

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Das mini-open Verfahren in der Therapie des femoroazetabulären  
Impingements: Ergebnisse im mittelfristigen Follow-up**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Stephanie Maria Kirschbaum

aus Krefeld

Datum der Promotion: 22.09.2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract (Deutsch)</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract (Englisch)</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>8</b>
1.1 Pathomechanismus des femoroazetabulären Impingements .....	8
1.2 Risikofaktoren der Entstehung eines femoroazetabulären Impingements .....	10
1.2.1 Risikofaktoren für die Entstehung eines CAM-FAI .....	10
1.2.2 Risiken für die Entstehung eines Pincer-FAI.....	11
1.3 Diagnostik des femoroazetabulären Impingements.....	12
1.3.1 Anamnese und Klinik .....	12
1.3.2 Bildgebung zur Beurteilung der Hüftgelenksanatomie.....	12
1.4 Therapieoptionen des femoroazetabulären Impingements .....	14
1.4.1 Konservative Therapie .....	14
1.4.2 Operative Therapie.....	14
1.5 Zielstellung der Arbeit.....	19
<b>2. Methodik</b> .....	<b>20</b>
2.1 Studiendesign.....	20
2.2 Epidemiologie.....	20
2.3 Erfassung des subjektiven Outcomes .....	24
2.3.1 Schmerzintensität, Aktivität und Zufriedenheit.....	24
2.3.2 Funktionsscores basierend auf der Patienteneinschätzung .....	25
2.4 Erfassung des klinischen Outcomes .....	27
2.4.1 Klinische Untersuchung des Hüftgelenkes .....	27
2.4.2 Berechnung des Harris Hip Scores aus den Untersuchungsbefunden .....	28
2.5 Radiologische Auswertung.....	28

2.5.1 $\alpha$ -Winkel .....	29
2.5.2 $\beta$ -Winkel .....	29
2.5.3 Head-Neck-Offset und anteriore femorale Head-Neck-Offset-Ratio .....	30
2.5.4 Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence .....	31
2.5.5 Heterotope Ossifikationen .....	31
2.6 Weitere Parameter .....	32
2.7 Statistische Auswertung .....	32
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>33</b>
3.1 Ergebnisse des subjektiven Outcomes.....	34
3.1.1 Schmerz und Patientenzufriedenheit.....	34
3.1.2 Subjektive Aktivität des Patienten .....	38
3.1.3 Funktionsscores basierend auf der Patienteneinschätzung .....	40
3.2 Ergebnisse des klinischen Outcomes.....	41
3.2.1 Bewegungsumfänge, Gangbild und Schmerzpunkte .....	41
3.2.2 Harris Hip Score (HHS).....	43
3.3 Radiologische Auswertung.....	44
3.3.1 $\alpha$ -Winkel .....	44
3.3.2 $\beta$ -Winkel .....	44
3.3.3 Anteriores femorales Head-Neck-Offset und Head-Neck-Offset-Ratio.....	44
3.3.4 Vergleich der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence .....	45
3.4 Einflussfaktoren auf das Outcome.....	46
3.5 Komplikationen und Re-Operationen.....	47
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>49</b>
4.1 Subjektives Outcome.....	49
4.2 Klinisches Outcome nach mini-open Verfahren .....	51
4.3 Radiologische Auswertung.....	55
4.4 Einflussfaktoren auf das Outcome.....	55

4.5 Komplikationen und Re-Operationen.....	59
4.6 Limitationen.....	61
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>62</b>
<b>6. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>7. Anlagen.....</b>	<b>72</b>
<b>8. Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>77</b>
<b>9. Lebenslauf.....</b>	<b>78</b>
<b>10. Publikationsliste .....</b>	<b>80</b>
<b>11. Danksagung.....</b>	<b>82</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ACT	autologe Chondrozytentransplantation
ADL	Alltagsaktivitäten (Activities of Daily Life)
ASK	Arthroskopie
ECF	Epiphysiolyse capitis femoris
FAI	femoroazetabuläres Impingement
HHS	Harris Hip Score
HOS	Hip Outcome Score
Hüft-TEP	Hüfttotalendoprothese
mHHS	modifizierter Harris Hip Score
MRT	Magnetresonanztomografie
NAHS	Non-Arthritic Hip Score
NRS	numerische Rating Skala
VAS	visuelle Analogskala
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteo- arthritis Index

## Abstract (Deutsch)

**Hintergrund:** In der Therapie des femoroazetabulären Impingements (FAI) hat die Arthroskopie als minimalinvasives Verfahren mit geringem Weichteilschaden in den letzten Jahren einen deutlichen Aufschwung erfahren. Nachteile der Arthroskopie sind bekanntlich die lange Operationsdauer und flache Lernkurve des Operateurs. Das mini-open Verfahren stellt demgegenüber eine mögliche Alternative dar. Kritisch diskutiert werden der Einfluss des größeren Weichteileingriffs der mini-open Technik auf das Outcome sowie das noch ungenügende Follow-up der vorliegenden Ergebnisse. Ziel dieser Arbeit war daher die Evaluation des Outcomes nach mini-open Verfahren im mittleren Follow-up und die Gegenüberstellung derselben mit den Ergebnissen des arthroskopischen Verfahrens in der Literatur.

**Patienten, Material und Methodik:** Es erfolgte eine retrospektive Nachuntersuchung (Ø Follow-up 40,5 Monaten) von 99 Patienten (105 Hüften, 40 Frauen, 59 Männer) die sich aufgrund eines klinisch und radiologisch gesicherten FAI zwischen 2005 und 2012 einer mini-open Operation unterzogen. Im Fokus der Untersuchung standen die prä- und postoperative Schmerzintensität (NRS), das klinische und funktionelle Outcome sowie die Änderung des sportlichen Verhaltens und die Zufriedenheit der Patienten. Die radiologische Auswertung (Head-Neck-Offset,  $\alpha$ -Winkel, Arthrosegrad) erfolgte anhand präoperativer, direkt postoperativer und zum Follow-up vorliegender Röntgenbilder.

**Ergebnisse:** Der präoperative NRS konnte von  $6,5 \pm 2,3$  auf durchschnittlich  $2,3 \pm 2,6$  gesenkt werden ( $p < 0,001$ ). Der mHHS stieg von 69,2 auf 85,2 Punkte. Der HOS-ADL betrug zum Follow-up 82,2 %, der HOS-Sport 69,7 %. Die Rückkehrrate zur sportlichen Aktivität betrug 93 %, jedoch war ein deutlicher Rückgang der High-Impact Sportarten und eine Zunahme der Low-Impact Sportarten zu verzeichnen. In 17,6 % der Fälle konnte zum Follow-up eine Arthroseprogredienz festgestellt werden. Patienten mit Koxarthrose nach Kellgren & Lawrence Grad  $\geq 2$  hatten ein signifikant schlechteres Outcome als Patienten im Stadium Kellgren & Lawrence  $\leq 1$ .

**Schlussfolgerung:** Die mini-open Technik stellt ein effektives und sicheres Verfahren in der Therapie des femoroazetabulären Impingements dar. Es weist im mittelfristigen Follow-up gute Ergebnisse auf, äquivalent dem arthroskopischen Verfahren und ermöglicht die Rückkehr zur sportlichen- und Alltagsaktivität. Da Patienten mit Kellgren & Lawrence Grad  $\geq 2$  nur unzureichend von diesem Vorgehen profitieren, sollte die Indikation zur mini-open Operation in diesen Fällen zurückhaltend gestellt werden.

## Abstract (Englisch)

**Background:** Despite its flat learning curve and long operation times, the use of hip arthroscopy has seen a marked increase in recent years in the operative treatment of FAI. The mini-open technique offers a possible alternative that addresses the abnormal morphologic prominence and allows a minimally invasive clearance of hip motion. There is still a lack of information concerning the influence of the greater soft tissue intrusion inherent to the mini-open approach. Therefore we decided to evaluate the medium-term outcome of the mini-open technique and to compare the results to those of the arthroscopic technique reported in the literature.

### **Patients, material und methods:**

99 patients (105 hips, 40 women, 59 men) who underwent mini-open surgical treatment for FAI between 2005 and 2012 were followed-up after an average of 40.5 months. The evaluation focused on the pre- and postoperative pain intensity (NRS), the clinical and functional outcomes such as HOS (Hip Outcome Score) and mHHS (modified Harris Hip Score), changes in athletic behaviour and the satisfaction of the patients. The radiological analysis ( $\alpha$ -angle, anterior head-neck-offset, grade of osteoarthritis) was performed using preoperative, immediate postoperative as well as follow-up radiographs.

**Results:** The average pain level decreased from  $6.5 \pm 2.3$  to  $2.3 \pm 2.6$  ( $p < 0.001$ ). The mHHS increased from  $68.2 \pm 13.5$  to  $85.2 \pm 18.2$  ( $p < 0.001$ ). The HOS-ADL was  $82.2 \% \pm 19.7$  and the HOS-sport was  $69.7 \% \pm 27.9$  at the final follow-up. At the time of the latest follow-up 93 % of the preoperative active patients ( $n=84$ ) returned to athletic activities ( $n=78$ ). Comparing the athletic behaviour significant less patients were doing high-impact and more patients were doing low-impact sport after surgery. In 17.6 % of the cases a progress of OA was noticed. Patients with initial OA Kellgren  $\geq 2$  showed a significantly worse outcome than those without OA.

**Conclusion:** The mini-open technique is a safe and effective alternative for treating FAI. It shows a recovery of pain-free hip function in short- and medium-term follow-up and allows a return to practicing sports in most cases. Patients with preoperative osteoarthritis  $\geq 2$  seem to experience insufficient gains from the mini-open surgery, so practitioners should be reluctant to apply the technique under those circumstances.

# 1. Einleitung

Das femoroazetabuläre Impingement (FAI) bezeichnet einen schmerzhaften, zumeist knöchernen Kontakt zwischen Schenkelhals und Azetabulumrand aufgrund einer unphysiologischen Taillierung des Schenkelhalses oder aufgrund einer azetabulären Mehrüberdachung [1]. Dieses Krankheitsbild wurde 2003 erstmals durch Ganz et al. beschrieben [1]. Häufig sind junge, sportlich aktive Patienten betroffen. Diese sind durch die schmerzhaften Bewegungseinschränkungen oftmals in ihrer beruflichen und sportlichen Aktivität sowie ihrer Alltagsgestaltung deutlich eingeschränkt [1]. Des Weiteren stellt das FAI einen Risikofaktor für die Entstehung einer vorzeitigen Koxarthrose dar, da das repetitive Impingement zu einer zunehmenden Schädigung von Labrum und Gelenkknorpel führt [1, 2, 3, 4, 5]. So konnten Clohisy et al. nachweisen, dass von 337 Patienten die aufgrund einer endgradigen Koxarthrose vor dem 50. Lebensjahr endoprothetisch versorgt wurden, etwa 35 % (n=118) radiologisch eine Schenkelhalspathologie im Sinne einer CAM- oder Pincer-Deformität aufwiesen [3]. Van Thiel und Kollegen beobachteten ebenfalls ein deutlich häufigeres Vorkommen von Schenkelhalsdeformitäten in dem Patientenkollektiv, das vor dem 50. Lebensjahr endoprothetisch versorgt wurde gegenüber der Vergleichsgruppe, welche sich erst nach dem 50. Lebensjahr der Implantation einer Hüfttotalendoprothese (Hüft-TEP) unterzog[5]. Die Ergebnisse dieser Arbeiten verdeutlichen die Notwendigkeit der operativen Therapie dieser präarthrotischen Deformität, um neben der Beseitigung des schmerzhaften Impingements auch dem potentiellen Risiko einer Arthroseentstehung vorzubeugen.

## 1.1 Pathomechanismus des femoroazetabulären Impingements

Es werden zwei Typen des FAI unterschieden, zum einen das CAM- oder auch Nockenwellen-Impingement und zum anderen das Pincer- oder auch Kneifzangen-Impingement [1, 2, 6].

Die CAM-FAI beschreibt einen schmerzhaften, knöchernen Kontakt zwischen Schenkelhals und Azetabulumrand aufgrund einer unzureichenden Taillierung des Schenkelhalses, klassischerweise in Form einer sogenannten „Pistolengriff“- oder auch CAM-Deformität (Abbildung 1).

Seltener liegen dem CAM-FAI ossäre, teils knorpelig bedeckte Anbauten am Kopf-Hals-Übergang, beispielsweise im Rahmen einer bestehenden Arthrose, heterotoper Ossifikationen oder einer Deformität des Kopf-Hals-Übergangs nach abgelaufener Epiphysiolysis capitis femoris (ECF) oder Morbus Perthes zugrunde [1, 7]. Die beim CAM-FAI entstehenden Scherkräfte können im

Verlauf zur flächigen Ablösung des Knorpels, in der Regel im anterior-superioren Gelenkabchnitt, sowie seltener zur Degeneration des Labrums führen [2, 8].

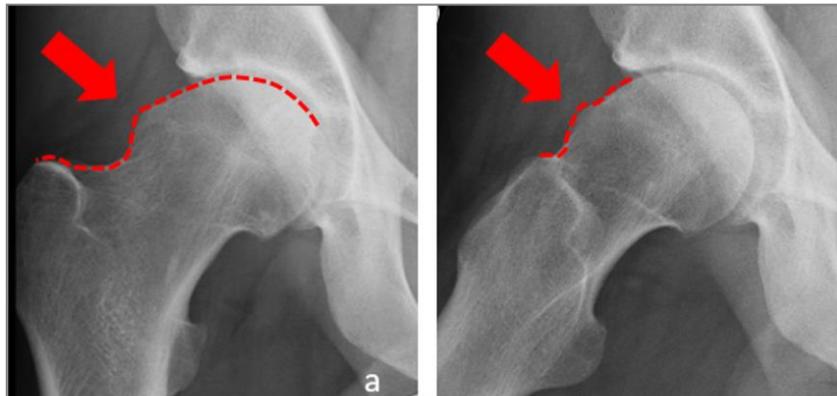


Abbildung 1: Röntgenbilder eines 43-jährigen Patienten mit anteriorer Impingementproblematik, Pistolengriff-Deformität (rote Markierung) in der a.p. Aufnahme, b) Darstellung der CAM-Deformität in der axialen Aufnahme

Das Pincer-Impingement bezeichnet einen schmerzhaften Kontakt zwischen Azetabulum und Schenkelhals welcher aus einer azetabulären Mehrüberdachung des Femurkopfes resultiert. Diese kann lokal, beispielsweise im Rahmen einer Coxa retrotorta, oder generalisiert, wie im Rahmen einer Coxa profunda, vorkommen (Abbildung 2 und Abbildung 3) [1].

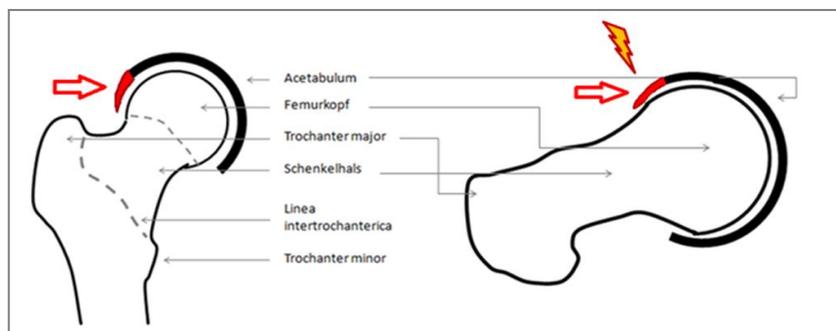


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Pincer-Pathologie, die rote Struktur markiert den prominenten Pfannenrand

In der umschriebenen Kontaktzone kommt es vor allem zur Schädigung des Labrums [1, 2]. Eine im Verlauf folgende, ossäre Degeneration des Labrums bedingt wiederum eine weitere Reduktion des Abstandes zwischen Schenkelhals und Azetabulumrand und kann das klinische Beschwerdebild des Pincer-FAI aggravierern. Das Pincer-Impingement kann zudem intraartikulär eine Verletzung des gegenüberliegenden Knorpelareals verursachen, die sogenannte „Countre-Coup“ Läsion [1, 2].



*Abbildung 3: Röntgenbild einer 42-jährigen Patientin mit symptomatischer Pincer-Pathologie im Rahmen einer Coxa profunda. Durch eine übermäßige Überdachung des rechten Femurkopfes kommt es zum schmerzhaften Impingement. Deutlich zu erkennen ist die bereits stattgefundene Ossifikation des Labrums (roter Pfeil).*

Während das CAM-Impingement häufiger bei jungen, sportlich aktiven Männern auftritt, ist das Pincer-Impingement eher bei Frauen mittleren Alters zu finden. Zum Teil lässt sich auch ein kombiniertes CAM- und Pincer-Impingement diagnostizieren [1,9].

Neben der beschriebenen mechanischen Schädigung des Gelenkknorpels [2] scheint die dadurch ausgelöste, rezidivierende Inflammation im Hüftgelenk ebenfalls ursächlich für dessen fortschreitende arthrotische Degeneration. Eine Studie von Elias und Kollegen beweist eine deutliche Infiltration des Labrums durch Leukozyten im Rahmen eines FAI [10]. Die im Verlauf resultierende Labrumdegeneration führt zum Funktionsverlust desselben, sodass eine optimale Gelenkstabilität und Verteilung der Synovialflüssigkeit nicht mehr gewährleistet ist. Diese veränderte Biomechanik kann die Entstehung einer Koxarthrose begünstigen [11, 12, 13].

## **1.2 Risikofaktoren der Entstehung eines femoroacetabulären Impingements**

### **1.2.1 Risikofaktoren für die Entstehung eines CAM-FAI**

Die Ätiologie des FAI ist zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend geklärt [1, 14, 15]. Es wird vermutet, dass eine exzessive sportliche Belastung des Hüftgelenkes durch High-Impact Sportarten im Kindes- und Jugendalter das Risiko für die Entstehung eines CAM-Impingements erhöht. Diverse Studien zeigen eine signifikant höhere Prävalenz eines CAM-Impingements in Patientengruppen, die in ihrer Jugend High-Impact Sportarten (Fußball, Basketball, Handball) auf Leistungssport-Niveau betrieben, gegenüber einer gleichaltrigen Kontrollgruppe [14, 16]. Es wird

vermutet, dass die bei High-Impact Sportarten entstehenden Scherkräfte im Kindesalter eine geringfügige Dislokation der noch nicht verknöcherten Epiphysenfuge verursachen könnten, ähnlich dem Pathomechanismus der ECF und somit die Entstehung eines CAM-FAI begünstigen [14, 16]. Deutlich seltener sind CAM-Deformitäten, die in Folge einer stattgehabten Erkrankung entstehen (sekundäres FAI). So kann beispielsweise eine, aufgrund einer unzureichenden Reposition, in Fehlstellung konsolidierte Schenkelhalsfraktur ein CAM-Impingement verursachen [17, 18]. Erkrankungen wie der Morbus Perthes oder die ECF, welche mit Veränderungen und Deformationen des Femurkopfes einhergehen, können ebenfalls in einer CAM-Deformität resultieren [1, 15]. Die ECF geht typischerweise mit einer Dislokation der Epiphyse nach dorsokaudal einher, sodass unbehandelt eine Coxa vara retrotorta entstehen kann. Der in diesem Falle nach anterolateral prominente Kopf-Hals-Übergang kann im Sinne eines Impingements dann schmerzhaft an den anterioren Pfannenrand anschlagen [19,20, 21].

### 1.2.2 Risiken für die Entstehung eines Pincer-FAI

Die übermäßige Pfantentiefe im Rahmen einer Coxa profunda oder Protrusio acetabuli bewirkt eine verhältnismäßig tiefere Zentrierung des Femurkopfes im Hüftgelenk und kann durch die zirkumferente Mehrüberdachung des Femurkopfes ein Pincer-FAI verursachen (Abbildung 4) [1, 15]. Eine ausgeprägte Retroversion des Azetabulums kann ebenfalls zu einer vermehrten anterolateralen Überdachung des Femurkopfes und somit zu einem fokalen, anterioren Pincer-Impingement führen.

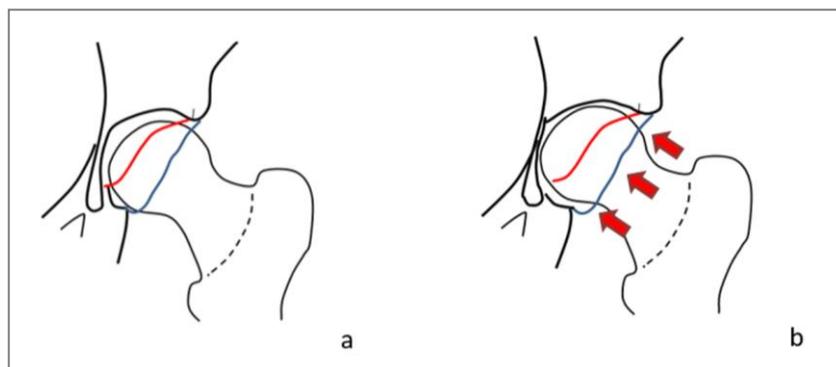


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer normal konfigurierten Hüfte (a) vs. einer Coxa profunda (b), durch die tiefe Pfanne ist der Femurkopf zirkumferent übermäßig überdacht (Pfeile), was in schmerzhaft eingeschränkten Bewegungsumfängen resultieren kann (rot-vorderer Pfannenrand, blau- hinterer Pfannenrand)

Eine Übersicht der bekannten Risikofaktoren gibt Abbildung 5.

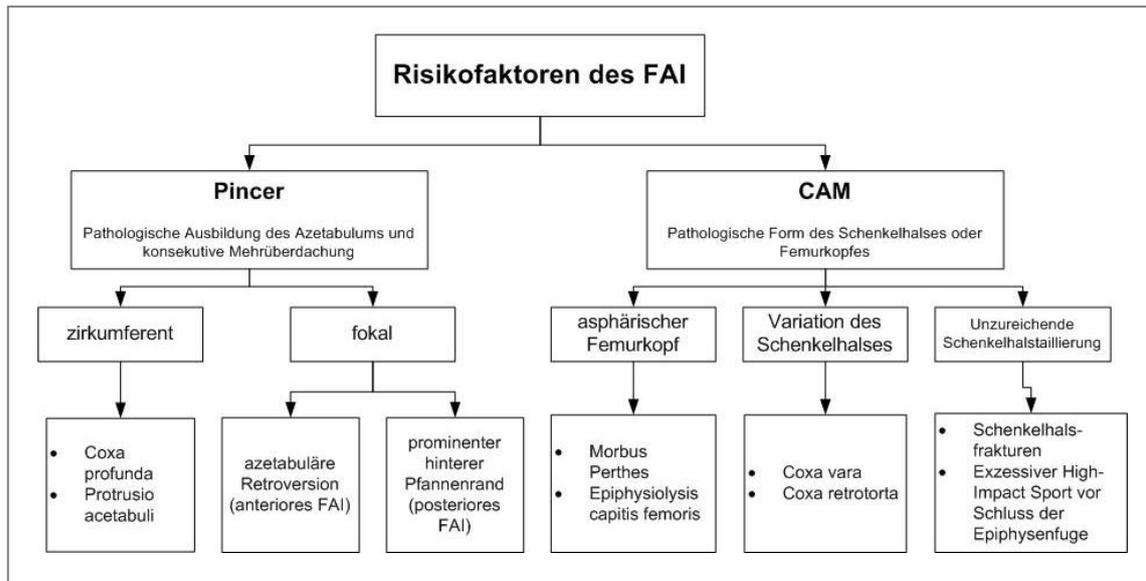


Abbildung 5: Übersicht der Risikofaktoren für die Entstehung eines FAI

### 1.3 Diagnostik des femoroazetabulären Impingements

Die Diagnostik des FAI stützt sich auf die anamnestischen Angaben des Patienten, die klinische Untersuchung, sowie eine Bildgebung des betroffenen Hüftgelenkes.

#### 1.3.1 Anamnese und Klinik

In der Regel manifestieren sich die FAI-assoziierten Beschwerden initial durch einen intermittierenden Schmerz im betroffenen Hüftgelenk. Dieser Schmerz ist oftmals durch exzessive sportliche Belastung oder langes tiefes Sitzen auslösbar und schränkt die Patienten in ihrer sportlichen Aktivität und mit zunehmender Intensität auch im Alltag ein [1, 4, 15, 22, 23]. Klinisch fällt oftmals eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung des betroffenen Hüftgelenks auf. Besonders betroffen sind beim anterioren FAI die Flexion und die Innenrotation [1, 24]. Häufig bestehen ein Leistendruckschmerz und ein positiver vorderer Impingementtest, welcher ein Anschlagen des Schenkelhalses an den Pfannenrand und somit ein schmerzhafes Einklemmen des Labrums provoziert [1, 25, 26]. Im Falle eines posterioren FAI kann durch den hinteren Impingementtest in Extension und Außenrotation ein glutealer Schmerz ausgelöst werden [1, 4, 26].

#### 1.3.2 Bildgebung zur Beurteilung der Hüftgelenksanatomie

Die Beurteilung der Hüftgelenksanatomie wird anhand einer Beckenübersichtsaufnahme im Stand (anterior-posterior), sowie anhand einer axialen Aufnahme nach Lauenstein (II) vorgenommen

(Abbildung 6). Beurteilt werden dabei die Form des Schenkelhalses mit möglicher CAM-Deformität, die Ausprägung des Pfannenrandes im Rahmen einer Pincer-Pathologie, die Torsion der Pfanne sowie der Abstand zwischen Schenkelhals und Azetabulumrand, das sogenannte Head-Neck-Offset [27, 28].

