]. Auch heute noch wird dieser Zugangsweg häufig bei Endoprothesenversorgung nach Schenkelhalsfrakturen gewählt. Das Hüftgelenk wird in der Lücke zwischen M. tensor fasciae latae und M. gluteus medius erreicht. Der Patient befindet sich in Rückenlage.

Die Hautinzision beginnt unterhalb der Spina iliaca anterior superior, verläuft dann bogenförmig nach distal entlang der ventralen Begrenzung des Trochanter major und endet 6 – 8cm distal der Linea intertrochanterica. Nach subkutaner Präparation erfolgt die Spaltung der Fascia lata in gleicher Richtung des Hautschnittes. Der Vorderrand der Mm. glutei medius et minimus wird aufgesucht. Von dort erfolgt die stumpfe Präparation und Trennung der Muskeln vom M. tensor fasciae latae. Hält man anschließend den M. gluteus medius nach dorsal und den M. tensor fasciae latae nach ventral, so wird das Fettgewebe, welches die Hüftgelenkscapsel bedeckt, sichtbar. Nach Freilegung durch stumpfe Präparation, Befreiung von Muskelresten und Koagulieren von Kapselgefäßen erfolgt die Inzision der Gelenkkapsel.

Vorteil des anterolateralen Zuganges ist das geringe Muskeltrauma, da die Prozedur gänzlich ohne Muskelablösung durchgeführt werden kann. Das Azetabulum und der proximale Femur sind gut erreichbar. Nachteil des Zuganges ist die eingeschränkte Darstellbarkeit des Schaftes, sodass eine Einkerbung des sehnigen Ansatzes des M. gluteus medius von Nöten sein kann. Auch der N. femoralis ist durch Druckschädigung gefährdet [Barrack et al. 2006; Frank & Pfeil 2008; Masquelet 1997].

### **2.3.2.3 Transglutealer Zugang**

Der transgluteale Zugang nach Bauer exponiert das Hüftgelenk durch ein transmuskuläres Vorgehen. Er wird im deutschsprachigen Raum am häufigsten beim endoprothetischen Gelenkersatz verwandt. Der Patient wird auf dem Rücken gelagert.

Es erfolgt eine leicht gebogene Schnittführung mit Zentrierung über dem Trochanter major in Körperlängsrichtung. Distal verläuft die Inzision parallel zum Femurschaft und

endet bogenförmig dorsal etwa in Höhe der Spina iliaca anterior superior. Subkutis und Fascia lata werden in Richtung des Hautschnittes durchtrennt. Anschließend erfolgt die Spaltung im Faserverlauf der Mm. glutei medius et minimus und des vorderen Drittels des M. vastus lateralis. Die Muskeln werden zusammenhängend in einem Block vom Trochanter major abpräpariert und der vordere Teil der abgelösten Muskulatur nach medial gehalten. Danach erfolgt die Beseitigung der Kapsel von Muskelresten, Koagulieren von Kapselgefäßen und schließlich Inzision oder Resektion der Kapsel.

Bei zu ausgedehnter transglutealer Spaltung besteht die Gefahr der Schädigung des N. gluteus medius. Sowohl durch Nervenschädigung als auch durch unzureichende Refixation der Muskulatur kann es zu einem Insuffizienzhinken kommen. Von Vorteil ist die übersichtliche Darstellung der Schenkelhalsresektionsebene [Bauer et al.; Frank & Pfeil 2008; Hardinge 1982; Masquelet et al. 1997].

#### **2.3.2.4 Transtrochantärer Zugang**

Beim transtrochantären Zugang erfolgt der Zugriff auf das Hüftgelenk durch die Mobilisierung der Mm. glutei medius et minimus anhand einer Trochanterosteotomie. John Charnley, der Pionier der zementierten Hüftendoprothetik, verwendete ihn routinemäßig für seine Implantationen (mit nachfolgender Cerclage) [Charnley & Ferreiraade 1964]. Die Operation erfolgt in Seitenlage. In den USA wird dieser Zugangsweg am häufigsten verwendet.

Der Hautschnitt verläuft in der Femurlängsachse auf das dorsale Drittel des Trochanter major zu. Danach erfolgt die Durchtrennung der Subkutis und der Faszie in Richtung des Hautschnittes mit anschließender Identifikation des Hinterrandes des M. gluteus medius am Trochanter major. Von hier aus wird eine gerade oder stufenförmige Trochanterosteotomie mit oszillierender Säge durchgeführt. Das Trochanterfragment wird mitsamt inserierender Muskulatur (Mm. glutei medius et minimus) nach ventral und der M. vastus lateralis nach distal am Femur mobilisiert. Dadurch wird die vordere, obere und hintere Gelenkkapsel sichtbar. Diese wird z-förmig eröffnet, um die Arteria circumflexa femoris medialis zu schonen.

Die Entwicklung einer Trochanterpseudarthrose stellt ein hohes Risiko dar. Allerdings

bietet der Zugang eine exzellente Übersicht über die Gelenkpfanne und den proximalen Femur. Azetabulumfrakturen und Hüftgelenkluxationen können dadurch hervorragend chirurgisch versorgt, Hüftgelenkprothesen sicher implantiert werden. Ein weiterer Vorteil ist die Schonung der Arteria circumflexa femoris medialis. Somit lassen sich avaskuläre Hüftkopfnekrosen vermeiden [Barrack & Rosenberg 2006; Masquelet et al. 1997].

### **2.3.2 Minimalinvasive Techniken**

Die beschriebenen konventionellen Zugänge in der Hüftendoprothetik wurden von zahlreichen Autoren etabliert, modifiziert und gelten als Goldstandard. In den letzten Jahren gab es auf dem Gebiet der Operationstechnik große Veränderungen hin zu immer weichteilschonenderen und damit kleineren Zugängen. Als minimalinvasiv (englisch **Minimal-Invasive-Surgery**) werden in der Literatur Zugänge mit einer Schnittlänge von weniger als 10cm angesehen. Das Besondere dieser Techniken ist die Schonung der tiefer liegenden Weichteile. Nahezu alle dieser minimierten Zugänge beruhen auf den bekannten konventionellen Zugangswegen. Die Miniaturisierung erfordert eine spezielle Lagerung des Patienten, angepasste chirurgische Instrumente und eine präzise Lokalisation der Hautinzision. Die Herausforderung ist die begrenzte Sicht über das Operationsgebiet [Scuderi & Tria 2004].

#### **2.3.2.1 Modifizierte konventionelle Zugangswege**

Der modifizierte anterolaterale Zugang nach Watson–Jones ist sowohl in Rücken- als auch Seitenlage möglich. Graf beschreibt einen minimalinvasiven Hüftgelenkersatz in Rückenlage mit hoch gelagertem Bein [Graf et al. 2006]. Bei Röttinger erfolgt die Schnittlage proximal etwas mehr ventralseitig mit Lagerung des Patienten auf der Seite [Bertin & Röttinger 2004]. Die Hautinzision ist ca. 6-7cm lang. Sowohl Berger als auch Higuchi beschreiben anterolaterale Minimalzugänge. Es handelt sich allerdings eher um transgluteale Verfahren [Berger 2004; Higuchi et al. 2003]. Ein modifizierter transglutealer Zugang nach Harding wurde von Schneider vorgestellt [Schneider et al. 2006]. Auch der transtrochantäre Zugang nach Charnley wurde modifiziert und der minimalinvasiven Chirurgie angepasst. Ganz verwendet eine Technik mit Trochanteric-

flip-Osteotomie für chirurgische Hüftluxationen [Ganz et al. 2001].

### **2.3.2.2 MicroHip©-Zugang**

Bei dem MicroHip©-Verfahren handelt es sich um einen modifizierten Smith–Petersen-Zugang von anterior. Der Patient befindet sich in Seitenlage. Das hintere Fußteil des Operationstisches ist entfernt. So kann das Femur während der Operation durch dorsale Hyperextension des Beines dargestellt werden. Der Hautschnitt erfolgt vom Rand des Trochanter-major-Massives in Richtung Spina iliaca anterior superior. Die Inzisionslänge beträgt ungefähr 6 – 8cm.

Nach Durchtrennung der Traktusfaszie wird der Raum zwischen M. tensor fasciae latae und M. rectus femoris bzw. M. sartorius aufgesucht und stumpf präpariert. Muskeln bzw. Sehnen werden nicht abgelöst oder durchtrennt. Nach Darstellung der Gelenkkapsel wird diese inzidiert und der darunterliegende Schenkelhals durch einen Stufenschnitt osteotomiert. Erst danach wird der Gelenkkopf entfernt.

Vorteil der MicroHip©-Technik ist neben dem geringen Sehnen- und Muskeltrauma die Schonung des N. gluteus superior [Michel et al. 2007].

### **2.3.2.3 Two-Incision-Technik**

Ein weiteres Verfahren der minimalinvasiven Hüftendoprothetik stellt die Two-Incision-Technik dar. Die Grundidee besteht darin, für die Implantation von Pfanne und Schaft jeweils zwei unabhängige Hautinzisionen zu nutzen. Der Patient wird auf dem Rücken gelagert.

Der erste Hautschnitt erfolgt unter radiologischer Kontrolle, beginnend vom Gelenkkopf entlang des Schenkelhalses etwa 5-6cm nach distal. Der Zugang ähnelt dem oben beschriebenen anterioren minimalinvasiven Zugang. Nach sicherer Identifizierung des N. cutaneus femoris lateralis wird die Faszie inzidiert, der M. tensor fasciae latae nach lateral und der M. sartorius sowie der M. rectus femoris nach medial gehalten, um die Gelenkkapsel darzustellen. Der zweite Hautschnitt erfolgt über dem proximalen

Trochanter major bei adduziertem Bein. Die Länge der Inzision beträgt ca. 5cm. Nach Durchtrennen von Subkutis und Faszie wird der M. gluteus maximus in Faserrichtung gespreizt. Nachfolgend kann der Femurmarkraum eröffnet werden [Irving 2004]. Die Two-Incision-Technik kann im Revisionsfall nicht erweitert werden.

#### **2.3.2.4 Standzeiten und Implantatdesign**

In allen Bereichen der Chirurgie ist die Minimalinvasivität eine neuere Entwicklung. Ende der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts bzw. Anfang des 21. Jahrhunderts kamen die ersten Techniken zur minimalinvasiven Implantation eines künstlichen Hüftgelenkes auf. Das MicroHip©-Verfahren wurde ab 1998 entwickelt. Röttinger, Berger, Higuchi, Schneider und Ganz berichteten von ihren modifizierten Minimalzugängen über einen Beobachtungszeitraum von 2001 bis 2006 [Berger 2004; Bertin & Röttinger 2004; Ganz et al. 2001; Graf et al. 2006; Higuchi et al. 2003; Schneider et al. 2006]. Es gibt bisher wenige Studien, welche durch ein Langzeit-follow-up auf Standzeiten der Implantate nach minimalinvasiver Implantationstechnik schließen lassen können.

Aufgrund der begrenzten Einsicht während der Operation müssen speziell angewinkelte chirurgische Instrumente verwendet werden. Bei einigen, aber nicht allen minimalinvasiven Techniken sind besondere Implantatmodelle erforderlich. Beim MicroHip©-Verfahren beispielsweise können aufgrund der guten Einsicht auf das Azetabulum die meisten Pfannentypen eingesetzt werden. Hingegen wird beim Schaftdesign ein gebogenes Implantat verwendet, welches nicht so weit in die Trochanterregion eingefügt werden muss, sodass die Abduktorensehnen unberührt bleiben. Ein mit Hydroxylapatit beschichtetes Implantat ermöglicht zudem ein schnelleres Einwachsen. Die oft verwendete Kombination aus Pressfitpfanne vom Typ Pinnacle und Corail Schaft der Firma DePuy hat nach 15 Jahren noch eine Überlebensrate von 97% [Hallan et al. 2007].

### 3. Fragestellung

In der vorliegenden Arbeit werden zwei Zugangsverfahren zur Implantation einer künstlichen Hüfttotalendoprothese, welche sich in Ihrer Invasivität unterscheiden, gegenübergestellt. Die klassische konventionelle Methode nach Bauer soll anhand klinischer, laborchemischer und radiographischer Untersuchungen mit dem neuartigen minimalinvasiven MicroHip©-Verfahren verglichen werden.

Die standardmäßige Versorgung mit einem künstlichen Hüftgelenk erfolgt seit mehreren Jahrzehnten mittels eines transglutealen Zugangsweges. Die Einführung eines neuen Verfahrens muss sich an dieser äußerst erfolgreichen Methode messen lassen. Die Vorteile der minimalinvasiven Hüftchirurgie liegen laut Berger und Wright in der rapiden postoperativen Rehabilitation, v.a. während der unmittelbaren Erholungsphase nach erfolgtem Eingriff [Berger et al. 2004; Vicente et al. 2008; Wright et al. 2004]. Als mögliche Nachteile werden u.a. Nervenschädigung und fehlerhafte Positionierung der Implantate aufgrund eingeschränkter intraoperativer Sicht diskutiert [Berry et al. 2003; Mardones et al. 2005].

Der an unserer Klinik verwendete modifizierte anteriore MicroHip©-Zugang nach Smith-Petersen soll daher in dieser Arbeit anhand folgender Ziele definiert werden:

- Nachweis der geringeren Invasivität bzw. größeren Weichteilschonung mittels laborchemischer Parameter und der damit verbundenen schnelleren postoperativen Rehabilitation mittels klinischer Testverfahren.
- Nachweis der Sicherheit des Verfahrens durch perioperative Datenanalyse und postoperative radiographischer Kontrolle.

Wir erwarten, mittels dieser prospektiv randomisierten Studie die minimalinvasive Technik nicht nur als kosmetisch attraktiv, sondern als echte Verbesserung für das klinische Outcome des Patienten bestätigen zu können.

## **4. Material und Methodik**

### **4.1 Studiendesign**

Das Studiendesign entspricht einer prospektiv randomisierten Studie. Alle Studienpatienten wurden an der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg in Bad Abbach operiert und nachuntersucht. Die Operationen erfolgten zwischen Juni und Dezember 2010.

Die teilnehmenden Probanden wurden ausführlich über Sinn und Zweck der Studie sowie über die Anonymität der Datenverwaltung und Veröffentlichung informiert und erklärten schriftlich ihr Einverständnis. Die vorliegende Studie wurde durch die zuständige Ethikkommission der Universität Regensburg geprüft und genehmigt.

### **4.2 Patientenkollektiv**

Das Patientenkollektiv bestand aus zwei Versuchsgruppen mit 88 bzw. 55 Probanden. Die Randomisierung erfolgte unter Verwendung eines verblindeten Zufallsmechanismus. Bei der ersten Gruppe erfolgte der Zugriff auf das Hüftgelenk über einen klassischen Standardzugang nach Bauer, bei der zweiten Gruppe wurde zur Implantation des Hüftgelenkersatzes der minimalinvasive operative MicroHip©-Zugangsweg gewählt. Die weitere Behandlung gestaltete sich bei beiden Gruppen identisch.

Einschlusskriterien waren die Indikation zum künstlichen Hüftgelenkersatz mit Implantation einer zementfreien Hüfttotalendoprothese und die Durchführung der Operation an der Orthopädischen Klinik in Bad Abbach. Ausschlusskriterien waren eine Revisionsoperation mit Implantatwechsel sowie die Verwendung eines Navigationssystems.

### **4.3 Prothesensysteme**

Es wurden Implantate der Firma DePuy Orthopaedics Inc. aus Warsaw, IN, USA



verwendet. Als zementfreie Hüftpfanne wurde das PINNACLE-System mit POROCAT®-Oberflächenbeschichtung und MARATHON®-Polyethylen-Inlay (Abb.3) gewählt.

Das aus einer Titanschmiedelegerung bestehende und mit Hydroxylapatit beschichtete CORAIL®-System kam als zementfreier Primärschaft zum Einsatz (Abb.4).

Der ULTAMET-Hüftkopf aus Metall komplettiert das verwendete Prothesensystem (Abb. 5).



Abb. 3: Darstellung der Pinnacle Hüftpfanne  
[Mit freundlicher Genehmigung der Firma DePuy Orthopaedics, Kinkel, Germany]



Abb. 4: Darstellung des Corail Schaftes  
[Mit freundlicher Genehmigung der Firma DePuy Orthopaedics, Kirkel, Germany]



Abb. 5: Darstellung des Ultamet Hüftkopfes  
[Mit freundlicher Genehmigung der Firma DePuy Orthopaedics, Kirkel, Germany]

#### 4.4 Operationsverfahren

Präoperativ erfolgte die Planung der Größe der Prothesenelemente anhand von Röntgenbildausdrucken mit handelsüblichen Messschablonen.

Während für den konventionellen Standardzugang der Patient auf dem Rücken gelagert wurde, erfolgte die Operation bei minimalinvasivem Zugang in Seitlagerung mit der zu operierenden Seite nach oben.

Die Anästhesie erfolgte entweder als Spinalanästhesie oder in Vollnarkose mit Intubation. Intraoperativ wurde ein Cell Saver® zur Aufbereitung des aus dem Operationssitus abgesaugten Blutes verwendet. Dieses wurde direkt intraoperativ oder innerhalb von 12 Stunden postoperativ im Aufwachraum re-transfundiert.

Nach üblicher Operationsvorbereitung, mehrfacher Desinfektion und orthopädischem Abdecken mit Einmaltüchern wurde die Haut entsprechend palpatorischer Orientierung inzidiert. Nach Präparation in Richtung der Hüftgelenkscapsel je nach gewähltem Zugangsverfahren wurde diese mit einem z-förmigen Schnitt eröffnet. Anschließend erfolgte die Durchtrennung des Schenkelhalses mit Hilfe einer oszillierenden Säge und die Bergung desselben mitsamt des Hüftkopfes. Nach Präparation des Acetabulums durch Fräsen in aufsteigendem Durchmesser und Entfernen bindegewebiger Anteile wurde eine Press-Fit-Pfanne der entsprechenden Größe eingeschlagen, bis ein fester Sitz bestand. Der Markraum wurde sondiert und die Schaftraffeln eingebracht. Nach Funktionsprobe durch Probierprothese und -kopf wurden diese entfernt, der Femurraum gespült und getrocknet und schließlich der Originalschaft bis zur vorgesehenen Tiefe eingeschlagen. Es erfolgte eine Lagekontrolle der Femurkomponente mittels mobilem, steril bezogenem Röntgen-Durchleuchtungsgerät. Das passende Inlay wurde eingebracht und der Originalkopf aufgeschlagen. Hiernach erfolgte die endgültige Reposition. Für die minimalinvasive Implantation standen analoge chirurgische Instrumente mit jedoch vorgebogenem Griffansatz zur Verfügung. Es erfolgte die Einlage von zwei Redondrainagen subfaszial sowie subkutan zur Ableitung von Wundsekret. Nach Refixation der Muskelansätze, Verschluss der Oberschenkel faszie, Subkutannähten, Hautverschluss und Abdecken der Wundnaht durch einen sterilen Verband erfolgte die Begutachtung der Durchblutung und der Beinlänge. Es schloss sich eine elastische Ganzbeinwicklung und die Röntgenkontrolle auf regelrechten Implantatsitz an.

Die Redondrainage wurde am 2. postoperativen Tag, das Nahtmaterial am 14. postoperativen Tag entfernt.

#### **4.5 Medikation**

Als Thromboseprophylaxe erhielten die Patienten ab dem ersten postoperativen Tag das niedermolekulare Heparin Certoparin-Natrium (Mono-Embolex®, Novartis Pharma GmbH, Nürnberg, Germany) in einer Dosierung von 3000 IE einmal täglich subkutan. Die Antikoagulation erfolgte über einen Zeitraum von sechs Wochen unter regelmäßiger Kontrolle der Thrombozytenzahl.

Als Antibiose dienten 2g Cefazolin (Hikma Pharmaceuticals PLC, London) als single-shot-Gabe perioperativ.

Postoperativ erhielten die Patienten eine Schmerzmedikation analog dem WHO-Stufenschema, zumeist bestehend aus Ibuprofen 400mg (IBU-ratiopharm®, ratiopharm GmbH, Ulm) oral dreimal täglich oder Metamizol 500mg (Novalgin®, Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, Frankfurt) oral viermal täglich. Zusätzlich erfolgte ein Magenschutz mit Pantoprazol 40mg (Pantozol®, Nycomed Germany Holding GmbH, Konstanz) oral einmal täglich.

