

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

Vergleichende Studie zwischen minimalinvasivem anteriorem  
Zugang und konventionellem transglutealem Zugang nach Bauer ein  
Jahr postoperativ nach Hüfttotalendoprothesen-Implantation

---

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von Katja Borowiak

2013



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

Vergleichende Studie zwischen minimalinvasivem anteriorem  
Zugang und konventionellem transglutealem Zugang nach Bauer ein  
Jahr postoperativ nach Hüfttotalendoprothesen-Implantation

---

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von Katja Borowiak

2013

Dekan:	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Dr. H.C. Joachim Grifka
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Bernd Füchtmeier
Tag der mündlichen Prüfung:	17. Oktober 2013

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
1.1 Einführung in das Thema.....	7
1.2 Geschichte der Hüftendoprothetik.....	7
1.3 Zugänge zum Hüftgelenk.....	9
1.3.1 Lateraler transglutealer Zugang nach Bauer .....	9
1.3.2 Minimalinvasiver anteriorer Zugang.....	9
1.4 Fragestellung .....	13
2. Material und Methoden.....	13
2.1 Datenerfassung.....	13
2.2 Patientengut.....	14
2.3 Nachuntersuchung.....	19
2.3.1 Harris Hip Score .....	19
2.3.2 Klinische Untersuchung.....	21
2.3.3 Radiologische Untersuchung.....	23
2.4 Statistische Auswertung.....	24
3. Ergebnisse .....	26
3.1 Perioperative Daten .....	26
3.1.1 Operationsdauer.....	26
3.1.2 Hämoglobinwert-Differenz .....	26
3.1.3 Bluttransfusionen.....	27
3.1.4 Komplikationen.....	28
3.2 Harris Hip Score.....	28
3.2.1 Voroperationen.....	30

3.2.2 Gegenseite .....	30
3.2.3 Begleiterkrankungen.....	30
3.3 Klinische Untersuchung .....	30
3.3.1 Bewegungsumfang.....	30
3.3.2 Beinlängendifferenz.....	31
3.3.3 Oberschenkelumfangsdifferenz.....	31
3.3.4 Sensibilität .....	32
3.3.5 Trendelenburg-Zeichen .....	33
3.3.6 Narbenlänge .....	33
3.4 Analgetikaeinnahme.....	34
3.5 Radiologische Auswertung.....	34
3.5.1 Inklination .....	34
3.5.2 Prothesenachse a.p.....	35
3.5.3 Prothesenachse axial .....	36
3.5.4 Lockerung.....	36
3.5.5 Trochanterfragmente .....	36
3.5.6 Heterotope Ossifikationen .....	36
4. Diskussion .....	38
5. Zusammenfassung .....	47
6. Literaturverzeichnis .....	49
7. Anhang .....	54
8. Danksagung .....	60

# **1. Einleitung**

## **1.1 Einführung in das Thema**

Über Hüftendoprothetik wird sowohl in der Fachliteratur als auch in der Laienpresse viel geschrieben. Dies liegt mitunter daran, dass der Ersatz eines Hüftgelenks mit mittlerweile über 200.000 Eingriffen pro Jahr zu den am häufigsten durchgeführten Operationen in Deutschland zählt (1) und dazu auch zu den erfolgreichsten im orthopädischen Spektrum (2,3). Angesichts steigender Lebenserwartung und einer zunehmenden Zahl gut genährter, relativ gesunder, junggebliebener älterer Menschen ist mit einer steigenden Inzidenz arthrotischer Erkrankungen zu rechnen, zu deren gesicherten Risikofaktoren Alter und Adipositas zählen (4–8). Der Ersatz eines abgenutzten Gelenks ist für die Betroffenen oft ein Segen, der die Rückkehr zu einem aktiven sozialen Leben mit der dafür erforderlichen Mobilität erlaubt. Die Implantation einer Hüfttotalendoprothese gehört schon lange zu den Standardeingriffen in den meisten deutschen Krankenhäusern und unterlag seit ihrer Erstbeschreibung Anfang der 50er-Jahre vielfältigen Modifikationen, die zur heutigen hohen Qualität und Langlebigkeit künstlicher Hüftgelenke geführt haben (9,10). Daher ist es gut verständlich, dass erfahrene Operateure eine solch etablierte Methode immer weiter zu verfeinern versuchen, um dem Patienten bei gleichbleibend hochwertigem Ergebnis hinsichtlich Funktion und Haltbarkeit auch eine möglichst schonende Operation mit noch schnellerer Rekonvaleszenz anbieten zu können. Aus diesem Motiv heraus haben sich die minimalinvasiven Operationsverfahren entwickelt, die sich durch vermindertes Weichteiltrauma, geringeren Blutverlust, verkürzte Operationszeit, postoperativ weniger Schmerzen und oft sogar einen verkürzten stationären Aufenthalt des Patienten auszeichnen, was letztlich auch in ökonomischer Hinsicht Vorteile mit sich bringt (11–16).

## **1.2 Geschichte der Hüftendoprothetik**

Hüfttotalendoprothesen, wie wir sie heute kennen, werden ungefähr seit Mitte des 20. Jahrhunderts eingesetzt. Bis dahin war die Endoprothetik einem vielfachen Wandel bezüglich des Materials, der Form und der Fixierung des künstlichen Gelenkersatzes unterworfen.

Nachdem bis zum Ende des 19. Jahrhunderts Resektionsarthroplastiken und später Interpositionsplastiken mit aller Art autologen und allogenen Materials durchgeführt worden waren, wurde von Gluck 1891 erstmals eine Scharnierendoprothese aus Elfenbein in ein Gelenk eingesetzt und mit Steinkitt fixiert (17). Zur selben Zeit versuchte man sich auch an der Transplantation von Leichengelenken (9).



**Abbildung 1: Vitallium-Cup nach Smith-Peterson**



**Abbildung 2: Judet-Prothese**

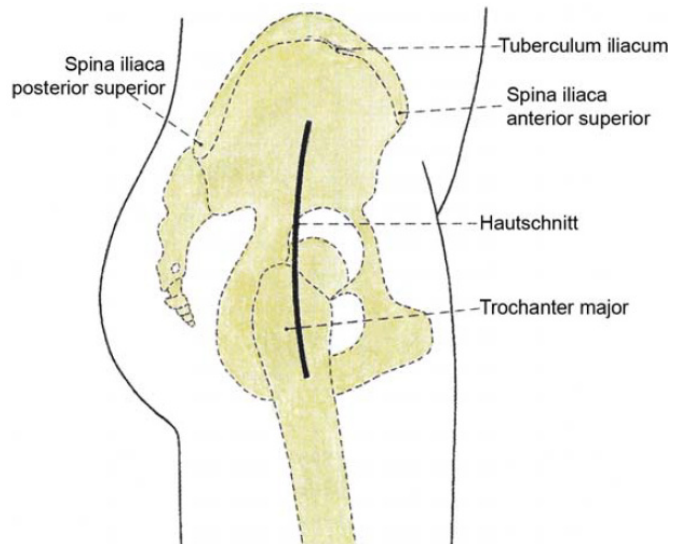
Smith-Petersen verwendete um 1920 auf den Femurkopf aufgesteckte Vitallium-Cups, Metallkappen die als Gleitfläche zwischen den zuvor anatomisch umgeformten Gelenkenden dienten (18). In den folgenden Jahren wurden viele Hüftkopfprothesen mit unterschiedlich langen Stielen ausprobiert. Die Brüder Judet verwendeten 1946 gestielte Plexiglasprothesen, andere Modelle waren aus Polyurethan oder Stahl gefertigt (19,20). Die erste Totalendoprothese wurde schließlich von McKee 1951 mit einer Gelenkpfanne aus Metall und einem Metallkopf eingesetzt (21). Auch Knochenzement aus Methylmethacrylat zur Fixierung der Prothesen wurde bald darauf von Harboush erstmals genutzt (22). Anfang der 60er-Jahre verwendete schließlich Charnley Totalendoprothesen mit einzementierten Polyethylenpfannen und Schäften mit kleineren Köpfen aus Metall, die gute Langzeitergebnisse brachten, da das Problem der aseptischen Prothesenlockerung durch Abrieb nun deutlich verringert war (23,24).

## 1.3 Zugänge zum Hüftgelenk

### 1.3.1 Lateraler transglutealer Zugang nach Bauer

Der laterale transgluteale Zugang wurde erstmals 1979 von R. Bauer als Weiterentwicklung des anterolateralen Zugangs nach Watson-Jones beschrieben (25, 26). Operiert wird meist in Rückenlage, die Lagerung des Patienten in Seitlage ist jedoch ebenfalls möglich. Der leicht bogenförmige Hautschnitt von ca. 15-25 cm Länge

liegt über der Mitte des Trochanter major und beginnt ca. 3-4 cm distal und dorsal der Spina iliaca anterior superior. Nach Spaltung der Fascia lata wird der Trochanter major dargestellt. Es erfolgt die Ablösung der ventralen Anteile des M. gluteus medius und minimus sowie des M. vastus lateralis vom Trochanter major, wobei die Aponeurose zwischen den Muskeln erhalten werden soll. M. gluteus medius und



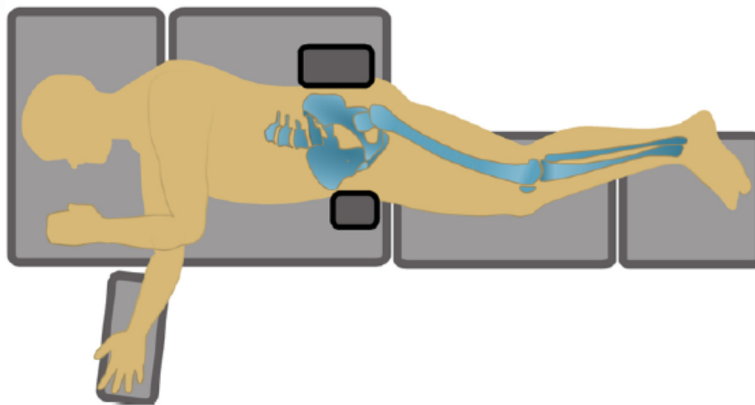
**Abbildung 3: Landmarken transglutealer Zugang**

minimus werden stumpf gespalten. Danach wird die Hüftgelenkscapsel kranial und ventral dargestellt. Dabei wird das Caput reflexum des M. rectus femoris von der Kapsel losgelöst, die nun nach Anbringen eines Weichteilhebels am ventralen Pfannenrand eröffnet werden kann. Es folgen die Osteotomie des Schenkelhalses, Luxation des Hüftkopfes, Präparation des Acetabulums zur Implantation der Hüftpfanne sowie die Bearbeitung des Femurs zum Einsetzen des Prothesenstiels. Nach Reposition des Hüftgelenks erfolgt der schichtweise Wundverschluss.

### 1.3.2 Minimalinvasiver anteriorer Zugang

Der minimalinvasive vordere Zugang, der von C. Michel (27) den Namen „Microhip“ erhalten hat, geht zurück auf den anterioren Zugang nach Smith-Petersen (18), der diesen bereits 1917 beschrieben hat. Er hatte ihn damals zunächst für Operationen mit der Indikation „kongenitale Hüftluxation“ vorgesehen. Etwas später wurde der

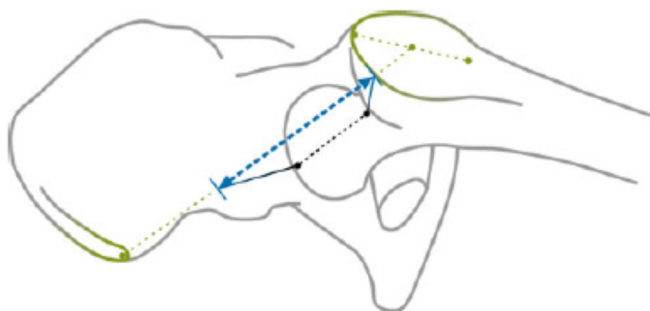
anteriore Zugang von Smith-Petersen auch zur Implantation von Hüftkappen angewendet. Damit ist der vordere Zugang einer der ältesten Zugänge zum Hüftgelenk. Vom anterolateralen Zugang nach Watson-Jones (26) aus dem Jahr 1936, der zwischen M. gluteus medius und M. tensor fasciae latae zum Hüftgelenk führt, unterscheidet ihn, dass der Zugang in einem internervalen Bereich zwischen M. tensor fasciae latae und M. sartorius gewählt wird. Die Durchtrennung von Muskeln oder Muskelansätzen ist nicht erforderlich und die Gefahr der Verletzung nervaler Strukturen ist durch die anatomischen Gegebenheiten gering. Die Operation erfolgt



**Abbildung 4: Lagerung in Seitlage**

an der Orthopädischen Universitätsklinik in Bad Abbach in Seitlage in Anlehnung an die Microhip - Technik von Michel (27). Das Becken wird mit zwei Stützen fixiert, eine davon an der Symphyse, und eine im Übergangsbereich von

LWS und Sakrum. Eine Hälfte des unteren Teils des OP-Tischs wird entfernt, sodass das zu operierende Bein während der Operation in Hyperextension, Adduktion und Außenrotation nach hinten und Richtung Boden bewegt werden kann, um das Femur zur Schaftimplantation vorzubereiten. Der Hautschnitt in der Länge von ca. 6 - 10 cm



**Abbildung 5: Anatomische Landmarken**

zieht von der Spina iliaca anterior superior, parallel zum Schenkelhals, zum Vorderrand des Trochanter major. Nach Durchtrennung der Faszie und Darstellung des Vorderrandes des M. tensor fasciae latae wird nun die Kapsel H-förmig eröffnet.

Je ein Hohmannhaken wird am medialen und lateralen Schenkelhals angebracht. Es folgen die Schenkelhalsosteotomie, Entfernung des Hüftkopfes und Auffräsung des Acetabulums mit anschließender Implantation der Pfanne. Um das Femur zugänglich

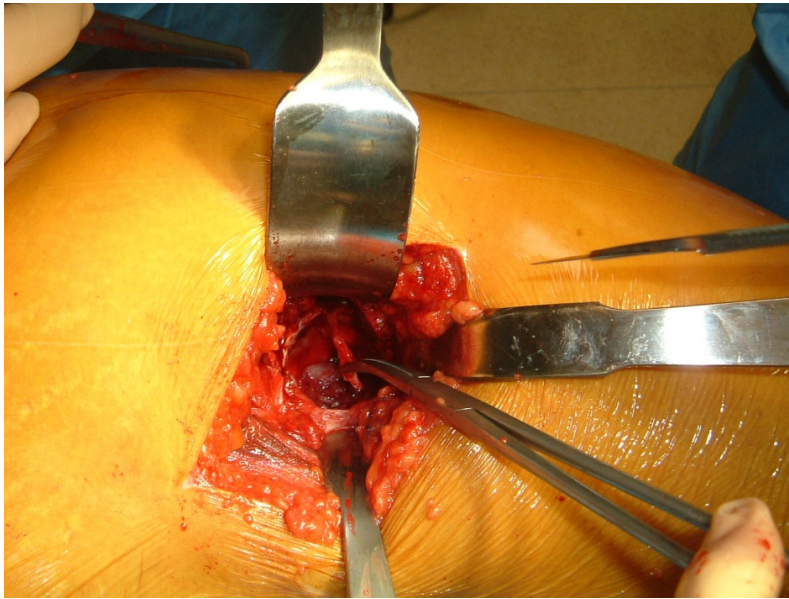
zu machen wird das Bein nach hinten in einen sterilen Plastiksack abgesenkt und in Hyperextension, Adduktion und Außenrotation gehalten. Nach Aufweiten des Markraumes mit Schafttraffeln wird nach Probereposition das Schaftimplantat eingebracht, die Hüfte repositioniert und die Wunde schichtweise verschlossen.



