

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

DISSERTATION

**Retrospektive Analyse des Therapieerfolgs bei Primärluxation der
Hüft-Totalendoprothese anhand von patienten-, indikations- und
operationsspezifischen Risikofaktoren**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Geraldine Kath

aus Bernau bei Berlin

Datum der Promotion: 10.03.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Abstrakt (Deutsch)	5
2. Abstract (Englisch)	6
3. Einleitung	7
3.1 Epidemiologie	7
3.2 Luxationsmechanismen	9
3.3 Risikofaktoren für Luxationen von Hüft-Totalendoprothesen	12
3.3.1 Patientenspezifische Risikofaktoren	12
3.3.2 Indikationsspezifische Risikofaktoren	15
3.3.3 Operationsspezifische Risikofaktoren	17
3.3.3.1 Pfannen- und Schaftpositionierung	17
3.3.3.2 Muskel- und Weichteilspannung	18
3.3.3.3 Chirurgische Zugangswege	18
3.3.3.4 Diameter des Prothesenkopfes	19
3.4 Diagnostische Grundlagen	20
3.5 Therapieoptionen einer Hüftprothesenluxation	22
3.6 Fragestellung	25
4. Materialien und Methoden	26
4.1 Studiendesign	26
4.2 Erhebung der Patientendaten	28
4.3 Darstellung des Patientenkollektivs	29
4.3.1 Definitionen und klinische Basis-Parameter	29
4.3.2 Nebenerkrankungen als Risikofaktoren Luxationen	30
4.4 Radiologische Auswertungen	31
4.5 Statistische Auswertung	34
5. Ergebnisse	35
5.1 Risikofaktoren des Gesamtkollektivs	35
5.1.1 Geschlechterverteilung	35
5.1.2 Seitenangaben	36
5.1.3 Altersverteilung	37
5.1.4 Body-Maß-Index	38

5.2	Risikofaktoren im Gruppenvergleich	39
5.2.1	Früh- und Spätluxationen	39
5.2.2	Patientenspezifische Risikofaktoren	42
5.2.2.1	Geschlechterverteilung im Gruppenvergleich	42
5.2.2.3	Altersverteilung im Gruppenvergleich	43
5.2.2.3	Body-Maß-Index im Gruppenvergleich	44
5.2.2.4	Neurologische Grunderkrankungen	45
5.2.2.5	Psychiatrische Grunderkrankungen	46
5.2.2.6	Postoperative Einschränkungen aufgrund von Begleit- erkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke	47
5.2.2.7	Hüftgelenks-Erkrankungen der Gegenseite	48
5.2.2.8	Kniegelenks-Erkrankungen	49
5.2.2.9	ASA-Score	50
5.2.3	Indikationsspezifische Risikofaktoren	51
5.2.3.1	Destruierende Arthritiden des Hüftgelenks	51
5.2.3.2	Dysplasie und hohe Hüftluxation	52
5.2.3.3	Posttraumatische Arthrose	53
5.2.3.4	Art der Voroperation	54
5.2.3.5	Die Anzahl der Revisionsoperationen	55
5.2.4	Operationsspezifische Risikofaktoren	56
5.2.4.1	Kopfdurchmesser	56
5.2.4.2	Beinlängendifferenz	57
5.2.4.3	Pfanneninklination	58
5.2.4.4	Pfannenanteversion	59
5.2.4.5	Femorales Hüftoffset	60
5.2.4.6	Azetabuläres Hüftoffset	61
5.2.4.7	Hüftoffset	62
5.2.4.8	Horizontale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	63
5.2.4.9	Vertikale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	64

6. Diskussion	65
6.1 Patientenspezifische Risikofaktoren	65
6.2 Indikationsspezifische Risikofaktoren	69
6.3 Operationsspezifische Risikofaktoren	71
6.4 Limitation der Studie	74
6.5 Schlussfolgerung	75
7. Literaturverzeichnis	76
8. Tabellenverzeichnis	84
9. Abbildungsverzeichnis	86
10. Abkürzungsverzeichnis	88
11. Eidesstattliche Versicherung	89
12. Lebenslauf	90
13. Danksagung	92

1. Abstrakt (Deutsch)

Hintergrund: Risikofaktoren für Luxationen einer Hüft-Totalendoprothese konnten in zahlreichen Studien belegt werden. Bisher existieren nur wenige Untersuchungen, die Erst- und Zweitluxationen nach Primärimplantation oder Revision hinsichtlich patienten-, indikations- und operationsspezifischer Risikofaktoren verglichen.

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist es, bekannte Risikofaktoren einer Erstluxation zu identifizieren und hinsichtlich ihres Einflusses auf eine Zweitluxation zu bewerten, um ein Therapieversagen frühzeitig zu evaluieren.

Methoden: Diese retrospektive, monozentrische Kohortenstudie inkludierte insgesamt 104 Patienten, die ein Erstluxationsereignis einer Hüft-Totalendoprothese nach Primärimplantation oder Revisionsoperation in einem Zeitraum von 2007 bis 2011 erlitten und in unserer Klinik geschlossen reponiert worden sind. Es erfolgte die Einteilung in Gruppe I (n = 30) ohne und in Gruppe II (n = 74) mit erneutem Luxationsereignis zur Analyse des Risikoprofils im Gruppenvergleich mithilfe der Akteneinsicht sowie der radiologischen Auswertung.

Ergebnisse: Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Erstluxation einer Hüft-Totalendoprothese lag bei 68 ± 14 Jahren (32% Männer und 68% Männer). Zweitluxationen wurden in 74 Fällen (71%) nachgewiesen. Das Erstluxationsereignis nach Operation erfolgte mit 37 ± 20 Tagen in Gruppe I signifikant später als nach 18 ± 21 Tagen in Gruppe II ($p = 0,025$). Des Weiteren konnte in der Gruppe II ein höherer BMI signifikant nachgewiesen werden als in der Gruppe I ($27,11 \pm 6,24 \text{ kg/m}^2$ vs. $24,49 \pm 5,02 \text{ kg/m}^2$; $p = 0,035$). In der Gruppe I (n = 22 von 30) konnten mehr Fälle mit kontralateraler Hüftgelenkserkrankung evaluiert werden als in Gruppe II (n = 32 von 74; $p = 0,005$). In der Gruppe I ließ sich eine signifikant größere Anteversion der Pfanne nachweisen im Vergleich zur Gruppe II ($20,20 \pm 7,53^\circ$ vs. $14,55 \pm 9,59^\circ$; $p = 0,020$). Weitere Risikofaktoren konnten nicht nachgewiesen werden.

Schlussfolgerung: Eine frühe Erstluxation, ein hoher BMI, die Abwesenheit einer kontralateralen Hüftgelenkserkrankung und eine geringe Anteversion der Pfannenkomponente gehen mit einem signifikant höheren Risiko einer Zweitluxation einher. Bei korrektem Prothesenalignement empfehlen wir die bisherige Vorgehensweise der konservativen Therapiemethode mit einer größeren Bewegungslimitierung in Fällen einer Erstluxation von unter 20 Tagen nach Operation oder eines BMI über 25 kg/m^2 . In Fällen einer Prothesen-Lockerungen, eines PE-Abriebs oder einer Fraktur-Anwesenheit ist eine Revisionsoperation unumgänglich.

2. Abstrakt (Englisch)

Introduction: Risk factors for dislocations of a hip arthroplasty were already determined in a vast number of published studies. Contemporary, only a few of them compared primary and secondary dislocations after primary or revision surgery concerning patient-, indication- and surgery-related risk factors.

Aim: The aim of this study is to identify risk factors concerning patient, indication and surgery in order to evaluate primary dislocations and correlate with secondary dislocation.

Method: A retrospective analysis for dislocations was performed for all hip arthroplasties treated in our hospital between 2007 and 2011. A total number of 104 patients without indication for surgical revision were included and treated with close reduction. The cohort was divided in two groups depending on the effort of the therapy. Group I (n = 30) included patients without a redislocation in contrast to group II (n = 74), which included patients with a secondary dislocation of the hip arthroplasty.

Results: The average age in which the first dislocation occurred, was 68 years \pm 14 years (32% male and 68% female). Redislocations were documented in 74 cases (71%). The primary dislocation after hip arthroplasty in group I was with 37 days \pm 20 days significantly later compared to the average value of 18 days \pm 21 days in group II (p = 0,025). Furthermore group II showed a higher BMI than group I (27,11 kg/m² \pm 6,24 kg/m² vs. 24,49 kg/m² \pm 5,02 kg/m²; p = 0,035). Also, in group I (n = 22 of 30) more cases of hip diseases of the contralateral site were detected compared to group II (n = 32 of 74; p = 0,005). In group I the the cup's angle of anteversion was higher than in group II (20,20° \pm 7,53° vs. 14,55° \pm 9,59°; p = 0,020). There was no significant difference between other risk factors with respect to the risk of redislocation.

Summary: An early dislocation had a higher risk of a secondary dislocation than a late first event. A high BMI, the absence of contralateral hip disease and a less anteversion of the cup correlates significantly with a greater risk of redislocation of a hip arthroplasty after primary or revision surgery. We suggest to continue the conservative treatment after first dislocation with a more limited of range of motion in cases of dislocations below 20 days after the operation or a BMI over 25 kg/m². In cases of loose THA's, weared debris or fractures, a revision is inevitable.

3. Einleitung

3.1 Epidemiologie

Die Implantation einer Hüft-Totalendoprothese ist eine der erfolgreichsten Therapieoptionen zur Behandlung schmerzhafter Bewegungseinschränkungen des Hüftgelenkes im Rahmen einer Koxarthrose [1, 2]. Aufgrund von Implantatverbesserungen, Optimierung der OP-Technik und verbessertem biomechanischen Verständnis konnten früher häufige Komplikationen (z. B. abriebinduzierte Lockerung, Bewegungseinschränkungen, Impingementprobleme) reduziert werden. Die Implantation der Hüftendoprothese wurde so zur Operation des Jahrhunderts [3]. In der heutigen Zeit kann der Anspruch jüngerer Patienten an einer größeren Lebensqualität, einhergehend mit einem erhöhten Aktivitätslevel, durch die Implantation einer Hüft-Totalendoprothese gewährleistet werden [3].

Nichtsdestotrotz gibt es eine Reihe von postoperativen Komplikationen nach primärer Implantation einer Hüft-Totalendoprothese oder Revisionsoperationen. Die Studie von SooHoo et al. (2010) konnte in 138 399 primäre Hüft-Totalendoprothesen in einem 90-Tage-Follow-up (1995–2005) folgende Komplikationsraten evaluieren [4]:

Komplikation	Komplikationsrate (Fälle)
Mortalität	0,68 % (943)
Luxation	1,39 % (1.930)
Infektion	0,70 % (969)
Thromboembolische Ereignisse	0,64 % (883)
Perioperative Frakturen	0,01 % (14)
Revisionsoperationen	0,93 % (1.289)
Neurovaskuläre Ereignisse	0,05 % (74)
Gesamtrate aller Komplikationen	3,81 % (5.277)

Tab. 1: Komplikationsraten nach Primär-Implantation einer Hüft-Totalendoprothese [4]

Endoprothesenregister zeigen, dass 12–22 % der Revisionsoperationen auf ein Luxationsereignis zurückzuführen sind [5-7]. Die Inzidenz liegt zwischen 1,7–4,6 % bei Primärimplantationen, während sie bei Revisionseingriffen mit 5,1–27 % deutlich höher liegt [8-15]. Damit stellt die Revisionsoperation ein drei- bis fünffach höheres Dislokationsrisiko im Vergleich zur Primärimplantation dar [16].

Das Luxationsereignis tritt nach primärer Implantation innerhalb der ersten 3 Monate in etwa 50 % der Fälle bzw. 75 % innerhalb des ersten Jahres auf [17]. So evaluierten Berry et al. 320 Dislokationen nach 6623 Primärimplantationen in 5459 Fällen. Das Kumulationsrisiko der Erst-Luxation lag bei 1,9 % nach einem Monat und in den folgenden fünf Jahren bei 1% pro Jahr. Nach 25 Jahren konnte ein Anstieg der Dislokationsrate auf 7 % eruiert werden [18]. In einer älteren Studie lag die Luxationsrate in 10500 Fällen bei 3,2 % [19]. Zahlen aus dem schottischen Endoprothesenregister wiesen eine Luxationsrate von 1,9 % in 14 314 Fällen einer Hüft-Totalendoprothese im Zeitraum von 1996 bis 2004 nach [20].

Dislokationen lassen sich in Früh- und Spätluxationen einteilen; dabei liegt der Zeitpunkt des Luxationsgeschehens entweder innerhalb oder nach den ersten drei postoperativen Monaten. In der Studie von Woo und Morrey luxierten 59 % (n = 196 von 331) in den ersten 3 postoperativen Monaten und 77 % (n = 257 von 331) innerhalb des ersten Jahres bei einer Fallzahl von 10 500 primären Hüft-Totalendoprothesen [19]. Pelvitrochantäre Muskulatur bzw. Weichteilgewebe, welches noch nicht verheilt bzw. vernarbt ist, sind mögliche Ursachen der Frühluxationen [21]. Spätluxationen können mehreren Ursachen zugrunde liegen, dazu zählen: der Abrieb des Polyethylens, die Insuffizienz des Weichteilgewebes, die Degradation des motor-neuronalen Systems und traumatische Ursachen [22]. Aus diesen Gründen ist es wichtig, das Auftreten notwendiger Repositionsmaßnahmen durch Reduktion der Risikofaktoren vor der Implantation einer Hüft-Totalendoprothese zu minimieren.

3.2 Luxationsmechanismen

Die Ursachen einer Luxation der Hüft-Totalendoprothese sind multifaktoriell. Hierzu zählen: die Insuffizienz der umliegenden Muskulatur mit einhergehender Reduktion der Weichteilspannung durch Voroperationen, die Verwendung von ausgedehnten operativen Zugängen und die Malposition der Komponenten [23].

Es existieren zwei grundlegende, singulär oder in Kombination auftretende Mechanismen, die zu einer Prothesenluxation führen [24-26].

1. das Heraushebeln des Prothesenkopfes durch ein Komponenten- und/oder Knochenimpingement, seltener ein Weichteilimpingement oder deren Kombinationen
2. übermäßige femorale Translation durch muskuläre Insuffizienz und fehlende Stabilität durch das gelenkumhüllende Gewebe

Bei einem Komponent-Komponent-Impingement zwischen dem Prothesenhals und dem Inlay wird der Prothesenkopf herausgehoben, insbesondere bei der Verwendung von Prothesenkopfgrößen von 22–28 mm und damit verminderter „Jumping Distance“ [25]. Die „Jumping Distance“ beschreibt den Abstand der lateralen Translation vom Hüftkopfbereich zum Hüftkopfbereich, der überwunden werden muss um ein Luxationsgeschehen herbeizuführen [27]. Dieses sogenannte Prothesen-Impingement tritt bei bestimmten Bewegungen auf, die den gewährten Bewegungsumfang der Hüft-Totalendoprothese übersteigen [28]. Dabei spielt die Kopf-/Hals-Ratio eine Rolle, welche durch den Durchmesser des Kopfes und den des Halses bestimmt wird. Somit kann ein Prothesen-Impingement durch die Reduktion der Kopf-/Hals-Ratio bedingt werden, zum Beispiel durch die Verwendung eines Kragen-Kopfes oder eines großen Hals-Durchmessers [29]. Ein Knochen-Knochen-Impingement entsteht zwischen dem knöchernen Femur (Trochanter major,) und dem knöchernen Becken, meistens einhergehend mit vermindertem femoralen Offset und/ oder einer Beinlängenverkürzung [25, 30]. Eine weitere Luxationsursache kann durch das Belassen pelviner Osteophyten bedingt werden, sodass der Prothesen-Hals (Komponent-Knochen) oder der knöchernen Femur (Knochen-Knochen) ein Heraushebeln des Prothesenkopfes bedingt [31].

Des Weiteren können eine verstärkte Pfannenanteversion und eine Schaftantetorsion zu einem dorsalen Impingement mit der Folge einer ventralen Luxation führen [23]. Diese seltenere anteriore Luxation tritt überwiegend bei Extension, Adduktion und Außenrotation auf [28]. Umgekehrt kann eine dorsale Luxation das Resultat eines ventralen Impingements durch Pfannenretroversion bzw. verminderte Pfannenanteversion und Schaftretroversion sein [23]. Diese häufigere posteriore Luxation – etwa 80 % aller Luxationen einer Hüft-Totalendoprothese – tritt bei Bewegungen in Flexion, Adduktion und Innenrotation auf, zum Beispiel beim Aufstehen aus dem tiefen Sitzen [28].

Begünstigende Faktoren, welche die Komponentenkongruenz herabsetzen und somit Luxationsmechanismen induzieren, sind PE-Abrieb oder Gelenkerguss, insbesondere bei der Wahl größerer Prothesen-Kopf-Durchmesser [30].

Nicht alle Luxationsursachen können eruiert werden. Oft bleibt die Ätiologie der Luxation unklar, weshalb Wera et al. diese Möglichkeit in der Einteilung der Luxationsursachen berücksichtigte [32].

Die Einteilung der Luxationen einer Hüft-Totalendoprothesen erfolgt nach Wera (2012):

Typ	Beschreibung	Häufigkeit
I	Inkorrekte Pfannenorientierung (azetabuläre Anteversion von $15^{\circ}\pm 10^{\circ}$, Pfanneninklination von $45^{\circ}\pm 10^{\circ}$)	33 %
II	Inkorrekte Schaftorientierung (femorale Antetorsion von $20^{\circ}\pm 10^{\circ}$)	8 %
III	Insuffizienz des Abduktor-Trochanter-Komplexes (Insuffizienz der Gluteus-Medius-Sehne, Fraktur des Trochanter major und schwere heterotrophe Ossifikationen)	36 %
IV	Impingement (Knochen- und/ oder Komponenten- und/ oder Weichteilimpingement)	9 %
V	PE-Abrieb	7 %
VI	Unklare Ätiologie (Ausschlussdiagnose)	7 %

Tab. 2: Einteilung der Luxation einer Hüft-Totalendoprothese nach Wera

Aufgrund häufiger Koinzidenz verschiedener Entitäten bzw. erschwerter Zuordnung vorhandener Instabilitäten unklarer initialer Ätiologien erfolgte die Modifizierung der bestehenden Einteilung nach Wera, was zur Einführung der Charité-Klassifizierung führte [33]:

Typ	Beschreibung
I	Malposition der femoralen und/ oder azetabulären Komponente
II	Pelvitrochantäre Insuffizienz
III	Impingement
IV	Verminderung der Kongruenz zwischen Kopf und Inlay bzw. Pfanne durch Abrieb oder Ergussbildung
V	Kombinierte Verursachung

Tab. 3: Einteilung der Luxation einer Hüft-Totalendoprothese nach der Charité-Klassifikation

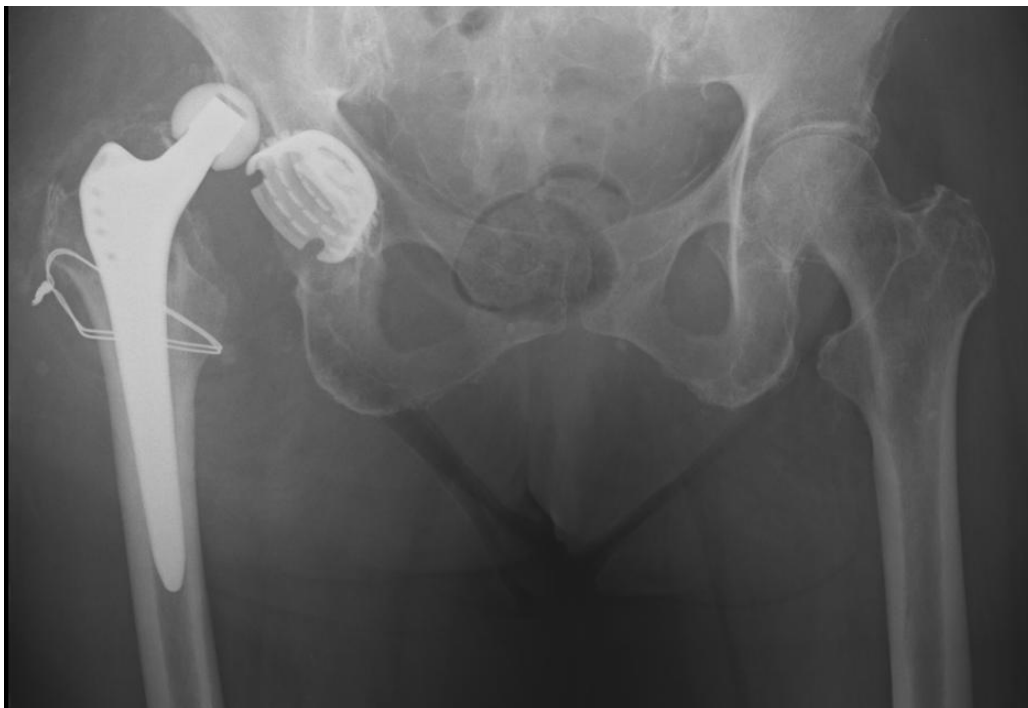


Abb. 1: Dorsale Luxation einer Hüft-Totalendoprothese bei pelvitrochantärer Insuffizienz

3.3 Risikofaktoren für Luxationen von Hüft-Totalendoprothesen

3.3.1 Patientenspezifische Risikofaktoren

Es konnte bisher eine Reihe von Risikofaktoren in Hinblick auf bestimmte Nebenerkrankungen und klinische Basisparameter für Luxationen einer Hüft-Totalendoprothesen nachgewiesen werden. Es werden nun folgende Risikofaktoren betrachtet: das Geschlecht, das Alter, der BMI, neurologische und psychische Grunderkrankungen sowie der ASA-Score.

Frauen sind häufiger von Hüft-Totalendoprothesen-Luxationen betroffen als Männer [18, 19, 34, 35]. In einer Studie von Turner et al. 1994 ließ sich eine Dislokationsrate von 5,49 % bei Frauen (n = 346) und 2,8 % bei Männern (n = 215) in einer Kohorte von 561 Fällen von Primär-Implantationen einer Hüft-Totalendoprothese von 1971 bis 1992 nachweisen [35]. Berry et al. untersuchte 5459 primäre Hüft-Totalendoprothesen in einem Zeitraum von 1984 bis 1996. Es luxierten bei Frauen 230 Hüft-Totalendoprothesen (n = 2869), während bei den Männern 19 Fälle (n = 2590) dislozierten. Damit ergab sich ein kumulatives Luxationsrisiko von 8,9 % bei Frauen und 4,5 % bei Männern innerhalb von 25 Jahren. Es konnte nachgewiesen werden, dass Frauen sowohl ein höheres Risiko für Früh- als auch für Spätluxationen besaßen [18].