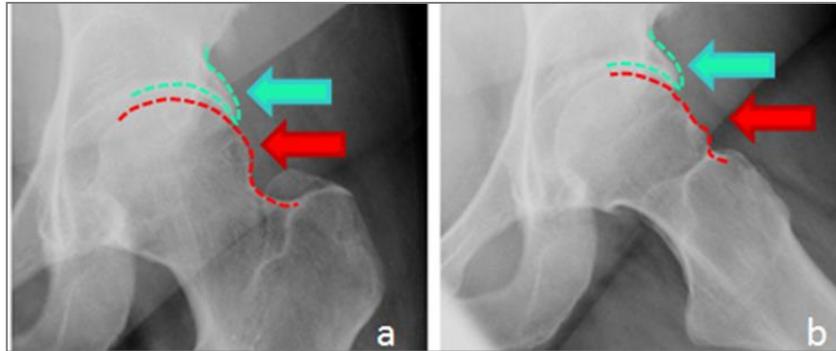


Abbildung 6: Röntgenologische Darstellung eines kombinierten FAI am linken Hüftgelenk einer 43-jährigen Patientin in der anterior-posterioren (a) und axialen Aufnahme (b), die CAM-Deformität ist jeweils rot markiert, die Pincer-Komponente grün

Weitere, das Offset quantifizierende Parameter, stellen der  $\alpha$ - und der  $\beta$ -Winkel dar. Der  $\alpha$ -Winkel misst die Ausprägung der pathologischen Schenkelhalsdeformität [29]. Der  $\beta$ -Winkel hingegen ist ein Maß für den Abstand zwischen dem Kopf-Hals-Übergang und dem Rand des Azetabulums [30]. Pathologisch reduzierte  $\alpha$ - und  $\beta$ -Winkel sind bei entsprechenden Beschwerden als radiologische Zeichen des FAI zu werten.

Das FAI kann im Verlauf zu einer Labrum- oder Knorpelläsion führen. Aus diesem Grund wird oftmals zusätzlich zur röntgenologischen Bildgebung eine Arthro-Magnetresonanztomographie (MRT) zur Beurteilung von Knorpel- und Labrumschäden durchgeführt [1, 31]. Als MR-tomographische Auffälligkeiten des FAI gelten neben einer CAM- oder Pincer-Deformität auch Labrumrisse, „Herniation Pits“ und „Bumps“ [32]. Der „Bump“ bezeichnet den asphärischen Vorsprung am Kopf-Hals-Übergang, welcher im Rahmen des CAM-FAI auftritt [33]. „Herniation Pits“ sind subkortikale Zysten des Schenkelhalses mit herniertem Weichgewebe. Durch das Impingement können, zumeist im proximalen, superioren Abschnitt des Schenkelhalses, Kortikalisdefekte entstehen. Im weiteren Verlauf kann es zur Herniation von Weichgewebe in diesen Defekt kommen [34].

## **1.4 Therapieoptionen des femoroazetabulären Impingements**

Eine konservative Therapie des FAI führt häufig nur zu einer vorübergehenden Beschwerdelinderung, da die zugrundeliegende Gelenkpathologie durch konservative Maßnahmen nicht adressiert werden kann. Daher ist in der Regel ein operatives Vorgehen mit einer Abtragung der Pathologien notwendig.

### **1.4.1 Konservative Therapie**

Eine rein konservative Therapie ist nur bei milder Symptomatik erfolgsversprechend [35]. Da die mechanische Ursache des Impingements konservativ nicht adressiert werden kann, bildet die Einnahme von nicht-steroidalen Antirheumatika, die Vermeidung von auslösenden Bewegungen sowie die Reduktion der körperlichen Aktivität die Grundlage der konservativen Therapie [27, 30, 36].

### **1.4.2 Operative Therapie**

Die Indikation zur operativen Therapie ergibt sich bei eindeutiger FAI-Symptomatik unter Übereinstimmung von anamnestischem Beschwerdebild, klinischer und radiologischer Befundkonstellation sowie nach frustriertem, konservativem Therapieversuch. In der operativen Therapie des FAI haben sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt drei Verfahren etabliert. Die chirurgische Hüftluxation ist aufgrund der hervorragenden 360°-Übersicht, aber größeren Invasivität und Komplikationsrate, bei komplexen, zirkumferenten oder posterioren Pathologien indiziert [30, 37, 38]. Weniger komplexe, insbesondere anteriore Pathologien können durch minimalinvasive Verfahren wie die Arthroskopie oder über einen minimalinvasiv offenen (mini-open) Zugang adressiert werden [15, 37, 38].

Eine Übersicht der etablierten Verfahren mit möglichen Vor- und Nachteilen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der operativen Therapieverfahren im Vergleich

	<b>Chirurgische Hüftluxation</b>	<b>Hüft-Arthroskopie</b>	<b>Mini-open Technik</b>
Häufigkeit [35]	<b>24%</b>	<b>59%</b>	<b>11%</b>
<b>Indikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adressierung komplexer, posteriorer und zirkumferenter Pathologien gut möglich [35, 38]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weniger komplexe, insbesondere anteriore Pathologien [15, 37, 38]</li> </ul>	
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hervorragende Übersicht</li> <li>• Direkte Möglichkeit der Knorpeltherapien bei detektierten Knorpeldefekten am Femurkopf und in der Gelenkpfanne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalinvasivstes Vorgehen</li> <li>• Geringes Komplikationsrisiko (0-8 %) [35, 39, 40]</li> <li>• Möglichkeit der ACT oder Mikrofrakturierung bei detektierten Knorpeldefekten [41, 42]</li> <li>• Möglichkeit der Labrumrefixation [43]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalinvasives Vorgehen</li> <li>• Abtragung der Pathologien und anschließende Prüfung der Bewegungsumfänge unter Sicht möglich</li> <li>• Kurze OP-Dauer [44]</li> <li>• Geringe Rate an schwerwiegenden Komplikationen [45, 44]</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Größere Invasivität</li> <li>• Hohe Komplikationsrate (bis zu 20 %) [46]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flache Lernkurve</li> <li>• Lange OP-Dauer (2-3 h) [47]</li> <li>• Traktion des Hüftgelenkes notwendig: Gefahr traktionsbedingter Nervenschäden [48, 39]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugangsbedingt häufig Hypästhesie durch Verletzung Nervus cutaneus femoris lateralis</li> <li>• Keine Möglichkeit intraoperativ den Knorpelstatus zu beurteilen oder Knorpelläsionen zu detektieren</li> </ul>

## Chirurgische Hüftluxation

Die chirurgische Hüftluxation wurde durch Ganz und Kollegen erstmalig beschrieben. Sie stellte anfangs den Goldstandard in der Therapie des FAI dar und weist somit heute die größten Erfahrungswerte auf [1, 46]. Aufgrund der hervorragenden 360°-Übersicht, aber größeren Invasivität und Komplikationsrate, wird sie aktuell eher bei komplexen, zirkumferenten oder posterioren Pathologien durchgeführt [30, 37, 38]. Entsprechend der Arbeit von Ganz und Kollegen als Erstbeschreiber dieser Technik, erfolgt über eine Trochanter-Slide-Osteotomie die Darstellung des Hüftgelenks. Die Luxation des Femurkopfes ermöglicht die vollständige Inspektion und Adressierung zirkumferenter Pathologien an Schenkelhals und Pfannenrand. Nach Beseitigung der pathologischen Deformität erfolgt der Kapselverschluss und die Osteosynthese des Trochanter major durch das Einbringen zweier 3,5 mm Kortikalisschrauben (Abbildung 7 Tabelle 7) [1].



Abbildung 7: Schematische Darstellung der Trochanter-Slide-Osteotomie (a) und Röntgenbild eines Patienten fünf Tage nach einer chirurgischen Hüftluxation (b)

Eine 2013 erschienene Übersichtsarbeit von Harris et al. gibt an, dass die chirurgische Hüftluxation in etwa 24 % der Fälle zur Therapie des FAI angewandt wird [35]. Die Komplikationsrate reicht nach einer Übersichtsarbeit von Matsuda und Kollegen bis zu 20 % [46]. Die zum Teil hohe Komplikationsrate sei nach Angabe der Autoren überwiegend auf die ausbleibende Konsolidierung der Trochanter-Osteotomie zurückzuführen [46]. Arbeiten anderer Autoren beobachteten kaum schwerwiegenden Komplikationen nach chirurgischer Hüftluxation [35, 49]. Weitere mögliche Komplikationen der chirurgischen Hüftluxation sind heterotope Ossifikationen, eine postoperative Femurkopfnekrose, die Verletzung des Nervus ischiadicus und iatrogene Schenkelhalsfrakturen [35, 50].

## Hüft-Arthroskopie

In der Therapie des FAI hat die Arthroskopie als minimalinvasives Verfahren mit geringem Weichteilschaden in den letzten Jahren als Goldstandard etabliert. Die Hüft-Arthroskopie ist nach einer Metaanalyse von Harris und Kollegen mit 59 % gegenwärtig das am häufigsten angewandte

Verfahren [35]. Der Zugang zum Hüftgelenk erfolgt in der Regel über einen anterolateralen, einen anterioren und einen dorsolateralen Trokar bei extendiertem Hüftgelenk. Pathologien können mittels Shaver oder Acromionizer abgetragen, verletzte oder degenerierte Labren refixiert bzw. reseziert werden [51]. Knorpelschäden können durch eine Mikrofrakturierung oder Autologe Chondrozytentransplantation (ACT) adressiert werden [41, 52, 53].

Die Hüft-Arthroskopie ist technisch anspruchsvoll und weist eine entsprechend flache Lernkurve auf. Der Erfolg sowie die Komplikationsrate dieses Verfahrens sind somit stark von der Erfahrung des Operateurs abhängig [37]. Zudem birgt die notwendige Traktion des Hüftgelenkes das Risiko von Nervenverletzungen [35, 37]. Weitere beobachtete Komplikationen sind heterotope Ossifikationen, Hypästhesien durch die zugangsbedingte Schädigung des Nervus cutaneus femoris lateralis, die Unterkorrektur des  $\alpha$ -Winkels und postoperativ aufgetretene Schenkelhalsfrakturen [40, 54, 55].

### **Mini-open Technik**

Die mini-open Technik findet, wie die Arthroskopie, bei weniger komplexen, insbesondere anterioren und anterolateralen Pathologien Anwendung [30,37]. Sie ermöglicht bei guter anteriorer Gelenkübersicht die direkte intraoperative Beurteilung der FAI-bedingten Bewegungseinschränkungen sowie deren schnelle und einfache Beseitigung bei relativ kurzer OP-Zeit [44, 45]. Trotz dieser potentiellen Vorteile wird das mini-open Verfahren gegenwärtig deutlich seltener als das arthroskopische Verfahren angewandt (11 % vs. 59 %) [35]. Aus diesem Grund gibt es zum aktuellen Zeitpunkt nur wenige Studien zum Outcome des mini-open Verfahrens, sodass ein Mangel an mittel- und langfristigen Ergebnissen besteht [35, 56].

Die Darstellung des Hüftgelenks erfolgt bei dieser Technik minimalinvasiv über einen anterolateralen Zugang (Abbildung 8). Unter Verwendung verschiedener Meißel unterschiedlicher Krümmung, sowie der Kugelfräse werden die Pathologien unter Sicht abgetragen (Abbildung 9). Vor dem Wundverschluss erfolgt die intraoperative Testung der Bewegungsumfänge unter Sicht.

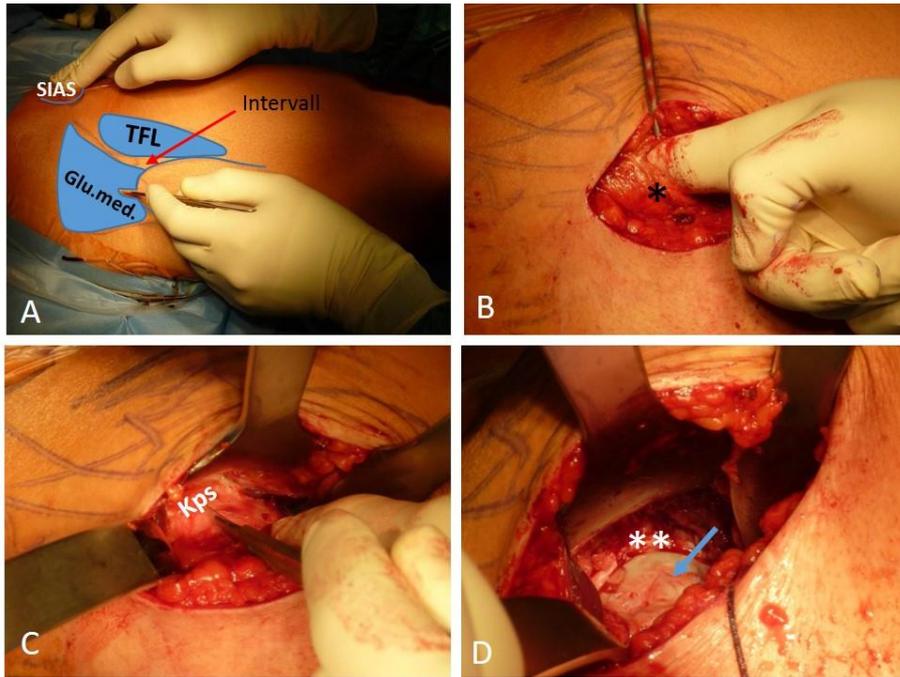


Abbildung 8: Mini-open Technik, Zugang zum Hüftgelenk. A: Hautschnitt über dem proximalen Femur in Längsrichtung ca. 5 cm (SIAS: Spina iliaca anterior superior, TFL: M. tensor fascia latae, Glu.med.: M. gluteus medius) B: minimalinvasiver anterolateraler Zugang durch das Muskelintervall zwischen M. tensor fascia latae und M. gluteus medius (Stern = Vorderrand); C: H-förmige Eröffnung der Kapsel; D: deutlich ersichtliche CAM-Deformität mit unzureichender Taillierung (blauer Pfeil); Doppel-Stern = Labrum

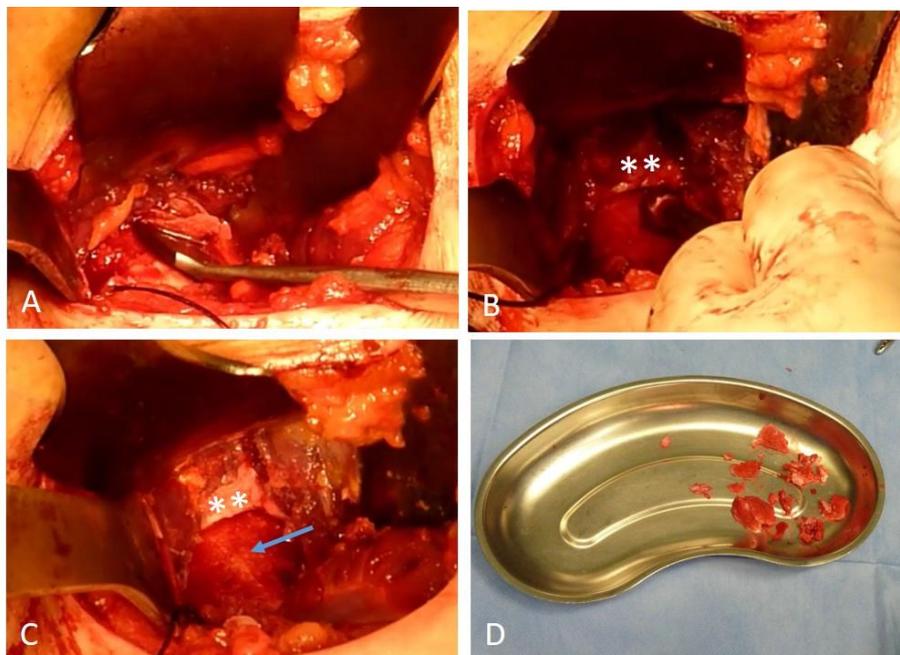


Abbildung 9: Abtragung und Modellierung der knöchernen, teils knorpelig belegten Deformitäten mit abgewinkelten Meißeln (A) und einer Kugelfräse (B); C: abgetragene CAM-Deformität mit nun physiologischer Taillierung des Kopf-Hals Übergangs (blauer Pfeil, Doppel-Stern = Labrum); D: Knochen-Knorpel-Reste der abgetragenen CAM-Deformität

## 1.5 Zielstellung der Arbeit

Abhängig von Lage und Komplexizität der Pathologie werden in der Therapie des FAI gegenwärtig die chirurgische Hüftluxation, die mini-open Technik und die Hüftarthroskopie angewendet. Das arthroskopische Verfahren hat dabei, aufgrund der minimalinvasiven Technik, in den letzten Jahren einen deutlichen Aufschwung erfahren. Als nachteilig werden die längere Operationsdauer, das Risiko traktionsbedingter Nervenschäden sowie eine flache Lernkurve des Operators und eine dadurch bedingte begrenzte Verfügbarkeit angeführt [35, 37]. Vor diesem Hintergrund bieten die technisch einfacheren mini-open Verfahren bei anterioren und anterolateralen Pathologien eine Alternative zur Arthroskopie. Bisher existieren aufgrund der seltenen Anwendung nur wenige und kurzfristige Daten für die mini-open Technik [35]. Zudem ist unklar, inwieweit der gegenüber der Arthroskopie invasivere Eingriff das Outcome negativ beeinflusst [35, 46]. Ebenfalls nicht abschließend geklärt, ist der Einfluss des präoperativen Arthrosegrades auf das operative Outcome. Oftmals insistieren die zumeist jungen Patienten trotz fortgeschrittener Koxarthrose auf einen gelenkerhaltenden Therapieversuch. Inwieweit die Betroffenen von diesem Vorgehen profitieren wird zum aktuellen Zeitpunkt in der Literatur kontrovers diskutiert [39, 40, 44, 57, 58]. Entsprechend soll in der vorliegenden Arbeit das subjektive, klinische und radiologische Outcome des mini-open Verfahrens im mittleren Follow-up evaluieren werden. Anschließend erfolgt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mit denen des arthroskopischen Verfahrens in der Literatur. Die folgenden Aufgaben und Fragestellungen sollen untersucht werden:

- 1.) In welchem Ausmaß ermöglicht die mini-open Technik die Beseitigung der Impingement-Symptomatik im kurz- und mittelfristigen Follow-up, insbesondere hinsichtlich der Schmerzreduktion, der allgemeinen Funktionsverbesserung und der Wiedererlangung der patientenspezifischen sportlichen und Alltagsaktivität?
- 2.) Ermöglicht die mini-open Technik die Wiederherstellung der physiologischen Gelenksanatomie?
- 3.) Kann die Abtragung der Pathologien das Entstehen bzw. Fortschreiten einer Koxarthrose mittelfristig verzögern oder vermeiden?
- 4.) Welchen Einfluss haben die initiale und manifeste Koxarthrose auf das mittelfristige Outcome?
- 5.) Bis zu welchem Arthrosegrad ist ein gelenkerhaltender Therapieversuch bei vorliegendem FAI erfolgsversprechend und kann empfohlen werden?

## 2. Methodik

### 2.1 Studiendesign

Die Durchführung der vorliegenden Arbeit wurde von der Ethikkommission der Charité-Universitätsmedizin Berlin unter der Antragsnummer EA1/078/13 bewilligt.

Das Outcome des mini-open Verfahrens wurde retrospektiv über die Betrachtung dreier Teilbereiche erfasst (Abbildung 10):

- 1.) Die Bewertung des subjektiven Outcomes
- 2.) Die Evaluation des klinischen Outcomes
- 3.) Die radiologische Auswertung der prä-, direkt postoperativen (maximal 6 Wochen post-OP) und der Röntgenbilder zum Follow-up

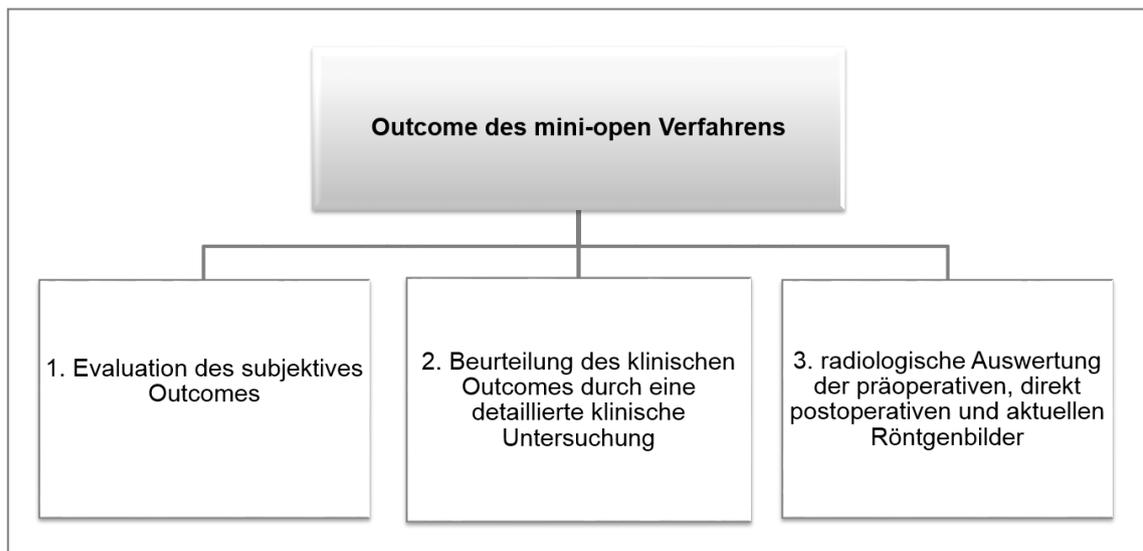


Abbildung 10: Teilbereiche der Nachuntersuchung in schematischer Darstellung

### 2.2 Epidemiologie

Für die Durchführung der Nachuntersuchung wurden zunächst alle Patienten mit der Diagnose eines FAI, welche sich im Zeitraum vom 01.01.2005 - 31.10.2012 an der Charité – Universitätsmedizin Berlin einer mini-open FAI-Resektion unterzogen aus dem krankenhauses internen Informationssystem der Charité-Universitätsmedizin Berlin selektiert. Unter Verwendung verschiedener, das FAI verschlüsselnder ICD-10 und OPS-Codierungen (Vergleich Tabelle 2) konnten insgesamt 3.236 Fälle ermittelt werden.

Tabelle 2: Codierungen und identifizierte Fallzahl

ICD – 10		Fallzahl
M24.15	Sonstige Gelenkknorpelschädigungen: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	30
M24.19	Sonstige Gelenkknorpelschädigungen: Nicht näher bezeichnete Lokalisationen	19
M24.55	Gelenkkontraktur: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	29
M24.85	Sonstige näher bezeichnete Gelenkschädigungen, anderenorts nicht klassifiziert: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	456
M24.95	Gelenkschädigung, nicht näher bezeichnet: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	10
M25.55	Gelenkschmerz: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	545
M25.65	Gelenksteife, anderenorts nicht klassifiziert: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	15
M25.75	Osteophyt: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	970
M25.85	Sonstige näher bezeichnete Gelenkkrankheiten: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	9
M25.95	Gelenkkrankheit, nicht näher bezeichnet: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	11
M21.85	Sonstige näher bezeichnete erworbene Deformitäten der Extremitäten: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	47
M21.95	Erworbene Deformität einer Extremität, nicht näher bezeichnet: Beckenregion und Oberschenkel [Becken, Femur, Gesäß, Hüfte, Hüftgelenk, Iliosakralgelenk]	10
OPS-Codierungen		Fallzahl
5-782.+d	Exzision und Resektion von erkranktem Knochengewebe: Becken	411
5-782.+e	Exzision und Resektion von erkranktem Knochengewebe: Schenkelhals	224
5-782.+f	Exzision und Resektion von erkranktem Knochengewebe: Femur proximal	191
5-781.ad	Osteotomie und Korrekturosteotomie: Osteotomie ohne Achsenkorrektur: Becken	3
5-781.ae	Osteotomie und Korrekturosteotomie: Osteotomie ohne Achsenkorrektur: Schenkelhals	12
5-781.af	Osteotomie und Korrekturosteotomie: Osteotomie ohne Achsenkorrektur: Femur proximal	45
5-80+.+g	Offen chirurgische Revision eines Gelenkes: Hüftgelenk	997
5-81+.+g	Arthroskopische Gelenkoperationen: Hüftgelenk	102
<b>Summe</b>		<b>3.236</b>

Anschließend erfolgte der Export aller 3.236 Fälle in eine Microsoft-Excel Liste und die Ordnung derselben nach Patientenummer. Patienten welche durch verschiedene Fallnummern mehrfach erfasst wurden, konnten so identifiziert und zusammengefasst werden. Es verblieben 1.825 Patienten, welche anhand folgender Ein- und Ausschlusskriterien weiter selektiert wurden:

**Einschlusskriterien:**

- Mini-open Schenkelhalsmodulation oder Pfannenrandtrimming bei anteriorem FAI
- Mini-open Schenkelhalsmodulation mit Pfannenrandtrimming bei anteriorem FAI

**Ausschlusskriterien:**

- Schenkelhalsmodulation oder Pfannenrandtrimming in Kombination mit einer periazetabulären Umstellungsosteotomie
- Ausschließlich konservativ behandelte FAI
- Therapie des FAI durch eine arthroskopische Schenkelhalsmodulation bzw. Pfannenrandtrimming
- Therapie des FAI durch eine chirurgische Hüftluxation
- Zum Zeitpunkt des Follow-up noch minderjährige Patienten

Anhand der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 161 Fälle (155 Patienten) selektiert werden (Abbildung 11). Sechs der 155 Patienten unterzogen sich beidseits einer mini-open FAI-Resektion.