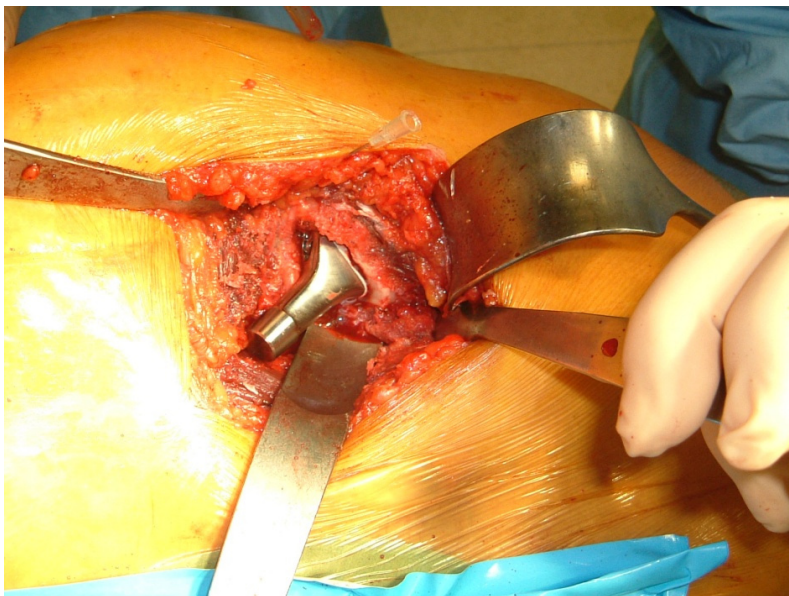
**Abbildung 6: Patient in Seitlagerung mit angezeichneten Landmarken**



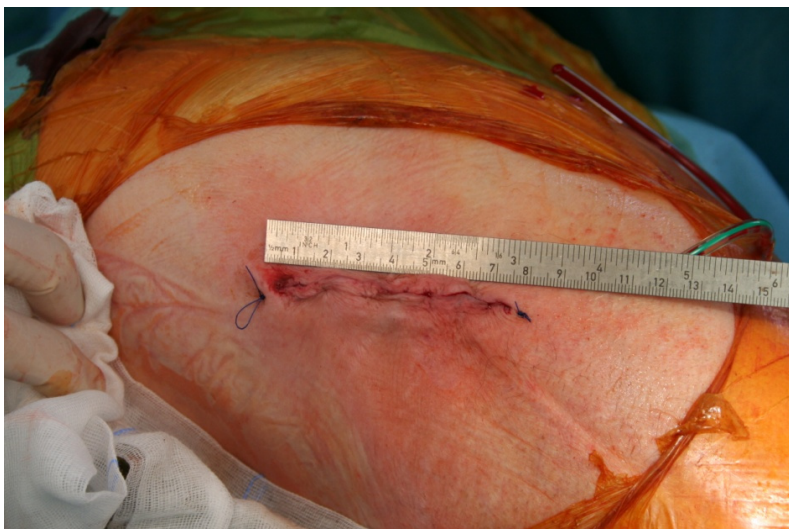
**Abbildung 7: Absenken des Beins zur Femurpräparation**



**Abbildung 8: Blick auf das Acetabulum**



**Abbildung 9:  
Femurschaftimplantation**



**Abbildung 10:  
minimalinvasiver Zugang  
nach Wundverschluss**

## **1.4 Fragestellung**

- Lassen sich ein Jahr postoperativ Vorteile der minimalinvasiven Operationstechnik gegenüber dem konventionellen Zugang nach Bauer feststellen?

Zur Beantwortung der Frage wurde der Harris Hip Score ermittelt, der Schmerzen, Funktion und Beweglichkeit berücksichtigt (28). Des Weiteren wurden Bewegungsumfang, Einnahme von Analgetika, Beinlängenunterschiede, Oberschenkelumfangsdifferenz, Implantatposition und Lockerungszeichen sowie hinsichtlich des ästhetischen Ergebnisses die Narbenlänge erfasst.

Nebenfragestellung:

- Handelt es sich beim minimalinvasiven Zugang um eine schonendere Operationsmethode?

Dazu wurden die Operationsdauer, der intraoperative Blutverlust, Komplikationen im stationären Verlauf, die Abspaltung eines Knochenpartikels vom Trochanter major, die Intaktheit eines Hautnerven, Beckenstabilität im Einbeinstand sowie die Ausbildung von heterotopen Ossifikationen herangezogen.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Datenerfassung**

Zunächst wurden mit Hilfe des klinikinternen Dokumentationsprogramms und OP-Berichten Listen erstellt, die Daten über Patienten enthielten, die im Zeitraum zwischen Oktober 2005 und Oktober 2006 eine Hüftgelenktotalendoprothese mit minimalinvasivem Zugang oder Bauer-Zugang implantiert bekommen haben. Diese Patientenlisten enthielten Namen, Geburtsdatum, Alter zum Zeitpunkt der Operation, Adresse und Durchführungsdatum der Operation.

Um weitere patienten- und operationsbezogene Daten erfassen zu können, wurden die betreffenden Akten der Patienten aus dem Archiv ausgewertet. Dokumentiert wurden Größe und Gewicht des Patienten, operierte Seite, Diagnose zur Operationsindikation, Bewegungsumfang bei Aufnahme, Operationsdauer, Verwendung von Zement, Hämoglobinwert präoperativ und 24 Stunden postoperativ,

Gabe von Erythrozytenkonzentraten und Komplikationen im perioperativen oder postoperativen Verlauf. Benötigte Daten, die nicht aus den Akten hervorgingen, konnten meistens mit Hilfe des klinikinternen EDV-Systems vervollständigt werden.

## **2.2 Patientengut**

Im Untersuchungszeitraum wurden 86 konsekutiv mit minimalinvasivem Zugang von einem Operateur operierte Patienten zur Nachuntersuchung eingeladen. In die Studie wurden letztlich 74 Patienten aufgenommen, die einen Nachuntersuchungstermin bei uns im Haus wahrnehmen konnten. Dies war Einschlusskriterium, da die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht durch unterschiedliche Untersucher, unterschiedliche Untersuchungsmethoden und -maßstäbe beeinträchtigt werden sollte.

Als Vergleichsgruppe dienten alle im selben Zeitraum mit Bauer-Zugang operierten Patienten. Die Auswahl erfolgte aus den oben beschriebenen Patientenlisten, die Daten zur Person und das Durchführungsdatum der Operation enthielten. Die Patienten wurden nach Möglichkeit so ausgewählt, dass die Zusammensetzung der Gruppe der Bauer-Patienten ähnlich der der Gruppe der minimalinvasiv operierten Patienten war. Kriterien hierfür waren Alters- und Geschlechtsverteilung. Außerdem wurde darauf geachtet, dass die Patienten zeitlich gleichmäßig über den Zeitraum der Nachuntersuchung verteilt waren. Dazu wurde versucht, jedem minimalinvasiv operierten Patienten einen gleichgeschlechtlichen Bauer-Patienten zuzuordnen, der ungefähr zum gleichen Zeitpunkt operiert worden war und ähnlich alt war. Um sicherzustellen, dass es den Patienten keine großen Umstände bereitete, sich zur Nachuntersuchung in der Orthopädischen Universitätsklinik in Bad Abbach einzufinden, wurden, wenn mehrere Patienten infrage kamen, jene ausgewählt, deren Wohnort dem Klinikum am nächsten lag.

Nach dem so durchgeführten Matching der Patienten handelt es sich bei den beiden Patientengruppen nun um sehr ähnliche Gruppen hinsichtlich Alter und Geschlecht. Aus der zusammengestellten Gruppe von 77 Patienten mit Bauer-Zugang standen 60 Patienten zur Nachuntersuchung zur Verfügung. Damit ergaben sich für die Auswertung eine Gruppe von 74 minimalinvasiv operierten Patienten, die nachfolgend als Gruppe M bezeichnet wird, und eine Gruppe von 60 Bauer-Patienten, die im Weiteren als Gruppe B bezeichnet wird. Zur Vergleichbarkeit der Gruppen wurde

weiterhin der body mass index ( $BMI = \text{Körpergewicht [kg]} / (\text{Größe [m]})^2$ ) erfasst und außerdem dokumentiert, ob der Patient eine zementierte oder zementfreie Prothese erhalten hat und bei welcher Diagnose die Indikation zur Operation gestellt wurde. Die Patienten wurden in folgende Kategorien eingeordnet: Primäre Coxarthrose, Dysplasiecoxarthrose, Hüftkopfnekrose, posttraumatische Coxarthrose und rheumatische Coxarthrose.

#### Nachuntersuchungsrate

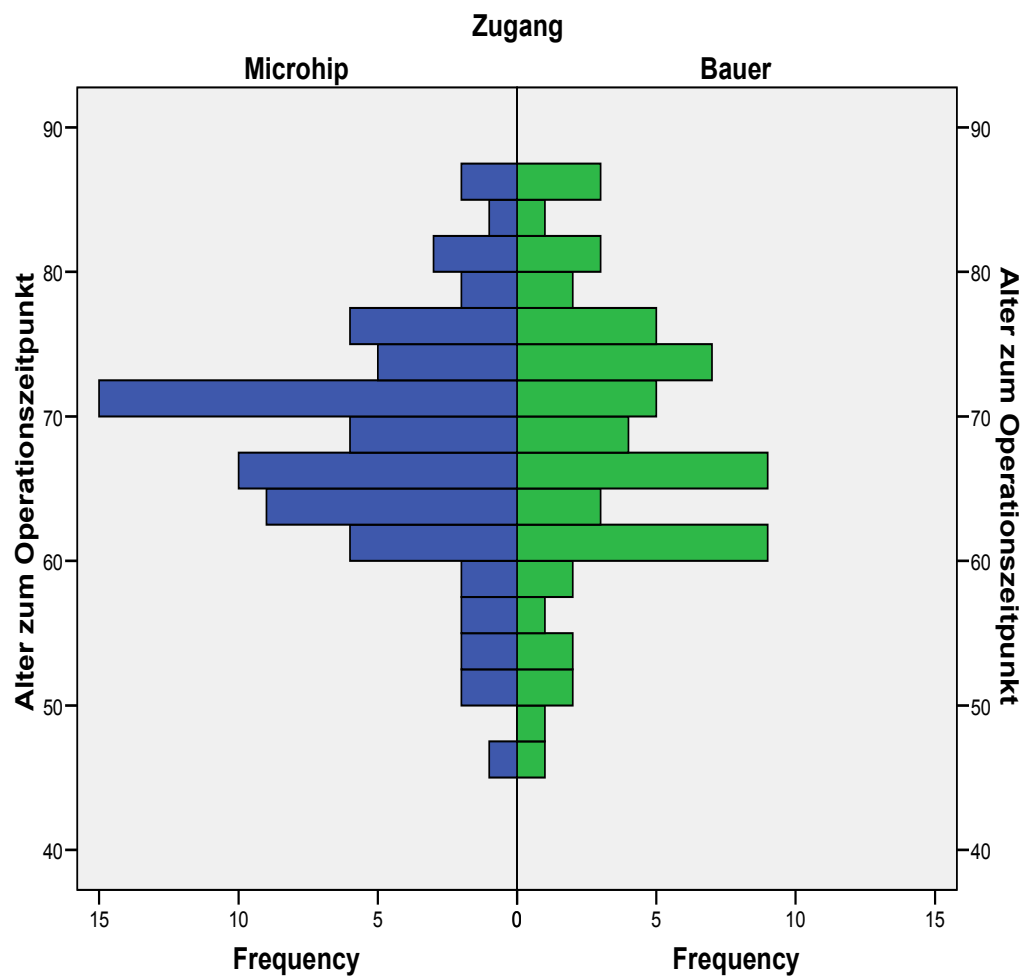
In Gruppe M wurden 74 von 86 Patienten nachuntersucht (86,0%), in Gruppe B wurden 60 von 77 Patienten nachuntersucht (77,9%). Zwei Patienten der Gruppe mit minimalinvasivem Zugang (2,4%) und ein Patient der Gruppe mit Bauer-Zugang (1,3%) konnten weder per Brief noch per Telefon kontaktiert werden. Zwei minimalinvasiv operierten Patienten (2,4%) und vier Bauer-Patienten (5,2%) war es aufgrund gesundheitlicher Probleme nicht möglich, einen Nachuntersuchungstermin wahrzunehmen, und acht Patienten (9,3%) mit minimalinvasivem Zugang sowie zwölf Patienten (15,6%) mit Bauer-Zugang hatten kein Interesse an einer Nachuntersuchung. Die Hintergründe dazu wurden im Einzelnen nicht näher erfasst.

#### Alters-, Geschlechtsverteilung und BMI

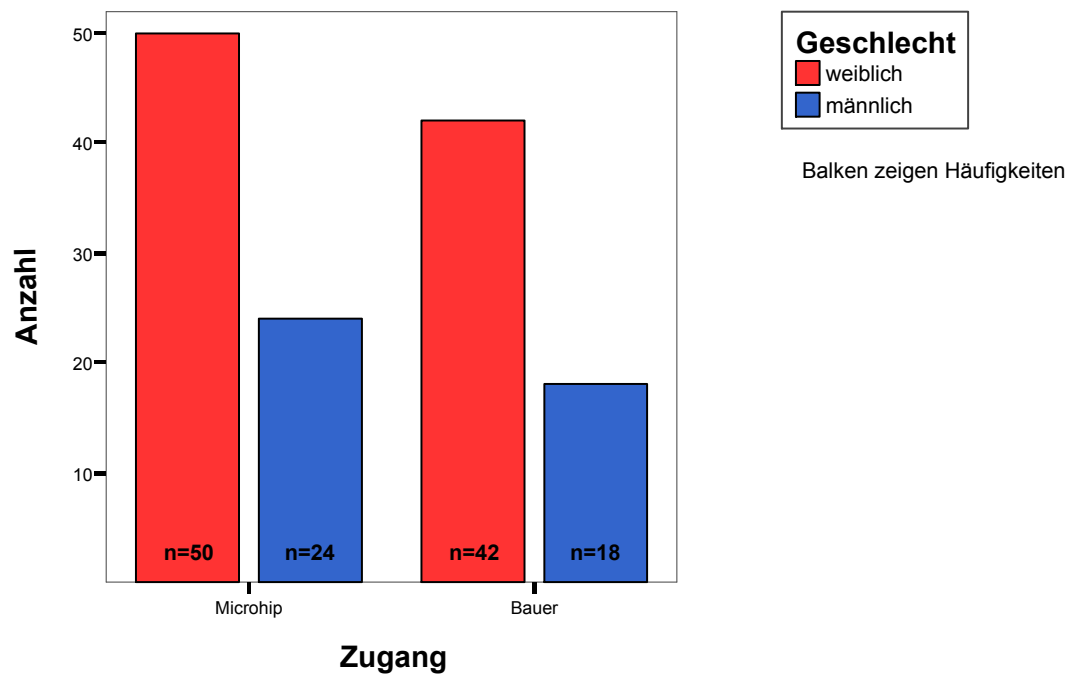
Das mittlere Alter in Gruppe M betrug 68,1 Jahre (SD: 8,1), das mittlere Alter in Gruppe B betrug 67,9 Jahre (SD: 9,3). Der Altersunterschied war nicht signifikant ( $p=0,89$ ). Der jüngste und der älteste Patient waren in beiden Gruppen 46 bzw. 86 Jahre alt.

In Gruppe M wurden 50 Frauen (67,6%) und 24 Männer (32,4%) nachuntersucht (Geschlechtsverhältnis 2,1:1), in Gruppe B waren es 42 Frauen (70,0%) und 18 Männer (30,0%) (Geschlechtsverhältnis 2,3:1).