Ab einem Alter von 80 Jahren konnte eine erhöhte Luxationsrate nachgewiesen werden [1, 36-38]. Morrey et al. geben einen zwei- bis dreifachen Anstieg der Dislokationsrate bei über achtzigjährigen Patienten verglichen mit Jüngeren an [39, 40]. In der Studie von Woolson und Rahimtoola konnte eine Dislokationsrate primärer Hüft-Totalendoprothesen von 11 % in Fällen von Patienten über 80 Jahren in insgesamt 315 Fällen nachgewiesen werden [41]. Daneben zeigten sich erhöhte Komplikationsraten für Harnwegs-Infektionen, postoperatives Delir und transfusionspflichtige Blutungen [38].

Ein BMI von über 30 erhöht das Luxationsrisiko für primäre Hüft-Totalendoprothesen und Revisions-Prothesen [42, 43]. In einer Meta-Analyse von Haverkamp et al. 2011 konnte gezeigt werden, dass bei einem BMI von über 30 ein erhöhtes Luxationsrisiko für primäre Hüft-Totalendoprothesen (OR = 0,54, n = 8634 in 10 Studien) besteht. Außerdem konnte in dieser

Studie ein dreifach höheres Risiko für postoperative Infektionen nach primärer Implantation einer Hüft-Totalendoprothese (OR = 0,3, n = 7500 in 10 Studien) in Fällen eines BMI von über 30 nachgewiesen werden [42]. 2011 bewerteten Cogan et al. 61 Revisionen von Hüft-Totalendoprothesen hinsichtlich ihrer Risikofaktoren und wiesen einen BMI von 29,7 (n = 4) vs. 25,6 kg/m² (n = 57) in Fällen von Luxationen nach [43]. Gegenmeinungen berichten über die Tatsache, dass adipöse Patienten unterschiedliche Grade der strukturellen und funktionalen Limitation besitzen, was das Bewegungsausmaß in Flexion, Innenrotation und Adduktion der Hüfte während des täglichen Lebens einschränkt [44]. Damit wird die Adipositas als protektiver Faktor gegenüber Luxationsereignissen von Wetters et al. und D'Angelo et al. bewertet [24, 45].

Patienten mit neurologische Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Myasthenia gravis, Polymyelitis, Muskeldystrophien, Zerebralparese, Multiple Sklerose, Down-Syndrom, Apoplex cerebri sowie Epilepsie bedingen eine muskuläre Instabilität des Hüftgelenkes und/ oder Koordinationsstörungen und führen somit zu häufigeren Luxationsgeschehen [34, 46, 47]. Erkrankungen, die mit einem verminderten Muskeltonus einhergehen (wie zum Beispiel die Poliomyelitis) wie auch solche, die mit einem erhöhten muskulären Tonus gegebenenfalls bis zur Kontraktur führenden Einschränkungen versehen sind, wie in Fällen einer Zerebralparese, Morbus Parkinson oder Hemiparesen im Zustand nach Schlaganfällen, zeigten erhöhte Luxationsereignisse [46].

Patienten mit kognitiven Dysfunktionen wie Demenz, Psychosen, Alkoholabusus oder Desorientierung weisen ein erhöhtes Risiko für postoperative Luxationen nach primärer Implantation einer Hüft-Totalendoprothese auf [41, 47]. Woolson und Rahimtoola verglichen dislozierte Patienten (n = 14) mit nicht luxierten Fällen (n = 301) einer primären Prothese hinsichtlich einer vorbestehenden Demenz, eines Alkoholabusus und einer Vorgeschichte von Desorientierung. Die Studie konnte nachweisen ($p = 0,0027$), dass 13 % (6 von 47 Patienten) eine zerebrale Dysfunktion und 3 % (8 von 268 Patienten) der luxierten Fälle keinen solchen Risikofaktor besaßen [41].

Die Non-Compliance der postoperativen Bewegungseinschränkung begründet ebenfalls ein Luxationsereignis als unabhängiger Risikofaktor für die Instabilität der Hüft-Totalendoprothese [41, 47, 48].

Bewegungseinschränkungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke (z. B. kontralaterale Hüftgelenksarthrodesen oder Arthrodesen des ipsilateralen Kniegelenks) wie auch eine sehr gute oder fehlende präoperative Beweglichkeit des ipsilateralen Hüftgelenkes steigern postoperative Luxationsereignisse [49, 50].

Der ASA-Score steht in Relation mit anderen Erkrankungen und ist eine prognostische Skala für perioperative Komplikationen [51]. Score-Werte über 2 stellen einen weiteren Risikofaktor für postoperative Luxationen einer Hüft-Totalendoprothese dar [15, 52]. Jolles et al. verglichen 21 dislozierte mit 21 nicht-dislozierten primären Hüft-Totalendoprothesen miteinander und wiesen ein erhöhtes Luxationsrisiko in Fällen eines Score-Wertes von über 2 (OR = 10) nach [52].

3.4.2 Indikationsspezifische Risikofaktoren

Die Prävalenz klinisch relevanter primärer Koxarthrosen konnte bei Männern mit 4,1–5,2 % und bei Frauen mit 5,4–6,0 % in Rahmen einer Querschnittsstudie in zwanzig unterschiedlichen Ländern erhoben werden [53]. Indikationen bei sekundärer Koxarthrose für die prothetische Versorgung des Hüftgelenkes sind rheumatisch-entzündliche Erkrankungen, gelenknahe Frakturen, aseptische Femurkopfnekrosen, Hüftdysplasien, therapieresistente Schmerzen, Kontrakturen, Metastasen und primäre Knochentumore [23].

Unterschiedliche Studien wiesen ein erhöhtes Luxationsrisiko bei bestimmten Indikationen einer Hüft-Totalendoprothese nach. Dazu gehören posttraumatische Arthrosen, Femurkopfnekrosen [9, 54], rheumatische Arthritis und Arthrosen mit einhergehender Muskelschwäche [54]. In der Studie von Hailer et al. wurden die Daten des Schwedischen Hüft-Totalendoprothesen Registers zwischen 2005 bis 2010 ausgewertet. Dabei erfolgte in 399 Fällen eine Wechsel-Operation aufgrund von Luxationsereignissen von insgesamt 78 098 primären und revidierten Hüft-Totalendoprothesen (Luxationsrate von 0,5 %). Hierbei konnte statistisch signifikant nachgewiesen werden, dass Indikationen bei posttraumatischen Arthrosen (RR = 3,9) und Femurkopfnekrosen (RR = 3,7) mit einem erhöhten postoperativen Luxationsrisiko verbunden sind [9]. Conroy et al. konnten 428 (0,7%) Fälle von Hüft-Totalendoprothesen-Revisionen bei rezidivierenden Luxationen von insgesamt 65 992 primären Hüft-Totalendoprothesen in der Auswertung des Australischen Hüft-Totalendoprothesen Registers zwischen 1999 und 2004 nachweisen. Als Risikofaktoren wurden die rheumatoide Arthritis (RR = 2,01), die Femurkopfnekrose (RR = 1,57) und die posttraumatische Arthrose (RR = 2,03) signifikant nachgewiesen [54].

Patienten mit einer Hüftgelenkdysplasie weisen nach Implantation einer Hüft-Totalendoprothese höhere Luxationsraten bei einer vermehrten präoperativen Range of Motion (ROM) auf, einhergehend mit größeren technisch-intraoperativen Herausforderungen bei knöcherner azetabulärer Malformation und limitierter Knochenmasse [55, 56]. In der Studie von Wang et al. konnte eine Luxationsrate von 2,93 % in einer Kohorte von 820 primären Hüft-Totalendoprothese mit Hüftgelenkdysplasie nachgewiesen werden [57].

Auch vorangegangene Revisionsoperationen bringen ein signifikant erhöhtes Dislokationsrisiko mit sich [1, 19, 48]. Insbesondere femorale oder Trochanter-Osteotomien und Hüft-Arthrodesen in der Vorgeschichte vermindern die Funktionen der Abduktoren und führen zu Knochenverlust sowie zu ossären Deformierungen [19, 48, 58]. Wera et al. untersuchten 75 Revisions-Totalendoprothesen und wiesen einen signifikanten Unterschied in Fällen einer Luxation bei einer höheren Anzahl an vorangegangenen Wechsel-Operationen nach. Dabei kam es in 11 Fällen zu einer Luxation bei einer durchschnittlichen Revisionsanzahl von 3,70 verglichen mit 64 Fälle ohne einem Luxationsereignis bei durchschnittlichen 1,76 Revisionen (OD = 1,6, $p = 0,0379$) in der Vorgeschichte [32].

3.3.3 Operationsspezifische Risikofaktoren

3.3.3.1 Pfannen- und Schaftpositionierung

Eine luxationssichere Pfanneneinstellung in Inklination und Abduktion wird weiterhin kontrovers diskutiert. Denn trotz der in zahlreichen Kliniken angewendeten und nach Lewinnek et al. als „Safe Zone“ deklarierten und empfohlenen Pfannenpositionierung in $40^{\circ} \pm 10^{\circ}$ Inklination und $15^{\circ} \pm 10^{\circ}$ Anteversion zur Vermeidung von Luxationsereignissen werden weiterhin Luxationsereignisse beschrieben [49, 59-61]. In einer Studie von Callaghan et al. wurden in 1952 Fällen von primären und Revisions-Hüft-Totalendoprothesen die Pfanneninklination und -Anteversion mittels Beckenübersichtsaufnahme im anterior-posterioren Strahlengang und in der seitlichen Hüftgelenksaufnahme in einem Zeitraum von 2004 bis 2008 ausgemessen. Hierbei lagen 1213 Fälle (62%) im Zielbereich von 30° - 45° azetabulärer Inklination und 1441 (79%) im Bereich von 5° - 25° der Pfannenanteversion [62]. In einer Studie von Wines et al. bewerteten 6 Operateure die jeweilige intraoperative azetabuläre und femorale Komponentenausrichtung in 111 primären Hüft-Totalendoprothesen-Implantationen. Es wurde eine Pfannenanteversion von 10° - 30° (im Mittelwert von 16°) und eine femorale Antetorsion von 10° bis 30° (im Mittelwert von $16,4^{\circ}$) intraoperativ angegeben. Im Anschluss zeigte eine Computertomografie die genaue Komponentenlage der Pfannenanteversion von 12° Retroversion bis 52° Anteversion (im Mittelwert von 22°) und der femoralen Antetorsion von 15° bis 45° (im Mittelwert von $16,8^{\circ}$). Letztlich konnte nachgewiesen werden, dass nur 45 % der azetabulären Anteversion und 71 % der femoralen Antetorsion im Bereich der Safe Zone lagen [63]. In beiden Studien konnte gezeigt werden, dass eine optimal angestrebte Pfannenpositionierung u.a. durch den BMI, durch die Erfahrung des Operateurs und den gewählten Zugangsweg negativ beeinflusst werden können [62, 63].

Intraoperativ kann das Ranawat-Zeichen angewendet werden, um eine relativ risikofreie Komponentenlage zu erzielen. Hierbei wird die kombinierte Anteversion (combined version) abgelesen, indem bei femoraler Innenrotation der Schaft orthogonal zur Pfanneneingangsebene steht. Empfohlen wird die Summe von Pfannen- und Halsanteversion von 45° bei Frauen und 20° bis 30° bei Männern [59, 64, 65]. Um einen Bewegungsumfang in Abhängigkeit der individuellen Bedürfnisse zu erreichen, kann mit einer vermehrten Prothesenhalsantetorsion, die Pfannenanteversion vermindert werden und umgekehrt [64, 66-68].

3.3.3.2 Muskel- und Weichteilspannung

Durch vorangegangene Revisionsoperationen oder pelvitrochantäre Insuffizienz besteht ein verminderter Widerstand des gelenkumliegenden Weichteilmantels mit der Folge einer verstärkten femoralen Translation, die zur Luxation führen kann [25, 28, 47, 69]. Eine verminderte Weichteilspannung der Gelenkkapsel, der kurzen Außenrotatoren und der Glutealmuskulatur konnte als Risikofaktor für Hüft-Totalendoprothesen-Luxationen evaluiert werden [70]. In Fällen eines guten Komponenten-Alignements einer Hüft-Totalendoprothese konnten Luxationsereignisse beobachtet werden, wenn die Beinlängendifferenz erhöht und/oder das Offset zu gering ist. Eine Reduktion der Luxationsrate konnte mit der Rekonstruktion der posterioren Kapsel und der kurzen Außenrotatoren nach posteriorem Zugang erreicht werden [71, 72]. Außerdem lässt sich die Weichteilspannung durch eine Vergrößerung des femoralen Offsets erhöhen [24].

3.3.3.3 Chirurgische Zugangswege

Dudda et al. wiesen ein sechsfach höheres Luxationsrisiko bei einem posterioren operativen Zugangsweg, verglichen mit anteriolateralem, direkt lateralem oder lateralem Zugang mit Trochanterosteotomie nach [73]. Woo und Morrey berichteten über Luxationsraten von 5,8 % nach posteriorem Zugang verglichen mit 2,3 % bei Anwendung des anterolateralen Zugangsweges [19].

Gegensätzliche Ergebnisse erzielten die Studien von Sierra et al., Hummel et al. und Chivas et al., bei denen posteriore Zugänge mit sorgfältiger Kapselrekonstruktion mit einem reduzierten Luxationsrisiko einhergingen verglichen mit Fällen ohne Kapselrekonstruktion bei gleichem operativen Zugangsweg [74-76].

3.3.3.4 Diameter des Prothesenkopfes

Berry et al. wiesen ein geringeres Langzeit-Luxationsrisiko unter Verwendung großer Kopfdurchmesser bei 21 047 primären Hüft-Totalendoprothesen nach. Er ermittelte eine kumulative Zehn-Jahres-Luxationsrate von 3,8 % unter Verwendung eines 22 mm Kopfdurchmessers, von 3,0 % bei einem Diameter von 28 mm und 2,4 % bei der Verwendung eines 32 mm Durchmessers des Prothesenkopfes. Dieses Ergebnis zeigte sich unter Anwendung verschiedener operativer Zugangswege (transtrochantär, anterolateral, posterolateral) mit dem größten Effekt in Verbindung des posterolateralen Zuganges [36]. In einer Studie von Peters et al. konnte gezeigt werden, dass mit einem Kopfdurchmesser von 38 mm (n = 136) verglichen mit einem von 28 mm (n = 160) in Fällen einer primären Hüft-Totalendoprothesen-Implantation die Luxationsrate von 2,5 % auf 0 % gesenkt werden konnte [77]. Stroh et al. verglichen 559 primäre Hüft-Totalendoprothesen unter Verwendung eines Kopfdurchmesser < 36mm mit 248 primären Hüft-Totalendoprothesen mit einer Kopfgröße ≥ 36 mm. Eine Luxationsrate von 1,8% (n= 10 von 559) ließ sich in der Gruppe mit einem kleineren Kopfdurchmesser nachweisen, hingegen kein Luxationereignis in der Vergleichsgruppe ($p=0,036$) stattfand [78]. Eine günstige Kopf-/Hals-Ratio steigert einerseits den primären Bewegungsumfang, andererseits verhindern diese Luxationsereignisse, indem der Kopf eine höhere Jumping-Distance besitzt [79]. Jedoch führt ein großer Kopfdurchmesser zu vermehrtem PE-Abrieb und reduziert die Dicke des PE-Inlays, indem die Gleitfläche zwischen Kopf und Inlay sowie der Drehmoment des Kopfes im Inlay vergrößert wird (PE-Abrieb). Außerdem korreliert der Abrieb mit der Beschaffenheit des Kopfes, so dass ein Chrom-Kobalt-Kopf mit einem Durchmesser von 22,2 mm weniger Abrieb produziert als ein Stahlkopf, hingegen genauso viel wie ein 32 mm Aluminium Kopf. Prothesenköpfe mit einem Durchmesser von über 36mm auf modularen Prothesen führen zu einem vermehrten Metall-Metall-Abrieb (Konus-Abrieb) im Bereich der Konus-Kopf-Verbindung durch eine gesteigerte Relativbewegung beider Komponenten [80]. Aufgrund der Verbesserung der biochemischen und physikalischen Eigenschaften des Polyethylens mit der Herstellung von quervernetztem ultra hochmolekulares Polyethylen (highly crosslinked ultra-high-molecular weight-polyethylene, UHMWPE) oder dem Vitamin E stabilisiertes UHMWPE konnte der erhöhte Abrieb unter Verwendung größerer Prothesenkopfdurchmesser reduziert, jedoch nicht verhindert werden [81, 82].

3.4 Diagnostische Grundlagen

Wichtiger Bestandteile für die Umsetzung einer adäquaten Therapie sind die Feststellung der Luxationsrichtung, die Einteilung in Früh- oder Spätluxation, die Erhebung der patienten- und indikationsspezifischen Risikofaktoren sowie der orthopädischen Vorgeschichte (Anzahl möglicher Revisionen, operativer Zugangsweg, vorangegangene Luxationen, Repositionsarten) und auch eine genaue klinische Untersuchung. Hierunter versteht man die Beobachtung des Gangbildes hinsichtlich einer bestehenden pelvitrochantären Insuffizienz (positives Trendelenburg-Zeichen, Duchenne-Hinken), die Bewertung der Wund- oder Narbenverhältnisse (vorangegangener operativer Zugang, mögliche Infektionszeichen), die Messung der Beinlänge sowie der passiven und aktiven Range of Motion (ROM) und die Überprüfung der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität im Seitenvergleich [24].

Im Anschluss erfolgen die Anfertigung einer Beckenübersichtsaufnahme im anterioposterioren Strahlengang sowie die Lauenstein-Aufnahme des zu betrachtenden Hüftgelenkes. Nach initialem Ausschluss einer Fraktur, der Anwesenheit von Lockerungszeichen oder eines möglichen PE-Abriebs, erfolgt die Erhebung folgender operationsspezifischer Parameter [24, 33]:

- Pfanneninklination und -anteversion
- Schaftanteversion oder -retroversion
- Azetabuläres und femorales Offset im Vergleich zur Gegenseite
- Beinlängendifferenz

Zur dreidimensionalen Beurteilung der knöchernen Situation kann zusätzlich eine Computertomografie angewendet werden.

Zur Evaluation der Weichteilsituation empfiehlt sich die Durchführung einer Magnet-Resonanz-Tomografie. Neben der Graduierung einer fettigen Degeneration oder Sehnendefekten der Abduktoren wie auch deren Desinsertionen, kann das Ausmaß am PE-Abrieb, Erguss und Hämatomen, als auch Narbengewebe beurteilt werden [83, 84].

Ein Drittel aller Spätluxationen sind das Resultat einer Infektion, sodass eine laborchemische Diagnostik unter der Bestimmung folgender Parameter obligat ist: C-reaktives Protein, Blutsenkungsgeschwindigkeit, sowie eine Punktion unter Bestimmung der Zellzahl, der Zellart und die mikrobiologische Untersuchung [85]. Weitere Ursachen einer Spätluxation sind PE-Abrieb und die aseptische Lockerung der Hüft-Totalendoprothese [86].

3.5 Therapieoptionen einer Hüftprothesenluxation



Abb. 2: Hohmann-Antiluxations-Bandage (Brillinger GmbH Co., Tübingen, Germany) [21]

Bei radiologisch korrekter Komponentenlage erfolgt die geschlossene Reposition der erstluzierten Hüft-Totalendoprothese zur Evaluation folgender Parameter unter Einsatz eines Bildwandlers [50]:

- Kongruenz zwischen Kopf und Inlay bzw. Pfanne
- Heraushebeln des Kopfes in bestimmten Gelenkstellungen
- Impingement-Testung
- Malposition bzw. Lockerung von Prothesenkomponenten
- Vermehrte femorale Translation bei pelvitrochantäre Insuffizienz
- Überprüfung der ROM (90° Beugung, 15° Außen- und 40° Innenrotation) ohne erneutes Luxationsereignis [24]

Anschließend folgt die Anlage einer Orthese zur Ruhigstellung und Bewegungslimitierung in Außenrotation, Flexion und Adduktion [21]. Murray et al. empfehlen die Anlage der Orthese für 6 Wochen 24 Stunden mit anschließendem Tragen für weitere 6 Wochen tagsüber [87]. Die Verwendung einer Antiluxations-Bandage wird kontrovers diskutiert. Die Studie von De-

wal et al. erzielten keine Reduktion einer Redislokationsrate unter Verwendung einer Orthese [88]. In dieser Studie wurden 149 Fälle in zwei Gruppen eingeteilt. Dabei wurden 91 Erstluxationen mit 58 rezidivierenden Luxationen verglichen ohne den Nachweis eines signifikanten Vorteils, wobei eine pelvitrochantäre Insuffizienz oder Incompliance nicht als Ausschlusskriterien dokumentiert worden sind [88]. Mallory et al. hingegen konnten eine Erfolgsrate bezüglich einer Vermeidung von Folgeluxationen von über 70 % nachweisen [89]. Des Weiteren ist anzumerken, dass wiederholte Versuche einer geschlossenen Reposition die Kopfkomponekte beschädigen und zu PE-Abrieb führen können, weshalb eine offene Reposition in diesen Fällen indiziert ist [90]. Insgesamt gilt eine Erfolgsrate von 67 %, d.h. ohne erneutes Luxationsereignis, in Fällen einer geschlossenen Reposition nach Erstluxationen [19].

In Fällen von Malposition der Komponenten, PE-Abrieb, Infektionen, rezidivierenden Luxationen (mehr als zwei Ereignisse), inadäquater Weichteilspannung, Frakturen oder chronischen Luxationen erfolgt die operative Therapie [24].

In Episoden einer Typ-I-Luxation erfolgt die Revision der inkorrekt positionierten Komponente/n. Parvizi et al. erzielten eine Erfolgsrate bei ausbleibender erneuter Luxation von 91 %, wobei sich die Pfannenmalposition mit 35 % als häufigster Grund einer Dislokation erwies [91]. Zur Verbesserung der Gelenkstabilität kann der Einsatz überhöhter Inlays oder constrained Inlays erwogen werden [33].