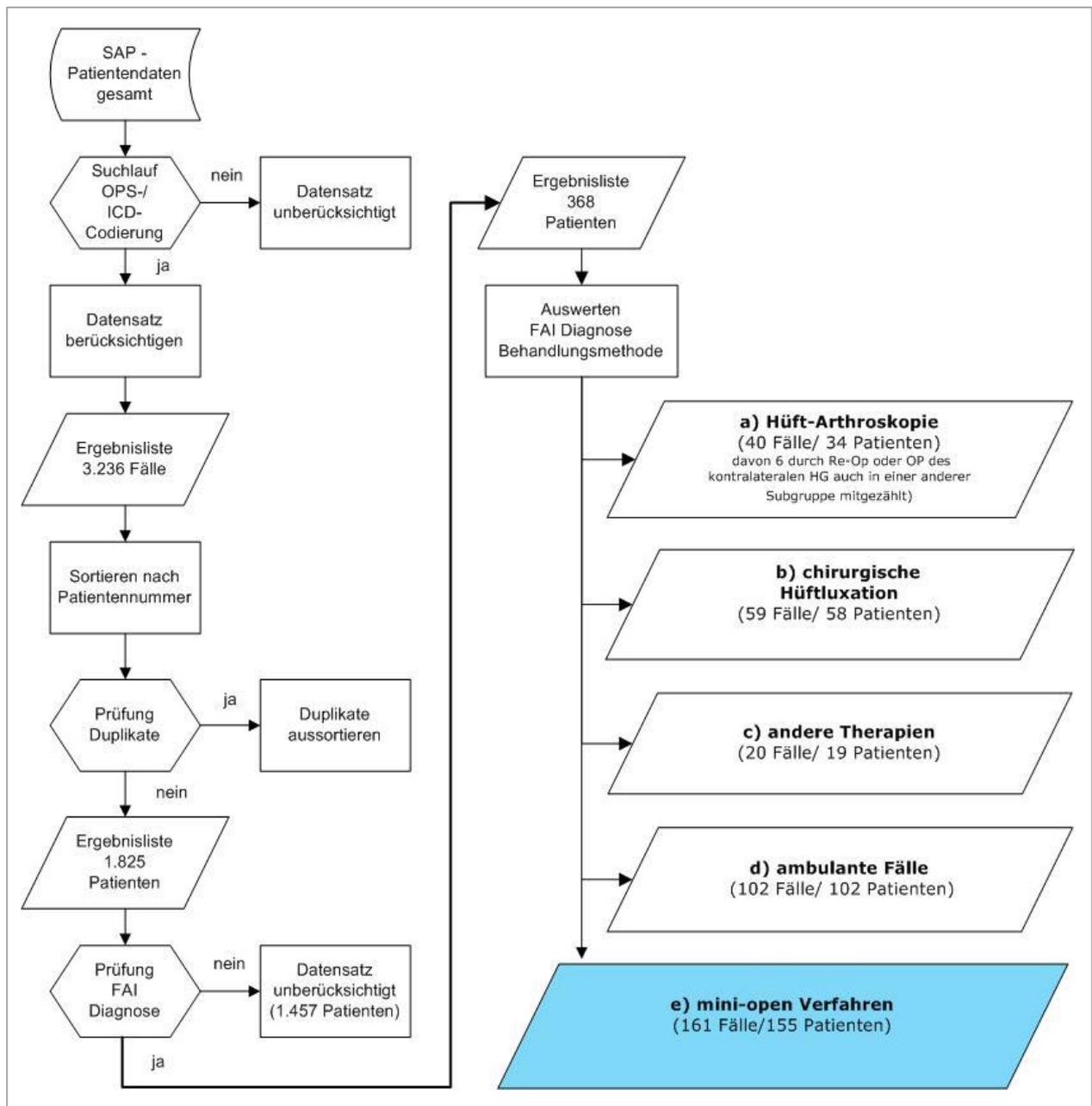


Abbildung 11: Systematik der Datenverarbeitung und Auswahlprozess der Studienpatienten

Die 155 selektierten Patienten wurden kontaktiert und über Durchführung, Aufbau und Ziele der Nachuntersuchung informiert. Bestand Interesse an der freiwilligen Nachuntersuchung wurde ein Termin vereinbart. Die Teilnehmerinformation, die im Folgenden beschriebenen Fragebögen und eine Einwilligungserklärung wurden dem Patienten im Vorfeld zugesandt.

Insgesamt konnten 99 Patienten (105 Fälle) in die Nachuntersuchung eingeschlossen werden. 71 Patienten (76 Fälle) fanden sich zu einem Untersuchungstermin in der Klinik ein. 28 Patienten (29 Fälle) antworteten postalisch. In drei Fällen konnten aktuelle Untersuchungsbefunde der Patienten

die rein postalisch an der Nachuntersuchung teilnahmen von deren behandelnden Orthopäden erfragt werden. 16 der 155 Patienten hatten kein Interesse an einer Nachuntersuchung. 40 Patienten waren weder postalisch noch telefonisch zu erreichen (Abbildung 12).

In der Ergebnisbetrachtung und statistischen Analyse des klinischen Outcomes wurden Patienten, welche zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits endoprothetisch versorgt waren (2 von 76 Fällen) nicht berücksichtigt. Da nicht von jedem Patienten sowohl präoperative, direkt postoperative und zum Zeitpunkt des Follow-up auswertbare Röntgenbilder vorlagen, variieren die Fallzahlen in der statistischen Analyse der vermessenen radiologischen Parameter.

Abschließend erfolgte die Pseudonymisierung der erhobenen Daten.

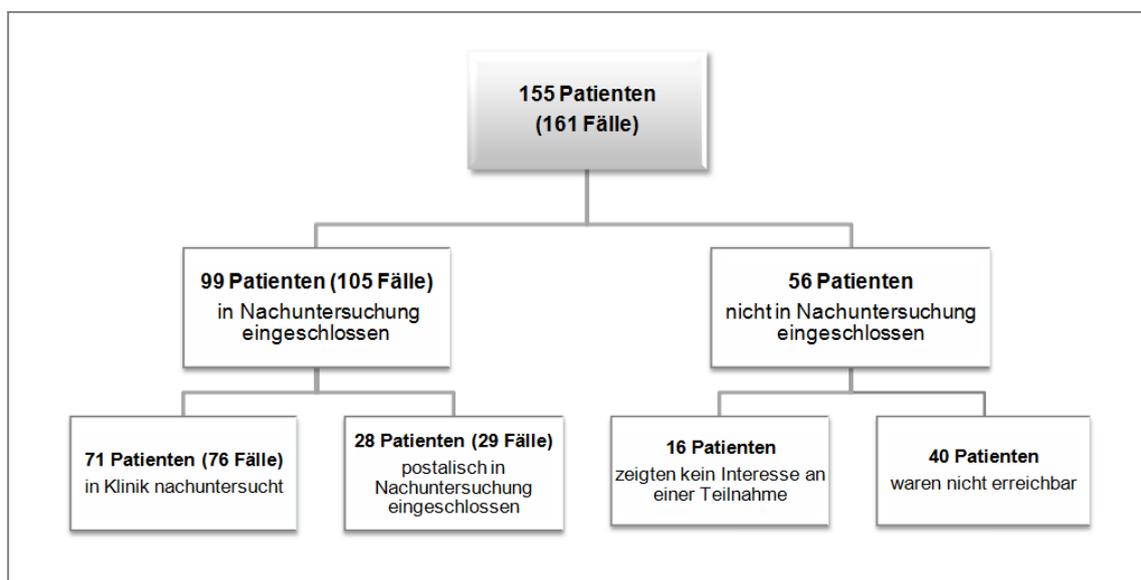


Abbildung 12: Ergebnis der Patientenakquise

## 2.3 Erfassung des subjektiven Outcomes

Zur Erfassung des subjektiven Outcomes wurden aktuell bestehende Schmerzen, die Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis und die Aktivität des Patienten erfragt. Für die Auswahl der geeigneten Fragebögen erfolgte zunächst eine Literaturrecherche. Der Focus der Recherche lag auf Scores die sowohl Alltags- als auch sportliche Aktivitäten in der Bewertung berücksichtigen.

### 2.3.1 Schmerzintensität, Aktivität und Zufriedenheit

Zur umfassenden Evaluation des Outcomes wurden zunächst die individuelle Patientenzufriedenheit, das sportliche Verhalten und die Existenz bzw. Intensität eventuell noch bestehender Schmerzen erfragt (Anlage 1).

### **Subjektive Schmerzintensität**

Die aktuelle Schmerzintensität im Hüftgelenk wurde mittels einer numerischen Ratingskala (NRS) von 0 „kein Schmerz“ bis 10 „Vernichtungsschmerz“ für den Ruhezustand, Alltagsaktivitäten und starker Belastung erhoben. Das Ausmaß der durchschnittlichen präoperativen Schmerzen wurde retrospektiv aus den Krankenakten ermittelt.

Zusätzlich erfolgten die Erfassung einer eventuell notwendigen Schmerzmitteleinnahme, des Vorhandenseins und der Dauer eines schmerzfreen Intervalls sowie die Änderung der Beschwerdesymptomatik unter dem Aspekt: gebessert, verschlechtert, gleichgeblieben.

### **Einschätzung der Aktivität**

Die Einschätzung der Patientenaktivität erfolgte anhand der Erfragung prä- und postoperativ ausgeübter Sportarten, der Dynamik der sportlichen Aktivität mit der Fragestellung der Intensitätszunahme, Änderung oder Aufgabe und der Anzahl der mit Sport verbrachten Wochenstunden. Abschließend erfolgte die Einteilung des Patientenkollektivs in vier Aktivitäts-Gruppen:

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 0 | Kein Sport      |
| 1 | 1- 4 h/Woche    |
| 2 | > 4 - 8 h/Woche |
| 3 | > 8 h/ Woche    |

### **Zufriedenheit**

Die Zufriedenheit des Patienten mit dem Ergebnis des mini-open Verfahrens wurde über das Schulnotensystem erhoben (1 „sehr gut“ bis 6 „ungenügend“). Zudem wurde erfragt, ob der Patient sich mit dem heutigen Wissen um sein individuelles Outcome wieder operieren lassen würde.

#### **2.3.2 Funktionsscores basierend auf der Patienteneinschätzung**

Die Auswahl eines geeigneten Fragebogen zur Nachuntersuchung des Therapieerfolges der mini-open Operation wurde nach einer Recherche in der Datenbank MEDLINE (Pubmed) im Zeitraum vom 25.10.12 – 15.11.12 unter folgenden Schlagworten getroffen:

“Patient-related outcome” AND “instruments” AND “femoroacetabular impingement” OR “FAI”  
(= 1 Ergebnis)

sowie

“Patient-reported outcome” AND “questionnaires” AND “hip” (= 8 Ergebnisse)

Es wurden neun Arbeiten und deren Primärquellen analysiert. Entsprechend der Literaturrecherche und der dort empfohlenen bzw. verwendeten Fragebögen wurden der Hip Outcome Score (HOS) und der modifizierte Harris Hip Score (mHHS) für die Beurteilung des Outcomes nach operativer Therapie eines FAI selektiert.

### **Hip Outcome Score**

Der Hip Outcome Score (HOS) wurde zur Evaluation des Outcomes von arthroskopischen Hüft-eingriffen speziell bei jungen und Patienten mittleren Alters entwickelt [59, 60]. Er erwies sich, sowohl in der englischen als auch der deutschen Variante, als reliabel und valide [59]. Aufgrund der Berücksichtigung der typischerweise FAI-assoziierten Beschwerden, wie beispielsweise Schmerzen bei seitlichen und Drehbewegungen auf dem betroffenen Bein und Schmerzen beim tiefen Sitzen, gilt er als besonders gut geeignet für Patienten mit FAI [60]. Änderungen in der prä- und postoperativen Symptomatik werden im HOS ebenfalls sensitiv registriert [59, 61].

Der HOS umfasst insgesamt 28 Fragen und ist in zwei Domänen untergliedert (Anlage 2): 19 Fragen beziehen sich auf Alltagsaktivitäten (ADL = Activities of Daily Life) und bilden den HOS-ADL, neun Fragen beziehen sich auf verschiedene sportliche Aktivitäten und bilden den HOS-Sport. Die Items werden über eine Likert-Skala (keine, geringe, mäßige, extreme Schwierigkeiten, Unmöglich) durch den Patienten beantwortet. Jeder Angabe der Likert-Skala ist eine Punktzahl zugeordnet, keine Schwierigkeiten ergibt vier Punkte, geringe Schwierigkeiten drei Punkte usw. Schlussendlich werden die Punkte aus den 19 Fragen des HOS-ADL bzw. den neun Fragen des HOS-Sport zusammengerechnet und jeweils durch die Anzahl der gegebenen Antworten, welche mit vier multipliziert werden, geteilt. Beschwerden welche bei den abgefragten Aktivitäten auftreten, aber nicht dem Hüftgelenk zuzuschreiben sind, können über das Feld „nicht zutreffend“ aus der Auswertung herausgenommen werden [59, 60].

Das errechnete Ergebnis multipliziert mit 100 beschreibt die Funktion des Hüftgelenkes in Prozent. Das bestmögliche Ergebnis von 100 % entspricht einem voll funktionsfähigen Hüftgelenk [60].

$$HOS - ADL [\%] = \frac{\text{Punktwert der (maximal) 19 Fragen entsprechend der Likert Skala}}{\text{Anzahl der nicht mit "nicht zutreffend" beantworteten Fragen} \times 4} \times 100$$

$$HOS - Sport [\%] = \frac{\text{Punktwert der (maximal) 9 Fragen entsprechend der Likert Skala}}{\text{Anzahl der nicht mit "nicht zutreffend" beantworteten Fragen} \times 4} \times 100$$

Zusätzlich hat der Patient die Möglichkeit, seine subjektive Hüftfunktion bezüglich der Alltagsaktivitäten (HOS-ADL subjektiv) und sportlichen Aktivitäten (HOS-Sport subjektiv) direkt prozentual einzuordnen (0 % bis 100 %) und eine Einschätzung der Hüftfunktion bezüglich der Aspekte normal, fast normal, unnormal oder stark unnormal vorzunehmen [60].

### **Modifizierter Harris Hip Score**

Der modifizierte Harris Hip Score (mHHS) (Anlage 3) wurde ebenfalls zur Evaluation des Outcomes arthroskopischer Hüftoperationen junger und Patienten mittleren Alters entwickelt. Er umfasst wie der originäre Harris Hip Score die Teilbereiche Schmerz (maximal 44 Punkte), Funktion (maximal 33 Punkte) und Alltagsaktivitäten (maximal 14 Punkte), welche durch eine Likert-Skala evaluiert werden (Maximalpunktzahl von 91). Der endgültige Scorewert des mHHS errechnet sich aus der Multiplikation dieser Punktzahl mit dem Faktor 1,1 [60,62, 63].

Der präoperative mHHS wird standardmäßig bei der stationären Aufnahme erfasst und konnte retrospektiv in den Krankenakten eingesehen und erhoben werden.

## **2.4 Erfassung des klinischen Outcomes**

Die Evaluation des klinischen Outcomes erfolgte durch den Vergleich der präoperativen und aktuellen Untersuchungsbefunde des Hüftgelenkes.

Die präoperative Ausgangssituation wurde anhand der in den Krankenakten des Patienten hinterlegten Untersuchungsbefunde beurteilt. Zur Erhebung des aktuellen Outcomes erfolgte eine detaillierte klinische Untersuchung des Hüftgelenkes. Hierbei lag der Fokus auf den Bewegungsumfängen.

### **2.4.1 Klinische Untersuchung des Hüftgelenkes**

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurden folgende Parameter erhoben (Anlage 4):

- Trochanterklopfschmerz
- Leistendruckschmerz
- Fersenklopfschmerz
- Vorderes Impingementzeichen
- Trendelenburg-Zeichen
- Gangbild des Patienten (normal, leichtes, mäßiges, starkes Hinken)
- Erfassung der Bewegungsumfänge des Hüftgelenkes

## 2.4.2 Berechnung des Harris Hip Scores aus den Untersuchungsbefunden

Zur Vergleichbarkeit der prä- und postoperativen klinischen Untersuchungsergebnisse erfolgte zusätzlich die Berechnung des Harris Hip Scores aus den präoperativen und aktuellen Untersuchungsbefunden. Der Harris Hip Score (HHS) errechnet sich aus den Teilbereichen Schmerz (maximal 44 Punkte), Funktion (maximal 47 Punkte) und klinischem Untersuchungsbefund (insgesamt maximal 9 Punkte). Der bestmögliche zu erreichende Wert beträgt 100. Das Ergebnis wird wie folgt abgestuft [64]:

- $\geq 91$  hervorragendes Ergebnis
- $\geq 81 - 90$  gutes Ergebnis
- $\geq 71 - 80$  mäßiges Ergebnis
- $\leq 70$  schlechtes Ergebnis

## 2.5 Radiologische Auswertung

Die radiologische Auswertung erfolgte jeweils an präoperativen, direkt postoperativ (maximal 6 Wochen postoperativ) und den zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gefertigten Beckenübersichts- und axialen Aufnahme nach Lauenstein. Dazu wurden die typischerweise FAI-assoziierten, radiologischen Parameter wie der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Winkel sowie das anteriore Head-Neck-Offset bestimmt [1, 65]. Ziel war die Analyse und Quantifizierung der anatomischen Pathologien im Verlauf. Zudem erfolgte die Beurteilung des präoperativen und zum Follow-up vorliegenden Arthrosegrades. Des Weiteren sollte die radiologische Verlaufskontrolle Komplikationen wie beispielsweise eine Schenkelhalsfraktur oder heterotope Ossifikationen aufzeigen.

### Erhobene radiologische Parameter:

- $\alpha$ -Winkel
- $\beta$ -Winkel
- femorales Head-Neck-Offset
- anteriore, femorale Head-Neck-Offset-Ratio
- Arthrosegrad nach Kellgren & Lawrence
- heterotope Ossifikationen (Klassifikation nach Brooker)

Alle Parameter wurden unter Verwendung eines radiologischen Auswertungsprogramms erhoben. Hierbei handelt es sich um ein individuell programmiertes Software-Tool („Egbert“), welches das

maßstabsgerechte Vermessen vielfältiger Standard-Bildformate (Bsp. jpeg, png, tiff) erlaubt. Im Folgenden sind die Messmethoden der oben genannten Parameter erläutert.

### 2.5.1 $\alpha$ -Winkel

Der  $\alpha$ -Winkel dient der Quantifizierung der pathologischen Schenkelhalstaillierung [29]. Die Messung des  $\alpha$ -Winkels erfolgte in der axialen Röntgenaufnahme nach Lauenstein nach der von Nötzli et al. beschriebenen Methode: Gemessen wird der Winkel zwischen der Geraden durch die Mitte des Schenkelhalses und Femurkopfes und einer Geraden durch den Punkt, an welchem der Femurkopf die beschriebene Kreisbahn überragt (Abbildung 13). In der axialen Röntgenaufnahme gelten  $\alpha$ -Winkel größer  $50^\circ$  als pathologisch [29,66].

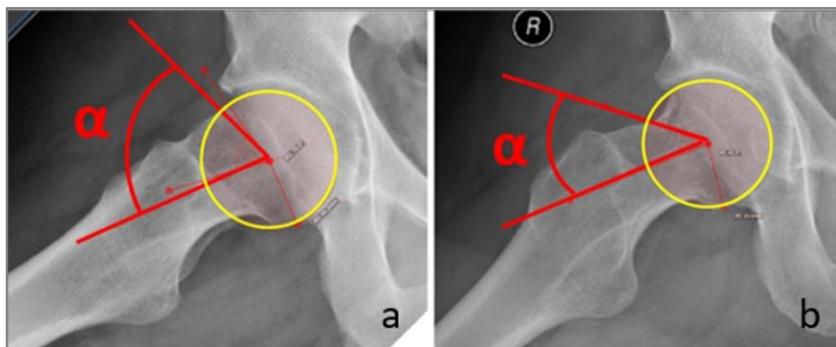


Abbildung 13: Prä- (a) und postoperativer (b)  $\alpha$ -Winkel

### 2.5.2 $\beta$ -Winkel

Der  $\beta$ -Winkel ist ein Maß für den Abstand zwischen dem Kopf-Hals-Übergang und dem Rand des Azetabulums [30]. Gemessen wird nach der Methode von Brunner und Kollegen der Winkel zwischen der Geraden entlang des superioren Azetabulumrandes und einer Geraden durch den Punkt, an welchem der Femurkopf die Kreisbahn verlässt (Abbildung 14). Der  $\beta$ -Winkel beträgt physiologischerweise  $> 30^\circ$  [65].

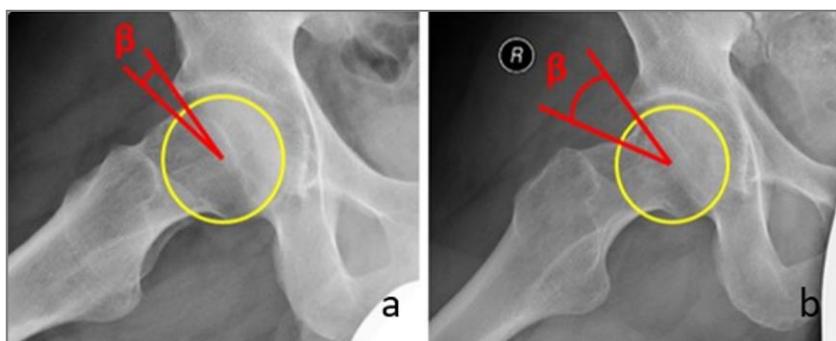


Abbildung 14: a) Prä- und b) postoperativer  $\beta$ -Winkel eines Patienten

### 2.5.3 Head-Neck-Offset und anteriore femorale Head-Neck-Offset-Ratio

Das anteriore, femorale Head-Neck-Offset und die anteriore, femorale Head-Neck-Offset-Ratio spiegeln die Ausprägung der CAM-Deformität wieder. Die Messung erfolgte ebenfalls in der axialen Röntgenaufnahme nach der Methodik von Eijer et al [17]: Es werden drei Parallelen eingezeichnet. Die erste Gerade bildet die Achse des Schenkelhalses, diese muss nicht zwangsläufig das Zentrum des Femurkopfes kreuzen. Parallel dazu werden eine Gerade entlang der anterioren Kante des Schenkelhalses (2) und eine Gerade entlang der anterioren Kontur des Femurkopfes (3) gezogen (Abbildung 15). Der Abstand (mm) zwischen Gerade 2 und 3 bildet das Head-Neck-Offset [27, 28]. Um die Head-Neck-Offset-Ratio zu berechnen wird das Offset durch den Durchmesser des Femurkopfes geteilt.

$$HNOR = \frac{\text{femorales anteriores Head - Neck - Offset}}{\text{Durchmesser des Femurkopfes}}$$

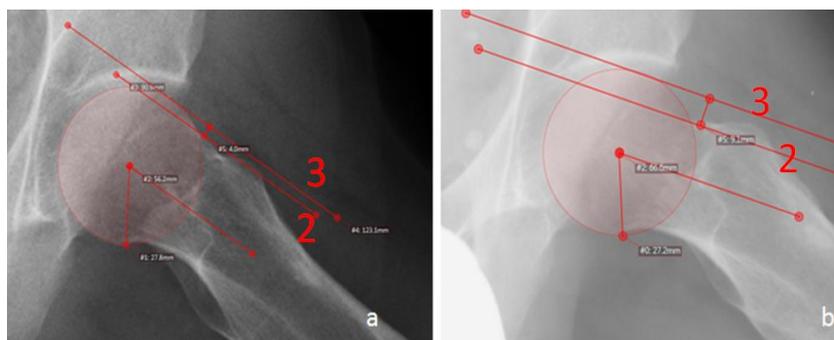


Abbildung 15: a) Prä-, b) postoperative Messung des Head-Neck-Offsets

Ein Head-Neck-Offset < 7 mm gilt als pathologisch [27, 28]. Die Head-Neck-Offset Ratio korreliert negativ mit einem steigenden  $\alpha$ -Winkel. Hüftgelenke mit einem Quotienten  $\leq 0,15$  haben ein 9,5-fach erhöhtes relatives Risiko einen  $\alpha$ -Winkel von  $> 50,5^\circ$  aufzuweisen [67].

## 2.5.4 Arthrosegrad nach Kellgren und Lawrence

Die Beurteilung des jeweiligen Arthrosegrades der Hüftgelenke erfolgte anhand der Kriterien von Kellgren und Lawrence wie in Tabelle 368, 69].

Tabelle 3: Charakteristika der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence

Arthrosegrad	Merkmale
Kellgren 0	keine radiologischen Arthrosezeichen
Kellgren 1	fragliche Arthrose, kleine Osteophyten, fragliche Relevanz
Kellgren 2	minimale Arthrose, Osteophyten, Gelenkspalt normal
Kellgren 3	moderate Arthrose, Gelenkspalt verschmälert, Geröllzysten
Kellgren 4	starke Arthrose, Gelenkspalt stark verschmälert, subchondrale Sklerosierung, knöcherne Deformierung des Hüftgelenkes

Ein Stadium Kellgren  $\geq 2$  gilt als manifeste Koxarthrose [68, 69].