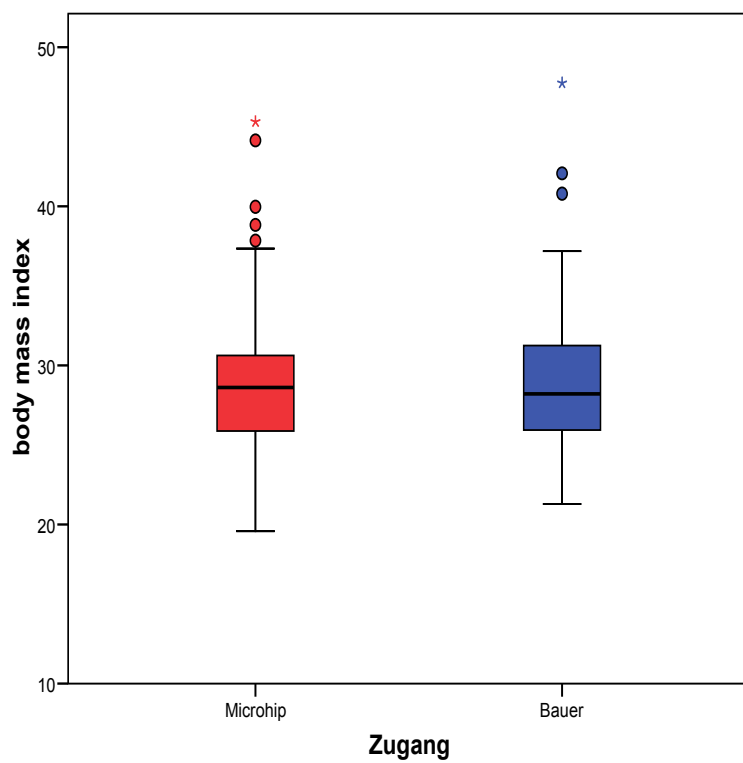
In Gruppe M betrug der mittlere BMI  $28,8 \text{ kg/m}^2$  (SD: 4,9), in Gruppe B  $29,1 \text{ kg/m}^2$  (SD: 5,1). Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,81$ ). Der niedrigste BMI betrug in Gruppe M  $19,6 \text{ kg/m}^2$ , in Gruppe B  $21,3 \text{ kg/m}^2$  und der höchste Wert betrug in Gruppe M  $45,3 \text{ kg/m}^2$  und in Gruppe B  $47,8 \text{ kg/m}^2$ .



**Diagramm 1: Altersverteilung**



**Diagramm 2: Geschlechtsverteilung**



**Diagramm 3: Gewichtsverteilung**

### Zementierung und Indikationsdiagnose

61 (82,4%) der Hüften in Gruppe M wurden zementfrei operiert, bei 13 (17,6%) war die Verwendung von Zement notwendig. In Gruppe B wurden 47 (78,3%) der Patienten zementfrei operiert, bei 13 (21,7%) wurde Zement verwendet. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der beiden Gruppen ( $p=0,55$ ).

Die Indikationsdiagnose war in 85,1% der Patienten der Gruppe M eine primäre Coxarthrose, in 8,1% eine Hüftkopfnekrose, in 4,1% eine Dysplasiecoxarthrose und in 2,7% eine posttraumatische Coxarthrose. In Gruppe B machte die primäre Coxarthrose 78,3% der Indikationsdiagnosen aus, die Dysplasiecoxarthrose 13,3% und die Hüftkopfnekrose 8,3%. Damit ergaben sich für Gruppe M 14,9% sekundäre Coxarthrosen und für Gruppe B 21,7% sekundäre Coxarthrosen. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,31$ ).

**Tabelle 1: Indikationsdiagnose**

Zugang		Häufigkeit	Prozent
<b>Microhip</b>	Primäre Coxarthrose	63	85,1%
	Dysplasie	3	4,1%
	Hüftkopfnekrose	6	8,1%
	posttraumatisch	2	2,7%
<b>Bauer</b>	Primäre Coxarthrose	47	78,3%
	Dysplasie	8	13,3%
	Hüftkopfnekrose	5	8,3%

Insgesamt betrachtet, ergab sich keine signifikante Heterogenität der Gruppen bezüglich Alter, Geschlecht und BMI. Auch die Diagnose bei Indikationsstellung zum Hüftgelenkersatz sowie der Anteil zementierter Hüftprothesen in den Gruppen waren nicht signifikant unterschiedlich.

## **2.3 Nachuntersuchung**

Die Patienten wurden zwölf Monate postoperativ per Brief zur Nachuntersuchung eingeladen. Dabei wurde der Zeitraum von einem Jahr zwischen Operation und Nachuntersuchung möglichst genau eingehalten. Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung erschienen, wurden telefonisch kontaktiert und, wenn möglich, zu einem neuen Termin eingeladen.

Es erfolgte eine Befragung der Patienten, eine klinische und eine radiologische Nachuntersuchung. Die Nachuntersuchungen begannen im November 2006 und wurden im November 2007 abgeschlossen.

Befragung und klinische Untersuchung:

Die Patienten wurden zunächst über ihr aktuelles Befinden, insbesondere im Hinblick auf die zu untersuchende Hüfte, befragt und danach untersucht.

Mittels eines dreiseitigen Untersuchungsbogens (siehe Anhang) wurden die Ergebnisse dokumentiert. Es wurde der Harris Hip Score, ein international anerkannter Score zur Erfassung von Befunden bei Coxarthrose, erhoben, der es ermöglicht, anhand von Fragen nach der Beeinträchtigung des Patienten bei alltäglichen Tätigkeiten, den Schweregrad der Hüfterkrankung einzuschätzen.

### **2.3.1 Harris Hip Score**

Der Harris Hip Score (im Folgenden auch als HHS bezeichnet) wurde 1969 von Harris (28) beschrieben, um die Effektivität therapeutischer Maßnahmen am Hüftgelenk wie der Implantation von Kappenprothesen oder einer Gelenkversteifung zu überprüfen.

Heute gehört der HHS international zu den am häufigsten verwendeten Hüft-Scores zur Erfassung von Befunden bei Erkrankungen der Hüfte sowohl vor als auch nach operativer Therapie. Maximal werden 100 Punkte vergeben, was einem beschwerdefreien Patienten entspricht. Die Punkte setzen sich aus der Summe von maximal 44 Punkten für Schmerzfreiheit, 47 Punkten für Funktion und 9 Punkten für Beweglichkeit zusammen.

Im Einzelnen wird zur Erhebung des Harris Hip Scores nach folgenden Kriterien gefragt:

Schmerz: 44 Punkte

Erfragt wurde die Intensität und Persistenz der Schmerzen. Dies wurde dokumentiert in Abstufungen von „kein Schmerz“ bis zu „starker und permanenter Schmerz“.

Gehfähigkeit: 11 Punkte

Hier wurde insbesondere nach der Verwendung von Gehhilfen wie z.B. Gehstöcken, Unterarmgehstützen oder Gehwagen gefragt. Es wurde abgestuft von „keine Einschränkungen beim Gehen“ bis zu „Gehen nicht möglich“.

Hinken: 11 Punkte

Der Patient wurde anhand seines Gangbildes eingestuft von „kein Hinken“ bis zu „starkes Hinken oder Gehunfähigkeit“.

Gehstrecke: 11 Punkte

Die maximale Gehstrecke wurde erfragt und dokumentiert abgestuft von „Gehstrecke nicht begrenzt“ bis „Gehstrecke auf Bett zu Stuhl beschränkt“.

Treppensteigen: 4 Punkte

Die Fähigkeit, Treppen zu steigen, wurde anhand der Zuhilfenahme des Treppengeländers und der Fußfolge beim Treppensteigen von „Treppensteigen ohne Hilfsmittel möglich“ bis „Treppensteigen nicht möglich“ eingeteilt.

Sitzen: 5 Punkte

Gefragt wurde nach der Präferenz von Sitzgelegenheiten wie Sofa oder hoher Stuhl und der maximalen Dauer des Sitzens. Die Einteilung erfolgte daraufhin von „Sitzen auf jedem Stuhl für etwa 1 Stunde möglich“ bis „15-minütiges Sitzen nicht möglich“.

Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel: 1 Punkt

Erfragt wurde, ob es dem Patienten möglich ist, öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen.

Schuhe und Socken: 4 Punkte

Evaluiert wurde, ob es dem Patienten problemlos, mit Schwierigkeiten oder überhaupt nicht möglich ist, sich selbst Schuhe oder Socken anzuziehen.

Deformitäten und Beinlängendifferenz: 4 Punkte

Deformitäten, wie Adduktions-, Innenrotations-, Beugekontrakturen und eine Beinlängendifferenz über 3 cm wurden im Rahmen der klinischen Untersuchung festgestellt und dokumentiert.

Beweglichkeit: 5 Punkte

Der Bewegungsumfang wurde ebenfalls im Rahmen der klinischen Untersuchung erfasst und dokumentiert. Ein Punkt wurde jeweils vergeben, wenn eine Hüftbeugung  $>90^\circ$ , Abduktion  $>15^\circ$ , Adduktion  $>15^\circ$ , Innenrotation  $>15^\circ$  und eine Außenrotation  $>30^\circ$  möglich waren.

Die Patienten wurden außerdem dazu befragt, in welchen Zustand sie sich direkt vor der Operation befunden hatten. Daraus und anhand von präoperativen Untersuchungsbefunden wurde erneut der Harris Hip Score erhoben und als präoperativer Harris Hip Score bezeichnet. Der Zustand vor der Operation konnte in der Regel aufgrund der ausgeprägten Schmerzen und Einschränkungen zum damaligen Zeitpunkt gut erinnert werden. Der Bewegungsumfang, Kontrakturen und Beinlängendifferenz vor der Operation konnten aus der Akte des Patienten entnommen werden.

Um mögliche Störfaktoren für den Score zu identifizieren, wurden die Patienten auch hinsichtlich Voroperationen, Pathologien der anderen Hüfte und sonstigen Erkrankungen und Schmerzen im Bereich des Bewegungsapparates befragt und diese als Begleiterkrankungen dokumentiert.

### **2.3.2 Klinische Untersuchung**

Bei der klinischen Untersuchung wurden folgende Parameter erfasst:

Gangbild:

Das Gangbild des Patienten wurde hinsichtlich eines Hinkens untersucht und innerhalb des Scores erfasst. Außerdem wurde auf ein mögliches Absinken des Beckens im Sinne eines positiven Trendelenburgschen Zeichens geachtet.

#### Beinlängendifferenz:

Im Stehen wurde die Beinlängendifferenz mit Hilfe von Unterlegbrettchen bestimmt. Dazu wurden die Cristae iliacae des Beckens getastet und bis zum Ausgleich der Beinlänge Brettchen in der Stärke von je 0,5 cm unter den Fuß des kürzeren Beins gelegt.

#### Trendelenburgsches Zeichen:

Der Patient wurde nochmals dezidiert auf das Trendelenburgsche Zeichen, als Hinweis auf eine Glutealinsuffizienz durch habituelle Schonung des betreffenden Hüftgelenks oder strukturelle Schädigung, hin untersucht. Dafür wurde er aufgefordert, auf einem Bein zu stehen und das andere Bein dabei anzuheben. Ein Absinken des Beckens auf der Spielbeinseite wurde als positives Trendelenburgsches Zeichen gewertet.

#### Bewegungsumfang:

Im Liegen (Rückenlage) wurde der Bewegungsumfang beider Hüftgelenke untersucht. Dokumentiert wurden nach der Neutral-Null-Methode die Summe aus Flexion/Extension, Abduktion/Adduktion und Außenrotation/Innenrotation als range of motion (ROM). Aus dem präoperativ und postoperativ gemessenen Wert wurde die Differenz gebildet.

#### Beinumfang:

Der Beinumfang wurde rechts und links 20 cm oberhalb des Kniegelenks am liegenden Patienten ausgemessen, um den Muskelquerschnitt am operierten Bein im Vergleich zur Gegenseite zu erfassen.

#### Sensibilität:

Die Intaktheit des N. cutaneus femoris lateralis, der die Außenseite des Oberschenkels sensibel innerviert, wurde durch Berührung des entsprechenden Hautgebietes getestet. Wenn Taubheitsgefühl angegeben wurde, dann wurde der Nerv als nicht intakt gewertet. Angabe von Parästhesien wurden als fraglich intakter Nerv interpretiert.

Narbenlänge:

Mithilfe eines Maßbandes wurde die Länge der Narbe der Hautinzision ausgemessen.

### **2.3.3 Radiologische Untersuchung**

Sofern keine Röntgenbilder vorhanden waren, die nicht älter als 3 Monate waren, wurde eine Beckenübersichtsaufnahme und eine Aufnahme nach Lauenstein als zweite Ebene der betroffenen Seite angefertigt.

Anhand der Röntgenbilder wurde der korrekte Sitz der Prothese überprüft. Es wurde auf Lockerungszeichen im Sinne einer Saumbildung um die Komponenten herum geachtet und heterotope Ossifikationen wurden nach dem Brooker Score (29) erfasst. Außerdem wurden kleine freie Knochenfragmente, die vom Trochanter major abgesprengt worden waren, als Trochanterfragmente dokumentiert. Um die Exaktheit der Implantation der Prothesenkomponenten zu überprüfen, wurden die Inklinaton der Hüftpfanne und die Abweichung der Prothesenschaftlängsachse von der Femurschaftlängsachse in der Beckenübersichtsaufnahme sowie in der axialen Aufnahme ausgemessen. Die Achsabweichung in der antero-posterioren (a.p.) Beckenübersichtsaufnahme wurde als Winkel ausgemessen und in Grad angegeben, die Achsabweichung in der axialen Lauensteinaufnahme ebenso.

Inklation:

Zur Bestimmung der Pfanneninklation wurde der Winkel zwischen der Pfannenäquatorialebene und der Beckenhorizontallinie ausgemessen. Dazu wurde eine Bezugslinie entlang der Sitzbeinhöcker und eine Messlinie durch den medialen und den lateralen Pol der Pfanne gezeichnet. Der Winkel zwischen den genannten Linien entspricht dem Inklinationswinkel.



**Abbildung 11: Messung des Inklinationswinkels**

Prothesenstellung a.p.:

Die Stellung des Prothesenschafts zum Femur in der Frontalebene wurde ermittelt, indem in Höhe der Prothesenspitze und unterhalb des Trochanter minor jeweils der Schaftmittelpunkt als Hilfspunkt zum Einzeichnen der Femurlängsachse sowie auf gleiche Weise die Längsachse des Prothesenschafts bestimmt wurde. Der Winkel zwischen Femur- und Prothesenlängsachse gibt den Wert als varische/valgische Abweichung zwischen den Achsen an.

Prothesenstellung axial:

Die Stellung der Prothese ließ sich in der axialen Aufnahme auf gleiche Weise bestimmen wie in der antero-posterioren Aufnahme. Der Winkel zwischen Femurlängsachse und Prothesenschaftlängsachse in der Sagittalebene ergab den Wert für die Achsabweichung der Prothese axial.

## **2.4 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung der mit EXCEL erfassten Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 15.0. Die qualitativen Merkmale wurden mithilfe von absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt, die quantitativen mithilfe von Mittelwert und Standardabweichung, sowie Minimum und Maximum bei normalverteilten Werten und mittels Median und Quartilen bei nicht-normalverteilten Werten. Die beiden Gruppen wurden für kategoriale Merkmale mithilfe des Chi-Quadrat-Tests nach Pearson mit Kreuztabellen bzw. dem exakten Test nach Fisher

bei dichotomen Merkmalen verglichen. Für normalverteilte quantitative Merkmale wurde der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet, für nicht-normalverteilte Merkmale der nicht-parametrische U-Test nach Mann-Whitney. Das Signifikanzniveau für p-Werte wird bei  $\alpha=0,05$  festgelegt und dient als Kriterium der Irrtumswahrscheinlichkeit für die Ablehnung bzw. Beibehaltung der Nullhypothese.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Perioperative Daten

##### 3.1.1 Operationsdauer

Die mittlere Operationsdauer betrug 76,6 min (SD: 15,9min) in Gruppe M und 68,9 min (SD: 24,6 min) in Gruppe B. Der Unterschied war mit  $p=0,042$  signifikant. Die minimale Operationszeit lag in Gruppe M bei 45 min, in Gruppe B bei 32 min. Maximal wurde in Gruppe M 119 min operiert, in Gruppe B waren es maximal 166 min.