Liegt eine Typ-II-Luxation vor, so kann durch Vergrößerung des Offsets der Luxationsmechanismus mithilfe von Lateralschäften, Halsverlängerungen oder Kopfvergrößerungen einhergehend mit Vergrößerung der Jumping Distance oder dem Einsatz eines lateralisierten Inlays verhindert werden [50]. Außerdem führen die Reinsertion der abgelösten Muskulatur, die Faszienraffung bzw. -fixation am Trochanter major oder die Verwendung von „Anbindungsschläuchen“ mit knöcherner Fixierung und dem Einnähen in die umgebenden Weichteile zur Ursachenbehebung der Typ-II-Luxation [50]. Eine Alternative kann eine Revision unter Einbringen eines constrained Inlays und Belassung gut positionierter Komponenten erfolgen. Callaghan et al. beschreiben eine 94 % Erfolgsrate unter Anwendung von zementierten constrained Inlays in einer zementfreien Pfannenkomponente in einem Follow-up von 3,9 Jahren [92]. Kontrovers werden deren frühzeitiger PE-Abrieb, Konus-Kopf Dissoziationen, Pfannen-

lockerungen und die erschwerte Explantation der zementierten Inlays diskutiert [29]. Eine weitere Möglichkeit der Behandlung von Typ-II-Luxationen ist die Anwendung von Duokopfprothesen mit einer Erfolgsrate von 81 % nach einem durchschnittlichen Follow-up von 5 Jahren, jedoch einhergehender postoperativer Evaluation von Schmerzzuständen und eingeschränkter ROM [91]. Eine weitere erfolgsversprechende Möglichkeit zur Therapie einer Typ-II-Luxation ist die Implantation einer tripolaren Pfanne. Callaghan et al. wiesen eine 94% Erfolgsrate nach Implantation einer tripolaren Pfanne in 101 Fällen von primären und Revisions-Hüft-Totalendoprothesen bei einem durchschnittlichen Follow-Up von 10 Jahren nach [92].

Impingement-Phänomene in Fällen einer Typ-III-Luxation sind unter Verwendung folgender Prothesenkopfgrößen untersucht worden [25]:

- 22 mm: Komponenten-Impingement zwischen der Hals-Komponente und dem Inlay
- 32 mm: Knochen-Impingement zwischen dem knöchernen Femur und dem Becken

Eine Möglichkeit zur Vermeidung eines Impingements sind die operative Revision von Prothesenkomponenten, die Resektion bestehender Osteophyten, die Vergrößerung des Kopfdurchmessers, die Vergrößerung des femoralen Offsets oder die Einstellung der Pfannenorientierung in 45° Inklination und 20° Anteversion [93].

Im Falle einer periprothetischen Infektion (Typ IV-Luxation) erfolgt die ein- oder zweizeitige Revisionsoperation. Die letztere Option beinhaltet die chirurgische Sanierung des infizierten Weichteilgewebes, Débridement, Spülung, die vollständige Entfernung des Implantates, eine kalkulierte antibiotische Therapie und die Reimplantation der Hüft-Totalendoprothese nach einer Zeit von sechs Wochen [94]. Ein vermehrter PE-Abrieb kann zu einer Typ-IV-Luxation führen. Das Resultat der PE-Partikel ist deren Akkumulation im gelenkumgebenden Weichteilgewebe, welche die Osteoklastenaktivität stimuliert und folglich in Osteolysen sowie im Implantatversagen mündet [95]. Um ein Komplettwechsel in diesem Fall zu umgehen, bietet sich das Einzementieren eines PE-Inlays in einer gut fixierten Metallpfannenschale an [50, 96].

In Fällen einer Typ-V-Luxation erfolgt nach weiterer diagnostischer Evaluation der Luxationsursache das Erstellen eines operativen Therapiekonzepts aus der Kombination der oben genannten Methoden [50]. Als Ultima Ratio bei Patienten mit eingeschränkter Compliance, kognitiver oder neuromuskulärer Dysfunktion oder anderen Ursachen einer geringen Erfolgsaussicht wird in seltenen Fällen die Girdlestone-Situation geschaffen [47].

3.6 Fragestellung

Aufgrund des heutigen Wissenstandes in Bezug auf Risikofaktoren für Primärluxationen nach Primär- bzw. Revisionsoperationen ergeben sich folgende zu untersuchende Fragestellungen, um Zweitluxationen zu verhindern und somit Therapieversager frühzeitig zu ermitteln:

- 1) Welchen Einfluss hat der Luxationszeitraum, eingeteilt in Früh- und Spätluxationen, nach erfolgter Primär- bzw. Revisionsoperation einer Hüft-Totalendoprothese als prognostischer Parameter für Zweitluxationen?
- 2) Welche patienten-, indikations- und operationsspezifischen Risikofaktoren erhöhen das Risiko für ein Therapieversagen nach erfolgter Erstluxation?

4. Materialien und Methoden

4.1 Studiendesign

Im Rahmen dieser retrospektiven, monozentrischen Kohortenstudie konnten 104 Patienten im Zeitraum von 2007 bis 2011 evaluiert werden, die eine Erst-Luxation einer Hüft-Totalendoprothese erlitten und geschlossen reponiert worden sind in Abwesenheit einer Indikation zur Wechseloperation. Davon wurden in 81 Fällen Beckenübersichtsaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang angefertigt, bei denen in 60 Fällen die Größe des vorher implantierten Kopfdurchmessers bekannt gewesen ist. Die radiologische Anfertigung der Beckenübersichtsaufnahme erfolgte vor oder nach dem Erst-Ereignis bzw. nach dem Zweit-Ereignis.

Die 104 Patienten wurden in Abhängigkeit ihres Therapieerfolges zwei Gruppen zugeordnet.

Therapieerfolg (Gruppe I)

In Gruppe I mit 30 Patienten kam es zu keiner weiteren Luxation der gleichen Komponenten der Hüft-Totalendoprothese. Voraussetzung für die Beurteilung des Therapieerfolgs ist, dass kein Komponentenwechsel an der zu betrachtenden Hüfte im Zeitraum von einem halben Jahr nach Erstluxation erfolgte.

Therapieversagen (Gruppe II)

In Gruppe II mit einer Fallzahl von 74 befinden sich alle Erst-Luxations-Ereignisse, die mit den gleichen Komponenten der Hüft-Totalendoprothese und somit den gleichen biomechanischen Bedingungen erneut luxiert sind.

Diese zwei Gruppen wurden bezüglich folgender Eigenschaften verglichen

- Früh- und Spätluxationen
- Seite der luxierten Hüft-Totalendoprothese
- Patientenspezifische Risikofaktoren
 - Alter
 - BMI
 - Geschlecht
 - Neurologische Vorerkrankungen
 - Psychologische Vorerkrankungen
 - Postoperative Bewegungseinschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen und/oder Funktionseinschränkungen anderer Gelenke
 - Hüftgelenkserkrankungen der Gegenseite
 - Kniegelenkserkrankungen
 - ASA-Score
- Indikationsspezifischen Risikofaktoren
 - Destruierende Arthritiden des Hüftgelenks
 - Dysplasie und/oder hohe Hüftluxation
 - Posttraumatische Arthrose
 - Revisionsoperationen ≥ 2
- Operationsspezifische Risikofaktoren
 - Kopfgröße
 - Beinlängendifferenz
 - Pfanneninklination
 - Pfannenanteversion
 - Hüftoffset
 - Horizontale und vertikale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

4.2 Erhebung der Patientendaten

Es wurde eine Liste mit 41111 orthopädisch und unfallchirurgisch behandelten Fallnummern (stationär und ambulant) im Zeitraum 2007 bis einschließlich 2011 des Charité Campus Mitte und Charité Campus Virchow zur Verfügung gestellt. Dabei konnten insgesamt 284 Fälle von Luxationen (2011 = 68, 2010 = 70, 2009 = 55, 2008 = 38, 2007 = 53) mittels manueller Suche (ICD-Verschlüsselung, OP-Berichte, Erste-Hilfe-Scheine) im SAP evaluiert werden.

Nach Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien konnte mithilfe des SAP sowie der Akteneinsicht eine weitere Reduktion des Patientenkollektivs auf 104 Fälle erfolgen.

Ausschlusskriterium	Anzahl der Fälle (n)
Erst-Luxationsereignis außerhalb des Zeitraums	136
Revisionsoperation nach Erst-Luxationsereignis (innerhalb der ersten 6 Monate bzw. zwischen Erst- und Zweitluxation)	23
Duokopfprothesen-Luxation	8
Femurkopfprothesen-Luxation	2
Marknagel-Osteosynthesen-Luxation	1
Luxation eines Oberflächenersatzes	1
Luxationsereignis des nativen Hüftgelenkes	3
Luxation der kontralateralen Hüft-Totalendoprothese	4
Offene Reposition einer Luxation der Hüft-Totalendoprothese	2
Gesamt	180

Tab. 4: Ausschlusskriterien der Fälle

4.3 Darstellung des Patientenkollektivs

4.3.1 Definitionen und klinische Basisparameter

Die Definition einer Luxation der Hüft-Totalendoprothese ist der völlige Kontaktverlust zwischen dem Hüftkopf und der Pfannenkomponente, der die Notwendigkeit einer therapeutischen Intervention bedingt. Die Subluxation beschreibt einen flüchtigen und inkompletten Kontaktverlust, der sich selbstständig reponiert.

Als Frühluxation wird ein Luxationsereignis in einem Zeitraum von 90 Tagen nach operativer Versorgung an der zu betrachtenden Hüftseite definiert.

Als Spätluxation wird ein Luxationsereignis von über 90 Tagen nach operativem Eingriff an der zu betrachtenden Hüftseite definiert.

Zu den Revisionsoperationen zählen der Pfannen-, Schaft-, Kopf- und Inlaywechsel oder deren Kombination sowie der Prothesen-Ausbau unter Schaffung einer Girdlestone-Situation.

Der BMI wurde nach der Standardformel $\text{Gewicht in kg}/(\text{Größe in m})^2$ für alle Patienten berechnet.

Die ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) stützt sich auf die internationale Verwendung zur Abschätzung des aktuellen körperlichen Gesundheitszustandes eines Patienten [97].

ASA 1	Normaler gesunder Patient
ASA 2	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
ASA 3	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
ASA 4	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine permanente Lebensbedrohung darstellt
ASA 5	Moribunder Patient, der ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird
ASA 6	Hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

Tab. 5: ASA-Score [97]

4.3.2 Nebenerkrankungen als Risikofaktoren für Luxationen

Folgende neurologische Grunderkrankungen wurden als Risikofaktoren definiert: Z.n. Apoplex, distale Polyneuropathie, Restless-Legs-Syndrom, M. Parkinson, Peroneusläsion, Femoralisparese, Ischiadicusläsion, Epilepsie, chronisch lumbales Schmerzsyndrom und Claudicatio intermittens spinalis [34, 41, 46, 48].

Zu den psychiatrischen Grunderkrankungen zählen Demenz, Depression, Opioid-/Alkohol-Abusus, delirantes Syndrom und Schizophrenie [41, 47].

Postoperative motorisch-funktionellen Einschränkungen durch USG- oder OSG-Arthrodesen, Ankylose der kontralateralen Hüfte, Beugekontraktur der kontralateralen Hüfte bzw. des kontralateralen Kniegelenks, Skoliosen oder durch den Zustand nach Patellektomie zählen zu den weiteren patientenspezifischen Risikofaktoren der Gruppen im Vergleich.

Als Hüftgelenkserkrankungen werden die Koxarthrose und die Hüftkopfnekrose der Gegenseite, die rheumatoide Arthritis, Psoriasis-Arthritis und Dysplasie, der Zustand nach Hüft-Totalendoprothesen-Implantation der Gegenseite sowie die Beugekontraktur und Ankylose der kontralateralen Hüfte betrachtet.

Zu den Kniegelenkserkrankungen zählen der Zustand nach Umstellungsosteotomie des distalen Femurs, der Zustand nach Patellektomie, der Zustand nach Knie-Totalendoprothesen-Implantation und Tibiaplateau-Impressionsfrakturen, sowie die Beugekontraktur oder Gonarthrose einer der beiden Kniegelenke.

Fulminante progrediente Arthritiden des Hüftgelenks sind die Femurkopfnekrose, die rheumatoide Arthritis und die Psoriasis-Arthritis [9, 18, 34, 54, 98].

4.4 Radiologische Auswertungen

Alle Beckenübersichtsaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang wurden mithilfe des Centricity® Enterprise Web 2006 GE Medical Systems Programm ausgewertet.

Zur Vergleichbarkeit der radiologisch ermittelten Größen der zu betrachtenden Hüftgelenke wurde der Vergrößerungsfaktor mit der Formel $M \text{ (in \%)} = D/N \times 100$ berechnet und in Bezug gesetzt. Dabei steht der Wert N (in mm) für die Größe des eingesetzten Hüftkopfes, welcher im Operationsbericht nachgelesen werden konnten. D (in mm) steht für den Durchmesser des Kopfes, der sich anhand des Röntgenbildes mittels Lineal ausmessen ließ (Abb. 3).

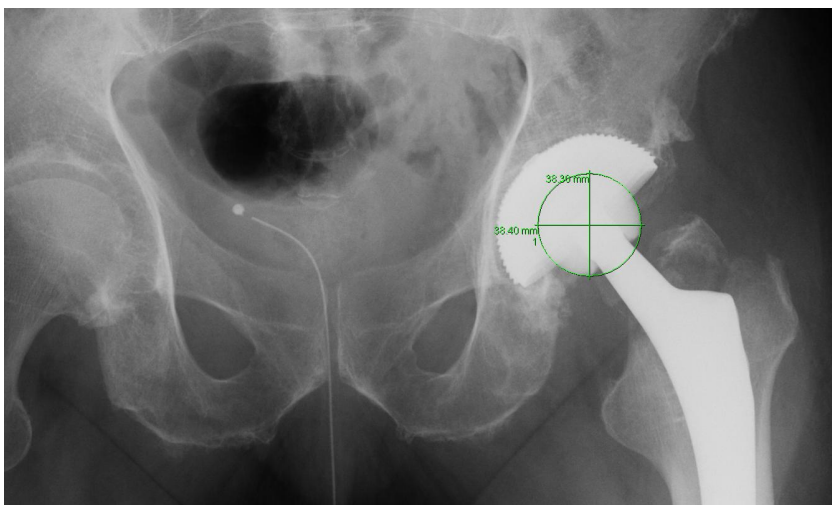


Abb. 3: *Diameter des radiologisch ausgemessenen Hüftkopfes*

Die Beinlängendifferenz ließ sich wie folgt ermitteln: Es wurde eine Linie (L) eingezeichnet mit den Berührungspunkten beider Tuber ischiadica. Ausgehend von den medialsten Punkten beider Trochanter minora wurde eine Senkrechte zu der Linie L gezeichnet. Die Differenz beider Senkrechten ergibt die Beinlängendifferenz der zu betrachtenden Hüftseite. Der Grad der Pfanneninklination ließ sich durch das Einzeichnen eines Winkels angeben, wobei der eine Schenkel aus dem kranialen und kaudalen Punkt der Pfannenöffnung gebildet und der untere Schenkel auf der Linie L platziert wurde (Abb. 4).

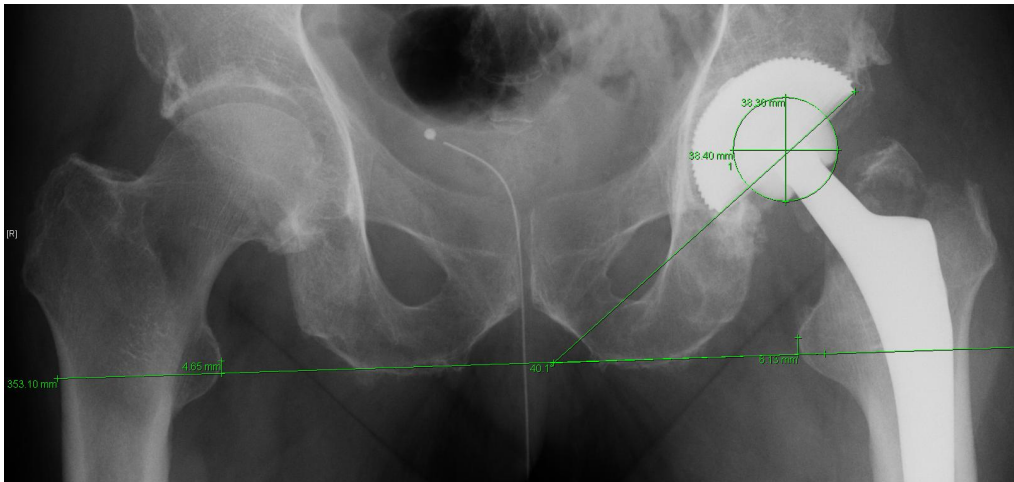


Abb. 4: Ermittlungen der Beinlängendifferenz und der Pfanneninklination

Die Messung der azetabulären Anteversion erfolgt nach Bachhal et al. [99]. Dabei wird eine Ellipse in die Öffnungsfläche der Pfanne eingezeichnet und die Strecke der Langen- (AB) und Kurzen- (CD) Achse eingezeichnet, die in einem rechten Winkel zueinander liegen. Nach der Formel $\text{Anteversion in } ^\circ = \sin (CD/AB)$ konnte die Anteversion berechnet werden (Abb. 5).

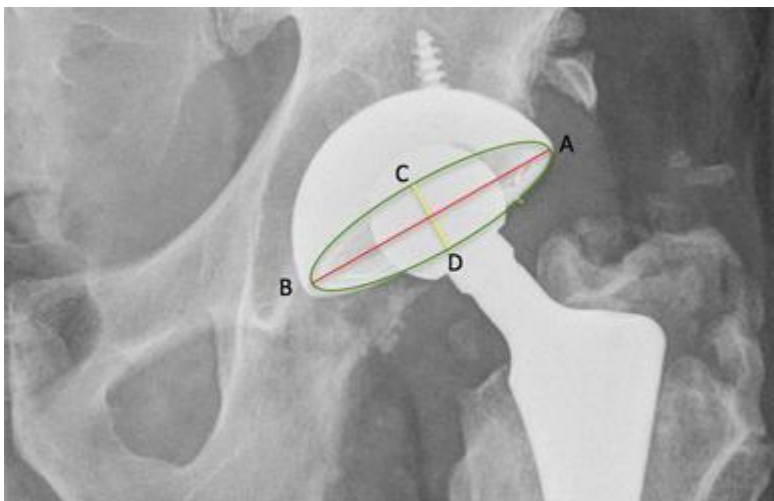


Abb. 5: Ermittlung der azetabulären Anteversion [100]

Zur Berechnung des Hüft-Offsets wird ein Kreis um den Kopf gezeichnet. Darin enthalten sind zwei senkrecht zueinander stehende Linien, welche das Zentrum der neuen Hüft-Prothese bilden. Es wird eine weitere Linie, die „inter-tear-drop line“, eingefügt, die durch die inferiorsten Punkte der Tear-Drops (Tränenfigur nach Köhler) beider Beckenseiten gebildet wird. Eine weitere Gerade formt die anatomische Achse des Femurs. Eine andere Linie steht senkrecht zu der Inter-Tear-Drop Line und verläuft in der Mitte der Tear-Drop. Ausgehend von den Linien der femoralen Achse und der Tear-Drop werden jeweils senkrechte Geraden zum Hüft-Zentrum eingezeichnet, die das jeweilige (azetabulären und femorales) Offset darstellen. Zur Errechnung des Gesamt-Offsets werden das azetabuläre und das femorale Offset addiert (Abb. 6).

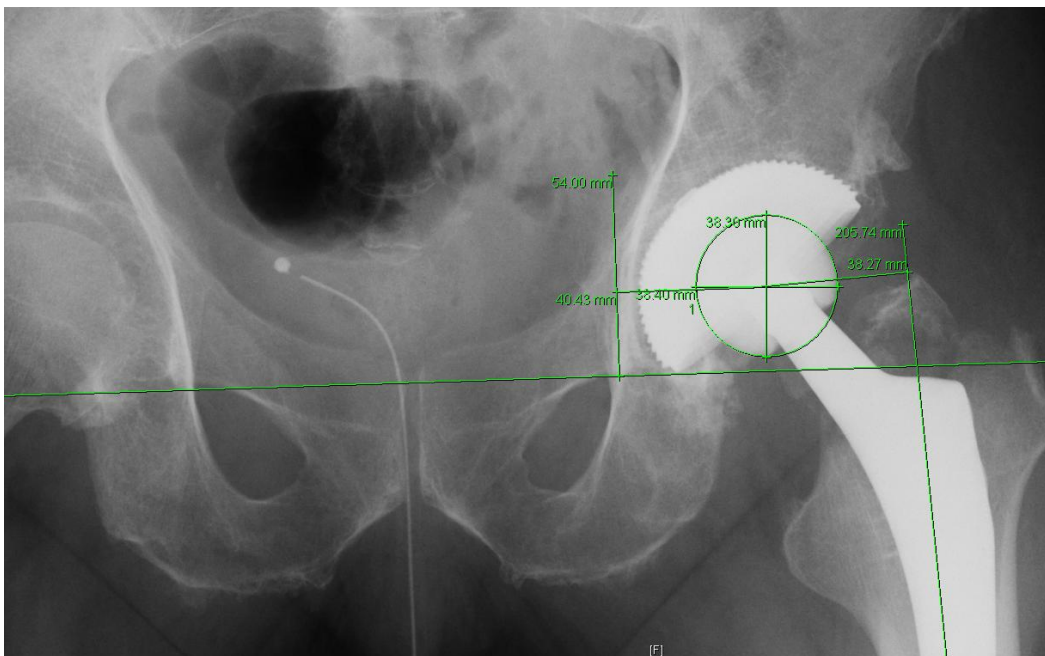


Abb. 6: Azetabuläres und Femorales Offset

Zur Berechnung des Abstandes zwischen dem nativen und neuen Hüft-Zentrum wird eine Strecke ermittelt, welche durch das Einzeichnen des kranialsten und kaudalsten Punkt des Beckens erstellt wird. Auf der Inter-Tear-Drop-Line wird in Abhängigkeit des Vergrößerungsfaktors ein Punkt P 5mm lateral der Tränenfigur eingezeichnet. Ausgehend von dem Punkt P wird eine Senkrechte mit einer Länge von 20 % der Beckenhöhe eingezeichnet. Es wird ein gleichschenkliges Dreieck PQR eingezeichnet, wobei die Hälfte der Strecke PR das Zentrum des nativen Hüftgelenks darstellt (Abb. 7). Die vertikale und horizontale Distanz beiden Zentren wurden in den beiden Gruppen dieser Studie verglichen [101, 102].

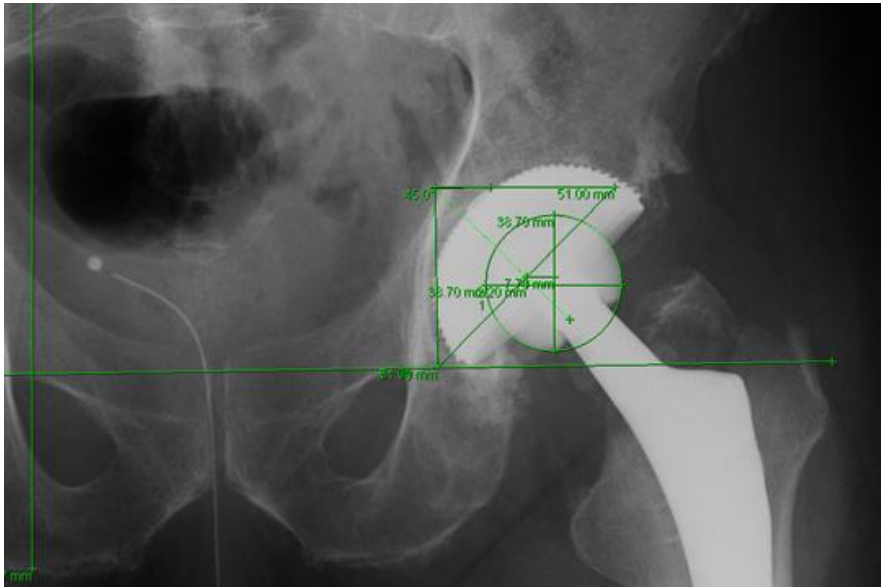


Abb. 7: Horizontale und vertikale Rekonstruktion des Hüftgelenkzentrums

4.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden zunächst mit MICROSOFT EXCEL erfasst und dann mit IBM SPSS (Version 21) statistisch ausgewertet. Für die statistischen Testverfahren wurde ein Signifikanzniveau von 5 % festgelegt, d. h., die Nullhypothese wurde bei $p < 0,05$ verworfen. In der deskriptiven Statistik wurden die Daten zu Mittelwerten oder Spannweiten (BMI, Alter) zusammengefasst. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen wurden mittels Chi-Quadrat-Test, exaktem Test nach Fisher und Mann-Whitney-Test analysiert.