## 2.5.5 Heterotope Ossifikationen

Die postoperativen Röntgenbilder wurden zusätzlich auf das Auftreten von heterotopen Ossifikationen geprüft. Dabei wurden nach der Klassifikation von Brooker, wie in Tabelle 4 dargestellt, 4 Grade unterschieden [70].

Tabelle 4: Klassifikation der heterotopen Ossifikationen nach Brooker

Grad	Merkmale
1	Knocheninseln im Weichteilgewebe
2	Ossifikation von Becken oder proximalen Femur mit mindestens einen Zentimeter Abstand zwischen den artikulierenden Knochenflächen
3	Ossifikation von Becken oder proximalen Femur mit weniger als einen Zentimeter Abstand zwischen den artikulierenden Knochenflächen
4	Ankylose des Hüftgelenks

## 2.6 Weitere Parameter

Neben den bereits aufgeführten Parametern wurden zudem der präoperative Beschwerdezeitraum, die Operationsdauer (Schnitt-Naht), die stationäre Verweildauer sowie die Durchführung einer Ossifikationsprophylaxe erfasst. Aus den Operationsberichten wurde der dokumentierte Zustand des Labrums (intakt vs. degeneriert) entnommen.

Abschließend erfolgte zudem die Prüfung der Korrelationen zwischen Patientenalter, initialem Arthrosegrad sowie Zustand des Labrums und Outcome der Funktionsscores.

## 2.7 Statistische Auswertung

Für die Verwaltung und statistische Auswertung der erhobenen Daten wurden die Programme Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) und Statistical Package for the Social Sciences Version 22 (International Business Machines Corporation, Armonk, USA) verwendet. Die Mittelwerte normalverteilter Daten wurden unter Verwendung des t-Tests für verbundene Stichproben (ROM, Head-Neck-Offset, Head-Neck-Offset-Ratio) verglichen. Lag keine Normalverteilung der linear skalierten Daten vor, wurde der Wilcoxon Test für verbundene Stichproben (NRS, HOS, Gangbild, mHHS,  $\alpha$ -Winkel,  $\beta$ -Winkel, HHS) gewählt. Kategorial skalierte, verbundene Parameter (Hüftfunktion, Sportarten, Schmerzmitteleinnahme, Leistendruckschmerz, Fersenklopfschmerz, Trochanterklopfschmerz, Trendelenburg-Zeichen, HHS-Scor Ergebnis, Einschätzung Hüftfunktion) wurden anhand des McNemar Tests verglichen. Der Einfluss der Labrumteilresektion auf das Outcome der mini-open Technik wurde bei nicht normalverteilten, unverbundenen Daten mittels Mann-Whitney-Test analysiert. Die Berechnung der Korrelation erfolgte bei nicht-normalverteilten Datenlage (Einfluss der Arthrose auf das Outcome) unter Verwendung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Rho. Das Signifikanzniveau aller statistischer Analysen wurde mit  $p < 0,05$  festgelegt.

### 3. Ergebnisse

Das mittlere Follow-up betrug 40,5 Monate  $\pm$  22,8. Es konnten insgesamt 59 Männer und 40 Frauen (n=99) in die Nachuntersuchung eingeschlossen werden. Sechs Männer unterzogen sich beidseits einer mini-open Operation bei FAI, sodass insgesamt 105 Fälle nachuntersucht werden konnten. Sämtliche erhobene demografische Patientendaten sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Übersicht der demografischen Patientendaten

<b>Geschlecht</b>	Männlich	59 (59,6 %)
	Weiblich	40 (40,4 %)
<b>Alter</b>	41,3 Jahre $\pm$ 11,6 (17 - 71 Jahre)	
<b>BMI</b>	25,1 $\pm$ 4,0 (16 - 35)	
<b>Präoperativer Beschwerdezeitraum</b>	32,5 Monate $\pm$ 35,3 (3 - 200 Monate)	
<b>Mittleres Follow-up</b>	40,5 Monate $\pm$ 22,8 (6 - 103 Monate) 3,4 Jahre $\pm$ 1,9 (0,5 - 8,6 Jahre)	
<b>OP-Zeit (Schnitt-Naht)</b>	60,1 min $\pm$ 18,2 (30 min - 135 min)	
<b>Stationäre Verweildauer</b>	7,0 Tage $\pm$ 1,8 (3 - 13 Tage)	

Es handelte sich in allen Fällen um ein symptomatisches vorderes Impingement. In 79 % der Fälle lag ein reines CAM-Impingement vor, in 5,7 % ein reines Pincer-Impingement und in 15,2 % ein kombiniertes CAM und Pincer-Impingement (Abbildung 16). Bezüglich der Verteilungsmuster der FAI-Typen konnten kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen festgestellt werden ( $p = 0,334$ , Chi<sup>2</sup>-Test).

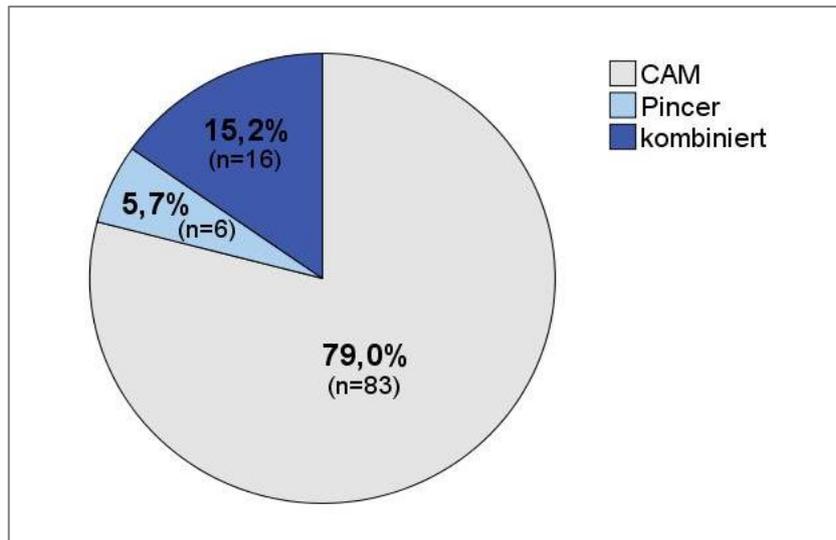


Abbildung 16: Verteilung der FAI-Typen (n=105)

### 3.1 Ergebnisse des subjektiven Outcomes

#### 3.1.1 Schmerz und Patientenzufriedenheit

##### Schmerzintensität

Postoperativ ist eine signifikante Reduktion der Schmerzen in Ruhe, im Alltag und bei Belastung festzustellen ( $p < 0,001$ ). Die durchschnittliche präoperative Schmerzintensität von  $6,3 \pm 2,6$  konnte postoperativ auf  $2,3 \pm 2,6$  gesenkt werden. Die Schmerzintensität in Ruhe betrug  $1,4 \pm 2,2$ , im Alltag  $2 \pm 2,6$  und in Belastungssituation  $3,3 \pm 2,9$  (Abbildung 17).

Der Schmerzmittelbedarf aufgrund von Hüftbeschwerden sank signifikant ( $p < 0,001$ ). Nahmen präoperativ insgesamt 85,8 % (n=85) der Patienten aufgrund von Schmerzen im Hüftgelenk bei Bedarf (72,7 %, n=71) oder regelmäßig (13,1 %, n=13) Schmerzmittel ein, so bedurften zum Zeitpunkt des Follow-up nur noch insgesamt 28,3 % (n=28) der Befragten einer regelmäßigen (2 %, n=2) oder bedarfsweisen (26,3 %, n=26) medikamentösen Analgesie. Insgesamt benötigten mehr als 2/3 der Patienten (71,7 %, n=71) zum Zeitpunkt des Follow-up keinerlei schmerzlindernde Medikation (Abbildung 18).

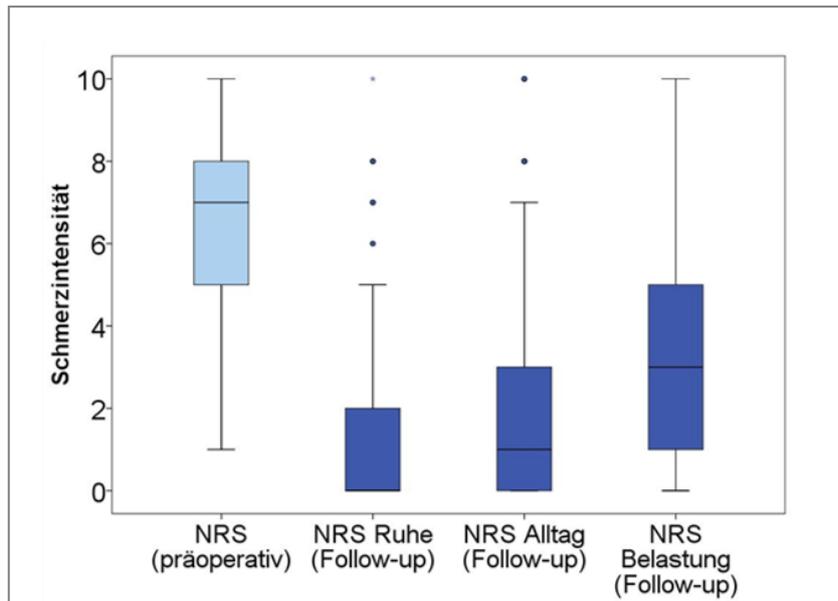


Abbildung 17: Schmerzintensität im Vergleich (n= 99)

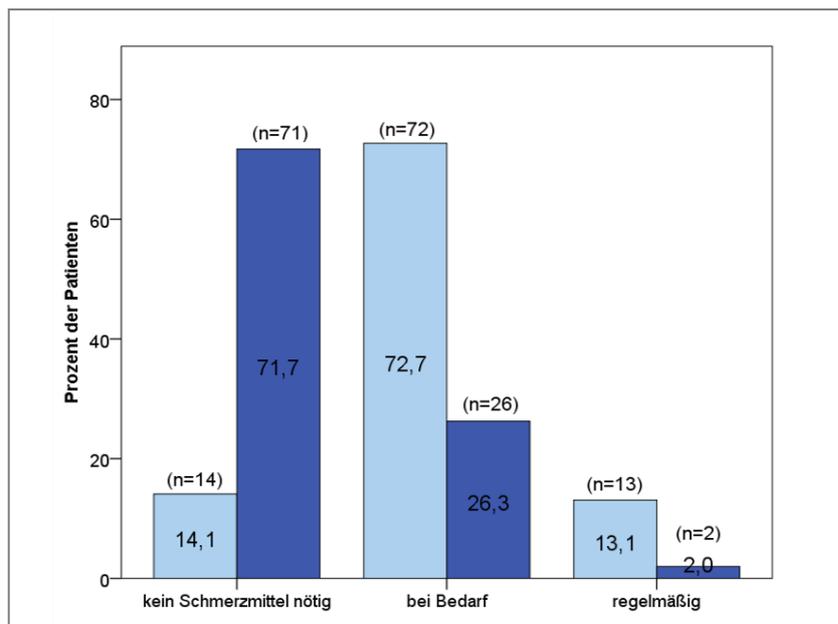


Abbildung 18: Vergleich des prä- und postoperativen Schmerzmittelbedarfes (n=99)

### Schmerzfreies Intervall und allgemeine Beschwerdedynamik

Eine Mehrheit von 80 % (n=84) gab an, postoperativ ein schmerzfreies Intervall gehabt zu haben. Die durchschnittliche schmerzfreie Zeit in diesen 84 Fällen lag bei 29,5 Monaten  $\pm$  24,5. Die Spannweite der Angaben lag zwischen 2 und 103 Monaten. In 20 % der Fälle (n=21) existierte postoperativ kein schmerzfreies Intervall (Abbildung 19).

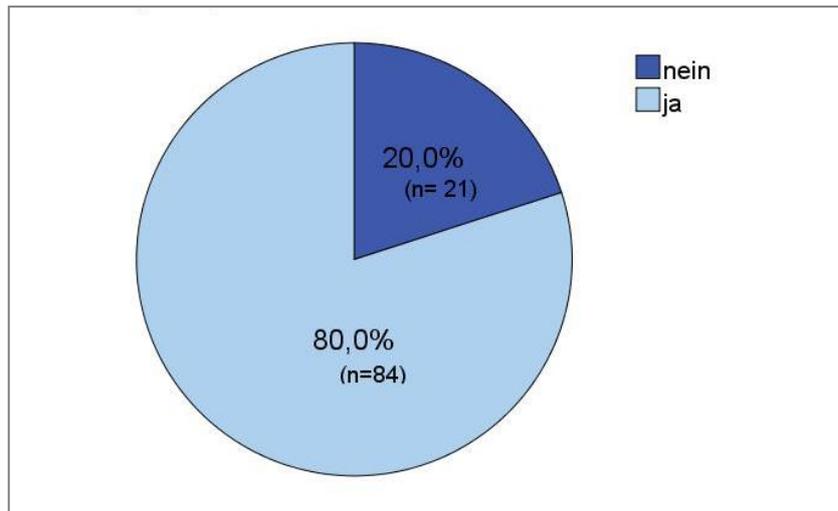


Abbildung 19: 80% der Fälle hatten postoperativ ein schmerzfreien Intervall (n=105)

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war noch ca. die Hälfte der Fälle (52,4 %, n=55) komplett schmerzfrei und 19 % (n=20) gaben an, weitestgehend schmerzfrei zu sein. Bei Letzteren ließen sich nur durch exzessive körperliche Belastung Beschwerden im betroffenen Hüftgelenk provozieren.

Insgesamt konnten die präoperativen Beschwerden in 73,3 % der Fälle (n=77) deutlich verbessert werden. 19 % (n=20) gaben keine Veränderung der Beschwerdesymptomatik an, 7,6 % (n=8) beklagten eine Verschlechterung (Abbildung 20).

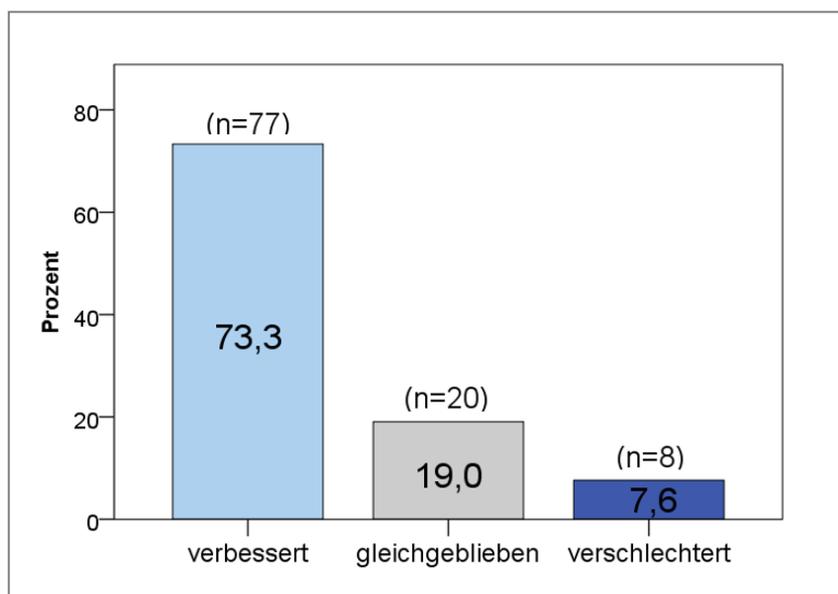


Abbildung 20: Dynamik der Beschwerden (n=105)

Von den 20 Fällen mit zum Follow-up gleichgebliebener Beschwerdesymptomatik hatten elf (55 %) initial ein postoperatives schmerzfreies Intervall von durchschnittlich 31,4 Monaten  $\pm$  31,6 (2 - 103 Monate).

### Patientenzufriedenheit

Insgesamt gaben 77,1 % (n=81) ein mindestens zufriedenstellendes postoperatives Ergebnis an (Note 1-3). Davon waren 30,5 % (n=32) mit dem OP-Ergebnis höchst zufrieden (Note 1) und 29,5 % (n=31) stufen ihr Ergebnis als „gut“ ein. 17,1 % (n=18) gaben ihr Ergebnis als „zufriedenstellend“ (Note 3) an. 22,9 % (n=24) empfanden das postoperativen Resultat nicht als zufriedenstellend (Note 4-6) (Abbildung 21). Elf dieser 24 Fälle unterzogen sich im Verlauf einer erneuten Operation, davon zehn Hüft-TEP Implantationen sowie eine arthroskopische Labrumresektion. 79 % (83) der Fälle würden sich rückblickend wieder für die Operation entscheiden (Abbildung 22).

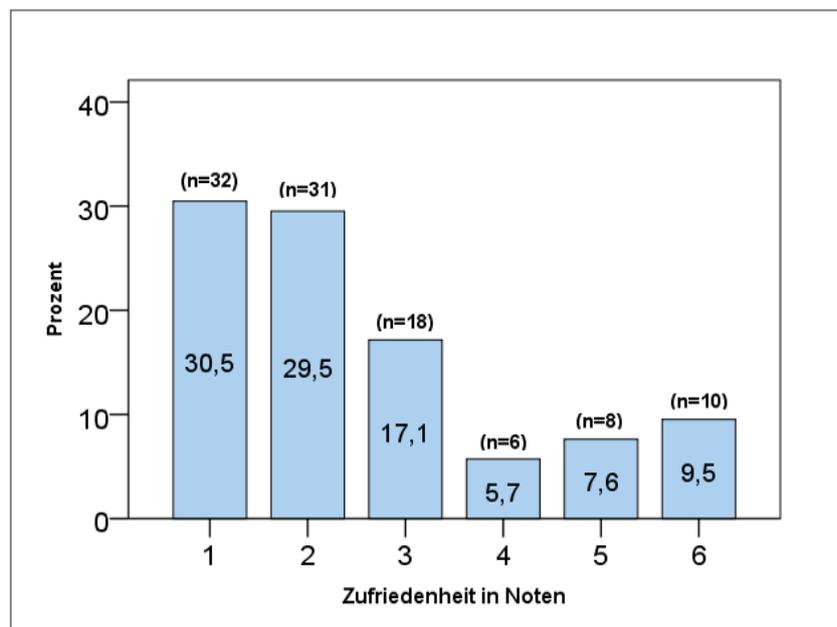


Abbildung 21: Zufriedenheit mit dem OP-Resultat in Noten (n=105), 77,1 % (n=81) zeigten sich mit dem Ergebnis weitestgehend (Note 3) bis sehr zufrieden (Note 1)

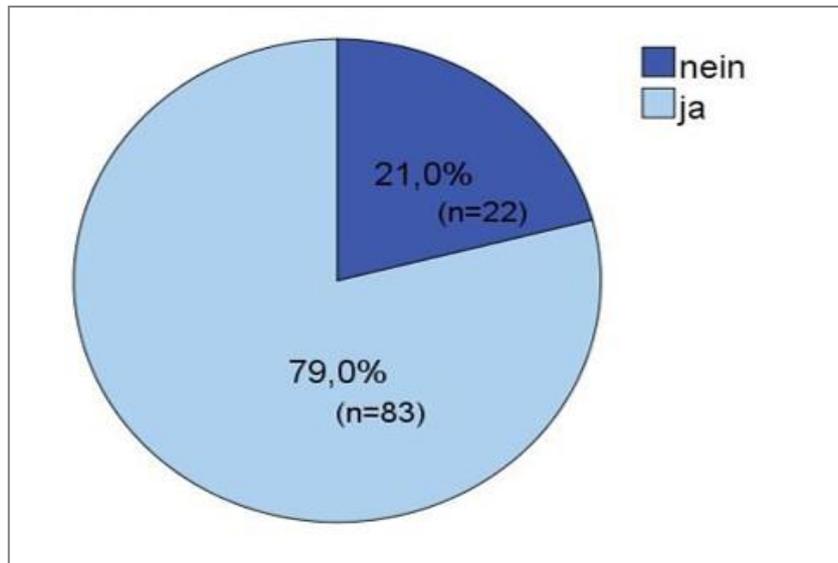


Abbildung 22: 79 % (n=83) würden sich rückblickend wieder der Operation unterziehen (n=105)

### 3.1.2 Subjektive Aktivität des Patienten

#### Sportliche Aktivität

Präoperativ waren 84 der 99 Patienten sportlich aktiv (84,8 %). Zum Follow-up gaben 78 der 99 Patienten an, regelmäßig Sport zu treiben (78,8 %). Die Rückkehrrate zur sportlichen Aktivitäten betrug entsprechend 92,9 %.

Zur besseren Einschätzung des postoperativen Sportpensums erfolgte die Einteilung in Aktivitätsgruppen (Abbildung 23). Etwa die Hälfte der Befragten (49,5 %, n=49) gab an, zwischen einer und vier Stunden die Woche sportlich aktiv zu sein. 14,1 % (n=14) Patienten waren zwischen vier

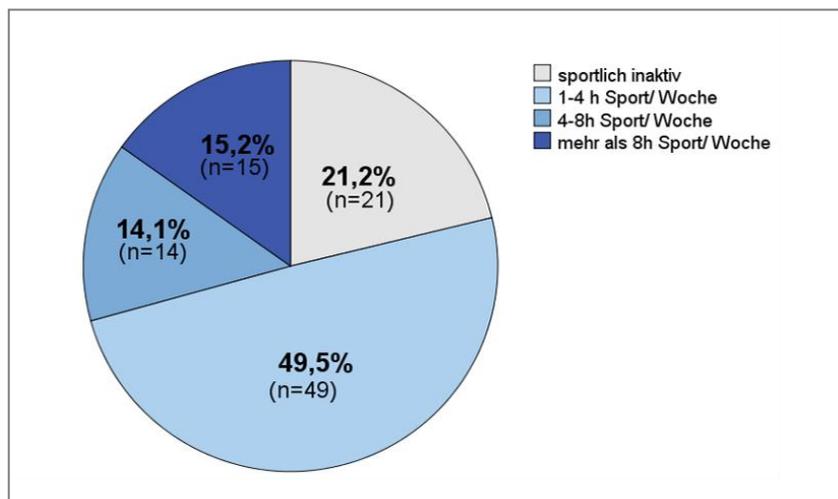


Abbildung 23: Postoperatives Aktivitätslevel (n=99)

und acht Stunden die Woche sportlich aktiv, 15,2 % (n=15) über acht Stunden. Etwa ein Fünftel der Patienten (21,2 %, n=21) war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung sportlich inaktiv. 15 der 21 Patienten trieben auch präoperativ keinen Sport.

Hinsichtlich der Intensität der ausgeübten Sportarten konnten 42,4 % der postoperativ sportlich aktiven Patienten (n=42) die präoperativen Sportarten wieder in gleicher Intensität (29,3 %, n=29) oder intensiver (13,1 %, n=13) als vor Auftreten der FAI-Beschwerden ausüben. Knapp die Hälfte (42,4 %, n=42) minderte die Intensität der ausgeübten Sportarten postoperativ (20,2 %, n=20) oder wechselten diese (22,2 %, n=22) (Abbildung 24).

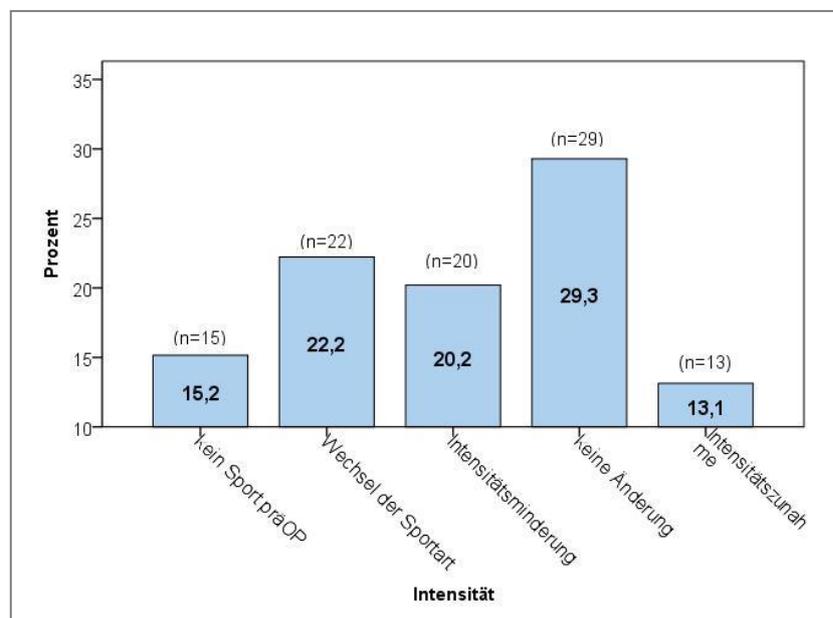


Abbildung 24: Änderung des sportlichen Verhaltens der Patienten im postoperativen Verlauf (n=99)

Abbildung 25 zeigt die Verteilung der präoperativ und postoperativ ausgeübten Sportarten. Präoperativ dominierten High-Impact Sportarten wie Ballsportarten (22 %) und Laufsportarten (18 %). Postoperativ werden häufiger Fitness (18 %) und Radfahren (27 %) ausgeübt. Insgesamt ist ein deutlicher Rückgang von den High-Impact Sportarten hin zu Low-Impact Sportarten erkennbar ( $p < 0,001$ ). Die Kampf- und Ballsportarten zeigten mit einem Rückgang um knapp 67 % (von 6 % auf 2 %) bzw. um 50 % (von 22 % auf 11 %) die deutlichste Änderung auf. Auch der Anteil der ausgeübten Laufsportarten wie Joggen, Marathon und Triathlon verringerte sich um 50 % (von 18 % auf 9 %). Sportarten mit geringer Gelenkbelastung (Low-Impact), wie beispielsweise Radfahren, verzeichneten einen deutlichen Zuwachs von 9 % auf 27 %.