#### **4.6 Laborchemische Testverfahren**

##### **4.6.1 Hämatokrit und Hämoglobinkonzentration**

Zur Diagnostik, Verlaufs- und Therapiebeurteilung einer eventuellen Anämie und des Volumenstatus wurden präoperativ, sowie am ersten, zweiten und siebten postoperativen Tag die Hämoglobinkonzentration (Hb) und der Hämatokrit (Hkt) bestimmt. Der Hb-Wert stellt das Produkt aus Erythrozytenzahl und Erythrozytenvolumen dar. Der Hkt-Wert gibt das Verhältnis des Volumens der roten Blutzellen zum Gesamtvolumen an. Nach akutem Blutverlust sind die Hb-Konzentration und der Hkt zunächst noch normal. Erst nach 12-48 Stunden sinken die Werte und zeigen eine Anämie an. Der Referenzbereich der Hb-Konzentration liegt bei

Frauen zwischen 12,0 g/dl und 16,0 g/dl, bei Männern zwischen 13,5 g/dl und 17,5 g/dl. Der Hämatokritnormalwert für Frauen beträgt 0,36-0,48, für Männer 0,40-0,53. Transfusionen von Erythrozytenkonzentraten werden bei Patienten ohne Risikofaktoren bei Hb-Werten <6g/dl empfohlen, bei Patienten mit kardiopulmonalen Begleiterkrankungen sollten diese schon bei Hb-Werten <10g/dl erfolgen [Thomas 2008].

#### **4.6.2 C-reaktives Protein**

Das C-reaktive Protein (CRP) ist als Akute-Phase-Protein der wichtigste unspezifische Entzündungsparameter. Proinflammatorische Zytokine induzieren die Synthese von CRP in der Leber und aktivieren so die Immunabwehr. Ein Anstieg des CRP im Serum ist Ausdruck einer systemischen Inflammation bei Infektionen, malignen Tumoren, Autoimmunerkrankungen oder steriler Gewebsschädigung (z.B. bei operativen Eingriffen) [Shakespeare 1989]. Die Erhöhung des CRP-Spiegels nach einer Operation ist proportional zum Ausmaß der Gewebsschädigung. Der Wert erreicht nach 48 Stunden ein Maximum und normalisiert sich nach 7-10 Tagen. Operative bzw. postoperative Komplikationen verlängern das Maximum oder verursachen einen Zweitanstieg. Ein präoperativer pathologischer CRP-Wert stellt wegen der stattfindenden systemischen Inflammation ein erhöhtes Operationsrisiko dar. Die CRP-Bestimmung erfolgte präoperativ, sowie am ersten, zweiten und siebten postoperativen Tag. Als oberer Normgrenzwert wird ein Serum-CRP von  $\leq 5,0$  mg/l angegeben.

#### **4.6.3 Kreatinkinase**

Zur laborchemischen Evaluierung des durch die Operation verursachten Muskeltraumas wurde am zweiten postoperativen Tag die humane Kreatinkinase (CK) bestimmt. Dieses Enzym regeneriert Adenosintriphosphat (ATP) als universelle Energiequelle einer Zelle. Die messbare Gesamtaktivität der CK im Serum setzt sich aus den Aktivitäten mehrerer Isoenzyme zusammen. Dabei überwiegt die im Skelettmuskel vorkommende CK-MM. Die myokardspezifische CK-MB, die im Gehirn vorkommende CK-BB sowie die makro- und mitochondriale CK sind nur marginal oder nicht nachweisbar. Bei Erhöhung der Gesamtaktivität können durch die Analyse der Isoenzymmuster

Rückschlüsse auf das geschädigte Organsystem gezogen werden. Die Halbwertszeit der CK-MM beträgt 18 Stunden. Der Referenzbereich der Gesamt-CK beim Erwachsenen ist mit <145 U/I für Frauen und <170 U/I für Männer angegeben [Lang & Würzburg 1982].

#### **4.7 Klinische Testverfahren**

Zur allgemeinen Einschätzung des körperlichen Zustandes wurden die Patienten präoperativ durch den Anästhesisten mit Hilfe der ASA-Klassifikation evaluiert. Dieses von der American Society of Anesthesiologists eingeführte Schema unterteilt die Patienten vor der Operation anhand des Vorhandenseins und der Schwere systemischer Erkrankungen in sechs Gruppen [Meyer 1941]. Intraoperativ erfolgte die Erfassung des Blutverlustes anhand des Cell Saver®-Systems. Komplikationen während der Operation wurden notiert.

Zur Beurteilung der postoperativen Rehabilitation wurde täglich durch den Physiotherapeuten die Mobilität der Patienten ermittelt (selbstständig im Zimmer/auf Stationsebene/Treppensteigen). Der subjektive Schmerzverlauf wurde in der ersten postoperativen Woche zweimal täglich anhand einer visuellen Analogskala (Schmerzintensität 0-10) dokumentiert. Die Operationswunde wurde kontrolliert sowie mögliche Komplikationen während des postoperativen Verlaufes und eine damit einhergehende Verlängerung des Klinikaufenthaltes registriert.

Ferner wurden präoperativ, sowie 6 und 12 Wochen nach erfolgter Operation der Harris Hip Score, der Oxford Hip Score, sowie der EQ-5D Score erhoben.

Der Harris Hip Score (HHS) ist ein standardisierter Fragebogen zur Beurteilung der Hüftfunktion. Erstmals im Jahr 1969 von Harris entwickelt und später durch Haddad modifiziert, beinhaltet er sowohl subjektive als auch objektive Kriterien, ist reproduzierbar und wird weltweit angewandt [Haddad et al. 1990].

Der HHS setzt sich aus vier Hauptkriterien zusammen, welche unterschiedlich gewichtet werden:

I	Schmerz	max. 44 Punkte
II	Funktion	max. 47 Punkte
III	Deformität	max. 4 Punkte
IV	Bewegungsumfang	max. 5 Punkte

Nach Addition ergibt sich somit ein maximal erreichbarer Punktwert von 100, wobei allein 91 Punkte auf die beiden wichtigsten Kriterien „Schmerz“ und „Funktion“ entfallen. Eine Gesamtpunktzahl ab 90 wird als „exzellent“, von 80-89 als „gut“, von 70-79 als „befriedigend“ und von unter 70 als „unbefriedigend“ bewertet [Harris 1969].

Eine detaillierte Version des HHS mit Haupt- und Nebenkriterien sowie der Werteverteilung befindet sich im Anhang.

Der Oxford Hip Score (OHS) ist ein gelenkspezifischer Fragebogen zur Evaluierung von Hüftschmerzen und Bewegungsbeeinträchtigung. Im Gegensatz zum HHS wird der OHS als standardisierter, valider und zuverlässiger Fragenkatalog vom Patienten selbst verwaltet. Er besteht aus 12 Items mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten. Der Gesamtpunktwert reicht von maximal 48 bei einwandfreier Gelenkfunktion ohne Schmerzen bis 0 bei schwersten Gelenkveränderungen mit stärksten Schmerzen auch in Ruhe [Dawson et al. 1996].

Der EQ-5D ist einer der weltweit am häufigsten eingesetzten Fragebögen zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Er wurde 1987 von der EuroQol Group entwickelt. Der Fragebogen ist nicht krankheitsspezifisch und als Selbstberichtsinstrument für den Patienten entwickelt. Er besteht aus einem deskriptiven Teil und einer visuellen Analogskala. Fünf Dimensionen beschreiben den Zustand des Patienten: Mobilität, Selbstversorgung, alltägliche Tätigkeiten, Schmerzen und Angst/Depression [EuroQol Group 2011]. Die Erlaubnis zur Verwendung des Scores wurde von der EuroQol Group eingeholt.

#### 4.8 Radiologische Testverfahren

Zur Beurteilung der Implantatlage wurden alle Patienten postoperativ konventionell röntgenologisch untersucht. Die Aufnahmen erfolgten als standardisierte Projektionen in Beckenübersicht und axial.

Bei der Pfanneninklination wird der Winkel der Pfannenäquatorialebene im Verhältnis zur Beckenhorizontale gemessen (Abb. 6). Dabei wird er auf anteriorposterioren Röntgenaufnahmen zwischen der Ellipsenhalbierenden der Pfannenpole und der Verbindungslinie beider Sitzbeinhöcker bestimmt. Ein Winkel zwischen 40-50° gilt im Bereich der Hüftendoprothetik als neutral. Größere Winkel beschreiben eine eher steilere Pfannenposition und begünstigen Abrieb und Luxation. Eine flachere Pfannenkomponente mit kleinerem Winkel beeinträchtigt die Abduktionsbewegung im Hüftgelenk [Aldinger & Ludwig 2006].

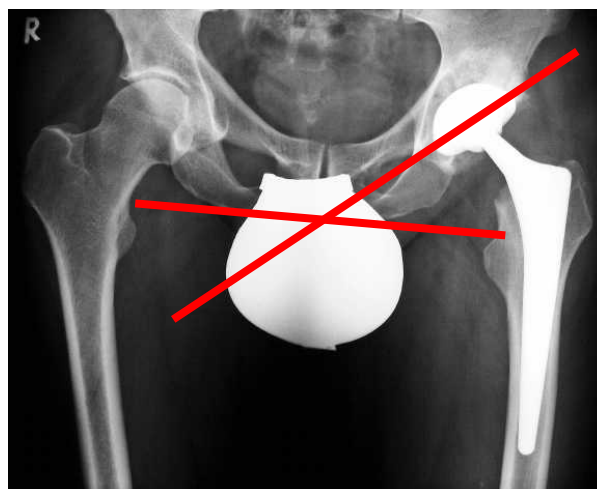


Abb. 6: Darstellung der Pfanneninklination

Der regelrechte Sitz der Femurkomponente wurde durch die Bestimmung der Varus-Valgus-Position evaluiert (Abb. 7). Dabei wurde der Winkel zwischen der lateralen periostalen Oberfläche des Femurschaftes und der Längsachse des Implantatschaftes gemessen [Nunn et al. 1989].





Abb. 7: Darstellung der Varus-Valgus-Position des Schaftes

Zur Risikobeurteilung der Strahlenexposition erfolgte die Dokumentation von Strahlendosis und Zeit, in welcher der Patient während der intraoperativen Röntgenkontrolle der Strahlung ausgesetzt war. Die Messung des Dosisflächenproduktes in der Maßeinheit [ $\text{cGy}/\text{m}^2$ ] erfolgte durch Ionisationskammern, welche sich am Strahlenaustrittsfenster des mobilen Durchleuchtungsgerätes befinden.

#### 4.9 Statistische Testverfahren

Die Datendokumentation wurde unter Verwendung des Computerprogramms Microsoft Excel (Microsoft Deutschland GmbH) für Windows 7 durchgeführt. Die statistische Analyse wurde mit dem SPSS-Software-Paket (Version 19, SPSS, Chicago, Illinois, USA) durchgeführt. Die Graphiken wurden mit Microsoft Excel sowie dem SPSS-Software-Paket erstellt. Zunächst erfolgte die Analyse auf Normalverteilung der Daten mittels Kolmogorov-Smirnov-Test. Normal verteilte Variablen wurden mittels Student's t-Test analysiert. Als nichtparametrischer Test diente der Mann-Whitney-U-Test. Dichotome Variablen wurden mittels Chi-Quadrat-Test ausgewertet. Ein p-Wert  $< 0.05$  für den Alpha-Fehler wurde als signifikant gewertet.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Epidemiologische Daten

Sämtliche epidemiologische Daten sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Insgesamt wurden 143 Patienten erfasst. Davon wurde bei 88 Patienten der konventionelle Bauer-Zugang und bei 55 Patienten der minimalinvasive MicroHip©-Zugang gewählt.

In beiden Gruppen gab es einen höheren Frauenanteil, insbesondere in der MicroHip©-Gruppe.

Während bei Patienten der Bauer-Gruppe häufiger die linke Hüfte operiert wurde, erfolgte die Operation bei Patienten der MicroHip©-Gruppe öfter auf der rechten Seite.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt unterschied sich mit 61,3 Jahren in der Bauer- bzw. 61,9 Jahren in der MicroHip©-Gruppe nicht signifikant. Der jüngste Patient war am Tag der Operation 33 Jahre (MicroHip©), der älteste 89 Jahre (Bauer).

Der aus Gewicht und Größe errechnete Body-Mass-Index (BMI) beider Versuchsgruppen divergierte signifikant ( $p=0,013$ ). Die Patienten der konventionell nach Bauer-Gruppe wiesen mit  $30,1\text{kg/m}^2$  einen um  $2,5\text{kg/m}^2$  höheren BMI auf als die Patienten der MicroHip©-Gruppe ( $27,6\text{kg/m}^2$ ). Die Werte variierten von  $15,7\text{kg/m}^2$  (starkes Untergewicht) bis  $48,8\text{kg/m}^2$  (Adipositas Grad III).

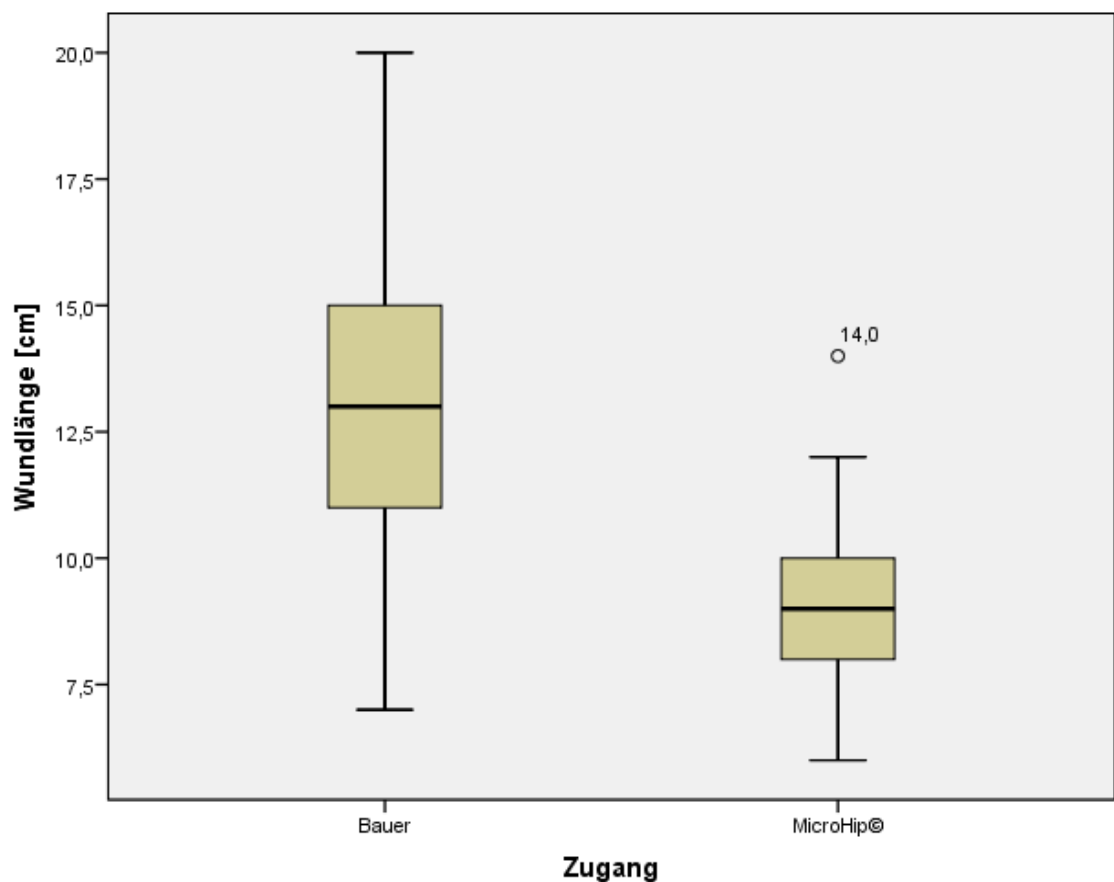
Hinsichtlich der Einteilung von Patienten nach der ASA-Klassifikation gab es keine signifikanten Unterschiede: 9 Patienten der Bauer- bzw. 5 Patienten der MicroHip©-Gruppe wurden als normal gesund mit ASA 1 bewertet. 49 Bauer-Patienten bzw. 23 MicroHip©-Patienten wurden mit ASA 2 (Patienten mit leichter Allgemeinerkrankung) eingestuft. 27 Patienten der Bauer-Gruppe und 23 Patienten der MicroHip©-Gruppe fielen in die ASA Kategorie 3 (Patienten mit schwerer Allgemeinerkrankung). Es wurde kein Patient der ASA Kategorie 4-6 operiert.

	Bauer-Gruppe	MicroHip©-Gruppe	p-Wert
Patientenanzahl insgesamt	88	55	
Geschlecht: ♀ ♂	47 41	33 22	0,443
Operierte Seite: rechts links	41 47	28 27	0,618
Alter [Jahre]	61,3 ±11,6 (35-89)	61,9 ±12,1 (33-85)	0,76
Gewicht [kg]	86,1 ±19,6 (53-160)	79,4 ±22,2 (38-141)	0,070
Größe [m]	1,7 ±0,1 (1,48-1,87)	1,7 ±0,1 (1,40-1,89)	0,899
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	30,1 ±5,6 (17,6-48,8)	27,6 ±6,0 (15,7-42,0)	0,013

Tab.1: Epidemiologische Daten

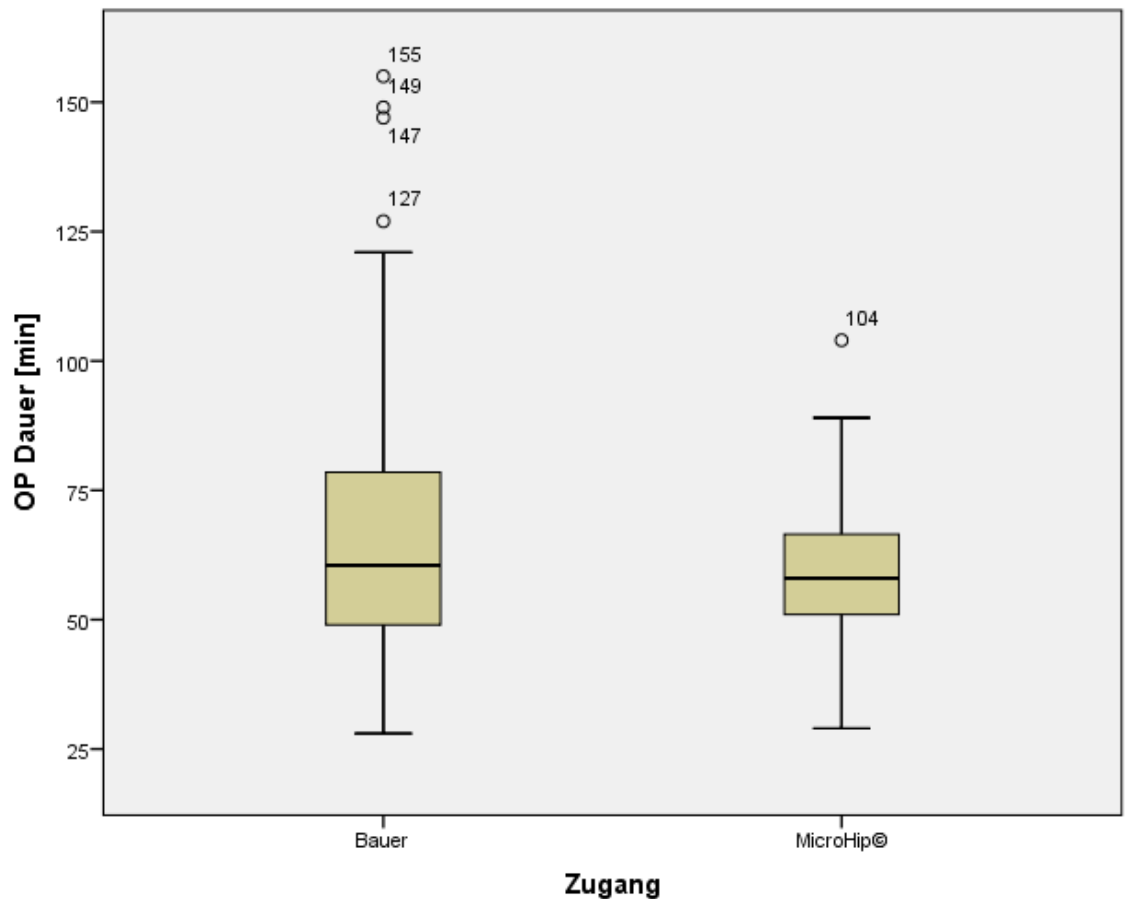
## 5.2 Intraoperative und hämatologische Daten

Die durchschnittlichen Länge der Operationswunde beider Gruppen unterschied sich mit hoher Signifikanz ( $p < 0,001$ ). Bei der Bauer-Gruppe wurde eine durchschnittliche Wundlänge von 13,4 cm gemessen. Die gemittelte Inzisionslänge der MicroHip®-Gruppe fiel mit 9,3 cm annähernd ein Drittel kürzer aus (Graphik 1).