5. Ergebnisse

5.1 Risikofaktoren des Gesamtkollektivs

5.1.1 Geschlechterverteilung

	Anzahl der Fälle	Prozent
weiblich	71	68,3
männlich	33	31,7
Gesamt	104	100,0

Tab. 6: Geschlechterverteilung

Die Verteilung der Geschlechter innerhalb des Patientenkollektivs stellt sich mit einem erhöhten Anteil von Frauen dar, in einem Verhältnis von 2:1 (Tab. 6, Abb. 8).

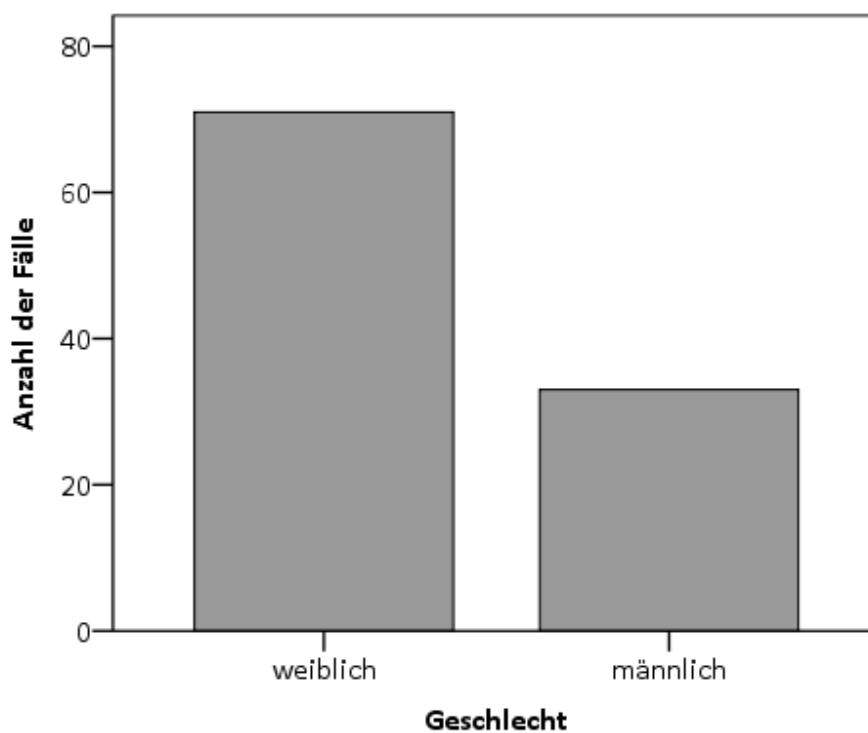


Abb. 8: Geschlechterverteilung

5.1.2 Seitenangaben

	Anzahl der Fälle	Prozent
links	55	52,9
rechts	49	47,1
Gesamt	104	100,0

Tab. 7: Verteilung der betroffenen Hüftseiten in Bezug auf das Erst-Luxationsereignis

Die Seitenangaben in der zu betrachtenden Patientengruppe stellt sich als ausgeglichen dar (Tab. 7, Abb. 9).

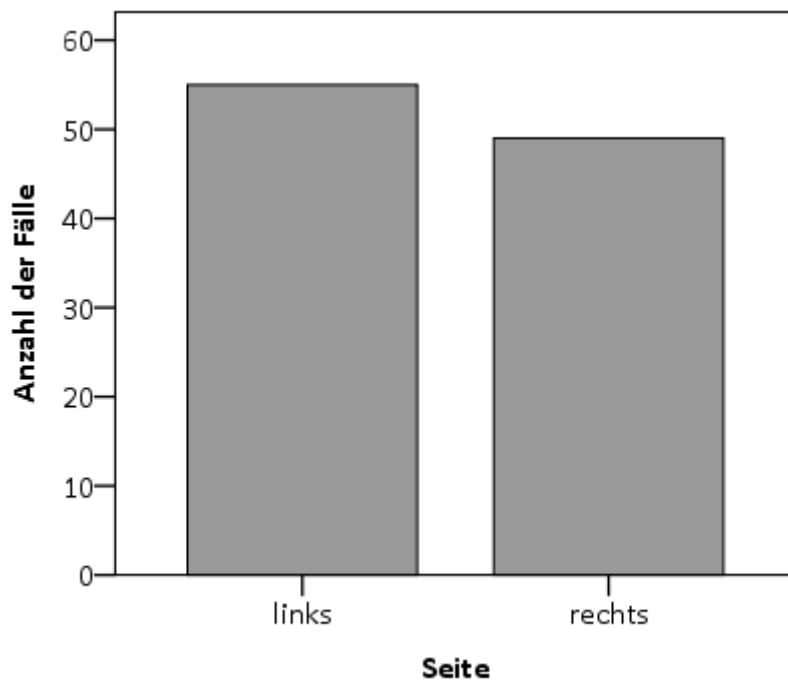


Abb. 9: Verteilung der betroffenen Hüftseiten in Bezug auf das Erst-Luxationsereignis

5.1.3 Altersverteilung

Fälle (N)	Eingeschlossen	104
	Gesamt	104
Mittelwert		68,01
Median		70,50
Standardabweichung		13,92
Minimum		35
Maximum		98

Tab. 8: *Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Erst-Luxationsereignisses*

Die Darstellung der Altersverteilung zeigt eine annähernde Normalverteilung des Gesamtkollektivs. Dabei konzentriert sich der Gipfel der Erst-Luxationsereignisse um das siebzigste Jahr mit einer Anzahl von 20 Fällen (Abb. 10).

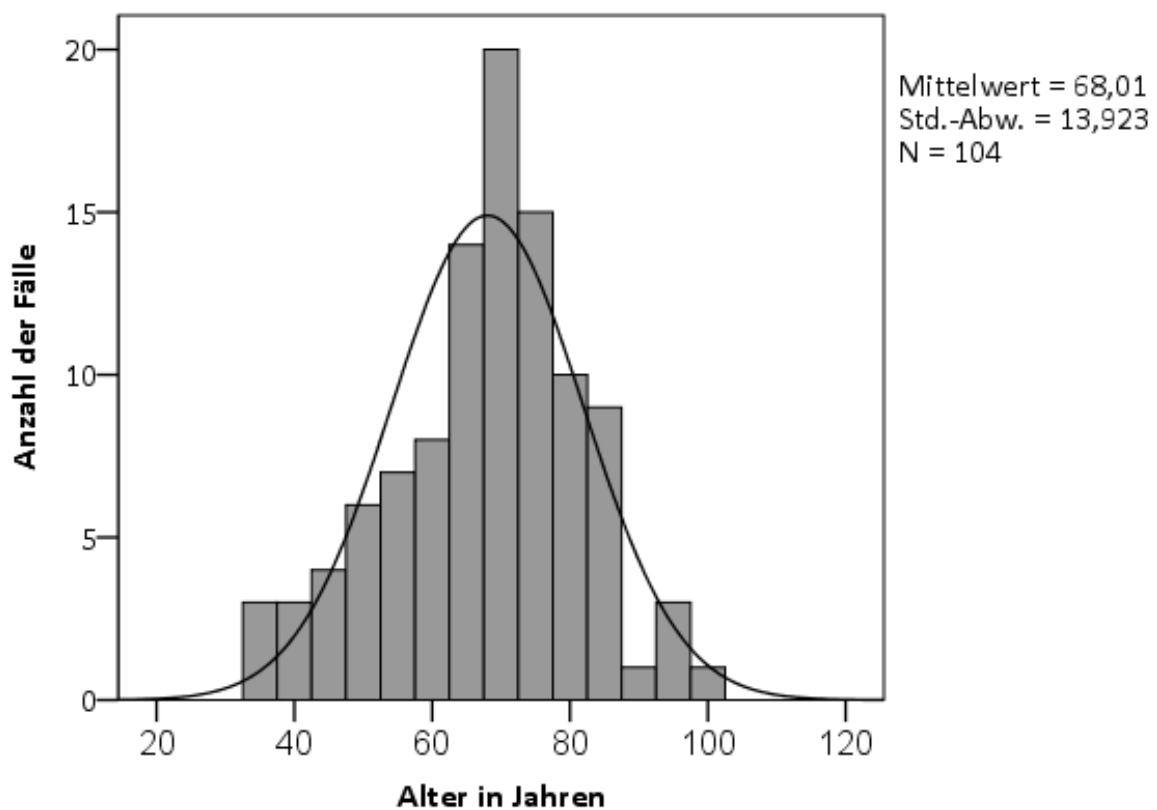


Abb. 10: *Altersverteilung der Gesamtfallzahl zum Zeitpunkt des Erst-Luxationsereignisses*

5.1.4 Body-Maß-Index

Fälle (N)	Eingeschlossen	101
	Gesamt	104
Mittelwert		27,18
Median		26,04
Standardabweichung		6,03
Minimum		17,03
Maximum		47,83

Tab. 9: BMI in kg/m^2 zum Zeitpunkt der Erst-Luxation der Hüft-Totalendoprothese

Der durchschnittliche Body-Maß-Index lag bei $27,18 \text{ kg}/\text{m}^2$ und somit im übergewichtigen Bereich ($25,00\text{--}29,90 \text{ kg}/\text{m}^2$). Das Minimum des BMI der Patientengruppe lag bei $17,03 \text{ kg}/\text{m}^2$ und damit im untergewichtigen Bereich, hingegen das Maximum mit $47,83 \text{ kg}/\text{m}^2$ die Adipositas per magna bzw. Adipositas III. Grades darstellt [103] (Tab. 5). Die Kohorte ist in Hinsicht des BMI nicht normalverteilt (Abb. 7).

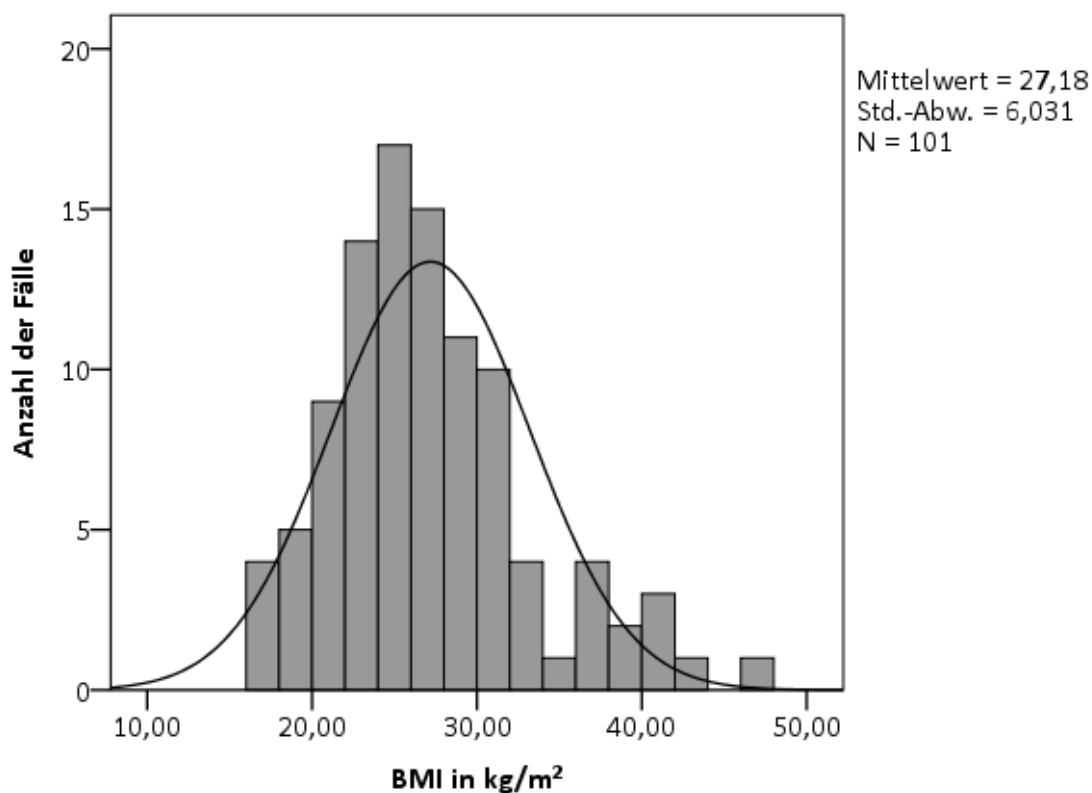


Abb. 11: BMI in kg/m^2 zum Zeitpunkt der Erst-Luxation der Hüft-Totalendoprothese

5.2 Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand von Risikofaktoren

5.2.1 Früh- und Spätluxationen

Folgeluxation		Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/ Gesamt	Subgruppe der Frühluxa- tion	Subgruppe der Spätlu- xation	p-value
Therapieerfolg	N	28/30	22	6	0,353
(Gruppe I)	%	93,3	73,3	20,0	
Therapieversager	N	63/74	44	19	
(Gruppe II)	%	85,1	59,5	25,7	

Tab. 10: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Subgruppenanalyse der Früh- und Spätluxationen

Insgesamt konnten 63,5 % (n = 66 von 104 Fällen) Frühluxationen und 24,0 % (n = 25 von 104 Fällen) Spätluxationen beobachtet werden. Der Reluxationszeitraum der Gruppe II beträgt im Mittelwert 21 Tage (Tab. 9).

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Eingeschlossen/Gesamt	Mittelwert in d [Range in d]	SD
Therapieversager (Gruppe II)	52/74	20,69 [1 - 89]	24,33

Tab. 11: Reluxationszeitraum

Nicht in jedem Fall konnte eine genaue zeitliche Angabe zum Erst-Luxations-Ereignis eruiert werden, wohingegen eine Einteilung in Früh- und Spätluxation möglich gewesen ist.

Frühluxationen

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in d [Range in d]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	21/30	37,00 [7 - 66]	19,65	0,025
Therapieversager (Gruppe II)	34/74	17,50 [3 - 83]	20,86	

Tab. 12: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Frühluxationszeitpunktes

Die Berechnung mittels Mann-Whitney-U-Test ergab eine statistische Signifikanz von $p < 0,05$ im Vergleich beider Gruppen bezüglich ihres Frühluxations-Zeitpunktes (Tab. 12, Abb. 12).

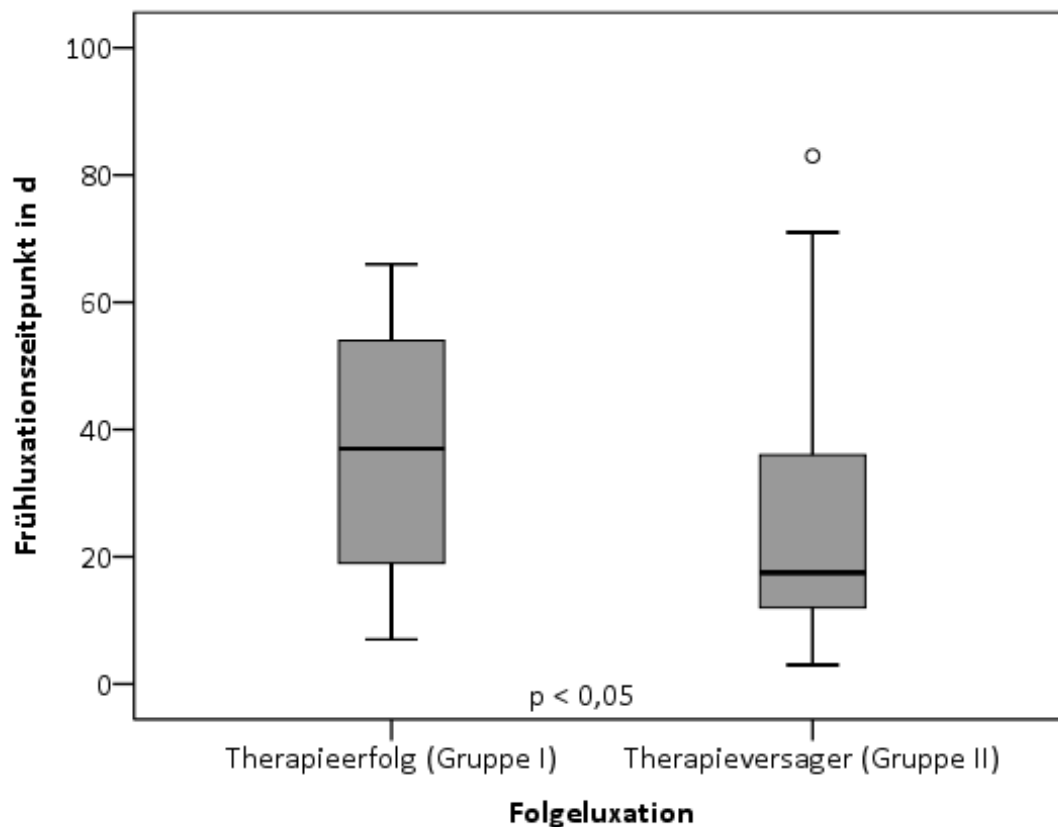


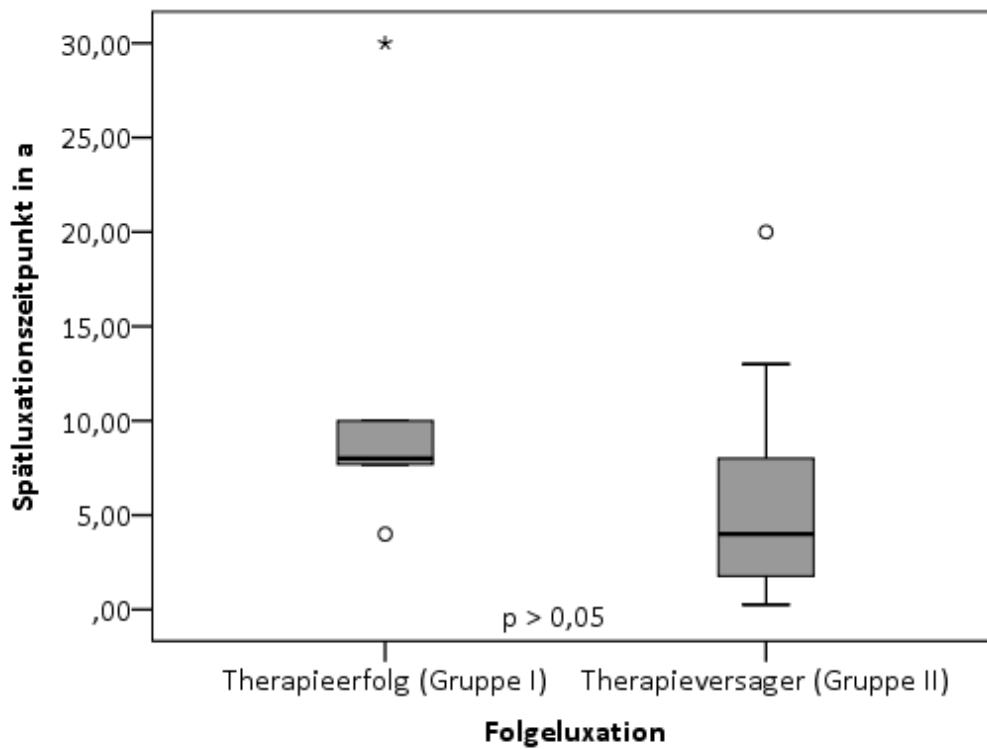
Abb. 12: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Frühluxationszeitpunktes

Spätluxationen

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in a [Range in a]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	6/30	8,00 [4,00 - 30,00]	9,38	0,086
Therapieversager (Gruppe II)	15/74	4,00 [0,25 - 20,00]	5,49	

Tab. 13: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Spätluxationszeitpunktes

Ein signifikanter Unterschied mittels Mann-Whitney-U-Test konnte nicht nachgewiesen werden (Tab. 13, Abb. 13)

**Abb. 13** Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Spätluxationszeitpunktes

5.2.2 Patientenspezifische Risikofaktoren

5.2.2.1 Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Geschlechterverteilung

Geschlecht	Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
		Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Weiblich N %	71 68,3	19 63,3	52 70,3	0,491
Männlich N %	33 31,7	11 36,7	22 29,7	

Tab. 14: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Geschlechterverteilung

Der Anteil von Frauen ist verglichen mit der männlichen Fallzahl erhöht, jedoch in beiden Gruppen in einem Verhältnis von 2:1 anzugeben (Tab. 14, Abb. 14). Bezüglich der Geschlechterverteilung zwischen beiden Gruppen besteht keine statistische Signifikanz bei der Berechnung mittels Chi-Quadrat-Test.