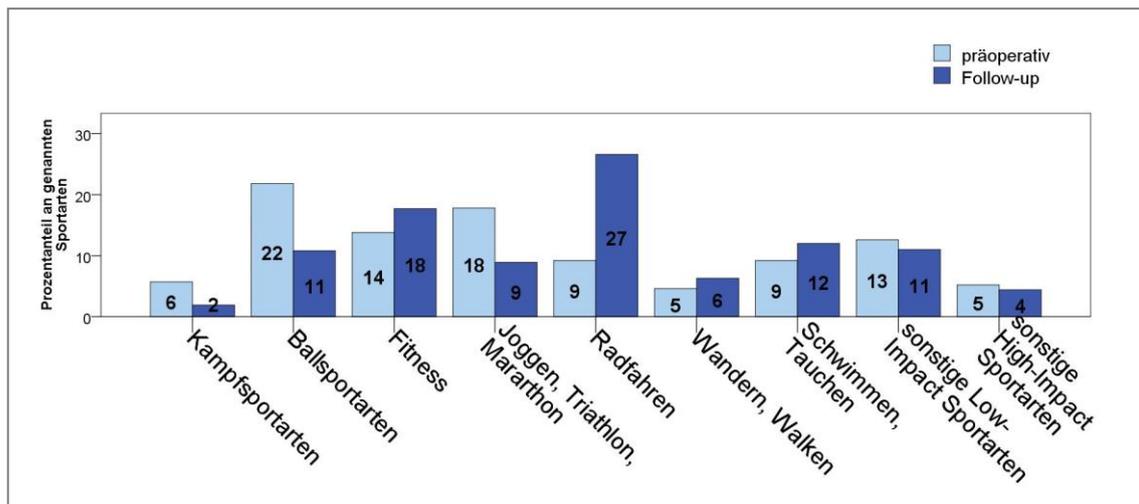


Abbildung 25: Vergleich der ausgeübten Sportarten (n=78), deutlicher Rückgang der Kampfsportarten sowie Ball- und Laufsportarten postoperativ, der Anteil an Low-Impact Sportarten nahm deutlich zu

### Berufliche Aktivität

Von 89 berufstätigen Patienten musste einer aufgrund postoperativ persistierender Schmerzen im Hüftgelenk seine Dachdeckerlehre abbrechen. Im Verlauf erhielten sechs der 89 berufstätigen Patienten bei nicht zufriedenstellendem Operationsergebnis eine Hüft-TEP. Keiner dieser sechs Patienten war zwischenzeitlich aufgrund von Hüftschmerzen längerfristig arbeitsunfähig.

Zehn Patienten waren zum Zeitpunkt der mini-open Modulation bereits berentet, drei der zehn Patienten bezogen Erwerbsunfähigkeitsrente. Keine dieser Berentungen erfolgte aufgrund von Hüftgelenks-assoziierten Schmerzen.

### 3.1.3 Funktionsscores basierend auf der Patienteneinschätzung

#### Hip Outcome Score

Der durchschnittliche postoperative HOS-ADL lag bei  $82,2 \% \pm 19,7$ . Die subjektive Einschätzung der Hüftfunktion (HOS-ADL subjektiv) lag postoperativ bei  $79,2 \% \pm 22,5$ . Der postoperative HOS-Sport betrug  $69,7 \% \pm 27,9$ . Die prozentuale Einschätzung der Hüftfunktion beim Sport durch den Patienten (HOS-Sport subjektiv) lag bei  $69,2 \% \pm 29,5$ . Insgesamt empfanden  $70,7 \%$  (n=70) der Befragten ihre Hüftfunktion zum Follow-up als normal ( $21,2 \%$ , n=21) oder fast normal ( $49,5 \%$ , n=49).

#### Modifizierter Harris Hip Score

Der Mittelwert des mHHS konnte von präoperativ  $68,2 \pm 13,5$  Punkte auf  $85,2 \pm 18,2$  Punkte signifikant verbessert werden ( $p < 0,001$ ).

Zur übersichtlichen Darstellung der Outcomeparameter sind alle Funktionsscores nochmals in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Übersicht der Ergebnisse der Funktionsscores

HOS-ADL [%]		HOS-Sport [%]		mHHS [Punkte]	
Berechnung	Patienteneinschätzung des Funktionsgrads	Berechnung	Patienteneinschätzung des Funktionsgrads		
postoperativ	postoperativ	postoperativ	postoperativ	präoperativ	postoperativ
82,2 ± 19,7	79,2 ± 22,5	69,7 ± 27,9	69,2 ± 29,5	68,2 ± 13,5	85,2 ± 18,2

## 3.2 Ergebnisse des klinischen Outcomes

### 3.2.1 Bewegungsumfänge, Gangbild und Schmerzpunkte

Die deutlichste Verbesserung wies die Innenrotation auf, die von  $11,6^\circ \pm 8,4^\circ$  auf  $24,7^\circ \pm 11,8^\circ$  anstieg ( $p < 0,001$ ). Die Flexion, Abduktion und Adduktion konnten ebenfalls signifikant verbessert werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Bewegungsumfänge im Vergleich ( $n=77$ )

	Präoperativ	Follow-up	Signifikanz (t-Test)
<b>Flexion [°]</b>	112,5 ± 16,0	117,3 ± 15,7	0,010
<b>Extension [°]</b>	1,7 ± 4,0	2,9 ± 4,3	0,079
<b>Außenrotation [°]</b>	33,3 ± 9,5	35,8 ± 10,2	0,045
<b>Innenrotation [°]</b>	11,6 ± 8,4	24,7 ± 11,8	< 0,001
<b>Abduktion [°]</b>	32,7 ± 10,8	41,8 ± 12,0	< 0,001
<b>Adduktion [°]</b>	19,3 ± 11,1	28,9 ± 9,8	< 0,001

### Gangbild

Präoperativ zeigten 28 von 74 Fällen (37,9 %) aufgrund des schmerzenden Hüftgelenkes kein gleichmäßiges Gangbild. Zur Nachuntersuchung konnte nur in 4 Fällen (5,4 %) ein hinkendes Gangbild beobachtet werden (Abbildung 26).

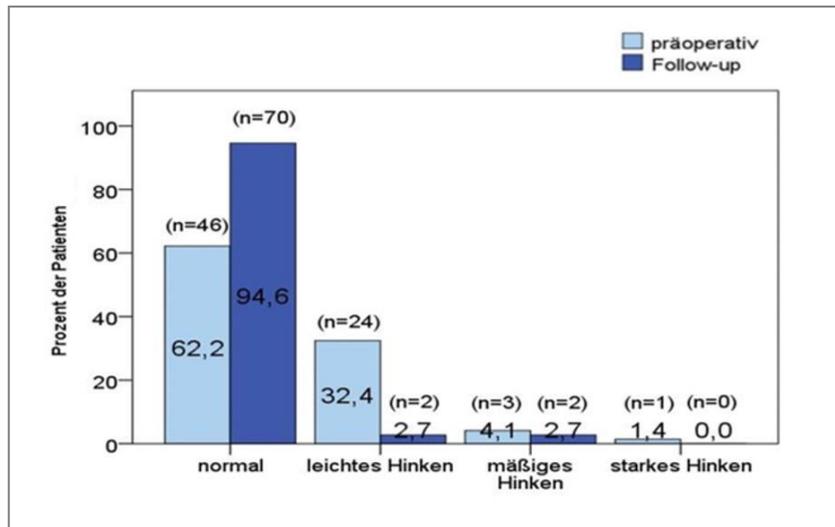


Abbildung 26: Vergleich des prä- und postoperativen Gangbildes (n=74)

Bei 26 von 28 präoperativ hinkenden Patienten ( $\cong 92,9$  % der Fälle) harmonisierte sich postoperativ das Gangbild. Die Änderungen des Gangbildes war mit  $p < 0,001$  signifikant.

### Leistendruckschmerz, Fersenklopfeschmerz und Trochanterklopfeschmerz

Es zeigten sich keine signifikanten Änderungen bei dem Vergleich des prä- und postoperativen Trochanterklopfeschmerzes, Leistendruckschmerzes und Fersenklopfeschmerzes (Vergleich Tabelle 8).

Tabelle 8: Übersicht der klinischen Untersuchungsparameter

	präoperativ	Follow-up	Signifikanz (McNemar)
<b>Trochanterklopfeschmerz positiv</b>	20,3 % (n=15)	17,6 % (n=13)	0,845
<b>Fersenklopfeschmerz positiv</b>	5,4 % (n=4)	5,4 % (n=4)	1,000
<b>Trendelenburgzeichen positiv</b>	3,7 % (n=3)	5,4 % (n=4)	0,687
<b>Leistendruckschmerz positiv</b>	50 % (n=37)	20,3 % (n=15)	< 0,001

### 3.2.2 Harris Hip Score (HHS)

Im Vergleich des HHS ist ein signifikanter Anstieg von etwa 16 Punkten von  $71,9 \pm 12,6$  präoperativ auf  $88,4 \pm 14,5$  postoperativ zu verzeichnen ( $p < 0,001$ , Abbildung 27).

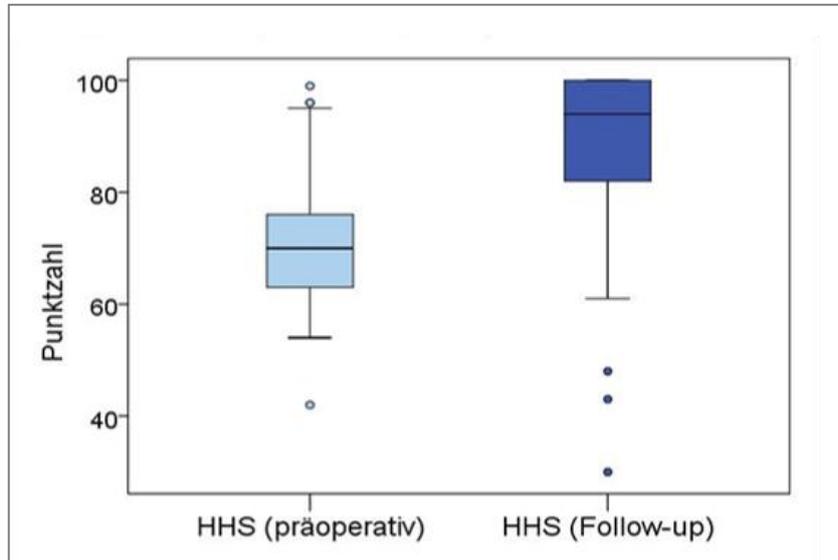


Abbildung 27: Vergleich des HHS ( $n = 74$ ), Verbesserung des HHS um durchschnittlich 16 Punkte

Abbildung 28 zeigt, dass präoperativ die Mehrzahl einen mäßigen bis schlechten HHS aufwies, während postoperativ mehr als  $\frac{3}{4}$  der Fälle einen guten bis hervorragenden Score erzielten ( $p < 0,001$ ). Von den 17 Fällen mit unbefriedigendem postoperativem HHS-Ergebnis lagen 15 bereits präoperativ im Bereich eines „mäßigen“ oder „schlechten“ HHS-Wertes.

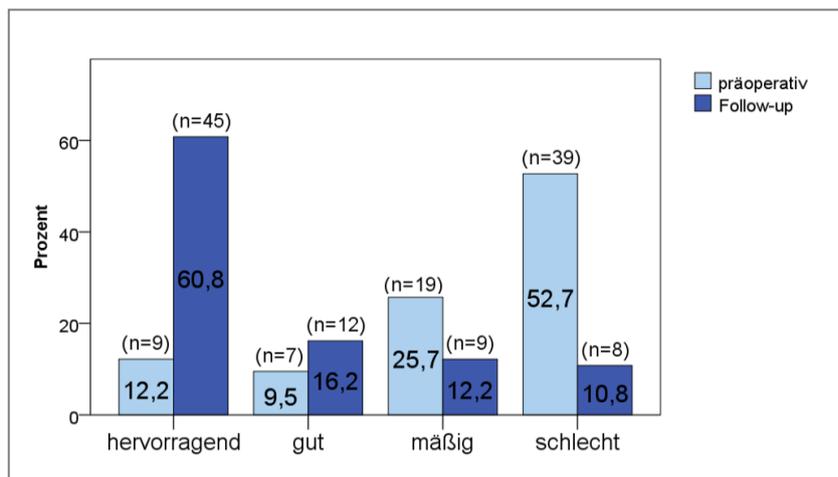


Abbildung 28: Vergleich des prä- und postoperativen HHS ( $n=74$ )

### 3.3 Radiologische Auswertung

#### 3.3.1 $\alpha$ -Winkel

Der  $\alpha$ -Winkel konnte durch die mini-open Operation signifikant reduziert werden ( $p < 0,001$ ). Präoperativ betrug der durchschnittliche  $\alpha$ -Winkel  $61,7^\circ \pm 11,1$ , direkt postoperativ  $40,6^\circ \pm 6,9$  und zum Zeitpunkt des Follow-up maß der  $\alpha$ -Winkel  $41,9^\circ \pm 9,1$  (Abbildung 29). Die Zunahme des  $\alpha$ -Winkels um  $1,3^\circ$  im postoperativen Verlauf war nicht signifikant ( $p = 0,853$ ).

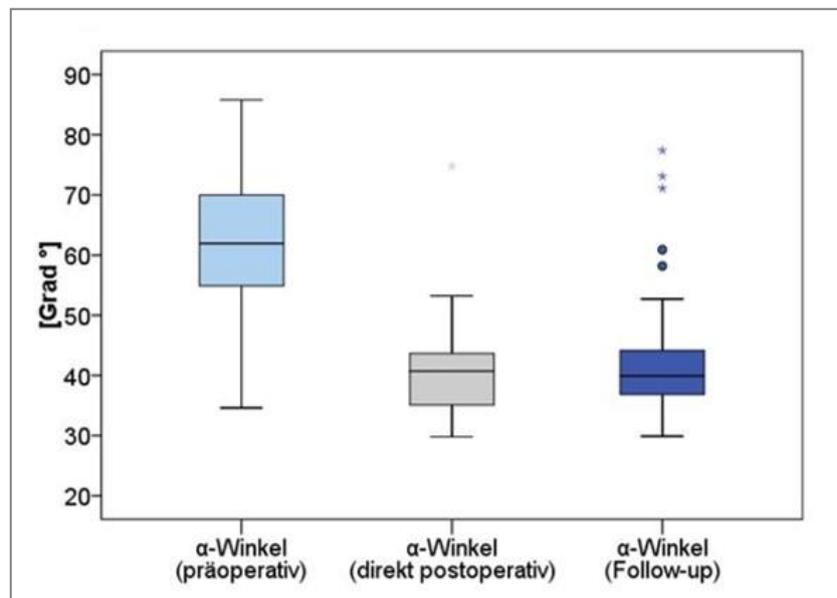


Abbildung 29: Vergleich der  $\alpha$ -Winkel

#### 3.3.2 $\beta$ -Winkel

Der Vergleich des  $\beta$ -Winkels zeigte eine signifikante Zunahme von präoperativ  $28,6^\circ \pm 17,6$  auf postoperativ  $43,0^\circ \pm 11,5$  ( $p < 0,001$ ). Der  $\beta$ -Winkel zum Follow-up betrug  $41,3^\circ \pm 13,3$ . Die Abnahme des postoperativen  $\beta$ -Winkels im weiteren Verlauf zeigte keine Signifikanz ( $p = 0,406$ ).

#### 3.3.3 Anteriores femorales Head-Neck-Offset und Head-Neck-Offset-Ratio

Das anteriore femorale Head-Neck-Offset wurde von  $3,8 \text{ mm} \pm 3,2$  auf  $11,2 \text{ mm} \pm 3,0$  vergrößert ( $p < 0,001$ ). Zum Follow-up betrug das Head-Neck-Offset durchschnittlich  $10,7 \text{ mm} \pm 3,2$  (Abbildung 30). Die Abnahme des Head-Neck-Offset von  $0,5 \text{ mm}$  im postoperativen Verlauf war nicht signifikant ( $p = 0,361$ ). Die präoperative Head-Neck-Offset-Ratio betrug präoperativ  $0,07 (\pm 0,06)$  und postoperativ durchschnittlich  $0,19 (\pm 0,04)$  ( $p < 0,001$ ). Die Ratio zur Nachuntersuchung lag ebenfalls bei  $0,19 (\pm 0,05)$ .

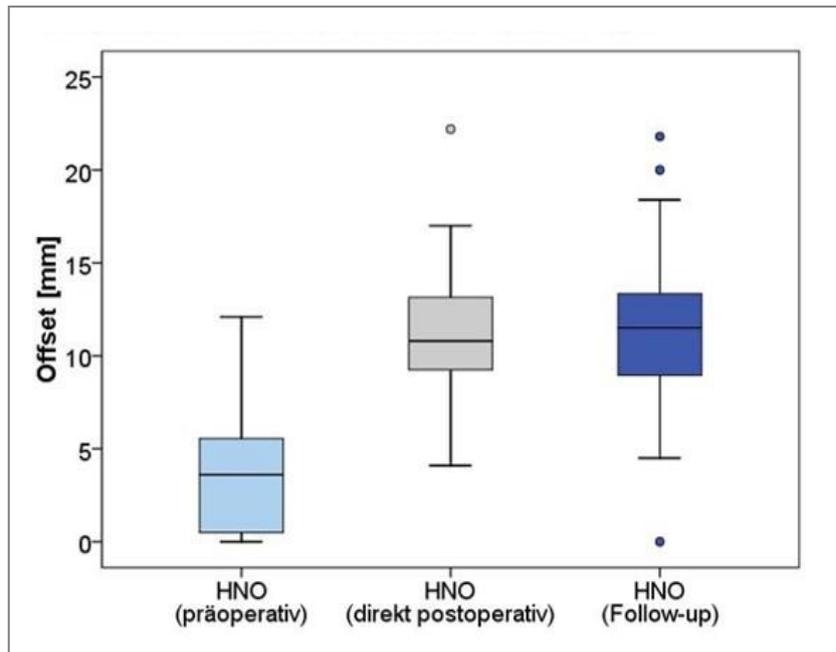


Abbildung 30: Vergleich des anterioren femoralen Head-Neck-Offsets

### 3.3.4 Vergleich der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence

Präoperativ waren in etwa der Hälfte der Fälle keine radiologischen Arthrosezeichen (Kellgren 0) und in einem Drittel der Fälle geringfügige Arthrosezeichen (Kellgren 1) nachweisbar. Insgesamt konnte in 85,3 % (n=58) der Hüftgelenke keine manifeste Arthrose Kellgren  $\geq 2$  festgestellt werden. Zum Zeitpunkt des Follow-up zeigten 79,4 % der Hüftgelenke keine Arthrose Kellgren  $\geq 2$ . 48,5 % (n=33) wiesen keine radiologischen Arthrosezeichen (Kellgren 0) und 30,9 % (n=21) nur geringfügige Arthrose auf (Kellgren 1, Abbildung 31).

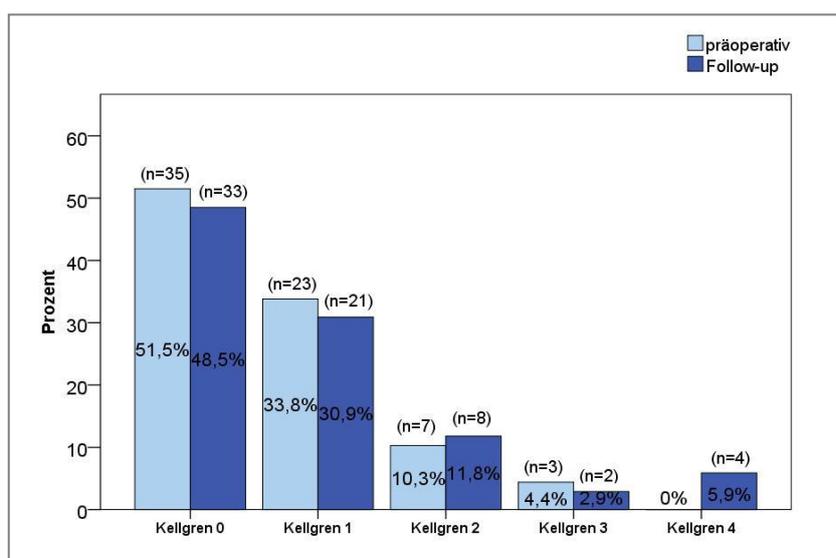


Abbildung 31: Vergleich der Arthrosegrade nach Kellgren und Lawrence

Beim genaueren Vergleich der präoperativen und aktuellen Arthrosegrade lässt sich eine Arthrosegrad-Verschlechterung in 17,6 % (n=12) der Fälle feststellen ( $p < 0,003$ ).

### 3.4 Einflussfaktoren auf das Outcome

#### Einfluss des präoperativen Arthrosegrades auf das Outcome

Es ist eine Verschlechterung sämtlicher Outcomeparameter mit steigendem Arthrosegrad zu beobachten (Tabelle 9). Die Höhe der postoperativen Funktionsscores korreliert dabei negativ mit der Höhe des präoperativen Arthrosestadiums.

Tabelle 9: Übersicht der Outcome-Parameter, in Abhängigkeit des präoperativen Arthrosegrads (n=94)

Outcome-Parameter	Präoperativer Arthrosegrad				Korrelations-Koeffizient (Spearman-Rho)
	Kellgren 0 (n=48)	Kellgren 1 (n=31)	Kellgren 2 (n=11)	Kellgren 3 (n=4)	
HOS-ADL [%]	87,0 ± 12,9	85,3 ± 17,3	57,3 ± 27,1	66,8 ± 22,0	-0,29 (p = 0,004)
HOS-Sport [%]	76,6 ± 23,0	69,2 ± 28,6	45,5 ± 33,2	56,8 ± 25,2	-0,30 (p = 0,003)
mHHS [Punkte]	90,8 ± 11,6	86,2 ± 16,3	67,9 ± 26,3	72,0 ± 17,8	-0,3 (p = 0,003)
Schmerz [NRS]	1,3 ± 1,9	1,8 ± 2,0	4,4 ± 3,8	3,3 ± 2,8	0,29 (p = 0,005)
Zufriedenheit	2 ± 1,3	2,5 ± 1,3	3,5 ± 1,9	3,3 ± 1	0,34 (p = 0,001)

#### Einfluss des Patientenalters auf das Outcome

Ein Einfluss des Patientenalters auf das Outcome konnte nicht nachgewiesen werden. Es zeigte sich innerhalb des Patientenkollektivs ohne manifeste Arthrose (Kellgren 0 und 1) keine signifikante Korrelation zwischen Patientenalter und HOS (Korrelationskoeffizient nach Pearson des HOS-ADL -0,033 ( $p = 0,772$ ), Korrelationskoeffizienten nach Pearson des HOS-Sport -0,095 ( $p = 0,402$ )).

#### Einfluss der Labrumresektion auf das Outcome

In 79 Fällen war das Labrum intraoperativ intakt (75,2 %), in 20 Fällen (19,0 %) konnte intraoperativ eine Degeneration des Labrums beobachtet werden. Es erfolgte eine entsprechende Teilresektion der makroskopisch geschädigten Anteile. Der Vergleich der postoperativen Funktionsscores zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Funktionsscores aufgeschlüsselt nach intraoperativ beurteiltem Zustand des Labrums (n=99)

Outcomeparameter	Labrum intakt (n=79)	Degeneration/ Teilresektion (n=20)	Signifikanz (Mann-Whitney-U-Test)
mHHS [Punkte]	83,7 ± 19,0	90,7 ± 13,5	0,238
HOS-ADL [%]	80,6 ± 20,6	88,2 ± 14,4	0,161
HOS-Sport [%]	66,9 ± 29,5	80,5 ± 17,3	0,106
Schmerz im Alltag [NRS]	2,2 ± 2,7	1,2 ± 1,6	0,187

### 3.5 Komplikationen und Re-Operationen

Die Komplikationsrate betrug 6,7 %. Beobachtet wurden ein oberflächlicher Wundinfekt, fünf Hypästhesien am lateralen Oberschenkel im Bereich des Nervus cutaneus femoris lateralis sowie eine Femurkopfnekrose (ARCO IV), welche bei progredienten Beschwerden endoprothetisch versorgt wurde. Drei der fünf Hypästhesien bildeten sich innerhalb des ersten Jahres zurück, die restlichen zwei im weiteren Verlauf.

#### Ossifikationen

Zur Nachuntersuchung konnten an elf operierten Hüftgelenken (10,5 %) heterotope Ossifikationen diagnostiziert werden (Abbildung 32). Klinisch symptomatisch in Form von einer endgradigen Bewegungseinschränkung war lediglich ein Fall. Die Ossifikationen wurden zweimal als Brooker I, fünfmal als Brooker II und viermal als Brooker II-III beurteilt.