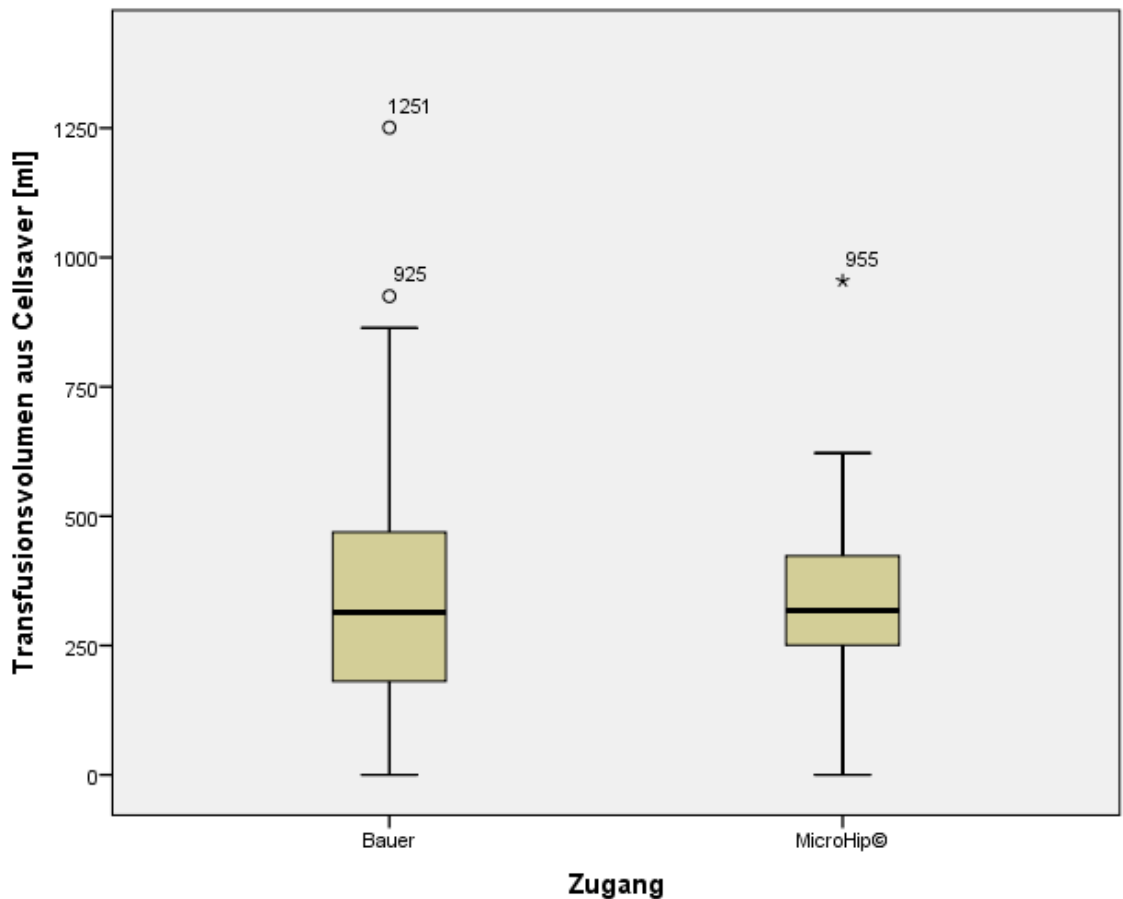
Graphik 1: Vergleich der Wundlänge [cm] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip®). Dargestellt ist die durchschnittliche Wundlänge. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

Die Operationszeiten beider Gruppen waren signifikant unterschiedlich ( $p=0,021$ ). Nach durchschnittlich einer Stunde waren die Operationen der MicroHip©-Gruppe beendet. Die Schnitt-Naht-Zeit der Bauer-Gruppe dauerte im Mittel acht Minuten länger. Hier zeigten sich zusätzlich häufiger verlängerte Operationszeiten (Maximalwert 155min) (Graphik 2).



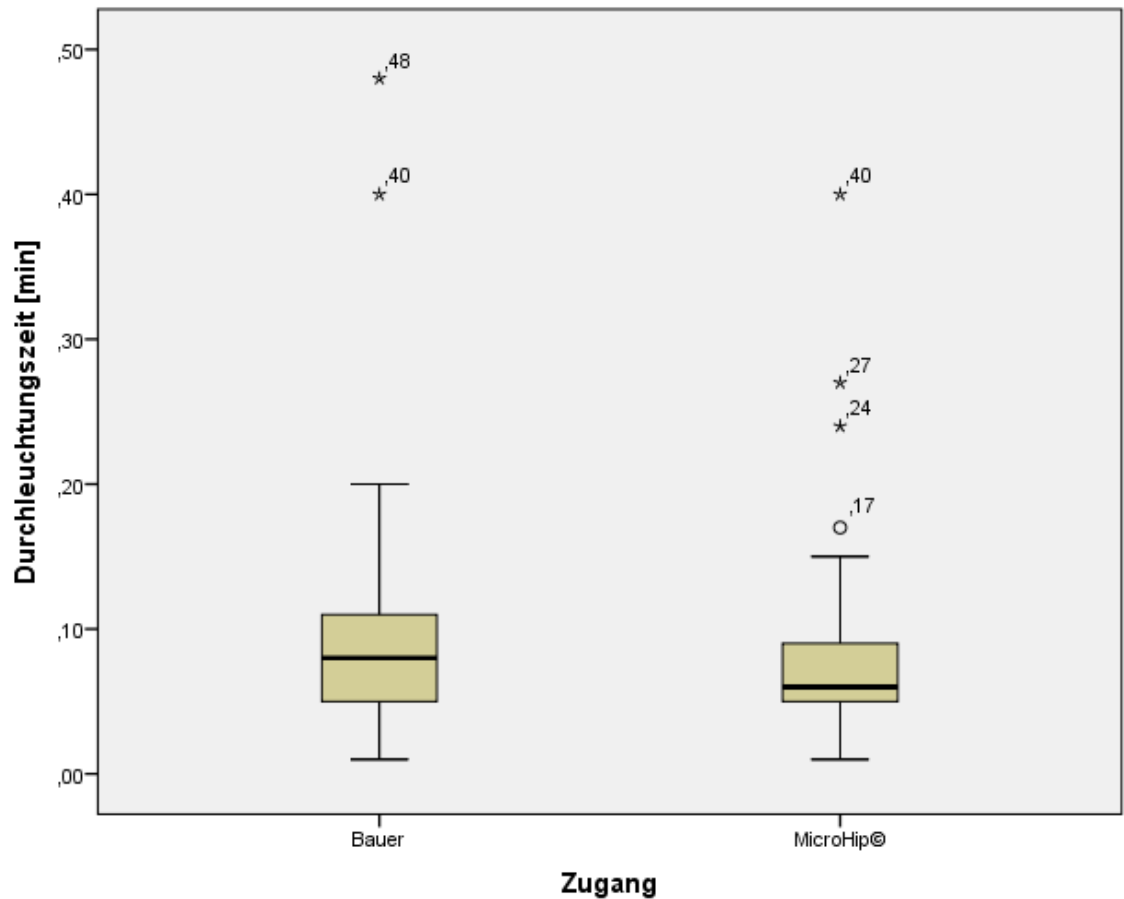
Graphik 2: Vergleich der Operationszeiten [min] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist die durchschnittliche Dauer der Operation. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

Das durchschnittlich reinfundierte Volumen aus dem Cell Saver®-System und der damit indirekt gemessene intraoperative Blutverlust betrug 390,7ml für die Bauer- bzw. 313,7ml für die MicroHip©-Gruppe. Dies stellt keinen signifikanten Unterschied dar. Es zeigte sich eine deutliche Breite der Standardabweichung in der Bauer-Gruppe ( $\pm 598,9\text{ml}$ ) (Graphik 3).



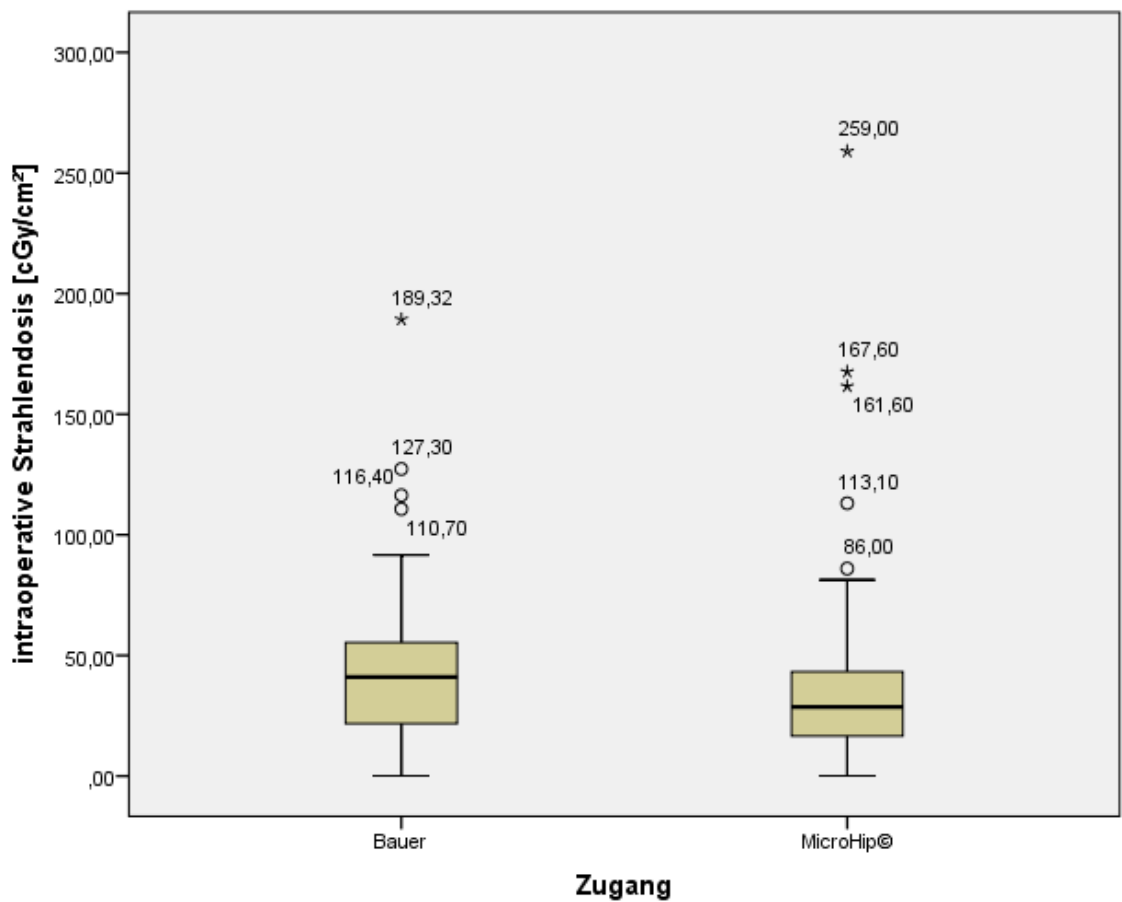
Graphik 3: Vergleich der Transfusionsvolumina aus dem Cell Saver® [ml] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist das durchschnittlich transfundierte Volumen. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

Hinsichtlich der Strahlenexposition ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen. Die durchschnittliche Durchleuchtungszeit differierte um 1,2s zwischen Bauer- (0,09min) und MicroHip©-Gruppe (0,07min) (Graphik 4).



Graphik 4: Vergleich der Durchleuchtungszeit [min] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist die durchschnittliche kumulative Dauer der Durchleuchtung während der Operation. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

Analog verhielt sich das gemittelte Dosisflächenprodukt mit einer Strahlenbelastung von 44,6cGy/cm<sup>2</sup> (Bauer-Gruppe) bzw. 42,3cGy/cm<sup>2</sup> (MicroHip©-Gruppe) (Graphik 5).



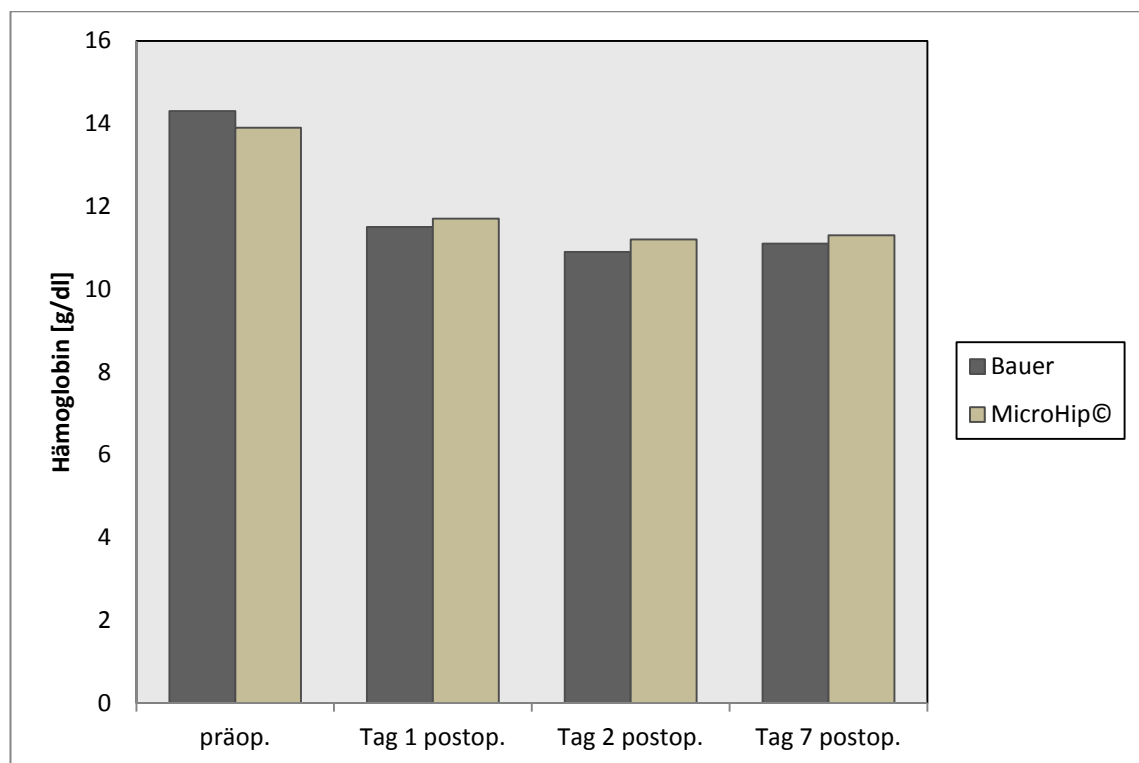
Graphik 5: Vergleich der intraoperativen Strahlendosis [cGy/cm<sup>2</sup>] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist die durchschnittliche Strahlendosis während der Operation. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.



Ein hochsignifikanter Unterschied zeigte sich im Vergleich des Hb-Abfalls postoperativ ( $p < 0,001$ ).

Bei Patienten der Bauer-Gruppe fiel der präoperative Hb im Durchschnitt von 14,3g/dl um 2,8g/dl auf 11,5g/dl am ersten postoperativen Tag. Demgegenüber reduzierte sich der Hämoglobingehalt der MicroHip©-Patienten durchschnittlich um 2,2g/dl von 13,9g/dl auf 11,7g/dl.

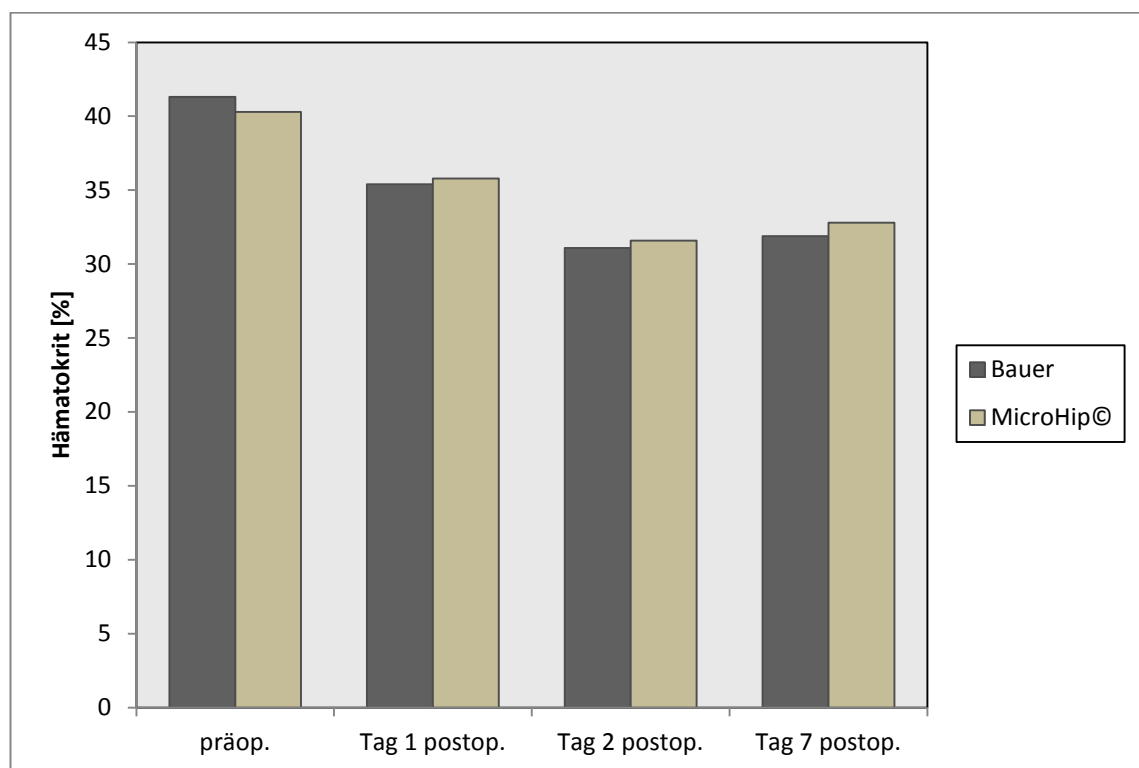
Im weiteren Verlauf ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Hämoglobinkonzentrationen fielen weiter leicht am zweiten postoperativen Tag (10,9g/dl Bauer-Gruppe bzw. 11,2g/dl MicroHip©-Gruppe) und erholten sich langsam bis zum siebten postoperativen Tag (11,1g/dl bzw. 11,3g/dl) (Graphik 6).



Graphik 6: Vergleich der präoperativen und postoperativen Hämoglobinwerte[g/dl] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©).