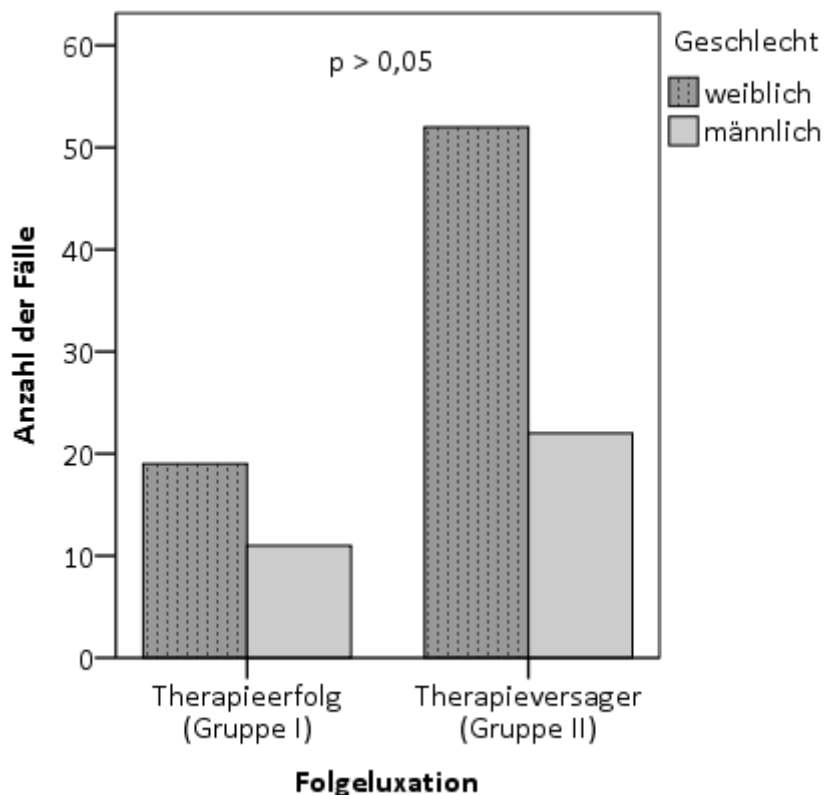


Abb. 14: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Geschlechterverteilung

5.2.2.3 Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Alters

Folgeluxation	Anzahl der Fälle	Median in a [Range in a]	SD	p-value
Therapieversager (Gruppe I)	30	72,50 [36 - 97]	15,47	0,436
Therapieerfolg (Gruppe II)	74	70,00 [35 - 98]	13,32	

Tab. 15: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Alters

Im Altersvergleich beider Gruppen konnte keine statistische Signifikanz mittels Mann-Whitney-U-Test nachgewiesen werden (Tab. 15, Abb. 15).

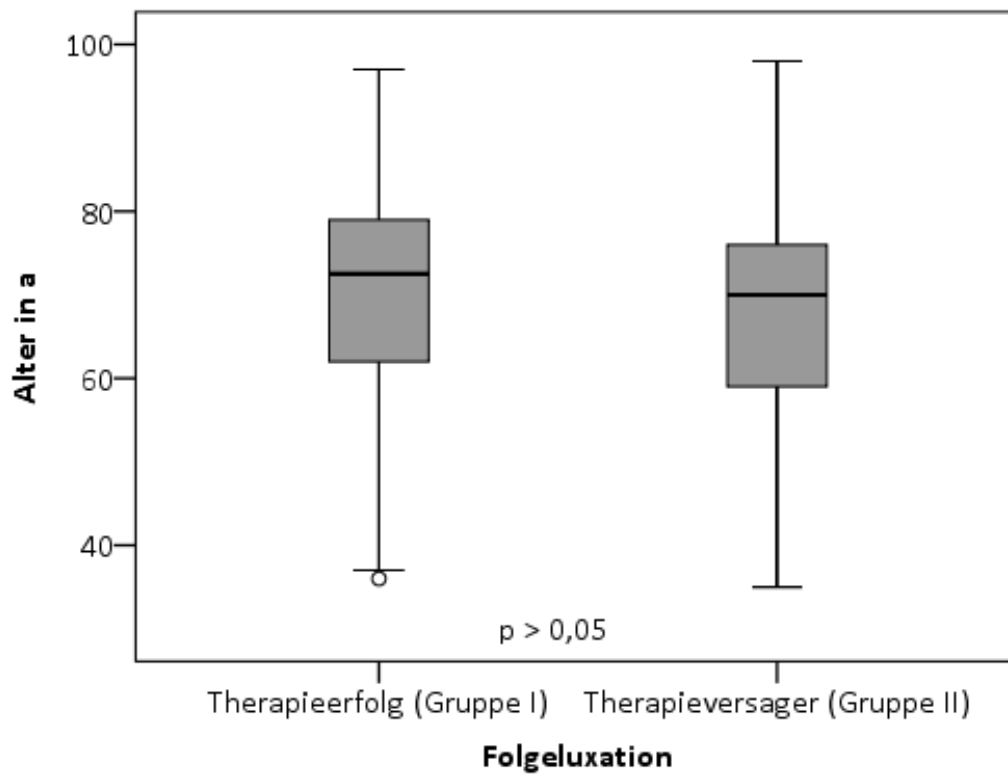


Abb. 15: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Alters

5.2.2.3 Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Body-Maß-Index

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in kg/m ² [Range in kg/m ²]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	29/30	24,49 [17,26 - 37,96]	5,02	0,035
Therapieversager (Gruppe II)	72/74	27,11 [17,03 - 47,83]	6,24	

Tab. 16: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des BMI

Im Vergleich beider Gruppen hinsichtlich des BMI konnte ein statistischer Unterschied mittels Mann-Whitney-U-Test nachgewiesen werden (Tab. 16, Abb. 16).

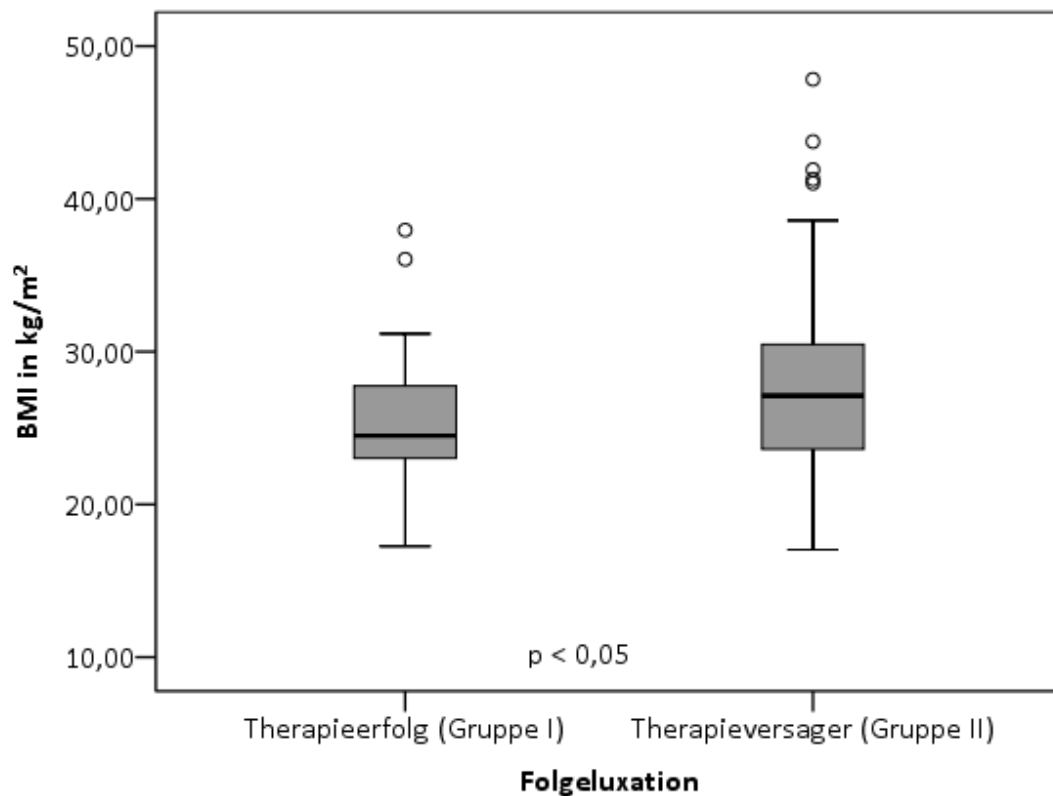


Abb. 16: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des BMI

5.2.2.4 Neurologische Grunderkrankungen

Neurologische Grunderkrankungen		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	74	20	54	0,520
	%	71,2	66,7	73,0	
Ja	N	30	10	20	
	%	28,8	33,3	27,0	

Tab. 17: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand neurologischer Grunderkrankungen

Im statistischen Vergleich beider Gruppen konnte kein Unterschied bezüglich neurologisch beeinträchtigter Grunderkrankungen mittels Chi-Quadrat-Test nachgewiesen werden (Tab. 17, Abb. 17).

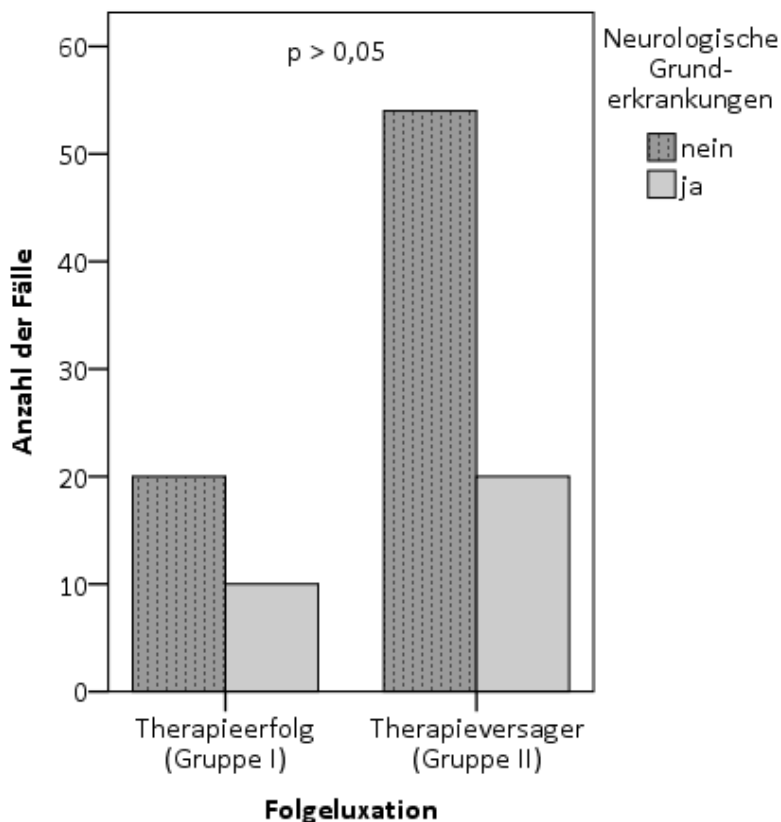


Abb. 17: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand neurologischer Grunderkrankungen

5.2.2.5 Psychiatrische Grunderkrankungen

Psychiatrische Grunderkrankungen		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	87	26	61	0,772
	%	83,7	86,7	82,4	
Ja	N	17	4	13	
	%	16,3	13,3	17,6	

Tab. 18: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand psychiatrischer Grunderkrankungen

Im Gruppenvergleich bezüglich einer psychiatrisch bestehenden Vorerkrankung konnte keine statistische Signifikanz mittels exakten Tests nach Fisher nachgewiesen werden (Tab. 18, Abb. 18).

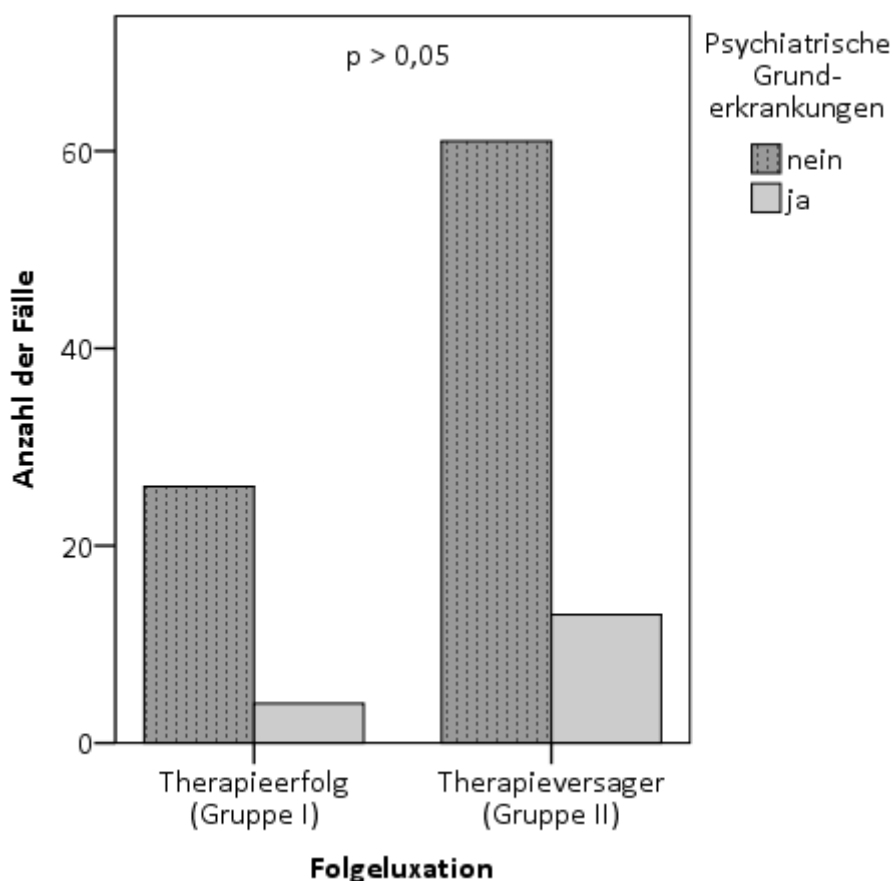


Abb. 18: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand psychiatrischer Grunderkrankungen

5.2.2.6 Postoperative Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke

Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke	Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
		Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein N %	98 83,7	28 93,3	70 94,6	1,000
Ja N %	6 5,8	2 6,7	4 5,4	

Tab. 19: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand von postoperativen Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke

Im Vergleich der Gruppen bezüglich der postoperativen motorisch-funktionellen Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke konnte keine statistische Signifikanz mithilfe des Exakten Tests nach Fisher nachgewiesen werden (Tab. 19, Abb. 19.).

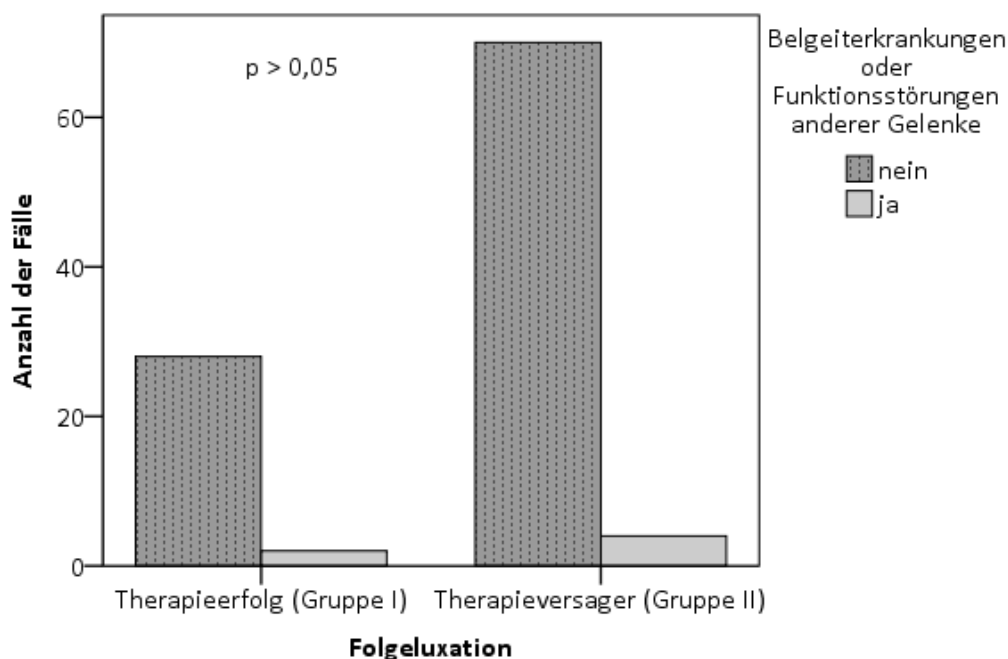


Abb. 19: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand von postoperativen Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke

5.2.2.7 Hüftgelenkerkrankungen der Gegenseite

Hüftgelenkerkrankungen der Gegenseite		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	50	8	42	0,005
	%	48,1	26,7	56,8	
Ja	N	54	22	32	
	%	51,9	73,3	43,2	

Tab. 20: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Hüftgelenkerkrankungen der Gegenseite

Im Chi-Quadrat-Test konnte eine statistische Signifikanz in Bezug auf eine kontralaterale Hüftgelenkerkrankung im Gruppenvergleich errechnet werden (Tab. 20, Abb. 20).

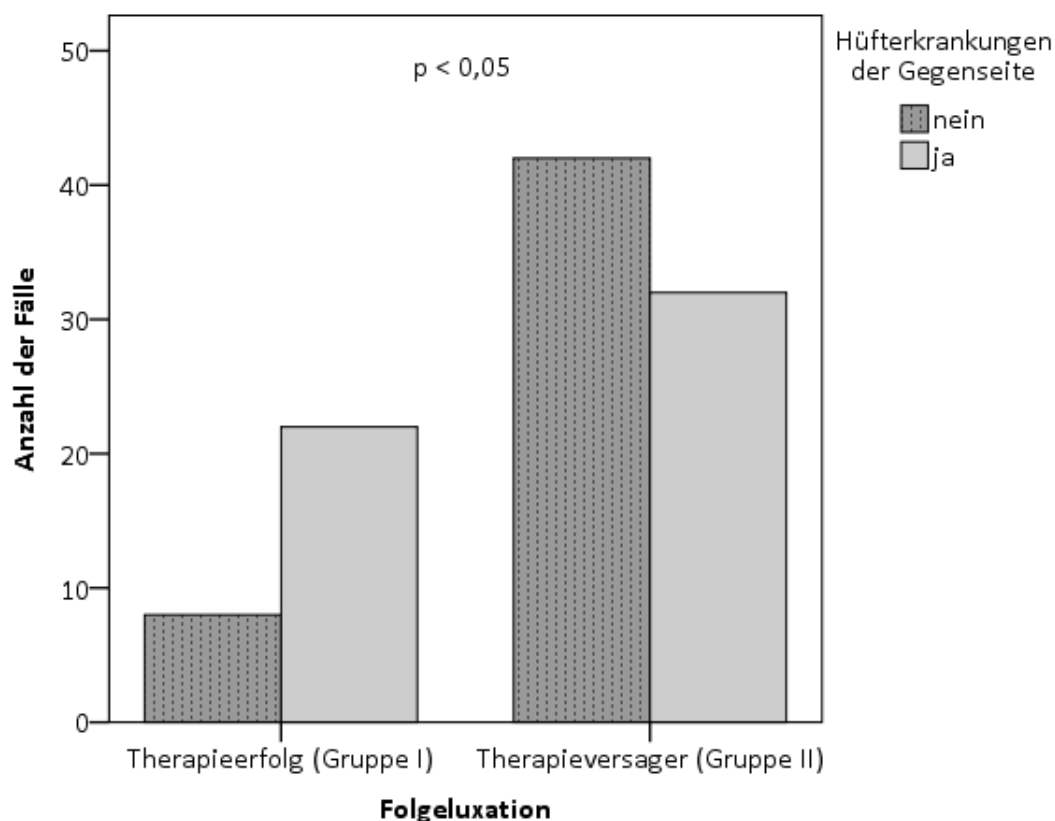


Abb. 20: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Hüftgelenkerkrankungen der Gegenseite

5.2.2.8 Kniegelenkserkrankung

Kniegelenkserkrankung		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	85	22	63	0,158
	%	81,7	73,3	85,1	
Ja	N	19	8	11	
	%	18,3	26,7	14,9	

Tab. 21: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Kniegelenkserkrankungen

Im Chi-Quadrat-Test ergab sich keine statistische Signifikanz im Gruppenvergleich in Bezug auf eine vorbestehende Erkrankung eines Kniegelenkes (Tab. 21, Abb. 21).

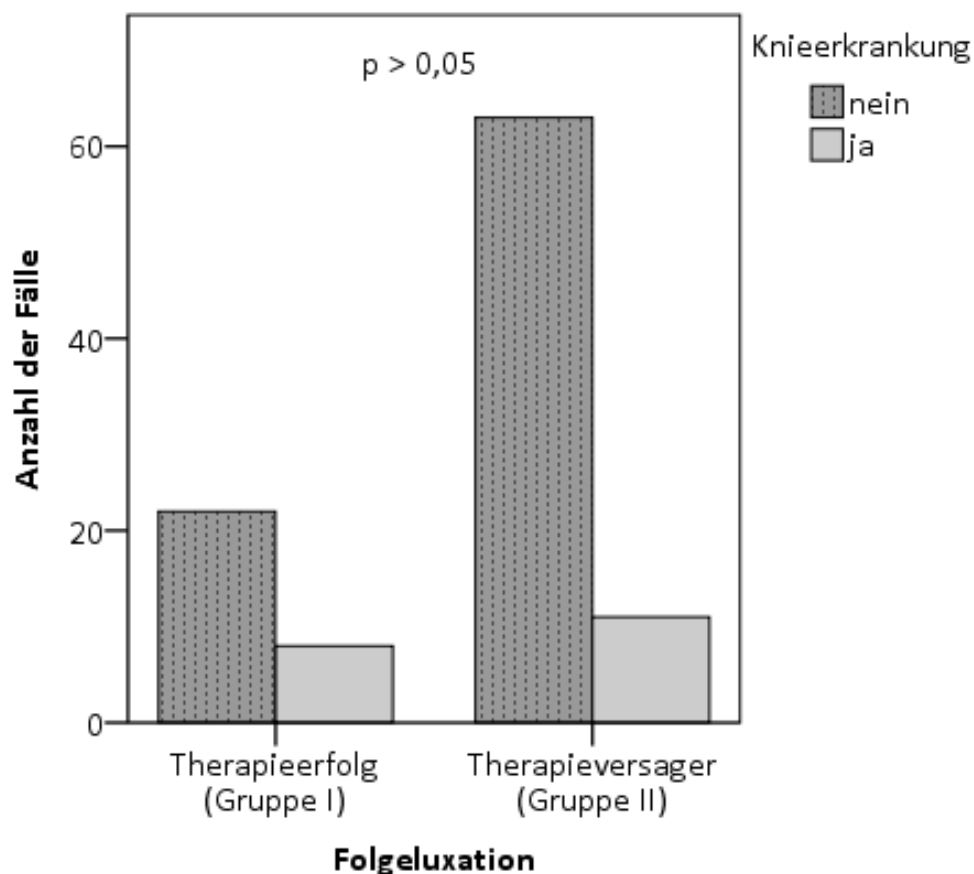


Abb. 21: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Kniegelenkserkrankungen

5.2.2.9 ASA-Score

ASA-Score ≥ 3		Gesamt N = 101/104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 29/30	Therapieversager (Gruppe II) N = 72/74	
Nein	N	45	15	30	0,358
	%	44,6	51,7	41,7	
Ja	N	56	14	42	
	%	55,4	48,3	58,3	

Tab. 22: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand eines ASA-Scores ≥ 3

Es konnte sich keine statistische Signifikanz mithilfe des Chi-Quadrat-Tests errechnen lassen (Tab. 22, Abb. 22).