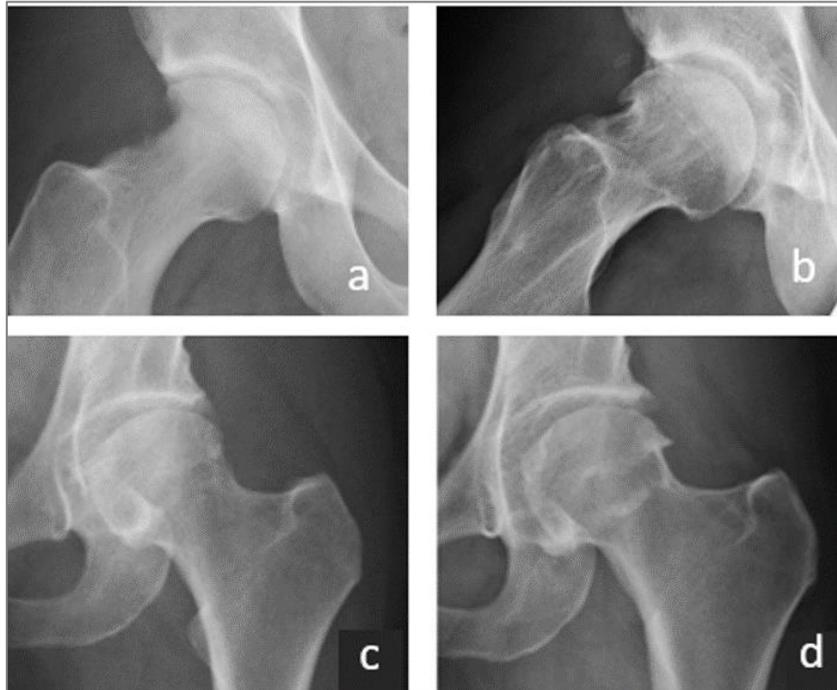


Abbildung 32: a) 42 Monate postoperativ, Brooker II-III, b) 39 Monate postoperativ, Brooker II, c) 18 Monate postoperativ, Brooker I

Von den 24 Fällen ohne Ossifikationsprophylaxe entwickelten acht (33,3 %) im Verlauf heterotopie Ossifikationen. Von den 80 Fällen welche eine postoperative Ossifikationsprophylaxe erhielten entwickelten drei Fälle heterotopie Ossifikationen (3,8 %,  $p < 0,001$ ).

### **Erneuter Verlust der Schenkelhals-Taillierung**

Zur Nachuntersuchung wurde in sieben Fällen ein erneuter Verlust der Schenkelhalstaillierung durch osteophytären Anbauten bei Arthroseprogredivenz beobachtet (Abbildung 33).



*Abbildung 33: Patientin 1 (a+b): 36 Jahre, Follow-up 55 Monate, Patient 2 (c+d): Alter 56, Follow-up 32 Monate, erneuter Verlust der Schenkelhalstaillierung bei Arthrose*

### **Erneute Operationen nach mini-open Verfahren**

In 14 Fällen (13,3 %) wurde im Verlauf eine erneute Operation notwendig. Es handelte sich hierbei um zwölf Hüft-TEP Implantationen, ein Debridement eines Wundinfektes sowie eine Hüftarthroskopie. Bei zehn der zwölf (83,3 %) im Verlauf endoprothetisch versorgten Patienten bestand präoperativ bereits eine manifeste Koxarthrose (Kellgren  $\geq 2$ ). Eine Hüft-TEP Implantation wurde notwendig aufgrund der bereits erwähnten, postoperativen Femurkopfnekrose (ARCO IV). Die Hüft-TEP Implantationen erfolgten durchschnittlich 28 Monate (6-90) nach mini-open Verfahren.

## 4. Diskussion

Dem „idiopathische Hüftschmerz“ junger, aktiver Patienten liegt oftmals ein schmerzhafter Kontakt zwischen Schenkelhals und Azetabulum, das femoroazetabulären Impingement, zugrunde [1]. Insbesondere die schmerzhaften Bewegungseinschränkungen und die damit zwangsweise verbundene Reduktion der körperlichen und insbesondere sportlichen Aktivität führen bei dem Großteil der jungen Patienten zu einem großen Leidensdruck [71]. Zudem führt ein repetitives Impingement zu einer mechanischen Reizung des Gelenkes, sowie zur Schädigungen von Labrum und Gelenkknorpel mit einhergehenden entzündlichen Veränderungen und Gelenkdegenerationen aus welchen eine vorzeitige Koxarthrose resultieren kann [1, 2, 10, 72, 73]. Ziel der operativen Therapieverfahren ist die Konturierung des Kopf-Hals-Übergangs und die Wiederherstellung einer schmerzfreien Gelenkfunktion. Aktuell haben sich drei operative Verfahren etabliert. Gegenüber der Arthroskopie ermöglicht das technisch einfachere mini-open Verfahren die direkte intraoperative Beurteilung der FAI-bedingten Bewegungseinschränkungen bei guter Übersicht über das Operationsgebiet. So kann die Gelenkpathologie bei relativ kurzer OP-Zeit schnell und effektiv abgetragen werden [35, 45]. Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es allerdings nur wenige Studien zum Outcome des mini-open Verfahrens, sodass ein Mangel an mittel- und langfristigen Ergebnissen besteht [35, 56]. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, das mittelfristige Outcome des mini-open Verfahrens umfassend zu evaluieren und insbesondere Risikofaktoren eines schlechten Outcomes herauszuarbeiten.

### 4.1 Subjektives Outcome

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit belegen, dass durch das mini-open Verfahren eine signifikante Schmerzreduktion im mittleren Follow-up von 3,4 Jahren erzielt werden kann. Die verbesserte Taillierung des Kopf-Hals-Übergangs ermöglicht die effektive Beseitigung des schmerzhaften Impingements mit einer Schmerzreduktion um 4,2 Punkte. Chiron et al. ermittelten in einem Follow-up von 2,2 Jahren nach mini-open Zugang eine etwas stärkere Schmerzreduktion von 6,5 auf 1,5 [44]. Unter Verwendung der Hüft-Arthroskopie präsentierten Brunner et al. ebenfalls gute Ergebnisse mit einer Reduktion des Schmerzscore von präoperativ 5,7 auf postoperativ 1,5 nach 2,4 Jahren [58]. Beide Arbeiten unterscheiden allerdings nicht wie die vorliegende Arbeit zwischen Ruhe- und Belastungsschmerz, sodass hier unklar bleibt in welchen Situationen die Patienten Hüftschmerzen hatten. Im Falle einer isolierten Betrachtung des Ruheschmerzes lägen mit einem NRS von 1,4 keine Unterschiede zu den Ergebnissen der genannten Vergleichsarbeiten vor.

Zudem konnte in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, dass das postoperative Schmerzniveau mit dem präoperativen Arthrosegrad korreliert. Brunner und Kollegen schlossen Patienten mit einem Arthrosegrad Tönnis  $\geq 2$  von der Untersuchung aus.

Neben der Schmerzreduktion und der Verbesserung des Bewegungsumfanges stellt die Wiedererlangung der Alltags- und sportlichen Aktivitäten eine weitere wesentliche Operationsindikation des FAI dar [71]. Unter Berücksichtigung der Funktionsscores geht aus der vorliegenden Untersuchung klar hervor, dass das mini-open Verfahren die Hüftfunktion signifikant verbessert. Die in dieser Arbeit erreichten Werte des HOS liegen mit 82 % (ADL) und 70 % (Sport) im „guten“ bis „exzellenten“ Scorebereich [74]. Ein arthroskopische Studie von Philippon et al. ermittelte postoperative HOS-ADL Scores von 87,8 % und einen HOS-Sport Score von 69 % (Vergleich Tabelle 11) [42]. Eine Metaanalyse von 16 Studien konnte für den HOS ebenfalls keine signifikanten Differenzen zwischen offenen und arthroskopischen Verfahren feststellen [75]. So unterschieden sich die Ergebnisse der HOS-Sport Domäne in der Metaanalyse um lediglich 0,4 % (offen 77,1 % vs. 77,5 % arthroskopisch,  $p=0,16$ ). Wie Tabelle 11 zeigt, ist auch der postoperative mHHS und HHS äquivalent den Ergebnissen arthroskopischer Studien [42, 44, 45, 54, 55]. HOS-Werte über 90 % wurden, unabhängig vom operativen Verfahren, nur in wenigen Studien erzielt [61, 76]. Das hervorragende Outcome resultierte aus der strengen Selektion der inkludierten Patienten. Es handelte sich bei allen Studienteilnehmern um junge, professionelle Athleten ohne Koxarthrose. Zum einen wurden Patienten mit präoperativer Arthrose nicht in die Auswertung einbezogen. Zum anderen weisen professionelle Athleten eine größere Motivation als Hobbysportler auf, wieder in ihren präoperativen Trainingszustand zurückzufinden und haben einen deutlich erleichterten Zugang zu individualisierten, rehabilitativen Maßnahmen. Insgesamt bergen die unterschiedlichen Studiendesigns die Gefahr des Selektionsbias und erschweren einen direkten Vergleich zwischen den Verfahren. Die Verwendung einer Vielzahl unterschiedlicher Scores zur Ergebnisbewertung erschwert einen direkten Vergleich zwischen den einzelnen Verfahren zusätzlich.

Die Rückkehr zur sportlichen Aktivität nach mini-open Verfahren war in knapp 93 % der Fälle möglich. Somit können die Erwartungen der Patienten, postoperativ wieder sportlich aktiv zu sein, durch das mini-open Verfahren erfüllt werden [71]. Eine arthroskopische Studie von Brunner et al. ermittelte im Follow-up von 2,4 Jahren eine Rückkehrate von knapp 82 % [58]. Die Arbeit von Chiron und Kollegen berichtete, dass 78 % der Patienten nach mini-open Verfahren wieder in einem zufriedenstellendem Maße Sport treiben konnten [44]. Cohen und Kollegen ermittelten, dass 22 Monate nach mini-open Operation 55 % der Patienten, von Amateur bis Profisportler, postoperativ ihre Sportarten in gleicher Intensität betreiben konnten. Weitere 41 % der Patienten

konnten ihre Sportart zwar weiterhin ausüben, minderten aber die Intensität [45]. Diese Resultate decken sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und belegen, dass die mini-open Modulation ebenso wie das arthroskopische Verfahren die Rückkehr zur sportlichen Aktivität ermöglicht. Die vorliegende Untersuchung zeigte allerdings auch einen deutlichen Rückgang von High-Impact Sportarten zugunsten von gelenkschonenderen Sportarten wie z.B. Radfahren und Fitness. Auch andere Autoren konnten diesen Trend, unabhängig von der OP-Technik, beobachten [58, 77]. Es wurde vielfältige Gründe für den Wechsel der Sportart angegeben. Zum einen stellten belastungsassoziierte Schmerzen, vermutlich aufgrund bereits bestehender, arthrotischer Veränderungen eine Ursache dar, zum anderen erfolgte die Aufgabe der präferierten Sportart auch auf präventive Empfehlung des behandelnden Orthopäden. Ebenfalls häufig wurden zunehmende berufliche und familiäre Verpflichtungen angeführt, welche die sportliche Aktivität im Allgemeinen abnehmen ließen.

Insgesamt waren in knapp 80 % der Fälle die Patienten mit dem Gesamtergebnis so zufrieden, dass sie sich rückblickend wieder operieren lassen würden. Chiron und Kollegen ermittelten 77 % zufriedene Patienten nach mini-open Verfahren [44]. Gicquel et al berichteten, dass 68 % der Patienten nach arthroskopischer FAI-Resektion mit dem Outcome zufrieden waren [78]. Gedouin und Kollegen ermittelten, dass 77 % der Patienten nach Hüft-Arthroskopie zufrieden waren [40]. Insgesamt besteht bezüglich der Gesamtzufriedenheit kein deutlicher Unterschied zwischen dem mini-open und dem arthroskopischen Verfahren (Vergleich Tabelle 11). Persistierende Schmerzen oder das Nicht-Erreichen des erwünschten Aktivitätslevels stellten die häufigsten Ursachen für die Unzufriedenheit der Patienten dar. Ein Großteil der unzufriedenen Patienten wiesen bereits präoperativ eine fortgeschrittene Arthrose Kellgren  $\geq 2$  auf und unterzogen sich im Verlauf einer Hüft-TEP Implantation. Auch Mannion et al. resümierten, dass Patienten, insbesondere beim Vorliegen einer Koxarthrose, oftmals zu hohe Erwartungen an den postoperativen Aktivitätslevel stellen [71]. Insgesamt verdeutlichen diese Beobachtungen, dass bei manifester Koxarthrose die Durchführung einer mini-open Operation äußerst kritisch zu sehen ist und eine ausführliche Aufklärung über die Limitationen der FAI-Chirurgie erfolgt.

## **4.2 Klinisches Outcome nach mini-open Verfahren**

Die präoperativ eingeschränkten Bewegungsumfänge konnten durch die Resektion der CAM- oder Pincer-Deformität in physiologische Bereiche verbessert werden [35, 46]. Dabei erzielten alle chirurgischen Therapien signifikant bessere Ergebnisse als konservative Therapiemaßnahmen [35].

Die beobachtete Verbesserung der Innenrotation um durchschnittlich 13° ist ähnlich den Ergebnissen der mini-open Studien von Chiron und Kollegen, die ebenfalls im Mittel die Innenrotation um 19° verbessern konnten [44]. Cohen und Kollegen konnten die Innenrotation sogar von 7° auf 37° postoperativ erweitern [45]. Die postoperativen Bewegungsumfänge nach arthroskopischen Verfahren erreichen ähnliche Dimensionen. Im Mittel sind Steigerungen der Innenrotation um 6° bzw. 17° und Flexion um 13° bzw. 14° möglich (Tabelle 11) [55, 79, 39]. Naal und Kollegen berichteten von deutlich geringeren postoperativen Bewegungsumfängen ein Jahr nach chirurgischer Hüftluxation (Flexion bis 96°, Innenrotation bis 16,1° bzw. 14,5°) [76, 80]. Auch Steppacher et al. berichteten von einer lediglich verbesserten Innenrotation von 14° auf 19° etwa 5 Jahre nach chirurgischer Hüftluxation [81]. Eventuell ist diese Differenz in der größeren Invasivität und dem entsprechend größeren Weichteiltrauma oder der länger bestehenden Immobilität in der Nachbehandlung der chirurgischen Hüftluxation begründet. Zudem werden insbesondere komplexere oder zirkumferente Pathologien durch die chirurgische Hüftluxation therapiert, sodass ein direkter Vergleich des Outcomes zwischen mini-open Verfahren oder Arthroskopie und der chirurgischen Hüftluxation kritisch zu sehen ist.

Tabelle 11: Ergebnisse verschiedener Studien in der Therapie des FAI

Autor	Follow-up	Patientenkollektiv	Hauptresultate
<b>Hufeland et al 2016 [54]</b>	66,3 Monate	N = 44 (20 Frauen, 24 Männer),	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> WOMAC zum Follow-up: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pain: 11,8 +- 16,5</li> <li>○ Stiffness 13,2 +- 17,8</li> <li>○ Function: 9,1 +- 16,1</li> </ul> </li> <li>• mHHS: 67,2 (prä) &gt; 86,4 (post)</li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b></li> <li>• keine signifikante Arthroseprogredienz im Gesamtkollektiv (Kellgren und Lawrence Grad 2 &gt; 2,2)</li> <li>• Patienten mit Hüft-TEP Implantation im Verlauf haben initial höhere Arthrosegrade (Kellgren 2,6)</li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5 Hüft-TEP Implantationen im Verlauf (28 Monate nach ASK)</li> <li>○ 2,3 % (1) asymptomatische Ossifikation Brooker II°</li> <li>○ 3 transiente Hypästhesien</li> </ul> </li> </ul>
<b>ASK</b>	Radiologisch: 34,3 Monate	Alter: 34	
<b>Brunner et al. 2009 [58]</b>	2,4 Jahre	N= 53  (41 Männer, 12 Frauen) Alter: 42	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ VAS: 5,7 (prä) &gt; 1,5 (post)</li> <li>○ NAHS: 54 (prä) &gt; 86 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\alpha</math>-Winkel 75,9° (prä) &gt; 5,7° (post)</li> </ul> </li> </ul>
<b>ASK</b>			

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 31/45 Freizeitathleten kehrten zur ursprünglichen sportlichen Aktivität zurück</li> <li>○ kein signifikant schlechteres Outcome zwischen Patientengruppen mit Arthrose Tönnis <math>\leq 1</math> und Tönnis <math>\geq 2</math></li> <li>○ Zunahme der Low-Impact Sportarten</li> </ul>
<b>Gedouin et al 2010 [40]</b>	12 Monate	N= 111 (110 Patienten, 78 Männer, 32 Frauen)  Alter: 31  Nur Tönnis 0 (n=65) oder Tönnis 1 (n=36) eingeschlossen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 77 % zufrieden</li> <li>○ Patienten mit Arthrose (Tönnis <math>\geq 1</math>) signifikant unzufriedener und schlechterer WOMAC</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b></li> <li>• 6 % Komplikationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3 x Ossifikationen</li> <li>○ 1 x Schenkelhalsfraktur (konservativ)</li> <li>○ 1 x Pudendusläsion</li> <li>○ 1 x Schamlippennekrose</li> </ul> </li> <li>• in 34 % radiologische Unterkorrektion des <math>\alpha</math>-Winkels (postoperativ <math>&gt; 50^\circ</math>)</li> </ul>
<b>Gicquel et al 2014 [78]</b>	4,6 Jahre	N = 53  51 Patienten: 19 Männer, 32 Frauen Alter: 31   Nur Patienten mit OA Tönnis 1 oder 2 eingeschlossen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ WOMAC: 61,4 (prä) <math>&gt;</math> 85,2 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 68 % zufrieden zum Follow-up</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 37 % (13/35) mit Arthrosefortschritt im Verlauf</li> <li>○ 13 % (n=7) Konversion zur Hüft-TEP im Verlauf</li> </ul> </li> </ul>
<b>Philippon et al 2009 [42]</b>	2,3 Jahre	N= 112  50 Männer 62 Frauen Alter: 41	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ HHS: 58 (prä) <math>&gt;</math> 84 (post)</li> <li>○ HOS-ADL: 70 % (prä) <math>&gt;</math> 87,8 % (post)</li> <li>○ HOS-Sport: 43 % (prä) <math>&gt;</math> 69 % (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ signifikant bessere Ergebnisse der Patienten mit Gelenkspaltweite <math>&gt; 2</math> mm präoperativ</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 8,9 % (n=10) Konversion zur Hüft-TEP im Verlauf</li> </ul> </li> </ul>

<p><b>Polat et al 2013 [55]</b></p> <p><b>ASK</b></p>	<p>28,3 Monate</p>	<p>N= 42</p> <p>25 Männer 17 Frauen</p> <p>Alter: 35</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ VAS 6,8 (prä) &gt; 1,9 (post)</li> <li>○ mHHS 68,7 (prä) &gt; 92 (post)</li> <li>○ NAHS 55,5 (prä) &gt; 80,3 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Flexion: 108° (prä) &gt; 121° (post)</li> <li>○ Innenrotation: 23° (prä) &gt; 29° (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 x Revision bei unzureichender Resektion der CAM-Pathologie</li> <li>○ 2 x heterotope Ossifikationen</li> <li>○ 4 x transiente Pudendus-Neuropraxie</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Stähelin et al 2008 [39]</b></p> <p><b>ASK</b></p>	<p>6 Monate</p>	<p>N= 22</p> <p>7 Frauen 15 Männer</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ VAS 5,8 (prä) &gt; 1,4 (post)</li> <li>○ NAHS: 49 (prä) &gt; 74 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\alpha</math>-Winkel: 75° (prä) &gt; 54° (post)</li> <li>○ Innenrotation: 5° (prä) &gt; 22° (post)</li> <li>○ Flexion: 107 (prä) &gt; 124° (post)</li> <li>○ Patienten mit Tönnis 0 haben ein besseres Outcome als Tönnis (I oder II) (p &lt; 0,05)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Chiron et al 2012 [44]</b></p> <p><b>mini-open</b></p>	<p>2,2 Jahre</p>	<p>N= 118</p> <p>16 Frauen 92 Männer Alter: 34 Jahre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ NAHS: 58,9 (prä) &gt; 91,4 (post)</li> <li>○ HHS: 63 (prä) &gt; 92,9 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ OP Zeit : 45 Minuten</li> <li>○ <math>\alpha</math>-Winkel: 61,8 ° (prä) &gt; 36,9° (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 30,6 % heterotope Ossifikationen</li> <li>○ 3,5 % Hüft-TEP Konversion</li> <li>○ 15,3 % Arthrosegradverschlechterung</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Vorliegende Arbeit</b></p>	<p>40,5 Monate</p>	<p>N= 105</p> <p>99 Patienten 59 Männer 40 Frauen</p> <p>Alter: 41</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Scores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ HOS-ADL post: 82,2 %</li> <li>○ HOS-Sport post: 69,7 %</li> <li>○ mHHS: 68,2 (prä) &gt; 85,2 (post)</li> <li>○ HHS: 71,9 (prä) &gt; 88,4 (post)</li> </ul> </li> <li>• <b>sonstige Ergebnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 17,6 % Arthroseprogredienz</li> <li>○ signifikant schlechteres Outcome bei Patienten mit Arthrose Kellgren <math>\geq</math> 2</li> </ul> </li> <li>• <b>Komplikationen und erneute Operationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 6,7 % Komplikationen (1 x Infekt, 1 x Femurkopfnekrose, 5 x transiente Hypästhesie im Bereich des Nervus cutaneus femoris lateralis)</li> <li>○ 11,4 % Konversion zur Hüft-TEP</li> </ul> </li> </ul>

### **4.3 Radiologische Auswertung**

Sämtliche das Offset quantifizierende Parameter wie der  $\alpha$ -Winkel, der  $\beta$ -Winkel und das Head-Neck-Offset zeigten direkt postoperativ eine deutliche Verbesserung, welche bis zum Follow-up erhalten blieb. Die radiologischen Befunde belegen, dass durch das mini-open Verfahren eine Korrektur des pathologisch verminderten Offsets in physiologische Bereiche erreicht werden kann. Dabei ermöglicht das mini-open Verfahren beim anterioren FAI eine ebenso effektive Reduktion des  $\alpha$ -Winkels wie die chirurgische Hüftluxation [30, 37, 44, 76]. Unter Verwendung des arthroskopischen Verfahrens lässt sich entsprechend der Arbeiten von Brunner und Fiorentino et al ebenfalls eine signifikante Reduktion des  $\alpha$ -Winkels erreichen [58, 82]. Brunner und Kollegen ermittelten eine Reduktion des präoperativen  $\alpha$ -Winkels von  $76^\circ$  auf postoperativ  $54^\circ$  [58]. Büchler und Kollegen berichteten allerdings, dass im Gegensatz zu den offenen Verfahren, eine signifikante Taillierung des  $\alpha$ -Winkels unter Verwendung der Hüft-Arthroskopie erst mit der wachsenden Erfahrung des Operateurs ab etwa dem 3. oder 4. Jahr gelingt [37]. Einige Autoren beschrieben eine unzureichende Korrektur des  $\alpha$ -Winkels über  $50^\circ$  in 18-34 % der Fälle nach Hüft-Arthroskopie und sehen darin die Hauptursache einer Revisions-Arthroskopie im Verlauf [39, 40, 83]. Bei den offenen Verfahren wurde hingegen in nahezu allen Fällen eine signifikante Verbesserung des  $\alpha$ -Winkels verzeichnet, was einen potenziellen Vorteil der mini-open Schenkelhalsmodulation darstellt [37]. Den Erfolg der Operation am Ausmaß der Offset Korrektur zu messen erscheint insgesamt jedoch wenig sinnvoll. Eine Studie von Hack et al zeigte, dass bei völlig asymptomatischen Patienten MR-tomografisch in 14 % der Fälle eine CAM-Deformität vorlag. Eine radiologische Unterkorrektur des  $\alpha$ -Winkels hat also nur bei klinischem Korrelat Relevanz [84]. Sie zeigt jedoch, dass die mini-open Technik als offenes Verfahren in der Durchführung leichter und schneller erlernbar ist. Der relativ einfache Zugang zum Gelenk, die gute Übersichtlichkeit über das Operationsgebiet sowie die schnelle und unkomplizierte Testung der Bewegungsumfänge unter Sicht stellen Vorteile des mini-open Verfahrens dar.

