

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. Andreas Paech

**Hat die zusätzliche Schraubenfixierung von Pressfit-Pfannen
einen Einfluss auf das funktionelle Langzeitergebnis?
Eine retrospektive Analyse**

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von
Thorben Lucas Schaefer
(geb. Bockhorst)
aus Lingen (Ems)

Lübeck 2025

1. Berichterstatter*in: Prof. Dr. Pavel Dufek

Ko-Betreuer*in: Prof. Dr. med. Karl-Friedrich Klotz

2. Berichterstatter*in: PD Dr. med. Dr. med. dent. Hans-Christian Jacobsen

Tag der mündlichen Prüfung: 20.03.2025

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 24.03.2025

- Promotionskommission der Sektion Medizin -

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
1.1 Prävalenz und Definition der Arthrose	1
1.1.1 Koxarthrose	3
1.1.2 Hüftgelenkdysplasie	4
1.2 Diagnosestellung der Arthrose	6
1.3 Behandlungsoptionen der Koxarthrose	7
1.4 Gelenkersetzende Therapie der Koxarthrose	8
1.4.1 Indikationsstellung zum Gelenkersatz	8
1.4.2 Komponenten einer Hüfttotalendoprothese (H-TEP)	8
1.4.2.1 Einbringungsmöglichkeiten von Hüftprothesenpfannen	9
1.5 Funktionelle Ergebnisse nach Hüfttotalendoprothesen	13
1.6 Gesellschaftliche Relevanz	14
1.7 Zielsetzung der Arbeit und Fragestellung	15
2. Material und Methoden	17
2.1 Studiendesign und -dauer	17
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien	17
2.3 Patientenselektion und -kollektiv	18
2.4 Rekrutierung und Einwilligung	18
2.5 Telefonische Befragung	19
2.6 Weitere Informationen aus der klinikinternen Datenbank	20
2.7 Assessmentverfahren und Funktionelle Scores	20
2.7.1 WOMAC-Score	20
2.7.2 Modifizierter Staffelstein-Score	21
2.8 Röntgenologische Untersuchungen und Analyse	22
2.8.1 Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence	23
2.8.2 CE-Winkel nach Wiberg	23
2.8.3 Tragflächenwinkel (TF-Winkel) nach Tschauner oder Bombelli	24

2.8.4	Femurkopfextrusionsindex (FEI)	25
2.8.5	Tiefe-zu-Weite-Index nach Heyman und Herndon	25
2.8.6	Pfanneninklinationswinkel	26
2.8.7	Body Weight Lever Arm (BWLA), Femorales Offset (FO) und Height of the Hip Center (HC)	27
2.9	Statistische Methoden	29
3.	Ergebnisse	31
3.1	Allgemeine Ergebnisse	31
3.1.1	Anzahl, Geschlecht und Alter der Probanden	31
3.1.2	Follow-up	31
3.1.3	Notwendigkeit einer zusätzlichen Schraubenfixation	31
3.2	Funktionelle Ergebnisse	37
3.2.1	Hat die zusätzliche Verschraubung der Pfannen einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?	38
3.2.2	Hat die Anzahl der Schrauben einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?	41
3.2.3	Unterscheiden sich Männer und Frauen bei den funktionellen Ergebnissen?	43
3.2.4	Haben Patienten mit Hüftgelenkdysplasie schlechtere funktionelle Ergebnisse?	45
3.2.5	Hat die Verkürzung oder Verlängerung des BWLA einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?	48
3.2.6	Hat eine Kaudalisierung oder Kranialisierung des Hüftrotationszentrums einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?	51
3.2.7	Hat eine postoperative Verkürzung oder Verlängerung des femoralen Offsets einen Einfluss auf das klinische Ergebnis?	55
4.	Diskussion	58
4.1	Studiendesign und Patientenkollektiv	58
4.2	Diskussion der Ergebnisse	59
4.2.1	Auswirkungen einer Verschraubung	59

4.2.2	Geschlechtsspezifische Ergebnisse	61
4.2.3	Auswirkungen einer Hüftgelenkdysplasie	62
4.2.4	Auswirkungen einer veränderten Biomechanik	64
4.3	Methodenkritische Aspekte	66
4.3.1	Studiendesign und Patientenkollektiv	66
5.	Zusammenfassung	70
6.	Literaturverzeichnis	71
7.	Anhänge	78
7.1	Abkürzungsverzeichnis	78
7.2	Abbildungsverzeichnis	79
7.3	Tabellenverzeichnis	80
7.4	Ethik-Votum	82
7.5	Modifizierter Staffelstein Score	83
7.6	WOMAC-Arthroseindex	84
8.	Danksagung	87

1. Einleitung und Fragestellung

1.1 Prävalenz und Definition der Arthrose

Die Arthrose ist die häufigste Gelenkerkrankung weltweit, die Schätzungen zufolge mehr als 240 Millionen Menschen betrifft und die häufigste Ursache für Einschränkungen bei körperlichen Aktivitäten von Erwachsenen darstellt [Katz et al., 2021].

In einer 2014 durchgeführten Studie des Robert Koch-Instituts (RKI) berichteten 17,9% der untersuchten deutschen Erwachsenen ab 18 Jahren, innerhalb der letzten 12 Monate an einer Arthrose erkrankt gewesen zu sein. Die Prävalenz lag mit 21,8% bei Frauen über der der Männer, bei denen diese 13,9% betrug. Mit fortschreitendem Alter stieg der Anteil der Betroffenen zudem merklich an, sodass bei Personen ab 65 Jahren rund ein Drittel der Männer (31,2%) und sogar fast die Hälfte der Frauen (48,1%) betroffen waren [Fuchs et al., 2017].

Weltweit litten laut einer Analyse für die „Global Burden of Disease“-Studie im Jahr 2020 595 Millionen Menschen an einer solchen Arthrose (im Original als Osteoarthritis¹ bezeichnet), was 7,6% (95% CI 6,8 – 8,4) der globalen Population und einer Zunahme an Fällen von 132,2% (95% CI 130,3 – 134,1) seit 1990 entsprach [GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators, 2023]. Betroffen können ein oder mehrere Gelenke sein, wobei das Kniegelenk das am häufigsten betroffene ist, gefolgt vom Hüftgelenk und den Gelenken der Hand [Long et al., 2019].

Kennzeichnend für die Erkrankung ist eine allmählich zunehmende, krankhafte Veränderung mehrerer Gelenkbestandteile, die, je nach Ausprägung, sowohl eine Degradation des Knorpelbelags beinhaltet als auch eine Umstrukturierung der umgebenden Knochensubstanz, eine Ausbildung von knöchernen Gelenkanbauten und eine Affektion der umgebenden Gelenkkapsel (s. Abb. 1) und der, an das Gelenk angrenzenden, Bänder, Muskeln und Sehnen.

¹ Bezeichnung für Arthrose aus dem englischsprachigen Raum mit Fokus auf der entzündlichen Komponente der Erkrankung

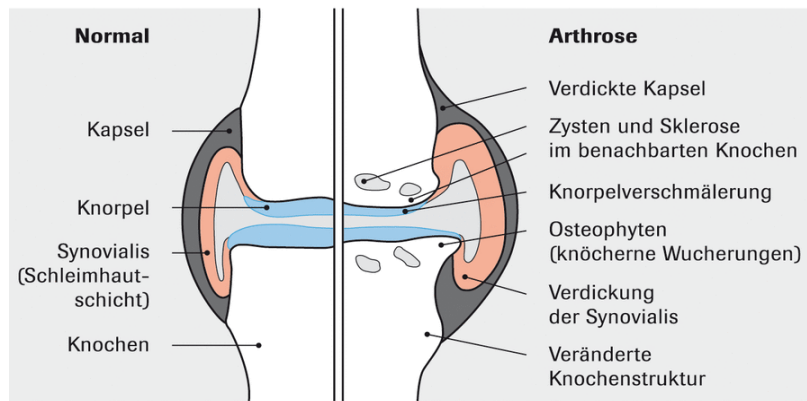


Abbildung 1 Schematische Darstellung eines Gelenkes mit und ohne Arthrose (aus Rheumaliga Schweiz, 2024)

Durch das Zusammenwirken der anatomischen Veränderungen resultiert ein unterschiedlich stark ausgeprägter Symptomkomplex aus Schmerzen, Gelenksteifigkeit und Bewegungseinschränkung, der sich deutlich und mannigfaltig auf das Leben der vielen Betroffenen auswirken kann.

Das Leitsymptom, welches meist zuerst auftritt, und den Verlauf der Erkrankung dominiert sowie üblicherweise zur Vorstellung bei einem Arzt und schließlich zur Therapie führt, ist der chronische Gelenkschmerz [Bijlsma et al., 2011]. Dieser ist typischerweise wechselhaft und verstärkt bei sowie nach körperlicher Belastung. Im Verlauf kommt es zu einem Dauerschmerz, der auch in Ruhe besteht. Neben der eigentlichen Gelenkfunktion hat die Erkrankung auch Auswirkungen auf den Schlaf, die psychische Gesundheit und das Auftreten von depressiven Erkrankungen, die Teilhabe am Arbeits- oder Gesellschaftsleben, die Aktivitäten des alltäglichen Lebens [Gleicher et al., 2011; Osteoarthritis Research Society International, 2016; Palazzo et al., 2016; Veronese et al., 2017] oder bei Hüft- und Kniegelenksarthrose gar auf das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und die Sterblichkeit [Scheuing et al., 2023]. Im Jahr 2020 wurde die Arthrose für Patienten über 70 Jahren gar als siebthäufigste Ursache für Lebensjahre, in denen die Gesundheit durch Krankheit eingeschränkt ist, angesehen [GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators, 2023], wobei die Erkrankung bereits in Untersuchungen aus den 90er Jahren zu einem spürbar negativen Effekt auf die Lebensqualität führte [CDC, 1999].

Ursächlich lassen sich bei der Arthrose zwei Formen unterscheiden, eine primäre und eine sekundäre. Bei der primären, oder idiopathischen, Arthrose besteht eine anlagebedingte Minderwertigkeit des Gelenkknorpels, wobei die genaue Ursache

der Erkrankung nicht fassbar ist. Die sekundären, auch als erworben bezeichneten, Arthrosen entstehen hauptsächlich auf der Grundlage verschiedener Risikofaktoren. Solche lassen sich in personenbezogene und gelenkbezogene Faktoren unterteilen, die untereinander zusätzlich in einem komplexen Verhältnis stehen. Auf Ebene der einzelnen Person zählen hierzu insbesondere Alter, Geschlecht, Gewicht sowie genetische Prädisposition und Ernährung. Auf Gelenkebene beeinflussen sportliche Aktivität, Verletzungen, Entzündungen, Fehlstellungen und Fehlbelastungen der Gelenkstrukturen die Erkrankung [Palazzo et al., 2016]. Der Hauptrisikofaktor der Arthrose bleibt jedoch das zunehmende Alter [Sacitharan, 2019], was auch durch die nachfolgende Abbildung 2, basierend auf der Gesundheitsberichterstattung des Bundes, dargestellt wird.

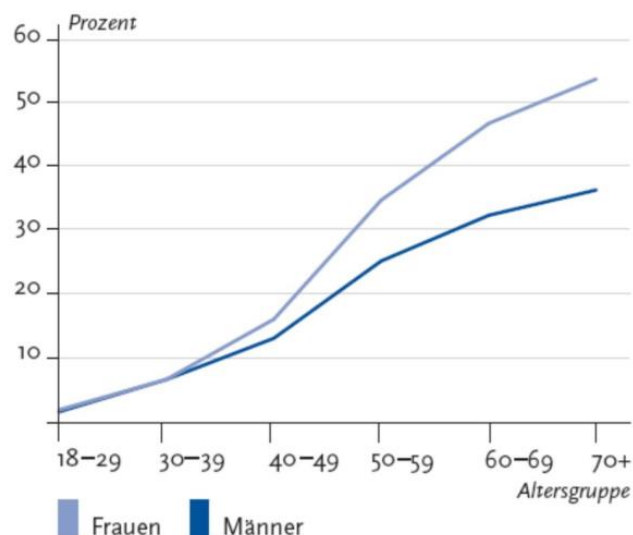


Abbildung 2 Grafische Darstellung der Lebenszeitprävalenz der Arthrose, sortiert nach Altersgruppen (aus RKI, 2013)

1.1.1 Koxarthrose

Das am zweithäufigsten von der Arthrose betroffene große Gelenk ist das Hüftgelenk, bei dem die Erkrankung als Koxarthrose¹ bezeichnet wird und welcher ein Verschleiß von Hüftpfanne (Acetabulum) und Hüftkopf (Caput femoris) zu Grunde liegt.

Laut Murphy et al. entwickelte im Johnston County Osteoarthritis Project, einer Longitudinalstudie mit mehreren tausend US-Amerikanern, welche Anfang der

¹ lat. Coxa = Hüfte, daher auch häufig als Coxarthrose bezeichnet

1990er begann, eine von vier Personen bis zum 85. Lebensjahr eine solche symptomatische Hüftgelenksarthrose [Murphy et al., 2010].

Zudem war die Erkrankung laut Daten des schwedischen Hüftregisters bereits 2002 die führende Ursache für die Implantation von Hüftendoprothesen, wobei drei von vier Prothesen auf sie zurückzuführen waren [Malchau et al., 2004].

Ursachen einer sekundären Arthrose speziell im Bereich des Hüftgelenkes können vielfältiger Natur sein. Der häufigste Grund für eine notwendige Prothesenversorgung ist hierbei die Hüftgelenkdysplasie. In einem von Günther et al. untersuchten Kollektiv mit 420 Patienten mit fortgeschrittener Koxarthrose, die sich diesbezüglich in der Klinik vorstellten, war in 25% der Fälle eine angeborene Hüftgelenkdysplasie nachweisbar [Günther et al., 2002].

1.1.2 Hüftgelenkdysplasie

Bei der Hüftgelenkdysplasie handelt es sich um eine der häufigsten angeborenen Skeletterkrankungen weltweit, wobei in Deutschland etwa 2-4% der Neugeborenen betroffen sind und Mädchen etwa siebenmal häufiger als Jungen. Ursächlich sind bei der Erkrankung endogene (z.B. hormonale und genetische Einflüsse) und exogene Faktoren (z.B. kindliche Fehllage in der Gebärmutter) [Niethard et al., 2014].

Als Folge der Erkrankung kommt es zu einer Verknöcherungsverzögerung am äußeren Rand der Hüftgelenkspfanne, dem sog. Pfannenerker. Dies führt dazu, dass der Hüftkopf nicht, wie es normalerweise der Fall wäre, durch die Hüftgelenkspfanne zentriert und geformt wird. Es entsteht im Verlauf eine Fehlförmigkeit, die zu einer Dezentrierung des Hüftkopfes führt, mit Höherentreten desselbigen, aus der Ursprungspfanne heraus, was dann, je nach Ausmaß, als Hüftgelenkssubluxation oder Hüftgelenksluxation bezeichnet wird. Dieser Vorgang führt zusätzlich zu einer erhöhten Belastung am Pfannenerker und schränkt die Ausbildung eines normalen Pfannenrandes weiter ein.

Hüftgelenkstörungen lassen sich bereits bei der Neugeborenenuntersuchung im Ultraschall erkennen, und würden idealerweise auch zu dem Zeitpunkt schon

behandelt, obligat ist der Schall jedoch erst bei der U3 in der 4. – 5. Lebenswoche, was seit Anfang 1996 fester Bestandteil der Vorsorgeuntersuchung ist.



Abbildung 3 Rechte Hüfte a.-p. eines Jugendlichen mit abgeflachter Gelenkpfanne und aus der Pfanne herausstehendem Gelenkkopf bei angeborener Hüftdysplasie (aus Grifka, 2021)

Je früher die Diagnose einer Hüftdysplasie gestellt, und eine entsprechende Behandlung eingeleitet wird, desto günstiger sind die Heilungsaussichten und das Risiko einer präarthrotischen Deformität wird gesenkt. Aufgrund der Inkongruenz der Gelenkpartner und eines vermehrten punktuellen Drucks entwickeln sich unbehandelte, dysplastische und subluxierte Gelenke im Verlauf zwangsweise zu einer präarthrotischen Deformität [Niethard et al., 2014].



Abbildung 4 Beckenübersichtsröntgenaufnahme einer rechtsseitigen Dysplasie-Coxarthrose (aus Baumann et al., 2017)

Therapeutisch stehen bei einer Hüftgelenksdysplasie konservative und, falls notwendig, operative Verfahren zur Verfügung. Ziel ist grundsätzlich eine Korrektur der Gelenkstellung und Erreichen eines korrigierenden Wachstums, beispielsweise über eine funktionelle Behandlung mit speziellen Beugespreizhosen oder Gelenkrepositionen und anschließende Becken-Bein-Gipsbehandlung. Nach dem 3. Lebensjahr wird eine konservative Therapie immer schwieriger, weshalb bei therapeutischer Notwendigkeit operative Verfahren zur Anwendung kommen, die mittels verschiedener Möglichkeiten eine gut überdachte Gelenkpfanne und/oder Korrektur der Schenkelhalsachse zum Ziel haben [Grifka, 2021].

1.2 Diagnosestellung der Arthrose

Die Diagnose einer Arthrose wird durch eine Zusammenschau von Anamnese und körperlicher Untersuchung mit den zuvor beschriebenen Leitsymptomen Schmerz und funktionelle Einschränkungen sowie klinischen und radiologischen Kriterien gestellt [Bijl et al., 2011; DGO, 2021]. Hierbei ist zu beachten, dass etwa die Hälfte der Patienten mit radiologischen Anzeichen einer Arthrose keine Symptome haben und umgekehrt [Bijl et al., 2011], da die Schmerzen primär vom Ausmaß der Gelenkkapselreizung und Begleitsynovialitis abhängig sind und nicht zwangsweise von der Ausdehnung der im Röntgenbild sichtbaren knöchernen Deformierungen (s. Abb. 5) [Grifka, 2021].



Abbildung 5 Beckenübersichtsröntgenaufnahme mit rechtsseitig ausgeprägter Koxarthrose mit (1) Osteophyten, (2) vermehrter subchondraler Sklerosierung, (3) nahezu vollständig aufgehobenem Gelenkspalt und (4) Geröllzysten (aus Grifka, 2021)

Von Seiten der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) wird eine Klassifikation der Koxarthrose nach Kellgren und Lawrence empfohlen, bei der die Arthrose, je nach radiologischem Befund, in eines von vier Stadien eingeteilt werden kann [Kellgren und Lawrence, 1957]:

- Stadium I: Weitgehend normales Gelenk, geringe subchondrale Sklerosierung
- Stadium II: unregelmäßige Gelenkfläche, geringe Gelenkspaltverschmälerung und Osteophytenbildung
- Stadium III: deutliche Gelenkspaltverschmälerung und Osteophyten, deutliche Unregelmäßigkeiten der Gelenkfläche
- Stadium IV: ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung, große Osteophyten, Deformierung, Geröllzysten oder Nekrose des Hüftkopfes

1.3 Behandlungsoptionen der Koxarthrose

Aufgrund der krankheitstypischen Symptome liegt der Fokus der Therapie auf einer Reduktion von Gelenkschmerz und -steifigkeit sowie in einem Erhalt oder gar einer Verbesserung der Beweglichkeit und Funktionalität. Langfristige Ziele sind ein Verhindern der Progression der Erkrankung sowie das Bewahren der bestmöglichen Lebensqualität. Zum Erreichen dieser Ziele gibt es drei Therapiemodalitäten: nicht-medikamentös, medikamentös und operativ. Gemäß den Empfehlungen der internationalen „Osteoarthritis Research Society“ zählen zu den nicht-medikamentösen Therapieformen unter anderem Selbst-Edukation bezüglich der Erkrankung, Physiotherapie, Muskelkräftigung, Gewichtsreduktion, Gehstützen, richtige Schuhwahl sowie Einlagenversorgung. Medikamentös stehen mehrere Substanzklassen an Schmerzmitteln zur Verfügung, intraartikuläre Injektionen und verschiedene Nahrungsergänzungsmittel [Zhang et al., 2008].

Auch aufgrund eines Mangels an Untersuchungen zur Pathophysiologie der Erkrankung, gibt es jedoch nach wie vor keine wirkungsvolle Therapie, die den Krankheitsverlauf positiv beeinflussen und zur Regeneration des geschädigten Knorpels beitragen könnte, weshalb als letzter Ausweg oftmals nur die gelenkersetzende Therapie bleibt [Sacitharan, 2019], auf die sich im Nachfolgenden fokussiert wird.

1.4 Gelenkersetzende Therapie der Koxarthrose

Der endoprothetische Gelenkersatz erfolgt heutzutage ausschließlich mit alloplastischem (nicht-biologischem) Material aus Metallen, Kunststoffen und Keramiken, weshalb oftmals auch von einer Alloarthroplastik¹ gesprochen wird.

Es besteht die Möglichkeit nur einen Gelenkkörper durch ein Implantat zu ersetzen (partielle Arthroplastik oder Hemiendoprothese), was z.B. bei älteren Menschen nach Schenkelhalsfrakturen erfolgt, oder beide Gelenkanteile im Sinne einer Totalarthroplastik oder Hüft-Totalendoprothese (kurz H-TEP) zu ersetzen.

Da sich diese Arbeit primär mit der Einbringungsmöglichkeit von Pfannen bei Hüfttotalendoprothesen und ihrer funktionellen Auswirkung beschäftigt, wird sich in den folgenden Erläuterungen allein auf die H-TEP beschränkt.

1.4.1 Indikationsstellung zum Gelenkersatz

In der S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) werden die Indikationskriterien anhand einer Checkliste dargestellt. Die relevanten Kriterien zur Implantation einer Hüft-TEP sind hierbei eine Koxarthrose mindestens Kellgren/Lawrence Grad 3, das Versagen einer konservativen Therapie über mindestens 3 Monate sowie ein hoher Leidensdruck mit hüftbezogenen Beschwerden und Einschränkung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität [DGOU, 2021].

1.4.2 Komponenten einer Hüfttotalendoprothese (H-TEP)

Eine Hüfttotalendoprothese ersetzt die natürlichen Komponenten des Hüftgelenkes vollständig und besteht aus mehreren Bestandteilen. In den Oberschenkelknochen wird, nach Durchtrennung des Schenkelhalses mittels einer Säge und Auffräsen des Markraumes, ein Prothesenschaft eingebracht, auf dessen Halsstück ein kugelförmiger Kopf befestigt wird, der als neuer Hüftkopf fungiert. Im Bereich des Beckens wird, auch hier nach Auffräsen des knöchernen Lagers, eine schalenförmige äußere Hüftpfanne verankert und eine zweite innere Schale (sog.