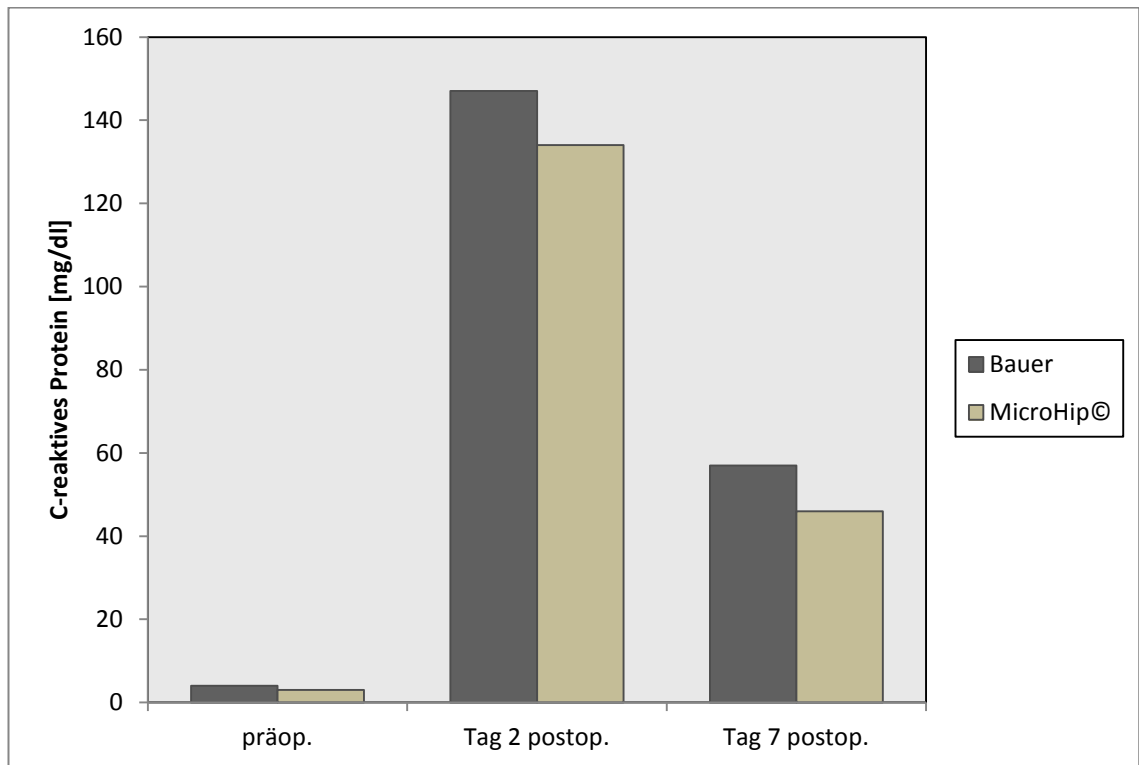
Die Hämatokritwerte beider Gruppen verhielten sich analog. Auch hier war ein stärkerer Hkt-Abfall am ersten postoperativen Tag innerhalb der Bauer-Gruppe festzustellen: Hkt-Senkung von 5,9% auf 35,4% in der Bauer-Gruppe, von 4,5% auf 35,8% in der MicroHip©-Gruppe.

Der Hämatokrit beider Gruppen erreichte am zweiten postoperativen Tag den niedrigsten Wert (31,1% Bauer-Gruppe bzw. 31,6% MicroHip©-Gruppe) und stabilisierte sich sieben Tage nach dem chirurgischen Eingriff (31,9% Bauer-Gruppe bzw. 32,8% MicroHip©-Gruppe) (Graphik 7).



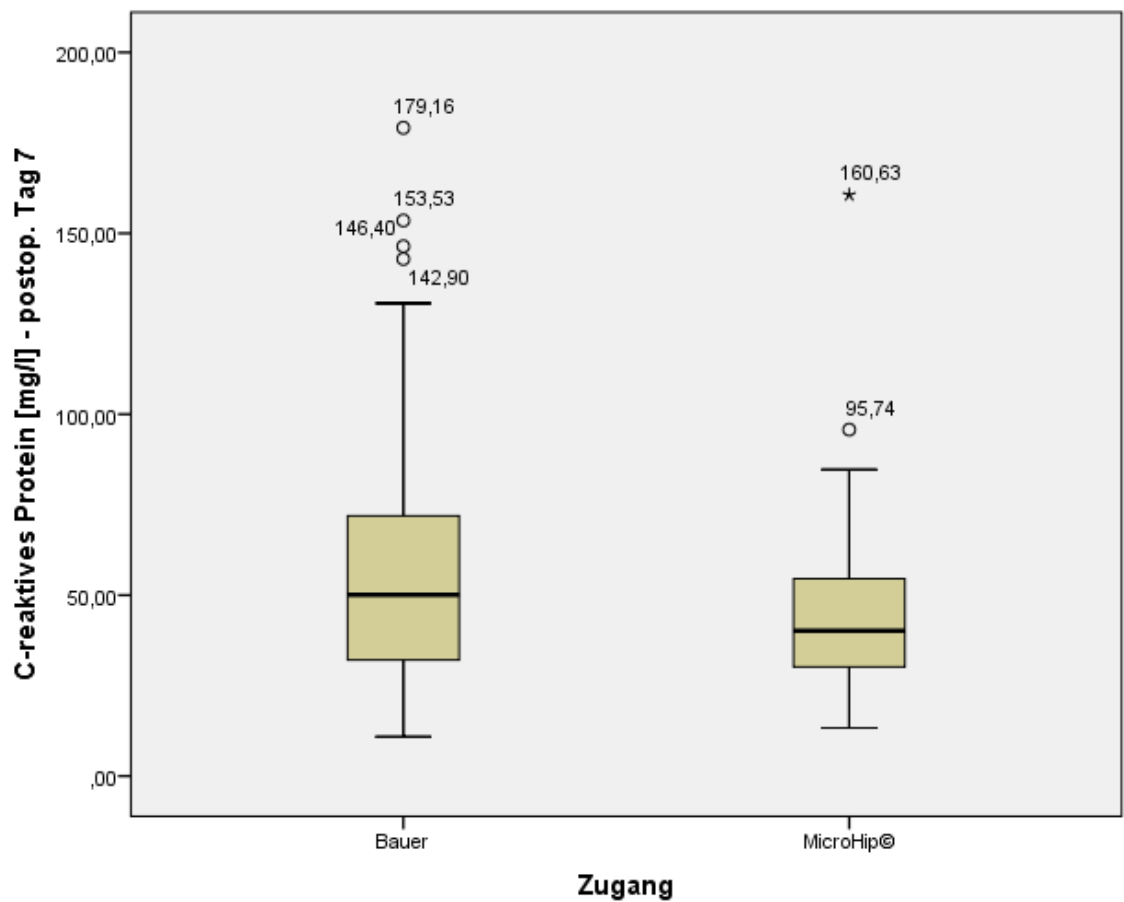
Graphik 7: Vergleich der präoperativen und postoperativen Hämatokritwerte [%] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©).

Nach durchweg physiologischen präoperativen CRP-Werten (4mg/l Bauer-Gruppe bzw. 3mg/l MicroHip©-Gruppe) stiegen die CRP-Werte 2 Tage postoperativ in beiden Gruppen auf 147mg/l (Bauer) bzw. 134mg/l (MicroHip©) (Graphik 8). Die Unterschiede waren nicht signifikant



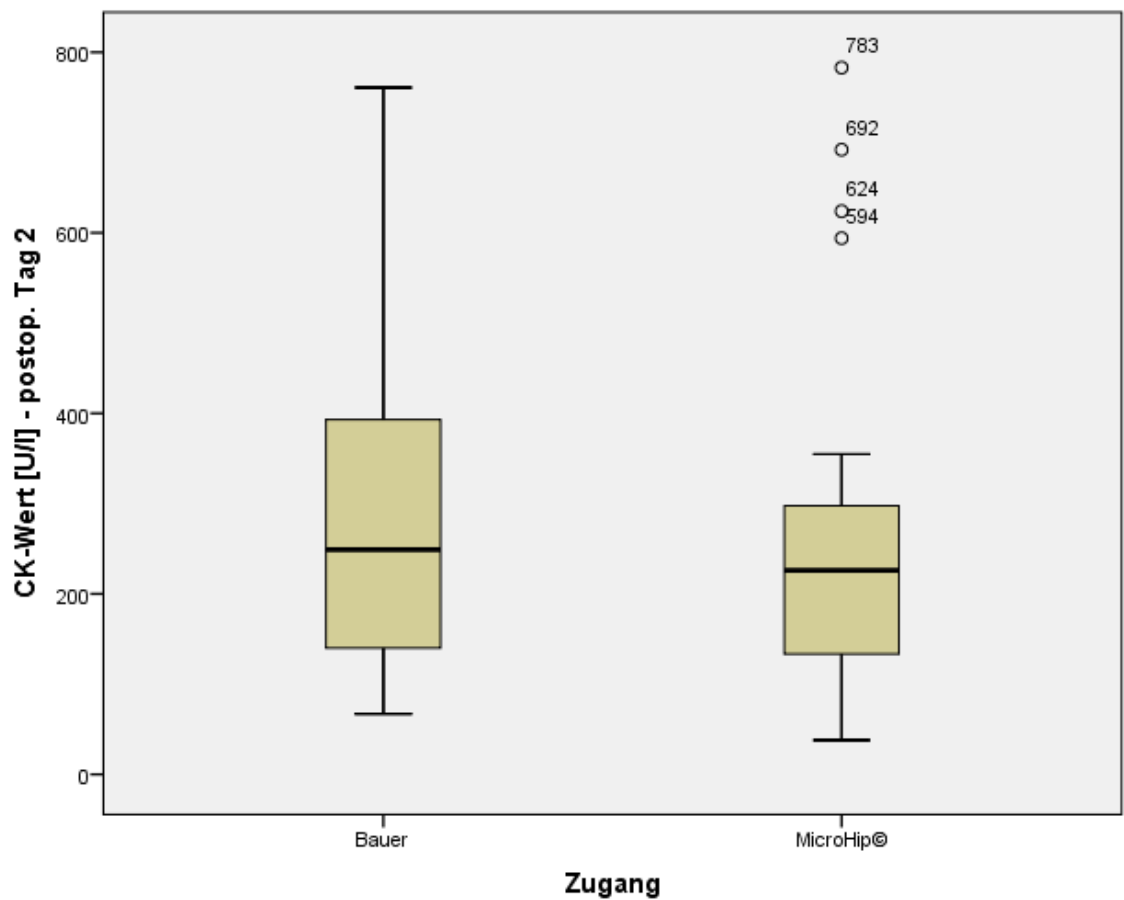
Graphik 8: Vergleich der präoperativen und postoperativen Werte des C-reaktiven Proteins [mg/dl] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©).

Die CRP-Werte am siebten postoperativen Tag unterschieden sich mit  $p=0,046$  signifikant (57mg/l Bauer-Gruppe bzw. 46mg/l MicroHip©-Gruppe) (Graphik 9).



Graphik 9: Vergleich des CRP-Wertes am 7. postoperativen Tag [mg/l] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist der durchschnittliche Wert. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

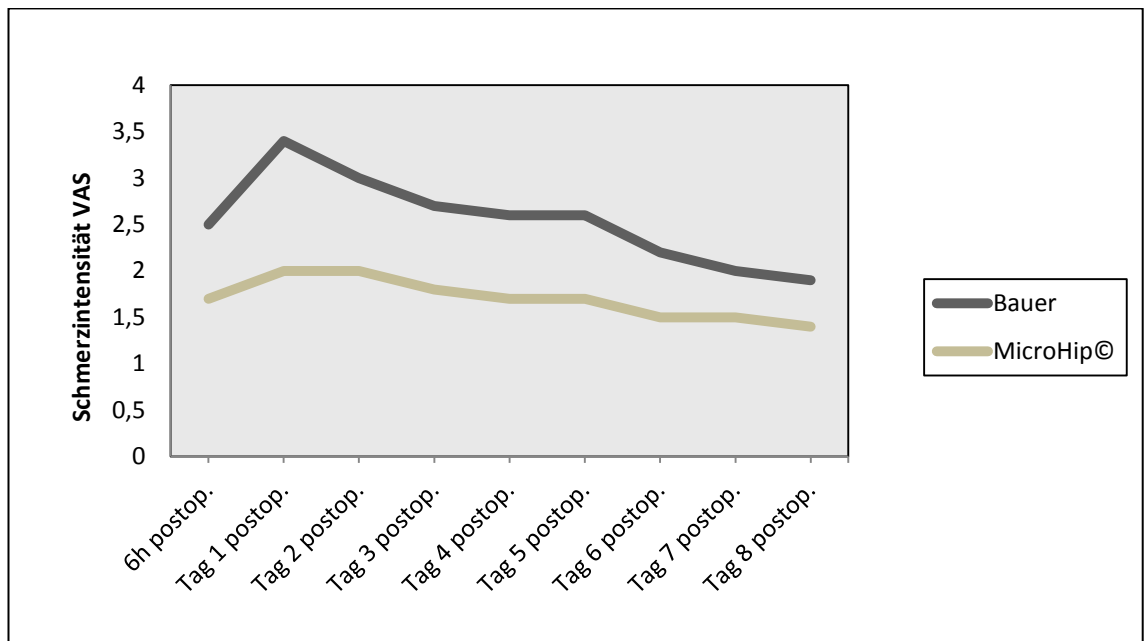
Hinsichtlich des gemessenen CK-Wertes am zweiten Tag nach Operation konnten keine signifikanten Unterschiede ( $p=0,18$ ) festgestellt werden (Graphik 10).



Graphik 10: Vergleich des CK-Wertes am 2. postoperativen Tag [U/l] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip®). Dargestellt ist der durchschnittliche Wert. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

### 5.3 Schmerzverlauf

Die Patienten beider Versuchsgruppen dokumentierten das Maximum ihrer Schmerzen am ersten und zweiten Tag nach Operation (VAS 3,4/10 bzw. 2,0/10). Dabei notierten Patienten der Bauer-Gruppe bis zum einschließlich sechsten postoperativen Tag signifikant höhere Schmerzintensitäten als Patienten der MicroHip©-Gruppe. Die subjektiven Schmerzgrade divergierten am meisten in den ersten drei Tagen nach Operation (d1:  $p < 0,001$ , d2  $p = 0,007$ , d3  $p = 0,010$ ). (Graphik 11).



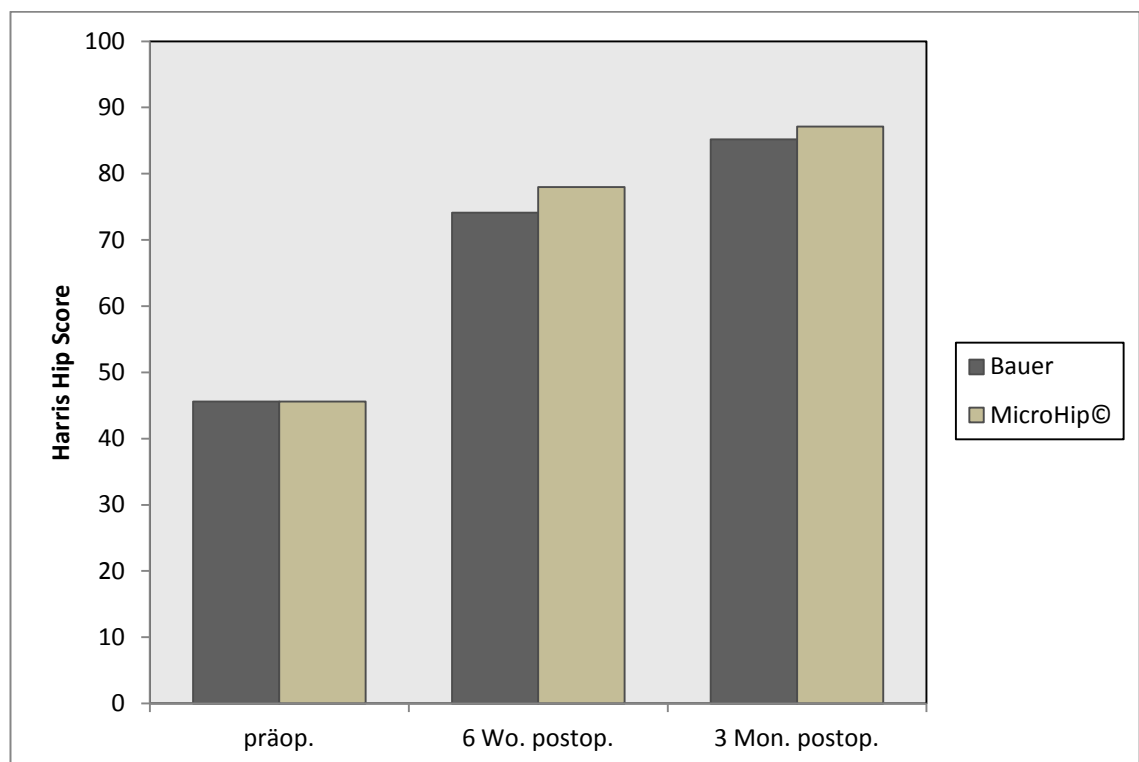
Graphik 11: Vergleich des Verlaufes der Schmerzintensitäten 6 Stunden postoperativ bis zum 8. postoperativen Tag der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©).

## 5.4 Funktionelle Ergebnisse und Gesundheitsstatus

Hinsichtlich des Harris Hip Score (HHS), des Oxford Hip Score (OHS) sowie des EQ-5D Fragebogens gab es zusammenfassend keine signifikanten Unterschiede im Ergebnis beider Versuchsgruppen.

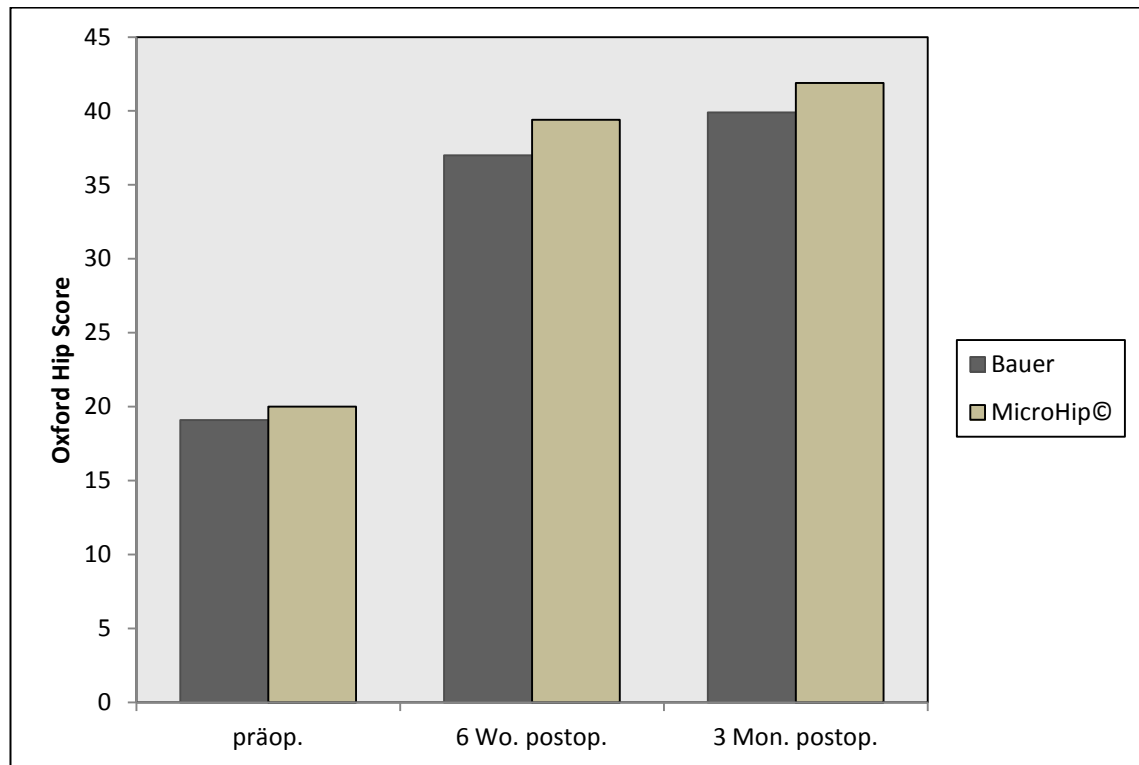
Die drei Scorewerte verdoppelten sich annähernd im Verlauf von drei Monaten nach Operation. Auffallend ist der steilere Anstieg während der frühen postoperativen Erholungsphase innerhalb der MicroHip©-Gruppe.

Der HHS verbesserte sich innerhalb von sechs Wochen nach erfolgter Operation um 28,5 Punkte auf 74,1 Punkte in der Bauer-Gruppe bzw. um 32,4 Punkte auf 78,0 Punkte in der MicroHip©-Gruppe. Die Werte drei Monate postoperativ lagen bei 85,2 Punkten für die Bauer- bzw. 87,1 Punkten für die MicroHip©-Gruppe (Graphik 12).



Graphik 12: Vergleich des HHS der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©) präoperativ, sowie 6 Wochen bzw. 3 Monaten nach Operation.