### **4.4 Einflussfaktoren auf das Outcome**

#### **Einfluss der Koxarthrose auf das Outcome**

Ein weiteres Ziel der operativen FAI-Therapie ist es, die Entstehung oder Progredienz einer Arthrose zu verhindern. Trotz der Abtragung der Pathologie konnte in dieser Arbeit eine Verschlechterung des Arthrosegrades in 17,6 % der Fälle verzeichnet werden. Chiron und Kollegen berichteten von einer Arthroseprogredienz in 15,2 % der Fälle etwa 2,2 Jahre nach mini-open Modulation

[44]. Peters und Kollegen stellten 26 Monate nach chirurgischer Hüftluxation ein Fortschreiten des Arthrosegrades in 26 % der Fälle fest [49]. Ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit, lag in all diesen Studien präoperativ bei etwa einem Viertel der Patienten eine Koxarthrose im Stadium  $\geq 2$  vor. In Studien mit einem nahezu komplett arthrosefreien Patientenkollektiv wurde dagegen nur in 0 % - 4,5 % ein Voranschreiten der Arthrose beobachtet [40, 77]. Gedouin und Kollegen verzeichneten 10 Monate nach Hüft-Arthroskopie in ihrem selektierten Patientenkollektiv keine Arthroseprogredienz. In die genannte Nachuntersuchung wurden aber ausschließlich Patienten ohne Arthrose eingeschlossen was die Aussagekraft bezüglich einer Arthroseprogredienz mindert. Zudem ist anzumerken, dass ein kurzfristiges Follow-up von 10 Monaten keine adäquate Beurteilung der Arthroseprogredienz erlaubt [40]. Naal und Kollegen diagnostizierten 45 Monate nach chirurgischer Hüftluxation, in einem initial ebenfalls arthrosefreien Patientenkollektiv, nur in einem Fall (4,5 %) eine Verschlechterung von Tönnis Grad 0 auf Tönnis Grad 1 [77]. Eine Studie von Lincoln und Kollegen, welche das Outcome eines kombinierten arthroskopischen und mini-open Verfahrens mit einem Follow-up von 2 Jahren untersuchte, berichtete ebenfalls von nur einem Fall (7 %) einer Arthroseprogredienz von Tönnis Grad 1 auf Tönnis Grad 2 [85]. Zusammenfassend verhindert die Abtragung der CAM- oder Pincer-Deformität, unabhängig vom Operationsverfahren, ein Voranschreiten der Arthrose nicht sicher. Das Risiko einer Arthroseprogredienz ist aber offensichtlich bei einer Koxarthrose Kellgren oder Tönnis  $\geq 2$  deutlich höher, wodurch die Indikation für eine gelenkerhaltende Operation in solchen Fällen allenfalls in Einzelfällen gestellt werden sollte.

Eine Studie von Peters et al. impliziert, dass neben dem initialen Arthrosegrad auch lokale Knorpelläsionen einen großen Einfluss auf das Voranschreiten der Koxarthrose nach FAI-Resektion haben [49]. In 25 Fällen wurde nach der arthroskopischen FAI-Resektion eine Verschlechterung des Arthrosegrades beobachtet. In 23 Fällen gingen diese von einem Hüftgelenk im Arthrosestadium 0 oder 1 nach Tönnis aus. Allerdings konnte in 19 dieser 23 Hüften während der Arthroskopie ein Knorpelschaden der Stufe III oder IV nach Outerbridge festgestellt werden. Auch andere Studien benennen chondrolabrale Defekte als Risikofaktoren eines schlechten Outcomes [42, 86]. Diese Beobachtungen legen die Schlussfolgerung nahe, dass eine Knorpeltherapie durch Mikrofrakturierung oder autologe Chondrozytentransplantation (ACT) das Fortschreiten einer Arthrose vermeiden und somit das Outcome der Patienten durch die Knorpeltherapie zukünftig optimieren könnte. Zum aktuellen Zeitpunkt stehen lediglich wenige kurz- und mittelfristige Follow-up Ergebnisse bezüglich der ACT und Mikrofrakturierung im Rahmen der arthroskopischen FAI-Therapie zur Verfügung [53]. Eine Arbeit von Schröder und Kollegen untersuchte 20 Patienten mit

einem Follow-up von zwölf Monaten, welche zweizeitig im Versatz von etwa sechs Wochen sich erst einer arthroskopischen FAI-Resektion unterzogen und anschließend eine ACT des Hüftgelenkes bei chondralen Defekten erhielten [41]. Der letzte mHHS zum Follow-up betrug 83 und war somit äquivalent den o.g. Ergebnissen des mini-open Verfahrens. Eine andere Arbeit von Philippon et al. erreichte nach Mikrofrakturierung und ggf. Labrumrefixation ebenfalls Ergebnisse im guten Scorebereich mit einem mHHS von 84 und einen HOS-Sport von 69 % etwa 2,3 Jahre nach arthroskopischer FAI Resektion [42]. Im Gegensatz zur Hüftarthroskopie sind intraartikuläre Knorpelläsionen durch das mini-open Verfahren nicht zu adressieren, was eine Limitation dieses Verfahrens darstellt. Trotz der eingeschränkten Adressierbarkeit bestehender Knorpeldefekte liegen die mittelfristigen Ergebnisse des mini-open Verfahrens im „guten“ bis „exzellenten“ Scorebereich. Im kurz- bis mittelfristigen Follow-up scheinen die Patienten also von einer zusätzlichen Knorpeltherapie hinsichtlich der Funktionsscores nicht zu profitieren. Inwiefern eine Behandlung der chondralen Defekte das langfristige Outcome begünstigt ist aktuell unklar. Es bedarf weiterer Forschungsarbeit und langfristiger Nachuntersuchungen um den Benefit der Knorpeltherapien in der Therapie des FAI zu evaluieren.

### **Einfluss der Labrumteilresektion auf das Outcome**

Neben einer Koxarthrose mit einer Gelenkspaltweite unter 2 mm wurde auch die Resektion des Labrums als Risikofaktoren für ein schlechteres Outcome identifiziert [42]. Ein negativer Einfluss auf das mittelfristige Outcome durch die Labrumteilresektion konnte in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Eine Übersichtsarbeit von Haddad und Kollegen verglich 28 Studien bezüglich des Outcomes nach Labrumadressierung im Rahmen einer FAI-Operation [43]. Zwölf dieser Studien zeigten etwa 44 Monate nach chirurgischer FAI-Therapie trotz Labrumteilresektion ein gutes Resultat mit einem durchschnittlichem mHHS von 82. Nur wenige Studien verglichen das Outcome zwischen Gruppen mit Labrumrefixation und Labrumteilresektion miteinander (Vergleich Tabelle 12). Einige Autoren beobachteten ein signifikant besseres Ergebnis im Outcome der Gruppen mit Labrumrefixation (42, 87). Andere Autoren konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen detektieren [88, 89].

Insgesamt scheint die Labrumteilresektion keinen negativen Einfluss auf das kurz- und mittelfristige Follow-up zu haben. Inwiefern eine Labrumresektion nebst FAI-Korrektur das langfristige Follow-up oder die Entstehung einer Arthrose beeinflusst, ist zum jetzigen Zeitpunkt unklar und bleibt Gegenstand zukünftiger Untersuchungen.

Tabelle 12: Übersicht der Literatur bezüglich des Einflusses der Labrumrefixation oder –teilresektion auf das Outcome der FAI Chirurgie

Autor & Jahr	n	FU	Methodik	Ergebnisse
<b>Domb et al 2014 90</b>	33	2 Jahre	ASK Rekonstruktion (11) vs. Teilresektion (22)	<b>Signifikanter Unterschied</b> im NAHS und HOS-ADL (p=0,046) <b>Kein signifikanter Unterschied</b> im mHHS, HOS-Sport, VAS, Zufriedenheit
<b>Laude et al 2008 91</b>	100	4,8 Jahre	ASK, Refixation (40) vs. Teilresektion (53)	<b>Kein signifikanter Unterschied</b> zw. Refixations- und Resektionsgruppe (NAHS 86 vs. 82, p=0,13)
<b>Espinosa et al 2006 92</b>	52 (60)	2 Jahre	Chirurgische Hüftluxation, Refixation (35) vs. Teilresektion (25)	<b>Refixation signifikant besseres Outcome</b> Refixationsgruppe: 80 % exzellent, 14 % gut, 6 % mäßig Resektionsgruppe: 28 % exzellent, 48 % gut, 20 % mäßig, 4 % schlecht Mehr radiologische Artrosezeichen in Resektionsgruppe nach 2 Jahren ( p=0,009)
<b>Cetinkaya 2015 89</b>	67 (73)	3,8 Jahre	ASK, Refixation (33) vs. Resektion (34)	<b>Kein signifikanter Unterschied</b> im HOS, VAS, Bewegungsumfänge

### Einfluss des präoperativen Arthrosegrades auf das Outcome

Neben der Arthroseprogredienz ist auch das funktionelle Outcome vom präoperativen Arthrosegrad abhängig. Während das Patientenkollektiv der vorliegenden Studie mit einem präoperativen Arthrostadium Kellgren  $\leq 1$  ein funktionelles Outcome im „guten“ und „exzellenten“ Bereich erreichte, zeigten Patienten mit Koxarthrose Kellgren  $\geq 2$  kein zufriedenstellendes Ergebnis. Auch andere Arbeiten bestätigten, dass eine präoperativ bereits bestehende Koxarthrose mit einem signifikant schlechteren Outcome assoziiert ist [40, 39, 57]. Brunner et al und Chiron et al. konnten dagegen kein schlechteres Ergebnis zwischen den Patientengruppen Tönnis  $\leq 1$  und  $\geq 2$  feststellen [44, 58]. Dieser Widerspruch ist eventuell mit den kürzeren Follow-up Zeiträumen von 2,2 bis 2,4 Jahren dieser Studien erklärbar. Zudem ist mit steigendem initialen Arthrosegrad ein deutlich höheres Risiko einer endoprothetischen Versorgung im Verlauf assoziiert. Über 80 % der Patienten mit Hüft-TEP Implantation im Verlauf wiesen bereits vor der mini-open Operation einen Arthrosegrad Kellgren  $\geq 2$  auf. Nur ein Patient mit initial bestehender Arthrose im Stadium Kellgren 3

profitierte bei postoperativ initial deutlich geminderten Beschwerden von diesem Vorgehen und die Implantation der Hüft-TEP konnte um etwa 94 Monaten verzögert werden. Der Großteil der Patienten empfand aber das Ausmaß der Beschwerdelinderung in der verbleibenden Zeit bis zur endoprothetischen Versorgung als sehr unbefriedigend. Zudem ist der durchschnittliche Zeitgewinn von etwa 18 Monaten vernachlässigbar. Lavernia et al wiesen nach, dass das Outcome nach Hüft-TEP Implantation deutlich von dem Ausmaß der präoperativen Hüftfunktion abhängt. So zeigten Patienten, die sich aufgrund einer fortgeschrittenen Koxarthrose mit präoperativ schlechter Funktion endoprothetisch versorgen ließen, auch 3 Jahre postoperativ ein schlechteres Outcome als Patienten mit einer besseren präoperativen Funktion. [93]. Vor diesem Hintergrund sollte die Indikation zur mini-open Technik als gelenkerhaltender Therapieversuch bei fortgeschrittener Koxarthrose kritisch mit dem Patienten diskutiert werden und lediglich in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Das Outcome der mini-open Technik ist in diesen Fällen schlecht, oftmals lässt sich weder eine zufriedenstellende Schmerzreduktion noch eine Funktionsverbesserung erzielen. Der zunehmende Funktionsverlust und die zunehmende Immobilität im Verlauf können zudem in einem schlechteren Outcome einer zukünftigen Hüft-TEP Implantation resultieren. Aus diesem Grund ist das mini-open Verfahren als gelenkerhaltender Therapieversuch bei fortgeschrittener Koxarthrose  $\geq 3$  äußerst kritisch zu sehen und die Limitationen und Therapiealternativen sollten mit dem Patienten ausgiebig diskutiert werden.

## **4.5 Komplikationen und Re-Operationen**

In der vorliegenden Arbeit ergaben sich mit einer Femurkopfnekrose und einem Wundinfekt in 1,9 % der Fälle schwerere Komplikationen. Die Hypästhesie durch eine zugangsbedingte Schädigung des Nervus cutaneus femoris lateralis stellte in dieser Arbeit die häufigste, aber in allen Fällen reversible Komplikation der mini-open Technik dar. Cohen et al. berichteten sogar von 20 % postoperativen Hypästhesien nach mini-open Zugang [45]. Eventuell kann eine Lateralisierung des Hautschnitts die Häufigkeit dieser Komplikation senken. Insgesamt wurden weder in der vorliegenden, noch in Arbeiten anderer Autoren schwerwiegende motorisch oder persistierende Nervenläsionen nach mini-open Verfahren beobachtet [45, 44]. Die mini-open Technik stellt also ein sicheres Verfahren in der Behandlung des anterioren FAI dar. Die Komplikationsraten der arthroskopischen FAI-Resektion variieren je nach Studie, wie der Vergleich in Tabelle 11 zeigt. Dietrich et al. ermittelten beispielsweise eine Komplikationsrate von 7 % nach Arthroskopie. Neben vier insuffizienten Resektionen des FAI (1,3 %), einer Schenkelhalsfraktur (<1 %) und Hämatombildung (ca. 2 %) wurde unter anderem zweimalig die Schädigung des Nervus pudendus beobachtet

(0,6%) [94]. Stähelin und Kollegen verzeichneten nach erfolgter Arthroskopie in 27 % der Fälle Hypästhesien (3 x Fußrücken, 2 x Nervus cutaneus femoris lateralis, 1 x Scrotum) [39]. Horisberger und Kollegen beobachteten in 11 % der Fälle eine postoperative Schädigungen des Nervus cutaneus femoris lateralis (n=9) oder Nervus ischiadicus (n=2) nach Arthroskopie [79]. Eine weitere arthroskopische Arbeit von Gedouin et al ermittelte neben postoperativ aufgetretenen heterotopen Ossifikationen (2,7 %), einer postoperativ aufgetretenen Schenkelhalsfraktur (0,9 %) und Drucknekrosen der Labien (0,9 %) ebenfalls eine temporäre Schädigung des Nervus pudendus (0,9 %) [40]. Die Metaanalyse von Harris und Kollegen bestätigte das häufigere Auftreten von Nervenläsionen nach Hüftarthroskopien bzw. arthroskopisch-assistierten mini-open Operationen im Vergleich zu solitären minimalinvasiv-offenen Operationen [35]. Das Auftreten solcher Nervenläsionen ist oftmals zugangs- oder traktionsbedingt. Das Risiko traktionsbedingter Nervenläsionen steigt mit der Traktionszeit, insbesondere ab einer Dauer von zwei Stunden [48]. Eine Studie von Domb und Kollegen gibt die reine Traktionszeit bei arthroskopischer FAI-Resektion mit durchschnittlich 70-90 Minuten an [90]. Die beschriebene OP-Zeit für die Hüft-Arthroskopie von Philippon et al beträgt 2-3 Stunden [47]. Die wesentlich kürzere Operationsdauer des mini-open Verfahrens, wie in dieser Arbeit von etwa 60 Minuten oder der Arbeit von Cohen et al mit etwa 75 Minuten [45], stellt neben dem Wegfall der Traktion also einen weiteren Vorteil der mini-open Technik dar.

Die Rate an postoperativ aufgetretenen heterotopen Ossifikationen von 10,5 % entspricht in etwa den 13 % von Harris et al. nach mini-open Technik und ist geringer als die von Hartmann et al. angegebene Rate von 18 % nach Arthroskopie [35, 51]. Die Ossifikationen waren in der vorliegenden Arbeit klinisch inapparent und traten fast ausschließlich bei Patienten auf, welche aufgrund der damals fehlenden klinischen Erfahrung bezüglich des mini-open Verfahrens keine Ossifikationsprophylaxe erhielten. Nach Einführung einer standardisierten Ossifikationsprophylaxe mit Etoricoxib für sieben Tage konnte die Prävalenz heterotoper Ossifikationen deutlich gesenkt werden. Auch andere Autoren konnten die Wirksamkeit von u.a. Etoricoxib zur Prävention heterotoper Ossifikationen nach Prothesenimplantation zeigen [95]. Zur Vermeidung heterotoper Ossifikationen sollte entsprechend dieser Beobachtungen postoperativ eine standardisierte Ossifikationsprophylaxe erfolgen.

## 4.6 Limitationen

Die vorliegende Arbeit unterliegt aufgrund der retrospektiven Durchführung einigen Limitationen. Bei einer Rücklaufrate von 67,7 % besteht die Gefahr eines Selektionsbias. In den ersten Jahren der Anwendung (2006-2008) wurde die Indikation zur mini-open Operation deutlich großzügiger gestellt und auch Patienten mit Arthrose Kellgren  $\geq 2$  durch diese Technik gelenkerhaltend operiert. Aus diesem Grund stützen sich die Ergebnisse auf ein sehr heterogenes Patientengut mit großer Altersspanne und unterschiedlichem initialem Arthrosetrad, wodurch insbesondere die Gesamtergebnisse der Funktionscores, welche wie gezeigt mit dem initialen Arthrosetrad negativ korrelieren, beeinflusst wurden. Insbesondere hinsichtlich der Alltags- und sportlichen Aktivität erschwert natürlich auch die Subjektivität des Leistungsniveaus retrospektiv die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse. Außerdem weisen die Follow-up Zeiträume eine deutliche Spannweite zwischen 0,5 und 8,6 Jahren auf. Insbesondere die kürzeren Follow-up Zeiträume unter 12 Monaten (n=3) erlauben nur eine eingeschränkte Aussage über postoperative Komplikationen wie beispielsweise die Femurkopfnekrose, heterotope Ossifikationen oder eine Arthrosetradprogression sodass auch hier mögliche Fehlerquellen liegen. Eine weitere Limitation stellt die Durchführung der Operationen durch verschiedene Operateure dar, was das Outcome beeinflussen könnte und die Reproduktion der Ergebnisse erschwert. Zudem bestand, abhängig von der Spezialisierung des erstmalig konsultierten Kollegen, eine Selektion der Patienten hinsichtlich der verwendeten OP-Technik (arthroskopisch vs. mini-open).

## 5. Zusammenfassung

Von den drei operativen Verfahren etablierte sich die Hüftarthroskopie in den vergangenen Jahren als Goldstandard in der operativen Therapie des FAI. Nachteile des arthroskopischen Verfahrens sind die längere Operationsdauer, die flache Lernkurve, die Gefahr der unzureichenden Offset-Korrektur und das Risiko traktionsbedingter Nervenschäden. Das mini-open Verfahren bietet demgegenüber eine mögliche Alternative. Es erlaubt ein minimalinvasives, offenes Abtragen der Pathologie bei guter Gelenkübersicht, kurzer Operationsdauer und ermöglicht zudem die intraoperative Prüfung der Bewegungsumfänge unter Sicht. Aktuell besteht bezüglich des mini-open Verfahrens ein Mangel an mittel- und langfristigen Ergebnissen. Nicht abschließend geklärt ist zudem der Einfluss des präoperativen Arthrogrades und des, gegenüber der Arthroskopie, größeren Weichteileingriffes auf das Outcome. Ziel dieser Arbeit war daher die Evaluation des mittelfristigen Outcomes der mini-open Technik und die Identifikation Outcome-limitierender Faktoren.

Der direkte Vergleich des Outcomes zwischen den drei chirurgischen Verfahren gestaltet sich aufgrund der Vielzahl der verwendeten Funktionsscores schwierig. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren keine Standards in der Nachuntersuchung dieser Patienten. Oftmals finden Scores wie der HHS Anwendung, welche für die Evaluation dieses jungen und hochaktiven Patientenkollektivs ungeeignet sind und Veränderungen der sportlichen Aktivität nicht sensitiv erfassen. Zudem erfolgt in bisher keiner der Studien zum Outcome der mini-open Technik eine Evaluation des subjektiven, klinischen und radiologischen Outcomes, was die vorliegende Arbeit hinsichtlich der umfassenden Auswertung einzigartig macht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die mini-open Technik ein komplikationsarmes und effektives Verfahren darstellt. Sie kann eine deutliche Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung erzielen und dem Patienten somit die Wiedererlangung einer schmerzfreien Hüftfunktion, sowie die Rückkehr zum Sport und einer umfassenden Aktivität im Alltag ermöglichen. Allerdings ist postoperativ ein Rückgang von High-Impact Sportarten zugunsten der Low-Impact Sportarten zu beobachten. Die radiologische Auswertung bestätigt, dass das pathologisch verminderte Head-Neck-Offset durch die mini-open Technik in physiologische Bereiche korrigiert werden kann und diese Offsetkorrektur im Verlauf des Follow-up auch erhalten bleibt. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Beseitigung der Pathologie das Entstehen oder Fortschreiten einer Koxarthrose nicht sicher vermeiden kann. Insbesondere Patienten mit präoperativer Koxarthrose Kellgren  $\geq 2$  weisen oftmals eine weitere Arthrosegredienz und ein unbefriedigendes Outcome auf.

Insgesamt ist das mini-open Verfahren ein effektives und sicheres Verfahren in der Therapie des FAI mit guten Ergebnissen im mittelfristigen Follow-up, äquivalent denen des arthroskopischen Vorgehens. Insbesondere vor dem Hintergrund einer zunehmend ökonomisierten medizinischen Versorgung stellt das technisch einfachere, leichter erlernbare mini-open Verfahren mit seiner kurzen OP-Zeit und niedrigen Komplikationsrate eine gute Alternative zum arthroskopischen Verfahren dar. Bei einem Arthrosegrad Kellgren  $\geq 2$  ist nur ein unbefriedigendes Ergebnis zu erwarten, weshalb die Indikation zur mini-open Technik nur absolut selten gegeben sein sollte. Eine Limitation der mini-open Technik stellt die fehlende Therapiemöglichkeit der chondralen Defekte im Vergleich zur Hüft-Arthroskopie dar. Andererseits zeigten zusätzliche Knorpeltherapien wie die ACT oder Mikrofrakturierung im kurz- bis mittelfristigen Follow-up bisher keinen Benefit. Inwiefern die Patienten von einer zusätzlichen Mikrofrakturierung oder ACT profitieren bleibt daher Gegenstand zukünftiger Untersuchungen.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical orthopaedics and related research* 2003;112-20.
2. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2005;87:1012-8.
3. Clohisy JC, Dobson MA, Robison JF, Warth LC, Zheng J, Liu SS, Yehyawi TM, Callaghan JJ. Radiographic structural abnormalities associated with premature, natural hip-joint failure. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2011;93 Suppl 2:3-9.
4. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clinical orthopaedics and related research* 2008;466:264-72.
5. Van Thiel GS, Harris JD, Kang RW, Chahal J, Della Valle CJ, Bush-Joseph CA, Nho SJ. Age-related differences in radiographic parameters for femoroacetabular impingement in hip arthroplasty patients. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2013;29:1182-7.
6. Leunig M, Beaulé PE, Ganz R. The concept of femoroacetabular impingement: current status and future perspectives. *Clinical orthopaedics and related research* 2009;467:616-22.
7. Stulberg S, Cordell L, Harris W. Unrecognized childhood hip disease: a major cause of idiopathic osteoarthritis of the hip. *The Proceedings of the Third Open Scientific Meeting of the Hip Society* St Louis, MO:CV Mosby 1975;212-228.
8. Anderson LA, Peters CL, Park BB, Stoddard GJ, Erickson JA, Crim JR. Acetabular cartilage delamination in femoroacetabular impingement. Risk factors and magnetic resonance imaging diagnosis. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2009;91:305-13.
9. Register B, Pennock AT, Ho CP, Strickland CD, Lawand A, Philippon MJ. Prevalence of abnormal hip findings in asymptomatic participants: a prospective, blinded study. *The American journal of sports medicine* 2012;40:2720-4.
10. Elias-Jones CJ, Farrow L, Reilly JH, Kerr S, Meek RM, Kelly MP, Campton JL, Millar NL. Inflammation and Neovascularization in Hip Impingement: Not Just Wear and Tear. *The American journal of sports medicine* 2015;43:1875-81.
11. Grant AD, Sala DA, Davidovitch RI. The labrum: structure, function, and injury with femoroacetabular impingement. *Journal of children's orthopaedics* 2012;6:357-72.
12. Ferguson SJ, Bryant JT, Ito K. The material properties of the bovine acetabular labrum. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* 2001;19:887-96.
13. Crawford MJ, Dy CJ, Alexander JW, Thompson M, Schroder SJ, Vega CE, Patel RV, Miller AR, McCarthy JC, Lowe WR, Noble PC. The 2007 Frank Stinchfield Award. *The*

- biomechanics of the hip labrum and the stability of the hip. *Clinical orthopaedics and related research* 2007;465:16-22.
14. Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC, Santore RF, Werlen S, Mamisch TC. The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clinical orthopaedics and related research* 2011;469:3229-40.
  15. Hellman MD, Riff AJ, Haughom BD, Patel R, Stover MD, Nho SJ. Operative treatment of FAI: open hip preservation surgery. *Current reviews in musculoskeletal medicine* 2013;6:258-63.
  16. Agricola R, Bessems JH, Ginai AZ, Heijboer MP, van der Heijden RA, Verhaar JA, Weinans H, Waarsing JH. The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players. *The American journal of sports medicine* 2012;40:1099-106.
  17. Eijer H, Myers SR, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after femoral neck fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 2001;15:475-81.
  18. Strehl A, Ganz R. [Anterior femoroacetabular impingement after healed femoral neck fractures]. *Der Unfallchirurg* 2005;108:263-73.
  19. Hosalkar HS, Pandya NK, Bomar JD, Wenger DR. Hip impingement in slipped capital femoral epiphysis: a changing perspective. *Journal of children's orthopaedics* 2012;6:161-72.
  20. Wensaas A, Gunderson RB, Svenningsen S, Terjesen T. Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at long-term follow-up. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2012;94:1487-93.
  21. Leunig M, Casillas MM, Hamlet M, Hersche O, Notzli H, Slongo T, Ganz R. Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. *Acta orthopaedica Scandinavica* 2000;71:370-5.
  22. Wisniewski SJ, Grogg B. Femoroacetabular impingement: an overlooked cause of hip pain. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 2006;85:546-9.
  23. Wilson AS, Cui Q. Current concepts in management of femoroacetabular impingement. *World journal of orthopedics* 2012;3:204-11.
  24. Kubiak-Langer M, Tannast M, Murphy SB, Siebenrock KA, Langlotz F. Range of motion in anterior femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research* 2007;458:117-24.
  25. Ito K, Minka MA, 2nd, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2001;83:171-6.
  26. Tijssen M, van Cingel R, Willemsen L, de Visser E. Diagnostics of femoroacetabular impingement and labral pathology of the hip: a systematic review of the accuracy and validity of physical tests. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2012;28:860-71.