¹ Von altgriechisch ἄρθρον = Gelenk und πλαττεῖν = formen, bilden

Inlay oder Insert) eingesetzt, in der der neue Hüftkopf gleiten kann (s. Abb. 6). Im Folgenden werden primär die Hüftprothesenpfannen näher erläutert.



Abbildung 6 Schematische Darstellung der Komponenten einer Hüfttotalendoprothese (aus OCV Markt Schwaben, 2017)

1.4.2.1 Einbringungsmöglichkeiten von Hüftprothesenpfannen

Die Hauptunterscheidung bezüglich der Einbringungsmöglichkeit von Hüftprothesenpfannen wird vorgenommen in zementierte und zementfreie Pfannensysteme.

Bei den zementierten Pfannen handelt es sich in der Regel um hemisphärisch gestaltete Implantate, die auf der rückseitigen Oberfläche Formelemente, wie z.B. Vertiefungen oder Nuten aufweisen, in die ein, typischerweise als Knochenzement bezeichneter, unter Polymerisation aushärtender Kunststoff namens Polymethylmethacrylat (kurz PMMA) einfließen oder sie umfließen kann, was eine zuverlässige, dauerstabile Verankerung gewährleisten soll. Als Werkstoff für das Pfannenimplantat selbst hat sich ultrahochmolekularer Polyethylen bewährt. Es haben sich jedoch signifikant höhere Lockerungsraten bei älteren zementierten Pfannenkomponenten nach einem 10-Jahreszeitraum [Illgen und Rubash, 2002] gezeigt, was zu einer überwiegenden Verwendung von zementfreien Pfannen führte.

Hauptvertreter der zementfreien Pfannen sind die Schraubpfannen und die Press-fit-Pfannen (s. Abb. 7). Schraubpfannen sind meist konische, konisch-sphärische oder hemisphärisch geformte Implantate, die als Besonderheit ein eingängiges,

selten zweigängiges, selbstschneidendes Gewinde aufweisen. Nach entsprechender Vorbereitung des Acetabulums mit der Fräse kann dieses Implantat direkt in den Hüftknochen eingeschraubt werden. Bei den Press-fit-Pfannen haben sich rein hemisphärische oder am Boden abgeflachte, sphärische Formen bewährt [Berger et al., 1997]. Das Prinzip des „Press-fit“ oder der „elastischen Verklebung“ ist, dass der gefräste Raum einen wenige Millimeter kleineren Umfang aufweist als die zu implantierende Pfanne, wodurch die Pfannenprothese nach dem Einschlagen vom kurzfristig „elastisch“ verformten, umgebenden Knochen selbst gehalten wird [Friedman et al., 1994].



Abbildung 7 Pfannensysteme am Beispiel der Fa. B. Braun mit einem Pressfit- (links) und Schraubringpfannensystem (rechts) mit Polyethylen- (jeweils unten) oder Keramik-Inlay (jeweils oben) (aus B. Braun, 2015)

Diese initiale mechanische Fixation des Implantates, auch als Primärstabilität bezeichnet, sollte für einige Monate möglichst starr sein und maximal Mikrobewegungen aufweisen, damit es an der porösen Oberfläche des Implantates zum Einwachsen von Knochen kommen kann (sog. Osteointegration), was dann letztlich die endgültige Stabilität der Pfanne ausmacht und als Sekundärstabilität bezeichnet wird.

Durch Makrobewegungen kommt es zu einer Störung dieser Integration, womit die langfristige Stabilität des Implantates gefährdet ist [Cameron et al., 1973] und es zu einer aseptischen Lockerung kommen kann, einer der häufigsten Komplikationen eines endoprothetischen Gelenkersatzes. In einer Studie, die weltweit Arthroplastie Verzeichnisse auswertete, war diese Lockerungsform gar in 55,2% der Revisionen ursächlich, gefolgt von Dislokationen der Prothese (11,8%), septischen Lockerungen (7,5%) und periprothetischen Frakturen (6%) [Sadoghi et al., 2013].

Zur Steigerung der Primärstabilität besteht die Möglichkeit zusätzlich Schrauben in, werkseitig vorgegebene, Löcher am Boden der Pfanne einzubringen. Näheres zu dieser Augmentierungstechnik nachfolgend unter Punkt 1.4.2.2. Neben den genannten gibt es noch weitere Pfannentypen, die spezielleren Indikationen wie z.B. komplexeren Revisionen vorbehalten sind und auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Schlussendlich orientiert sich die Wahl der Implantatverankerungstechnik hauptsächlich an der intraoperativen Einschätzung der Knochenqualität bei der Präparation der Gelenkpfanne und des Schafttraumes durch den Operateur. Gemäß Jahresbericht des Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) 2023 wurden im Jahr 2022 77,2% der H-TEP-Erstimplantationen zementfrei verankert, 17,9% hybrid (mit alleiniger Zementierung des Schaftes) implantiert und nur 3,7% zementiert [EPRD, 2023].

1.4.2.2 Augmentierung mittels Stabilisierungsschrauben

Falls allein durch elastische Verklebung keine ausreichend sichere Primärstabilität des Implantates gegeben ist, so kann eine zusätzliche Fixierung der Pfanne mittels einer oder mehrerer Spongiosaschrauben infrage kommen, was insbesondere Bewegungen der Pfanne verhindern soll, welche die großflächige sekundäre Fixation per Osteointegration und damit endgültige Stabilität behindern könnte [Cook et al., 1988].

Insbesondere in Studien am Schaumstoffknochenmodell ließ sich nachweisen, dass bei suboptimalem Press-Fit eine Erhöhung der Stabilität der Pfanne durch Schrauben, insbesondere bei Verwendung mehr als einer, gewährleistet werden kann [Heller et al., 2013; Tabata et al., 2015], sofern die Schrauben adäquat und nicht zu abgewinkelt platziert werden [Hsu et al., 2007]. Dies kann insbesondere bei reduzierter Knochenqualität, wie bei einer Osteoporose oder im Falle einer Revisionsoperation, eine wichtige Rolle spielen.

Abseits dieser in vitro durchgeführten Untersuchungen gibt es jedoch in der wissenschaftlichen Fachwelt, bei einer Vielzahl von vorliegenden Studien, keinen absoluten Konsens oder gar eine Leitlinie, ob das Einbringen von zusätzlichen

Schrauben einen Vorteil bieten, keinen wesentlichen Effekt haben oder gar nachteilig für den Patienten und die Standzeit der Prothese sein könnte.

Anatomisch birgt die additive Fixierung mit Schrauben das, wenn auch seltene [Lewallen 1998], zusätzliche Risiko der Verletzung neurovaskulärer Strukturen im kleinen Becken, da sich die externen Iliakalgefäße, der Obturatoriusnerv und die Obturatoriusgefäße nahe am medialen Rand des Azetabulums befinden [Keating et al., 1990]. Aufgrund dieser potentiellen Gefahrenquellen beschrieben Wasielewski et al. ein vier Quadranten-System (s. Abb. 8) zur sicheren Platzierung der azetabulären Schrauben. Die Quadranten werden hierbei durch zwei sich kreuzende Linien gebildet, wobei die erste von der Spina iliaca anterior superior durch das Zentrum des Azetabulums zieht und die zweite, von der Spina iliaca posterior superior ausgehend, perpendicular zur ersten Linie durch den Mittelpunkt des Azetabulums verläuft [Wasielewski et al., 1990].

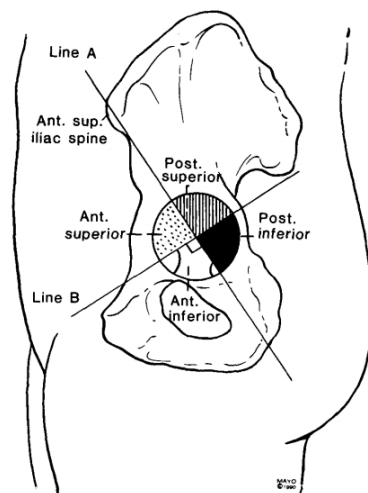


Abbildung 8 Diagramm der azetabulären Quadranten (aus Wasielewski et al., 1990)

Hierbei sollten bei der Schraubenplatzierung insbesondere der vordere obere und der vordere untere Quadrant wann immer möglich gemieden werden, da diese mit dem höchsten Risiko einer neurovaskulären Verletzung einhergehen. Des Weiteren ist aufgrund der strukturellen, knöchernen Voraussetzungen in den vorderen Bereichen eine geringere mechanische Fixierung zu erwarten, als es in den hinteren Bereichen der Fall ist [Wasielewski et al., 1990].

Andere Quellen gehen davon aus, dass es eine Reihe von weiteren möglichen Komplikationen gibt, die mit den Schrauben einhergehen können. Hierzu zählen laut

einer 30 Patienten umfassenden Studie von Pepe et al. eine signifikant längere Operationsdauer bei gleichem Blutverlust [Pepe et al., 2017]. Darüber hinaus, aufgrund des Gedankens des rückseitigen Inlayabribs, das Risiko von Osteolysen im Bereich der Schraubenlöcher oder Umgebung der Schrauben [Pérez-Coto et al., 2014; Röhrli et al., 2004] selbst, was jedoch wiederum in einer anderen Studie mit einer höheren Zahl an untersuchten Prothesen nicht der Fall war [Schmalzried et al., 1999].

Die bisher umfassendste Untersuchung, eine Meta-Analyse von Ni et al. aus dem Jahr 2022, umfasste 19 Studien mit insgesamt 4046 Hüfttotalendoprothesen und einem Follow-up zwischen einem und 15 Jahren. Hier konnte gezeigt werden, dass zusätzliche Schrauben weder zu einer klinisch relevanten Stabilitätserhöhung der Pfannenprothesen noch zu vermehrten Osteolysen, Revisionen oder Unterschieden in den untersuchten Schmerzscores führten [Ni et al., 2022].

1.5 Funktionelle Ergebnisse nach Hüfttotalendoprothesen

Der Themenkomplex der Standzeit, was als Zeitraum zwischen Erst- und Wechseleingriff bezeichnet wird, und funktionellen Langzeitergebnisses nach künstlichem Gelenkersatz ist nicht nur für den Patienten selbst eine der Hauptsorgen, sondern auch für den Behandler und seine Implantatauswahl von herausragender Bedeutung, um sowohl die Patientenzufriedenheit zu erhöhen als auch die Therapiequalität zu maximieren.

Eine Untersuchung von Evans et al. aus dem Jahr 2019 geht anhand der ausgewerteten Studien- und Registerdaten davon aus, dass $\frac{3}{4}$ aller Hüftendoprothesen 15-20 Jahre halten und etwas mehr als $\frac{1}{2}$ gar eine Standzeit von 25 Jahren bis zur ersten Revision aufweist [Evans et al., 2019]. Auch das funktionelle Ergebnis und die Patientenzufriedenheit bieten in Untersuchungen bereits oftmals sehr gute Ergebnisse, was unter anderem exemplarisch in einer systematischen Übersichtsarbeit von Scholz aus dem Jahr 2023 bestätigt wurde. Die Studie inkludierte ca. 900 Patienten nach Implantation einer H-TEP und untersuchte die postoperative Zufriedenheit auf einer Skala von 0 bis 10, wobei im Durchschnitt, mehrere Monate nach der Operation, Werte von 8,7 erreicht wurden [Scholz, 2023].

Um das, vom Patienten berichtete, Ergebnis nach der Operation greifbar zu machen gibt es eine große Bandbreite an verschiedenen Messmethoden, welche auch als PROMs (engl. Patient Reported Outcome Measures) bezeichnet werden. Eine Analyse mehrerer, zwischen 2004 und 2016 in großen US-amerikanischen Fachzeitschriften publizierter, Artikel zeigte hier gar einen Anstieg von anfangs 97 verschiedener Tests auf 228 im Jahr 2016 [Silijander et al., 2018]. Hierbei gibt es verschiedenste Arten der Fragestellung, oftmals konzentrieren sich diese jedoch auf die Auswirkungen des operierten Gelenkes auf etwaige Schmerzen, Möglichkeiten der Durchführung von verschiedenen körperlichen Aktivitäten und erreichbare Bewegungsausmaße.

Die in der vorliegenden Studie zur Messung des funktionellen Ergebnisses angewandten Fragebögen waren der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (kurz WOMAC) und eine modifizierte Version des Staffelstein-Scores. Auf beide wird unter Punkt 2.7 ausführlich eingegangen.

1.6 Gesellschaftliche Relevanz

2022 wurden in Deutschland ca. 250.000 H-TEP implantiert, womit dieser Gelenkersatz die sechsthäufigste vollstationär durchgeführte Operation war [Statistisches Bundesamt, 2022]. Hiervon sind 177.826 Hüfterstimplantationen im EPRD dokumentiert [EPRD, 2023]. 2007 lag die Zahl der H-TEP noch bei 204.018 [Spindler, 2010] und innerhalb der nächsten Jahre und Jahrzehnte ist aufgrund mehrerer Faktoren mit einem weiteren Anstieg zu rechnen.

Zum einen nahm die globale Arthroseprävalenz seit 1990 von etwa 250 Millionen auf etwa 530 Millionen im Jahr 2019 zu, was einem Anstieg in dem Zeitraum von 113,25% entspricht [Long et al., 2022]. Bezogen auf die Koxarthrose wird bis zum Jahr 2050 von einer Zunahme der Fälle um weitere 78,6% (95% CI 57,7 – 105,3) ausgegangen [GBD, 2021].

Im gleichen Atemzug schreitet der demographische Wandel unserer Gesellschaft fort und verschiebt die Bevölkerungsstruktur. Im Jahr 2019 war laut statistischem Bundesamt bereits jede zweite Person älter als 45 Jahre und jede fünfte Person älter als 66 Jahre [Statistisches Bundesamt, 2019]. Im Jahr 2060 könnte der Altenquotient, welcher das Verhältnis der Anzahl älterer Menschen zur Anzahl

jüngerer Menschen in einer Gesellschaft beschreibt, etwa das Anderthalbfache bis Doppelte des heutigen Werts betragen. Insbesondere bedingt durch die zunehmende Alterung der geburtenstarken Jahrgänge 1955 bis 1969 in Kombination mit einer weiter ansteigenden Lebenserwartung führt dies unweigerlich zu einem fortschreitenden Alterungsprozess der Gesamtbevölkerung [Kühn, 2017] und der Zunahme des Bedarfs an gelenkersetzenden Operationen.

Zeitgleich steigt auch der Anspruch in der Bevölkerung auf die Möglichkeit, bis ins fortgeschrittene Alter, körperlich aktiv zu sein. Insbesondere nach Implantation einer H-TEP erwarten Patienten zahlreiche Verbesserungen im Bereich des physischen und des psychologischen Wohlbefindens. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf Schmerzlinderung, Gehfähigkeit, Aktivitäten des alltäglichen Lebens und einer Teilnahme an sozialen und sportlichen Aktivitäten. Darüber hinaus wünschen sich Patienten auch eine möglichst lange Standzeit der Prothese [Mancuso et al., 2009]. Diese Erwartungen sind umso ausgeprägter, je niedriger der präoperative Funktionsstatus des Gelenks war [Mancuso et al., 2003]. Es besteht zudem eine Verbindung zwischen dem Ausmaß der Patientenzufriedenheit und der Patientencompliance [Lochman, 1983], welche die Mitarbeit oder Kooperation des Patienten beschreibt - in diesem Fall beispielsweise bezogen auf das Wahrnehmen von Kontrolluntersuchungen oder das Einhalten von bestimmten körperlichen Verhaltensregeln nach künstlichem Gelenkersatz.

1.7 Zielsetzung der Arbeit und Fragestellung

Es liegt mittlerweile bereits eine große Anzahl an Studien vor, die sich mit den Ergebnissen einer zusätzlichen Verschraubung bei Hüfttotalendoprothesen auseinandersetzen und meist insbesondere vergleicht, ob dieses Verfahren einen Einfluss auf die Stabilität der Pfanne hat, frühzeitig Revisionen notwendig sind oder radiologisch sichtbare Veränderungen auftreten. Wenige der Studien haben sich jedoch bisher mit einem über einen 5-Jahreszeitraum hinausgehenden, patientenbezogenen, funktionellen Ergebnis beschäftigt. Diese Studie soll daher einen Beitrag dazu leisten, ob eben jene Verschraubung einen Einfluss auf das subjektive funktionelle Langzeitergebnis hat. Ferner soll untersucht werden, ob

verschraubte Pfannen im Rahmen des längeren Nachuntersuchungszeitraums häufiger revidiert werden müssen.

2. Material und Methoden

2.1 Studiendesign und -dauer

Diese prospektive Studie einer retrospektiven Datenbank basiert auf den Richtlinien der Good Clinical Practice (GCP) sowie der Deklaration von Helsinki und wurde von der Ethikkommission der Universität zu Lübeck am 06.09.2018 positiv beurteilt. Das entsprechende Votum ist im Anhang zu finden. Die Erhebung der erforderlichen Daten erfolgte, nach vorheriger schriftlicher Einwilligung, durch telefonische Befragung von Patienten sowie Analyse von Röntgenbildern, OP-Berichten und klinischer Dokumentation in Form von Befragungsbögen.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Vor Beginn der Patientenrekrutierung wurden Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt. Diese sind zur besseren Übersicht nachfolgend aufgelistet:

Einschlusskriterien

- Operationszeitpunkt zwischen 2005 und 2015
- Primäre oder sekundäre Hüftgelenksarthrose
- Primärer endoprothetischer Gelenkersatz
- Alter zwischen 40 und 90 Jahren

Ausschlusskriterien

- Ausgeprägte Abnormitäten im Bereich des Hüftgelenkes
- Medikamentös behandelte Osteoporose
- Maligne Raumforderungen
- Endoprothesenversorgung im Rahmen einer Fraktur
- Kognitive Schwächen oder mangelnde Deutschkenntnisse
- Unzureichende Dokumentation benötigter klinischer Parameter sowie Fehlen oder mangelhafte Qualität der benötigten Röntgenbilder

2.3 Patientenselektion und -kollektiv

Die zu untersuchende Population bestand aus Patienten, die im Zeitraum zwischen Januar 2005 und Dezember 2015 in der Schön Klinik Neustadt, einem Lehrkrankenhaus der Universität zu Lübeck, eine primäre Versorgung mit einer zementfreien H-TEP oder einer Hybrid-Endoprothese, mit Zementierung des Prothesenschaftes, erhielten. Die Hüftgelenkspfannen wurden jeweils im Press-Fit-Verfahren eingebracht und bei einer der beiden Patientengruppen zusätzlich mit einer oder zwei Spongiosaschrauben (im Folgenden als „mit Schrauben“ bezeichnet) im Hüftknochen fixiert.

Für beide Gruppen wurde durch Zugriff auf die klinikinterne Datenbank jeweils ein Datensatz mit potenziellen Probanden generiert. Für die Patientengruppe mit Schrauben konnte für den 10-Jahreszeitraum ein Datensatz mit 395 potenziellen Probanden generiert werden, im Vergleich dazu enthielt der Datensatz der Probanden ohne Schrauben 8602 etwaige Kandidaten. Nach Anwendung der, für die Studie festgelegten Ein-/Ausschlusskriterien, verblieben nur 162 geeignete und kontaktierte Kandidaten in der Gruppe mit Schrauben. Die Zahl der möglichen Kandidaten ohne Schrauben war wesentlich höher, wurde zum Zwecke der Vergleichbarkeit jedoch auf ein ähnliches Niveau reduziert, wodurch 181 Patienten aus dieser Gruppe kontaktiert wurden.

2.4 Rekrutierung und Einwilligung

Im Anschluss an die Selektion erfolgte die postalische Zusendung einer Informationsschrift zur Studie, einer Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme und zur telefonischen Kontaktaufnahme, eines vorfrankierten Rücksendeumschlags sowie von Kopien zweier standardisierter Fragebögen zur Erhebung eines funktionellen Hüft-Scores (modifizierter Staffelstein-Score und WOMAC-Score). Bei Zustimmung an einer Teilnahme sandten die Patienten die unterschriebene Einwilligung, unter Angabe ihrer Telefonnummer, an die Studienleitung zurück.

Es wurden zwischen Rückmeldung der Patienten und Teilnahme an der Studie noch sieben Patienten ausgeschlossen (davon $n = 4$ mit Schrauben und $n = 3$ ohne

Schrauben), da für diese keine Röntgenbilder in der klinikinternen Datenbank oder im Archiv aufgefunden werden konnten.

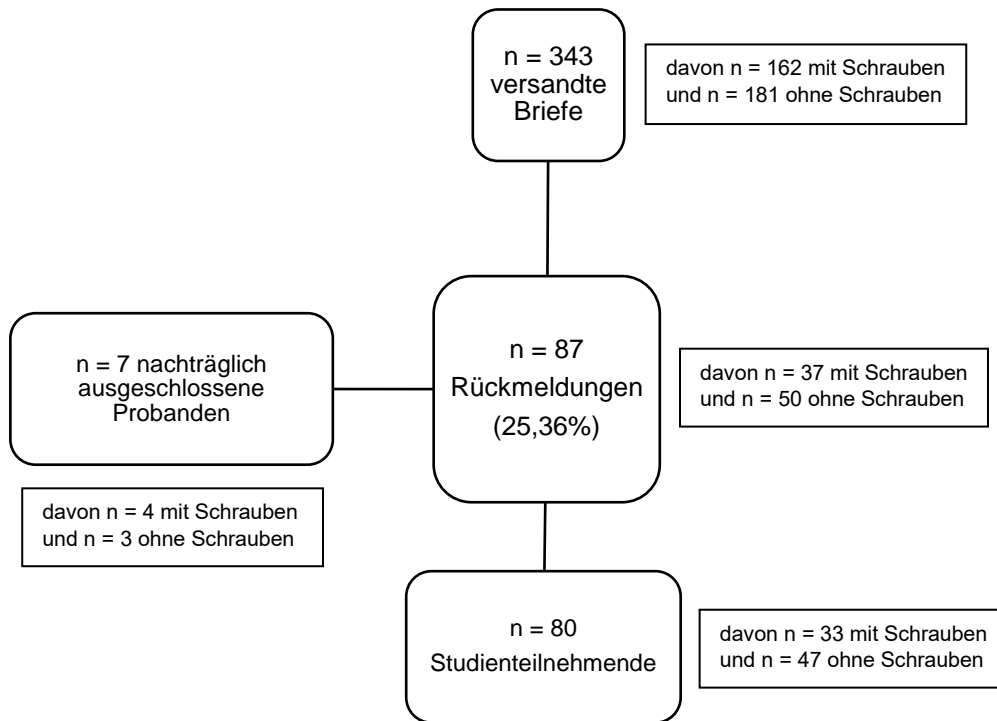


Abbildung 9 Schematische Darstellung der Probandenauswahl (eigene Darstellung)

2.5 Telefonische Befragung

Nach Rückerhalt der unterschriebenen Teilnahmeerklärung erfolgte die telefonische Kontaktaufnahme durch den Untersucher. Nach einer erneuten, nun mündlichen, Einwilligung zur Teilnahme, wurden die Patienten etwa 15 – 20 Minuten zu den ihnen vorliegenden Fragebögen befragt. Des Weiteren wurde erfragt, ob eine Revisionsoperation im Bereich der Prothese von Nöten war. Falls dies zutraf, wurde zusätzlich der Zeitpunkt und Grund der erneuten Operation notiert. Ausgehend vom Zeitpunkt der telefonischen Nachbefragung, wurde das Nachbefragungsintervall (im Folgenden als Follow-up bezeichnet) festgelegt. Nach Beendigung des Telefongesprächs endete die aktive Teilnahme der Patienten an der Studie.