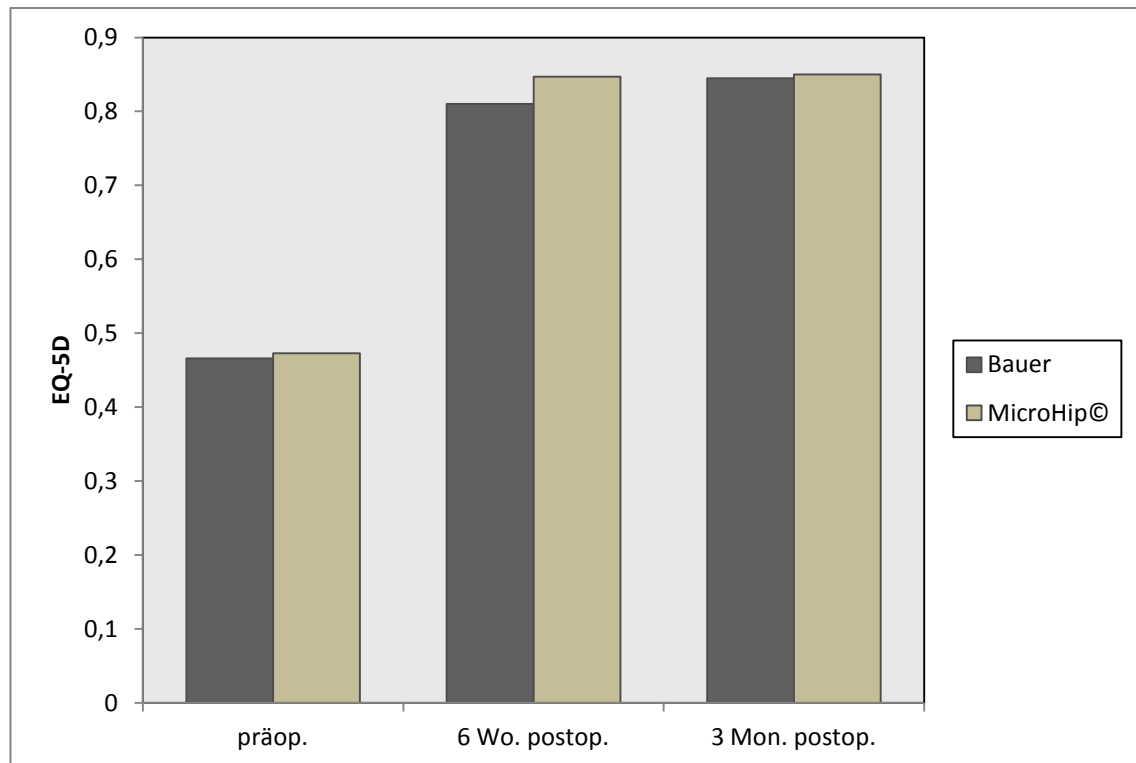
Die präoperativen Werte des OHS lagen bei 19,1 Punkten (Bauer) bzw. 20,0 Punkten (MicroHip©). Sie stiegen innerhalb von sechs Wochen auf 37,0 Punkte bzw. 39,4 Punkte und erreichten nach drei Monaten vorläufige Höchstwerte von 39,9 Punkten für die Bauer- bzw. 41,9 Punkten für die MicroHip©-Gruppe (Graphik 13).



Graphik 13: Vergleich des OHS der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©) präoperativ, sowie 6 Wochen bzw. 3 Monate nach Operation.



Entsprechend fielen die Ergebnisse der EQ-5D Fragebögen aus. Beide Versuchsgruppen gaben ähnliche präoperative Werte an (0,477 Punkte Bauer bzw. 0,473 MicroHip©). In der Bauer-Gruppe ergaben sich Scorewerte von 0,810 nach sechs Wochen sowie 0,845 nach dreimonatiger Kontrolle. Bei der MicroHip©-Gruppe entwickelten sich die Werte von 0,847 Punkten nach sechs Wochen auf 0,845 Punkten nach drei Monaten (Graphik 14).



Graphik 14: Vergleich des EQ-5D der beiden Probandengruppen (Bauer /MicroHip©) präoperativ, sowie 6 Wochen bzw. 3 Monate nach Operation.

Die Patienten der Bauer-Gruppe wurden im Durchschnitt am 1,4 Tag mobilisiert, waren am 2,7 Tag selbstständig auf Stationsebene mobil, übten am 6,3 Tag erstmals Treppensteigen und verließen das Krankenhaus schließlich am 9. Tag nach Operation (Tab. 2).

Die Mobilisierung der Patienten der MicroHip©-Gruppe erfolgte durchschnittlich am 1,4 Tag, sie waren in der Lage sich am 2,6 Tag selbstständig auf Stationsebene zu bewegen und am 5,8 Tag Treppen zu steigen. Die Krankenhauserlassung erfolgte durchschnittlich am 8,8 Tag nach erfolgter Hüftoperation (Tab. 2).

Beide Gruppen unterschieden sich somit im Hinblick auf Mobilisierung und Krankenhausverweildauer nicht signifikant (Tab. 2).

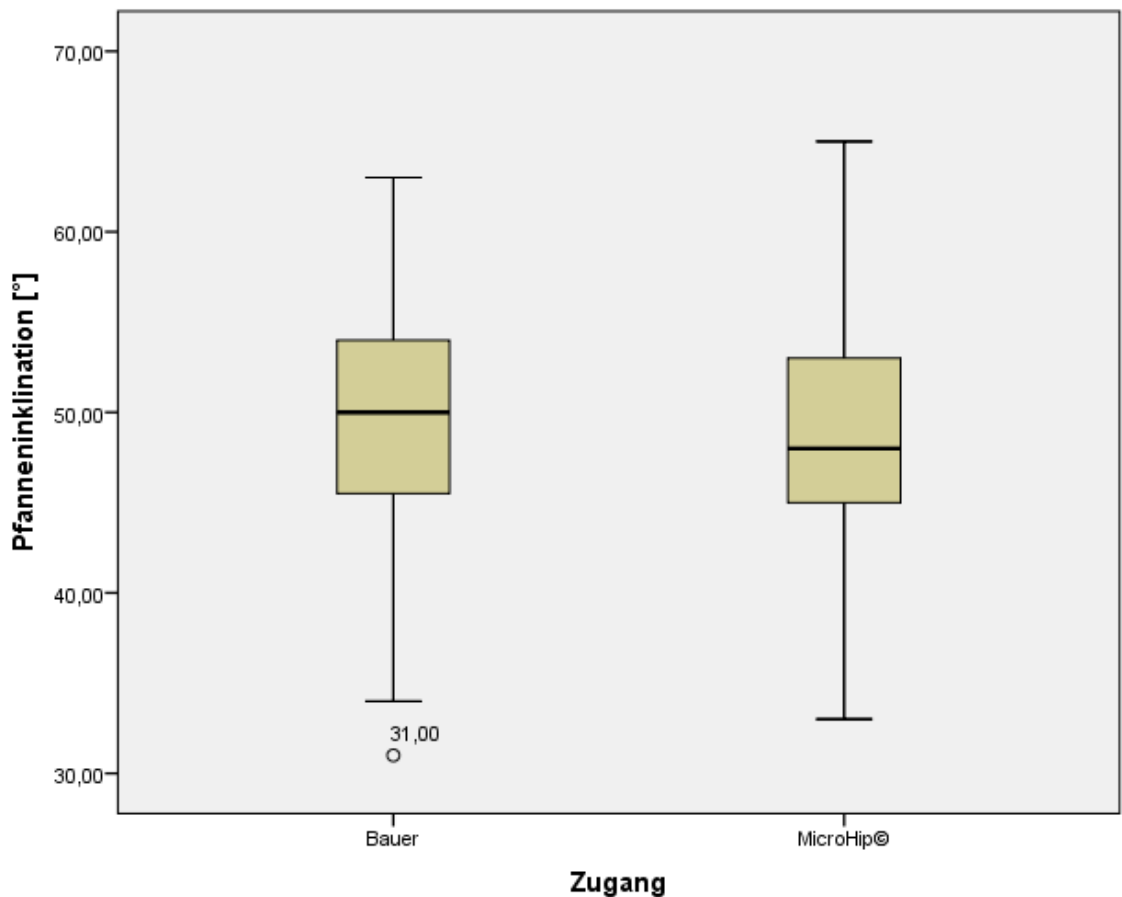
	Bauer-Gruppe	MicroHip©-Gruppe	Signifikanz
Tag der Mobilisation aus dem Bett	1,4 ±0,8	1,4 ±0,6	n.s.
Tag der Mobilisation auf Stationsebene	2,7 ±1,1	2,6 ±1,0	n.s.
Mobilisationstag Treppensteigen	6,4 ±1,7	5,8 ±1,7	n.s.
Krankenhausaufenthaltstage	9,0 ±1,7	8,8 ±1,5	n.s.

Tab.2: Mobilisation/Verweildauer

## 5.5 Postoperative radiographische Kontrolle

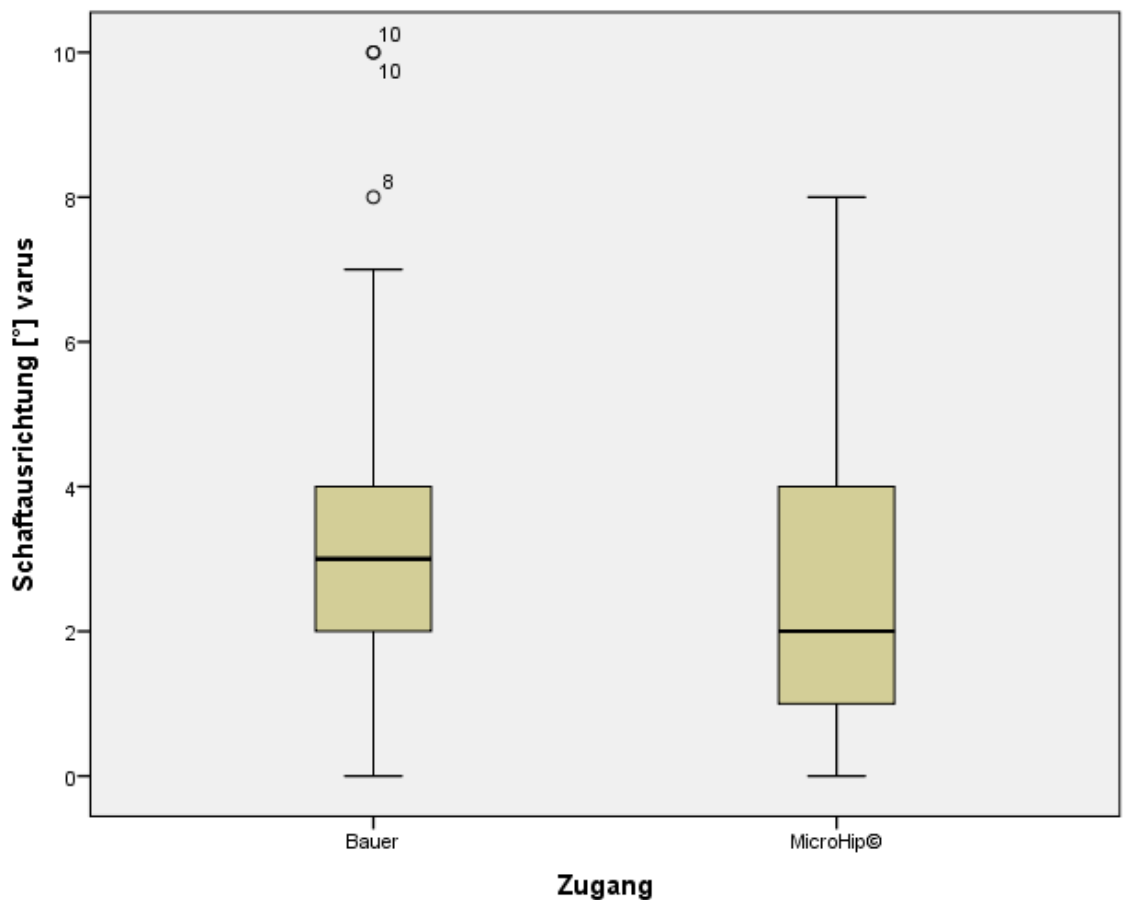
Sowohl die Pfanneninklination als auch die Schaftausrichtung beider Gruppen waren nicht signifikant unterschiedlich.

Die durchschnittliche Pfanneninklination betrug  $49,7^\circ$  bei der Bauer-Gruppe. Mit  $48,1^\circ$  war sie bei der MicroHip©-Gruppe leicht flacher (Graphik 15).



Graphik 15: Vergleich der Pfanneninklination [°] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist die durchschnittliche Pfanneninklination der Prothese. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

Der Implantatschaft war bei beiden Gruppenmittelwerten varisch ausgerichtet:  $2,8^\circ$  Bauer bzw.  $2,6^\circ$  MicroHip© (Graphik 16).



Graphik 16: Vergleich der Schaftausrichtung [°] der beiden Probandengruppen (Bauer/MicroHip©). Dargestellt ist die durchschnittliche Ausrichtung der Prothese. Der horizontale Balken symbolisiert den Medianwert, die Kastenumrandung das untere, respektive obere Quartil. Extremwerte sind mit ihrem tatsächlichen Wert aufgelistet.

## 5.6. Komplikationen

Innerhalb der minimalinvasiven Gruppe kam es zu einer Revision aufgrund frühzeitiger Pfannenlockerung. In vier Fällen (Bauer-Gruppe: 3; MicroHip©-Gruppe: 1) kam es während der Operation zu einer nicht-dislozierten Fraktur des proximalen Femur, welche jeweils mit Cerclagen versorgt wurde. Innerhalb der ersten postoperativen Woche erlitten zwei Patienten der MicroHip©-Gruppe eine tiefe Beinvenenthrombose.

## 6. Diskussion

Minimalinvasivität hat während der letzten Jahre in nahezu allen Bereichen der operativen Medizin eine enorme Bedeutung erlangt. Auch in der Hüftgelenktotalendoprothetik fand eine stetige Neu- und Weiterentwicklung minimalinvasiver Techniken statt. Der Vergleich mit konventionellen Operationstechniken fiel in bisherigen wissenschaftlichen Analysen eher neutral aus, sodass der Stellenwert der minimalinvasiven Hüftendoprothetik noch nicht eindeutig geklärt ist.

Alle minimalinvasiven Verfahren haben ein möglichst geringes Zugangstrauma zum Ziel. Hieraus resultiert das Bemühen um eine möglichst geringe Inzisionslänge. Wie zu erwarten, erklärt dies den hochsignifikanter Unterschied in der Länge des Schnittes zwischen beiden in unserer Studie untersuchten Gruppen zugunsten der minimalinvasiven Operationsmethode.

Mit durchschnittlich 9,3cm erzielten wir in unserer MicroHip©-Gruppe einen etwas größeren Hautschnitt als bei anderen minimalinvasiven Zugangstechniken. Allerdings nehmen zahlreiche Verfahren Doppel- oder gar Tripelinzisionen vor [Goosen et al. 2011; Mazoochian et al. 2009; Musil et al. 2008; Sander et al. 2011]. Bezüglich Wundverhältnissen und Wundheilungsraten zeigten sich bei beiden unserer Untersuchungsgruppen keine Unterschiede.

Bei Mow et al. verglichen zwei unabhängige plastische Chirurgen mittels eines standardisierten Bewertungssystems die Qualität der durch die Hautschnitte entstandenen Narben [Mow et al. 2005]. Die Narben des minimalinvasiven Zugangs wurden dabei optisch schlechter bewertet als die des Standardzugangs. Der größere Haut- und Weichteilschaden würde laut Autoren durch den erhöhten Druck der Retraktoren zur besseren Darstellung des Operationsgebietes verursacht. Allerdings waren Patienten mit einem minimalen Hautschnitt subjektiv mit der Narbe zufriedener. In der Priorität wurde letztendlich das kosmetische Ergebnis von den Patienten nach Schmerzfreiheit und längeren Standzeiten eingestuft [Goldstein et al. 2008].

Unsere Untersuchungen ergaben eine signifikant kürzere Operationszeit der MicroHip©-Gruppe gegenüber der Bauer-Gruppe.

Eine von Mazoochian et al. durchgeführte randomisiert prospektive Studie mit 51 Patienten kam zu demselben Ergebnis [Mazoochian et al. 2009]. Auch die von Kim et

al. durchgeführte Studie an 70 Patienten mit simultanem bilateralem Hüftgelenkersatz ergab eine kürzere Operationsdauer zugunsten des minimalinvasiven Zugangs [Kim et al. 2006]. Cheng et al. fanden in ihrer Metaanalyse eine signifikant kürzere Operationsdauer der minimalinvasiven Zugangsverfahren, allerdings mit einer hohen Heterogenität innerhalb der Subgruppen [Cheng et al. 2009].

Demgegenüber stellte sich bei Goosen et al., Martin et al., Mouilhade et al. und Sander et al. der minimalinvasive Zugangsweg als das Verfahren mit der längeren Schnitt-Naht-Zeit heraus [Goosen et al. 2011; Martin et al. 2011; Mouilhade et al. 2011; Sander et al. 2011].

Goosen et al. und Sendtner et al. erklärten dies mit einem Erfahrungsvorsprung bei dem etablierten Zugangsverfahren nach Bauer und verwiesen auf die Lernkurve der Operateure während des Studienzeitraumes [Goosen et al. 2011; Sendtner et al. 2011]. In unserer Studie wurden die Patienten der Bauer-Gruppe von verschiedenen Chirurgen operiert, während die Patienten der MicroHip®-Gruppe von einem erfahrenen Chirurg mit einer großen Anzahl bereits durchgeführter minimalinvasiver Eingriffe operiert wurde. Dies würde auch die große Variabilität der Operationszeiten innerhalb der Bauer-Gruppe erklären.

Die Ergebnisse von Musil et al., Vavken et al. und Yang et al. ergaben keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Operationszeit [Musil et al. 2008; Vavken et al. 2007; Yang et al. 2010]. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Martin et al. und Mouilhade et al. voll- oder teilzementierte (Hybrid-) Verfahren zur Implantatverankerung verwendeten [Martin et al. 2011; Mouilhade et al. 2011]. Dadurch kommt es zu verlängerten Operationszeiten in beiden Versuchsgruppen.

Der durch das Cell Saver®-System gemessene intraoperative Blutverlust war in unserer Studie nicht signifikant unterschiedlich ( $p=0,355$ ). Allerdings zeigte sich ein stärkerer postoperativer Hämatokrit- und Hämoglobinabfall innerhalb der Bauer-Gruppe. Dies deutet auf einen erhöhten postoperativen Blutverlust innerhalb der Bauer-Gruppe hin.

Den signifikant geringeren Hb-Abfall führten Sendtner et al. nicht auf die minimalinvasive Operationstechnik, sondern auf die laterale Positionierung des Patienten zurück [Sendtner et al. 2011]. Martin et al. fanden ebenfalls Unterschiede im Hb- und Hkt-Abfall zugunsten des minimalinvasiven Verfahrens nach Röttinger [Martin et al. 2011]. Sie bezweifelten allerdings die Relevanz der zwar statistisch signifikanten, klinisch jedoch marginalen Werte.

Die Arbeitsgruppe um Fink et al. hingegen stellte in ihrer prospektiv vergleichenden

Studie einen signifikant niedrigeren intraoperativen Blutverlust der minimalinvasiven Gruppe fest [Fink et al. 2010]. Die Autoren verwiesen dabei auf die Schonung der Rami profundi der A. circumflexa femoris medialis durch den verwendeten minimal-posterioren Zugang. Hinsichtlich der postoperativen Hb-Werte gab es keine signifikanten Unterschiede. Als Erklärung wiesen Fink et al. auf das Cell Saver®-System mit öfter retransfundiertem Blut innerhalb der Standardgruppe hin [Fink et al. 2010]. Auch bei Mazoochian et al. bestand ein geringerer intraoperativer Blutverlust in der minimalinvasiven Gruppe [Mazoochian et al. 2009]. Hier wurde ein modifizierter transglutealer Zugang nach Harding als minimalinvasives Verfahren verwendet. Die Metaanalyse von Vavken et al. stellte den intraoperativen Blutverlust in 7 Arbeiten dar und ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der minimalinvasiven Techniken [Vavken et al. 2007].