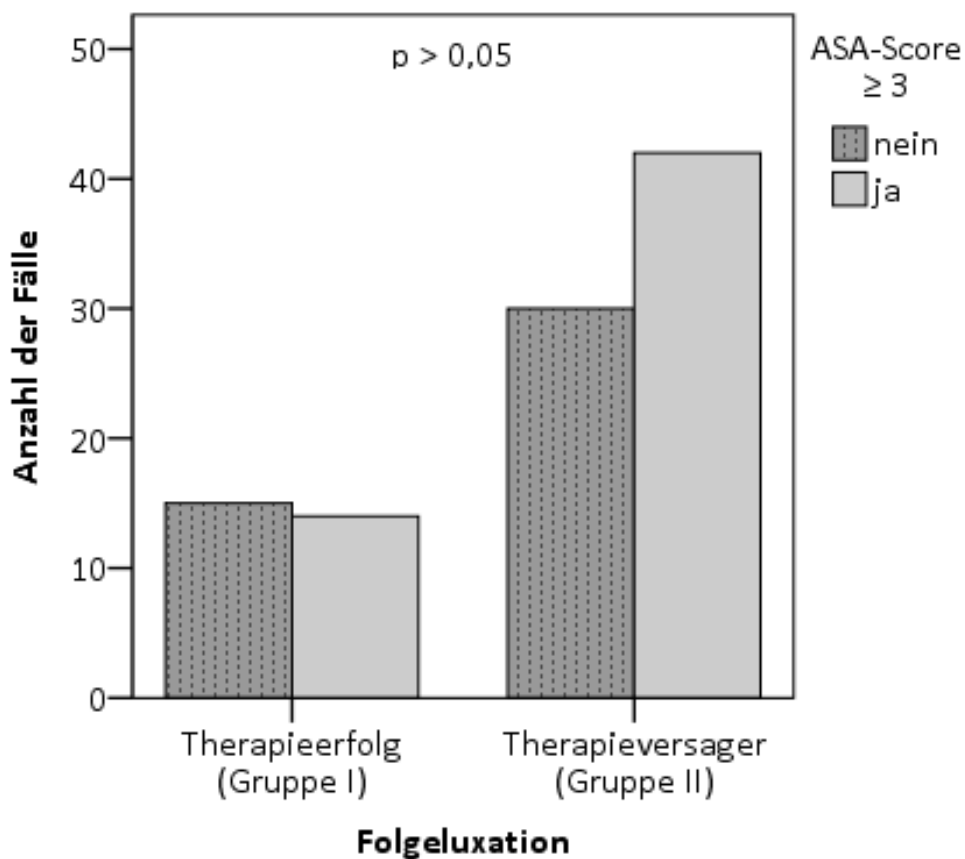


Abb. 22: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand eines ASA-Scores ≥ 3

5.2.3 Indikationsspezifische Risikofaktoren

5.2.3.1 Destruierende Arthritiden des Hüftgelenks

Destruierende Arthritiden des Hüftgelenks		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	97	24	73	0,002
	%	93,3	80,0	98,6	
Ja	N	7	6	1	
	%	6,7	20,0	1,4	

Tab. 23: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei destruierenden Arthritiden des Hüftgelenkes

Zur Berechnung der statistischen Signifikanz wurde der Exakte Test nach Fisher angewandt, mit dem Ergebnis eines wissenschaftlichen Nachweises eines Therapieerfolgs in Fällen einer Indikationsstellung zur Primärversorgung einer Hüft-Totalendoprothese bei destruierenden Arthritiden des Hüftgelenks (Tab. 23, Abb. 23).

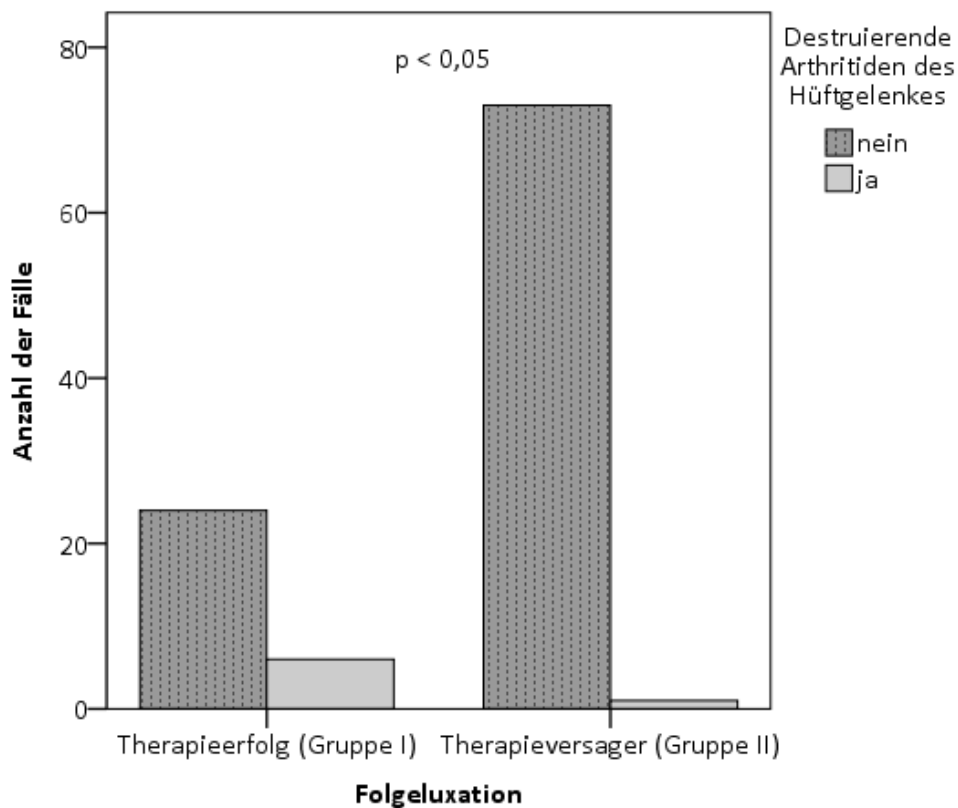


Abb. 23: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei destruierenden Arthritiden des Hüftgelenkes

5.2.3.2 Dysplasie und hohe Hüftluxation

Dysplasie und hohe Hüftluxation		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N 87	87	24	63	0,564
	% 83,7		80,0	85,1	
Ja	N 17	17	6	11	
	% 16,3		20,0	14,9	

Tab. 24: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei Dysplasie und/oder hoher Hüftluxation

Es konnte keine statistische Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test im Gruppenvergleich bezüglich einer Indikationsstellung zur Hüft-Totalendoprothesen-Implantation bei Dysplasie und/oder hoher Hüftluxation nachgewiesen werden (Tab. 24, Abb. 24).

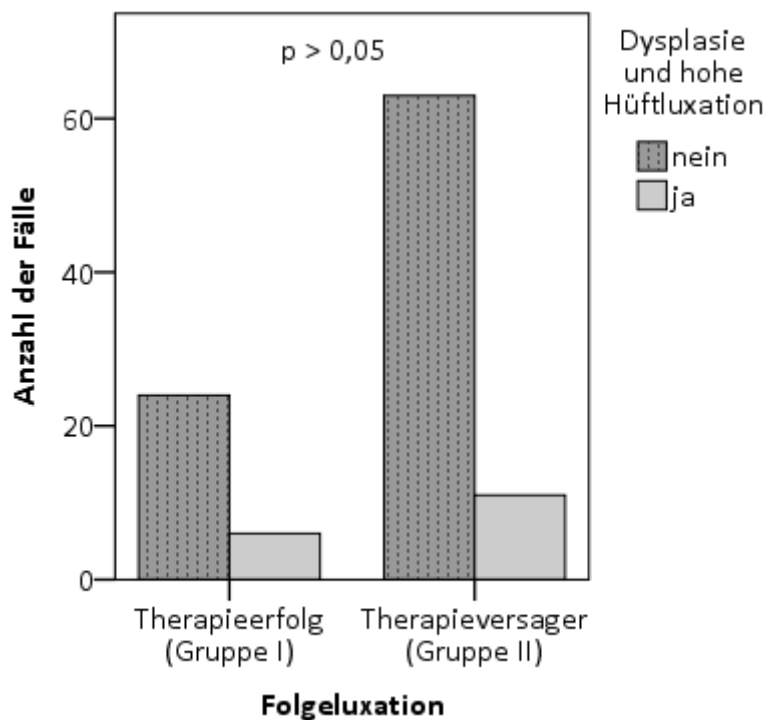


Abb. 24: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei Dysplasie und/oder hoher Hüftluxation

5.2.3.3 Posttraumatische Arthrose

Posttraumatische Arthrose		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	97	27	70	0,409
	%	93,3	90,0	94,6	
Ja	N	7	3	4	
	%	6,7	10,0	5,4	

Tab. 25: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei posttraumatischer Arthrose

In den Fällen einer Indikationsstellung zur prothetischen Hüftgelenks-Versorgung bei posttraumatischer Arthrose zeigte sich keine statistische Signifikanz im Gruppenvergleich unter Anwendung des Exakten Tests nach Fisher (Tab. 25, Abb. 25).

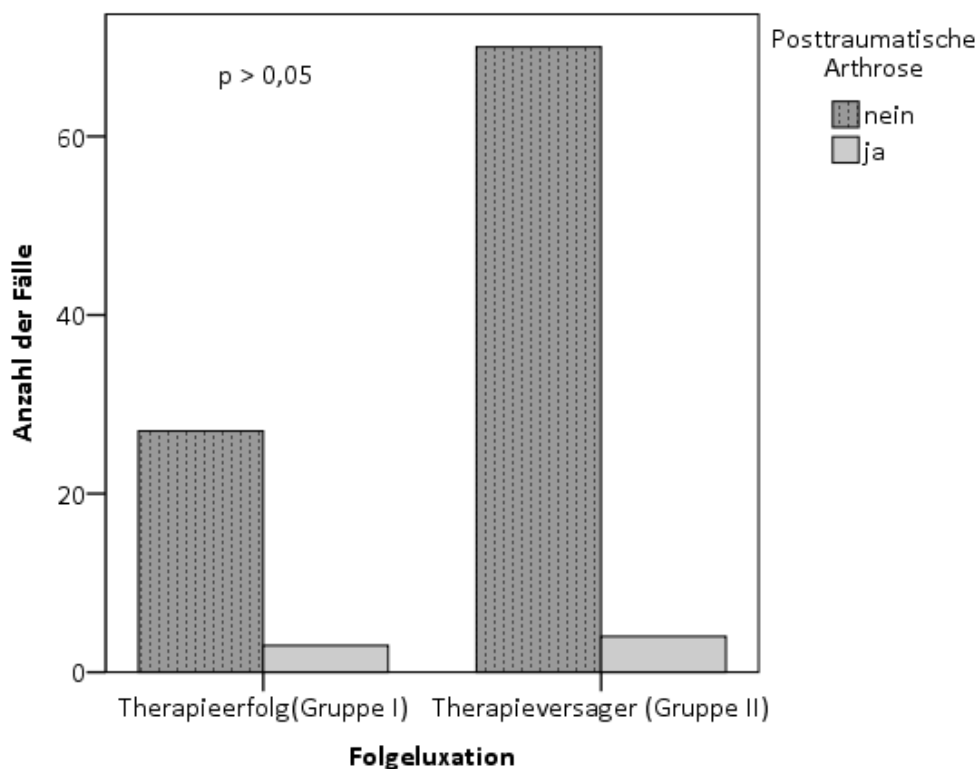


Abb. 25: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei posttraumatischer Arthrose

5.2.3.4 Art der Voroperation

Art der Voroperation	Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
		Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
PI H-TEP N %	47 45,2	13 43,3	34 45,9	0,808
Revision H-TEP N %	57 54,8	17 56,7	40 54,1	

Tab. 26: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Art der Voroperation

Bezüglich der Art der Voroperation, d. h. Primärimplantation (PI) einer Hüft-Totalendoprothese oder Revisionsoperation vor dem Erst-Luxationsereignis, war das Verhältnis in beiden Gruppen ungefähr ausgeglichen (Tab. 26, Abb. 26). Es konnte keine statistische Signifikanz mittels Chi-Quadrat-Test bezüglich der Art der Voroperation im Gruppenvergleich nachgewiesen werden.

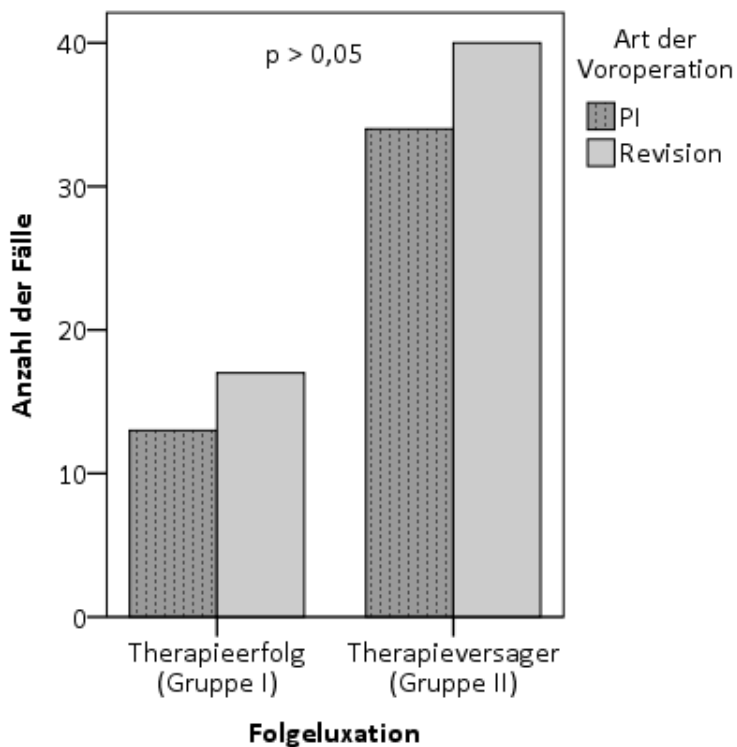


Abb. 26: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Art der Voroperation

5.2.3.5 Die Anzahl der Revisionsoperationen

Anzahl der Revisionsoperationen ≥ 2		Gesamt N = 104	Folgeluxation		p-value
			Therapieerfolg (Gruppe I) N = 30	Therapieversager (Gruppe II) N = 74	
Nein	N	69	18	51	0,383
	%	66,3	60,0	68,9	
Ja	N	35	12	23	
	%	33,7	40,0	31,1	

Tab. 27: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Revisionsanzahl ≥ 2

In der Berechnung der Anzahl von Revisionsoperationen wurden Primärimplantationen nicht berücksichtigt. Es konnte kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich in Hinblick der Revisionsoperationen ≥ 2 in der Berechnung mithilfe des Chi-Quadrat-Tests nachgewiesen werden (Tab. 27, Abb. 27).

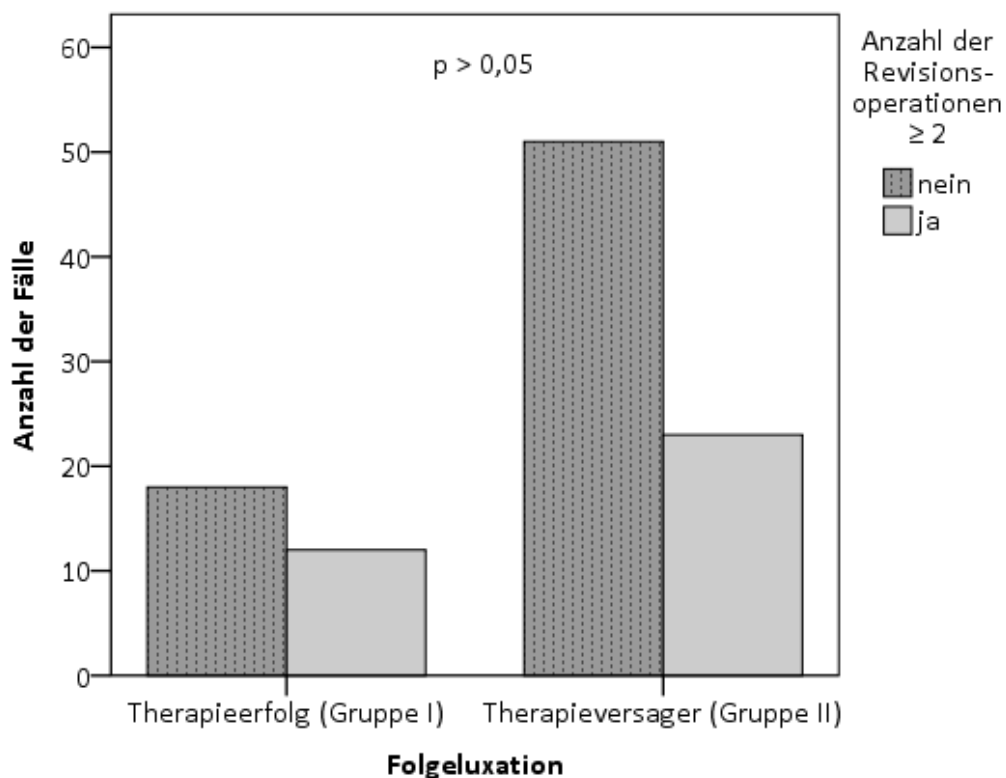


Abb. 27: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Revisionsanzahl ≥ 2

5.2.4 Operationsspezifische Risikofaktoren

5.2.4.1 Kopfdurchmesser

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	32,00 [28,00 - 36,00]	2,56	0,884
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	32,00 [22,00 - 36,00]	2,94	

Tab. 28: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Kopfdurchmessers

Die verwendeten Kopfgrößen der vorbestehenden operativen Intervention, d. h. die Primär-Implantation oder Revision einer Hüft-Totalendoprothese, sind 22 mm, 28 mm, 32 mm und 36 mm. In der Gruppe I wurde in keinem Fall ein Hüftkopf der Größe 22 mm vor dem Erst-Luxationsereignis implantiert. In 4 Fällen (22,2 %) wurde die Größe 28 mm, in 11 Fällen (61,1 %) die Größe 32 mm und in weiteren 3 Fällen die Größe 36 mm (16,7 %) implantiert. In 12 Fällen ließ sich die Größe des Kopfdurchmessers nicht eruieren. In der Gruppe II wurde in einem Fall die Hüftkopfgröße 22 mm (2,4 %), in 8 Fällen die Größe 28 mm (19,0 %), in 25 Fällen die Größe 32 mm (59,5 %) und in 8 Fällen die Größe 36 mm (19 %) in der Voroperation implantiert. In der Gruppe II fehlte in 32 Fällen die Angabe des Hüftkopfdurchmessers der Voroperation. In der Berechnung der statistischen Signifikanz unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Test bezüglich der verwendeten Hüftkopfgröße in der Voroperation zeigte sich kein Nachweis ($p = 0,884$) im Gruppenvergleich (Tab. 28, Abb. 28).

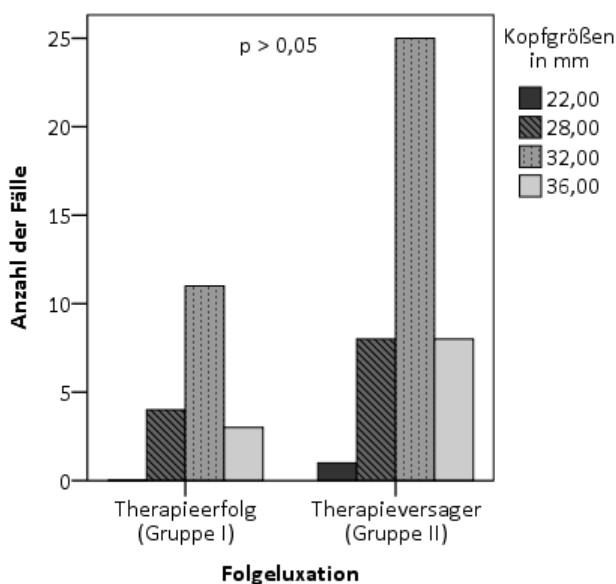


Abb. 28: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Kopfdurchmessers

5.2.4.2 Beinlängendifferenzen

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	2,00 [-12,10 - 22,40]	10,04	0,821
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	-0,40 [-28,70 - 36,50]	14,09	

Tab. 29: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Beinlängendifferenz

Im Vergleich beider Gruppen konnte keine statistische Signifikanz in Bezug auf eine Beinlängendifferenz mittels Mann-Whitney-U-Test nachgewiesen werden (Tab. 29, Abb. 29).

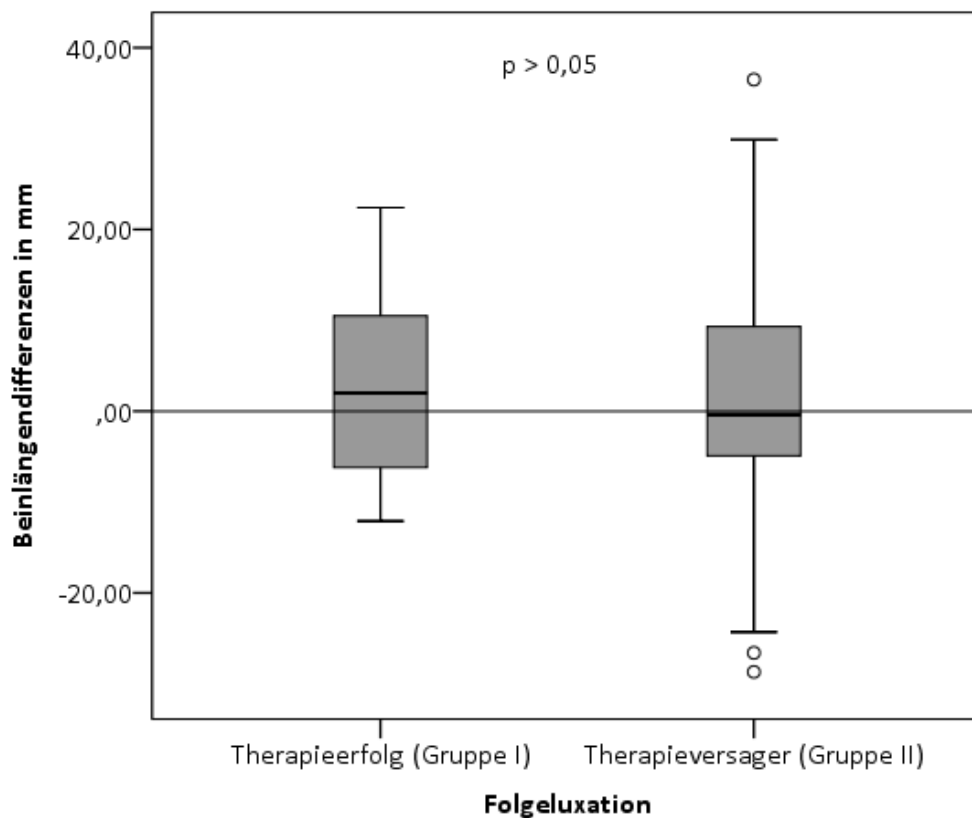


Abb. 29: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Beinlängendifferenz

5.2.4.3 Inklination der Pfanne

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in ° [Range in °]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	25/30	46,60 [29,10 - 73,30]	8,84	0,602
Therapieversager (Gruppe II)	56/74	47,65 [12,27 - 66,70]	9,32	

Tab. 30: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Inklination der Pfannenkomponente

Im Gruppenvergleich konnte unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests kein Unterschied hinsichtlich der Inklination der Pfannenkomponente aufgezeigt werden (Tab. 30, Abb. 30).