Alle patientenbezogenen Daten wurden in pseudonymisierter Form gespeichert. Die Fragebögen wurden mit einem Pseudonym des Studienteilnehmenden versehen, das bei Studieneinschluss vergeben wurde.

2.6 Weitere Informationen aus der klinikinternen Datenbank

Aus dem klinikeigenen Informationssystem wurden zusätzliche Informationen zum Geschlecht und Alter des Patienten, zum Zeitpunkt der Operation sowie, falls erfolgt, die Anzahl der eingebrachten Fixierungsschrauben erfasst.

2.7 Assessmentverfahren und Funktionelle Scores

Zur zuverlässigen und gültigen Beurteilung der Krankheitsauswirkungen der Arthrose vor der Operation und zur vergleichenden Beurteilung des funktionellen Ergebnisses nach der gelenkersetzenden Therapie sollten Scores als Messinstrumente gewählt werden, die häufig für Hüft- und Kniegelenkerkrankungen Anwendung finden. Ferner sollten diese bereits validiert und reliabel sein, damit zum einen eine Standardisierung der Befragung möglich ist, als auch eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchungen gewährleistet werden kann.

Alle Patienten wurden bei Aufnahme in die Schön Klinik Neustadt, nach der Operation sowie bei Aufnahme und Entlassung aus der orthopädischen Rehabilitation untersucht. Hierbei wurde jeweils der Staffelstein Score für das betroffene Hüftgelenk erfasst.

Bei der telefonischen Nachbefragung wurde eine modifizierte Version des Staffelstein-Scores und zusätzlich der WOMAC-Score erhoben. Ziel hierbei war es, die Patientenperspektive mittels zweier standardisierter Fragebögen abzubilden.

2.7.1 WOMAC-Score

Der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (kurz WOMAC, auch WOMAC-Score) ist ein multidimensionaler Fragebogen, der arthrosespezifische und für den Patienten klinisch relevante Krankheitsauswirkungen bei Hüft- und Kniegelenkerkrankungen erfasst, vom Patienten selbst angewandt werden kann und einen der weltweit am weitesten verbreiteten Fragebögen dieser Art darstellt. Entwickelt und validiert wurde der WOMAC 1988 von Bellamy et al [Bellamy et al., 1988]. 1996 wurde dieser dann von Stucki et al. für den deutschen Sprachraum angepasst [Stucki et al., 1996].

Insgesamt werden 24 relevante, und auf das betroffene Gelenk bezogene, Funktionseinschränkungen abgefragt, fünf hiervon in der Kategorie Schmerz, zwei in der Kategorie Steifigkeit und 17 in der Kategorie körperliche Tätigkeiten des alltäglichen Lebens. Betrachtet wird hierbei immer der Zeitraum der letzten zwei Tage. Es stehen drei verschiedene Formen des WOMAC zur Verfügung: als Visuelle Analogskala (WOMAC VA 3-series), als „Likert-Skala“ (WOMAC LK3-series) und als numerische Ratingskala (WOMAC NRS-series). Bei der VA-Version wird von den Patienten auf einer 100 mm langen Linie, bei der das linke Ende für keine Schmerzen/Einschränkungen und das rechte Ende für extreme Schmerzen/Einschränkungen steht, die jeweilige Intensität angekreuzt. Die Likert-Version präsentiert dem Patienten fünf Auswahlmöglichkeiten, die von keinen Schmerzen/Einschränkungen (null Punkte) bis hin zu extremen Schmerzen/Einschränkungen (fünf Punkte) reichen.

Bei der numerischen Variante sind elf kleine Kästchen zum Ankreuzen abgebildet, wobei auch hier von links (minimal null Punkte) nach rechts (maximal zehn Punkte) das Ausmaß der Schmerzen oder Einschränkungen wiedergespiegelt wird. In unserem Fall entschlossen wir uns für diese NRS-Version des WOMAC. Es existieren verschiedene Auswertungsmethoden, wobei typischerweise die Werte der Subskalen addiert werden [Bellamy, 2008] und eine Maximalsumme von 240 Punkten resultiert. Je höher die erreichte Punktzahl, desto schlechter ist die gemessene Gelenkfunktion. Im Anhang ist der verwendete Fragebogen wiedergegeben.

2.7.2 Modifizierter Staffelstein-Score

Der, 1996 in der Orthopädischen Klinik des Klinikums Bad Staffelstein entwickelte und überwiegend im deutschsprachigen Raum angewandte, Staffelstein-Score erlaubt eine Beurteilung von Patienten mit Erkrankungen der Hüfte bzw. des Knies in drei Kategorien. Hierzu zählen die subjektiven Kategorien Schmerz und ADL (engl. Activities of Daily Living) sowie die objektive klinische Untersuchung des Bewegungsausmaßes des betroffenen Gelenks. Insgesamt lassen sich so maximal 120 Punkte erreichen, die zu je 1/3 auf die Sub-Scores verteilt sind. Je höher der erreichte Punktwert, desto besser die Funktionsfähigkeit des Gelenkes [Middeldorf und Casser, 2000]. Ursprünglich wurde dieser Score genutzt, um die

Ergebnisqualität einer stationären orthopädischen Rehabilitation zu evaluieren. Um den Staffelstein Score für eine telefonische Befragung der Patienten nutzbar zu machen, wurde der Fragebogen für diese Studie modifiziert und die Kategorie des Bewegungsausmaßes entfernt, da uns eine Befragung der Patienten hinsichtlich ihres eigenen Bewegungsradius des betroffenen Gelenkes als zu unsicher erschien. Hierdurch ließen sich noch insgesamt 80 Punkte, von vorher 120 Punkten, in den Kategorien Schmerz und ADL erreichen. Entsprechend wurden auch die zuvor in der Klinik erhobenen Werte angepasst. Im Anhang ist der verwendete Fragebogen in seiner modifizierten Version wiedergegeben.

2.8 Röntgenologische Untersuchungen und Analyse

Ergänzend zu der telefonischen Befragung erfolgte eine Analyse der vorliegenden Röntgenbilder prä- und postoperativ. Bis zum Jahr 2009 wurden die Röntgenbilder in der Studienklinik als Filmfolien ausgedruckt. Anschließend erfolgte die Umstellung auf eine Archivierung der digitalen Bilder auf der Plattform IMPAX (Fa. Agfa, Mortsel, Belgien) mit dem radiodiagnostischen System PACS (Picture Archiving and Communication System; Fa. Agfa, Mortsel, Belgien), mit welchem auch eine Analyse der Bilder erfolgte. Die Röntgenaufnahmen, welche nur auf Röntgenfolien vorlagen, wurden an einem Röntgenfilmbetrachter, ausgewertet. Die Röntgenbilder wurden jeweils in anterior-posteriorer Aufnahmetechnik beurteilt und es wurden Grade, Längen und Winkel bestimmt. Prä- und postoperativ gemessene Strecken wurden als Streckenverhältnis über die Bildung eines Quotienten, aus präoperativer zu postoperativer Strecke, verglichen. Insbesondere die Bildung eines Quotienten ermöglichte uns eine Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Versuchsteilnehmern, da keine absoluten Strecken verglichen wurden und somit die interindividuellen Unterschiede in Körpergröße oder etwaigen Vergrößerungsfaktoren der Röntgenbilder ausgeglichen wurde.

Präoperativ bestimmt wurden:

- der Arthrosegrad nach Kellgren-Lawrence,
- als Dysplasiemaße der CE-Winkel nach Wiberg, der Tragflächenwinkel nach Tschauer oder Bombelli und der Femurkopffextrusions- sowie der Tiefe-zu-Weite-Index,

- der Pfanneninklinationswinkel,
- das Femorale Offset (FO), das Body Weight Lever Arm (BWLA) und das Height of the Hip Center (HC), mit ihren jeweiligen Quotienten

Postoperativ bestimmt wurden:

- der Pfanneninklinationswinkel,
- sowie das Femorale Offset (FO), das Body Weight Lever Arm (BWLA) und das Height of the Hip Center (HC), mit ihren jeweiligen Quotienten

2.8.1 Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence

Wie bereits unter Punkt 1.2 (Diagnosestellung der Arthrose) beschrieben, lässt sich die Arthrose nach Kellgren und Lawrence anhand verschiedener radiologisch festgestellter Veränderungen definieren. Ausgehend vom Ausmaß dieser Veränderungen wurde das Vorhandensein einer Arthrose bzw. deren Schweregrad wie folgt graduiert [Kellgren und Lawrence, 1957]:

- Grad 0: Keine
- Grad 1: Zweifelhaft
- Grad 2: Minimal
- Grad 3: Moderat
- Grad 4: Schwer

2.8.2 CE-Winkel nach Wiberg

Der 1939 erstmalig von Wiberg beschriebene CE-Winkel (CE = engl. center-edge) oder auch Zentrum-Ecken- oder Zentrum-Erker-Winkel, beschreibt die seitliche Überdachung des Femurkopfes durch das Azetabulum. Der Winkel wird bestimmt durch eine Linie, die das Hüftkopfbzentrum („C“ für Center) und den Pfannenerker („E“ für Erker) verbindet sowie einer Vertikalen („V“ für Vertikale) parallel zur Körperlängsachse. Nach Wiberg sind Werte $< 20^\circ$ als Zeichen einer Pfannendysplasie und zwischen 20 und 25° als grenzwertig zu werten. Werte $> 25^\circ$ gelten als normal [Wiberg, 1939], wohingegen bei größeren Winkeln $> 39^\circ$, aufgrund der zu ausgedehnten Überdachung, die Gefahr eines femoroazetabulären Impingements (FAI) droht, bei dem es zum Anstoßen des Femurs an den

Gelenkpfannenrand kommt [Tannast et al., 2007]. Für die Beurteilung von Hüftdysplasien ist der CE-Winkel von herausragender Bedeutung und gilt insbesondere im englischsprachigen Raum als das wichtigste Winkelmaß, um Restdysplasien im Erwachsenenalter zu beurteilen [Waldt et al., 2011].

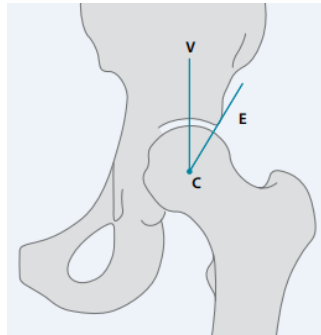


Abbildung 10 Schematische Darstellung zur Bestimmung des CE-Winkel nach Wiberg (aus Henle et al., 2008)

2.8.3 Tragflächenwinkel (TF-Winkel) nach Tschauer oder Bombelli

Der TF-Winkel wird gemessen zwischen einer Geraden, die den Pfannenerker und den am weitesten medial liegenden Punkt des gewichtstragenden Azetabulums verbindet, sowie einer Horizontalen. Auf einer Beckenübersichtsaufnahme kann man den gewichtstragenden Anteil als Sklerosezone im Bereich des Pfannendaches erkennen. Die Horizontallinie kann gebildet werden durch eine Tangente zwischen beiden Köhlerschen Tränenfiguren oder durch eine Verbindung der Zentren beider Hüftköpfe. Kennzeichnend für eine Dysplasie sind Winkel über 10 Grad. Bei Werten ab, oder unterhalb, von 0 Grad besteht die Gefahr eines FAI [Tschauer et al., 1997].

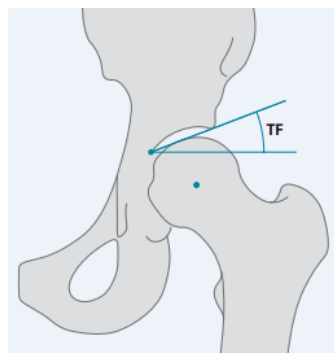


Abbildung 11 Schematische Darstellung zur Bestimmung des Tragflächenwinkels nach Tschauer oder Bombelli (aus Henle et al., 2008)

2.8.4 Femurkopfextrusionsindex (FEI)

Der Femurkopfextrusionsindex, ursprünglich 1950 von Heyman und Herndon zur Beschreibung von Hüften nach M. Perthes verwendet, auch FEI genannt, dient ebenfalls zur Beurteilung der Überdachung des Femurkopfes. Hierbei wird ein Quotient aus nicht überdachtem Anteil und gesamtem Kopfdurchmesser gebildet und mit 100 mutipliziert. Ein überdachter Anteil von > 25% spricht hierbei für ein normales Hüftgelenk [Heyman und Herndon, 1950].

$$FEI = \frac{\text{nicht überdachter Anteil}}{\text{gesamter Kopfdurchmesser}} \times 100$$

Hingegen wiesen in einer Studie von Murphy et al. Patienten mit einer Dysplasiecoxarthrose einen FEI von $36 \pm 12\%$ auf [Murphy et al., 1995]. Auch hier besteht bei einer zu großen Überdachung und FEI-Werten von < 10% das Risiko eines FAI [Steppacher et al., 2008].

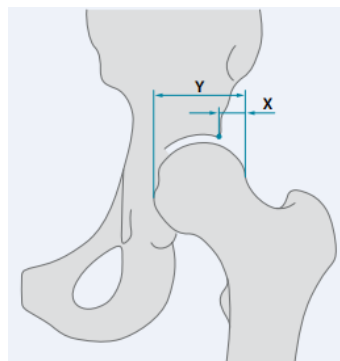


Abbildung 12 Schematische Darstellung zur Bestimmung des FEI nach Heyman und Herndon (aus Henle et al., 2008)

2.8.5 Tiefe-zu-Weite-Index nach Heyman und Herndon

Der ebenfalls 1950 von Heyman und Herndon erstmals beschriebene Tiefe-zu-Weite- oder auch Pfannenindex (PI) gibt das Verhältnis von Tiefe der Hüftgelenkspfanne zu ihrer Weite an. Der Index wird ermittelt, indem der Quotient aus Pfannentiefe und Pfannenweite mit 100 multipliziert wird [Heyman und Herndon, 1950].

Bei Patienten, die im Alter von 65 Jahren eine schwere Koxarthrose entwickelt hatten, betrug der Index laut Murphy et al. $31 \pm 7\%$ (19 - 53%). Im Kontrollkollektiv

betrug dieser $48 \pm 6\%$ (38 - 62%). Werte $< 40\%$ wurden als dysplastisch angesehen, wohingegen ein Winkel von 40-60% der Norm entsprach [Murphy et al., 1995].

$$PI = \frac{\text{Pfannentiefe}}{\text{Pfannenweite}} \times 100$$

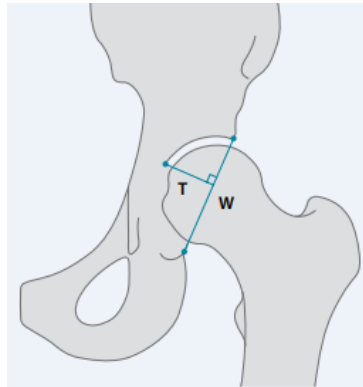


Abbildung 13 Schematische Darstellung zur Bestimmung des Tiefe-zu-Weite-Index nach Heyman und Herndon (aus Henle et al., 2008)

2.8.6 Pfanneninklinationswinkel

Der Pfanneninklinationswinkel, auch als seitliche Kippung der Hüftgelenkspfanne bezeichnet, wird bestimmt zwischen einer Linie, die entlang der Pfannenöffnung gezogen wird und einer anatomisch definierten horizontalen Referenzlinie, welche durch Verbindung der beiden Sitzbeinhöcker miteinander gebildet werden kann (s. Abb. 14). Verglichen wurde die präoperative mit der postoperativen Inklination der artifiziiellen Hüftgelenkspfanne. Dysplastische Hüften weisen hierbei nicht selten Inklinationswinkel von 60° auf [Murray, 1993].

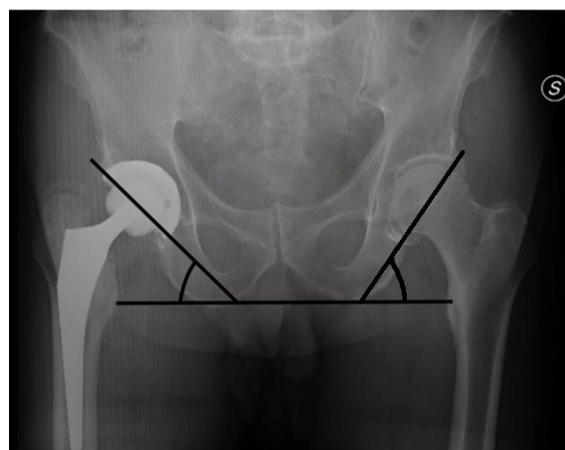


Abbildung 14 Exemplarische Bestimmung des Pfanneninklinationswinkels auf Beckenübersichtsaufnahmen, links nach HTEP-Implantation und rechts vor (modifiziert, aus Giuseppe et al., 2022)

2.8.7 Body Weight Lever Arm (BWLA), Femorales Offset (FO) und Height of the Hip Center (HC)

Biomechanisch kann das Hüftgelenk vereinfacht als Drehpunkt angesehen werden, auf den primär zwei entgegengesetzte Kräfte wirken. Diese sind zum einen für ein stabiles Becken im Stand und Gang verantwortlich, was ein Hinken verhindert, wirken jedoch auch als Stressfaktor auf das Gelenk selbst ein. Die angesprochenen Kräfte sind zum einen der Hebelarm des Körpergewichts, engl. Body Weight Lever Arm (kurz BWLA), und zum anderen der Abduktor-Hebelarm, der durch die Spannung und Kontraktion der Abduktorenmuskulatur entwickelt wird (s. Abb. 15).

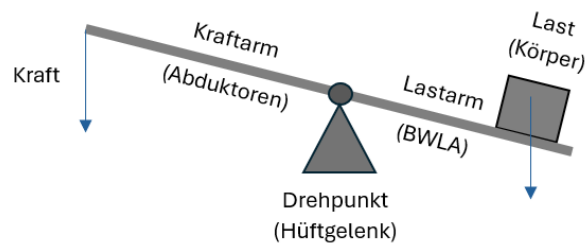


Abbildung 15 Vereinfachte schematische Darstellung der Hebelkräfte am Hüftgelenk (eigene Darstellung)

Als Maß für den BWLA wurde die Distanz vom Zentrum des Femurkopfes zu einer Linie angegeben, die senkrecht durch die Symphyse verläuft und die Körperlängsachse und damit die Schwerkraftlinie widerspiegelt (s. Abb. 16).

Als Messparameter des Abduktorhebelarmes gilt das femorale Offset (kurz FO), welches definiert wird als Distanz vom Hüftkopffrotationszentrum bis zu einer Linie, die die Längsachse des Femurs halbiert (s. Abb. 16). Die Wiederherstellung eines adäquaten femoralen Offsets wird als essenziell angesehen, um die Funktion und Stabilität sowie Langlebigkeit der H-TEP zu erhöhen [Lecerf et al., 2009]. Eine Verlängerung des femoralen Offsets durch die Operation kann beispielsweise durch die Prothesengeometrie, Wahl der Resektionshöhe oder Prothesenpositionierung und Länge des Prothesenhalses erreicht werden. Diese Verlängerung geht in der Regel mit einer verbesserten Funktion, im Sinne eines erhöhten Bewegungsausmaßes und vermehrter Kraftentfaltung der Hüftabduktormuskeln einher, womit eine erhöhte Stabilität dadurch gewährleistet wird, dass die Spannung des Weichteilgewebes erhöht wird, was wiederum mit verbesserter Hüftgelenkstabilität und besserem Schutz vor Prothesenluxationen korreliert

[Asayama et al., 2005; McGrory et al., 1995]. Eine Verkürzung des femoralen Offsets ist daher oftmals negativ mit erreichter Punktzahl im WOMAC-Score oder notwendiger Nutzung von Gehhilfen aufgrund von Instabilitätshinken assoziiert [Mahmood et al., 2016]. Auch durch eine Verkleinerung des BWLA, kann die auf das Gelenk einwirkende Kraft reduziert werden [Mirza et al., 2010], was typischerweise durch eine Verlagerung des artifiziellen Hüftkopfes zur Körpermitte hin, zum Beispiel durch tieferes Auffräsen des Azetabulums und Platzierung der Pfanne weiter medial, bedingt ist.

Die Höhe des Hüftzentrums (engl. Height of the Hip Center, kurz HC) wurde bestimmt durch die Distanz einer senkrecht verlaufenden Linie vom Zentrum des Femurkopfes zu einer Horizontalen, die die Unterränder beider Os ischii verbindet (s. Abb. 16). Insbesondere eine postoperative Verlagerung des Zentrums nach kranial mit einhergehender Muskelverkürzung kann mit einem Kraftverlust der Abduktormuskulatur einhergehen [Delp et al., 1996; Ikeda et al., 2017].

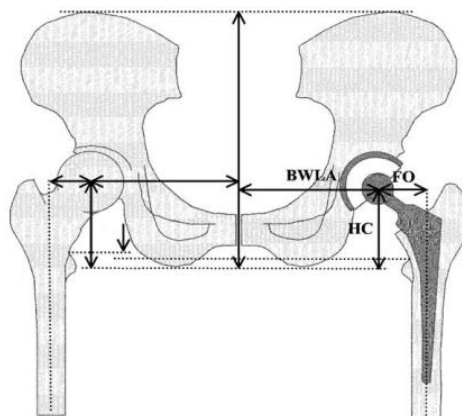


Abbildung 16 Schematische Darstellung zur Bestimmung von FO, BWLA und HC (modifiziert, aus Asayama et al., 2005)

2.8.7.1 BWLA-Quotient, FO-Quotient und HC-Quotient

Um eine bessere Vergleichbarkeit von prä- und postoperativ gemessenen Strecken zu ermöglichen, wurden aus den erhobenen Werten jeweils Quotienten gebildet, die anzeigen, in welche Richtung die Endprothesenimplantation zu einer relativen Veränderung der Biomechanik führte.

$$\frac{FO \text{ präoperativ in mm}}{FO \text{ postoperativ in mm}} = FO - \text{Quotient}$$

$$\frac{BWL A \text{ präoperativ in mm}}{BWL A \text{ postoperativ in mm}} = BWLA - \text{Quotient}$$

$$\frac{HC \text{ präoperativ in mm}}{HC \text{ postoperativ in mm}} = HC - \text{Quotient}$$

Zur besseren Übersicht wurden die möglichen Ergebnisse der Quotienten nachfolgend tabellarisch dargestellt:

Quotient	Wert < 1 postoperativ	Wert > 1 postoperativ
FO	Relative Verkürzung des Offsets	Relative Verlängerung des Offsets
BWLA	Relative Verlängerung des Hebelarms	Relative Verkürzung des Hebelarms
HC	Relative Kranialisierung des Rotationszentrums	Relative Kaudalisierung des Rotationszentrums

Tab. 1: Postoperative Quotienten und die Bedeutung der jeweiligen Ergebnisse

2.9 Statistische Methoden

Die erhobenen Daten wurden mit Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA, Version 16.0) erfasst und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Statistics (IBM, Armonk, NY, USA, Version 27) durchgeführt. Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte in Zusammenarbeit mit einem Statistiker.