Nach Meinung einiger Autoren entstehe der wesentliche Blutverlust während einer Hüfttotalendoprothesenoperation durch Blutungen aus den Osteotomieflächen und der Markhöhle. Laut Yang et al. sei es allerdings wichtig zu beachten, dass bei einem posterolateralen Zugang die stumpfe Präparation des inferioren Teils des M. gluteus maximus, des M. piriformis, des M. obturatus internus und der Mm. gemelli superior et inferior erheblich zum operativen Blutverlust beitragen kann [Yang et al. 2010]. Auch in dieser Studie erwies sich der minimalinvasive Zugangsweg als blutungsärmer.

Goosen et al. und Mouilhade et al. konnten keine Unterschiede im Blutverlust zwischen beiden Gruppen aufzeigen [Goosen et al. 2011; Mouilhade et al. 2011].

Aufgrund unserer Resultate und der vorliegenden Studienlage ist davon auszugehen, dass die Verwendung eines minimalinvasiven Zugangs einen geringeren operativen Blutverlust bedingt.

Die radiographische Kontrolle der Komponentenpositionierung ist ein objektives Verfahren zur Beurteilung der erfolgreichen Implantation einer Hüftendoprothese. In beiden Gruppen unserer Studie war der Implantatschaft mit nicht signifikantem Unterschied varisch ausgerichtet. Die Inklination der Pfanne war bei der Bauer-Gruppe nicht signifikant steiler, allerdings immer noch innerhalb der von Lewinnek postulierten Sicherheitszone, wonach Dislokationen außerhalb des Winkelbereiches von 30°-50° als wahrscheinlicher gelten [Lewinnek et al. 1978].

Die Mehrzahl der Autoren kam zu ähnlichen Ergebnissen und konnte keine Unterschiede bei der Komponentenpositionierung feststellen [Fink et al. 2010; Goosen et al. 2011; Matziolis et al. 2011; Mazoochian et al. 2009; Sendtner et al. 2011; Wohlrab

et al. 2008; Yang et al. 2010]. Martin et al. verwendeten neben der konventionellen Röntgendarstellung einen CT-Scan als zusätzliche Bildgebung [Martin et al. 2011]. Im 1-Jahres-follow-up konnten keine Unterschiede in der Platzierung der femoralen sowie acetabulären Komponenten aufgezeigt werden.

Lediglich zwei Studien wiesen signifikante Differenzen in der postoperativen radiographischen Kontrolle nach. Teet et al. fanden eine statistisch signifikant abweichende varische Positionierung der femoralen Komponente innerhalb der minimalinvasiven Gruppe, allerdings nur bei den zementiert implantierten Hüftgelenken. Die zementfrei implantierten Hüftgelenke wiesen hingegen keinen Unterschied beider Gruppen auf [Teet et al. 2006]. Bei Mouilhade et al. zeigte die anterolaterale Standardgruppe eine geringere Variation der Pfanneninklination als die mini-Watson-Jones Gruppe [Mouilhade et al. 2011]. Die Autoren verwiesen dabei auf die Erfahrung und Präferenz der Operateure. Sie diskutierten ferner über die optimale Analyse der Implantatpositionierung. Die in ihrer Arbeit zur Messung verwendete CT-Technik ist zwar am präzisesten, kann aber keine Aufnahmen unter Belastung erzeugen. Hingegen ist die Beurteilung der Pfanneninklination, Valgus-Varus-Positionierung der femoralen Komponente und des Beinlängenunterschiedes mittels eines konventionellen Röntgenbildes ein valides und reproduzierbares Verfahren.

Zusammenfassend können wir die befürchtete suboptimale Komponentenpositionierung aufgrund eines kleineren operativen Sichtfensters nicht bestätigen. Ein minimalinvasiver Zugang kann genauso sicher durchgeführt werden und erzielt identische radiographische Ergebnisse wie ein klassisches Operationsverfahren.

Die gemessenen Serumwerte des CRP stellten sich präoperativ und 2 Tage nach Operation als nicht signifikant unterschiedlich heraus. Am 7. postoperativen Tag waren die Werte in der Standardgruppe allerdings signifikant höher, was als Ausdruck erhöhter systemischer Inflammation interpretiert werden kann. Dies könnte auf eine geringere Gewebeinvasivität der minimalinvasiven Operationsmethode hinweisen.

In der Literatur finden sich diesbezüglich unterschiedliche und teils widersprüchliche Ergebnisse. Fink et al. konnten keine Unterschiede 72 Stunden postoperativ messen [Fink et al. 2010]. Auch bei Martin et al. waren die CRP-Werte fast identisch [Martin et al. 2011]. Sie verglichen einen transglutealen mit einem anterolateralen minimalinvasiven Zugang nach Röttinger (ALMIS) und bestimmten den CRP-Wert 48 Stunden postoperativ. Einen ähnlichen minimalen Zugangsweg wählte die Arbeitsgruppe um Musil et al.. Hier fiel der CRP-Wert sowohl 48 Stunden als auch 72



Stunden postoperativ signifikant geringer aus [Musil et al. 2008]. Als zusätzlichen unspezifischen Marker der inflammatorischen Reaktion bestimmten Suzuki et al. die Erythrozytensedimentationsrate [Suzuki et al. 2004]. Die Ergebnisse waren signifikant, im Falle des CRP-Werts sogar hoch signifikant unterschiedlich zugunsten des minimalinvasiven posterolateralen Verfahrens. Die Autoren schlussfolgerten daher eine bessere Weichteilschonung. Die Serumwerte wurden jedoch nur einmalig 7 Tage nach der Operation bestimmt. Eine Einschätzung des Verlaufes ist deshalb nicht möglich, was als Schwachpunkt der Studie gilt. Shitama et al. analysierten neben dem 24 Stunden-CRP-Wert mit Interleukin-6 einen weiteren Regulator der Entzündungsreaktion [Shitama et al. 2009]. Sie kamen zu dem Fazit, dass ein Unterschied von 5 cm in der Länge des Hautschnittes keinen Einfluss auf den Grad der chirurgischen Invasivität darstellt.

Die am zweiten Tag nach Operation gemessenen CK-Werte differierten nicht signifikant im Vergleich beider Versuchsgruppen. Anhand unserer Untersuchungen ergeben sich somit keine Vorteile bezüglich der Muskeltraumatisierung bei minimalinvasiver Zugangsmethode.

Auch bei Mazoochian et al., Müller et al. und Wohlrab et al. stellte sich der minimalinvasive Zugangsweg als nicht muskelschonender heraus [Mazoochian et al. 2009; Müller et al. 2011; Wohlrab et al. 2008]. Lediglich Mouilhade et al. erfassten 24 bzw. 48 Stunden postoperativ signifikant niedrigere CK-Werte bei der Patientengruppe, die minimalinvasiv nach Röttinger operiert wurde [Mouilhade et al. 2010].

Aufgrund vorliegender diskutierter Ergebnisse ist es fraglich, ob die stumpfe Muskelschädigung durch Zug bei minimalinvasiven Zugangsmethoden geringer ist als die scharfe Muskeldurchtrennung bei konventionellen Verfahren.

Der Grad des subjektiven Schmerzempfindens nach Operation war in unserer Arbeit signifikant unterschiedlich. Besonders die ersten drei postoperativen Tage wurden von Patienten mit Standardzugang als wesentlich schmerzintensiver empfunden. Nach einer Woche waren die Unterschiede nicht mehr signifikant, allerdings erzielten Patienten der MicroHip©-Gruppe im Schnitt noch immer geringere Werte auf der VAS-Skala. Die geringeren Schmerzen in den ersten Tagen nach der Operation sind vor allem durch die raschere Heilung des kürzeren Hautschnittes erklärbar.

Auch Yang et al. ermittelten geringere Schmerzintensitäten unmittelbar nach Operation bei Patienten mit minimalen OCM (Orthopädische Chirurgie München)-Zugang [Yang

et al.2010]. Hingegen war bei Fink et al. ein Unterschied erst ab dem 5. postoperativen Tag feststellbar [Fink et al. 2010]. Der minimalinvasive Zugang zeichnete sich als schmerzärmer in Ruhe, nicht jedoch in Bewegung aus. Dorr et al. notierten am ersten postoperativen Tag sowie am Tag der Entlassung geringere VAS-Werte für Patienten mit minimaleinvasivem posterioren Zugangsverfahren [Dorr et al.2007]. Die benötigte Schmerzdosis als berechnetes Morphin-Äquivalent war statistisch jedoch nicht unterschiedlich.

Im Gegensatz dazu stellten Ogonda et al. weder im VAS-Score noch in der Schmerzmitteldosis Unterschiede zwischen minimalinvasiver Gruppe und Standardgruppe fest [Ogonda et al. 2005]. Die Ermittlung der Werte erfolgte engmaschig im Abstand von 2 Stunden am Tag nach erfolgter Operation. Ein weiterer Schmerzverlauf wurde nicht dokumentiert. Sander et al. konnten sowohl im 5-Wochen- als auch 1-Jahres-follow-up keine Unterschiede nachweisen [Sander et al. 2011]. Wohlrab et al. bestimmten die Schmerzintensität regulär am 3. und 10. Tag postoperativ sowie in der Kontrolluntersuchung nach 6 und 12 Wochen. Unterschiede im Schmerzverlauf waren hier nicht ersichtlich. Allerdings fiel die Studiengröße mit 20 Patienten pro Kollektiv relativ klein aus [Wohlrab et al. 2008].

Im Bezug auf die per Harris Hip Score gemessene postoperative Hüftfunktion war auffallend, dass die Patienten der MicroHip©-Gruppe postoperativ minimal bessere Werte erzielten. Nach drei Monaten war dieser Vorsprung jedoch aufgehoben. Im Oxford Hip Score, in dem Hüftschmerzen und Bewegungsbeeinträchtigungen evaluiert werden, schnitten Patienten der MicroHip©-Gruppe sowohl postoperativ als auch im follow-up geringfügig besser ab. Die Unterschiede waren in beiden funktionellen Hüftscores statistisch nicht signifikant und können nur auf Tendenzen hinweisen.

Auch in der von Vavken et al. veröffentlichten Metaanalyse über 8 Studien konnte nur eine trendweise Signifikanz im postoperativen HHS festgestellt werden [Vavken et al. 2007]. Einige Autoren fanden aussagekräftige Unterschiede in der frühen Rehabilitationsphase: Die Gruppe um Mazzochian et al. erhob den ersten postoperativen HHS unmittelbar vor Entlassung aus dem Krankenhaus und stellte deutliche Vorteile bei den minimalinvasiv operierten Patienten fest. Goosen et al. und Wohlrab et al. konnten 6 Wochen nach Operation ebenfalls Vorteile im HHS erkennen [Goosen et al. 2011; Wohlrab et al. 2008]. Die Untersuchungen von Mouilhade et al. ergaben sowohl im HHS, WOMAC (Western Ontario Mac Master Arthritis Center) und PMA (Postel-Merle d'Aubigné) bessere Ergebnisse in der minimalinvasiven Gruppe 6 Wochen

postoperativ. Sie postulierten deshalb eine optimierte kurzfristige Erholung für die Gruppe mit modifiziertem minimalinvasiven Watson-Jones-Zugang [Mouilhade et al. 2010]. Demgegenüber konnten Ogonda et al., Fink et al. und Dorr et al. keine Unterschiede im HHS, OHS und WOMAC im 6-Wochen-follow-up nachweisen [Ogonda et al. 2005; Fink et al. 2010; Dorr et al. 2007]. Sander et al. kontrollierten HHS, WOMAC und PMA nach 5 Wochen und fanden keine Unterschiede [Sander et al. 2011]. Bei Wohlrab et al. und Mazoochian et al. zeigte sich der Vorsprung der minimalinvasiven Gruppe im HHS auch noch 3 Monate nach Operation [Wohlrab et al. 2008; Mazoochian et al. 2009]. Im Langzeit-follow-up nach 6 Monaten bzw. einem Jahr war in den meisten Studien kein Unterschied bezüglich der funktionellen Scores mehr festzustellen [Martin et al. 2011; Sander et al. 2011; Shitama et al. 2009; Dorr et al. 2007]. Lediglich Goosen et al. beobachteten ein Jahr nach erfolgter Operation noch Vorteile, bezweifelten allerdings die klinische Relevanz ihrer Ergebnisse [Goosen et al. 2011]. Das Studiendesign von Yang et al. besticht mit einem relativ langen Beobachtungszeitraum. Während der HHS 3 Monate postoperativ noch besser für die minimalinvasive Gruppe ausfiel, waren nach 3 Jahren keine Unterschiede mehr erkennbar [Yang et al. 2010].

Zusammenfassend kann man schlussfolgern, dass minimalinvasiv operierte Patienten in der frühen postoperativen Phase zu besseren funktionellen Ergebnissen tendieren als Patienten mit klassischem Standardzugang.

In unserer Untersuchung zur Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, gemessen im EQ-5D-Fragebogen, zeigten sich sowohl 6 Wochen als auch 3 Monate postoperativ annähernd identische Ergebnisse.

Mehrere Autoren verwendeten zu dieser Einschätzung den vergleichbaren SF-36-Fragebogen und konnten ebenfalls keine Unterschiede aufzeigen [Fink et al. 2010; Martin et al. 2011; Mouilhade et al. 2011; Sander et al. 2011; Ogonda et al. 2005]. Yang et al. erhoben zur Bewertung der Selbstständigkeit den Barthel-Index. Dieser fiel 3 Monate postoperativ höher in der minimalinvasiven Gruppe aus. Nach 3 Jahren waren keine Unterschiede mehr feststellbar [Yang et al. 2010].

Hinsichtlich der postoperativen Mobilisierung (selbstständig im Zimmer, selbstständig auf Stationsebene, Treppensteigen) gab es in unserer Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Versuchsgruppen.

Bei Ogonda et al. fiel der Gehstreckentest über 10m und der Versuch des

Treppensteigens am 2. postoperativen Tag mit ähnlichen Ergebnissen aus [Ogonda et al. 2005]. Auch Dorr et al. fanden keine Unterschiede in der Länge der Gehstrecke [Dorr et al. 2007]. Die minimalinvasiv operierten Patienten der Untersuchungsgruppe von Fink et al. waren in der Lage, frühzeitiger zu laufen und Treppen zu steigen. Der Autor wies allerdings auf die als Hawthorne-Effekt bekannte höhere Motivation der nicht geblindeten Teilnehmer der Versuchsgruppe hin [Fink et al. 2010]. Einige Autoren führten postoperative Ganganalysen zur besseren Objektivierbarkeit der Mobilisierung durch und fanden keine signifikanten Unterschiede in ihren Auswertungen [Fink et al. 2010; Martin et al. 2011; Dorr et al. 2007]. Sander et al. fanden 5 Wochen nach Operation noch erhebliche Defizite in der Ganganalyse gegenüber der Normalbevölkerung und appellieren an die Notwendigkeit einer Anschlussrehabilitationsbehandlung [Sander et al. 2011].

In unserer Studie konnten sowohl die minimalinvasiv operierten als auch die konservativ operierten Patienten durchschnittlich am 9. postoperativen Tag das Krankenhaus verlassen.

Die Diskussion der Krankenhausverweildauer ist aufgrund der unterschiedlichen Gesundheitssysteme nicht valide. Während die Patienten der von Ogonda et al. in Nordirland bzw. von Dorr et al. in den USA durchgeführten Studien schon am 3. Tag das Krankenhaus verließen, wurden die Patienten der japanischen Studie von Suzuki et al. erst nach 3 Wochen (minimalinvasive Gruppe) bzw. 35 Tagen (Standardgruppe) entlassen [Ogonda et al. 2005; Dorr et al. 2007; Suzuki et al. 2004]. Die an der Berliner Charité erhobene Untersuchung von Matziolis et al. [8] ergab bei einer Krankenhausverweildauer von 13 Tagen keine Unterschiede [Matziolis et al. 2011]. Interessant ist auch der Ansatz der belgisch-kanadischen Studie von Martin et al.. Sie analysierten die Kosten des gesamten Krankenhausaufenthaltes nach erfolgter Hüftoperation. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den Ausgaben festgestellt [Martin et al. 2011].

## **7. Ausblick**

In dieser Arbeit wurde anhand klinischer, laborchemischer und radiographischer Untersuchungen der minimalinvasive anteriore Zugangsweg mit dem Zugangsweg nach Bauer in der frühen bis mittleren postoperativen Phase nach Hüftgelenktotalsersatzoperation verglichen.

Zum Ende der dreimonatigen Verlaufskontrollen konnten wir keine Unterschiede hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses und des allgemeinen Gesundheitsstatus beobachten. Zukünftige Studien mit einem längeren Beobachtungszeitraum müssen eruieren, ob die von uns festgestellten Vorteile in der frührehabilitativen Phase, der muskelschonendere Zugangsweg oder auch die marginalen Unterschiede in der Implantatpositionierung Langzeiteffekte bezüglich der Standzeiten nach sich ziehen.

In unserer Studie erfolgten keine ganganalytischen Untersuchungen. In zukünftigen Studien wäre der Vergleich postoperativer Ganganalysen hilfreich, da das Ganglabor ein idealer wissenschaftliches Werkzeug darstellt, um minimale funktionelle Unterschiede exakt bewerten zu können.

Die Vorteile und Risiken der minimalinvasiven Operationstechnik sollten in weiteren verblindeten randomisierten Studien und homogeneren Gruppen untersucht werden.

Eine stetige Verbesserung der handwerklichen Fähigkeiten der Operateure wird in naher Zukunft sicher noch zu besseren Ergebnissen in der minimalinvasiven Hüftchirurgie führen.

Und letztendlich wird die neue Operationstechnik stetig vervollkommnet werden, sodass wir auf die weitere Entwicklung in der minimalinvasiven Hüftgelenkendoprothetik gespannt sein dürfen.

## 8. Zusammenfassung

Der künstliche Hüftgelenkersatz gilt als eine der erfolgreichsten Operationen in der Medizin. In den letzten Jahren wurden minimalinvasive Verfahren mit dem Ziel entwickelt, einen weichteilschonenden Zugriffsweg auf das Hüftgelenk zu ermöglichen. In dieser prospektiv randomisierten Arbeit wurde untersucht, ob der minimalinvasive anteriore Zugang MicroHip© dem konventionellem transglutealen Zugang nach Bauer hinsichtlich klinischer, laborchemischer und radiographischer Parameter überlegen ist.

Die Durchführung der Studie, bestehend aus zwei Versuchsgruppen mit insgesamt 143 Patienten, erfolgte an der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg in Bad Abbach. Schnittlänge, Operationszeit, Blutverlust, Hb/Hkt-Werte wurden notiert sowie mögliche Komplikationen während der Operation vermerkt. Postoperative CRP- und CK-Werte verwiesen auf die Invasivität des stattgefundenen operativen Traumas. Die klinische Beurteilung erfolgte mit Hilfe orthopädischer Scores (HHS, OHS, EQ-5D) unmittelbar nach erfolgter Operation sowie 6 Wochen und 3 Monate im follow-up. Weiterhin wurden perioperative Komplikationen, Schmerzverlauf und Mobilitätsfortschritt ausgewertet. Die korrekte Implantatpositionierung wurde radiographisch ermittelt.

Die Ergebnisse zeigten neben dem kleineren Hautschnitt eine signifikant kürzere Operationsdauer zugunsten des minimalinvasiven Verfahrens. Der intraoperative Blutverlust war nicht signifikant unterschiedlich, jedoch wurde ein geringerer postoperativer Hkt- und Hb-Abfall innerhalb der MicroHip©-Gruppe registriert. Laborchemisch zeigten sich keine Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen, lediglich am 7. postoperativen Tag fiel der CRP-Wert in der MicroHip©-Gruppe signifikant niedriger aus. Auch gaben minimalinvasiv operierte Patienten signifikant weniger Schmerzen während der ersten Tage nach Operation an. Die Ergebnisse des HHS, OHS und EQ-5D waren nicht signifikant unterschiedlich, es konnten allerdings Tendenzen zugunsten der minimalinvasiven Gruppe während der frühen postoperativen Phase festgestellt werden. Hinsichtlich postoperativer Mobilisierung und radiographischer Kontrolle der Implantatpositionierung zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Vorteile des minimalinvasiven anterioren Zugangs zur Implantation einer

künstlichen Hüfttotalendoprothese liegen in der geringen Invasivität in Hinblick auf Gewebetrauma und Blutverlust, sowie in der frühen Rehabilitationszeit verbunden mit einem günstigen Schmerzverlauf. Dabei ist er genauso sicher wie ein konventionelles Operationsverfahren. Unsere Untersuchungen müssen durch zukünftige Studien mit einem längeren Beobachtungszeitraum verifiziert werden.