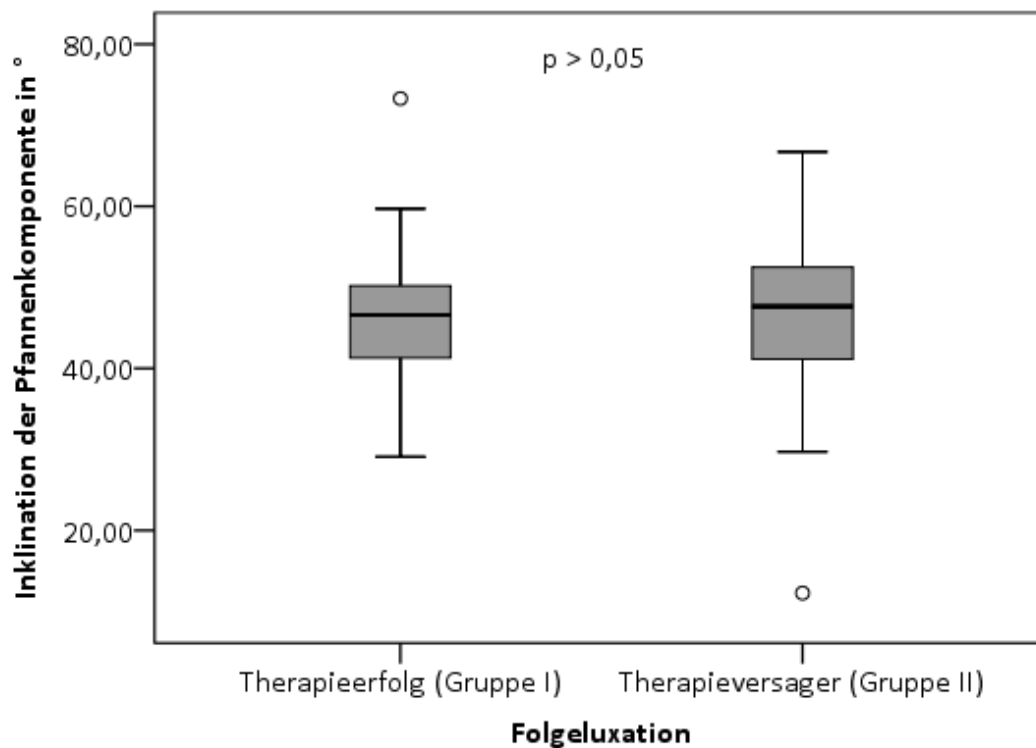


Abb. 30: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Inklination der Pfannenkomponente

5.2.4.4 Anteversion der Pfanne

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in ° [Range in °]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	25/30	20,20 [3,20 - 34,10]	7,53	0,020
Therapieversager (Gruppe II)	56/74	14,55 [0,00 - 45,00]	9,59	

Tab. 31: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Anteversion der Pfannenkomponente

Es konnte ein signifikanter Unterschied beider Gruppen hinsichtlich der Pfannenanteversion mittels Mann-Whitney-U-Test nachgewiesen werden (Tab. 31, Abb. 31).

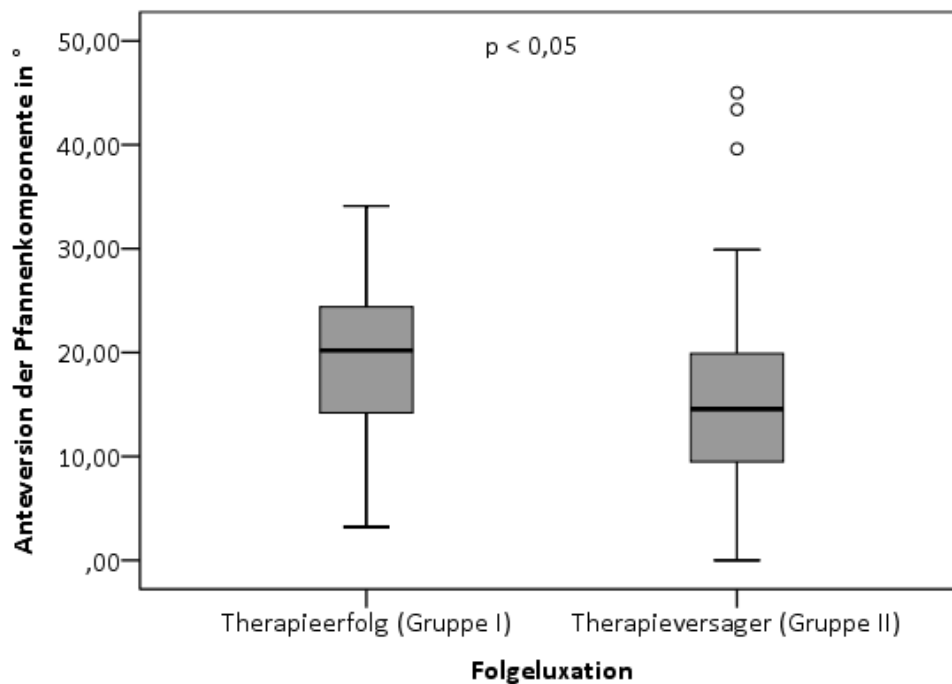


Abb. 31: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Anteversion der Pfannenkomponente

5.2.4.5 Femorales Hüftoffset

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	33,25 [15,20 - 43,90]	7,58	0,796
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	33,25 [17,80 - 50,50]	6,99	

Tab. 32: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des femoralen Hüftoffsets

Es ließ sich kein Signifikanz-Nachweis in Bezug auf das femorale Hüftoffset der primär luxierten Hüft-Totalendoprothese im Gruppenvergleich ($p = 0,752$) erbringen (Tab. 32, Abb. 32).

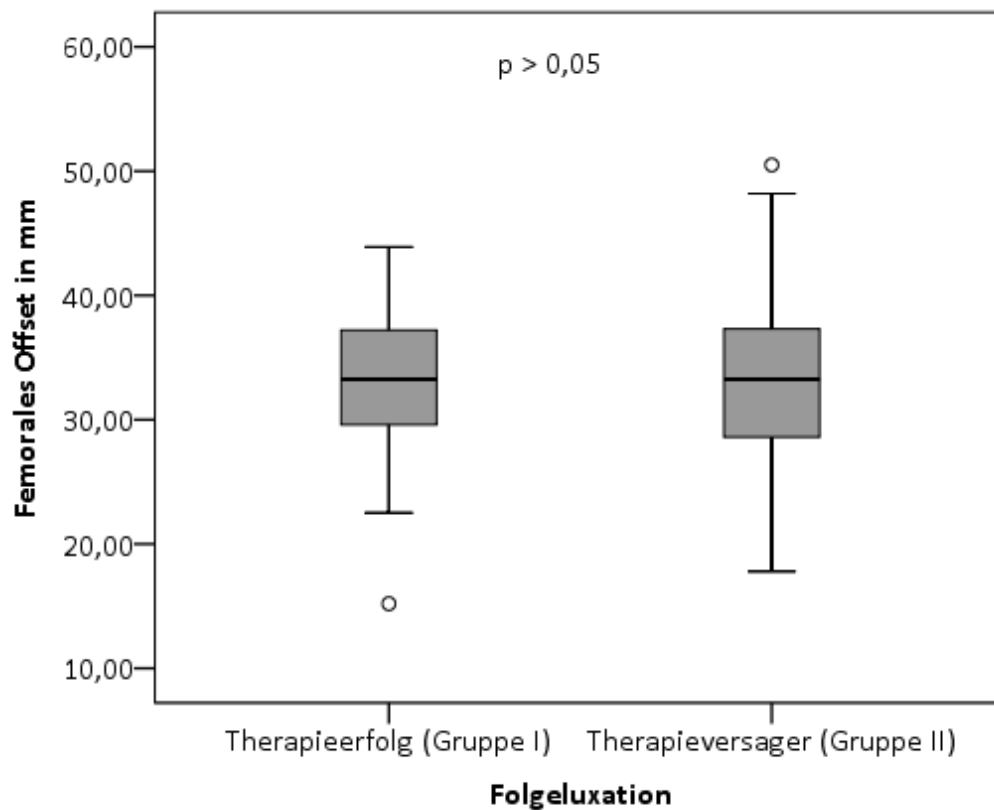


Abb. 32: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des femoralen Hüftoffsets

5.2.4.6 Azetabuläres Hüftoffset

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	31,30 [20,30 - 40,70]	4,84	0,578
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	29,50 [8,40 - 48,10]	6,99	

Tab. 33: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des azetabulären Hüftoffsets

Im Gruppenvergleich konnte kein signifikanter Unterschied unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests in Bezug zum azetabulären Hüftoffset aufgezeigt werden (Tab. 33, Abb. 23).

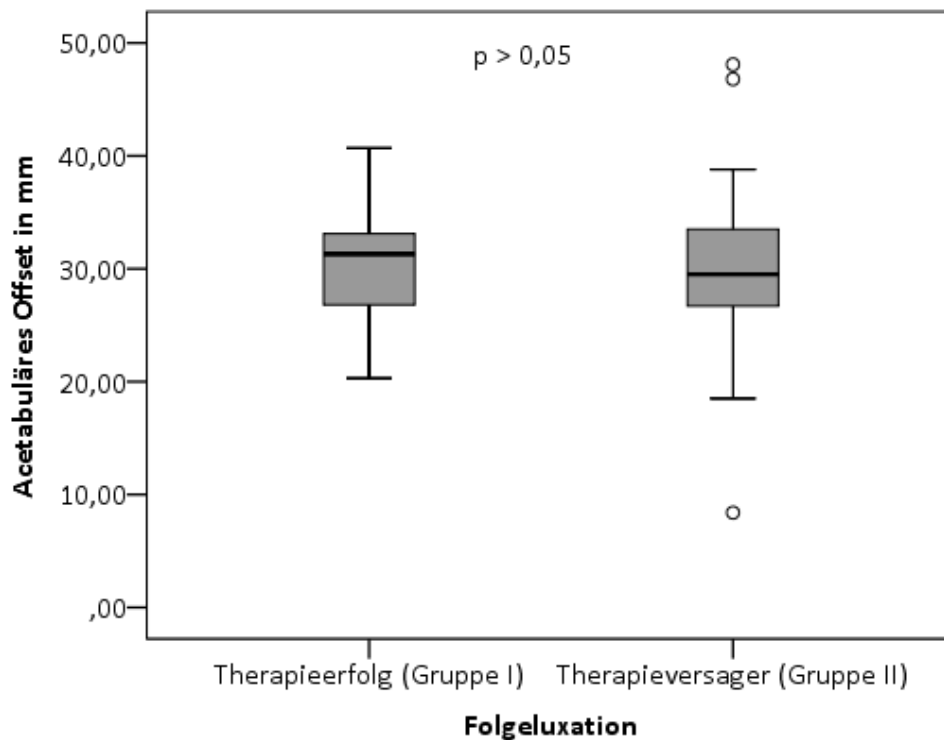


Abb. 33: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des azetabulären Hüftoffsets

5.2.4.7 Hüftoffset

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	64,95 [41,00 - 83,20]	9,73	0,468
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	63,20 [41,10 - 86,20]	9,62	

Tab. 34: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Hüftoffsets

Die Länge des Hüftoffsets ergibt sich durch die Addition beider Summanden des azetabulären und femoralen Hüftoffsets. Im Vergleich beider Gruppen in Hinsicht des Gesamt-Hüftoffsets konnte kein signifikanter Unterschied im Mann-Whitney-U-Test nachgewiesen werden (Tab. 34, Abb. 34).

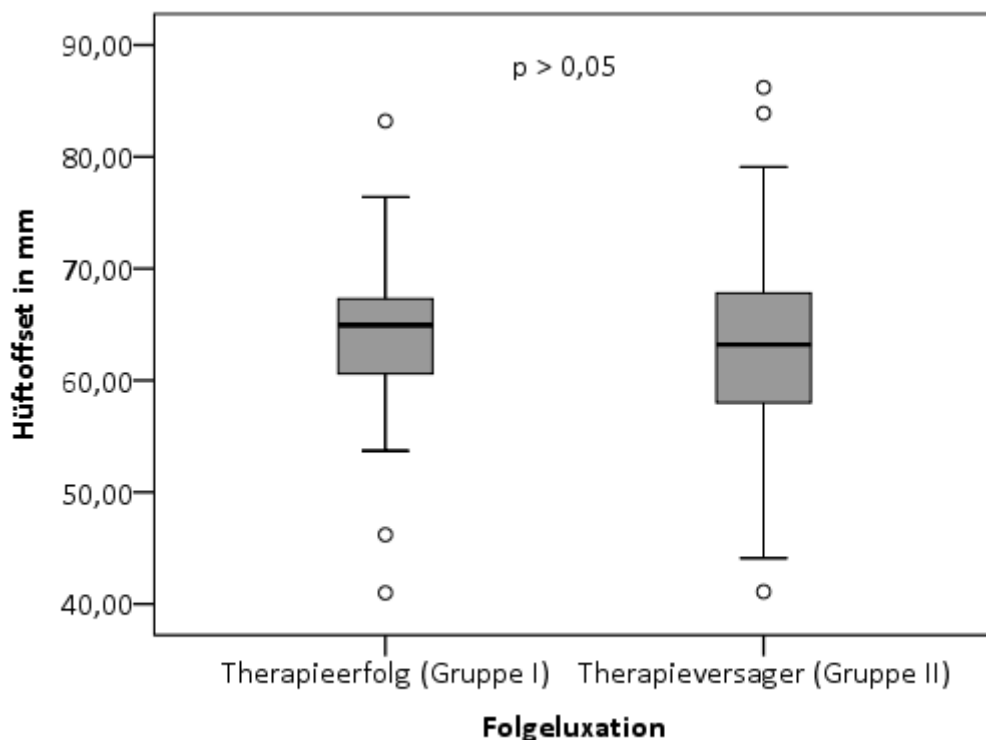


Abb. 34: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Hüftoffsets

5.2.4.8 Horizontale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	-7,55 [-14,80 - (-0,90)]	4,19	0,735
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	-6,25 [-36,30 - 14,20]	7,65	

Tab. 35: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der horizontalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

Nach Kalibrierung und Ausmessung der horizontalen Differenz des nativen und des neuen Hüftgelenkszentrums konnten die Werte der Gruppe I und II verglichen werden, ohne einen signifikanten Unterschied unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests nachweisen zu können (Tab. 35, Abb. 35).

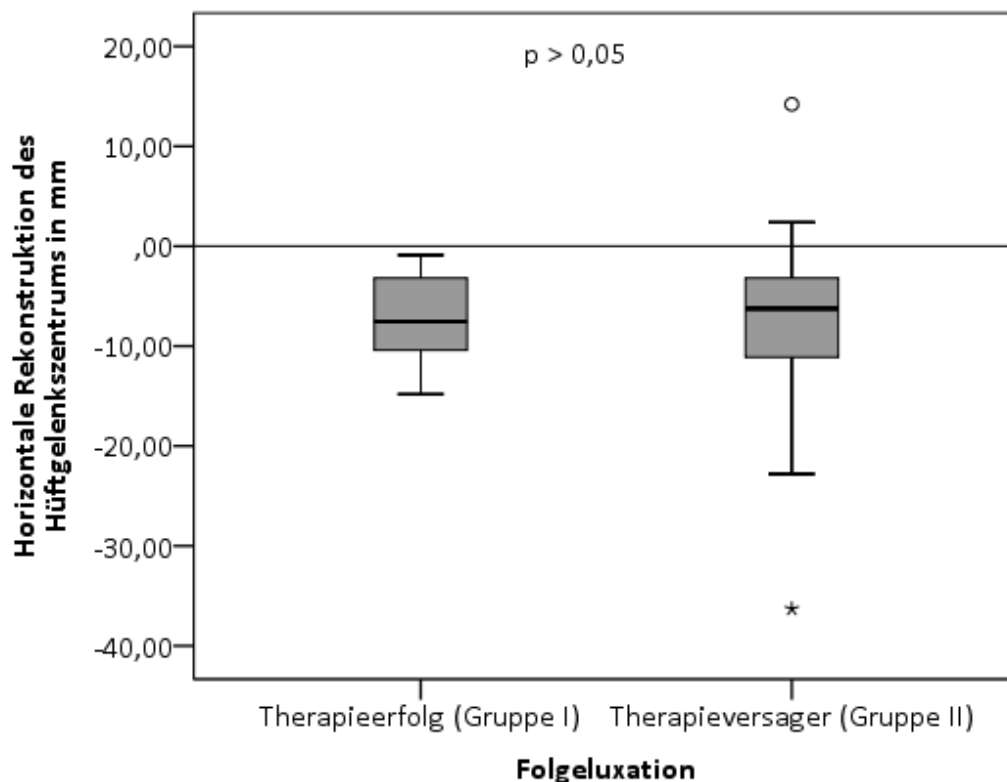


Abb. 35: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der horizontalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

5.2.4.9 Vertikale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

Folgeluxation	Anzahl der Fälle Gesamtkollektiv Eingeschlossen/Gesamt	Median in mm [Range in mm]	SD	p-value
Therapieerfolg (Gruppe I)	18/30	-3,45 [-18,40 - 9,40]	7,82	0,529
Therapieversager (Gruppe II)	42/74	1,10 [-19,20 - 20,50]	7,38	

Tab. 36: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der vertikalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

Es konnte kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich bezüglich einer vertikalen Differenz des nativen und neuen Hüftkopfszentrums unter Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests nachgewiesen werden (Tab. 36, Abb. 36).

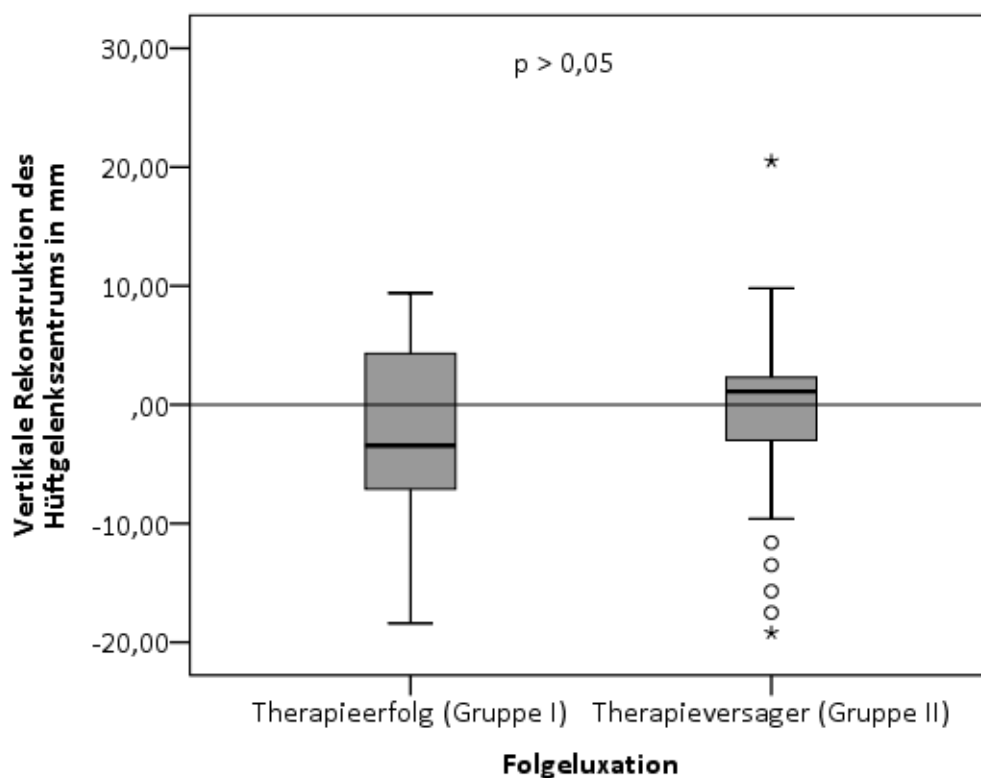


Abb. 36: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der vertikalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums

6. Diskussion

Ziel der Arbeit war es, Risikofaktoren für Zweitluxationen nach geschlossener Reposition einer Hüft-Totalendoprothese bei vorangegangener Primärimplantation oder Revisionsoperation zu ermitteln, um Risikofaktoren frühzeitig eliminieren zu können. Faktoren, die Luxationen begünstigen, konnten in multiplen bisherigen Studien belegt werden [21, 45, 52, 73]. Jedoch gibt es derzeit keine Studie, die Erst- und Zweit-Luxationen einer Hüft-Totalendoprothese hinsichtlich der patienten-, indikations- und operationsspezifischen Risikofaktoren vergleichen.

In 104 Fällen von Erst-Luxationen konnte ein höherer Anteil (63,5 %) an Frühluxationen verglichen mit Spätluxationen (24,0 %) nachgewiesen werden, was die aktuelle Studienlage bestätigen kann [21, 34, 104, 105].

Hinsichtlich des Luxationszeitraums nach Primärimplantation bzw. Revisionsoperation konnte in dieser Studie signifikant nachgewiesen werden, dass Patienten ein erhöhtes Risiko für eine Zweit-Luxation tragen, je eher sie innerhalb des Frühluxationszeitraums erstmalig luxieren. Dabei luxierten Therapieversager erstmalig nach 17,5 Tagen, hingegen waren erfolgreich therapierte Patienten nach 37 Tagen vom Dislokationsereignis betroffen ($p = 0,025$). Leichtle et al. entdeckten eine ähnliche zeitliche Korrelation zwischen den Zeitintervallen der Operation bis zum Erst-Luxationszeitpunkt sowie dem Erst- und Zweitereignis. Das Erstluxationsereignis aller Therapieversager stellte zu 59,5 % eine Frühluxation und zu 25,7 % eine Spätluxation in dieser Studie dar. Leichtle et al. konnten den Erstluxations-Zeitpunkt nach Revision- oder primärer Hüft-Totalendoprothesen-Implantation ($n = 56$) in 75 % der Fälle innerhalb der ersten drei postoperativen Monaten verglichen mit 25 % nach 3 Monaten postoperativ nachweisen [21]. Die Studie von Joshi et al. erzielte ähnliche Ergebnisse mit einer Wiederholungsrate nach erfolgter Erst-Luxation von 25 % innerhalb der ersten fünf Wochen (Frühluxation) und 11 % nach der fünften postoperativen Woche (Spätluxation) in einer Kohorte von 161 Revisions- und primär Hüft-Totalendoprothesen [106]. In einer Studie von Jørgensen et al. konnte in 2734 Fällen von primären Hüft-Totalendoprothesen nachweisen, dass zwei Drittel aller Erst-Luxation ($n = 65$) innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage das Resultat eines Sturzereignisses sind [107].