Die Daten wurden zunächst deskriptiv ausgewertet. Die Beschreibung der Verteilung der kontinuierlichen Variablen erfolgte mittels Angabe von Stichprobenumfang, Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Standardfehler des Mittelwertes sowie Minimum und Maximum.

Zu nominal und ordinal skalierten Größen wurden absolute und prozentuale Häufigkeiten angeführt. Je zwei Größen dieser Skalierung wurden in Kreuztabellen gegenübergestellt.

Zur Überprüfung der Varianzgleichheit bei unabhängigen Stichproben wurde zunächst der Levene-Test angewandt. Ein nicht signifikantes Ergebnis in diesem bedeutete, dass sich die Varianzen nicht unterscheiden und somit Varianzhomogenität vorliegt. Anschließend konnten wir den t-Test im Rahmen von Gruppenstatistiken nutzen, um zu überprüfen, ob sich die Mittelwerte der

unabhängigen Stichproben signifikant voneinander unterscheiden. In zwei Fällen lag keine Varianzhomogenität vor, weswegen statt des t-Tests ein Welch-Test berechnet wurde.

Zum Vergleich kategorischer Variablen nutzten wir Kreuztabellen mit Angabe von absoluten und relativen Häufigkeiten. Ergänzend wurde mit dem Pearson-Chi-Quadrat Test geprüft, ob Häufigkeitszusammenhänge bestehen. Bei Vorliegen eines Freiheitsgrads (df) = 1 wendeten wir die Korrektur von Yates an. Bei Stichprobengrößen $n \leq 20$, oder zu kleinen erwarteten Zellhäufigkeiten ≤ 5 , fand der exakte Test nach Fisher Anwendung.

Als Maß der Stärke des Zusammenhangs berechneten wir als symmetrische Maße den Phi-Koeffizienten (ϕ) und, besonders für größere Tabellen über 2×2 relevant, seine Adaptation Cramer's V nach Cohen. Die Effektstärke wurde wie folgt festgelegt:

kleiner Effekt	$\phi, V = 0.1$
mittlerer Effekt	$\phi, V = 0.3$
großer Effekt	$\phi, V = 0.5$

Tab. 2: Effektstärken nach Koeffizienten

Es wurde zweiseitig getestet und für alle statistischen Tests ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt. In den folgenden Tabellen sind signifikante Werte mit $p < 0,05$ fett gedruckt und zusätzlich mittels eines * markiert.

3. Ergebnisse

3.1 Allgemeine Ergebnisse

3.1.1 Anzahl, Geschlecht und Alter der Probanden

Nach Abschluss der Befragung und Ausschluss von 7 Patienten, bei denen keine Röntgenbilder in der Datenbank oder Archiv vorlagen, wurden 80 Probanden in diese Studie eingeschlossen, wovon 33 Männer ($\text{♂} = 41,2\%$) und 47 ($\text{♀} = 58,8\%$) Frauen teilnahmen.

Das Durchschnittsalter der Patienten bei Implantation der Prothese betrug 64,03 Jahre mit einer Standardabweichung von 9,09 Jahren ($M = 64,03$, $SD = 9,09$). In der Gruppe mit Schrauben betrug dies 61,15 Jahre ($M = 61,15$, $SD = 11,05$), in der Gruppe ohne Schrauben 66,04 Jahre ($M = 66,04$, $SD = 6,85$).

3.1.2 Follow-up

Der Mittelwert für den Zeitraum zwischen Operation und Nachbefragung betrug 8,13 Jahre mit einer Standardabweichung von 9,03 Jahren ($M = 8,13$; $SD = 9,03$). Das maximale Follow-up betrug 13,67 Jahre, das Minimum hingegen 8 Monate, da dann bereits eine Revision fällig war. Lässt man diese außer Acht, betrug das minimale Follow-up 3,83 Jahre.

Für die Gruppe mit Schrauben ergab sich ein durchschnittliches Follow-up von 7,56 Jahren ($SD = 1,97$), in der Gruppe ohne Schrauben waren es 8,54 Jahre ($SD = 1,99$).

3.1.3 Notwendigkeit einer zusätzlichen Schraubenfixation

In unserem Kollektiv erfolgte bei 33 der 80 Patienten (41,2%) eine zusätzliche Schraubenfixation, wovon 25 (75,7%) Frauen waren und 8 (24,2%) Männer. Eine Befestigung ohne Schrauben wurde demzufolge bei 47 Patienten (58,75%) durchgeführt (s. Abb. 16).

Bei 28 der Patienten wurde eine einzelne Schraube (84,85%) verwendet. Eine zweite war lediglich bei fünf Patienten (15,15%) vonnöten, hiervon bei drei Frauen und bei zwei Männern (s. Abb. 17).

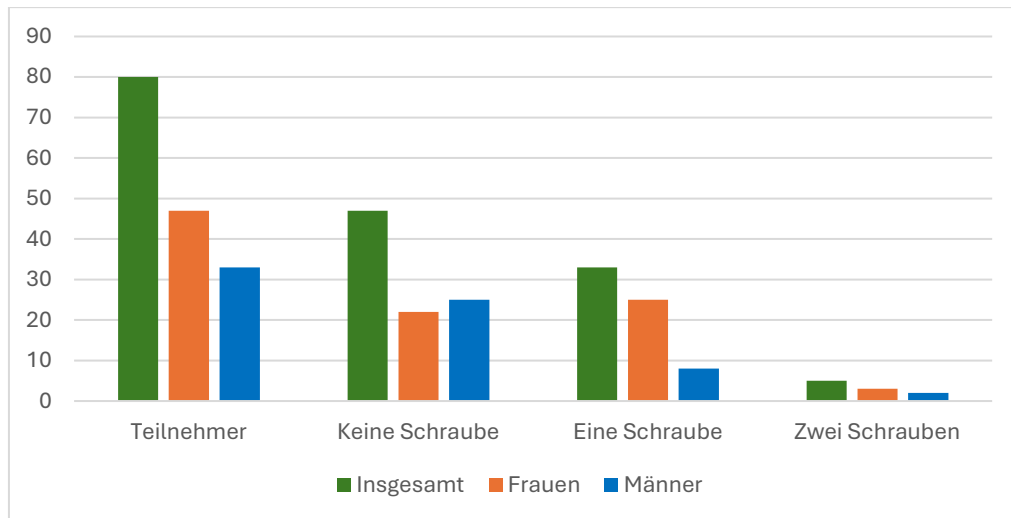


Abbildung 17 Graphische Darstellung der Anzahl an Teilnehmenden und Untergliederung in Anzahl der Schrauben und Geschlecht (eigene Darstellung)

3.1.3.1 Hat die Verschraubung der Pfannen einen Einfluss auf die Standzeit der Prothese?

In dem untersuchten Zeitraum gab es insgesamt nur bei zwei Patienten eine Revision, was einem Anteil von 2,5 % an allen Fällen entspricht. Hierbei erfolgte jeweils eine Revision bei einem Mann, dessen Pfanne zusätzlich mit einer Schraube fixiert wurde, und eine bei einer Frau, deren Pfanne nicht verschraubt wurde. Bei dem Patienten musste nach 74 Monaten (6,17 Jahre) isoliert aufgrund von Verschleiß das eingebrachte Inlay erneuert werden. Bei der Patientin kam es nach zeitgleicher, beidseitiger Prothesenimplantation im Verlauf auf der einen Seite zur Ausbildung eines Infektes, woraufhin nach 8 Monaten zunächst ein Wechsel des Inlays und des Aufsteckkopfes erfolgte. 12 Monate postoperativ musste dann bei weiterhin bestehender Infektion die gesamte Prothese in einer einzeitigen Operation ersetzt werden. Eine weitergehende sinnvolle Statistik war aufgrund der geringen Revisionszahl nicht berechenbar.

3.1.3.2 Hat das Geschlecht einen Einfluss auf die Häufigkeit der Verschraubung?

Mittels einer Kreuztabelle (s. Tab. 3) wurden die beiden Geschlechter in der Häufigkeit einer Verschraubung verglichen. Hierbei fiel bereits auf, dass bei den Männern nur in 24,24% (n = 8 von 33 männlichen Probanden) der Fälle eine zusätzliche Verschraubung erfolgte, bei Frauen hingegen bei 53,19% (n = 25 von 47 weiblichen Probanden). Anschließend wurde ein Chi-Quadrat-Test (s. Tab. 4) zwischen den Gruppen „Geschlecht m/w“ und „Schrauben ja/nein“ durchgeführt. Es gab hierbei einen **statistisch signifikanten Zusammenhang** zwischen dem Geschlecht und der Häufigkeit der zusätzlichen Verschraubung, $\chi^2(1) = 5,56$, $p = 0,018$ mit fast mittlerer Effektstärke ($\phi = 0,289$) (s. Tab. 5).

			Schraube		Gesamt
			,0	1,0	
Geschlecht	m	Anzahl	25	8	33
		Erwartete Anzahl	19,4	13,6	33,0
	w	Anzahl	22	25	47
		Erwartete Anzahl	27,6	19,4	47,0
Gesamt	Anzahl		47	33	80
	Erwartete Anzahl		47,0	33,0	80,0

Tabelle 3: Kreuztabelle mit den Gruppen Geschlecht und Schraube (ja/nein)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,704 ^a	1	,010		
Kontinuitätskorrektur ^b	5,563	1	,018*		
Likelihood-Quotient	6,922	1	,009		
Exakter Test nach Fisher				,012	,009
Anzahl der gültigen Fälle	80				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 13,61.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4: Chi-Quadrat-Tests zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,289	,010
	Cramer-V	,289	,010
Anzahl der gültigen Fälle		80	

Tabelle 5: Symmetrische Maße für die Testung zwischen Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)

3.1.3.3 Erfolgt eine Verschraubung typischerweise bei dysplastischen Hüften?

Um zu untersuchen, ob sich anhand präoperativ gemessener Parameter eruieren lässt, ob eine Verschraubung in unserem Kollektiv signifikant häufiger bei dysplastischen Hüften auftritt, wurden zunächst Kriterien für das Vorliegen einer Dysplasie definiert [Henle et al., 2008]. Eine Dysplasie lag dann vor, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt wurde:

- CE-Winkel < 25°
- Tragflächenwinkel > 10°
- Tiefe zu Weite-Index < 40%
- Femurkopfextrusionsindex > 25%

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	33,8
	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	66,3
	Gesamt	80	100,0

Tabelle 6: Prozentuale Häufigkeit keine Dysplasie oder Zutreffen von mindestens einer der Dysplasie-Bedingungen

In dem vorliegenden Kollektiv lag bei 53 (66,25%) der 80 Beteiligten mindestens eins der Kriterien der Dysplasie vor (s. Tab. 6). Es wurde zunächst eine Kreuztabelle mit den Kriterien „Dysplasie ja/nein“ und „Schrauben ja/nein“ angelegt, die beobachteten und erwarteten Häufigkeiten können Tabelle 7 entnommen werden. Anschließend führten wir einen Chi-Quadrat Test nach Person zur Überprüfung des Häufigkeitszusammenhangs durch (s. Tab. 8). Im Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen waren keine erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als 5. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Dysplasie und der zusätzlichen Fixation mittels Schrauben, $\chi^2(1) = 0.094$, $p = .759$, $\phi = 0.061$.

			Dysplasie ja oder nein		Gesamt
			keine Dysplasie (Norm oder FAI)	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	
Schraube (ja/nein)	nein	Anzahl	17	30	47
		Erwartete Anzahl	15,9	31,1	47,0
		% innerhalb von Schraube (ja/nein)	36,2%	63,8%	100,0%
		% innerhalb von Dysplasie Ja oder nein	63,0%	56,6%	58,8%
		% der Gesamtzahl	21,3%	37,5%	58,8%
Schrauben	eine oder mehr	Anzahl	10	23	33
		Erwartete Anzahl	11,1	21,9	33,0
		% innerhalb von Schraube (ja/nein)	30,3%	69,7%	100,0%
		% innerhalb von Dysplasie Ja oder nein	37,0%	43,4%	41,3%
		% der Gesamtzahl	12,5%	28,7%	41,3%

Tabelle 7: Kreuztabelle mit den Gruppen Schraube (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,298 ^a	1	,585	,637	,382
Kontinuitätskorrektur ^b	,094	1	,759		
Likelihood-Quotient	,300	1	,584		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit- linear	,295	1	,587		
Anzahl der gültigen Fälle	80				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 11,14.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 8: Chi-Quadrat-Tests zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,061	,585
	Cramer-V	,061	,585
Anzahl der gültigen Fälle		80	

Tabelle 9: Symmetrische Maße zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)

3.1.3.4 Lag bei verschraubten Hüften präoperativ eine steilere Inklination vor?

Zur Klärung dieser Frage führten wir zunächst eine deskriptive Gruppenstatistik mit Unterteilung in „Schraube ja/nein“ und den Mittelwert der präoperativen Inklination (s. Tab. 10) durch. Um anschließend zu überprüfen, ob sich die Gruppen in ihren Mittelwerten statistisch signifikant voneinander unterscheiden, wurde anschließend ergänzend eine einfaktorielle ANOVA (Varianzanalyse) durchgeführt (s. Tab. 11).

Es gab in der Analyse keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf den Mittelwert der präoperativen Inklination (p-Wert = 0,185). In der Gruppe ohne Schrauben betrug der Mittelwert der präoperativen Inklination 54,44° (95%-CI[53.01, 55.87]) mit einer Standardabweichung von 4,87°, in der Gruppe mit Schrauben 56,22° (95%-CI[53.72, 58.72]) mit einer Standardabweichung von 7°. Die maximale präoperative Inklination in der Gruppe mit Schrauben war 3,4° höher.

Schraube?	N	Mittelwert präoperative Inklination in Grad	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
Nein	47	54,443	4,8766	,7113	53,011	55,874	44,2	65,5
eine oder mehr Schrauben	33	56,224	7,0490	1,2271	53,725	58,724	43,0	68,9
Gesamt	80	55,177	5,8952	,6591	53,866	56,489	43,0	68,9

Tabelle 10: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube ja/nein und präoperative Inklination

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	61,544	1	61,544	1,789	,185
Innerhalb der Gruppen	2683,975	78	34,410		
Gesamt	2745,520	79			

Tabelle 11: Einfaktorielle ANOVA zwischen den Gruppen Schrauben ja/nein

3.2 Funktionelle Ergebnisse

Zur Beurteilung der funktionellen Ergebnisse wurden im Nachfolgenden jeweils der WOMAC-Score und der modifizierte Staffelstein-Score für verschiedene Fragestellungen in Vergleichsgruppen analysiert. Im Falle des WOMAC wurde der einmal im Rahmen der Nachbefragung erhobene Wert (= WOMAC Gesamt) zwischen bestimmten Gruppen verglichen, für definierte Fragestellungen zusätzlich mit Untergliederung in die drei Subscores (Schmerz, Steifigkeit, ADL). Der modifizierte Staffelstein-Score konnte für die Zeiträume der Aufnahme in die Klinik vor der Operation (= Staffelstein Aufnahme), der nahtlosen Aufnahme in die Rehabilitationseinrichtung (= Staffelstein Reha), der Entlassung aus der Rehabilitation (= Staffelstein Entlassung) und dem Zeitpunkt der Nachbefragung (= Staffelstein Nach) verglichen werden. Bei manchen Fragestellungen erfolgte lediglich ein Vergleich zwischen Staffelstein Aufnahme und Staffelstein Entlassung.

Zunächst wurden für die jeweiligen Fragestellungen deskriptive Gruppenstatistiken gebildet und anschließend zur Überprüfung der Varianzgleichheit der Levene-Test für unabhängige Stichproben angewandt. Bei Varianzhomogenität folgte der t-Test zur Feststellung eines etwaig signifikanten Unterschieds der Mittelwerte. Bei fehlender Varianzhomogenität wurde ein Welch F berechnet.

Die Tabellen mit den Berechnungen sind dem Fließtext bei allen Fragestellungen zur besseren Übersichtlichkeit jeweils nachgegliedert.

3.2.1 Hat die zusätzliche Verschraubung der Pfannen einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?

3.2.1.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 45,06$, $SD = 8,44$) und „ohne Schraube“ ($M = 47,06$, $SD = 9,30$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 2.00 Punkte höher (95%-CI[-2.05, 6.06]), $t(78) = 0.984$, $p = .328$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt des **Beginns der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 48,84$, $SD = 8,61$) und „ohne Schraube“ ($M = 47,57$, $SD = 9,12$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 1,27 Punkte niedriger (95%-CI[-5.30, 2,76]), $t(78) = -0.629$, $p = .531$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Entlassung aus der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 72,45$, $SD = 7,36$) und „ohne Schraube“ ($M = 72,59$, $SD = 7,71$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 0,14 Punkte höher (95%-CI[-3.28, 3,56]), $t(78) = 0,082$, $p = .935$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 73,09$, $SD = 10,62$) und „ohne Schraube“ ($M = 73,06$, $SD = 9,99$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 0,027 Punkte niedriger (95%-CI[-4.66, 4.61]), $t(78) = -0,012$, $p = .991$.

	Schraube (ja/nein)	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein Aufnahme	nein	47	47,064	9,3073	1,3576
	eine oder mehr Schrauben	33	45,061	8,4481	1,4706
Staffelstein Reha	nein	47	47,574	9,1241	1,3309
	eine oder mehr Schrauben	33	48,848	8,6137	1,4994
Staffelstein Entlassung	nein	47	72,596	7,7197	1,1260
	eine oder mehr Schrauben	33	72,455	7,3616	1,2815
Staffelstein Nach	nein	47	73,064	9,9922	1,4575
	eine oder mehr Schrauben	33	73,091	10,6224	1,8491

Tabelle 12: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Staffelstein Aufnahme	,408	,525	,984	78	,328	2,0032	2,0360	-2,0502	6,0566
			1,001	72,934	,320	2,0032	2,0015	-1,9858	5,9922
Staffelstein Reha	,003	,957	-,629	78	,531	-1,2740	2,0254	-5,3063	2,7583
			-,635	71,437	,527	-1,2740	2,0049	-5,2712	2,7232
Staffelstein Entlassung	,025	,876	,082	78	,935	,1412	1,7203	-3,2837	3,5661
			,083	71,033	,934	,1412	1,7059	-3,2603	3,5427
Staffelstein Nach	,446	,506	-,012	78	,991	-,0271	2,3291	-4,6640	4,6098
			-,012	66,309	,991	-,0271	2,3545	-4,7275	4,6734

Tabelle 13: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Schrauben (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.1.2 WOMAC-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC-**Gesamtscore** bei der Nachbefragung zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 13,84$; $SD = 25,68$) und „ohne Schraube“ ($M = 19,02$; $SD = 34,40$). Der WOMAC (Gesamt) der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 5,17 Punkte höher (95%-CI[-8,9, 19,24]), $t(78) = 0,732$, $p = .466$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC in seiner Subkategorie **Schmerz** bei der Nachbefragung zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 3,12$; $SD = 6,63$) und „ohne Schraube“ ($M = 3,19$; $SD = 6,58$). Der WOMAC (Schmerz) der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 0,07 Punkte höher (95%-CI[-2,91, 3,05]), $t(78) = 0,047$, $p = .963$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC in seiner Subkategorie **Steifigkeit** bei der Nachbefragung zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 2,06$; $SD = 4,32$) und „ohne Schraube“ ($M = 2,04$; $SD = 3,55$). Der WOMAC (Steifigkeit) der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich 0,02 Punkte niedriger (95%-CI[-1,77, 1,74]), $t(78) = -0,020$, $p = .984$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC in seiner Subkategorie **ADL** bei der Nachbefragung zwischen den beiden Gruppen „mit Schraube(n)“ ($M = 8,86$; $SD = 16,26$) und „ohne Schraube“ ($M = 13,78$; $SD = 25,65$). Der WOMAC (ADL) der Gruppe „ohne Schraube“ ist durchschnittlich -5,12 Punkte höher (95%-CI[-4,95, 15,19]), $t(78) = 1,012$, $p = .315$.

	Schraube (ja/nein)	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC Gesamt	nein	47	19,021	34,4033	5,0182
	eine oder mehr Schrauben	33	13,848	25,6833	4,4709
Schmerz	nein	47	3,191	6,5827	,9602
	eine oder mehr Schrauben	33	3,121	6,6368	1,1553
Steifigkeit	nein	47	2,043	3,5567	,5188
	eine oder mehr Schrauben	33	2,061	4,3297	,7537
ADL	nein	47	13,787	25,6540	3,7420
	eine oder mehr Schrauben	33	8,667	16,2628	2,8310

Tabelle 14: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube ja/nein in der Ausprägung WOMAC-Score

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
WOMAC Gesamt	Varianzen sind gleich	,554	,459	,732	78	,466	5,1728	7,0684	-8,8992	19,2448
	Varianzen sind nicht gleich			,770	77,666	,444	5,1728	6,7210	-8,2086	18,5541
Schmerz	Varianzen sind gleich	,002	,967	,047	78	,963	,0703	1,5001	-2,9161	3,0567
	Varianzen sind nicht gleich			,047	68,679	,963	,0703	1,5022	-2,9269	3,0674
Steifigkeit	Varianzen sind gleich	,570	,453	-,020	78	,984	-,0181	,8840	-1,7780	1,7419
	Varianzen sind nicht gleich			-,020	60,119	,984	-,0181	,9150	-1,8482	1,8121
ADL	Varianzen sind gleich	1,541	,218	1,012	78	,315	5,1206	5,0612	-4,9556	15,1967
	Varianzen sind nicht gleich			1,091	77,317	,279	5,1206	4,6923	-4,2223	14,4634

Tabelle 15: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Schrauben ja/nein in der Ausprägung WOMAC-Score mit Subkategorien

3.2.2 Hat die Anzahl der Schrauben einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?

Aufgrund der geringen Anzahl der Patienten mit zwei eingebrachten Schrauben (n = 5) konnte, abgesehen von der deskriptiven Statistik, keine sinnvolle weiterführende statistische Berechnung durchgeführt werden. Der Fokus lag bei der Darstellung der Ergebnisse dieser Analyse auf dem Staffelstein-Score zum Zeitpunkt der präoperativen Aufnahme und der Nachbefragung sowie dem WOMAC Gesamtscore. Die Ergebnisse des modifizierten Staffelstein-Score und des WOMAC für die Gruppen „ohne Schraube“ und „mit Schrauben“ sind bereits unter Punkt 3.3.1.1 (Staffelstein-Score) und 3.1.1.2 (WOMAC) aufgelistet. Die Beschreibung erfolgt daher nur jeweils für die Gruppen „eine Schraube“ und die Gruppe „zwei Schrauben“.