Schon jetzt kann das minimalinvasive Verfahren favorisiert werden. Um es routiniert und sicher zu machen, empfehlen wir, angehende operativ tätige Orthopäden schon in der Facharztausbildung mit der minimalinvasiven Methode vertraut zu machen.

## 9. Literaturverzeichnis

- Aldinger, P.; Ludwig, K. (2006): Postoperative radiologische Beurteilung von Gelenkendoprothesen. In: *Radiologie up2date* 6 (2), S. 153–170.
- Altman, R. D. (2000): Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee: 2000 update. American College of Rheumatology Subcommittee on Osteoarthritis Guidelines. In: *Arthritis Rheum* 43 (9), S. 1905–1915.
- Barrack, Robert L.; Rosenberg, Aaron G. (2006): The hip. 2nd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Barton, JR (2007): On the treatment of ankylosis by the formation of artificial joints. 1827. In: *Clin Orthop Relat Res* 456, S. 9–14.
- Bauer, R.; Kerschbaumer, F.; Poisel, S.; Oberthaler, W. (1979): The transgluteal approach to the hip joint. In: *Arch Orthop Trauma Surg* 95 (1-2), S. 47–49.
- Berger, Richard A. (2004): Mini-incision total hip replacement using an anterolateral approach: technique and results. In: *Orthop. Clin. North Am* 35 (2), S. 143–151.
- Berger, Richard A.; Jacobs, Joshua J.; Meneghini, R. Michael; Della Valle, Craig; Paprosky, Wayne; Rosenberg, Aaron G. (2004): Rapid rehabilitation and recovery with minimally invasive total hip arthroplasty. In: *Clin. Orthop. Relat. Res.* (429), S. 239–247.
- Bernsmann, K.; Wiese, M.: Koxarthrose, S. 847–852.
- Berry, Daniel J.; Berger, Richard A.; Callaghan, John J.; Dorr, Lawrence D.; Duwelius, Paul J.; Hartzband, Mark A. et al. (2003): Minimally invasive total hip arthroplasty. Development, early results, and a critical analysis. Presented at the Annual Meeting of the American Orthopaedic Association, Charleston, South Carolina, USA, June 14, 2003. In: *J Bone Joint Surg Am* 85 (11), S. 2235–2246.



- Bertin, Kim C.; Röttinger, Heinz (2004): Anterolateral mini-incision hip replacement surgery: a modified Watson-Jones approach. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (429), S. 248–255.
- Bijlsma, Johannes W. J.; Berenbaum, Francis; Lafeber, Floris P. J. G. (2011): Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. In: *Lancet* 377 (9783), S. 2115–2126.
- Bone and Joint Decade Deutsches Netzwerk unter <http://www.boneandjointdecade.de/> (Zugriff vom 09.10.2011)
- Breitenhuber, Wilhelm; Reichel, Heiko; Tschauener, Christian (2000): Hüftgelenksarthrosen. Prävention, Diagnostik und Therapie ; 27 Tabellen. Stuttgart [u.a.]: Enke im Thieme-Verl.
- BQS – Institut für Qualität & Patientensicherheit unter [http://bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft\\_endo\\_erst/index\\_html](http://bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/hueft_endo_erst/index_html) (Zugriff vom 12.10.2011)
- Cepeda, M. Soledad; Camargo, Francisco; Zea, Carlota; Valencia, Lina (2007): Tramadol for osteoarthritis: a systematic review and metaanalysis. In: *J. Rheumatol* 34 (3), S. 543–555.
- Charnely, J.; FERREIRAADE, S. (1964): Transplantation of the greater trochanter in arthroplasty of the hip. In: *J Bone Joint Surg Br* 46, S. 191–197.
- Charnley, John (2010): The classic: The bonding of prostheses to bone by cement. 1964. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* 468 (12), S. 3149–3159.
- Cheng, T.; Feng, J. G.; Liu, T.; Zhang, X. L. (2009): Minimally invasive total hip arthroplasty: a systematic review. In: *Int Orthop* 33 (6), S. 1473–1481.
- Dawson, J.; Fitzpatrick, R.; Carr, A.; Murray, D. (1996): Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement. In: *J Bone Joint Surg Br* 78 (2), S. 185–190.
- Debrunner, Alfred M. (2002): Orthopädie, orthopädische Chirurgie. Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates.

4., vollst. neu bearb. Bern [u.a.]: Huber.

DESTATIS – Statistisches Bundesamt Deutschland unter  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigations/Statistiken/Bevoelkerung/Bevoelkerung.psml> (Zugriff vom 12.10.2011)

Dieppe, P. (1995): Management of hip osteoarthritis. In: *BMJ* 311 (7009), S. 853–857.

Dölken, Mechthild (op. 2005): *Physiotherapie in der Orthopädie*. Stuttgart: G. Thieme Verlag.

Dorr, Lawrence D.; Maheshwari, Aditya V.; Long, William T.; Wan, Zhinian; Sirianni, Leigh Ellen (2007): Early pain relief and function after posterior minimally invasive and conventional total hip arthroplasty. A prospective, randomized, blinded study. In: *J Bone Joint Surg Am* 89 (6), S. 1153–1160.

Dougados, M.; Nguyen, M.; Berdah, L.; Mazières, B.; Vignon, E.; Lequesne, M. (2001): Evaluation of the structure-modifying effects of diacerein in hip osteoarthritis: ECHODIAH, a three-year, placebo-controlled trial. Evaluation of the Chondromodulating Effect of Diacerein in OA of the Hip. In: *Arthritis Rheum* 44 (11), S. 2539–2547.

Fink, Bernd; Mittelstaedt, Alexander; Schulz, Martin S.; Sebens, Pavol; Singer, Joachim (2010): Comparison of a minimally invasive posterior approach and the standard posterior approach for total hip arthroplasty A prospective and comparative study. In: *J Orthop Surg Res* 5, S. 46.

Frank, Johannes; Pfeil, Joachim (2008): *Hüftchirurgie*. Heidelberg: Steinkopff.

Fransen, Marlene; McConnell, Sara; Bell, Mary (2002): Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee. A systematic review. In: *J Rheumatol* 29 (8), S. 1737–1745.

Fransen, Marlene; McConnell, Sara; Hernandez-Molina, Gabriela; Reichenbach, Stephan (2009): Exercise for osteoarthritis of the hip. In: *Cochrane Database Syst Rev* (3), S. CD007912.

Funke, Eva Maria (1994): Krankengymnastik bei Koxarthrose. Stuttgart ;, New York: Gustav Fischer.

Ganz, R.; Gill, T. J.; Gautier, E.; Ganz, K.; Krügel, N.; Berlemann, U. (2001): Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. In: *J Bone Joint Surg Br* 83 (8), S. 1119–1124.

G-DRG-Browser 2004 – 2008, InEK (Zugriff vom 11.10.2011)

Gesundheitsberichterstattung des Bundes unter  
[http://www.gbebund.de/gbe10/trecherche.prc\\_them\\_rech?tk=8500&tk2=10100&p\\_uid=gast&p\\_aid=25945522&p\\_sprache=D&cnt\\_ut=7&ut=10200](http://www.gbebund.de/gbe10/trecherche.prc_them_rech?tk=8500&tk2=10100&p_uid=gast&p_aid=25945522&p_sprache=D&cnt_ut=7&ut=10200)  
(Zugriff vom 05.10.2011)

Gigante, Antonio; Callegari, Leonardo (2011): The role of intra-articular hyaluronan (Sinovial) in the treatment of osteoarthritis. In: *Rheumatol. Int* 31 (4), S. 427–444.

Girdlestone, G. R. (2008): Acute pyogenic arthritis of the hip: an operation giving free access and effective drainage. 1943. In: *Clin Orthop Relat Res* 466 (2), S. 258–263.

Girdlestone G. R.; Somerville, E. W.: Tuberculosis of Bone and Joint. Ed. 2. G. R. Girdlestone and E. W. Somerville, M.B., F.R.C.S (Edin.). London, Oxford University Press, 45 shillings; New York, Oxford University Press, 1952.

Goldstein, Wayne M.; Ali, Rose; Branson, Jill Jasperson; Berland, Kimberly A. (2008): Comparison of patient satisfaction with incision cosmesis after standard and minimally invasive total hip arthroplasty. In: *Orthopedics* 31 (4), S. 368.

Gomez, Pablo F.; Morcuende, Jose A. (2005): Early attempts at hip arthroplasty--1700s to 1950s. In: *Iowa Orthop J* 25, S. 25–29.

Goosen, Jon H. M.; Kollen, Boudewijn J.; Castelein, René M.; Kuipers, Bart M.; Verheyen, Cees C. (2011): Minimally invasive versus classic procedures in

total hip arthroplasty: a double-blind randomized controlled trial. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* 469 (1), S. 200–208.

Graf, Reinhard; Azizbaig-Mohajer, Mohammad (2006): Minimally invasive total hip replacement with the patient in the supine position and the contralateral leg elevated. In: *Oper Orthop Traumatol* 18 (4), S. 317–329.

Hackenbroch, M. H. (1998): Coxarthrose. In: *Orthopäde* 27 (9), S. 659.

Haddad, R. J.; Cook, S. D.; Brinker, M. R. (1990): A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement. In: *J Bone Joint Surg Br* 72 (1), S. 2–8.

Hallan, G.; Lie, S. A.; Furnes, O.; Engesaeter, L. B.; Vollset, S. E.; Havelin, L. I. (2007): Medium and long-term performance of 11,516 uncemented primary femoral stems from the Norwegian arthroplasty register. In: *J Bone Joint Surg Br* 89 (12), S. 1574–1580.

Hardinge, K. (1982): The direct lateral approach to the hip. In: *J Bone Joint Surg Br* 64 (1), S. 17–19.

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. In: *J Bone Joint Surg Am* 51 (4), S. 737–755.

HARRISON, M. H.; SCHAJOWICZ, F.; TRUETA, J. (1953): Osteoarthritis of the hip: a study of the nature and evolution of the disease. In: *J Bone Joint Surg Br* 35-B (4), S. 598–626.

Higuchi, Fujio; Gotoh, Masafumi; Yamaguchi, Noboru; Suzuki, Ritsu; Kunou, Yoshifumi; Ooishi, Kazuo; Nagata, Kensei (2003): Minimally invasive uncemented total hip arthroplasty through an anterolateral approach with a shorter skin incision. In: *J Orthop Sci* 8 (6), S. 812–817.

Honl, Matthias; Dierk, Oliver; Gauck, Christian; Carrero, Volker; Lampe, Frank; Dries, Sebastian et al. (2003): Comparison of robotic-assisted and manual implantation of a primary total hip replacement. A prospective study. In: *J*

*Bone Joint Surg Am* 85-A (8), S. 1470–1478.

Hulet, C.; Hurwitz, D. E.; Andriacchi, T. P.; Galante, J. O.; Vielpeau, C. (2000): Mécanismes d'adaptation fonctionnelle de la marche à une douleur invalidante de la coxo-fémorale. In: *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 86 (6), S. 581–589.

Hurwitz, D. E.; Hulet, C. H.; Andriacchi, T. P.; Rosenberg, A. G.; Galante, J. O. (1997): Gait compensations in patients with osteoarthritis of the hip and their relationship to pain and passive hip motion. In: *J. Orthop. Res* 15 (4), S. 629–635.

Imhof, H.: Arthrose (degenerative Gelenkerkrankungen), S. 314–356.

Irving, John F. (2004): Direct two-incision total hip replacement without fluoroscopy. In: *Orthop. Clin. North Am* 35 (2), S. 173–181.

Jani, L. (1996): Hüftendoprothetik. Vergangenes, Bewährtes und Zukünftiges : Mannheimer Symposium zur Neueröffnung der Orthopädischen Klinik. München ;, New York: Zuckschwerdt.

JUDET, J.; Judet, H. (1985): Voie d'abord antérieure dans l'arthroplastie totale de la hanche. In: *Presse Med* 14 (18), S. 1031–1033.

JUDET, J.; JUDET, R. (1950): The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint. In: *J Bone Joint Surg Br* 32-B (2), S. 166–173.

JUDET, R.; Siguier, M.; Brumpt, B.; Judet, T.: A noncemented total hip prosthesis. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (137), S. 76–84.

Lane, Nancy E. (2007): Clinical practice. Osteoarthritis of the hip. In: *N. Engl. J. Med* 357 (14), S. 1413–1421.

Lang, H.; Würzburg, U. (1982): Creatine kinase, an enzyme of many forms. In: *Clin. Chem* 28 (7), S. 1439–1447.

Lewinnek, G. E.; Lewis, J. L.; Tarr, R.; Compere, C. L.; Zimmerman, J. R. (1978):

Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. In: *J Bone Joint Surg Am* 60 (2), S. 217–220.

Lord, G.; Marotte, J. H.; Blanchard, J. P.; Guillamon, J. L.; Gory, M. (1978): Etude expérimentale de l'ancrage des arthroplasties totales madrépriques de hanche. In: *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 64 (6), S. 459–470.

Mardones, Rodrigo; Pagnano, Mark W.; Nemanich, Joseph P.; Trousdale, Robert T. (2005): The Frank Stinchfield Award: muscle damage after total hip arthroplasty done with the two-incision and mini-posterior techniques. In: *Clin. Orthop. Relat. Res.* 441, S. 63–67.

Martin, Robin; Clayson, Patrick E.; Troussel, Serge; Fraser, Brian P.; Docquier, Pierre-Louis (2011): Anterolateral minimally invasive total hip arthroplasty: a prospective randomized controlled study with a follow-up of 1 year. In: *J Arthroplasty* 26 (8), S. 1362–1372.

Masquelet, Alain C.; MacCullough, Christopher J.; Tubiana, Raoul (1997): Atlas der operativen Zugangswege Beckengürtel und untere Extremität. Dt. Lizenzausg. /. Köln: Dt. Ärzte-Verl.

Matziolis, Doerte; Wassilew, Georgi; Strube, Patrick; Matziolis, Georg; Perka, Carsten (2011): Differences in muscle trauma quantifiable in the laboratory between the minimally invasive anterolateral and transgluteal approach. In: *Arch Orthop Trauma Surg* 131 (5), S. 651–655.

Mazoochian, Farhad; Weber, Patrick; Schramm, Sara; Utzschneider, Sandra; Fottner, Andreas; Jansson, Volkmar (2009): Minimally invasive total hip arthroplasty: a randomized controlled prospective trial. In: *Arch Orthop Trauma Surg* 129 (12), S. 1633–1639.

McAlindon, T. E.; LaValley, M. P.; Gulin, J. P.; Felson, D. T. (2000): Glucosamine and chondroitin for treatment of osteoarthritis: a systematic quality assessment and meta-analysis. In: *JAMA* 283 (11), S. 1469–1475.

McKee, G. K.; Watson-Farrar, J. (1966): Replacement of arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis. In: *J Bone Joint Surg Br* 48 (2), S. 245–259.

- McMinn, D.; Treacy, R.; Lin, K.; Pynsent, P. (1996): Metal on metal surface replacement of the hip. Experience of the McMinn prosthesis. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (329 Suppl), S. S89-98.
- Meyer, Saklad M.D (1941): Grading of Patients for Surgical Procedures. In: *Anesthesiology* (Volume 2 Issue 3), S. 281–284.
- Michel, Markus C.; Witschger, Pierre: MicroHip: a minimally invasive procedure for total hip replacement surgery using a modified Smith-Peterson approach. In: *Ortop Traumatol Rehabil* 9 (1), S. 46–51.
- Mittelmeier, H.: Hüftgelenkersatz bei jungen Menschen. In: *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 122 (1), S. 20–26.
- Morscher, E.; Mathys, R. (1974): La prothèse totale isoélastique de hanche fixée sans ciment. Premiers résultats. In: *Acta Orthop Belg* 40 (5-6), S. 639–647.
- Morscher, Erwin (1995): Endoprothetik. Mit 32 Tabellen. Berlin ;, Heidelberg ;, New York ;, Barcelona ;, Budapest ;, Hong Kong ;, London ;, Mailand ;, Paris ;, Tokyo: Springer.
- Mouilhade, F.; Matsoukis, J.; Oger, P.; Mandereau, C.; Brzakala, V.; Dujardin, F. (2011): Component positioning in primary total hip replacement: a prospective comparative study of two anterolateral approaches, minimally invasive versus gluteus medius hemimytomy. In: *Orthop Traumatol Surg Res* 97 (1), S. 14–21.
- Mow, Christopher S.; Woolson, Steven T.; Ngarmukos, Srihatach G.; Park, Edward H.; Lorenz, H. Peter (2005): Comparison of scars from total hip replacements done with a standard or a mini-incision. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* 441, S. 80–85.
- Murphy, John B. (2008): The classic: ankylosis: arthroplasty--clinical and experimental. 1905. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* 466 (11), S. 2573–2578.
- Murray, M. P.; Gore, D. R.; Clarkson, B. H. (1971): Walking patterns of patients with unilateral hip pain due to osteo-arthritis and avascular necrosis. In: *J Bone Joint Surg Am* 53 (2), S. 259–274.

- Musil, D.; Stehlík, J.; Verner, M.: Adult Aged 80 and over Arthroplasty Replacement Hip/adverse effects/methods Biological Markers/blood C-Reactive Protein/analysis Keyword Creatine Kinase/blood Female Humans Male Middle Aged Surgical Procedures Minimally Invasive (2008): Biochemické porovnání invazivity TEP MIS-AL a standardní TEP kyčelního kloubu. In: *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 75 (1), S. 16–20.
- Müller M, Tohtz S, Springer I, Dewey M, Perka C. (2011): Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach. In: *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011 Feb;131(2):179-89.
- Naal, Florian D.; Sieverding, Marc; Impellizzeri, Franco M.; Knoch, Fabian; Mannion, Anne F.; Leunig, Michael (2009): Reliability and Validity of the Cross-Culturally Adapted German Oxford Hip Score. In: *Clin Orthop Relat Res* 467 (4), S. 952–957.
- Nakamura, H. (1999): Gait analysis in coxarthrosis. In: *Kurume Med J* 46 (1), S. 1–7.
- Niethard, Fritz U.; Pfeil, Joachim; Biberthaler, Peter (2009): Orthopädie und Unfallchirurgie. 78 Tabellen. 6., vollst. überarb. und erw. Stuttgart: Thieme.
- Nunn, D.; Freeman, M. A.; Hill, P. F.; Evans, S. J. (1989): The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. In: *J Bone Joint Surg Br* 71 (4), S. 629–631.
- Ogonda, Luke; Wilson, Roger; Archbold, Pooler; Lawlor, Marie; Humphreys, Patricia; O'Brien, Seamus; Beverland, David (2005): A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. A prospective, randomized, controlled trial. In: *J Bone Joint Surg Am* 87 (4), S. 701–710.
- Peloso, P. M.; Bellamy, N.; Bensen, W.; Thomson, G. T.; Harsanyi, Z.; Babul, N.; Darke, A. C. (2000): Double blind randomized placebo control trial of controlled release codeine in the treatment of osteoarthritis of the hip or knee. In: *J. Rheumatol* 27 (3), S. 764–771.



- Perry, Jacquelin; Burnfield, Judith M. (2010): Gait analysis. Normal and pathological function. 2nd. Thorofare, NJ: SLACK.
- Povacz, F. (2000): Geschichte der Unfallchirurgie. Berlin: Springer.
- Puhl, W.; Bernau, A.; Bohle, E.; Brune, K.; Gerhardt, P.; Greitemann, B. et al. (2000): Ambulante Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. In: *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 138 (1), S. 85–92.
- Qvistgaard, E.; Christensen, R.; Torp-Pedersen, S.; Bliddal, H. (2006): Intra-articular treatment of hip osteoarthritis: a randomized trial of hyaluronic acid, corticosteroid, and isotonic saline. In: *Osteoarthr. Cartil* 14 (2), S. 163–170.
- Rabenseifner, L. (1998): Knieendoprothetik: Komplikation - Revision - Problemlösung: Steinkopff.
- Ratliff, A. H. (1983): Ernest William Hey Groves and his contributions to orthopaedic surgery. In: *Ann R Coll Surg Engl* 65 (3), S. 203–206.
- Rehart, S.; Lehnert, H. (2008): Aktuelle Aspekte zur Arthrose. In: *Z. Rheumatol* 67 (4), S. 305–314.
- Renkawitz, Tobias; Haimerl, Martin; Dohmen, Lars; Gneiting, Sabine; Wegner, Melanie; Ehret, Nicole et al. (2011): Minimally invasive computer-navigated total hip arthroplasty, following the concept of femur first and combined anteversion: design of a blinded randomized controlled trial. In: *BMC Musculoskelet Disord* 12, S. 192.
- Richette, Pascal; Bardin, Thomas (2004): Structure-modifying agents for osteoarthritis: an update. In: *Joint Bone Spine* 71 (1), S. 18–23.
- Ring, P. A. (1971): Replacement of the hip joint. In: *Ann R Coll Surg Engl* 48 (6), S. 344–355.
- Roach, Helmtrud I.; Tilley, Simon: The Pathogenesis of Osteoarthritis, S. 1–18.