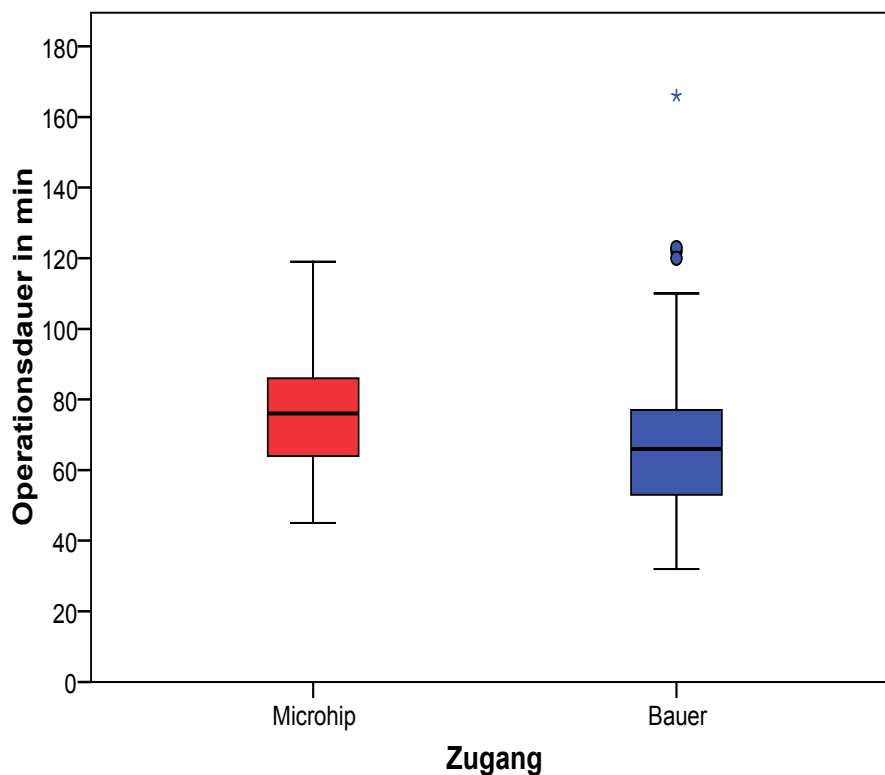
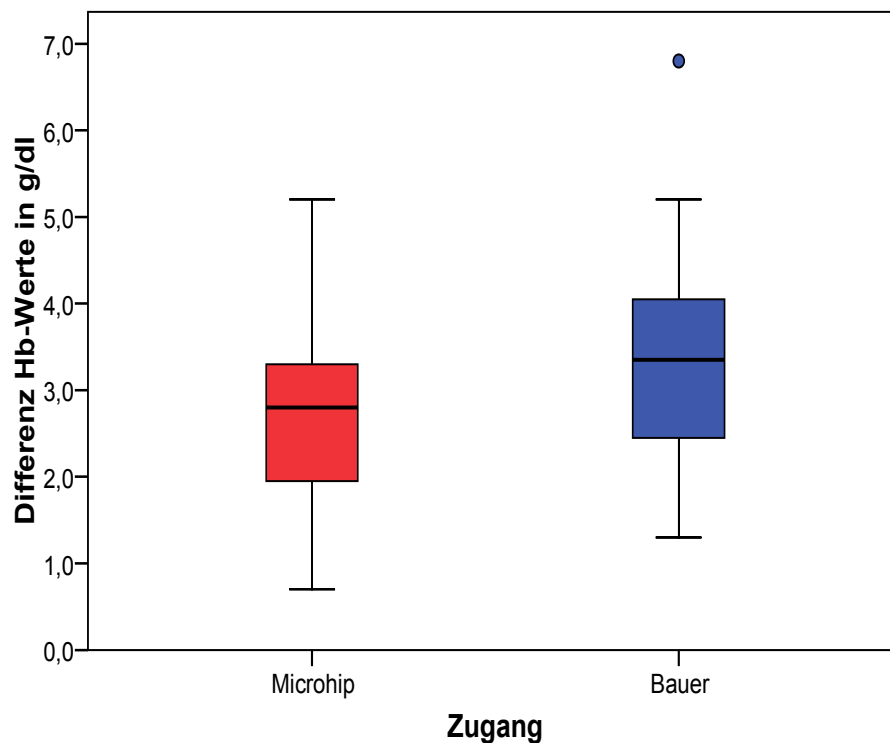


Diagramm 4: Operationsdauer

##### 3.1.2 Hämoglobinwert-Differenz

Die Differenz der präoperativ und 24 Stunden postoperativ ermittelten Hämoglobinwerte betrug in Gruppe M im Mittel 2,7 g/dl (SD: 0,94 g/dl) und 3,4 g/dl (SD: 1,11 g/dl) in Gruppe B. Der Unterschied war mit  $p<0,001$  signifikant. Die kleinste

Differenz betrug 0,7 g/dl in Gruppe M und 1,3 g/dl in Gruppe B. Die maximale Differenz lag in Gruppe M bei 5,2 g/dl und bei 6,8 g/dl in Gruppe B.



**Diagramm 5: Hämoglobinwert-Differenz**

### 3.1.3 Bluttransfusionen

In Gruppe M war in 3 (4,1%) Fällen die Gabe von Erythrozytenkonzentraten postoperativ notwendig, in Gruppe B war dies bei 7 Patienten (11,7%) der Fall. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,11$ ). Dabei wurden bei den Patienten der Gruppe M jeweils 2 Erythrozytenkonzentrate transfundiert, in Gruppe B wurde in 3 Fällen je ein Konzentrat verabreicht und in 4 Fällen wurden je 2 Erythrozytenkonzentrate gegeben.

**Tabelle 2: Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK)**

Zugang		Häufigkeit	Prozent
<b>Microhip</b>	keine	71	95,9%
	2 EK	3	4,1%
<b>Bauer</b>	keine	53	88,3%
	1 EK	3	5,0%
	2 EK	4	6,7%

### 3.1.4 Komplikationen

In Gruppe M fand sich bei 70 Patienten (94,6%) ein komplikationsloser Verlauf, in Gruppe B war dies bei 58 (96,7%) der Fall. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,69$ ). In Gruppe M trat bei einem Patienten eine intraoperative Femurfraktur auf, die intraoperativ versorgt wurde. In Gruppe M und in Gruppe B trat jeweils eine Nachblutung auf, in Gruppe M gab es zwei Fälle von Wundheilungsstörungen, in Gruppe B trat eine Luxation auf.

**Tabelle 3: Komplikationen**

Zugang		Häufigkeit	Prozent
<b>Microhip</b>	keine	70	94,6%
	Intraoperative Fraktur	1	1,4%
	Wundinfektion	2	2,7%
	Nachblutung	1	1,4%
<b>Bauer</b>	keine	58	96,7%
	Nachblutung	1	1,7%
	Luxation	1	1,7%

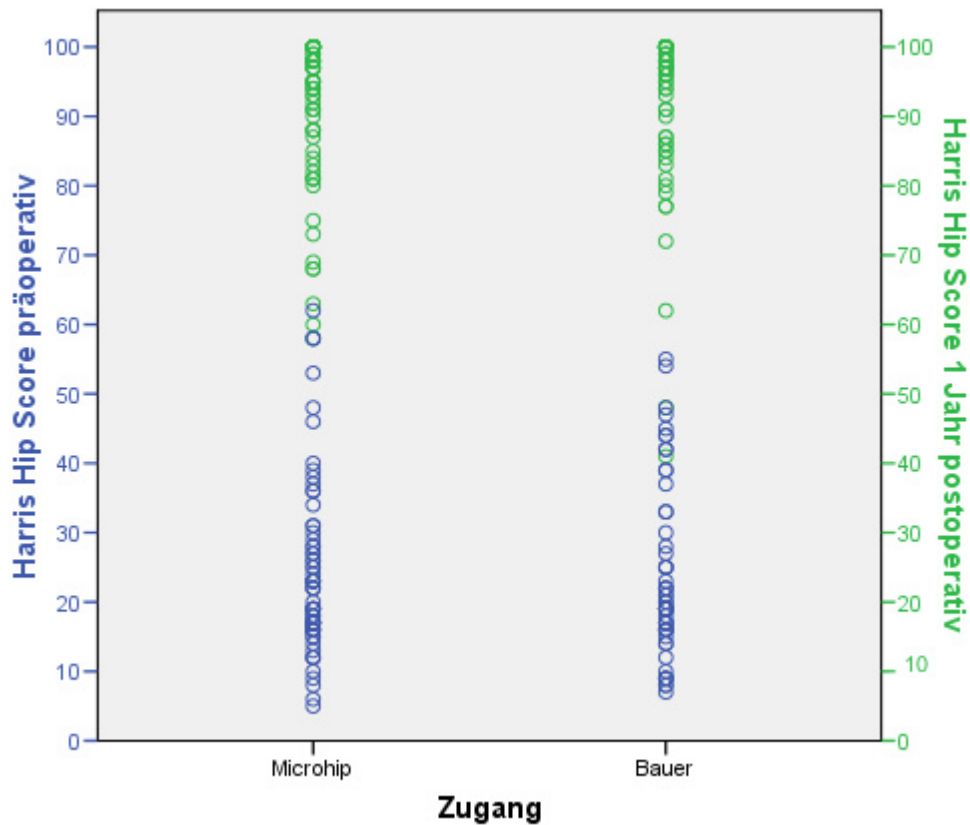
### 3.2 Harris Hip Score

Für Gruppe M wurde präoperativ ein HHS von durchschnittlich 23,5 Punkten ermittelt, in Gruppe B lag dieser bei 23,6 Punkten. Ein Jahr postoperativ ergab sich in Gruppe M ein durchschnittlicher Score von 92,1 Punkten und in Gruppe B ein Wert von 91,7

Punkten. Der Unterschied war mit  $p=0,72$  nicht signifikant. Der kleinste Wert präoperativ lag bei 5 Punkten in Gruppe M und bei 7 Punkten in Gruppe B, der höchste Wert präoperativ wurde in Gruppe M mit 62 Punkten verzeichnet, in Gruppe B mit 55 Punkten.

Ein Jahr postoperativ wurden als geringster Wert 58 Punkte in Gruppe M und 41 Punkte in Gruppe B gefunden. Der maximale Wert lag für beide Gruppen bei 100 Punkten, wobei die Maximalpunktzahl in Gruppe M von 26 Patienten (35,1%) erreicht wurde und in Gruppe B von 19 Patienten (31,7%).

Die Differenz vom präoperativen zum Einjahreswert betrug in Gruppe M im Median 73 Punkte (Spannweite 63 Punkte), für Gruppe B 70 Punkte (Spannweite 71 Punkte). Der Unterschied war mit  $p=0,93$  nicht signifikant.



**Diagramm 6: Harris Hip Score prä- und postoperativ**

### **3.2.1 Voroperationen**

3 Patienten (4,1%) in Gruppe M und 2 Patienten (3,4%) in Gruppe B waren voroperiert im Bereich der Hüfte. Die 3 Patienten aus Gruppe M hatten alle eine Umstellungsosteotomie des Femurs der betroffenen Seite erhalten, bei den Patienten aus Gruppe B war in einem Fall eine Umstellungsosteotomie vorgenommen worden, beim anderen Patienten war eine Femurfraktur operiert worden. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,39$ ).

### **3.2.2 Gegenseite**

Die Hüfte auf der nichtoperierten Seite war bei 31 (41,9%) der Patienten in Gruppe M und bei 24 (40,0%) in Gruppe B klinisch beschwerdefrei. 21 (28,4%) der Patienten in Gruppe M und 19 (31,7%) in Gruppe B hatten klinisch und radiologisch eine Coxarthrose auf der Gegenseite. Bereits endoprothetisch versorgt auf der Gegenseite waren in Gruppe M 22 (29,7%) und in Gruppe B 17 (28,3%) der Patienten. Die Unterschiede waren nicht signifikant ( $p=0,92$ ).

### **3.2.3 Begleiterkrankungen**

30 (40,5%) der Patienten in Gruppe M fühlten sich durch andere Erkrankungen am Bewegungsapparat beeinträchtigt. Davon fühlten sich 14 (18,9%) leicht und 16 (21,6%) schwer beeinträchtigt. In Gruppe B litten 27 (45,0%) der Patienten an anderen Erkrankungen des Bewegungsapparates, wovon 16 (26,7%) dies als leichte Beeinträchtigung und 11 (18,3%) dies als schwere Beeinträchtigung empfanden. Die Unterschiede waren nicht signifikant ( $p=0,55$ ).

## **3.3 Klinische Untersuchung**

### **3.3.1 Bewegungsumfang**

Die ROM in Gruppe M betrug präoperativ durchschnittlich  $120,0^\circ$ , postoperativ durchschnittlich  $191,4^\circ$ . In Gruppe B wurden präoperativ durchschnittlich noch  $114,3^\circ$  erreicht, postoperativ waren es  $198,3^\circ$ . Die Differenz zwischen präoperativer und

postoperativer ROM lag in Gruppe M durchschnittlich bei 71,4°, in Gruppe B bei 83,8°. Der Unterschied war mit  $p=0,082$  nicht signifikant.

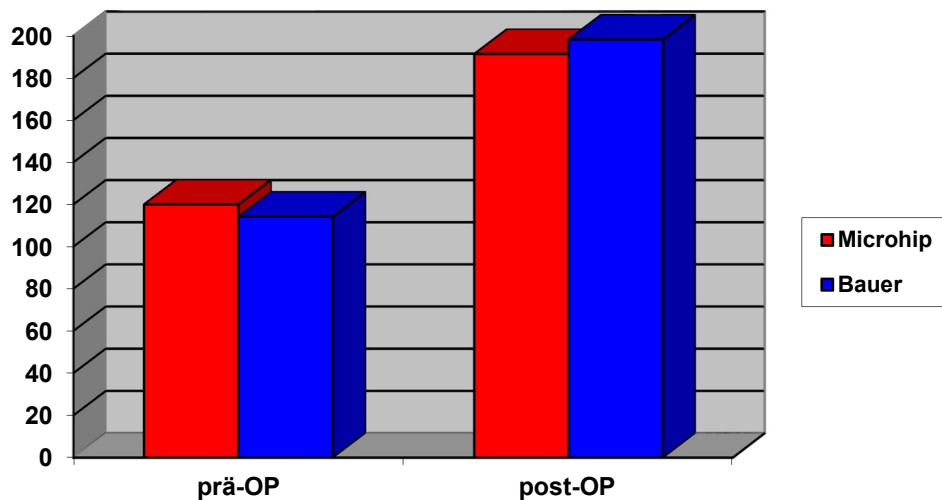


Diagramm 7: Bewegungsumfang in Grad

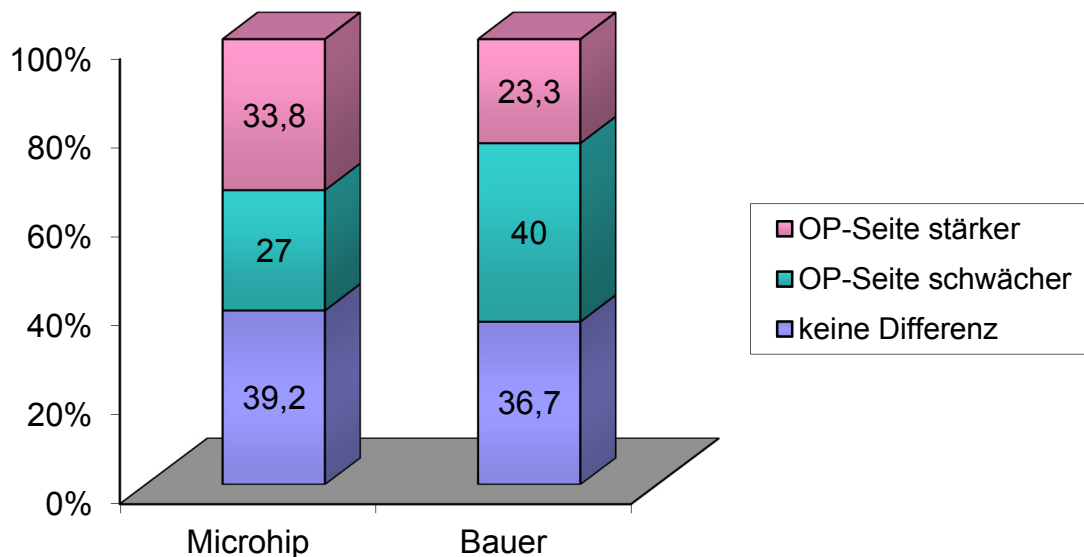
### 3.3.2 Beinlängendifferenz

Die mittlere Beinlängendifferenz (vom Betrag Beinlängendifferenz) betrug 0,38 cm (SD: 0,46) in Gruppe M und 0,43 cm (SD: 0,54) in Gruppe B. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,53$ ). Die größte Beinlängendifferenz betrug in Gruppe M -2 cm bzw. +2 cm, in Gruppe B waren es -2 cm bzw. +3 cm. Eine ausgeglichene Beinlänge fand sich bei 36 (48,6%) der Microhip-Patienten und bei 28 (46,7%) der Bauer-Patienten. Eine Beinlängendifferenz von 2 cm oder mehr fand sich bei 4 Patienten (5,4%) in Gruppe M und bei 4 Patienten (6,7%) in Gruppe B.