3.2.2.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Der durchschnittliche Staffelstein-Score zum Zeitpunkt der **Aufnahme** betrug für die 28 Teilnehmer der Gruppe mit einer Schraube 45,21 (95%-CI[42.24, 48.18]) mit einer Standardabweichung von 7,65 sowie einem Minimum von 29,0 und einem Maximum von 57,0. Bei den 5 Teilnehmern mit zwei Schrauben lag ein Mittelwert von 44,20 (95%-CI[27.78, 60.61]) mit einer Standardabweichung von 13,21, einem Minimum von 26,0 und einem Maximum von 57,0 vor.

Zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** betrug der durchschnittliche Staffelstein-Score für die 28 Teilnehmer der Gruppe mit einer Schraube 74,14 (95%-CI[70.21, 78.07]) mit einer Standardabweichung von 10,14 sowie einem Minimum von 42,0 und einem Maximum von 80,0. Bei den 5 Teilnehmern mit zwei Schrauben lag ein Mittelwert von 67,20 (95%-CI[55.0, 80.0]) mit einer Standardabweichung von 12,51, einem Minimum von 55,0 und einem Maximum von 80,0 vor.

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Staffelstein Aufnahme	keine Schraube	4 7	47,064	9,3073	1,3576	44,331	49,797	28,0	62,0
	eine Schraube	2 8	45,214	7,6515	1,4460	42,247	48,181	29,0	57,0
	zwei Schrauben	5	44,200	13,2174	5,9110	27,788	60,612	26,0	57,0
	Gesamt	8 0	46,238	8,9630	1,0021	44,243	48,232	26,0	62,0
Staffelstein Nach	keine Schraube	4 7	73,064	9,9922	1,4575	70,130	75,998	25,0	82,0
	eine Schraube	2 8	74,143	10,1460	1,9174	70,209	78,077	42,0	80,0
	zwei Schrauben	5	67,200	12,5180	5,5982	51,657	82,743	55,0	80,0
	Gesamt	8 0	73,075	10,1903	1,1393	70,807	75,343	25,0	82,0

Tabelle 16: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Anzahl der Schrauben in der Ausprägung Staffelstein Aufnahme und Nachbefragung

3.2.2.2 WOMAC-Score

Der durchschnittliche WOMAC-Gesamtscore zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** betrug für die 28 Teilnehmer der Gruppe mit einer Schraube 10,8 (95%-CI[-8.92, 29,12]) mit einer Standardabweichung von 23,97. Bei den fünf Teilnehmern mit zwei Schrauben lag ein Mittelwert von 30,80 (95%-CI[7.94, 69.54]) mit einer Standardabweichung von 31,20 vor.

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert	
						Untergrenze	Obergrenze
WOMAC Gesamt	keine Schraube	47	19,021	34,4033	5,0182	8,920	29,122
	eine Schraube	28	10,821	23,9754	4,5309	1,525	20,118
	zwei Schrauben	5	30,800	31,2042	13,9549	-7,945	69,545
	Gesamt	80	16,888	31,0312	3,4694	9,982	23,793

Tabelle 17: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Anzahl der Schrauben in der Ausprägung WOMAC Gesamt

3.2.3 Unterscheiden sich Männer und Frauen bei den funktionellen Ergebnissen?

3.2.3.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Die Scores wurden zur Klärung dieser Fragestellung zum Zeitpunkt der präoperativen Aufnahme in die Klinik und zum Zeitpunkt der Nachbefragung verglichen.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „Geschlecht männlich“ ($M = 46,57$; $SD 8,46$) und „Geschlecht weiblich“ ($M = 46,00$; $SD = 9,37$). Der Staffelstein-Score der Männer ist durchschnittlich 0.57 Punkte höher (95%-CI[-3.50, 4.65]), $t(78) = 0.281$, $p = .779$.

Auch zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen „Geschlecht männlich“ ($M = 73,93$; $SD = 10,48$) und „Geschlecht weiblich“ ($M = 72,46$; $SD = 10,04$). Der Staffelstein-Score der Männer ist durchschnittlich 1,47 Punkte höher (95%-[CI[-3.15, 6.09]), $t(78) = 0.633$, $p = .528$.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein Aufnahme	männlich	33	46,576	8,4670	1,4739
	weiblich	47	46,000	9,3785	1,3680
Staffelstein Nach	männlich	33	73,939	10,4879	1,8257
	weiblich	47	72,468	10,0452	1,4652

Tabelle 18: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Geschlecht (männlich/weiblich) und Staffelstein-Score

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit							
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz		
								Untere	Obere	
Staffelstein Aufnahme	Varianzen sind gleich	,558	,457	,281	78	,779	,5758	2,0476	-3,5006	4,6522
	Varianzen sind nicht gleich			,286	73,128	,775	,5758	2,0109	-3,4319	4,5834
Staffelstein Nach	Varianzen sind gleich	,395	,532	,633	78	,528	1,4713	2,3232	-3,1537	6,0964
	Varianzen sind nicht gleich			,629	67,126	,532	1,4713	2,3410	-3,2011	6,1438

Tabelle 19: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.3.2 WOMAC-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der WOMAC Gesamtscores zwischen den beiden Gruppen „Geschlecht männlich“ ($M = 16,09$; $SD = 36,41$) und „Geschlecht weiblich“ ($M = 17,44$; $SD = 27,02$). Der WOMAC Gesamtscore der Männer ist durchschnittlich 1.36 Punkte niedriger (95%-CI[-15.47, 12.76]), $t(78) = -0.191$, $p = .849$.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC Gesamt	männlich	33	16,091	36,4155	6,3391
	weiblich	47	17,447	27,0272	3,9423

Tabelle 20: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung WOMAC Gesamt

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
WOMAC Gesamt	,001	,979	-,191	78	,849	-1,3559	7,0909	-15,4728	12,7610
Varianzen sind gleich									
Varianzen sind nicht gleich			-,182	55,739	,857	-1,3559	7,4650	-16,3116	13,5998

Tabelle 21: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung WOMAC Gesamt

3.2.4 Haben Patienten mit Hüftgelenkdysplasie schlechtere funktionelle Ergebnisse?

3.2.4.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der präoperativen **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „mit Dysplasie“ ($M = 45,51$; $SD = 9,61$) und „ohne Dysplasie“ ($M = 47,67$; $SD = 7,49$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „mit Dysplasie“ ist durchschnittlich 2.16 Punkte niedriger (95%-CI[-6.37, 2.06]), $t(78) = -1.018$, $p = .312$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt des **Beginns der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „mit Dysplasie“ ($M = 48,09$; $SD = 8,06$) und „ohne Dysplasie“ ($M = 48,11$; $SD = 10,48$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „mit Dysplasie“ ist durchschnittlich 0,16 Punkte niedriger (95%-CI[-4.22, 4.19]), $t(78) = -0,008$, $p = .994$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Entlassung** aus der Rehabilitation zwischen den beiden Gruppen „mit Dysplasie“ ($M = 72,69$; $SD = 7,19$) und „ohne Dysplasie“ ($M = 72,22$; $SD = 8,27$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „mit Dysplasie“ ist durchschnittlich 0,47 Punkte höher (95%-CI[-3.08, 4.04]), $t(78) = 0,266$, $p = .791$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „mit Dysplasie“ ($M = 72,13$; $SD = 10,67$) und „ohne Dysplasie“ ($M = 74,92$; $SD = 9,06$). Der Staffelstein-Score der Gruppe „ohne Dysplasie“ ist durchschnittlich 2,79 Punkte höher (95%-CI[-7.58, 1.99]), $t(78) = -1,162$, $p = .249$.

	Dysplasie JA oder nein	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein Aufnahme	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	45,509	9,6109	1,3202
	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	47,667	7,4936	1,4421
Staffelstein Reha	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	48,094	8,0605	1,1072
	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	48,111	10,4820	2,0173
Staffelstein Entlassung	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	72,698	7,1966	,9885
	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	72,222	8,2710	1,5918
Staffelstein Nach	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	72,132	10,6771	1,4666
	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	74,926	9,0636	1,7443

Tabelle 22: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Staffelstein Aufnahme	Varianzen sind gleich	3,204	,077	-	78	,312	-2,1572	2,1187	-6,3753	2,0609
	Varianzen sind nicht gleich			1,018						
Staffelstein Reha	Varianzen sind gleich	1,054	,308	-,008	78	,994	-,0168	2,1140	-4,2254	4,1919
	Varianzen sind nicht gleich			-,007						
Staffelstein Entlassung	Varianzen sind gleich	,104	,748	,266	78	,791	,4759	1,7903	-3,0883	4,0401
	Varianzen sind nicht gleich			,254						
Staffelstein Nach	Varianzen sind gleich	,875	,352	-	78	,249	-2,7939	2,4041	-7,5800	1,9923
	Varianzen sind nicht gleich			1,162						

Tabelle 23: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.4.2 WOMAC-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC-Gesamtscore bei der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „mit Dysplasie“ ($M = 19,20$; $SD = 33,50$) und „ohne Dysplasie“ ($M = 12,33$; $SD = 25,47$). Der WOMAC (Gesamt) der Gruppe „mit Dysplasie“ ist durchschnittlich 6.87 Punkte höher (95%-CI[-7.74, 21.49]), $t(78) = 0.936$, $p = .352$.

	Dysplasie JA oder nein	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC Gesamt	mindestens eine der Bedingungen der Dysplasie trifft zu	53	19,208	33,5005	4,6016
	keine Dysplasie (Norm oder FAI)	27	12,333	25,4709	4,9019

Tabelle 24: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung WOMAC Gesamt

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit							
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz		
								Untere	Obere	
WOMAC Gesamt	Varianzen sind gleich	,632	,429	,936	78	,352	6,8742	7,3428	-7,7443	21,4927
	Varianzen sind nicht gleich			1,022	66,280	,310	6,8742	6,7234	-6,5484	20,2968

Tabelle 25: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung WOMAC Gesamt

3.2.5 Hat die Verkürzung oder Verlängerung des BWLA einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?

3.2.5.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der präoperativen **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 44,11$; $SD = 10,33$) oder „Verlängerung“ ($M = 46,50$; $SD = 8,82$) beim BWLA. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperative Verkürzung des Hebelarms“ ist durchschnittlich 2,39 Punkte niedriger (95%-CI[-8.72, 3.93]), $t(78) = -0.753$, $p = .453$.

Es gab einen **statistisch signifikanten Unterschied** bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt des **Beginns der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 42,22$; $SD = 8,34$) und „Verlängerung“ ($M = 48,84$; $SD = 8,72$) beim BWLA. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperative

Verkürzung des Hebelarms“ ist durchschnittlich 6,62 Punkte niedriger (95%-CI[-12.74, -0.50]), $t(78) = -2,155$, $p = .034$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Entlassung** aus der Rehabilitation zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 72,22$; $SD = 6,20$) oder „Verlängerung“ ($M = 72,57$; $SD = 7,71$) beim BWLA. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperative Verkürzung des Hebelarms“ ist durchschnittlich 0,35 Punkte niedriger (95%-CI[-5.69, 4.98]), $t(78) = -0,133$, $p = .895$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 75,66$; $SD = 6,08$) oder „Verlängerung“ ($M = 72,74$; $SD = 10,58$) beim BWLA. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperative Verkürzung des Hebelarms“ ist durchschnittlich 2.92 Punkte höher (95%-CI[-4.27, 10.11]), $t(78) = 0.808$, $p = .421$.

	BWLA_Quotient aus Hebelarm präoperativ / femoralem Hebelarm postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein Aufnahme	postoperative Verkürzung des Hebelarms	9	44,111	10,3374	3,4458
	postoperative Verlängerung des Hebelarms	71	46,507	8,8202	1,0468
Staffelstein Reha	postoperative Verkürzung des Hebelarms	9	42,222	8,3483	2,7828
	postoperative Verlängerung des Hebelarms	71	48,845	8,7238	1,0353
Staffelstein Entlassung	postoperative Verkürzung des Hebelarms	9	72,222	6,2004	2,0668
	postoperative Verlängerung des Hebelarms	71	72,577	7,7158	,9157
Staffelstein Nach	postoperative Verkürzung des Hebelarms	9	75,667	6,0828	2,0276
	postoperative Verlängerung des Hebelarms	71	72,746	10,5826	1,2559

Tabelle 26: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung Staffelstein-Score

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Staffelstein Aufnahme	Varianzen sind gleich	1,041	,311	-,753	78	,453	-2,3959	3,1801	-8,7270	3,9351
	Varianzen sind nicht gleich			-,665	9,535	,522	-2,3959	3,6013	10,4734	5,6815
Staffelstein Reha	Varianzen sind gleich	,019	,892	-	78	,034*	-6,6228	3,0734	-	12,7415
	Varianzen sind nicht gleich			-	10,345	,049	-6,6228	2,9691	-	13,2087
Staffelstein Entlassung	Varianzen sind gleich	,132	,717	-,133	78	,895	-,3552	2,6800	-5,6908	4,9803
	Varianzen sind nicht gleich			-,157	11,399	,878	-,3552	2,2606	-5,3095	4,5990
Staffelstein Nach	Varianzen sind gleich	1,573	,214	,808	78	,421	2,9202	3,6136	-4,2739	10,1143
	Varianzen sind nicht gleich			1,224	15,063	,240	2,9202	2,3850	-2,1616	8,0019

Tabelle 27: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.5.2 WOMAC-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC-Gesamtscores zwischen den beiden Gruppen „postoperative Verkürzung“ ($M = 8,11$; $SD = 11,75$) oder „postoperative Verlängerung“ ($M = 18,00$; $SD = 32,55$) beim BWLA. Der WOMAC Gesamtscore der Gruppe mit „postoperative Verkürzung des Hebelarms“ ist durchschnittlich 9.89 Punkte niedriger (95%-CI[-31.77, 11.99]), $t(78) = -0.900$, $p = .371$.

	BWLA-Quotient aus Hebelarm präoperativ / femoralem Hebelarm postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC Gesamt	postoperative Verkürzung des Hebelarms	9	8,111	11,7521	3,9174
	postoperative Verlängerung des Hebelarms	71	18,000	32,5546	3,8635

Tabelle 28: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung WOMAC Gesamt

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
WOMAC Gesamt	Varianzen sind gleich	2,369	,128	-,900	78	,371	-9,8889	10,9931	-	11,9966
	Varianzen sind nicht gleich			-	28,095	,083	-9,8889	5,5020	-	1,3798

Tabelle 29: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung WOMAC Gesamt

3.2.6 Hat eine Kaudalisierung oder Kranialisierung des Hüftrotationszentrums einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis?

3.2.6.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der präoperativen **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „postoperative Kaudalisierung“ ($M = 46,41$; $SD = 9,15$) oder „postoperative Kranialisierung“ ($M = 46,13$; $SD = 8,94$) beim Hüftrotationszentrum. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperativer Kaudalisierung“ ist durchschnittlich 0,27 Punkte höher (95%-CI[-3.89, 4.45]), $t(78) = 0,132$, $p = .895$.

Es gab einen **statistisch signifikanten Unterschied** bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt des **Beginns der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „postoperative Kaudalisierung“ ($M = 51,37$; $SD = 9,47$) und „postoperative Kranialisierung“ ($M = 46,23$; $SD = 8,03$) beim Hüftrotationszentrum. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperativer Kaudalisierung“ ist durchschnittlich 5,14 Punkte höher (95%-CI[1.17, 9.11]), $t(78) = 2,57$, $p = .012$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Entlassung** aus der Rehabilitation zwischen den beiden Gruppen „postoperative Kaudalisierung“ ($M = 71,10$; $SD = 9,84$) oder „postoperative Kranialisierung“ ($M = 73,35$; $SD = 5,77$) beim Hüftrotationszentrum. Der Staffelstein-Score der Gruppe mit „postoperativer Kaudalisierung“ ist durchschnittlich 2,24 Punkte niedriger (95%-CI[-6.29, 1.79]), $t(39,2) = -1.12$, $p = .267$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „Kaudalisierung“ ($M = 71,48$; $SD = 12,61$) oder „Kranialisierung“ ($M = 73,98$; $SD = 8,52$) beim Hüftrotationszentrum. Der Staffelstein-Score „Nach“ der Gruppe mit „postoperativer Kaudalisierung“ ist durchschnittlich 2.49 Punkte niedriger (95%-CI[-7.21, 2.22]), $t(78) = -1.055$, $p = .295$.

	HC_Quotient aus der Höhe des Hüftkopfrrotationszentrum präoperativ vs. postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein Aufnahme	postoperative Kaudalisierung des Rotationszentrums	29	46,414	9,1555	1,7001
	postoperative Kranialisierung des Rotationszentrums	51	46,137	8,9421	1,2521
Staffelstein Reha	postoperative Kaudalisierung des Rotationszentrums	29	51,379	9,4771	1,7599
	postoperative Kranialisierung des Rotationszentrums	51	46,235	8,0389	1,1257

Staffelstein Entlassung	postoperative Kaudalisierung des Rotationszentrums	29	71,103	9,8429	1,8278
	postoperative Kranialisierung des Rotationszentrums	51	73,353	5,7787	,8092
Staffelstein Nach	postoperative Kaudalisierung des Rotationszentrums	29	71,483	12,6169	2,3429
	postoperative Kranialisierung des Rotationszentrums	51	73,980	8,5217	1,1933

Tabelle 30: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung Staffelstein-Score

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Staffelstein Aufnahme	Varianzen sind gleich	,063	,802	,132	78	,895	,2765	2,0976	-3,8996	4,4526
	Varianzen sind nicht gleich			,131	57,191	,896	,2765	2,1115	-3,9513	4,5044
Staffelstein Reha	Varianzen sind gleich	1,496	,225	2,577	78	,012*	5,1440	1,9962	1,1700	9,1181
	Varianzen sind nicht gleich			2,462	50,834	,017	5,1440	2,0891	,9497	9,3383
Staffelstein Entlassung	Varianzen sind gleich	4,319	,041	- 1,290	78	,201	-2,2495	1,7433	-5,7201	1,2211
	Varianzen sind nicht gleich			- 1,125	39,208	,267	-2,2495	1,9989	-6,2919	1,7929
Staffelstein Nach	Varianzen sind gleich	2,021	,159	- 1,055	78	,295	-2,4976	2,3683	-7,2126	2,2173
	Varianzen sind nicht gleich			-,950	42,798	,347	-2,4976	2,6293	-7,8008	2,8055

Tabelle 31: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.6.2 WOMAC-Score

Die Überprüfung der Varianzhomogenität erfolgte auch mit dem Levene-Test, gemäß dem jedoch keine Gleichheit der Varianzen angenommen werden konnte ($p = .002$). Daraufhin wurde anstatt eines t-Tests ein Welch-Test berechnet. Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich des WOMAC-Gesamtscores zwischen den beiden Gruppen „Kaudalisierung“ ($M = 25,55$; $SD = 43,76$) oder „Kranialisierung“ ($M = 11,96$; $SD = 19,50$) beim Hüftrotationszentrum. Der WOMAC-Gesamtscore der Gruppe mit „postoperativer Kaudalisierung“ ist durchschnittlich 13.59 Punkte höher (95%-CI[-3.82, 31.01]), Welch-Test (34.43) = 1.58, $p = .122$.

	HC_Quotient aus der Höhe des Hüftkopffrotationszentrum präoperativ vs. postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC Gesamt	postoperative Kaudalisierung des Rotationszentrums	29	25,552	43,7653	8,1270
	postoperative Kranialisierung des Rotationszentrums	51	11,961	19,5069	2,7315

Tabelle 32: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung WOMAC Gesamt

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
WOMAC Gesamt	10,119	,002	1,915	78	,059	13,5909	7,0983	-,5406	27,7225
Varianzen sind gleich									
Varianzen sind nicht gleich			1,585	34,437	,122	13,5909	8,5738	-3,8249	31,0068

Tabelle 33: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung WOMAC Gesamt

3.2.7 Hat eine postoperative Verkürzung oder Verlängerung des femoralen Offsets einen Einfluss auf das klinische Ergebnis?

3.2.7.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der präoperativen **Aufnahme** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 45,87$; $SD = 8,76$) oder „Verlängerung“ ($M = 47,18$; $SD = 9,61$) beim FO-Quotienten. Der Staffelstein-Score „der Gruppe mit postoperativer „Verkürzung“ ist durchschnittlich 1,3 Punkte niedriger (95%-CI[-5.78, 3.18]), $t(78) = -0,578$, $p = .565$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt des **Beginns der Rehabilitation** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 48,91$; $SD = 9,12$) oder „Verlängerung“ ($M = 45,95$; $SD = 8,00$) beim FO-Quotienten. Der Staffelstein-Score „der Gruppe mit postoperativer „Verkürzung“ ist durchschnittlich 2,95 Punkte höher (95%-CI[-1.44, 7.36]), $t(78) = 1,337$, $p = .185$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Entlassung** aus der Rehabilitation zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 72,91$; $SD = 7,69$) oder „Verlängerung“ ($M = 71,54$; $SD = 7,14$) beim FO-Quotienten. Der Staffelstein-Score „der Gruppe mit postoperativer „Verkürzung“ ist durchschnittlich 1,89 Punkte höher (95%-CI[-2.39, 5.13]), $t(78) = 0,724$, $p = .471$.

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Staffelstein Scores zum Zeitpunkt der **Nachbefragung** zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ ($M = 73,76$; $SD = 10,93$) oder „Verlängerung“ ($M = 72,31$; $SD = 8,06$) beim FO-Quotienten. Der Staffelstein-Score „der Gruppe mit postoperativer „Verkürzung“ ist durchschnittlich 1.04 Punkte höher (95%-CI[-4.06, 6.15]), $t(78) = 0,407$, $p = .685$.