- Roddy, E.; Zhang, W.; Doherty, M.; Arden, N. K.; Barlow, J.; Birrell, F. et al. (2005): Evidence-based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee--the MOVE consensus. In: *Rheumatology (Oxford)* 44 (1), S. 67–73.
- Rössler, Helmut; Rütger, Wolfgang (2003): Orthopädie. 19., Aufl. München: Urban & Fischer Verlag GmbH & Co. KG.
- Sander, K.; Layher, F.; Babisch, J.; Roth, A. (2011): Vergleich von minimalinvasivem und transglutealem Zugang zur Implantation von Hüfttotalendoprothesen. Klinik und Ganganalyse. In: *Z Orthop Unfall* 149 (2), S. 191–199.
- Schneider, M.; Kawahara, I.; Breusch, S. J. (2006): Modifizierter Hardinge-Zugang mit Kurzinzision. In: *Orthopäde* 35 (7), S. 751–760.
- Scuderi, Giles R.; Tria, Alfred J. (2004): MIS of the hip and the knee. A clinical perspective. New York: Springer.
- Sendtner, Ernst; Borowiak, Katja; Schuster, Tibor; Woerner, Michael; Grifka, Joachim; Renkawitz, Tobias (2011): Tackling the learning curve: comparison between the anterior, minimally invasive (Micro-hip®) and the lateral, transgluteal (Bauer) approach for primary total hip replacement. In: *Arch Orthop Trauma Surg* 131 (5), S. 597–602.
- Shakespeare, P. G.; Ball, A. J.; Spurr, E. D. (1989): Serum protein changes after abdominal surgery. In: *Ann. Clin. Biochem* 26 (Pt 1), S. 49–57.
- Shitama, T.; Kiyama, T.; Naito, M.; Shiramizu, K.; Huang, G. (2009): Which is more invasive-mini versus standard incisions in total hip arthroplasty? In: *Int Orthop* 33 (6), S. 1543–1547.
- Smith-Petersen, M. N. (1949): Approach to and exposure of the hip joint for mold arthroplasty. In: *J Bone Joint Surg Am* 31A (1), S. 40–46.
- Smith-Petersen, M. N. (2006): Evolution of mould arthroplasty of the hip joint. 1948. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* 453, S. 17–21.

- Suzuki, Koji; Kawachi, Sadaomi; Sakai, Hiroshi; Nanke, Hideki; Morita, Sadao (2004): Mini-incision total hip arthroplasty: a quantitative assessment of laboratory data and clinical outcomes. In: *J Orthop Sci* 9 (6), S. 571–575.
- Teet, Jaroslava Svoboda; Skinner, Harry B.; Khoury, Loren (2006): The effect of the "mini" incision in total hip arthroplasty on component position. In: *J Arthroplasty* 21 (4), S. 503–507.
- Thomas, Lothar (Hg.) (2008): Labor und Diagnose. Indikation und Bewertung von Laborbefunden für die medizinische Diagnostik. 7. Aufl., Jub.-Ausg. Frankfurt, M: TH-Books-Verl.-Ges.
- Towheed, T. E.; Judd, M. J.; Hochberg, M. C.; Wells, G. (2003): Acetaminophen for osteoarthritis. In: *Cochrane Database Syst Rev* (2), S. CD004257.
- Vavken, P.; Kotz, R.; Dorotka, R. (2007): Der minimalinvasive Hüftersatz - eine Metaanalyse. In: *Z Orthop Unfall* 145 (2), S. 152–156.
- Vicente, Jose Ricardo Negreiros; Croci, Alberto Tesconi; Camargo, Olavo Pires de (2008): Blood loss in the minimally invasive posterior approach to total hip arthroplasty: a comparative study. In: *Clinics (Sao Paulo)* 63 (3), S. 351–356.
- Waters, R. L.; Perry, J.; Conaty, P.; Lunsford, B.; O'Meara, P. (1987): The energy cost of walking with arthritis of the hip and knee. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (214), S. 278–284.
- Watson-Jones, R.: The classic: "Fractures and Joint Injuries" by Sir Reginald Watson-Jones, taken from "Fractures and Joint Injuries," by R. Watson-Jones, Vol. II, 4th ed., Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1955. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (105), S. 4–10.
- Weber, M.; Laube, K. U.; Best, S.: Über die Gehfähigkeit von Patienten mit Coxarthrose. In: *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 130 (4), S. 310–316.
- Weseloh, G.; Svoboda, B.: Arthrose, S. 55–74.
- Wessinghage, D. (2000): Historische Aspekte des Gelenkersatzes. Eine

bibliographische Studie. In: *Orthopade* 29 (12), S. 1067–1071.

Wiles, Philip (2003): The surgery of the osteo-arthritic hip. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (417), S. 3–16.

Willert, H. G.; Bertram, H.; Buchhorn, G. H. (1990): Osteolysis in alloarthroplasty of the hip. The role of bone cement fragmentation. In: *Clin. Orthop. Relat. Res* (258), S. 108–121.

Wohlrab, D.; Droege, J-W; Mendel, T.; Brehme, K.; Riedl, K.; Leuchte, S.; Hein, W. (2008): Minimal-invasiver vs. transglutealer Hüftgelenkersatz. 3-Monats-Follow-up einer prospektiv randomisierten klinischen Studie. In: *Orthopade* 37 (11), S. 1121–1126.

Wright, John M.; Crockett, Heber C.; Delgado, Sam; Lyman, Stephen; Madsen, Mike; Sculco, Thomas P. (2004): Mini-incision for total hip arthroplasty: a prospective, controlled investigation with 5-year follow-up evaluation. In: *J Arthroplasty* 19 (5), S. 538–545.

Yang, C.; Zhu, Q.; Han, Y.; Zhu, J.; Wang, H.; Cong, R.; Zhang, D. (2010): Minimally-invasive total hip arthroplasty will improve early postoperative outcomes: a prospective, randomized, controlled trial. In: *Ir J Med Sci* 179 (2), S. 285–290.

Zhang, W.; Doherty, M.; Arden, N.; Bannwarth, B.; Bijlsma, J.; Gunther, K-P et al. (2005): EULAR evidence based recommendations for the management of hip osteoarthritis: report of a task force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT). In: *Ann. Rheum. Dis* 64 (5), S. 669–681.

Zhang, W.; Nuki, G.; Moskowitz, R. W.; Abramson, S.; Altman, R. D.; Arden, N. K. et al. (2010): OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. In: *Osteoarthr. Cartil* 18 (4), S. 476–499.

Zichner, Ludwig; Rauschmann, M. A.; Thomann, Klaus-Dieter (1999): Orthopädie. Geschichte und Zukunft : Museumskatalog. Darmstadt: Steinkopff.

Zichner, Ludwig; Rauschmann, M. A.; Thomann, Klaus-Dieter (2000): Geschichte operativer Verfahren an den Bewegungsorganen. Darmstadt: Steinkopff.

Zweymüller, K. (1986): A cementless titanium hip endoprosthesis system based on press-fit fixation: basic research and clinical results. In: *Instr Course Lect* 35, S. 203–225.

## **10. Anhang**

### **10.1 Anlagen**

## Harris Hip Score

### Schmerz:

1. Kein
2. Gelegentlich
3. Leicht
4. Mäßig
5. Stark
6. Ruheschmerz

### Funktion:

#### **Treppensteigen**

1. Normal
2. Mit Hilfe des Geländers
3. Mit Hilfe anderer Methoden
4. Nicht möglich

#### **Hinken**

1. Kein
2. Leicht
3. Mäßig
4. Schwer
5. Gehen nicht möglich

#### **Anziehen von Schuhen und Strümpfen**

1. Ohne Schwierigkeiten
2. Mit Hilfsmittel

3. Unmöglich

### **Gehstrecke**

1. Unbegrenzt

2. ½ bis 1 Stunde

3. 10 Minuten bis ½ Stunde

4. 2 bis 10 Minuten

5. unter 2 Minuten/nur im Haus

6. Gehen unmöglich

### **Sitzen**

1. Normaler Stuhl, 1 Stunde

2. Hoher Stuhl, ½ Stunde

3. keine 1/2 Stunde möglich

### **Benutzen öffentlicher Transportmittel**

1. Möglich

2. Unmöglich

### **Gehhilfe**

1. Keine

2. 1 Gehstock für lange Gänge

3. 1 Gehstock dauernd

4. 1 Unterarmstütze

5. 2 Gehstöcke

6. 2 Unterarmgehstützen

### **Physische Untersuchung (mehrere Nennungen möglich):**

1. Keine Deformation

2. Keine fixierte Abduktion über 10°



- 3. Keine fixierte Innenrotation über 10° in Extension
- 4. Keine Beinlängendifferenz über 3 cm
- 5. Keine Beugekontraktur über 30°

**Bewegungsumfang (Beugung + Abduktion + Adduktion + Außenrotation + Innenrotation) im operierten Hüftgelenk:**

- |    |             |                          |
|----|-------------|--------------------------|
| 1. | 210°- 300°  | <input type="checkbox"/> |
| 2. | 160° - 209° | <input type="checkbox"/> |
| 3. | 100°- 159°  | <input type="checkbox"/> |
| 4. | 60° - 99°   | <input type="checkbox"/> |
| 5. | 30°- 59°    | <input type="checkbox"/> |
| 6. | 0°- 29°     | <input type="checkbox"/> |

## Oxford Hip Score

Bitte beantworten Sie die folgenden 12 Fragen, indem Sie bei jeder Frage die zutreffende Zahl ankreuzen. Wählen Sie nur eine Antwort pro Frage.

Während der letzten 4 Wochen...

1. Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben, die Sie üblicherweise in Ihrer Hüfte hatten?
  1. Keine
  2. Sehr Gering
  3. Gering
  4. Mässig
  5. Stark
  
2. Hatten Sie wegen Ihrer Hüfte Schwierigkeiten, sich selbst zu waschen und abzutrocknen (am ganzen Körper)?
  1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
  2. Sehr geringe Schwierigkeiten
  3. Mässige Schwierigkeiten
  4. Extreme Schwierigkeit
  5. Unmöglich zu tun
  
3. Hatten Sie wegen Ihrer Hüfte Schwierigkeiten, in ein, bzw. aus einem Auto zu steigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen?  
(welches Sie eher benutzen)
  1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
  2. Sehr geringe Schwierigkeiten
  3. Mässige Schwierigkeiten
  4. Extreme Schwierigkeit
  5. Unmöglich zu tun
  
4. Konnten Sie sich ein Paar Socken, Strümpfe oder Strumpfhosen anziehen?
  1. Ja, leicht
  2. Mit geringen Schwierigkeiten
  3. Mit mässigen Schwierigkeiten
  4. Mit extremen Schwierigkeiten
  5. Nein, unmöglich

5. Konnten Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?

1. Ja, leicht
2. Mit geringen Schwierigkeiten
3. Mit mässigen Schwierigkeiten
4. Mit extremen Schwierigkeiten
5. Nein, unmöglich

6. Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in Ihrer Hüfte bekamen  
(mit oder ohne Stock)?

1. Keine Schmerzen /> 30 Minuten
2. 16 bis 30 Minuten
3. 5 bis 15 Minuten
4. Nur zu Hause
5. Gar nicht

7. Konnten Sie eine Treppe hinauf gehen?

1. Ja, leicht
2. Mit geringen Schwierigkeiten
3. Mit mässigen Schwierigkeiten
4. Mit extremen Schwierigkeiten
5. Nein, unmöglich

8. Wie schmerzhaft war es für Sie wegen Ihrer Hüfte, nach einer Mahlzeit wieder vom Tisch aufzustehen?

1. Gar nicht schmerzhaft
2. Ein wenig schmerzhaft
3. Mässig schmerzhaft
4. Sehr schmerzhaft
5. Unerträglich

9. Haben Sie wegen Ihrer Hüfte beim Gehen gehinkt?

1. Selten/nie
2. Manchmal oder nur am Anfang
3. Oft, nicht nur am Anfang
4. Die meiste Zeit
5. Die ganze Zeit

10. Hatten Sie plötzliche, starke Schmerzen – „einschiessend“, „stechend“ oder „krampfartig“ – in Ihrer betroffenen Hüfte?
1. Nie
  2. Nur 1 oder 2 Tage
  3. Einige Tage
  4. Die meisten Tage
  5. Jeden Tag
11. Wie sehr haben Schmerzen in Ihrer Hüfte Ihre normale Arbeit (einschliesslich Hausarbeit) beeinträchtigt?
1. Gar nicht
  2. Ein wenig
  3. Mässig
  4. Erheblich
  5. Vollständig
12. Wurden Sie nachts im Bett durch Schmerzen in Ihrer Hüfte gestört?
1. Nie
  2. Nur 1 oder 2 Nächte
  3. Einige Nächte
  4. Die meisten Nächte
  5. Jede Nacht



**Gesundheitsfragebogen**

**(Deutsche Version)**

*(German version)*

Bitte geben Sie an, welche Aussagen Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten beschreiben, indem Sie ein Kreuz in ein Kästchen jeder Gruppe machen.

### **Beweglichkeit/Mobilität**

Ich habe keine Probleme herumzugehen

Ich habe einige Probleme herumzugehen

Ich bin ans Bett gebunden

### **Für sich selbst sorgen**

Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen

Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen

Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen

### **Alltägliche Tätigkeiten** (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder 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

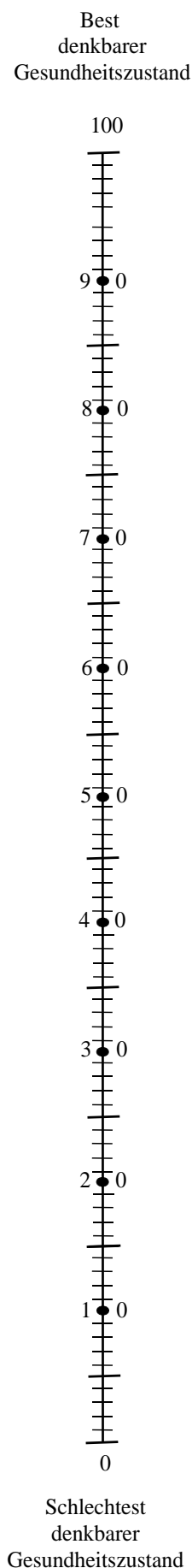
Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert

Ich bin extrem ängstlich oder deprimiert

Um Sie bei der Einschätzung, wie gut oder wie schlecht Ihr Gesundheitszustand ist, zu unterstützen, haben wir eine Skala gezeichnet, ähnlich einem Thermometer. Der best denkbare Gesundheitszustand ist mit einer "100" gekennzeichnet, der schlechteste mit "0".

Wir möchten Sie nun bitten, auf dieser Skala zu kennzeichnen, wie gut oder schlecht Ihrer Ansicht nach Ihr persönlicher Gesundheitszustand heute ist. Bitte verbinden Sie dazu den untenstehenden Kasten mit dem Punkt auf der Skala, der Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten wiedergibt.

**Ihr heutiger  
Gesundheitszustand**





## 10.2 Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Benjamin Jacob
Geburtsdatum	25.03.1988
Geburtsort	Eisenach
Wohnhaft	Im Ölsnitzgrund 3 07646 Lippersdorf
Telefon	017699088838
E-Mail	bennijacob@gmx.de
Familienstand	ledig

### Schulbildung

1994 – 1998	Grundschule Lippersdorf
1998 – 2007	J. H. Pestalozzi Gymnasium Stadroda mit bilingualem deutsch-englischen Zug
2004 - 2005	Schüleraustausch North Manchester, Indiana, USA
2007	Allgemeine Hochschulreife

### Hochschulausbildung

2007 – 2013	Humanmedizinstudium an der Universität Regensburg
2007 – 2009	Vorklinischer Abschnitt
2009	Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
2009 – 2013	Klinischer Abschnitt
2012 – 2013	Praktisches Jahr

## **Berufserfahrung und Praktika**

### **Pflegepraktika**

- 03.2008 – 04.2008      Krankenpflegedienst, Abteilung für Neurologie, Moritz-Klinik Bad Klosterlausnitz
- 07.2008 – 09.2008      Krankenpflegedienst, Abteilung für Orthopädie, Waldkrankenhaus „Rudolf Elle“ Eisenberg

### **Famulaturen**

- 02/2010 – 03/2010      Dr. med. C. Jacob, Praxis für Allgemeinmedizin Lippersdorf
- 08/2010 – 09/2010      Donald N. Reed, Jr., MD, FACS, Trauma and General Surgery, Indiana University – Fort Wayne School of Medicine, USA
- 08/2011 – 09/2011      PD Dr. med. H. Pels, Klinik für Neurologie, KH Barmherzige Brüder Regensburg
- 02/2012 – 03/2012      Prof. Dr. med. Christof Schmid, Klinik für Herz-Thoraxchirurgie – Intensivstation, Universitätsklinikum Regensburg

### **Praktisches Jahr**

- 08/2012 – 10/2012      Wahlfach Pädiatrie, Dr. Sneha Varkki, DCH, Dip. NB, Professor, Christian Medical College, Vellore, Indien
- 10/2012 – 12/2012      Wahlfach Pädiatrie, Prof. Dr. med. M. Melter, Universitätsklinikum Regensburg, Klinik St. Hedwig/KH Barmherzige Brüder
- 12/2012 – 4/2013      Innere Medizin, PD Dr. med. C.-M. Reng, Goldberg-Klinik Kelheim

04/2013 – 07/2013

Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Prof. Dr. med. H. J.  
Schlitt, Universitätsklinikum Regensburg

### **Wahlfächer**

2008	Schwedisch
2009	Englisch für Naturwissenschaftler
2010	Notfallmedizin
2010/2011	Seminar Höhenmedizin
2011/2012	Plastische Chirurgie

### **Promotion**

2010 - 2013 klinische Arbeit in Form einer prospektiv randomisierten Studie  
zum Thema:

„Der minimalinvasive anteriore Zugang MicroHip© im Vergleich  
zum konventionellen transglutealen Zugang nach Bauer zur  
Implantation von Hüfttotalendoprothesen “

Betreuer: Prof. Dr. med M.. Tingart

### **Besondere Kenntnisse**

Sprachen	Deutsch	Muttersprache
	Englisch	fließend
	Französisch	Kenntnisse
	Schwedisch	Kenntnisse

EDV Fortgeschrittene Kenntnisse in MS-Office (Excel Word, Power  
Point), SAP

## **Persönliche Interessen**

Klavier (Mittelstufenabschluss), Schlagzeug  
Sportklettern

---

Regensburg, 10.11.2013

Benjamin Jacob

### **10.3 Eidesstaatliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe des Literaturzitats gekennzeichnet.

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich hierfür nicht die entgeltliche Hilfe eines Promotionsberaters oder anderer Personen in Anspruch genommen. Niemand hat von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich versichere an Eides Statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit gesagt und nichts verschwiegen habe.

Vor Aufnahme der obigen Versicherung an Eides Statt wurde ich über die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung belehrt.

---

Regensburg, den 28.11.2013

Unterschrift

## 10.4 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. J. Grifka danke ich für die Überlassung des Themas und für die Möglichkeit, die vorliegende Arbeit in seiner Klinik durchführen zu können.

Besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. med. M. Tingart sowie Herrn Oberarzt Dr. med. T. Dienstknecht für stetige wissenschaftliche Betreuung und Beratung.

Ferner danke ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg in Bad Abbach für die Kooperation und Unterstützung im Rahmen der Patientenuntersuchung und der Zusammentragung der Untersuchungsergebnisse.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern für die rege fachliche Diskussion, durch die diese Arbeit erheblich bereichert werden konnte, sowie für das abschließende Korrekturlesen bedanken.