### 3.3.3 Oberschenkelumfangsdifferenz

Die Umfangsdifferenz der Oberschenkel in Bezug auf das operierte Bein lag in Gruppe M durchschnittlich bei 0,0 cm (SD: 1,87) in Gruppe B lag sie bei -0,2 cm (SD: 1,49). Der Unterschied war mit  $p=0,41$  nicht signifikant. Maximale Differenzen in Gruppe M betrugen +/-5 cm und +/-3 cm in Gruppe B. Ein gleicher Umfang beider Oberschenkel fand sich bei 29 (39,2 %) der Microhip-Patienten und bei 22 (36,7%) der Bauer-Patienten. Der Umfang des operierten Beines war in Gruppe M bei 25 (33,8%) der

Patienten größer und bei 20 (27,0%) der Patienten kleiner als der des anderen Beins. In Gruppe B war der Umfang auf der operierten Seite bei 14 (23,3%) der Patienten größer und bei 24 (40,0%) der Patienten kleiner. Der Unterschied war mit  $p=0,22$  nicht signifikant.



**Diagramm 8: Oberschenkelumfangsdifferenz**

### 3.3.4 Sensibilität

Der N. cutaneus femoris lateralis war in 70 Fällen (94,6%) der Microhip-Patienten intakt, bei den Bauer-Patienten war dies bei 58 Fällen (96,7%) der Fall. Der Unterschied war mit  $p=0,69$  nicht signifikant. Bei einem Patienten in Gruppe M (1,4%) war der Nerv nicht intakt, bei zwei Patienten (2,7%), die Missempfindungen, aber kein Taubheitsgefühl angaben, war die Intaktheit des Nerven nicht sicher feststellbar. Bei einem weiteren Patienten (1,4%) war das Innervationsgebiet der Gegenseite durch Hyp- und Parästhesien auffällig, wobei die Gegenseite bereits mit einem Zustand nach Hüft-TEP voroperiert war.

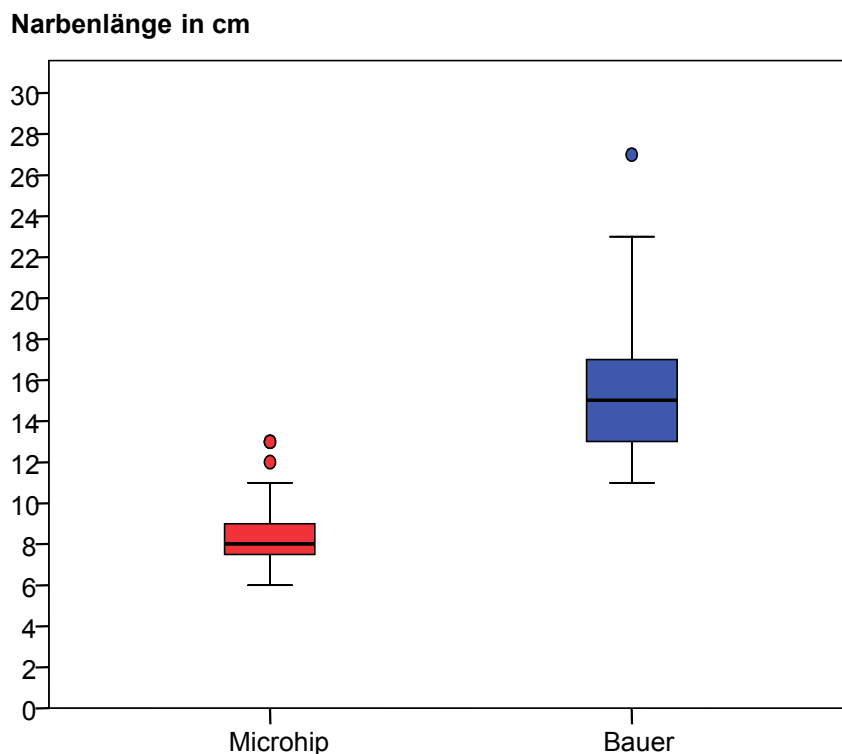
In Gruppe B war die Intaktheit des Nerven in einem Fall (1,7%) fraglich, in einem anderen Fall (1,7%) war ebenfalls die Gegenseite durch Hyp- und Parästhesien beeinträchtigt. In diesem Fall war noch keine Voroperation der Gegenseite erfolgt.

### 3.3.5 Trendelenburg-Zeichen

Das Trendelenburgsche Zeichen war in Gruppe M bei 70 Patienten (94,6%) negativ, bei zwei Patienten (2,7%) positiv und bei weiteren zwei Patienten (2,7%) fraglich positiv. 58 der Patienten (96,7%) in Gruppe B waren negativ für das Trendelenburgsche Zeichen, zwei Patienten (3,3%) waren positiv. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied ( $p=0,69$ ).

### 3.3.6 Narbenlänge

Die Narbenlänge betrug im Median 8,0 cm in Gruppe M und 15,0 cm in Gruppe B. Der Unterschied war signifikant ( $p<0,001$ ). Die minimale Narbenlänge betrug 6 cm in Gruppe M und 11 cm in Gruppe B. Maximal wies die Narbe in Gruppe M eine Länge von 13 cm und in Gruppe B eine Länge von 27 cm auf.



**Diagramm 9: Narbenlänge**

### 3.4 Analgetikaeinnahme

Die Patienten wurden explizit nach Analgetikagebrauch in Zusammenhang mit der operierten Hüfte befragt. 54 der Patienten (73,0%) in Gruppe M nahmen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Schmerzmittel ein, in Gruppe B war dies bei 43 der Patienten (71,7%) der Fall. Gelegentliche Analgetikaeinnahme gaben elf (14,9%) der Patienten in Gruppe M und zehn (16,7%) der Bauer-Patienten an. Neun (12,2%) der Microhip-Patienten brauchten täglich Analgetika, sieben (11,7%) der Patienten in Gruppe B nahmen täglich Analgetika ein. Die Unterschiede waren nicht signifikant ( $p=0,96$ ).

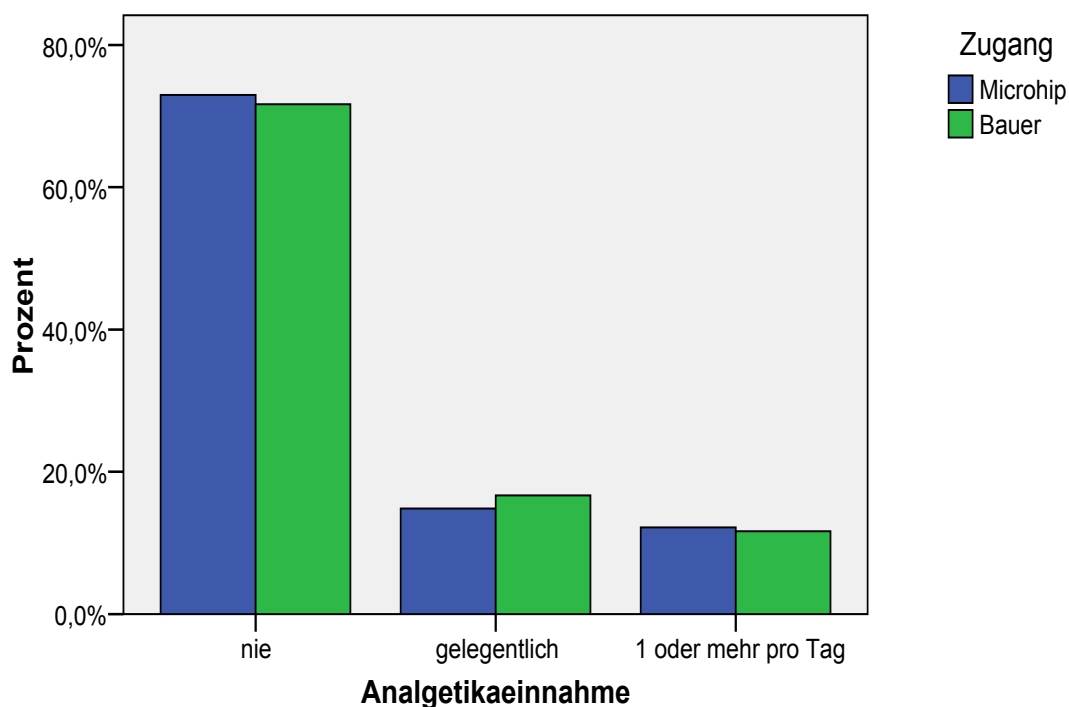


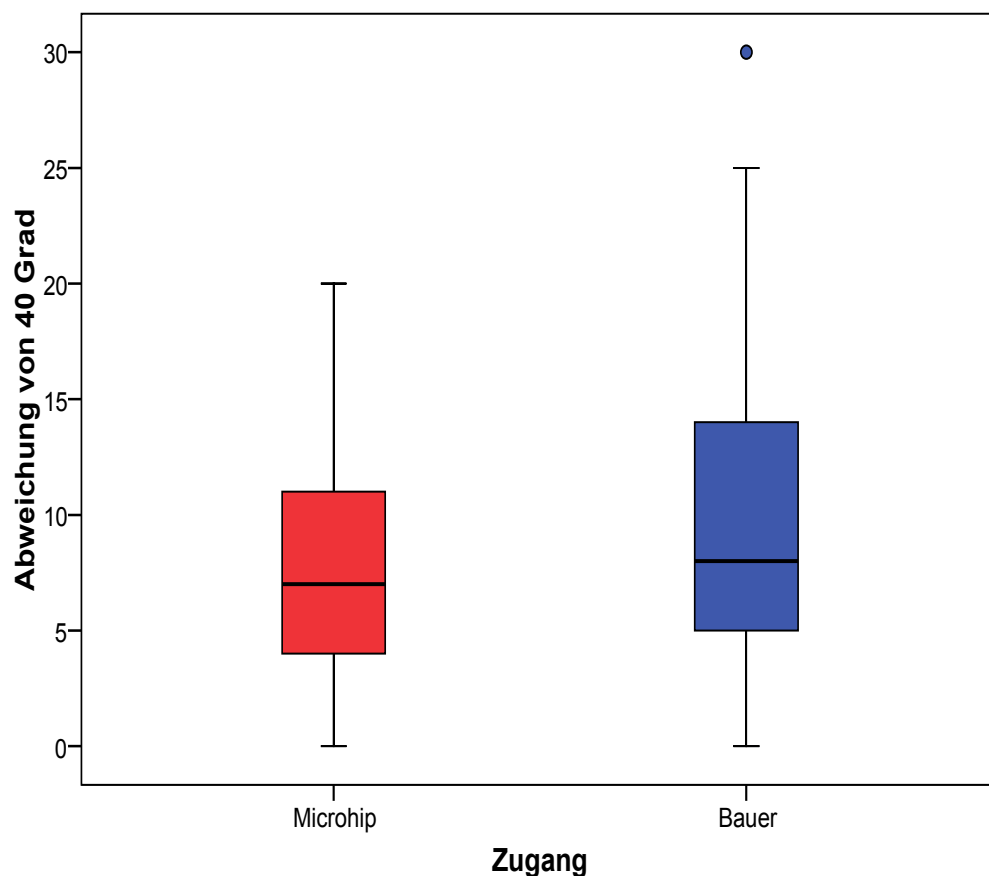
Diagramm 10: Analgetikaeinnahme ein Jahr postoperativ

### 3.5 Radiologische Auswertung

#### 3.5.1 Inklination

Im Mittel fand sich ein Inklinationswinkel von  $47,1^\circ$  (SD: 5,22) in Gruppe M und  $49,2^\circ$  (SD: 7,93) in Gruppe B. Der Unterschied war mit  $p=0,085$  nicht signifikant. Der kleinste

Winkel lag in Gruppe M bei 28°, in Gruppe B bei 29°. Der steilste Inklinationswinkel wurde in Gruppe M mit 60° und in Gruppe B mit 70° vermessen. Die Abweichung vom Optimum 40° betrug in Gruppe M im Mittel 7,7° (SD: 4,25) und in Gruppe B 10,0° (SD: 6,88). Der Unterschied war mit  $p=0,027$  signifikant. Die kleinste Abweichung war in beiden Gruppen 0°, die höchste Abweichung fand sich in Gruppe M bei 20° und in Gruppe B bei 30°. Im geplanten Bereich zwischen 30° und 50° Inklination befanden sich in Gruppe M 53 implantierte Pfannen (72,6%) und in Gruppe B 35 (58,3%). Ein Inklinationswinkel von <30° oder >50° fand sich bei 20 (27,4%) der Patienten in Gruppe M und bei 25 (41,7%) in Gruppe B. Der Unterschied war mit  $p=0,084$  nicht signifikant.



**Diagramm 11: Betrag der Abweichung von der angestrebten Inklination**

### 3.5.2 Prothesenachse a.p.

Im Median waren die Prothesen 1,0° varisch (Spannweite: 9°) in Gruppe M und 1,5° varisch (Spannweite: 5°) in Gruppe B positioniert. Der Unterschied war nicht signifikant.

( $p=0,26$ ). Eine exakte Neutralposition fand sich in 24 (32,9%) Fällen in Gruppe M und in 18 (30,0%) in Gruppe B. Im Bereich einer Achsabweichung von  $0^\circ$  bis  $3^\circ$  fanden sich insgesamt 64 (87,7%) der Patienten in Gruppe M und 51 (85,0%) der Patienten in Gruppe B. Mehr als  $3^\circ$  Achsabweichung fand sich bei 9 (12,3%) in Gruppe M und 9 (15,0%) in Gruppe B. Der Unterschied war nicht signifikant ( $p=0,65$ ).

### **3.5.3 Prothesenachse axial**

Die Recurvation betrug im Median  $2,0^\circ$  in beiden Gruppen (Spannweite in Gruppe M  $6^\circ$ , in Gruppe B  $8^\circ$ ). Eine Recurvation von  $0^\circ$  bis  $3^\circ$  fand sich bei 60 (82,2%) der Patienten in Gruppe M und bei 47 (78,3%) der Patienten in Gruppe B. Mehr als  $3^\circ$  Recurvation wurde in Gruppe M bei 13 (17,8%) der Patienten und in Gruppe B bei 13 (21,7%) der Patienten vermessen. Der Unterschied war mit  $p=0,58$  nicht signifikant.

### **3.5.4 Lockerung**

Eine Lockerung im Sinn einer Saumbildung am Rand der Pfanne oder des Prothesenschaftes oder Osteolysezonen um die Prothesenkomponenten wurde in beiden Gruppen nicht beobachtet.

### **3.5.5 Trochanterfragmente**

Ein freies Trochanterfragment fand sich bei fünf Patienten in Gruppe M (6,8%) und bei fünf Patienten (8,3%) in Gruppe B. Der Unterschied war mit  $p=0,75$  nicht signifikant.

### **3.5.6 Heterotope Ossifikationen**

In Gruppe M waren 64 (86,5%) der Patienten frei von heterotopen Ossifikationen und hatten daher einen Brooker Score von 0. In Gruppe B waren dies 54 (90%) der Patienten. Der Unterschied war mit  $p=0,60$  nicht signifikant. Acht (10,8%) der Microhip-Patienten und fünf (8,3%) der Bauer-Patienten hatten einen Score von 1. Ein Score von 2 fand sich bei einem (1,4%) der Microhip-Patienten und bei einem (1,7%) der Bauer-Patienten. In Gruppe M hatten ein Patient (1,4%) einen Score von 3. In Gruppe B kam ein Score von 3 nicht vor.