	FO_Quotient aus femoralem Offset präoperativ / femoralem Offset postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Staffelstein	postoperative Verkürzung des Offsets	58	45,879	8,7621	1,1505
Aufnahme	postoperative Verlängerung des Offsets	22	47,182	9,6196	2,0509
Staffelstein	postoperative Verkürzung des Offsets	58	48,914	9,1273	1,1985
Reha	postoperative Verlängerung des Offsets	22	45,955	8,0088	1,7075
Staffelstein	postoperative Verkürzung des Offsets	58	72,914	7,6943	1,0103
Entlassung	postoperative Verlängerung des Offsets	22	71,545	7,1429	1,5229
Staffelstein	postoperative Verkürzung des Offsets	58	73,362	10,9379	1,4362
Nach	postoperative Verlängerung des Offsets	22	72,318	8,0675	1,7200

Tabelle 34: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung Staffelstein-Score

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Staffelstein Aufnahme	,040	,843	-,578	78	,565	-1,3025	2,2538	-5,7894	3,1844
Varianzen sind nicht gleich			-,554	35,019	,583	-1,3025	2,3516	-6,0764	3,4714
Staffelstein Reha	1,479	,228	1,337	78	,185	2,9592	2,2135	-1,4475	7,3660
Varianzen sind nicht gleich			1,419	42,948	,163	2,9592	2,0861	-1,2479	7,1664
Staffelstein Entlassung	,334	,565	,724	78	,471	1,3683	1,8904	-2,3952	5,1319
Varianzen sind nicht gleich			,749	40,652	,458	1,3683	1,8275	-2,3234	5,0601
Staffelstein Nach	,227	,635	,407	78	,685	1,0439	2,5651	-4,0629	6,1507
Varianzen sind nicht gleich			,466	51,305	,643	1,0439	2,2408	-3,4540	5,5418

Tabelle 35: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung Staffelstein-Score

3.2.7.2 WOMAC-Score

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der WOMAC-Gesamtscores zwischen den beiden Gruppen „Verkürzung“ (M = 17,13; SD = 33,84) oder „Verlängerung“ (M = 16,22; SD = 22,62) beim FO Quotienten. Der WOMAC-Gesamtscore der Gruppe mit postoperativer „Verkürzung“ ist durchschnittlich 0.91 Punkte höher (95%-CI[-14.66, 16.8]), $t(78) = 0.116$, $p = .908$.

	FO_Quotient aus femoralem Offset präoperativ / femoralem Offset postoperativ	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
WOMAC	postoperative Verkürzung des Offsets	58	17,138	33,8487	4,4446
Gesamt	postoperative Verlängerung des Offsets	22	16,227	22,6273	4,8242

Tabelle 36: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung WOMAC Gesamt

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
WOMAC Gesamt	,519	,473	,116	78	,908	,9107	7,8189	- 14,6556	16,4769
			,139	56,724	,890	,9107	6,5595	- 12,2258	14,0471

Tabelle 37: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung WOMAC Gesamt

4. Diskussion

4.1 Studiendesign und Patientenkollektiv

Im Verlauf der letzten etwa 20 Jahre gab es eine zunehmende Anzahl an Studien, die sich speziell mit der zusätzlichen Schraubenfixierung von Press-fit Pfannen beschäftigt hat.

Insbesondere zu erwähnen ist hierbei eine Meta-Analyse von Ni et al. aus dem Jahr 2022, bei der 19 Studien mit insgesamt 4046 Hüfttotalendoprothesen betrachtet wurden. Der Fokus eines Großteils dieser Studien lag im Bereich der Stabilität der Pfannen und etwaiger auftretender Komplikationen wie Osteolysen, Veränderungen der Pfannenposition, oder Häufigkeit von Revisionen. Nur ein geringerer Teil beschäftigte sich primär mit dem resultierenden funktionellen Ergebnis, was, wie im Rahmen der Einleitung dieser Arbeit dargelegt, oftmals für den Patienten selbst eine subjektiv besonders relevante Messgröße des Operationserfolgs ist.

Im Rahmen dieser Dissertation und retrospektiven Analyse einer prospektiven Datenbank wurden insgesamt 80 primäre Implantationen von Hüfttotalendoprothesen zwischen 2005 und 2015 erfasst und analysiert. Mit dieser Anzahl ist der reine Umfang der untersuchten Hüften vergleichbar und tendenziell sogar etwas höher als in anderen Veröffentlichungen, die sich auch mit funktionellen Ergebnissen beschäftigen [Howie et al., 2020; Otten et al., 2016; Pakvis et al., 2012; Röhrli et al., 2004; Thanner et al., 2000]. Durch die Nutzung von zugesandten Fragebögen, ergänzt durch ein telefonisches Interview, konnte zudem das Vorliegen nicht beantworteter Fragen (sog. „missing data“) ausgeschlossen werden, was ein gängiges Problem in wissenschaftlichen Studien darstellt, und zu falschen Annahmen führen kann [Kang, 2013].

Die Länge des Nachbetrachtungszeitraums stellt unseres Erachtens einen angemessen langen Zeitraum zur Beurteilung des Operationsergebnisses dar. Der durchschnittliche Patient in unserer Studie war zum Zeitpunkt der Operation 64,03 Jahre (SD = 9,09 Jahre) bei einem Follow-up von 8,13 Jahren (SD = 9,03). Dieses Follow-up variiert in vergleichbaren Studien stark. Im untersuchten Kollektiv von Ni et al. reichte dieses beispielsweise von einem Jahr [Pepe et al., 2017], über mehrere Untersuchungen nach zwei Jahren [Howie et al., 2020; Pakvis et al., 2012; Thanner et al., 2000], welchen zwischen fünf [Yalcin et al., 2011] und sechseinhalb Jahren

[Minten et al., 2016] bis hin zu einer Studie mit einem 14-Jahreszeitraum [Otten et al., 2016].

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Auswirkungen einer Verschraubung

4.2.1.1 Funktionelles Ergebnis

Die Hauptfragestellung, die zu dieser Dissertationsarbeit führte, war, ob eine zusätzliche Verschraubung der Press-fit Pfannen einen Einfluss auf das funktionelle Langzeitergebnis hat. Weder im modifizierten Staffelstein-Score, zu den jeweiligen Messzeitpunkten, noch im WOMAC-Score bei der Nachbefragung oder der dezidierten Analyse seiner Subkategorien (Schmerz, Steifigkeit, ADL) ergab sich hierbei ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Dieses Ergebnis deckt sich mit dem der bereits zuvor erwähnten Meta-Analyse aus dem Jahr 2022 von Ni et al., in der, von den insgesamt 19 untersuchten Studien, acht das funktionelle Ergebnis, gemessen anhand des HHS, mitbetrachteten. Auch hier ließ sich in der Gesamtanalyse kein signifikanter Unterschied des Funktionsscores zwischen der Gruppe „mit Schrauben“ oder „ohne Schrauben“, bei insgesamt 431 untersuchten Hüften, darstellen [Ni et al., 2022]. Von den inkludierten Studien hatte nur eine einen noch längeren Nachbetrachtungszeitraum als diese Arbeit, nämlich die von Otten et al. aus dem Jahr 2016. Otten untersuchte 48 Hüften in einem Zeitraum von 14 Jahren, wobei vier verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Verankerungsmöglichkeiten verglichen wurden. Die Gruppe mit zusätzlicher Schraubenfixierung – hier waren es immer drei eingebrachte Schrauben – umschloss 17 Probanden. Sowohl im Vergleich der vier Gruppen als auch im direkten Vergleich zwischen Press-fit mit und ohne Schraube ergab sich auch in der Studie kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die gemessenen Funktionsscores [Otten et al., 2016].

Somit lässt sich anhand der vorliegenden Arbeit und der bisher zu dieser speziellen Thematik vorhandenen Literatur feststellen, dass es keinen relevanten Unterschied zwischen den funktionellen Ergebnissen zwischen verschraubten und unverschraubten Press-fit Pfannen gibt.

4.2.1.2 Standzeit der Prothese

Eine weitere Hauptfragestellung war, ob die zusätzliche Fixation mit Schrauben einen Einfluss auf die Standzeit der Prothese hat, was wir anhand des Aufkommens von Revisionsereignissen gemessen haben. Bei der geringen Fallzahl ließ sich jedoch keine allgemeingültige Aussage diesbezüglich treffen. In dem für diese Arbeit ausgewählten Kollektiv kam es zu lediglich zwei Revisionen (2,5% aller Fälle) bei jeweils einem Mann und einer Frau, was insgesamt einem überaus guten Ergebnis entspricht. In kumulierten Daten aus weltweiten Registern variierte die Revisionsrate bei Hüfttotalendoprothesen nach 10 Jahren zwischen 4% und 12% [Kandala et al., 2015; Labek et al., 2011]. In unserem Fall lag bei einem Studienteilnehmer mit einer verschraubten Pfanne nach 74 Monaten ein Verschleiß des Inlays vor. Bei der Studienteilnehmerin ohne verschraubte Pfanne kam es zu einem Frühinfekt nach 8 Monaten. Bei beidem handelt es sich um typische Komplikationen nach endoprothetischem Gelenkersatz [Duwelius et al., 2023]. Eine zum Nachuntersuchungszeitpunkt etwaig verkürzte Standzeit ließ sich bei verschraubten Pfannen somit nicht nachweisen. Ergänzend ist anzumerken, dass, wie in der Einleitung erwähnt, drei Viertel aller Hüftendoprothesen jedoch in der Regel 15-20 Jahre halten und etwas mehr als die Hälfte gar noch länger. Hier wäre es von großem Interesse diese noch deutlich längeren, und bisher kaum durch Studien abgedeckten, Nachbegutachtungszeiträume zu untersuchen, um festzustellen, ob es dann signifikante Unterschiede gibt. Ferner sollte eine größere Menge an Patienten untersucht werden, um bei den teilweise niedrigen prozentualen Revisionsraten, einen merklichen Effekt ausmachen zu können.

Erschwerend für die Beantwortung der Fragestellung in Bezug auf funktionelles Ergebnis und Standzeit dürfte die immense Heterogenität an Studien darstellen, die unterschiedliche Zugangstechniken, Erfahrungen der Operateure, OP-Techniken, verwendete Prothesenmaterialien und Rehabilitationsqualitäten umfassen. Auch beispielsweise die Dauer des stationären Aufenthaltes nach der Operation hat in Studien einen Einfluss auf die Funktionsscores und Geschwindigkeit der Rekonvaleszenz [Berger et al., 2004].

4.2.2 Geschlechtsspezifische Ergebnisse

Als hervorzuhebendes, signifikantes Ergebnis der Studie stellte sich in der geschlechtsspezifischen Analyse heraus, dass eine zusätzliche Verschraubung signifikant häufiger ($p = .018$) bei Frauen, als bei Männern erfolgte. Von den 33 Patienten mit Schrauben waren 25 Frauen (75,76%).

Eine ähnliche signifikante Häufung stellte bereits García-Rey in einer Studie von 2017 heraus, in der, bei einem durchschnittlichen Follow-up von 9,6 Jahren, von den 155 verschraubten Pfannen in 94 Fällen (60,64%) Frauen betroffen waren. Diese Häufung wurde darauf zurückgeführt, dass die subchondrale Knochenstruktur bei Frauen üblicherweise osteoporotischer ist als bei Männern und daher das Auffräsen des Pfannenlagers „aggressiver“ geschieht und dies die initiale Stabilität der Press-Fit Pfanne beeinträchtigen könnte, bei langfristig jedoch guter Stabilität [García-Rey, 2017].

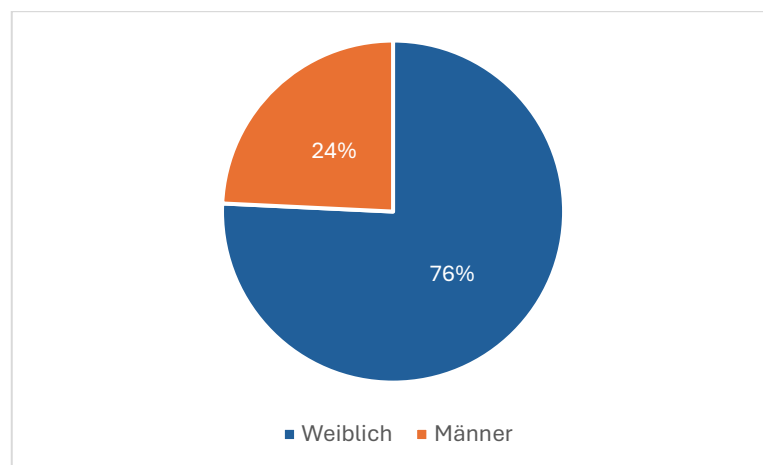


Abbildung 18 Häufigkeit der zusätzlichen Verschraubung nach Geschlecht (eigene Darstellung)

Anders als bei der Häufigkeit der Verschraubung, ließ sich in der vorliegenden Studie weder im modifizierten Staffelstein-Score zum Zeitpunkt der präoperativen Aufnahme oder der Nachbefragung noch im WOMAC-Score ein signifikanter Unterschied in den funktionellen Ergebnissen zwischen den beiden Geschlechtern darstellen.

In der Literatur wird in vielen Studien von einem geschlechtsspezifischen Unterschied zwischen Männern und Frauen berichtet, die sich einer H-TEP-Implantation unterziehen, was bei manchen Untersuchern gar die Frage aufwarf, ob

es für das jeweilige Geschlecht angepassten Gelenkersatz geben sollte [Johnson et al., 2011].

Eine einhellige Meinung darüber, dass eines der Geschlechter bezüglich des funktionellen Ergebnisses merklich schlechter abschneidet, gibt es bisher nicht. Eine Studie von Holtzman et al. aus dem Jahr 2002, in der 1120 Patienten untersucht wurden, die einen künstlichen Totalersatz der Hüfte erhielten, wurde bei Frauen, nach Adjustierung für Komorbiditäten und Alter, von einem merklich schlechteren funktionellen Ergebnis 12 Monate nach Implantation einer H-TEP berichtet, als bei Männern [Holtzman et al., 2002]. Eine weitere Studie von Mannion et al. aus dem Jahr 2015, bei der 300 Patienten nach H-TEP-Implantation untersucht wurden und zwei krankheitsspezifische und ein unspezifischer PROM angewandt wurden, kamen hingegen zu dem Ergebnis, dass es zum Zeitpunkt der Nachbefragung nach 12 Monaten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern gab [Mannion et al., 2015]. Eine noch größere Analyse mit Daten aus dem Dänischen Arthroplastieregister aus dem Jahr 2019, mit insgesamt 6.030 analysierten Patientenfällen, stellte heraus, dass weibliches Geschlecht ein möglicher Risikofaktor für sog. „slow starter“ ist, welche mit einer nur langsamen Verbesserung von Funktionsscores innerhalb der ersten 12 Monate korrelieren [Hesseling et al., 2019]. Hierbei ist anzumerken, dass sich die genannten Studien jeweils nicht dezidiert mit einer zusätzlichen Schraubenfixierung beschäftigen.

Das in der vorliegenden Studie, und dem anderer vergleichbarer Untersuchungen, deutlich längere Follow-up gleicht diesen initialen langsamen Anstieg mutmaßlich aus und führt daher insgesamt zu einem gleichwertigen funktionellen Ergebnis zwischen den beiden Geschlechtern nach dem fast zehnjährigen Nachbetrachtungszeitraum.

4.2.3 Auswirkungen einer Hüftgelenkdysplasie

Aus der Studie ausgeschlossen wurden bereits initial Patienten, die höhergradige Abnormitäten im Bereich der Hüftgelenkspfanne aufwiesen oder gar Voroperationen, wie sie zum Beispiel bei ausgeprägteren Dysplasien der Fall sein können. Diese zuvor beschriebenen Ausschlusskriterien können zu mannigfaltigen anatomischen und funktionellen Veränderungen führen, die für eine

Endoprothesenimplantation unvorhersehbar herausfordernd und komplikationsbehaftet sein können [Papachristou et al., 2021]. Zudem werden höhergradige Dysplasien, wenn sie beispielsweise im Kindesalter nicht erkannt oder adäquat behandelt wurden, in der Regel meist bereits deutlich früher symptomatisch und erfordern einen Korrekturingriff oder chirurgischen Gelenkersatz bereits im früheren Erwachsenenalter.

Von den in die Studie inkludierten Patienten wiesen 53 der 80 Patienten (66,3%) mindestens eines der radiologischen Merkmale einer Hüftgelenkdysplasie auf und wurden für die Analyse der dysplasiespezifischen Fragestellungen in die Gruppe mit Dysplasie eingeordnet. Zwischen den beiden so definierten Gruppen gab es weder einen Unterschied in der Häufigkeit der Verschraubung noch in den funktionellen Ergebnissen zwischen den beiden Gruppen im modifizierten Staffelstein- oder im WOMAC-Score zu irgendeinem Zeitpunkt der Untersuchung.

Die für die Einordnung einer etwaigen Dysplasie erhobenen Messparameter selbst, mit ihren jeweiligen Richtwerten, gehen auf einen 2008 in „Der Orthopäde“ publizierten Artikel zurück, der sich dezidiert mit der bildgebenden Diagnostik der Hüftdysplasie beschäftigte [Henle et al., 2008]. Wir orientierten uns hieran und zogen die Parameter als Kriterium zur Abgrenzung einer dysplastischen von einer nicht dysplastischen Hüfte heran. Da jedoch beispielsweise bei dem CE-Winkel Wiberg, der Erfinder des Winkels selbst, Werte zwischen 20 und 25° als grenzwertig und erst Werte < 20° als Zeichen einer azetabulären Dysplasie wertete [Wiberg, 1939], im Artikel selbst jedoch bereits Werte unterhalb von 25° als dysplastisch definiert wurden, besteht ein gewisser Bereich, in dem womöglich keine oder nur eine dezent ausgeprägte Dysplasie vorliegt, diese aber im Rahmen der Studie als dysplastische Hüfte beurteilt wird.

Auch wenn die Hüftgelenkdysplasie die häufigste Ursache für eine sekundäre Coxarthrose ist, sind durch diese Einordnung vermutlich überdurchschnittlich viele Patienten in die Gruppe der Hüftgelenkdysplasie einsortiert worden. Die Prävalenz der Hüftgelenkdysplasie in der Allgemeinbevölkerung hängt stark vom untersuchten Kollektiv und Land ab, in dem die Untersuchung durchgeführt wurde. Eine dänische Querschnittuntersuchung aus dem Jahr 2005 von Jacobsen und Sonne-Holm, die 2232 Frauen und 1336 Männer zwischen dem Alter von 20 und 91 Jahren umfasste, fand beispielsweise eine Prävalenz von 5,4-12,8%, basierend auf radiographischen

Messungen [Jacobsen und Sonne-Holm, 2005]. Eine andere Studie aus dem Vereinigen Königreich, die im Jahr 2003 publiziert wurde, untersuchte speziell die Prävalenz der Hüftpfannendysplasie bei Patienten, die sich aufgrund von neu aufgetretenen Hüftschmerzen beim Primärarzt vorstellten. Hierbei wurden 195 Patienten ab dem Alter von 40 Jahren inkludiert, bei einem mittleren Alter von 63 Jahren, von denen gar 32% die Kriterien einer solchen Dysplasie erfüllten [Birrell et al., 2003]. Noch steigern lässt sich diese Zahl in einem von Muddaluru et al. 2023 untersuchten Kollektiv, in dem 40% der teilnehmenden Patienten unter 50 Jahren, die sich zur Implantation einer H-TEP vorstellten, an einer radiologisch messbaren Hüftgelenkdysplasie litten [Muddaluru et al., 2023].

Weiterhin untersuchten wir in diesem Rahmen, ob bei verschraubten Hüften präoperativ eine steilere Inklination vorlag, da nach Murray et al. dysplastische Hüften nicht selten Inklinationswinkel von 60° aufwiesen [Murray, 1993]. Als weiteres festes Kriterium für die Gruppe der Dysplasie hielten wir den Winkel jedoch für zu unsicher und nutzten ihn nur für eine Subanalyse. In dieser Analyse gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den präoperativen Inklinationswinkeln der beiden Gruppen. Tendenziell war die Inklination in der Gruppe mit Schrauben wenige Grad höher.

Schlussfolgern lässt sich, dass eine etwaige Hüftgelenkdysplasie in dem untersuchten Kollektiv keine signifikanten Auswirkungen auf das funktionelle Ergebnis hatte. Die Kriterien bezüglich des Vorliegens einer etwaigen Hüftgelenkdysplasie zum Zeitpunkt der Operation, und des jeweiligen Schweregrades, wären jedoch eine gute Ergänzung für die weltweiten Gelenk- oder Endoprothetikregister. Dies würde eine deutlich größere Menge an verwertbaren Daten generieren und eine noch bessere Abschätzung der Prävalenz dieser Erkrankung und ihre Wechselwirkung mit der Hüftendoprothetik erlauben.

4.2.4 Auswirkungen einer veränderten Biomechanik

Um weitere, für das Ergebnis einer H-TEP-Implantation potenziell relevante, biomechanische Faktoren in unsere Analyse einzuschließen, wurden zusätzlich die Auswirkungen eben dieser veränderten Biomechanik in Bezug auf das funktionelle Ergebnis untersucht.

In der biomechanischen Theorie, wie im Methodenteil unter Punkt 2.8.7 bereits dargelegt, wäre eine Verkleinerung des BWLA mit einer reduzierten auf das Gelenk einwirkenden Kraft und eine Kranialisierung des Hüftrotationszentrums mit einem möglichen Kraftverlust der Abduktormuskulatur einhergehend. Beide Fälle sind überwiegend im Rahmen der Studie eingetreten, sodass es bei 71 von 80 Patienten zu einer relativen postoperativen Verlängerung des BWLA und bei 51 von 80 Patienten zu einer relativen Kranialisierung des Hüftrotationszentrums kam. Weiterhin ist insbesondere eine Verkürzung des femoralen Offsets in Studien negativ mit erreichter Punktzahl im WOMAC-Score assoziiert [Mahmood et al., 2016], was sich im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch nicht bestätigte. Von den 80 Patienten kam es gar bei 58 nach der Operation zu einer relativen Verkürzung des FO, was sich allerdings nicht in einem signifikant unterschiedlichen oder gar schlechteren Funktionsstatus widerspiegelte.