27. Banerjee P, McLean CR. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Current reviews in musculoskeletal medicine* 2011;4:23-32.
28. Clohisy JC, Nunley RM, Otto RJ, Schoenecker PL. The frog-leg lateral radiograph accurately visualized hip cam impingement abnormalities. *Clinical orthopaedics and related research* 2007;462:115-21.
29. Notzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2002;84:556-60.
30. Bedi A, Zaltz I, De La Torre K, Kelly BT. Radiographic comparison of surgical hip dislocation and hip arthroscopy for treatment of cam deformity in femoroacetabular impingement. *The American journal of sports medicine* 2011;39 Suppl:20s-8s.
31. Leunig M, Werlen S, Ungersbock A, Ito K, Ganz R. Evaluation of the acetabular labrum by MR arthrography. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 1997;79:230-4.
32. Hong SJ, Shon WY, Lee CY, Myung JS, Kang CH, Kim BH. Imaging findings of femoroacetabular impingement syndrome: focusing on mixed-type impingement. *Clinical imaging* 2010;34:116-20.
33. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clinical orthopaedics and related research* 2004:54-60.
34. Pitt MJ, Graham AR, Shipman JH, Birkby W. Herniation pit of the femoral neck. *AJR American journal of roentgenology* 1982;138:1115-21.
35. Harris JD, Erickson BJ, Bush-Joseph CA, Nho SJ. Treatment of femoroacetabular impingement: a systematic review. *Current reviews in musculoskeletal medicine* 2013;6:207-18.
36. Emara K, Samir W, Motasem el H, Ghafar KA. Conservative treatment for mild femoroacetabular impingement. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* 2011;19:41-5.
37. Buchler L, Neumann M, Schwab JM, Iselin L, Tannast M, Beck M. Arthroscopic versus open cam resection in the treatment of femoroacetabular impingement. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2013;29:653-60.
38. Larson CM, Stone RM. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Current reviews in musculoskeletal medicine* 2013;6:242-9.
39. Stahelin L, Stahelin T, Jolles BM, Herzog RF. Arthroscopic offset restoration in femoroacetabular cam impingement: accuracy and early clinical outcome. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2008;24:51-7.e1.
40. Gedouin JE, May O, Bonin N, Nogier A, Boyer T, Sadri H, Villar RN, Laude F, Society FA. Assessment of arthroscopic management of femoroacetabular impingement. A prospective

- multicenter study. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2010;96:S59-67.
41. Schroeder JH, Hufeland M, Schutz M, Haas NP, Perka C, Krueger DR. Injectable autologous chondrocyte transplantation for full thickness acetabular cartilage defects: early clinical results. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016.
  42. Philippon MJ, Briggs KK, Yen YM, Kuppersmith DA. Outcomes following hip arthroscopy for femoroacetabular impingement with associated chondrolabral dysfunction: minimum two-year follow-up. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2009;91:16-23.
  43. Haddad B, Konan S, Haddad FS. Debridement versus re-attachment of acetabular labral tears: A review of the literature and quantitative analysis. *The bone & joint journal* 2014;96-b:24-30.
  44. Chiron P, Espie A, Reina N, Cavaignac E, Molinier F, Laffosse JM. Surgery for femoroacetabular impingement using a minimally invasive anterolateral approach: analysis of 118 cases at 2.2-year follow-up. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2012;98:30-8.
  45. Cohen SB, Huang R, Ciccotti MG, Dodson CC, Parvizi J. Treatment of femoroacetabular impingement in athletes using a mini-direct anterior approach. *The American journal of sports medicine* 2012;40:1620-7.
  46. Matsuda DK, Carlisle JC, Arthurs SC, Wierks CH, Philippon MJ. Comparative systematic review of the open dislocation, mini-open, and arthroscopic surgeries for femoroacetabular impingement. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011;27:252-69.
  47. Philippon M, Schenker M, Briggs K, Kuppersmith D. Femoroacetabular impingement in 45 professional athletes: associated pathologies and return to sport following arthroscopic decompression. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 2007;15:908-14.
  48. TG S. Complications of hip arthroscopy. *Techniques in Orthopedics* 2005;20:63-6.
  49. Peters CL, Schabel K, Anderson L, Erickson J. Open treatment of femoroacetabular impingement is associated with clinical improvement and low complication rate at short-term followup. *Clinical orthopaedics and related research* 2010;468:504-10.
  50. Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krugel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2001;83:1119-24.
  51. Hartmann A, Gunther KP. Arthroscopically assisted anterior decompression for femoroacetabular impingement: technique and early clinical results. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:1001-9.
  52. Sampson TG. Arthroscopic treatment for chondral lesions of the hip. *Clinics in sports medicine* 2011;30:331-48.

53. Marquez-Lara A, Mannava S, Howse EA, Stone AV, Stubbs AJ. Arthroscopic Management of Hip Chondral Defects: A Systematic Review of the Literature. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2016;32:1435-43.
54. Hufeland M, Kruger D, Haas NP, Perka C, Schroder JH. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement shows persistent clinical improvement in the mid-term. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016.
55. Polat G, Dikmen G, Erdil M, Asik M. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement: early outcomes. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica* 2013;47:311-7.
56. Papalia R, Del Buono A, Franceschi F, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. Femoroacetabular impingement syndrome management: arthroscopy or open surgery? *Int Orthop* 2012;36:903-14.
57. Saadat E, Martin SD, Thornhill TS, Brownlee SA, Losina E, Katz JN. Factors Associated With the Failure of Surgical Treatment for Femoroacetabular Impingement: Review of the Literature. *The American journal of sports medicine* 2013.
58. Brunner A, Horisberger M, Herzog RF. Sports and recreation activity of patients with femoroacetabular impingement before and after arthroscopic osteoplasty. *The American journal of sports medicine* 2009;37:917-22.
59. Naal FD, Impellizzeri FM, Miozzari HH, Mannion AF, Leunig M. The German Hip Outcome Score: validation in patients undergoing surgical treatment for femoroacetabular impingement. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011;27:339-45.
60. Lodhia P, Slobogean GP, Noonan VK, Gilbert MK. Patient-reported outcome instruments for femoroacetabular impingement and hip labral pathology: a systematic review of the clinimetric evidence. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2011;27:279-86.
61. Martin RL, Philippon MJ. Evidence of reliability and responsiveness for the hip outcome score. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2008;24:676-82.
62. Hinman RS, Dobson F, Takla A, O'Donnell J, Bennell KL. Which is the most useful patient-reported outcome in femoroacetabular impingement? Test-retest reliability of six questionnaires. *British journal of sports medicine* 2013.
63. Thorborg K, Roos EM, Bartels EM, Petersen J, Holmich P. Validity, reliability and responsiveness of patient-reported outcome questionnaires when assessing hip and groin disability: a systematic review. *British journal of sports medicine* 2010;44:1186-96.
64. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 1969;51:737-55.

65. Brunner A, Hamers AT, Fitze M, Herzog RF. The plain beta-angle measured on radiographs in the assessment of femoroacetabular impingement. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2010;92:1203-8.
66. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clinical orthopaedics and related research* 2006;445:181-5.
67. Beaulé PE, Harvey N, Zaragoza E, Le Duff MJ, Dorey FJ. The femoral head/neck offset and hip resurfacing. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2007;89:9-15.
68. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Annals of the rheumatic diseases* 1957;16:494-502.
69. Kellgren J, Lawrence J. *The Epidemiology of Chronic Rheumatism: Atlas of Standard Radiographs of Arthritis*. Oxford: Blackwell Scientific; 1963.
70. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH, Jr. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 1973;55:1629-32.
71. Mannion AF, Impellizzeri FM, Naal FD, Leunig M. Fulfilment of patient-rated expectations predicts the outcome of surgery for femoroacetabular impingement. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society* 2013;21:44-50.
72. Ito K, Leunig M, Ganz R. Histopathologic features of the acetabular labrum in femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research* 2004;262-71.
73. Tanzer M, Noiseux N. Osseous abnormalities and early osteoarthritis: the role of hip impingement. *Clinical orthopaedics and related research* 2004;170-7.
74. Martin RL, Philippon MJ. Evidence of validity for the hip outcome score in hip arthroscopy. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2007;23:822-6.
75. Nwachukwu BU, Rebolledo BJ, McCormick F, Rosas S, Harris JD, Kelly BT. Arthroscopic Versus Open Treatment of Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review of Medium- to Long-Term Outcomes. *The American journal of sports medicine* 2015.
76. Naal FD, Miozzari HH, Wyss TF, Notzli HP. Surgical hip dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement in high-level athletes. *The American journal of sports medicine* 2011;39:544-50.
77. Naal FD, Schar M, Miozzari HH, Notzli HP. Sports and Activity Levels After Open Surgical Treatment of Femoroacetabular Impingement. *The American journal of sports medicine* 2014.
78. Gicquel T, Gedouin JE, Krantz N, May O, Gicquel P, Bonin N. Function and osteoarthritis progression after arthroscopic treatment of femoro-acetabular impingement: a prospective study after a mean follow-up of 4.6 (4.2-5.5) years. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR* 2014;100:651-6.

79. Horisberger M, Brunner A, Herzog RF. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement of the hip: a new technique to access the joint. *Clinical orthopaedics and related research* 2010;468:182-90.
80. Naal FD, Miozzari HH, Schar M, Hesper T, Notzli HP. Midterm results of surgical hip dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement. *The American journal of sports medicine* 2012;40:1501-10.
81. Steppacher SD, Huemmer C, Schwab JM, Tannast M, Siebenrock KA. Surgical hip dislocation for treatment of femoroacetabular impingement: factors predicting 5-year survivorship. *Clinical orthopaedics and related research* 2014;472:337-48.
82. Fiorentino G, Fontanarosa A, Cepparulo R, Guardoli A, Berni L, Coviello G. Treatment of cam-type femoroacetabular impingement. *Joints* 2015;3:67-71.
83. Gupta A, Redmond JM, Hammarstedt JE, Schwindel L, Domb BG. Safety measures in hip arthroscopy and their efficacy in minimizing complications: a systematic review of the evidence. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2014;30:1342-8.
84. Hack K, Di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2010;92:2436-44.
85. Lincoln M, Johnston K, Muldoon M, Santore R. Combined arthroscopic and modified open approach for cam femoroacetabular impingement: a preliminary experience. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 2009;25:392-9.
86. Haviv B, Singh PJ, Takla A, O'Donnell J. Arthroscopic femoral osteochondroplasty for cam lesions with isolated acetabular chondral damage. *The Journal of bone and joint surgery British volume* 2010;92:629-33.
87. Larson CM, Giveans MR, Stone RM. Arthroscopic debridement versus re-fixation of the acetabular labrum associated with femoroacetabular impingement: mean 3.5-year follow-up. *The American journal of sports medicine* 2012;40:1015-21.
88. Laude F, Soriali E. [Treatment of FAI via a minimally invasive ventral approach with arthroscopic assistance. Technique and midterm results]. *Orthopade* 2009;38:419-28.
89. Cetinkaya S, Toker B, Ozden VE, Dikmen G, Taser O. Arthroscopic labral repair versus labral debridement in patients with femoroacetabular impingement: a minimum 2.5 year follow-up study. *Hip international : the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy* 2015:0.
90. Domb BG, El Bitar YF, Stake CE, Trenga AP, Jackson TJ, Lindner D. Arthroscopic labral reconstruction is superior to segmental resection for irreparable labral tears in the hip: a matched-pair controlled study with minimum 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine* 2014;42:122-30.

91. Laude F, Sariali E, Nogier A. Femoroacetabular impingement treatment using arthroscopy and anterior approach. *Clinical orthopaedics and related research* 2009;467:747-52.
92. Espinosa N, Rothenfluh DA, Beck M, Ganz R, Leunig M. Treatment of femoro-acetabular impingement: preliminary results of labral refixation. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2006;88:925-35.
93. Lavernia C, D'Apuzzo M, Rossi MD, Lee D. Is postoperative function after hip or knee arthroplasty influenced by preoperative functional levels? *The Journal of arthroplasty* 2009;24:1033-43.
94. Dietrich F, Ries C, Eiermann C, Miehke W, Sobau C. Complications in hip arthroscopy: necessity of supervision during the learning curve. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA* 2014;22:953-8.
95. Brunnekreef JJ, Hoogervorst P, Ploegmakers MJ, Rijnen WH, Schreurs BW. Is etoricoxib effective in preventing heterotopic ossification after primary total hip arthroplasty? *Int Orthop* 2013;37:583-7.

# 7. Anlagen

## Anlage 1: Fragebogen zum Therapieerfolg des femoroazetabulären Impingements

Bitte kreuzen Sie bei den nachfolgenden Fragen die für Sie zutreffende Antwortmöglichkeit an.

### 1. Erneute Operationen

**Wurden Sie nach ihrer Hüftoperation erneut an ihrer Hüfte operiert?**

- Nein
- Ja in welchem Krankenhaus: \_\_\_\_\_

Wenn ja, welche Operation wurde durchgeführt?

- Hüftgelenksersatz/Prothesenimplantation
- erneute FAI-Operation
- andere: \_\_\_\_\_

**Wie würden Sie Ihre aktuellen Hüftschmerzen auf folgender Skala von 1-10 beurteilen?**

	Kein Schmerz		Schlimmster vorstellbarer Schmerz								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>In Ruhe (z.B. beim liegen/sitzen)</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>im Alltag (z.B. beim Gehen)</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>bei Belastung o. sportlicher Aktivität</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Wie stark waren Ihre Schmerzen vor der Operation?</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Nehmen Sie derzeit aufgrund ihrer operierten Hüfte Schmerzmittel ein?**

- Ja welches: \_\_\_\_\_
- Nein

**Gab es nach ihrer Hüftoperation eine Zeit in der Sie schmerzfrei waren?**

- Ja
- Nein\*

\* Wenn nein, konnten durch die Operation ihre Hüftschmerzen vermindert werden?

- Ja
- Nein

### 2. Der Einfluss Ihrer operierten Hüfte auf Ihre sportlichen Aktivitäten.

**Sind Sie derzeit sportlich aktiv?**

- ja
- nein

*Welche Sportart/en üben Sie aus?*

---

*Wie viele Stunden in der Woche treiben Sie Sport?*

---

*Welche Sportart/en übten Sie vor der OP aus?*

---

*Konnte die Sportart nach der Operation weiter ausgeübt werden?*

- Ja\*                       Nein                      Warum?: \_\_\_\_\_

*\* wenn ja, mussten Sie die Intensität mit der Sie die Sportart betrieben haben mindern?*

- Ja                               Nein

#### **4. Wie zufrieden sind Sie mit dem Ergebnis der Operation?**

*Wie würden Sie den Erfolg der Operation in Schulnoten bewerten?*

- 1                       2                       3                       4                       5                       6

*Hat sich Ihre Hüftsymptomatik durch die OP:*

- Gebessert                       Verschlechtert                       Gleichgeblieben

*Würden Sie sich nochmals operieren lassen?*

- Ja                               Nein

**Anmerkungen/Ergänzungen/Erläuterungen:**

---

---

---

---

---

---

---

## Anlage 2: Hip Outcome-Score

Bitte beantworten Sie jede Frage mit der Antwort, die Ihren Zustand während der letzten Woche am besten beschreibt. Falls die betreffende Aktivität durch etwas anderes als durch Ihre Hüfte eingeschränkt ist, markieren Sie nicht zutreffend (NZ).

<i>Alltagsaktivitäten</i>	Keinerlei Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Extreme Schwierigkeiten	Unmöglich	NZ
15 Minuten stehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In ein gewöhnliches Auto ein- und aussteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Socken und Schuhe anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steile Hügel hinauf gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steile Hügel hinunter gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Etage hinauf gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Etage hinunter gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bordsteine rauf und runter gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tief in die Hocke gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In eine oder aus einer Badewanne steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 Minuten sitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die ersten Schritte Gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etwa 10 Minuten gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 Minuten oder länger gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sich auf dem betroffenen Bein drehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sich im Bett umdrehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leichte bis mittelschwere Arbeit (Stehen, Gehen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwere Arbeit (Schieben, Ziehen, Klettern, Tragen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeitaktivitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewerten Sie bitte ihr Hüftfunktion im Alltag von 0% - 100%. 100% beschreibt dabei ihre Hüftfunktion vor dem Auftreten ihrer Hüftprobleme, 0% beschreibt, dass sie keine Alltagsaktivitäten aufgrund ihrer Hüfte ausführen können.						%

<i>Sport</i>	Keinerlei Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Extreme Schwierigkeiten	Unmöglich	NZ
1-2 km Joggen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Springen/Hüpfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gegenstände wie z. B. einen Golfschläger schwingen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Landen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schnell losrennen und abstoppen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacken schlagen/seitliche Bewegungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenig belastende Aktivitäten wie schnelles Gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aktivitäten so ausüben, wie Sie es normalerweise tun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einen gewünschten Sport so lange ausüben, wie Sie es wollen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewerten Sie bitte ihr Hüftfunktion während ihrer sportlichen Aktivitäten von 0% - 100%. 100% beschreibt dabei ihre Hüftfunktion vor dem Auftreten ihrer Hüftprobleme, 0% beschreibt, dass sie an keiner sportlichen Aktivität aufgrund ihrer Hüfte teilnehmen können.						%

Wie würden Sie den momentanen Funktionsgrad Ihrer Hüfte beurteilen?      normal       fast normal       unnormal       stark unnormal

### Anlage 3: Modifizierter Harris-Hip-Score

#### Schmerzen

<input type="checkbox"/>	Keine Schmerzen	
<input type="checkbox"/>	Leichte Schmerzen	(gelegentliche Beschwerden oder geringgradige Schmerzwahrnehmung, die Aktivität ist nicht behindert)
<input type="checkbox"/>	Geringe Schmerzen	(keine Auswirkungen auf die durchschnittliche Aktivität, selten mäßige Schmerzen nach ungewohnten Tätigkeiten, gelegentlich z.B. Aspirin)
<input type="checkbox"/>	Mäßige Schmerzen	(Schmerz erträglich, regelmäßige Arbeit möglich, jedoch Behinderung bei gewöhnlicher Aktivität, gelegentlich stärkere Schmerzmittel erforderlich)
<input type="checkbox"/>	Deutliche Schmerzen	(starke gelegentlich auftretende und wieder vergehende Schmerzen, ernsthafte Einschränkung des Aktivitätsniveaus, stärkere Schmerzmittel)
<input type="checkbox"/>	Schwere Schmerzen	(starker Schmerz auch im Bett, Schmerz zwingt mich überwiegend im Bett zu bleiben, schwerste Beeinträchtigung)

#### Haben Sie Schwierigkeiten beim Treppensteigen?

<input type="checkbox"/>	Keine Schwierigkeiten - Stufe für Stufe, ohne Nachziehen eines Beines, ohne Gebrauch des Geländers	<input type="checkbox"/>	Treppengehen noch möglich mit beliebigen Hilfsmitteln
<input type="checkbox"/>	Stufe für Stufe, ohne Nachziehen eines Beines, mit Gebrauch des Geländers	<input type="checkbox"/>	Ich bin nicht in der Lage Treppen zu steigen

#### Sind Sie in der Lage öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen?

<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	Eingeschränkt bzw. nicht alleine warum: _____

#### Haben Sie Problem beim Sitzen?

<input type="checkbox"/>	Ich kann bequem auf jedem Stuhl für 1 Stunde sitzen
<input type="checkbox"/>	Ich kann bequem auf einem hohen Stuhl für eine halbe Stunde sitzen
<input type="checkbox"/>	Ich kann auf keinem Stuhl bequem sitzen

#### Sind Sie in der Lage ... ?

<input type="checkbox"/>	... ohne weiteres Strümpfe anziehen und Schuhe zu binden?
<input type="checkbox"/>	... unter Schwierigkeiten Strümpfe anziehen und Schuhe zu binden?
<input type="checkbox"/>	Ich bin nicht in der Lage Strümpfe und Schuhe anzuziehen.

#### Hinken Sie aufgrund von Hüftschmerzen?

<input type="checkbox"/>	Nein	<input type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	mäßig	<input type="checkbox"/>	schwer
--------------------------	------	--------------------------	--------	--------------------------	-------	--------------------------	--------

#### Brauchen Sie Gehhilfen aufgrund von Hüftschmerzen?

<input type="checkbox"/>	Nein	<input type="checkbox"/>	einen einzelnen Stock für längere Strecken
<input type="checkbox"/>	einen einzelnen Stock für die meiste Zeit	<input type="checkbox"/>	eine Unterarmgehstütze (Krücke)
<input type="checkbox"/>	zwei Stöcke	<input type="checkbox"/>	Nutzung von zwei Unterarmgehstützen (Krucken) oder Gehunfähigkeit

#### Wie weit können Sie gehen?

<input type="checkbox"/>	Unbegrenzte Distanz	<input type="checkbox"/>	Nur in der Wohnung umher
<input type="checkbox"/>	Bis zu 2 Kilometer	<input type="checkbox"/>	Kaum
<input type="checkbox"/>	200-500 Meter		

## Anlage 4: Untersuchungsbogen

Untersuchungsdatum:

Patienten- Pseudonym: \_\_\_\_\_

<b>Gangbild</b>		
normal	Hinkend (leicht, mäßig, stark)	Duchenne hinken
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Größe:  
Gewicht:

<b>Trendelenburgzeichen</b>	negativ	gering positiv	positiv
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Beinlängendifferenz</b>	+          cm	rechts <input type="checkbox"/>	links <input type="checkbox"/>

<b>KS Trochanter major</b>	positiv	negativ
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Leistendruckschmerz</b>	positiv	negativ
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Fersenklopfschmerz</b>	positiv	negativ
rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Impingementzeichen</b>	vorderes	
rechts	positiv <input type="checkbox"/>	negativ <input type="checkbox"/>
links	positiv <input type="checkbox"/>	negativ <input type="checkbox"/>

<b>Bewegungsumfänge</b>	HG rechts		HG links	
Extension/Flexion	/	/	/	/
Abduktion/Adduktion	/	/	/	/
Außen-/Innenrotation	/	/	/	/

Bemerkungen/ Beruf:

## 8. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Stephanie Maria Kirschbaum, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Das mini-open Verfahren in der Therapie des anterioren femoroazetabulären Impingements: Ergebnisse im mittelfristigen Follow-up“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -[www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

## **9. Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht



## 10. Publikationsliste

**Publikation 1:** Kirschbaum S, Sitterlee F, Perka C, Müller M. Mini-open Verfahren zeigt gute Ergebnisse in der Therapie des femoroazetabulären Impingements, Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie, April 2017, 155(2):209-219. doi: 10.1055/s-0042-118886

**Publikation 2:** Sitterlee F, Kirschbaum S, Perka C, Müller M. Die chirurgische Hüftluxation und ihr derzeitiger Stellenwert in der Therapie des Femoroazetabulären Impingements. Der Orthopäde. Februar 2017, doi: 10.1007/s00132-017-3394-6

## **Anteilerklärung an erfolgten Publikationen:**

Stephanie Maria Kirschbaum hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

### **Publikation 1: Kirschbaum S, Sitterlee F, Perka C, Müller M. Mini-open Verfahren zeigt gute Ergebnisse in der Therapie des femoroazetabulären Impingements, Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie, 2017**

Beitrag im Einzelnen: Ich führte die Patientenselektion aus dem Informationssystem der Charité anhand der benannten OPS- und ICD- 10 Codierungen sowie die Selektion der 3.236 Fälle hinsichtlich der dargelegten Einschlusskriterien durch. Zudem verantwortete ich die Organisation und Durchführung der Nachuntersuchung sowie die Auswertung und statistische Analyse der erhobenen Daten. Zudem verfasste ich die Publikation als Erstautor und präsentierte die Ergebnisse in Form von Vorträgen auf dem DKOU 2014 und 2015.

### **Publikation 2: Sitterlee F, Kirschbaum S, Perka C, Müller M. Die chirurgische Hüftluxation und ihr derzeitiger Stellenwert in der Therapie des Femoroazetabulären Impingements. Der Orthopäde. 2017**

Beitrag im Einzelnen: Ich unterstützte Herrn Sitterlee bei der Patientenselektion, Organisation und Durchführung der Nachuntersuchung. Ergebnisse wurden zudem in der Forschungsgruppe kritisch diskutiert und analysiert.

---

PD Dr. med. Michael Müller (betreuender Hochschullehrer)

---

Stephanie Kirschbaum (Promovendin)

## **11. Danksagung**

Ich möchte mich bei Prof. Dr. med. Carsten Perka für die Überlassung des Themas, sowie die wertvollen Anregungen und konstruktiven Gespräche bedanken, ohne welche die Arbeit in der heutigen Form nicht existierte.

Ein besonderer Dank gilt PD Dr. med. Michael Müller, welcher mir mit seiner steten und prompten Unterstützung, Förderung und konstruktiven Kritik in all den Jahren ein ausgezeichneter Doktorvater und Mentor war.

Des Weiteren möchte ich mich bei allen Kollegen, insbesondere den pflegerischen Kolleginnen der Poliklinik und Frau Annette Bowitz bedanken, welche mir insbesondere bei den organisatorischen Hürden dieser Nachuntersuchung stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ein ganz besonderer Dank gilt zudem meiner Familie. Mit ihrer stetigen Unterstützung, dem entgegengebrachte Verständnis und liebevollen Kritik haben sie maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.