**Tabelle 4: Heterotope Ossifikationen nach Brooker (29)**

Zugang		Häufigkeit	Prozent
<b>Microhip</b>	0: keine	64	86,5%
	I: Knocheninseln	8	10,8%
	II: Abstand > 1cm	1	1,4%
	III: Abstand < 1cm	1	1,4%
	IV: knöcherne Spange/Ankylose	0	0%
<b>Bauer</b>	0: keine	54	90,0%
	I: Knocheninseln	5	8,3%
	II: Abstand > 1cm	1	1,7%
	III: Abstand < 1cm	0	0%
	IV: knöcherne Spange/Ankylose	0	0%

## 4. Diskussion

Die beiden Patientenkollektive der minimalinvasiven und der Bauer-Gruppe zeigten hinsichtlich Alter, Geschlecht und BMI keine signifikante Heterogenität, sodass ein Vergleich der Gruppen valide ist. Auch ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei Begleiterkrankungen und Voroperationen der Patienten. Damit ist auch der Vergleich der HHS-Scores valide.

Eine Einordnung der Ergebnisse in die aktuelle Literatur gestaltet sich insofern problematisch, als dass die Anzahl der unterschiedlichen Zugänge zum Hüftgelenk von anterior über anterolateral, lateral, transgluteal, posterolateral und posterior und ihre vielfachen Kombinationsmöglichkeiten in Vergleichsstudien eine große Heterogenität an Studien und Ergebnissen hervorbringen. In Metaanalysen werden daher minimalinvasive mit konventionellen Zugängen zum Hüftgelenk verglichen, ungeachtet der Art des Zugangs (30–32). Daraus ergeben sich Ergebnismischungen, die eine wenig spezifische Aussagekraft für einzelne minimalinvasive Zugangswege hervorbringen. Für genauere Analysen einzelner Zugangswege ist die Datenlage bislang zu schwach. Daher kann in dieser Diskussion zumeist nur eine relativ allgemeine Aussage getroffen werden über den Vergleich eines minimalinvasiven Zugangs mit einem konventionellen Zugang, und nur partiell über den minimalinvasiven anterioren Zugang im Speziellen.

Bei den perioperativen Daten ergaben sich signifikante Unterschiede für die OP-Dauer und die Hämoglobinwert-Differenz. Die Gabe von Erythrozytenkonzentraten war nicht signifikant unterschiedlich, eine Tendenz zu einer häufigeren Gabe in Gruppe B war jedoch erkennbar.

In einer Studie von Alecci, der ebenfalls einen anterioren minimalinvasiven Zugang mit einem konventionellen Zugang nach Bauer verglich, zeigte sich ebenso eine längere OP-Zeit in der minimalinvasiv operierten Gruppe (33). Dies wurde auf die Lernkurve des Operateurs sowie auf die Komplexität des Zugangs zurückgeführt. Die Hämoglobinwert-Differenz war ebenfalls signifikant geringer in der minimalinvasiv operierten Gruppe. Allerdings waren die Gruppen hinsichtlich ASA-Klassifikation unterschiedlich mit gesünderen Patienten in der minimalinvasiv operierten Gruppe.

Die längere OP-Dauer in unserer Gruppe M war diskrepant zu den in den größten Metaanalysen publizierten Daten. Bei Smith (31), der 28 Studien in seiner Arbeit untersuchte, fand sich hinsichtlich der OP-Zeit kein Unterschied, jedoch wurde auch hier ein signifikant geringerer perioperativer Blutverlust festgestellt. Die Transfusionshäufigkeit unterschied sich nicht. Cheng (32) stellte in seiner Metaanalyse von deutlich geringerem Umfang mit zwölf eingeschlossenen Studien, von denen die Hälfte auch in der Arbeit von Smith vorkommt, eine geringere OP-Zeit in der Analyse einer Subgruppe mit posteriorem oder posterolateralem Zugang fest, in der Gesamtanalyse war jedoch ebenfalls kein signifikanter Unterschied feststellbar. Der Autor betonte dabei auch die große Heterogenität im untersuchten Kollektiv. Die kürzere OP-Zeit in der Gruppe der posterioren Zugänge ist möglicherweise durch die Verwendung desselben Zugangs, der lediglich kleinräumiger ausgeführt wurde, nur eingeschränkt vergleichbar mit Studien, bei denen sich der minimalinvasive und konventionelle Zugang topographisch unterscheiden. Bei einem kleineren Zugang im selben Zugangsweg ist möglicherweise der Präparationsaufwand bei ansonsten gewohntem Zugang geringer. Dies legen die Ergebnisse von Szendrői (34) und Higuchi (35) nahe, bei denen derselbe Zugang in drei verschiedenen Schnittlängen untersucht wurde. Bei Szendrői wurde der laterale, bei Higuchi der anterolaterale Zugang verwendet. Beide fanden eine kürzere OP-Zeit bei den Zugängen mit kürzerer Inzision. Allerdings ergab sich auch hinsichtlich des BMI bei beiden ein signifikanter Unterschied in den untersuchten Gruppen. Die minimalinvasiv operierten Gruppen wiesen einen deutlich niedrigeren BMI auf. Ein geringerer Weichteilmantel und damit bessere Sicht auf den Situs könnten die schnellere OP-Zeit durchaus begünstigt haben.

Der intraoperative Blutverlust war auch bei Cheng in der minimalinvasiven Gruppe signifikant geringer als in der Standard-Gruppe. Ein geringerer Blutverlust in der minimalinvasiv operierten Gruppe findet sich fast konstant in der Literatur (14,16,36–39). Dies scheint sich bei ähnlichen OP-Zeiten am ehesten durch die kleinere Wundfläche erklären zu lassen. Auch die etwas längere OP-Dauer in unserem Kollektiv erhöhte den Blutverlust nicht. Damit kann hinsichtlich des Blutverlustes in der perioperativen Phase von einer schonenderen Methode bei minimalinvasiven Verfahren ausgegangen werden.

Aufgrund der konsekutiven Serie der von einem einzelnen erfahrenen Chirurgen operierten Patienten in Gruppe M kann nach Beginn der systematischen Anwendung des vorderen Zuganges davon ausgegangen werden, dass sich in der OP-Dauer dieses Patientengutes eine gewisse Lernkurve widerspiegelt (40). Von einer Lernkurve für den anterioren Zugang berichten analog zahlreiche andere Autoren (33,41,42). Ebenso verhält es sich bei Howell und Lafosse, bei denen eine längere OP-Zeit in der Gruppe über einen minimalinvasiven (nicht anterioren) Zugang operierter Patienten auftrat, sowie bei Archibeck, der die Entwicklung der OP-Zeit in der Anfangsphase bei Neuanwendung einer Zwei-Inzisionen-Technik untersuchte (43–45).

Die Rate an Komplikationen war insgesamt gesehen statistisch nicht unterschiedlich in der Gruppe der minimalinvasiv und der Gruppe der konventionell operierten Patienten in unserer Studie. Allerdings trat in Gruppe M eine intraoperative Fraktur auf und es gab zwei Fälle von Wundheilungsstörungen. In Gruppe B dagegen traten keine Wundheilungsstörungen und keine intraoperative Fraktur auf. Smith berichtet von nicht signifikant unterschiedlichen Komplikationsraten für minimalinvasiv und konventionell operierte Patienten in seiner Metaanalyse (31). Auch hier waren jedoch häufiger Wundheilungsstörungen bei den minimalinvasiv operierten Patienten anzutreffen, wofür als Ursache der stärkere Druck durch Haken auf den Wundrand vermutet wurde. Eine interessante Studie an Leichen von Noble konnte nachweisen, dass die bei minimalinvasiven Operationen auf den Wundrand wirkenden Kräfte doppelt so groß waren wie bei konventionellen Zugängen (46). Um Wundheilungsstörungen vorzubeugen sollte daher die Inzision mindestens so lang sein, dass ein zu hoher Druck auf die Wundränder vermieden werden kann.

Auch bei Alecci traten in der minimalinvasiv operierten Gruppe Frakturen des Trochanter major auf, die in der transgluteal operierten Gruppe nicht zu beobachten waren (33). Diese Komplikation wird im Zusammenhang mit dem anterioren und anterolateralen Zugang von mehreren Autoren genannt (15,42,47,48). Grund dafür ist wahrscheinlich die eingeschränkte Sicht auf die Strukturen in Kombination mit falscher Ausrichtung der Instrumente bei der Bearbeitung des Femurs (46). Die daraus resultierenden Frakturen oder Implantatfehlagen waren mit einer ungünstigen Wahl des Eingangspunktes in das proximale Femur assoziiert.

Der HHS als Marker für die Funktion des Hüftgelenks wurde bei den untersuchten Patienten durch Parameter wie Erfassung von Voroperationen im Bereich der Hüfte, Zustand der Hüfte auf der Gegenseite und Beeinträchtigungen durch andere Erkrankungen des Bewegungsapparates, auf Störfaktoren hin untersucht, die allesamt keine signifikanten Unterschiede in den untersuchten Gruppen aufwiesen. Damit kann für unser Patientengut ein die Hüftfunktion gut widerspiegelnder HHS angenommen werden.

Es zeigte sich, dass der HHS ein Jahr postoperativ keinen signifikanten Unterschied aufwies zwischen Microhip und Bauer-Zugang. Dieses Ergebnis findet sich auch in den größeren Metaanalysen, in denen sich die funktionellen Scores zwischen minimalinvasiv und konventionell operierten Patienten, unabhängig vom Untersuchungszeitpunkt, der sich postoperativ von wenigen Tagen bis hin zu fünf Jahren bei Wright erstreckte, nicht wesentlich unterschieden (31,32,36). Auch bei Sander, der einen anterolateralen minimalinvasiven mit dem konventionellen transglutealen Zugang verglich, fanden sich keine Unterschiede im HHS nach fünf Wochen und sechs Monaten (49). Abweichend davon zeigte sich bei Vicente, der einen minimalinvasiven posterioren mit einem konventionellen lateralen Zugang verglich, ein signifikant besserer HHS nach sechs Monaten follow-up in der minimalinvasiven Gruppe (16). Allerdings unterschieden sich die Patientenkollektive signifikant hinsichtlich des Durchschnittsalters, das in der Kontrollgruppe deutlich höher lag. Daher ist ein systematischer Fehler hier nicht auszuschließen.

Wohlrab untersuchte ein kleines Patientenkollektiv, das antero-lateral minimalinvasiv oder transgluteal nach Bauer operiert wurde (50). Ein signifikanter Unterschied beim HHS trat nach sechs und zwölf Wochen postoperativ mit besseren Werten in der minimalinvasiv operierten Gruppe auf. Nach drei und zehn Tagen postoperativ war noch kein signifikanter Unterschied zu verzeichnen gewesen.

Vavken stellt in einer Metaanalyse mit acht Studien, von denen drei zur übergreifenden Berechnung des HHS herangezogen werden konnten, mit einem p-Wert von 0,06 eine Tendenz zu einem besseren HHS im minimalinvasiv operierten Patientengut fest (30). Von den drei Studien verglich nur die bereits angesprochene Arbeit Wohlrabs (50) Patienten mit einem topographisch unterschiedlichen Zugang in der minimalinvasiven und konventionellen Gruppe. Die anderen beiden von Ogonda und Wright

untersuchten jeweils posteriore bzw. posterolaterale Zugänge und zeigten in der Einzelanalyse ebenfalls keine signifikanten Unterschiede beim HHS (36,51).

Di Gioia fand im Vergleich einer navigationsgestützt operierten Gruppe mit minimalinvasivem posteriorem Zugang einen besseren HHS nach drei und sechs Monaten als in der konventionell operierten Gruppe mit posteriorem Zugang (52). Nach einem Jahr fand sich jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied mehr.

Es zeigt sich, dass mit einem Funktionsscore, wie dem HHS, erfasste Unterschiede zwar teilweise nachgewiesen werden können, diese aber wenn überhaupt signifikant messbar, dann vorwiegend die Phase der Rehabilitation bis zu sechs Monaten postoperativ betreffen (50,52–54). Danach scheinen sich die Gruppen nicht mehr wesentlich zu unterscheiden, was die Funktion betrifft.

Der HHS im Zeitraum der ersten drei bis sechs Monate postoperativ, in dem einige Autoren signifikante Unterschiede nachweisen konnten, wurde in unserer Studie nicht erfasst. Somit wurde der Zeitraum, in dem Unterschiede im HHS am wahrscheinlichsten zu erwarten gewesen wären, retrospektiv betrachtet, leider verpasst.

In der weiteren klinischen Untersuchung unserer Patienten, die Bewegungsumfang, Beinlängen- und Oberschenkelumfangsdifferenz, Sensibilität im Bereich des vom N. cutaneus femoris lateralis innervierten Hautareals, Trendelenburg-Zeichen und Narbenlänge umfasste, zeigte sich lediglich bei der Länge der Narbe ein signifikanter Unterschied, der bereits vorab zu erwarten war. Bei Sander zeigte sich im Vergleich anterolateral minimalinvasiv gegenüber transgluteal ebenfalls kein Unterschied im Bewegungsausmaß und beim Trendelenburg-Zeichen in der Nachuntersuchung (49). Ein angedeutet positives Trendelenburg-Zeichen fand sich bei ihm bei 15,2% der Patienten mit minimalinvasivem Zugang und bei 10% mit konventionellen Zugang. Ein deutlich positives Trendelenburg-Zeichen fand sich bei keinem seiner Patienten nach sechs Monaten. Nach einem Jahr hatten dann jedoch nur noch 3,7% der minimalinvasiv operierten Patienten ein angedeutet positives Trendelenburg-Zeichen. Hier spiegelt sich möglicherweise die verbesserte Mechanik im Hüftgelenk und die verbesserte Funktion der Glutealmuskulatur nach einem längeren Intervall postoperativ wider (55).

Hinsichtlich der Beinlängendifferenz fand sich in der Metaanalyse von Smith ebenfalls kein Unterschied (31). Hier wurde allerdings eine signifikant höhere Inzidenz von Nervenverletzungen gefunden, die fünfmal häufiger beim minimalinvasiven Zugang auftraten. Ein Zusammenhang mit der Positionierung der Haken wurde hier vermutet. Außerdem wurde insbesondere der anteriore Zugang in Zusammenhang mit gehäuftem Auftreten von Läsionen des N. cutaneus femoris lateralis gebracht, die auch nach Abflachen einer Lernkurve für den Zugang zum Teil nicht rückläufig waren (47,56,57). Als Ursache wird die topographische Nähe der Äste des Nerven zum Zugangsweg zwischen M. tensor fasciae latae und M. sartorius vermutet. Die Tendenz zu häufigeren Verletzungen des Nerven in Gruppe M war auch bei uns erkennbar mit einer sicheren Läsion und zwei fraglichen Läsionen mit Parästhesien im Innervationsgebiet gegenüber einem Patienten in Gruppe B mit fraglicher Intaktheit des Nerven.

Über die Oberschenkelumfangsdifferenz nach Hüft-TEP-Implantation ließ sich keine vergleichbare Literatur finden. Aus den ähnlich guten Werten im HHS in beiden Gruppen lässt sich jedoch schließen, dass bei fehlenden Unterschieden hinsichtlich des Oberschenkelumfangs hier auch keine funktionellen Unterschiede zwischen den Gruppen zu vermuten sind. Eine Studie von Bremer, die mittels MRT das Weichteiltrauma ein Jahr postoperativ nach Hüft-TEP über einen anterioren oder transglutealen Zugang verglich, fand interessanterweise eine signifikant stärkere Muskelatrophie im Bereich des M. gluteus medius und minimus sowie häufigere Abrisse im anterioren und lateralen Ansatzbereich der Abduktoren beim transglutealen Zugang. Leider wurden die Ergebnisse jedoch nicht mit dem klinischen Outcome der untersuchten Patienten korreliert. Eine MRT-Studie von Müller (58) fand bei fast 50% der Patienten nach Hüftendoprothesenimplantation Läsionen im Bereich der Muskelinsertion oder Muskelatrophien des M. gluteus minimus, die nicht mit HHS, Abduktorenkraft oder dem Trendelenburg-Zeichen korrelierten. Dabei fand sich kein Unterschied im Vergleich zwischen anterolateralem und lateralem Zugang. Die klinische Relevanz der kernspintomographisch nachgewiesenen Läsionen kann demnach als untergeordnet eingestuft werden.