In der Analyse der Daten ergaben sich bei Betrachtung des Staffelstein Scores insgesamt jedoch zwei statistisch signifikante Unterschiede, jeweils zum Zeitpunkt des Beginns der Rehabilitation. Hier führte eine postoperative Verkürzung des BWLA zu einem niedrigeren Score, also einem schlechteren funktionellen Ergebnis, und eine postoperative Kaudalisierung des Hüftrotationszentrums zu einem höheren Score, dementsprechend einem besseren Ergebnis. Da sich diese Ergebnisse auf einen so frühen Zeitpunkt wie den Beginn der Rehabilitation, welcher wenige Tage nach der Operation liegt, beziehen und auch nur zu diesem einzigen Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied darstellten, werteten wir die Ergebnisse nicht als relevanten zugrundeliegenden Einfluss dieser veränderten Biomechanik auf die Gesamtergebnisse der Studie. Ferner sollte diese Subanalyse nicht im Sinne einer adäquaten rein biomechanischen Studie verstanden werden, da es sich bei den gemessenen Werten um relative Längenveränderungen handelt, für die kein oberer oder unterer cut-off Wert festgelegt wurde, ab wann diese als potenziell negativ für die Biomechanik des Hüftgelenks angesehen werden könnten, und die reine Richtung des Quotienten (über eins oder unter eins) beurteilt wurde.

4.3 Methodenkritische Aspekte

4.3.1 Studiendesign und Patientenkollektiv

Diese retrospektive Studie wurde in Form einer Analyse bereits vorliegender Daten und Erhebung weiterer Informationen mittels einer Telefonbefragung und verschiedener Scores durchgeführt. Das hiermit erhobene funktionelle Ergebnis wäre noch aussagekräftiger gewesen, wenn eine orthopädische Untersuchung der Patienten stattgefunden hätte, wie es üblicherweise auch im Rahmen des unmodifizierten Staffelstein-Scores vorgesehen ist. Hierbei ließe sich insbesondere eine etwaige Schwäche der Hüftgelenkumgebenden Muskulatur, ein Hinken oder Beinlängendifferenzen deutlich besser einschätzen und potentielle, nicht durch das Hüftgelenk selbst bedingte, Einschränkungen des Bewegungsapparates feststellen. Weiterhin wäre so eine über einen Fragebogen hinausgehende Einschätzung des allgemeinen Gesundheitszustandes der Patienten möglich gewesen. Da dies den Umfang der Studie deutlich erweitert hätte und womöglich einige Patienten einer telefonischen Befragung, nicht aber der Fahrt in die Klinik, beispielsweise aufgrund eines Umzugs nach der Operation, zugänglich gewesen wären, entschlossen wir uns gegen ein abweichendes Studiendesign. Bereits für diese Studie stellte es sich als herausfordernd dar, ausreichend Studienteilnehmende zu rekrutieren, da die Rücklaufquote insgesamt bei lediglich 25,4% und für die Patienten mit Schrauben sogar nur bei 22,8% lag.

Einschränkend bezüglich des Designs ist ebenfalls zu sagen, dass die Patienten rein telefonisch befragt wurden und der Fragebogen den Patienten zwar selbst auch vorlag, im Rahmen der Studie jedoch durch den Untersucher während des Telefonats ausgefüllt wurde. Unklar ist an dieser Stelle, ob die Patienten gleiche Angaben gemacht hätten, wenn sie den jeweiligen Fragebogen allein und ohne gleichzeitiges Gespräch mit dem Untersucher ausgefüllt hätten. Eine Untersuchung von Norquist et al. konnte diesbezüglich zeigen, dass Patienten durchschnittlich bessere Resultate angaben, wenn sie durch den Untersucher telefonisch befragt wurden im Vergleich zum eigenständigen ausfüllen des Fragebogens im Vorjahr [Norquist et al., 2000].

Kritisch zu beurteilen ist ferner, dass in der vorliegenden Analyse Faktoren wie BMI und etwaige Begleiterkrankungen des Patienten in der Datenerhebung nicht

berücksichtigt wurden. Der durchschnittliche Patient in unserer Studie war zum Zeitpunkt der Operation 64,03 Jahre (SD = 9,09 Jahre) bei einem Follow-up von 8,13 Jahren (SD = 9,03). Dementsprechend lag der Altersdurchschnitt zum Zeitpunkt der Befragung bei etwa Anfang 70, wodurch auch andere, alterstypische Erkrankungen einen Einfluss auf die Mobilität und Beschwerden des Patienten haben könnten. Der verwendete Fragebogen bezieht sich zwar ausschließlich auf die Beschwerden des betroffenen Hüftgelenkes, dies unterliegt jedoch der subjektiven Einschätzung des Patienten und weitere Faktoren könnten, seien es nun beispielsweise kardiovaskuläre Erkrankungen mit einer Einschränkung der allgemeinen Belastbarkeit oder degenerative Veränderungen der Wirbelsäule, unbewusst in die Entscheidungsfindung mit einfließen. Dies macht sich insbesondere dann bemerkbar, wenn es die abgefragte Einschätzung der möglichen Teilnahme an Aktivitäten des alltäglichen Lebens betrifft, beispielsweise beim Treppen steigen, was dann wiederum zu einem fälschlicherweise schlechteren Funktionsscore der Hüfte führt.

Auch beispielsweise die Häufigkeit der Einnahme von Analgetika blieb in unserer Untersuchung unbeachtet und sollte bei ähnlichen Untersuchungen ergänzt werden, um etwaige weitere Störfaktoren in der Analyse zu erkennen.

4.3.2 Auswahl der Funktionsscores

Für die vorliegende Studie wurde der modifizierte Staffelstein-Score und der WOMAC-Score als Maß des funktionellen Outcomes nach H-TEP-Implantation genutzt. Nähere Kritik zu den verwendeten Scores selbst folgt in den nächsten Unterpunkten.

Das Erheben von Funktionsscores mittels verschiedener PROMs (Patient Reported Outcome Measures) ist ein wichtiges Mittel, um das subjektive funktionelle Ergebnis und die Patientenzufriedenheit nach einer Operation messbar zu machen. Unter Punkt 1.5 wurde bereits auf die immense Anzahl dieser verschiedenen Messmethoden eingegangen. Auch in Bezug auf krankheitsspezifische und auf das Hüftgelenk bezogene PROMs gibt es diesbezüglich eine große Bandbreite. In einem Literaturreview aus dem Jahr 2020 von Vajapey et al. wurden zwischen 2014 und 2019 insgesamt 159 randomisierte kontrollierte Studien, die sich speziell mit

der Hüftendoprothetik beschäftigten, unter anderem in der Auswahl ihrer PROMs untersucht. Hierbei wurden allein 35 einzigartige Messmethoden gefunden, von denen der am häufigsten angewandte krankheitsspezifische PROM der Harris Hip Score (HHS) war, der in 42% der Studien angewandt wurde [Vajapey et al., 2020].

Diese schiere Vielfalt an PROMs mit ihren unterschiedlichen Schwerpunkten und gemessenen Variablen macht es fast unmöglich die einzelnen Studien untereinander oder im Rahmen von übergeordneten Analysen adäquat zu vergleichen. Die Verwendung einiger weniger, standardisierter und gut untersuchter und etablierter PROMs wäre ein überaus notwendiger Schritt, um Studien in Zukunft besser im Vergleich beurteilen zu können.

Ebenso wäre die Kombination eines oder mehrerer erkrankungsspezifischer Fragebögen mit einem krankheitsübergreifenden Assessmentinstrument sinnvoll. Ein krankheitsübergreifendes Assessmentinstrument, wie z.B. der Short Form 36 Health Survey (kurz SF-36 Health Survey) [Bullinger et al., 1995] dient dazu, verschiedene Aspekte der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu erfassen, sowohl im zeitlichen Verlauf als auch im Querschnittsvergleich. Die untersuchten Bereiche umfassen beispielsweise körperliche und soziale Funktionsfähigkeit, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, psychisches Wohlbefinden und Schmerzempfinden. Solche Instrumente eignen sich besonders, um die Lebensqualität von Patienten, die an unterschiedlichen Erkrankungen leiden, zu bewerten und zu vergleichen. Insbesondere in Kombination mit einem krankheitsspezifischen Verfahren lassen sich somit in der Analyse noch umfassendere Aussagen treffen und etwaige andere, durch „allgemeine Krankheit“ entstehende, Einflussfaktoren ausschließen.

4.3.2.1 Modifizierter Staffelstein-Score

Wir nutzten in unserer Studie den modifizierten Staffelstein-Score, da dieser sich sowohl in der Abteilung für Orthopädie der Schön Klinik Neustadt als auch in der unmittelbar integrierten Rehabilitationseinrichtung seit Jahren als Standard-Assessmentverfahren bewiesen hat und somit bereits die für die Durchführung der Studie notwendigen prä- und postoperativen Werte vorlagen.

Kritisch zu beurteilen ist hierbei, dass wir den Staffelstein-Score für unser Studiendesign in einer modifizierten Version anwenden mussten, da die Studie keine körperliche Nachuntersuchung des Patienten vorsah und uns eine reine Befragung des Patienten bezüglich der Bewegungsausmaße als zu unsicher erschien. Wir werten die Ergebnisse des modifizierten Scores dennoch als hinreichend aussagekräftig, da ähnliche Scores, wie z.B. der WOMAC, ebenfalls ohne Untersuchung des Hüftgelenkes aufgebaut sind.

Für zukünftige ähnliche Studien und eine noch bessere Aussagekraft wäre eine Erweiterung des Scores auf seine ursprünglichen Inhalte gewinnbringend.

4.3.2.2 WOMAC-Score

In der vorliegenden Untersuchung konnte der WOMAC-Score nur zum Zeitpunkt der telefonischen Nachbefragung erhoben werden, wodurch grundsätzlich zwar keine Einschränkung resultiert, da dieser Score auch als Querschnitts-Assessmentinstrument geeignet ist, weitere Werte prä- und postoperativ wären jedoch wünschenswert gewesen, um den individuellen Verlauf adäquater beurteilen zu können und Vergleichswerte zu haben. Ein Vorteil des Messinstruments ist seine Aufgliederung in die drei Kategorien Schmerz, Steifigkeit und ADL, was bei manchen Fragestellungen eine dezidierte Subanalyse ermöglicht.

Beim WOMAC-Score handelt es sich um einen der am besten für die untere Extremität validierten PROMs [Darwich et al., 2020] und weltweit gebräuchlichsten Scores dieser Art. Bei ähnlichen Studien sollte nach Möglichkeit immer auf einen solchen international verbreiteten PROM zurückgegriffen werden, um die adäquate Vergleichbarkeit zwischen Studien zu gewährleisten.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie vergleicht zwei Verankerungsmöglichkeiten bei Press-Fit Hüfttotalendoprothesen mit einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von $8,13 \pm 9,03$ Jahren. Erfasst wurden perioperative Daten, Ergebnisse von telefonischer Nachbefragung mit Erheben von zwei Funktionsscores (modifizierter Staffelstein-Score und WOMAC-Score) und radiologische Messwerte von 80 in der Schön Klinik Neustadt zwischen 2005 und 2015 operierten Patienten, von denen 33 eine zusätzliche Schraubenfixierung der Pfanne erhielten und 47 nicht. Von den 33 Patienten mit zusätzlicher Verschraubung wurde diese in fünf Fällen mit zwei Schrauben und in 28 Fällen mit einer Schraube durchgeführt. Die Geschlechterverteilung der 80 Probanden belief sich auf 33 Männer ($\text{♂} = 41,2\%$) und 47 ($\text{♀} = 58,8\%$) Frauen. Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer betrug zum Zeitpunkt der Operation $64,03 \pm 9,09$ Jahre.

In der vorliegenden Studie wurde primär der Frage nachgegangen, ob die zusätzliche Schraubenfixierung einen Einfluss auf das funktionelle Langzeitergebnis hat, gemessen anhand der erhobenen Scores und potentiell notwendiger Revisionen. Weitere Einflussfaktoren wie das Geschlecht und das etwaige Vorhandensein einer Hüftgelenkdysplasie sowie postoperativ relevante Veränderungen der Biomechanik wurden beachtet.

In Bezug auf die verwendeten Scores zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen „ohne Schrauben“ und „mit Schrauben“. Weiterhin ließ sich in den weiteren Analysen keine signifikante Veränderung der biomechanischen Parameter oder Auswirkung einer angeborenen Dysplasie darstellen, die einen relevanten Einfluss auf das Langzeitergebnis gehabt haben könnte. Statistisch signifikante Unterschiede sahen wir insbesondere in der geschlechtsspezifischen Häufigkeit der Verschraubung. Diese wurde deutlich häufiger beim weiblichen Geschlecht durchgeführt (76 vs. 24%, $p = .018$).

Damit lässt sich festhalten, dass in unserem Kollektiv kein statistisch relevanter Funktionsunterschied aus einer zusätzlichen Verschraubung der Pfannenkomponente resultierte. Ferner führte die zusätzliche Verschraubung im untersuchten Zeitraum nicht zu einer kürzeren Standzeit der Hüfttotalendoprothesen.

6. Literaturverzeichnis

Asayama I, Chamnongkich S, Simpson KJ, Kinsey TL, Mahoney OM (2005) Reconstructed hip joint position and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 20, 414-420

Baumann T, Schmid R, Essig S (2017) Update Hüftreifeungsstörung – Diagnostik und Behandlung. *Pädiatrie up2date* 12, 375-393

B. Braun (2015) Plasmafit® Hüftpfannensystem. Verfügbar unter:
<https://www.bbraun.de/de/products/b/plasmafit-hueftpfannensystem.html>. Zugriff am: 11.08.2024

B. Braun (2015) Schraubring SC® Hüftpfannensystem. Verfügbar unter:
<https://www.bbraun.de/de/products/b/schraubring-sc-hueftpfanne.html>. Zugriff am: 11.08.2024

Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW (1988) Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15, 1833-1840

Bellamy N (2008) User Guide IX. In: Bellamy N (Hrsg.): WOMAC Osteoarthritis Index: User Guide IX, 9. Auflage, 1-78, Nicholas Bellamy, Brisbane, Australia

Berger RA, Jacobs JJ, Meneghini RM, Della Valle C, Paprosky W, Rosenberg AG (2004) Rapid rehabilitation and recovery with minimally invasive total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 429, 239-247

Berger RA, Jacobs JJ, Quigley LR, Rosenberg AG, Galante JO (1997) Primary cementless acetabular reconstruction in patients younger than 50 years old. 7- to 11-year results. *Clin Orthop Relat Res* 344, 216-226

Bijlsma JW, Berenbaum F, Lafeber FP (2011) Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet* 377, 2115-2126

Birrell F, Silman A, Croft P, Cooper C, Hosie G, Macfarlane G (2003) PCR Hip Study Group. Syndrome of symptomatic adult acetabular dysplasia (SAAD syndrome). *Ann Rheum Dis* 62, 356-358

Bullinger M, Kirchberger I, Ware J (1995) Der deutsche SF-36 Health Survey, Übersetzung und psychometrische Testung eines krankheitsübergreifenden Instrumentes zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. *J Public Health* 1, 21-36

Cameron HU, Pilliar RM, MacNab I (1973) The effect of movement on the bonding of porous metal to bone. *J Biomed Mater Res* 7, 301–311

CDC (1999) Prevalence of disabilities and associated health conditions among adults - United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 50, 120–125

Cook SD, Thomas KA, Kay JF, Jarcho M (1988) Hydroxyapatite-coated titanium for orthopedic implant applications. *Clin Orthop Relat Res* 232, 225-243

Darwich A, Schüttler V, Obertacke U, Jawhar A (2020) Outcome Measures to Evaluate Upper and Lower Extremity: Which Scores are Valid? *Z Orthop Unfall* 158, 90-103

Delp SL, Wixson RL, Komattu AV, Kocmond JH (1996) How superior placement of the joint center in hip arthroplasty affects the abductor muscles. *Clin Orthop Relat Res* 328, 137-146

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU) (2021) Evidenz- und konsensbasierte Indikationskriterien zur Hüfttotalendoprothese bei Coxarthrose (EKIT-Hüfte).

Version 1.0. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/187-001.html>, Zugriff am 28.06.2024

Duwelius PJ, Southgate RD, Crutcher JP Jr, Rollier GM, Li HF, Sypher KS, Tompkins GS (2023) Registry Data Show Complication Rates and Cost in Revision Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 38, 29-33

Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) (2023) Jahresbericht 2023. Verfügbar unter https://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/Jahresbericht2023-Status5_2023-10-24_F.pdf, Zugriff am 16.06.2024

Evans JT, Evans JP, Walker RW, Blom AW, Whitehouse MR, Sayers A (2019) How long does a hip replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *Lancet* 393, 647–654

Friedman RJ, Black J, Galante JO, Jacobs JJ, Skinner HB (1994) Current concepts in orthopaedic biomaterials and implant fixation. *Instr Course Lect* 43, 233-255

Fuchs J, Kuhnert R, Scheidt-Nave C (2017) 12-Monats-Prävalenz von Arthrose in Deutschland. *J Health Monit* 2, 55–60

García-Rey E (2017) Screws are not needed when secure interference fit of uncemented acetabular components is adequate: a 5- to 15-year follow-up with clinical and radiological analysis. *Hip Int* 27, 267-272

GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators (2023) Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol* 5, 508-522

Giuseppe M, Mattia B, Nadia B, Raffaele V, Pasquale R, Stefano A, Mattia S, Vincenzo S, Giulio M (2022) Ceramic-on-ceramic versus ceramic-on-polyethylene in total hip arthroplasty: a comparative study at a minimum of 13 years follow-up. *BMC Musculoskelet Disord* 22, 1062

Gleicher Y, Croxford R, Hochman J, Hawker G (2011) A prospective study of mental health care for comorbid depressed mood in older adults with painful osteoarthritis. *BMC Psychiatry* 11, 147

Grifka J (2021) Hüftregion. In: Grifka J (Hrsg.): *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 10. Aufl., 409-456, Springer, Berlin

Günther KP, Puhl W, Brenner H, Stürmer T (2002) Klinische Epidemiologie von Hüft- und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der „Ulmer Osteoarthrose-Studie“. *Z Rheumatol* 61, 244–249

Heller S, Brosh T, Kosashvili Y, Velkes S, Burg A, Dudkiewicz I (2013) Locking versus standard screw fixation for acetabular cups: is there a difference? *Arch Orthop Trauma Surg* 133, 701-705

Henle P, Tannast M, Siebenrock KA (2008) Bildgebende Diagnostik der Hüftdysplasie [Imaging in developmental dysplasia of the hip]. *Orthopade* 37, 525–531

Hesseling B, Mathijssen NMC, van Steenberghe LN, Melles M, Vehmeijer SBW, Porsius JT (2019) Fast Starters, Slow Starters, and Late Dippers: Trajectories of Patient-Reported Outcomes After Total Hip Arthroplasty: Results from a Dutch Nationwide Database. *J Bone Joint Surg Am* 101, 2175-2186

Heyman CH, Herndon CH (1950) Legg-Perthes disease; a method for the measurement of the roentgenographic result. *J Bone Joint Surg Am* 32, 767–778

Holtzman J, Saleh K, Kane R (2002) Gender differences in functional status and pain in a Medicare population undergoing elective total hip arthroplasty. *Med Care* 40, 461-470

- Howie DW, Holubowycz OT, Callary SA, Robertson TS, Solomon LB (2020) Highly porous tantalum acetabular components without ancillary screws have similar migration to porous titanium acetabular components with screws at 2 years: a randomized controlled trial. *J Arthroplasty* 35, 2931–2937
- Hsu JT, Chang CH, An KN, Zobitz ME, Phimolsarnti R, Hugate RR, Lai KA (2007) Effects of screw eccentricity on the initial stability of the acetabular cup. *Int Orthop* 31, 451-455
- Ikeda T, Jinno T, Aizawa J, Masuda T, Hirakawa K, Ninomiya K, Suzuki K, Morita S (2017) Effects of perioperative factors and hip geometry on hip abductor muscle strength during the first 6 months after anterolateral total hip arthroplasty. *J Phys Ther Sci* 29, 295-300
- Illgen R 2nd, Rubash HE (2002) The optimal fixation of the cementless acetabular component in primary total hip arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 10, 43-56
- Jacobsen S, Sonne-Holm S (2005) Hip dysplasia: a significant risk factor for the development of hip osteoarthritis. A cross-sectional survey. *Rheumatology (Oxford)* 44, 211-208
- Johnson AJ, Costa CR, Mont MA (2011) Do we need gender-specific total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 469, 1852-1858
- Kandala NB, Connock M, Pulikottil-Jacob R, Sutcliffe P, Crowther MJ, Grove A, Mistry H, Clarke A (2015) Setting benchmark revision rates for total hip replacement: analysis of registry evidence. *BMJ* 350, 756
- Kang H (2013) The prevention and handling of the missing data. *Korean J Anesthesiol* 64, 402-406
- Katz JN, Arant KR, Loeser RF (2021) Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis: A Review. *JAMA* 325, 568-578
- Keating EM, Ritter MA, Faris PM (1990) Structures at risk from medially placed acetabular screws. *J Bone Joint Surg Am* 72, 509-511
- Kellgren JH, Lawrence JS (1957) Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis* 16, 494–502
- Kühn F (2017) Die demografische Entwicklung in Deutschland. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/politik/innenpolitik/demografischer-wandel/196911/fertilitaet-mortalitaet-migration>, Zugriff am 24.05.2024
- Labek G, Thaler M, Janda W, Agreiter M, Stöckl B (2011) Revision rates after total joint replacement: cumulative results from worldwide joint register datasets. *J Bone Joint Surg Br* 93, 293-297
- Lecerf G, Fessy MH, Philippot R, Massin P, Giraud F, Flecher X, Girard J, Mertl P, Marchetti E, Stindel E (2009) Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 95, 210-219
- Lewallen DG (1998) Neurovascular injury associated with hip arthroplasty. *Instr Course Lect* 47, 275-283
- Lochman JE (1983) Factors related to patients' satisfaction with their medical care. *J Community Health* 9, 91-109
- Long H, Liu Q, Yin H, Wang K, Diao N, Zhang Y, Lin J, Guo A (2019) Prevalence Trends of Site-Specific Osteoarthritis From 1990 to 2019: Findings From the Global Burden of Disease Study 2019. *Arthritis Rheumatol* 74, 1172-1183

Mahmood SS, Mukka SS, Crnalic S, Wretenberg P, Sayed-Noor AS (2016) Association between changes in global femoral offset after total hip arthroplasty and function, quality of life, and abductor muscle strength. A prospective cohort study of 222 patients. *Acta Orthop* 87, 36-41

Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Söderman P (2004) The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg Am* 84, 2-20

Mancuso CA, Jout J, Salvati EA, Sculco TP (2009) Fulfillment of patients' expectations for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 91, 2073-2078

Mancuso CA, Sculco TP, Salvati EA (2003) Patients with poor preoperative functional status have high expectations of total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 18, 872-878