In der Häufigkeit der Einnahme von Analgetika fand sich in unserem Kollektiv kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Erwähnenswert ist jedoch, dass je 12% der Patienten angaben, noch täglich Analgetika einzunehmen.

In der Befragung einer großen Kohorte von 5762 britischen Patienten ein Jahr postoperativ nach Hüft-TEP-Implantation gaben 11% der Patienten mäßige bis starke Schmerzen an der operierten Hüfte in einem Fragebogen an (59). Die Ursache der Schmerzen wurde nicht eruiert. In Anbetracht dieser Ergebnisse scheint der Analgetikagebrauch unserer Patienten der durchschnittlichen Rate an Restbeschwerden nach Hüftgelenkersatz zu entsprechen.

In der radiologischen Auswertung der Prothesenpositionierung konnte nach einem Jahr postoperativ kein signifikanter Unterschied des Pfannen-Inklinationswinkels oder der Achsabweichung der femoralen Komponente in der a.p. und axialen Projektion festgestellt werden. Allerdings war in Gruppe M beim Inklinationswinkel die Abweichung vom angestrebten Optimum von 40° signifikant geringer als in Gruppe B. Da in Gruppe B jedoch verschiedene Operateure beteiligt gewesen sind, scheint eine größere Streuung der Implantatpositionierung nachvollziehbar. Smith (31) und Cheng (32) fanden in ihren Metaanalysen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bei der Prothesenpositionierung.

Woolson beobachtete jedoch häufiger Fehlpositionierungen bei minimalinvasiv operierten Patienten, obgleich der Operateur selbst entscheiden konnte, ob er minimalinvasiv oder konventionell operiert (60). Der Grund dafür wurde in der eingeschränkten Sicht durch den kleineren Zugang gesehen. Bernasek (61) beschreibt im Vergleich zweier minimalinvasiver Zugänge, anterolateral und lateral, eine signifikant häufigere varische Femurimplantatpositionierung über 5 ° beim anterolateralen Zugang und schreibt dies einer exzentrischen Aufweitung des Femurkanals durch falsche Positionierung des Beins zu. Zur Vermeidung dieses Problems empfiehlt der Autor die Durchleuchtung zu Beginn der Femurbearbeitung mit einliegender Raffel sowie die Anwendung des anterolateralen minimalinvasiven Zugangs bei Patienten mit einem BMI < 30 kg/m<sup>2</sup>, da die Präparation des Femurkanals sich auch bei schlanken Patienten zum Teil anspruchsvoll gestaltete. Eine vermehrte varische Implantatpositionierung fand sich in unserem minimalinvasiv operierten Patientengut nicht. Die Präparation des Femurs fand bei uns ebenfalls bei hyperextendiertem, außenrotiertem und adduziertem Bein in Seitlage statt und scheint

in unserem Kollektiv eine sichere Orientierung bei der Prothesenpositionierung gewährleistet zu haben.

Radiologische Lockerungszeichen fanden sich ein Jahr postoperativ erwartungsgemäß bei keinem der von uns nachuntersuchten Patienten.

Bei den kleinen, vom Trochanter major abgesprengten Knochenfragmenten zeigten die Gruppen ebenfalls keinen Unterschied. Trochanterfragmente wurden in beiden Gruppen ohne klinische Relevanz beobachtet.

Alecci fand in seiner Gruppe mit minimalinvasivem anteriorem Zugang zwei Trochanterfrakturen, die keiner Intervention bedurften, in der Standard-Gruppe mit Bauerzugang kamen keine Frakturen vor (33). Die Trochanterfrakturen beschreibt der Autor als typische Komplikation des vorderen Zugangs und nennt als Ursache eine unzureichende Kapselablösung. Bei Rachbauer ereignete sich eine Fraktur der Trochanter Spitze beim minimalinvasiven vorderen Zugang bei einem von 100 operierten Patienten, die der Autor auf den Zugangsweg zurückführt (41). Auch Röttinger beschreibt den dorsalen Trochanterabriss als typische Komplikation des von ihm angewendeten anterolateralen minimalinvasiven Zugangs und bezeichnet die Fragmente als knöcherne Kapselausrisse, die aufgrund fehlender Muskelinsertionen im Bereich der Läsion fast immer ohne klinische Relevanz blieben (53). Zur Vermeidung der Komplikation empfiehlt der Autor ebenfalls ein sorgfältiges Kapselrelease und die Anwendung speziell geformter Instrumente.

Heterotope Ossifikationen fanden sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei Patienten beider Gruppen in nicht signifikant unterschiedlichem Ausmaß. In Gruppe M traten bei 13,5% der Patienten Verknöcherungen auf, in Gruppe B bei 10% der Patienten. Eine drittgradige Verknöcherung nach Brooker (29) trat bei lediglich einem Patienten in Gruppe M auf. Smith konnte in seiner Metaanalyse ebenso keine signifikanten Unterschiede im Ausmaß heterotoper Ossifikationen bei unterschiedlichen Zugangswegen finden (31). In der Literatur werden sehr heterogene Zahlen zur Inzidenz von heterotopen Ossifikationen nach Hüftgelenkersatz angegeben. In einer Literaturübersicht von Sell traten mit Prophylaxe nach Hüftgelenkersatz zwischen 10% und 40% Ossifikationen auf (62). Bei fehlenden Unterschieden in unserem Kollektiv ist bei der Annahme ähnlicher Risikofaktoren, mit Ausnahme des Zugangswegs, dem minimalinvasiven vorderen Zugang wahrscheinlich keine vermehrte Induktion heterotoper Ossifikationen zuzuschreiben.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass ein Jahr postoperativ der Microhip-Zugang, abgesehen von der kürzeren Narbe, keine Vorteile mehr erkennen lässt gegenüber dem Standard-Zugang nach Bauer. Das minimalinvasive Verfahren lässt sich teilweise als schonender für den Patienten deklarieren, im Hinblick auf den von uns nachgewiesenen geringeren Blutverlust bei ähnlich niedrigen Komplikationsraten, verlässlicher Prothesenpositionierung sowie gleich guter Hüftfunktion im Vergleich zum Bauer-Zugang. Von anderen Autoren werden zusätzlich in der Phase der Rehabilitation bessere Funktionsscores sowie schnellere Rekonvaleszenz mit kürzeren stationären Aufenthalten betont (11,50,54). Es handelt sich beim minimalinvasiven vorderen Zugang demnach um eine sichere Operationsmethode mit einigen Vorteilen, vor allem im ersten halben Jahr postoperativ, sowie ästhetisch ansprechender, deutlich unauffälligerer Narbe. Die von einigen Autoren beschriebenen erhöhten Komplikationsraten und Prothesenfehlpositionierungen bestätigten sich in unserer Studie nicht. Jedoch war auch bei uns in der Phase der Einführung des neuen Zugangs für einen erfahrenen Operateur eine Lernkurve auffällig, wie sie von vielen weiteren Autoren beschrieben wird (33,41,42). Die Tücken des minimalinvasiven vorderen Zugangs können sich im Auftreten von Läsionen des N. femoralis cutaneus lateralis (47,57) sowie durch die zum Teil anspruchsvolle Femurpräparation mit der Gefahr von Trochanterfrakturen äußern (60,61). Insbesondere dieser Pitfalls muss sich der Operateur bewusst sein.

Bezüglich der Haltbarkeit der minimalinvasiv implantierten Prothesen werden Langzeitstudien erst in einigen Jahren offenbaren, ob sich das Verfahren gegenüber den etablierten Standard-Zugängen endgültig qualitativ gleichstellen lässt. Ein Problem für die evidenzbasierte Anwendung der verschiedenen Zugänge wird allerdings weiterhin die immense Heterogenität an Studien darstellen, die durch die unscharfe Verwendung der Begriffs „minimalinvasiv“ und die Vielzahl an unterschiedlichen Zugängen geprägt ist. Möglicherweise werden mit zunehmender Anzahl an Studien genauere zugangsbezogene Aussagen bezüglich der Güte der einzelnen Verfahren zu treffen sein.

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie vergleicht den minimalinvasiven anterioren Zugang (Microhip) mit dem konventionellen lateralen Bauer-Zugang zur Hüftprothesenimplantation ein Jahr postoperativ. Erfasst wurden perioperative Daten sowie die Ergebnisse der klinischen und radiologischen Nachuntersuchung von 74 minimalinvasiv (Gruppe M) und 60 konventionell (Gruppe B) in der Asklepios Klinik Bad Abbach operierten Patienten. Die Gruppen waren hinsichtlich Alter, Geschlecht und BMI ähnlich aufgebaut. In unserer Studie wurde der Frage nachgegangen, ob sich ein Jahr postoperativ Vorteile des minimalinvasiven Zugangs gegenüber dem konventionellen Zugang feststellen lassen und ob es sich beim minimalinvasiven Zugang um eine schonendere Operationsmethode handelt. Statistisch signifikante Unterschiede ergaben sich bei den perioperativen Daten in der OP-Dauer, die im Mittel 76,6 min in Gruppe M und 68,9 min in Gruppe B betrug ( $p=0,042$ ) und bei der Hämoglobinwert-Differenz prä- und postoperativ. Diese betrug in Gruppe M 2,7 g/dl und in Gruppe B 3,4 g/dl ( $p<0,001$ ). Bezüglich der Häufigkeit aufgetretener Komplikationen war kein signifikanter Unterschied in den Gruppen erkennbar. In der Nachuntersuchung kam zur Erfassung der Hüftfunktion der Harris Hip Score (HHS) zur Anwendung. Hier waren ein Jahr postoperativ keine signifikanten Unterschiede in Gruppe M und Gruppe B zu verzeichnen. Ein signifikanter Unterschied in der Nachuntersuchung ergab sich lediglich bei der Narbenlänge mit 8,0 cm in Gruppe M und 15,0 cm in Gruppe B im Median ( $p<0,001$ ). Die radiologische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede in der Inklination der Pfannenpositionierung oder der Positionierung des Femurschaftes in beiden Gruppen. Es traten keine Lockerungszeichen auf und die Häufigkeit des Auftretens von heterotopen Ossifikationen war ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich.

Damit lässt sich festhalten, dass neben dem geringeren Blutverlust und der kürzeren Narbenlänge in der Gruppe der minimalinvasiv operierten Patienten keine wesentlichen Vorteile ein Jahr postoperativ zu erfassen waren. Die für den Patienten langfristig entscheidende Funktion der operierten Hüfte war in beiden Gruppen ähnlich gut. Auch hinsichtlich der Komplikationsraten kann keine der Methoden als vorteilhafter oder schonender hervorgehoben werden, allerdings kann der

minimalinvasive vordere Zugang als sicher und möglicherweise mit gewissen Vorteilen in der Phase der ersten Wochen und Monate postoperativ angesehen werden.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Endoprothesenregister: Höchsten Anforderungen genügen (02.12.2011) [Internet]. [zitiert 7. Dezember 2012]. Verfügbar unter: <http://www.aerzteblatt.de/archiv/115583>
2. Ng CY, Ballantyne JA, Brenkel IJ. Quality of life and functional outcome after primary total hip replacement. A five-year follow-up. J Bone Joint Surg Br. Juli 2007;89(7):868–73.
3. Wilcock GK. Benefits of total hip replacement to older patients and the community. Br Med J. 1. Juli 1978;2(6129):37–9.
4. Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, Wang NY, Wigley FM, Klag MJ. Body mass index in young men and the risk of subsequent knee and hip osteoarthritis. Am. J. Med. Dezember 1999;107(6):542–8.
5. Hackenbroch MH. Coxarthrose. Der Orthopäde. 18. Oktober 1998;27(9):659–67.
6. Kurtz SM, Lau E, Ong K, Zhao K, Kelly M, Bozic KJ. Future Young Patient Demand for Primary and Revision Joint Replacement: National Projections from 2010 to 2030. Clin Orthop Relat Res. April 2009;467(10):2606–12.
7. Lane NE, Buckwalter JA. Exercise and osteoarthritis. Curr Opin Rheumatol. September 1999;11(5):413–6.
8. Sellam J, Berenbaum F. [Osteoarthritis and obesity]. Rev Prat. Mai 2012;62(5):621–4.
9. Rüttimann B. Historische Aspekte der Hüftchirurgie. Hüftchirurgie in der Praxis [Internet]. 2005 [zitiert 8. Dezember 2009]. S. 1–6. Verfügbar unter: [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-26857-X\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-26857-X_1)
10. Zichner L. Geschichte Operativer Verfahren an Den Bewegungsorganen. Springer DE; 2000.
11. Berger RA, Jacobs JJ, Meneghini RM, Della Valle C, Paprosky W, Rosenberg AG. Rapid rehabilitation and recovery with minimally invasive total hip arthroplasty. Clin. Orthop. Relat. Res. Dezember 2004;(429):239–47.
12. Bozic KJ, Beringer D. Economic considerations in minimally invasive total joint arthroplasty. Clin. Orthop. Relat. Res. Oktober 2007;463:20–5.
13. De Verteuil R, Imamura M, Zhu S, Glazener C, Fraser C, Munro N, u. a. A systematic review of the clinical effectiveness and cost-effectiveness and economic modelling of minimal incision total hip replacement approaches in the management of arthritic disease of the hip. Health Technol Assess. Juni 2008;12(26):iii–iv, ix–223.

14. Dorr LD, Maheshwari AV, Long WT, Wan Z, Sirianni LE. Early pain relief and function after posterior minimally invasive and conventional total hip arthroplasty. A prospective, randomized, blinded study. *J Bone Joint Surg Am.* Juni 2007;89(6):1153–60.
15. Kennon R, Keggi J, Zatorski LE, Keggi KJ. Anterior Approach for Total Hip Arthroplasty: Beyond the Minimally Invasive Technique. *J Bone Joint Surg Am.* 1. Dezember 2004;86(suppl\_2):91–7.
16. Vicente JRN, Croci AT, Camargo OP de. Blood loss in the minimally invasive posterior approach to total hip arthroplasty: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo).* Juni 2008;63(3):351–6.
17. Gluck T. Die Invaginationsmethode der Osteo- und Arthroplastik: nach einem Vortrage, gehalten in der Berliner medicinischen Gesellschaft am 2. Juli 1890. Gedr. bei L. Schumacher; 1890.
18. Smith-Petersen MN. Evolution of mould arthroplasty of the hip joint. 1948. *Clin. Orthop. Relat. Res.* Dezember 2006;453:17–21.
19. Judet R, Judet J. [Modification of acrylic prostheses of the hip]. *Mem Acad Chir (Paris).* 29. November 1952;78(27-28):779–81.
20. Judet J, Judet R. The Use of an Artificial Femoral Head for Arthroplasty of the Hip Joint. *J Bone Joint Surg Br.* 5. Januar 1950;32-B(2):166–73.
21. McKee GK. Development of total prosthetic replacement of the hip. *Clin. Orthop. Relat. Res.* Oktober 1970;72:85–103.
22. Haboush EJ. A new operation for arthroplasty of the hip based on biomechanics, photoelasticity, fast-setting dental acrylic, and other considerations. *Bull Hosp Joint Dis.* Oktober 1953;14(2):242–77.
23. Charnley J. Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* Februar 1960;42-B:28–30.
24. Wessinghage D. Historical aspects of joint replacement – a bibliographical study. *Der Orthopäde.* 14. Dezember 2000;29(12):1067–71.
25. Bauer R, Russe W. [The transgluteal approach in hip joint arthroplasty]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* Februar 1984;122(1):48–9.
26. 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. *Clin. Orthop. Relat. Res.* Dezember 1974;(105):4–10.
27. Michel MC, Witschger P. MicroHip: a minimally invasive procedure for total hip replacement surgery using a modified Smith-Peterson approach. *Ortop Traumatol Rehabil.* Februar 2007;9(1):46–51.

28. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* Juni 1969;51(4):737–55.
29. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH Jr. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am.* Dezember 1973;55(8):1629–32.
30. Vavken P, Kotz R, Dorotka R. [Minimally invasive hip replacement--a meta-analysis]. *Z Orthop Unfall.* April 2007;145(2):152–6.
31. Smith TO, Blake V, Hing CB. Minimally invasive versus conventional exposure for total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Int Orthop.* Februar 2011;35(2):173–84.
32. Cheng T, Feng JG, Liu T, Zhang XL. Minimally invasive total hip arthroplasty: a systematic review. *Int Orthop.* Dezember 2009;33(6):1473–81.
33. Alecci V, Valente M, Crucil M, Minerva M, Pellegrino C-M, Sabbadini DD. Comparison of primary total hip replacements performed with a direct anterior approach versus the standard lateral approach: perioperative findings. *J Orthopaed Traumatol.* 1. September 2011;12(3):123–9.
34. Szendrői M, Sztrinkai G, Vass R, Kiss J. The impact of minimally invasive total hip arthroplasty on the standard procedure. *Int Orthop.* Juni 2006;30(3):167–71.
35. Higuchi F, Gotoh M, Yamaguchi N, Suzuki R, Kunou Y, Ooishi K, u. a. Minimally invasive uncemented total hip arthroplasty through an anterolateral approach with a shorter skin incision. *J Orthop Sci.* 2003;8(6):812–7.
36. Wright JM, Crockett HC, Delgado S, Lyman S, Madsen M, Sculco TP. Mini-incision for total hip arthroplasty: a prospective, controlled investigation with 5-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty.* August 2004;19(5):538–45.
37. Chimento GF, Pavone V, Sharrock N, Kahn B, Cahill J, Sculco TP. Minimally invasive total hip arthroplasty: a prospective randomized study. *J Arthroplasty.* Februar 2005;20(2):139–44.
38. Kim Y-H. Comparison of primary total hip arthroplasties performed with a minimally invasive technique or a standard technique: a prospective and randomized study. *J Arthroplasty.* Dezember 2006;21(8):1092–8.
39. Speranza A, Iorio R, Ferretti M, D'Arrigo C, Ferretti A. A lateral minimal-incision technique in total hip replacement: a prospective, randomizes, controlled trial. *Hip Int.* März 2007;17(1):4–8.
40. Sendtner E, Borowiak K, Schuster T, Woerner M, Grifka J, Renkawitz T. Tackling the learning curve: comparison between the anterior, minimally invasive (Micro-hip®) and the lateral, transgluteal (Bauer) approach for primary total hip replacement. *Arch Orthop Trauma Surg.* Mai 2011;131(5):597–602.

41. Rachbauer F. [Minimally invasive total hip arthroplasty via direct anterior approach]. *Orthopäde*. November 2005;34(11):1103–4, 1106–8, 1110.
42. D'Arrigo C, Speranza A, Monaco E, Carcangiu A, Ferretti A. Learning curve in tissue sparing total hip replacement: comparison between different approaches. *J Orthop Traumatol*. März 2009;10(1):47–54.
43. Howell JR, Masri BA, Duncan CP. Minimally invasive versus standard incision anterolateral hip replacement: a comparative study. *Orthop. Clin. North Am*. April 2004;35(2):153–62.
44. Laffosse J-M, Chiron P, Accadbled F, Molinier F, Tricoire J-L, Puget J. Learning curve for a modified Watson-Jones minimally invasive approach in primary total hip replacement: analysis of complications and early results versus the standard-incision posterior approach. *Acta Orthop Belg*. Dezember 2006;72(6):693–701.
45. Archibeck MJ, White RE Jr. Learning curve for the two-incision total hip replacement. *Clin. Orthop. Relat. Res*. Dezember 2004;(429):232–8.
46. Noble PC, Johnston JD, Alexander JA, Thompson MT, Usrey MM, Heinrich EM, u. a. Making minimally invasive THR safe: conclusions from biomechanical simulation and analysis. *Int Orthop*. August 2007;31 Suppl 1:S25–28.
47. Bal BS, Haltom D, Aleto T, Barrett M. Early complications of primary total hip replacement performed with a two-incision minimally invasive technique. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. September 2006;88 Suppl 1 Pt 2:221–33.
48. Laffosse JM, Chiron P, Molinier F, Bensafi H, Puget J. Prospective and comparative study of the anterolateral mini-invasive approach versus minimally invasive posterior approach for primary total hip replacement. Early results. *Int Orthop*. Oktober 2007;31(5):597–603.
49. Sander K, Layher F, Babisch J, Roth A. Vergleich von minimalinvasivem und transglutealem Zugang zur Implantation von Hüfttotalendoprothesen. *Klinik und Ganganalyse. Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 17. Januar 2011;149(02):191–9.
50. Wohlrab D, Droege J-W, Mendel T, Brehme K, Riedl K, Leuchte S, u. a. Minimal-invasiver vs. transglutealer Hüftgelenkersatz. *Der Orthopäde*. 1. November 2008;37(11):1121–6.
51. Ogonda L, Wilson R, Archbold P, Lawlor M, Humphreys P, O'Brien S, u. a. A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. A prospective, randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. April 2005;87(4):701–10.
52. DiGioia AM 3rd, Plakseychuk AY, Levison TJ, Jaramaz B. Mini-incision technique for total hip arthroplasty with navigation. *J Arthroplasty*. Februar 2003;18(2):123–8.

53. Röttinger H. Minimal-invasiver anterolateraler Zugang in der Hüftendoprothetik. *Der Orthopäde*. 23. Juli 2006;35(7):708–15.
54. Leuchte S, Riedl K, Wohlrab D. Frühfunktionelle Vorteile von minimalinvasiv implantierten Hüfttotalendoprothesen – Ganganalytische Befunde zur Symmetrie und Belastung aus der Messung der Bodenreaktionskraft. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 4. März 2009;147(01):69–78.
55. Horstmann T, Martini F, Mayer F, Sell S, Knak J, Zacher J. Kraftverhalten der hüftumgreifenden Muskulatur und Gehfähigkeit bei Patienten nach Implantation einer zementfreien Hüftendoprothese. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 18. März 2008;133(06):562–7.
56. Yoon TR, Park KS, Song EK, Seon JK, Seo HY. New two-incision minimally invasive total hip arthroplasty: comparison with the one-incision method. *Journal of Orthopaedic Science*. 1. April 2009;14(2):155–60.
57. Bhargava T, Goytia RN, Jones LC, Hungerford MW. Lateral Femoral Cutaneous Nerve Impairment After Direct Anterior Approach for Total Hip Arthroplasty. *Orthopedics* [Internet]. Juli 2010 [zitiert 26. Februar 2011]; Verfügbar unter: <http://www.orthosupersite.com/view.aspx?rid=65572>
58. Müller M, Tohtz S, Winkler T, Dewey M, Springer I, Perka C. MRI findings of gluteus minimus muscle damage in primary total hip arthroplasty and the influence on clinical outcome. *Arch Orthop Trauma Surg*. Juli 2010;130(7):927–35.
59. Williams O, Fitzpatrick R, Hajat S, Reeves BC, Stimpson A, Morris RW, u. a. Mortality, morbidity, and 1-year outcomes of primary elective total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. Februar 2002;17(2):165–71.
60. Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ. Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. *J Bone Joint Surg Am*. Juli 2004;86-A(7):1353–8.
61. Bernasek TL, Lee W-S, Lee H-J, Lee J-S, Kim K-H, Yang J-J. Minimally invasive primary THA: anterolateral intermuscular approach versus lateral transmuscular approach. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1. November 2010;130(11):1349–54.
62. Sell S, Schleh T, Handel M, Scheiderbauer J, Becker G, Bamberg M. Heterotope Ossifikationen nach künstlichem Hüftgelenkersatz. *Operative Orthopädie und Traumatologie*. Dezember 2000;12(4):328–40.

## **7. Anhang**

Untersuchungsbögen:

**Orthopädische Universitätsklinik  
Regensburg**

*Patientendaten*

Name:

Geburtsdatum :

***Microhip vs. Bauerzugang***

☐☐

**OP –Datum:** \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**Seite:** ☐ re ☐ li

**Indikation:** ☐ Primäre Arthrose ☐ Dysplasiecoxarthrose ☐ Hüftkopfnekrose  
☐ Rheumatoide Arthritis ☐ Trauma/Posttraumatisch ☐ Revision

**Allgemeine Anamnese und Befund:** Alter: \_\_\_\_\_ Jahre Größe: \_\_\_\_\_ cm Gewicht: \_\_\_\_\_ kg BMI: \_\_\_\_\_

Dauermedikation

Analgetika: ☐ Nie ☐ gel. ☐ 1-3/d ☐ >3 /d

**Hüftanamnese**

Voroperation: ☐ Keine ☐ Umstellungsosteotomie

☐ Hüft TEP - Wann / Wo:

☐ OP

**Hüftgelenk gegenseitig:** ☐ Arthrose ☐ TEP ☐ o.B.

Kniegelenke:

Sprunggelenke:

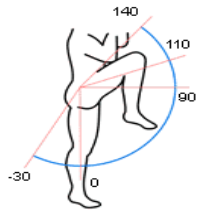
Sonstige BWA Erkrankungen (HHS relevant):

**Beinverkürzung klinisch:** ☐ rechts ☐ links um \_\_\_\_\_ cm

**Beinumfang:** re: \_\_\_\_\_ li: \_\_\_\_\_

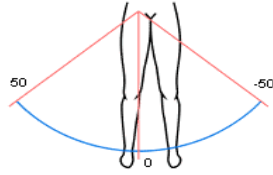
**Trendelenburg-Zeichen:** neg: ☐ pos: ☐

**Sensibilität:** N. cutaneus fem. lat. intakt : ☐



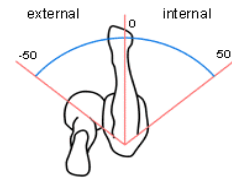
Flex/Ex: re:

li:



Abd/Add: re:

li:



Außen/Innen: re:

li:

<p>Narbenlänge: _____cm</p> <p>OP –Dauer: _____min</p> <p>Hb: _____g/dl (Präop)/1.po.Tag_____g/dl)</p> <p>Fremd/Eigenblut: _____EK</p>	<p><b>Komplikationen:</b></p> <p>Fraktur/Fissur</p> <p>Luxation</p> <p>Thrombose (behandelt)</p> <p>Infekt</p> <p>Wundheilungsstörung: (Verlegung verzögert)</p> <p>Sonstiges</p>	<p><b>Röntgen postop:</b></p> <p>Inklination: _____°</p> <p>Prothesenachse a.p.: _____°</p> <p>Prothesenachse axial: _____°</p> <p>Implantat: zementfrei</p> <p>hybrid</p> <p>HO nach B rooker:</p>
--	---	---

## Harris-Hip-Score präoperativ

44	Kein Schmerz	
40	Leichter Schmerz, normale Aktivität	
30	Tolerabler Schmerz	
20	Erheblicher Schmerz, der Aktivität stark einschränkt	
10	Erheblicher Schmerz bei Nacht	
0	Starker und permanenter Schmerz	
11	Keine Einschränkung beim Gehen	
7	Gehstock für lange Distanzen	
5	Meiste Zeit Gehstockbenutzung	
3	Permanent Gehhilfe (Krücke)	
2	Permanent 2 Gehstöcke	
0	Permanent 2 Krücken oder Gehunfähigkeit	
11	Kein Hinken	
8	Leichtes Hinken	
5	Erhebliches Hinken	
0	Starkes Hinken oder Gehunfähigkeit	
11	Gehstrecke nicht begrenzt	
8	Gehstrecke von mehr als 1,6 km möglich	
5	Gehstrecke von mehr als 800 m möglich	
2	Gehstrecke auf eigene Wohnung beschränkt	
0	Gehstrecke von Bett zu Stuhl	
4	Treppensteigen ohne Hilfsmittel möglich	
2	Treppensteigen mit Hilfe des Geländers	
1	Treppensteigen stufenweise oder mit anderer Methode	
0	Treppensteigen nicht möglich	
5	Sitzen auf jedem Stuhl für etwa eine Stunde möglich	
3	Sitzen auf hohem Stuhl für etwa 30 min möglich	
0	15-minütiges Sitzen nicht möglich	
1	Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel möglich	
0	Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel nicht möglich	
4	Schuhe und Socken anziehen ohne Probleme	
2	Schuhe und Socken anziehen mit Schwierigkeiten	
0	Schuhe und Socken anziehen nicht möglich	
5	Beugung >90° möglich	1
4	Abduktion >15° möglich	1
3	Adduktion >15° möglich	1
2	Innenrotation >15° möglich	1
1	Außenrotation >30° möglich	1
0		
4	Adduktionskontraktur <10°	1
3	Innenrotationskontraktur <10°	1
2	Beugekontraktur <15°	1
1	Beinlängendifferenz <3 cm	1
0		
<b>Gesamt:</b>		

## Harris-Hip-Score 1 Jahr postoperativ

44	Kein Schmerz	
40	Leichter Schmerz, normale Aktivität	
30	Tolerabler Schmerz	
20	Erheblicher Schmerz, der Aktivität stark einschränkt	
10	Erheblicher Schmerz bei Nacht	
0	Starker und permanenter Schmerz	
11	Keine Einschränkung beim Gehen	
7	Gehstock für lange Distanzen	
5	Meiste Zeit Gehstockbenutzung	
3	Permanent Gehhilfe (Krücke)	
2	Permanent 2 Gehstöcke	
0	Permanent 2 Krücken oder Gehunfähigkeit	
11	Kein Hinken	
8	Leichtes Hinken	
5	Erhebliches Hinken	
0	Starkes Hinken oder Gehunfähigkeit	
11	Gehstrecke nicht begrenzt	
8	Gehstrecke von mehr als 1,6 km möglich	
5	Gehstrecke von mehr als 800 m möglich	
2	Gehstrecke auf eigene Wohnung beschränkt	
0	Gehstrecke von Bett zu Stuhl	
4	Treppensteigen ohne Hilfsmittel möglich	
2	Treppensteigen mit Hilfe des Geländers	
1	Treppensteigen stufenweise oder mit anderer Methode	
0	Treppensteigen nicht möglich	
5	Sitzen auf jedem Stuhl für etwa eine Stunde möglich	
3	Sitzen auf hohem Stuhl für etwa 30 min möglich	
0	15-minütiges Sitzen nicht möglich	
1	Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel möglich	
0	Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel nicht möglich	
4	Schuhe und Socken anziehen ohne Probleme	
2	Schuhe und Socken anziehen mit Schwierigkeiten	
0	Schuhe und Socken anziehen nicht möglich	
5	Beugung >90° möglich	1
4	Abduktion >15° möglich	1
3	Adduktion >15° möglich	1
2	Innenrotation >15° möglich	1
1	Außenrotation >30° möglich	1
0		
4	Adduktionskontraktur <10°	1
3	Innenrotationskontraktur <10°	1
2	Beugekontraktur <15°	1
1	Beinlängendifferenz <3 cm	1
0		
<b>Gesamt:</b>		



## **8. Danksagung**

Danken möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. J. Grifka für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. E. Sendtner für die wunderbare Betreuung, die geduldige fachliche Beratung, Motivation und Unterstützung während der Durchführung und Ausarbeitung der Studie sowie für die lehrreichen Stunden am OP-Tisch und am Patienten.

Außerdem möchte ich dem Ambulanzteam der Orthopädie in Bad Abbach und ganz besonders Frau Karin Seidl herzlich danken für die unermüdliche Hilfe bei der Organisation und Terminkoordination der Nachuntersuchungen.

Meiner Familie danke ich von Herzen für die Motivation und großartige Unterstützung während des gesamten Studiums, wodurch mir die Umsetzung beruflicher und persönlicher Lebensziele erst möglich wurde.