Mannion AF, Impellizzeri FM, Naal FD, Leunig M (2015) Women demonstrate more pain and worse function before THA but comparable results 12 months after surgery. *Clin Orthop Relat Res* 473, 3849-3857

McGrory BJ, Morrey BF, Cahalan TD, An KN, Cabanela ME (1995) Effect of femoral offset on range of motion and abductor muscle strength after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 77, 865-869

Middeldorf K, Casser HR (2000) Verlaufs- und Ergebnisevaluation stationärer Rehabilitationsmaßnahmen nach alloarthroplastischem Hüft- und Kniegelenkersatz mit dem Staffelstein-Score. *Orthop Praxis* 36, 230-238

Minten MJ, Heesterbeek PJ, Spruit M (2016) No effect of additional screw fixation of a cementless, all-polyethylene press-fit socket on migration, wear, and clinical outcome. *Acta Orthop* 87, 363-367

Mirza SB, Dunlop DG, Panesar SS, Naqvi SG, Gangoo S, Salih S (2010) Basic science considerations in primary total hip replacement arthroplasty. *Open Orthop J* 4, 169-180

Muddaluru V, Boughton O, Donnelly T, O'Byrne J, Cashman J, Green C (2023) Developmental dysplasia of the hip is common in patients undergoing total hip arthroplasty under 50 years of age. *SICOT J* 9, 25

Murphy LB, Helmick CG, Schwartz TA, Renner JB, Tudor G, Koch GG, Dragomir AD, Kalsbeek WD, Luta G, Jordan JM (2010) One in four people may develop symptomatic hip osteoarthritis in his or her lifetime. *Osteoarthritis Cartilage* 18, 1372-1379

Murphy SB, Ganz R, Muller ME (1995) The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome. *J Bone Joint Surg Am* 77, 985-989

Murray DW (1993) The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br* 75, 228-232

Ni S, Luo P, Guo L, Jiang T (2022) Are additional screws required for press-fit fixation of cementless acetabular cups? A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol* 23, 9

Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P (2014) Hüftgelenk und Oberschenkel. In: Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P (Hrsg.): *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 7. Aufl., 522-531, Thieme, Stuttgart

Norquist BM, Goldberg BA, Matsen FA 3rd (2000) Challenges in evaluating patients lost to follow-up in clinical studies of rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 82, 838-842

Orthopädisch Chirurgische Versorgungszentren, Markt Schwaben (2017) Das künstliche Hüftgelenk. Verfügbar unter: https://ocv.de/wp-content/uploads/2017/08/Flyer_Hueftgelenk.pdf, Zugriff am 29.05.2024

- Osteoarthritis Research Society International (2016) Osteoarthritis: a serious disease, submitted to the U.S. Food and Drug Administration. Verfügbar unter <https://oarsi.org/research-oarsi-success/oa-serious-disease>, Zugriff am 17 Juli 2024
- Otten VT, Crnalic S, Röhrli SM, Nivbrant B, Nilsson KG (2016) Stability of uncemented cups - long-term effect of screws, pegs and ha coating: a 14-year rsa follow-up of total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 31, 156–161
- Pakvis D, Luites J, van Hellemond G, Spruit M (2012) A cementless, elastic press-fit socket with and without screws. *Acta Orthop* 83, 481–487
- Palazzo C, Nguyen C, Lefevre-Colau MM, Rannou F, Poiraudou S (2016) Risk factors and burden of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med* 59, 134-138
- Papachristou GC, Pappa E, Chytas D, Masouros PT, Nikolaou VS (2021) Total Hip Replacement in Developmental Hip Dysplasia: A Narrative Review. *Cureus* 13, e14763
- Pepe M, Kocadal O, Erener T, Ceritoglu K, Aksahin E, Aktekin CN (2017) Acetabular components with or without screws in total hip arthroplasty. *World J Orthop* 8, 705-709
- Pérez-Coto I, Hernández-Vaquero D, Suárez-Vázquez A, Sandoval-García MÁ, Escandon-Rodriguez A (2014) Influence of clinical and radiological variables on the extent and distribution of periprosthetic osteolysis in total hip arthroplasty with a hydroxyapatite-coated multiple-hole acetabular component: a magnetic resonance imaging study. *J Arthroplasty* 29, 2043-2048
- Rheumaliga Schweiz (2024) Arthrose. Verfügbar unter <https://www.rheumaliga.ch/rheuma-von-a-z/arthrose>, Zugriff am 14.06.24
- Robert Koch-Institut (RKI) (2013) Arthrose. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 54 - Arthrose. Verfügbar unter: https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsT/arthrose.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff am 29.03.2024
- Röhrli SM, Nivbrant B, Ström H, Nilsson KG (2004) Effect of augmented cup fixation on stability, wear, and osteolysis: a 5-year follow-up of total hip arthroplasty with RSA. *J Arthroplasty* 19, 962-971
- Sacitharan PK (2019) Ageing and Osteoarthritis. In: Harris J, Korolchuk V (Hrsg.): *Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part II Clinical Science. Subcellular Biochemistry*. 1. Aufl., 123-159, Springer, Singapore
- Sadoghi P, Liebensteiner M, Agreiter M, Leithner A, Böhler N, Labek G (2013) Revision surgery after total joint arthroplasty: a complication-based analysis using worldwide arthroplasty registers. *J Arthroplasty* 28, 1329-1332
- Scheuing WJ, Reginato AM, Deeb M, Acer Kasman S (2023) The burden of osteoarthritis: Is it a rising problem? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 37, 101836
- Schmalzried TP, Brown IC, Amstutz HC, Engh CA, Harris WH (1999) The role of acetabular component screw holes and/or screws in the development of pelvic osteolysis. *Proc Inst Mech Eng H* 213, 147-53
- Scholz J (2023) Patientenzufriedenheit nach Implantation einer Hüftendoprothese: Eine systematische Übersichtsarbeit, Bachelorarbeit Gesundheitswissenschaften, MSH Medical School Hamburg
- Siljander MP, McQuivey KS, Fahs AM, Galasso LA, Serdahely KJ, Karadsheh MS (2018) Current Trends in Patient-Reported Outcome Measures in Total Joint Arthroplasty: A Study of 4 Major Orthopaedic Journals. *J Arthroplasty* 33, 3416-3421

Spindler J (2010) Operationen und medizinische Prozeduren. In: Klauber J, Geraedts M, Friedrich J (Hrsg.): Krankenhaus-Report 2010 – Schwerpunkt: Krankenhausversorgung in der Krise? 1. Aufl., 403-404, Schattauer, Stuttgart

Stargardt T (2008) Health service costs in Europe: Cost and reimbursement of primary hip replacement in nine countries. *Health Econ* 17, 9-20

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022) Die 20 häufigsten Operationen insgesamt. Vollstationär behandelte Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern 2022. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/drg-operationen-insgesamt.html>, Zugriff am: 27.06.24

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019) Mitten im demografischen Wandel. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/demografie-mitten-im-wandel.html>, Zugriff am 28.06.24

Steppacher SD, Tannast M, Werlen S, Siebenrock KA (2008) Femoral morphology differs between deficient and excessive acetabular coverage. *Clin Orthop Relat Res* 466, 782–790

Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R (1996) Evaluation einer deutschen Version des WOMAC (Western Ontario und McMaster Universities) Arthroseindex [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthritis Index]. *Z Rheumatol* 55, 40-49

Tabata T, Kaku N, Hara K, Tsumura H (2015) Initial stability of cementless acetabular cups: press-fit and screw fixation interaction-an in vitro biomechanical study. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 25, 497-502

Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE (2007) Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis-what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol* 188, 1540-1552

Thanner J, Kärrholm J, Herberts P, Malchau H (2000) Hydroxyapatite and tricalcium phosphate-coated cups with and without screw fixation: a randomized study of 64 hips. *J Arthroplasty* 15, 405–412

Tschauner C, Hofmann S, Czerny C (1997) Hip dysplasia. Morphology, biomechanics and therapeutic principles with reference to the acetabular labrum. *Orthopade* 26, 89-108

Vajapey SP, Morris J, Li D, Greco NG, Li M, Spitzer AI (2020) Outcome Reporting Patterns in Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *JBJS Rev* 8, e0197

Veronese N, Stubbs B, Solmi M, Smith TO, Noale M, Cooper C, Maggi S (2017) Association between lower limb osteoarthritis and incidence of depressive symptoms: data from the osteoarthritis initiative. *Age Ageing* 46, 470-476

Wasielowski RC, Cooperstein LA, Kruger MP, Rubash HE (1990) Acetabular anatomy and the transacetabular fixation of screws in total hip arthroplasty. *J Bone and Joint Surg* 72, 501-508

Waldt S (2011) Orthopädische Diagnostik. In: Waldt S, Eiber M, Wörtler K (Hrsg.): Messverfahren und Klassifikationen in der muskuloskelettalen Radiologie. 1. Aufl., 28, Thieme, Stuttgart

Wiberg G (1939) Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint: With special reference to the complications of osteoarthritis. *Acta Chir Scan* 58, 7–38

Yalcin N, Kilicarslan K, Cicek H, Kayaalp C, Yildirim H (2011) Crowe Type I and II DDH managed by large diameter metal-on-metal total hip arthroplasty. *Hip Int* 21, 168-175

Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, Dougados M, Hochberg M, Hunter DJ, Kwoh K, Lohmander LS, Tugwell P (2008) OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage* 16, 137-162

7. Anhänge

7.1 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADL	Activities of Daily Living
a.p.	anterior-posterior
BWLA	Body Weight Lever Arm
CE	Center-edge
CI	Konfidenzintervall (engl. confidence interval)
EPRD	Endoprothesenregister Deutschland
Fa.	Firma
FAI	Femoroazetabuläres Impingement
FEI	Femurkopfextrusionsindex
FO	Femorales Offset
HC	Height of the Hip Center
H-TEP	Hüfttotalendoprothese
M	Mittelwert
OP	Operation
PROM	Patient Reported Outcome Measure
SD	Standardabweichung (engl. standard deviation)
Tab.	Tabelle
TF	Tragfläche
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

7.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Schematische Darstellung eines Gelenkes mit und ohne Arthrose (aus Rheumaliga Schweiz, 2024)
- Abb. 2: Grafische Darstellung der Lebenszeitprävalenz der Arthrose, sortiert nach nach Altersgruppen (aus RKI, 2013)
- Abb. 3: Abbildung 3 Rechte Hüfte a.-p. eines Jugendlichen mit abgeflachter Gelenkpfanne und aus der Pfanne herausstehendem Gelenkkopf bei angeborener Hüftdysplasie (aus Grifka, 2021)
- Abb. 4: Beckenübersichtsröntgenaufnahme einer rechtsseitigen Dysplasie-Coxarthrose (aus Baumann et al., 2017)
- Abb. 5: Beckenübersichtsröntgenaufnahme mit rechtsseitig ausgeprägter Koxarthrose mit (1) Osteophyten, (2) vermehrter subchondraler Sklerosierung, (3) nahezu vollständig aufgehobenem Gelenkspalt und (4) Geröllzysten (aus Grifka, 2021)
- Abb. 6: Schematische Darstellung der Komponenten einer Hüfttotalendoprothese (aus OCV Markt Schwaben)
- Abb. 7: Pfannensysteme am Beispiel der Fa. B. Braun mit einem Schraubring- (rechts) und Pressfit (links)-Pfannensystem mit Polyethylen- (jeweils unten) oder Keramik-Inlay (jeweils oben)
- Abb. 8: Diagramm der azetabulären Quadranten (aus Wasielewski et al., 1990)
- Abb. 9: Schematische Darstellung der Probandenauswahl (eigene Darstellung)
- Abb. 10: Schematische Darstellung zur Bestimmung des CE-Winkel nach Wiberg (aus Henle et al., 2008)
- Abb. 11: Schematische Darstellung zur Bestimmung des Tragflächenwinkels nach Tschauer oder Bombelli (aus Henle et al., 2008)
- Abb. 12: Schematische Darstellung zur Bestimmung des FEI nach Heyman und Herndon (aus Henle et al., 2008)
- Abb. 13: Schematische Darstellung zur Bestimmung des Tiefe-zu-Weite-Index nach Heyman und Herndon (aus Henle et al., 2008)
- Abb. 14: Exemplarische Bestimmung des Pfanneninklinationswinkels auf Beckenübersichtsaufnahmen, links nach HTEP-Implantation und rechts vor (modifiziert, aus Giuseppe et al. 2022)
- Abb. 15: Vereinfachte schematische Darstellung der Hebelkräfte am Hüftgelenk
- Abb. 16: Schematische Darstellung zur Bestimmung von FO, BWLA und HC (modifiziert, aus Asayama et al., 2005)
- Abb. 17: Graphische Darstellung der Anzahl an Teilnehmenden und Untergliederung in Anzahl der Schrauben und Geschlecht
- Abb. 18: Häufigkeit der zusätzlichen Verschraubung nach Geschlecht

7.3 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Postoperative Quotienten und die Bedeutung der jeweiligen Ergebnisse
- Tab. 2: Effektstärken nach Koeffizienten
- Tab. 3: Kreuztabelle mit den Gruppen Geschlecht und Schraube (ja/nein)
- Tab. 4: Chi-Quadrat-Tests zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)
- Tab. 5: Symmetrische Maße für die Testung zwischen Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)
- Tab. 6: Prozentuale Häufigkeit keine Dysplasie oder Zutreffen von mindestens einer der Dysplasie-Bedingungen
- Tab. 7: Kreuztabelle mit den Gruppen Schraube (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)
- Tab. 8: Chi-Quadrat-Tests zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)
- Tab. 9: Symmetrische Maße zwischen den Gruppen Schrauben (ja/nein) und Dysplasie (ja/nein)
- Tab. 10: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube ja/nein und präoperative Inklination
- Tab. 11: Einfaktorielle ANOVA zwischen den Gruppen Schrauben ja/nein
- Tab. 12: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 13: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Schrauben (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 14: Deskriptive Gruppenstatistik Schraube ja/nein in der Ausprägung WOMAC-Score
- Tab. 15: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Schrauben ja/nein in der Ausprägung WOMAC-Score mit Subkategorien
- Tab. 16: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Anzahl der Schrauben in der Ausprägung Staffelstein Aufnahme und Nachbefragung
- Tab. 17: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Anzahl der Schrauben in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 18: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Geschlecht (männlich/weiblich) und Staffelstein-Score
- Tab. 19: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 20: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 21: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich zwischen Gruppen Geschlecht (männlich/weiblich) in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 22: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 23: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung Staffelstein-Score

- Tab. 24: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 25: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich Dysplasie (ja/nein) in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 26: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 27: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 28: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 29: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des BWLA in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 30: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 31: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 32: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 33: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Kaudalisierung/Kranialisierung des Rotationszentrums in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 34: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 35: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung Staffelstein-Score
- Tab. 36: Deskriptive Gruppenstatistik, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung WOMAC Gesamt
- Tab. 37: Test bei unabhängigen Stichproben, Vergleich postoperative Verkürzung/Verlängerung des Offsets in der Ausprägung WOMAC Gesamt

7.4 Ethik-Votum



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Universität zu Lübeck · Ratzeburger Allee 160 · 23538 Lübeck

Herrn
PD Dr. med. Hoffmann
Schön-Klinik
Am Kiebitzberg 10

23730 Neustadt in Holstein

Ethik-Kommission

Vorsitzender:
Herr Prof. Dr. med. Alexander Katalinic
Universität zu Lübeck
Stellv. Vorsitzender:
Herr Prof. Dr. med. Frank Gieseler
Ratzeburger Allee 160
23538 Lübeck

Sachbearbeitung: Frau Janine Erdmann
Tel.: +49 451 3101 1008
Fax: +49 451 3101 1024

ethikkommission@uni-luebeck.de

Aktenzeichen: 18-221

Datum: 11. September 2018

Sitzung der Ethik-Kommission am 06. September 2018

Antragsteller: Herr PD Dr. Hoffmann

Titel: Hat die zusätzliche Schraubenfixierung von Pressfit-Pfannen Einfluss auf das Langzeitergebnis? Eine retrospektive Analyse

Sehr geehrter Herr Dr. Hoffmann,

der Antrag wurde unter berufsethischen, medizinisch-wissenschaftlichen und berufsrechtlichen Gesichtspunkten geprüft.

Die Kommission hat keine Bedenken.

Bei Änderung des Studiendesigns sollte der Antrag erneut vorgelegt werden.

Über alle schwerwiegenden oder unerwarteten und unerwünschten Ereignisse, die während der Studie auftreten, ist die Kommission umgehend zu benachrichtigen. Die Deklaration von Helsinki in der aktuellen Fassung fordert in § 35 dazu auf, jedes medizinische Forschungsvorhaben mit Menschen zu registrieren. Daher empfiehlt die Kommission grundsätzlich die Studienregistrierung in einem öffentlichen Register (z.B. unter www.drks.de).

Die ärztliche und juristische Verantwortung des Studienleiters und der an der Studie teilnehmenden Ärzte bleibt entsprechend der Beratungsfunktion der Ethikkommission durch unsere Stellungnahme unberührt.

Datenschutzrechtliche Aspekte von Forschungsvorhaben werden durch die Ethikkommission grundsätzlich nur kursorisch geprüft. Dieses Votum / diese Bewertung ersetzt mithin nicht die Konsultation des zuständigen Datenschutzbeauftragten.

Mit freundlichen Grüßen


Prof. Dr. med. Alexander Katalinic
Vorsitzender

Herr Prof. Dr. Katalinic (Soz.med. u. Epidemiologie, Vorsitzender)
 Hr. Prof. Dr. Gieseler (Medizinische Klinik I, Stellv. Vorsitzender)
 Hr. Prof. Habermann (Chirurgie, Biobank)
 Hr. PD Dr. Bausch (Chirurgie)
 Hr. Prof. Dr. Borck (Medizingeschichte u. Wissenschaftsforschung)
 Fr. Farries (Amtsgericht Eutin)
 Hr. Prof. Dr. Lauten (Kinder- u. Jugendmedizin)

Frau Martini (Caritas)
 Hr. Prof. Dr. Moser (Neurologie)
 Herr Prof. Obleser (Psychologie)
 Hr. Prof. Dr. Raasch (Pharmakologie)
 Hr. Prof. Dr. Rehmann-Sutter (MGWF)
 Hr. Schneider (Landgericht Lübeck)
 Fr. Prof. em. Dr. Schrader (Plastische Chirurgie)
 Hr. Dr. Vonthein (Med. Biometrie u. Statistik)

7.5 Modifizierter Staffelstein Score

Modifizierter Staffelstein Score Erhebungsbogen Hüfte

Bereich	Ausprägung	Punkte
Schmerz	Kein Schmerz bei Aktivitäten des täglichen Lebens (ATLs)	40
	Leichter, gelegentlicher oder unterschwelliger Schmerz, der die Aktivitäten des täglichen Lebens (ATLs) nicht beeinflusst	30
	Mittelgradige Schmerzen, eventuell mit Analgetika-Einnahme	20
	Schmerz beeinträchtigt deutlich die Arbeit und Alltagsverrichtungen, ständiger Analgetikabedarf	10
	Schwere Schmerzen, Patient stark eingeschränkt oder immobil	0
Treppen steigen	Ohne Schwierigkeiten	5
	Mit Schwierigkeiten und Benutzung des Geländers	3
	Mit großen Schwierigkeiten oder nicht möglich	0
Schuhe/Socken	Ohne Schwierigkeiten	5
	Mit Schwierigkeiten	3
	Nicht möglich	0
Gehstrecke	Unbegrenzt	5
	Gehen am Stück bis 500m möglich	4
	Im Zimmer mobil	2
	Immobil	0
Hinken	Flüssiger Gang	5
	Leicht bis mittelgradig	3
	Schwer	0
Hygiene (Körperpflege, Toilette)	Ohne Schwierigkeiten	5
	Mit geringen Hilfen	3
	Unselbständig	0
Öffentliche Verkehrsmittel	Kann diese benutzen	5
	Kann diese nicht benutzen	0
Gehhilfen	Keine	5
	Unterarmgehstützen	4
	Rollator/Gehbock	3
	Rollstuhl	2
	Bettlägerig	0
Aufstehen von Bett und Stuhl	Ohne Schwierigkeiten	5
	Mit geringen Hilfen	3
	Unselbständig	0
maximal erreichbare Punktzahl		80

7.6 WOMAC-Arthroseindex

WOMAC-Index

I. Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen, die Sie in den betroffenen Hüftgelenken haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Gehen auf ebenen Boden

keine Schmerzen

extreme Schmerzen

2.) Treppen hinauf- oder hinuntersteigen

keine Schmerzen

extreme Schmerzen

3.) Nachts im Bett

keine Schmerzen

extreme Schmerzen

4.) Sitzen oder Liegen

keine Schmerzen

extreme Schmerzen

5.) Aufrecht stehen

keine Schmerzen

extreme Schmerzen

II. Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) Ihrer Hüftgelenke. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihre Gelenke bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Steifigkeit an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Wie stark ist Ihre Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?

keine Steifigkeit

extreme Steifigkeit

2.) Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach dem Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

keine Steifigkeit

extreme Steifigkeit

III. Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 2 Tagen wegen Beschwerden in Ihren Hüftgelenken verspürt haben. (Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.)

1.) Treppen hinuntersteigen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

2.) Treppen hinaufsteigen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

3.) Aufstehen vom Sitzen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

4.) Stehen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

5.) Sich zum Boden bücken

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

6.) Gehen auf ebenem Boden

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

7.) Einsteigen ins Auto / Aussteigen aus dem Auto

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

8.) Einkaufen gehen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

9.) Socken/Strümpfe anziehen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

10.) Aufstehen vom Bett

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

11.) Socken/Strümpfe ausziehen

keine Schwierigkeiten

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

extreme Schwierigkeiten

12.) Liegen im Bett

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

13.) Ins Bad(Badewanne) steigen / aus dem Bad(Badewanne) steigen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

14.) Sitzen

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

15.) Sich auf die Toilette setzen / Aufstehen von der Toilette

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

16.) Anstrengende Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

17.) Leichte Hausarbeiten

keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

8. Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Pavel Dufek für die Möglichkeit diese Dissertationsarbeit anzufertigen und die Bereitstellung des Datenmaterials. Ohne seine geduldige und wertschätzend-motivierende Betreuung wäre die Fertigstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Weiterhin bedanke ich mich bei Prof. Dr. Michael Hoffmann für die thematische Idee und die Betreuung in der Durchführung der Studie.

Allen Beteiligten der Schön Klinik Neustadt danke ich für die Nutzung von Räumen und der für die Studie notwendigen technischen Ausstattung.

Ein Dank gilt ferner Herrn Kai Kossow und Herrn Prof. Hable für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten.

Meiner Familie und meiner Ehefrau danke ich von tiefstem Herzen für die immerwährende Unterstützung.