In Betrachtung der Spätluxationen lässt sich eine Tendenz erkennen, dass frühzeitige Spätluxationen ein erhöhtes Risiko einer Zweit-Luxation aufweisen (Tab. 13, Abb. 13). Entgegenge- setzt den Ergebnissen der Studie von Itokawa et al., welche 36 primäre und Revisions-Hüft- Totalendoprothesen in Erst-Luxationen ($n = 16$, Luxations-Zeitpunkt = 3,56 Monate postope- rativ) und wiederholende Luxationen ($n = 20$, Luxations-Zeitpunkt = 21,6 Monate postopera- tiv) einteilten und den Nachweis erbrachten, dass Spätluxationen ein erhöhtes Risiko für wiederholende Luxationen ($OR = 5,94$) darstellen [108]. Wichtig in dieser Beobachtung an- zumerken ist die kleine Kohortengröße (16 vs. 20).

6.1 Patientenspezifische Risikofaktoren

In Hinblick auf patientenspezifische Risikofaktoren zeigte die Studie nachweislich ein ver- mehrtes Auftreten postoperativer Zweit-Luxationen in Fällen eines erhöhten BMI. Ebenso konnte statistisch signifikant ein häufigerer Therapieerfolg in Fällen beobachtet werden, bei denen Patienten eine kontralaterale Hüftgelenkserkrankung aufwiesen. Weitere patienten- spezifische Risikofaktoren wie das Geschlecht, das Alter, postoperative Bewegungsein- schränkung aufgrund von Begleiterkrankungen anderer Gelenke, Kniegelenkserkrankungen sowie neurologische oder psychiatrische Grunderkrankungen als auch ein ASA-Score ≥ 3 zeigten in dieser Studie keinen nachweislichen Unterschied in beiden Gruppen auf.

Das weibliche Geschlecht konnte als Risikofaktor für Luxationen im Gegensatz zu vorbeste- hender Studien nicht nachgewiesen werden [18, 19, 35, 109]. Die Begründung dieser vorbe- schriebenen Beobachtung liegt in einer erhöhten präoperativen Range of Motion (ROM) und in der Reduktion des gelenkumliegenden Weichteilwiderstandes mit der Folge einer ver- stärkten femoralen Translation [24]. Wetters et al. werteten 1211 Revisions-Hüft- Totalendoprothesen hinsichtlich der Geschlechterverteilung nach 113 Erst-Luxationen aus (Frauen = 576, Männer = 415). Sie konnten keinen geschlechtsspezifischen Unterschied nachweisen ($OR = 1,268$), wenngleich sich mehr Frauen der Revision einer Hüft- Totalendoprothese unterzogen haben [45].

In anderen Studien konnte eine erhöhte Dislokationsrate in Fällen eines erhöhten Alters nachgewiesen werden. So berichteten Berry et al. ein relatives Luxationsrisiko von 1,3 bei über Siebzigjährigen verglichen mit jüngeren Patienten in einem 25-Jahre-Follow-up in einer Kohorte von 6623 primären Hüft-Totalendoprothesen, in der 320 Erst-Luxationen ($n = 225 < 70$ Jahre, $n = 95 \geq 70$ Jahre) auftraten [18]. Byström et al. gaben nach Auswertung des norwegischen Endoprothesenregisters ein 4,5-erhöhtes Revisionsrisiko durch Luxationen nach erfolgter primärer Hüft-Totalendoprothesen-Implantation in Fällen über 80-jähriger Patienten ($n = 1147$ PI-HTEP mit 23 nachfolgenden Revisionen) verglichen mit einer Gruppe von 60- bis 69-Jährigen ($n = 2250$ PI-HTEP mit 13 nachfolgender Revisionen) an [110]. Ein konträres Ergebnis erzielte die Kaiser Permanente Total Joint Registry Datenbank für Hüft-Totalendoprothesen in Süd-Kalifornien nachdem bei über 80-jährigen Patienten die Dislokationsrate von 9,2 % auf 3,7 % reduziert worden ist bei Ausschluss der Indikationsstellung einer Hüft-Totalendoprothesen bei Schenkelhalsfrakturen [15]. In einer neuen Studie von Jorgensen et al. konnte in 2734 Fällen einer primären Hüft-Totalendoprothesen ein höheres Luxationsrisiko bei über 75-jährigen Patienten nachgewiesen werden [107].

Nachweislich zeigte sich ein höheres Reluxationsrisiko bei steigendem BMI ($p = 0,035$), somit reluxierten Fällen mit einem BMI von $27,11 \pm 6,24 \text{ kg/m}^2$ verglichen mit Patienten mit einem BMI von $24,49 \pm 5,02 \text{ kg/m}^2$, welche erfolgreich therapiert werden konnten. Eine Vielzahl großer Studien nach Primärimplantation berichtete von einem relativen durchschnittlichen Dislokations-Risiko von 3,7 für adipöse verglichen mit nicht-adipösen Patienten [111-116]. Ab einem BMI von 40 kg/m^2 konnte ein Anstieg der Subluxationen bei Abduktionsbewegungen nachgewiesen werden [95]. Lübbecke et al. wiesen ein zweifach höheres Luxationsrisiko in Fällen eines BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ in 53 Fällen nach erfolgter primärer Hüft-Totalendoprothesen-Implantation nach, wovon 31 Patienten ($n = 31/2495$ PI-HTEPs = 1,6 %) einen BMI von unter 30 kg/m^2 und 22 Fälle ($n = 22/2495$ PI-HTEPs = 3,7 %) einen BMI über 30 kg/m^2 aufwiesen [115]. Kim et al. begründeten den Luxations-Mechanismus bei adipösen Patienten mit der lateral einwirkenden Kraft des Weichteilgewebes des kontralateralen gegenüber dem ipsilateralen Oberschenkel während der Flexion und der Adduktion [117]. Studien mit konträrem Ergebnis bewerten die Adipositas als einen protektiven Faktor, begründet in der Tatsache, dass adipöse Patienten eine verminderte ROM aufweisen [24].

Hinsichtlich vorbestehender neuromuskulärer Dysbalancen bei Morbus Parkinson, Rest-Legs-Syndrom, Epilepsie, Plegien, Paresen oder lumbalem Schmerzsyndrom konnte keine erhöhte Inzidenz bei Relaxationen ermittelt werden. Fackler et Poss untersuchten 1443 primäre Hüft-Totalendoprothesen hinsichtlich folgender Risikofaktoren: Muskeldystrophie, Cerebrale Dysplasie, Urämie, Alkohol-Abusus, Psychosen und Demenz und wiesen in 22 % der Erst-Luxationen ($n = 18/34$) und in 75 % von rezidivierenden Luxationen ($n = 16/34$) verglichen mit einer Kontrollgruppe ohne Dislokation einer primären Hüft-Totalendoprothese ($n = 50$) mit 14 % o. g. Risikofaktoren nach [118]. Die Studie von Suh et al. berichtet über ein signifikant höheres Auftreten von Luxationen nach Implantation von Duokopf-Prothesen bei neuromuskulären Erkrankungen, indem sie 190 Patienten in zwei Gruppen einteilten, bei der die Gruppe I mit 42 an M. Parkinson oder Plegien infolge eines cerebralen Infarktes erkrankten Patienten einen prozentualen Luxationsanteil von 4,8 %, verglichen mit der Gruppe ohne diese Erkrankungen mit 2,0 % aufwies. Sie begründeten ihr Ergebnis damit, dass ein abnormer Muskeltonus Auswirkung auf die postoperative Verhaltensweise und Biomechanik der implantierten Prothese hat und dass damit eine erhöhte Inzidenzwahrscheinlichkeit der Luxation gegeben ist [46].

Vorbestehende psychiatrische Erkrankungen wie Demenz, Depression, Opioid- oder Alkohol-Abusus, delirantes Syndrom oder Schizophrenie sowie auch deren Kombination zeigten kein erhöhtes Relaxationsrisiko in dieser Studie. Paterno et al. wiesen in 23 % ($n = 7/30$) gegenüber 5 % der Fälle ($n = 25/530$) ein erhöhtes Luxationsrisiko von primären und Revision Hüft-Totalendoprothesen bei Patienten mit einer Vorgeschichte des Alkohol-Abusus nach [48]. Andere Studien bewiesen ein erhöhtes postoperatives Luxationsgeschehen bei Patienten mit kognitiven Dysfunktionen [41, 47]. Es konnte gezeigt werden, dass auch die pharmakologische Einstellung psychiatrischer Erkrankungen ein Risikofaktor für eine Hüft-TEP-Luxation darstellt [119]. So konnte die Studie von Jorgensen et al. ein erhöhtes Luxationsrisiko in Fällen von Patienten mit medikamentöser Einstellung einer psychiatrischen Erkrankung ($n = 12/65$, 18,2 %) verglichen mit einer Kontrollgruppe ohne Luxationsereignis ($n = 160/2669$, 6,0 %) nach primärer Hüft-Totalendoprothesen-Implantation nachweisen [107].

In unserer Studie wurde erstmals nachgewiesen, dass bei Patienten mit einer Koinzidenz einer kontralateralen Hüft-Gelenkerkrankung eine verminderte Relaxationsrate besteht ($p = 0,005$). Begründen lässt sich dieses Ergebnis entweder durch physio- und verhaltenstherapeutisches Erlernen mögliche Fehlpositionierung der Hüft-Totalendoprothese zu verhin-

dern (zum Beispiel bei Schmerzexazerbation), durch Umsetzung der Compliance bei initialer Missachtung oder durch eine eingeschränkte ROM einhergehend mit Reduktion einer Luxationsmöglichkeit. Ein signifikanter Unterschied in beiden Gruppen in Fällen vorbestehender Kniegelenkerkrankungen ($p = 0,158$) oder postoperativer Bewegungseinschränkungen aufgrund von Bewegungseinschränkungen anderer Gelenke ($p = 1,000$) ließ sich nicht eruieren.

In dieser Studie ließ sich ein Therapieversagen nicht auf vorbestehende Komorbiditäten mit erhöhtem perioperativem Risiko zurückführen (Tab. 22, Abb. 22). Als Vergleichsparameter hierfür diene der ASA-Score, welcher in Relation zu erhöhtem Alter und damit einhergehender muskulärer Wiederherstellungsfähigkeiten steht. Eine Schweizer Studie mit einer Fallzahl von 2023 konnte ein zehnfach höheres Luxationsrisiko der primären Hüft-Totalendoprothese bei Patienten mit einem ASA-Score von über 2 belegen [52]. Khatod et al. bestätigten auf Basis von 1693 primären Hüft-Totalendoprothesen ein ansteigendes Risiko für postoperative Luxationen bei Patienten mit ASA-Werten über 2 (Dislokationsrate von 3,3 %) verglichen mit Werten unter 3 (1 %) mit einem relativen Risiko von 2,3 [15].

6.2 Indikationsspezifische Risikofaktoren

In Bezug auf die indikationsspezifischen Risikofaktoren konnte diese Studie den Nachweis einer verminderten Reluxationswahrscheinlichkeit in der Gruppe mit vorbestehenden destruierenden Arthritiden erbringen. In Hinblick sowohl auf weitere Risikofaktoren der Indikation, wie Dysplasie bzw. hohe Hüftluxation, posttraumatische Arthrose oder höherer Revisionsanzahl, als auch auf die Art der Voroperation konnte kein statistisch signifikanter Unterschied errechnet werden. In dieser Studie wies keiner der Fälle eine Arthrose, bedingt durch eine vorbestehende Muskelerkrankung bzw. -Schädigung, wie zum Beispiel progressive Muskeldystrophien oder spinale Muskelatrophien, sowie amyotrophe Lateralsklerose oder progressive Bulbärparalyse, auf.

Verschiedene Studien wiesen ein erhöhtes Luxationsrisiko bei bestimmten Indikationen einer Hüft-Totalendoprothese nach. Dazu gehören posttraumatische Arthrosen [98], rheumatoide Arthritis [15], Femurkopfnekrosen, entzündliche Arthritiden und Arthrosen mit einhergehender Muskelschwäche bzw. reduzierter Muskelkontrolle [18, 34, 98]. Die Studie wies

ein vermindertes Reluxationsrisiko in Fällen einer Indikationsstellung bei Femurkopfnekrosen, rheumatoider Arthritis oder Psoriasis-Arthritis nach ($p = 0,002$). Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zur vorbestehenden wissenschaftlichen Annahme, dass die rheumatoide Arthritis durch die Beeinträchtigung anderer Gelenke und Qualitätsminderung des Weichteilgewebes ein erhöhtes Luxationsrisiko aufweist [24].

Khatod et al. wiesen ein relatives Dislokationsrisiko von 3,8 in Fällen einer Indikation für Hüft-Totalendoprothesen bei sekundärer Koxarthrose durch rheumatoide Arthritis verglichen mit primären Koxarthrosen in 1693 primäre Hüft-Totalendoprothesen nach [15]. Berry et al. zeigten ein signifikant höheres relatives Risiko auf für Luxationen der primären Hüft-Totalendoprothese in Fällen folgender Indikationsstellungen: Femurkopfnekrose ($RR = 1,9$, $n = 15/196$), akute Frakturen ($RR = 1,8$, $n = 51/741$) und entzündliche Arthritis ($RR = 1,5$) verglichen mit Indikationen bei primärer Koxarthrose ($n = 175/4279$) [18]. Die angeborene Hüftgelenkdysplasie ist assoziiert mit einer vermehrten Instabilität durch eine abnorme knöchernen Anatomie, vergrößerter ROM und veränderte muskuläre Funktion [56]. Im Zustand nach subtrochantären Osteotomien besteht eine Luxationsrate von über 14 %. Das bedeutet: In 3 von 21 Fällen kommt es zum Luxationsereignis der primärer Hüft-Totalendoprothese [120].

Vorangegangene Revisionsoperationen tragen außerdem zu einem erhöhten Luxationsrisiko bei, begründet in der Tatsache, dass eine Revisionsoperation mit vermehrten intraoperativen technischen Schwierigkeiten sowie mit Knochen- und Weichteilverlust unter Ausbildung eines minderwertigen Narbengewebes einhergeht [35, 48, 118]. Unsere Studie konnte im Gruppenvergleich kein vermehrtes Auftreten einer Zweitluxation nach mindestens zwei Revisionsoperationen nachweisen. Ein signifikant häufigeres Auftreten einer Primärluxation nach primärer Versorgung verglichen mit einer Revisionsoperation konnte nicht aufgezeigt werden (Tab. 27, Abb. 27).

6.3 Operationsspezifische Risikofaktoren

Hinsichtlich der operationsspezifischen Risikofaktoren konnte ein signifikanter Unterschied bei einer verminderten Pfannenanteversion in Fällen von Therapieversagern nachgewiesen werden. Unsere Studie belegte keinen wissenschaftlichen Unterschied in beiden Gruppen in Bezug auf Kopfgröße, Beinlängendifferenz, Pfanneninklination, Offset oder einer signifikanten Streckendifferenz des nativem zum neuen Hüftgelenkszentrum in zwei Ebenen.

Im Gruppenvergleich konnte kein signifikanter Unterschied in Abhängigkeit der verwendeten Kopfgrößen nachgewiesen werden ($p = 0,884$). Die am häufigsten verwendete Kopfgröße in insgesamt 36 Fällen und einem 60%igen Vorkommen in beiden Gruppen war ein Durchmesser von 32 mm. Die vorbestehende Studienlage konnte bestätigen, dass mit zunehmender Größe des Prothesenhüftkopfes bis 36 mm das Luxationsrisiko abnimmt [110, 121, 122]. Padgett et al. wiesen eine Luxationsrate von 4,8 % in 252 Fällen primärer Hüft-Totalendoprothesen nach. In Abhängigkeit des Hüftkopfdurchmessers waren die Dislokationsraten 18,8 % für 22 mm ($n = 3/16$), 4,8 % für 26 mm ($n = 2/42$) und 3,6 % für 28 mm ($n = 7/194$) [123]. Patienten mit einem erhöhten Luxationsrisiko profitieren mit der Implantation größerer Prothesenkopf-Durchmesser. Ursächlich hierfür ist eine größere Kopf-/ Hals-Ratio mit einem im Inlay tiefer sitzenden Kopf, Reduktion der femoralen Translation durch Vergrößerung des gelenkumliegenden Weichteilmantels und einer erhöhten Jumping Distance mit demzufolge größerer ROM und geringerer Wahrscheinlichkeit eines Impingements, dem ein Luxationsereignis zugrunde liegt [79, 121]. Eine günstige Kopf-/ Hals-Ratio (>2.3) steigert die ROM und verhindert das Impingementrisiko [124, 125, 126]. Kwon et al. stellt jedoch einen erhöhten PE-Abrieb bei Hüftkopfgrößen über 36 mm fest [127], sodass operierende Chirurgen in der Vergangenheit einen Prothesenkopfdurchmesser von 28 mm bevorzugten. Aufgrund heutiger Verbesserungen in der Tribologie und der Verwendung von ultrahoch-quervernetztem Polyethylen konnten herausragende klinische Ergebnisse unter Einsatz größerer Prothesenköpfe gezeigt werden [128].

In der Studie ließ sich kein signifikanter Unterschied bei einer Beinlänge von -0,4 mm bei Therapieversagern im Vergleich zu Fällen ohne Reluxationsereignis bei +2 mm nachweisen. Eine Reduktion der ipsilateralen Beinlänge hat eine Minderung der myofazialen Spannung zur Folge und steigert somit die Luxationswahrscheinlichkeit [24]. Insbesondere in Situationen einer revidierten Hüft-Totalendoprothese lässt sich eine Reduktion der Beinlänge nachweisen. Damit einhergehend konnte ein Verlust des Trochanter majors von über 2 cm in über 20 % der Fälle und damit bedingte pelvitrochantäre Insuffizienz festgestellt werden [92]. Differenzen innerhalb eines Zentimeters werden von den Patienten gut toleriert [129, 130]. Durch die Reduktion des Offsets und/ oder der Beinlänge werden die Weichteilspannung und damit die ROM der Hüft-Totalendoprothese herabgesetzt [26]. Eine Studie von Kessler et al. wies einen Flexionsverlust von 4,5° in Fällen einer Reduktion des azetabulären Offsets um 4 mm sowie eine Beinlängenverkürzung von 4 mm mit einem Flexionsdefizit von 2,7° an einem Computer-Modell mit unterschiedlicher Komponentenorientierung nach [131]. Kurtz et al. zeigten einen Flexionsverlust von 1,8° mit jeder weiteren Reduktion des azetabulären Offsets von einem Millimeter. Außerdem ließ sich eine Flexionsminderung von 0,7° mit jedem Millimeter der Beinlängenverkürzung in 10 Fällen einer primären Hüft-Totalendoprothese nachweisen [26].

In der Studie erwies sich die Pfanneninklination mit 46,60° in der Gruppe I und 47,65° in der Gruppe II nicht als Begründung eines Therapieversagens. Es konnte signifikant ($p = 0,020$) festgestellt werden, dass bei einer Pfannenanteversion von 20,2° eine Reluxation verglichen mit einer Anteversion von 14,6° vermieden werden konnte (Tab. 31, Abb. 31). In unserer Studie lag der Median der Pfanneneinstellung in der von Lewinnek vorgegebenen und weit verbreitet angewendeten „Safe Zone“, jedoch konnten Luxationsereignisse nicht verhindert werden. Die Safe Zone beschreibt einen Bereich der Inklination von $40^\circ \pm 10^\circ$ und der Anteversion von $15^\circ \pm 10^\circ$, in welchem das Luxationsrisiko einer Primären Hüft-Totalendoprothese am geringsten ist [59]. Weitere Studien gaben Luxationsereignisse bei einem Komponentenalignement innerhalb der Safe Zone an, weshalb die Pfannenpositionierung kontrovers zu diskutieren ist [49, 59-61]. In der Studie von Abdel et al. konnte die Pfanneninklination mit einem Mittelwert von $44 \pm 8^\circ$ (84 % im Bereich der „Safe Zone“) und eine Pfannenanteversion von $15 \pm 9^\circ$ (69 % im Bereich der „Safe Zone“) angegeben werden. Trotzdem luxierten 224 primäre Hüft-Totalendoprothesen (1,9 %) in 11 246 Fällen [100]. Somit ist eine optimale

Pfannenimplantation allein nicht ausreichend [49], denn anhand der Studienresultate von Widmer et al. legen die Pfanneninklination, die Pfannenanteversion und die femorale Anteversion eine optimale impingementfreie ROM fest und stehen in Wechselwirkung miteinander [66, 67]. Um eine impingementfreie Range of Motion zu erreichen, entwickelten Widmer et al. folgende Formel: $\text{Pfannenanteversion} + 0,7 \times \text{Prothesenschaftanteversion} = 37,3^\circ$ [67]. Durch eine zu steil eingestellte Pfannenkomponente, d. h. einen geringen Öffnungswinkel, kommt es zur vermehrten Kraftübertragung auf den kranio-lateralen Pfannenrand, womit Impingementphänomene provoziert und somit Luxationen induziert werden können. Um einen maximalen Bewegungsumfang zu ermöglichen und ein Impingement zu minimieren, ist die Relativposition zwischen der Pfannen- und Schaftkomponente von Bedeutung, sodass die Summe beider Versionen $25\text{--}50^\circ$ [68] bzw. ein Summenwert zwischen Inklinations- und Prothesenschaft-CCD-Winkel von $167^\circ \pm 5^\circ$ für CCD-Winkel von $120\text{--}130^\circ$ betragen sollte [67]. Verglichen mit unserem Ergebnis ist die alleinige Betrachtung der Pfannenpositionierung nicht ausreichend, um kritisch wissenschaftlich-beweisend diesem operationsspezifischen Risikofaktor eine wegweisende Bedeutung zukommen zu lassen.

In der Studie ließ sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Offsets – weder femoral, noch azetabulär – das Gesamt-Hüftoffset im Gruppenvergleich nachweisen. Ein Impingement oder eine pelvirochantäre Insuffizienz können eine Dislokation trotz regelrechter Komponentenlage begründen. Eine Verminderung der Weichteilspannung ist klinisch oder radiologisch schwierig zu evaluieren [24]. Das femorale Offset lag im Mittelwert bei 33 mm. Preininger et al. wiesen ein femorales Offset von 38 bis 43 mm CT-gestützt im nativen Hüftgelenk nach, mit höheren Werten beim männlichen Geschlecht [132]. In unserer Studie herrscht ein Missverhältnis in Bezug auf die Geschlechterverteilung zugunsten des weiblichen Geschlechts, was diese Diskrepanz erklären könnte. Andererseits stellt sich das femorale Offset nach prothetischer Versorgung der Hüfte reduziert dar. Das azetabuläre Offset wurde bei 30 mm bemessen. Kurtz et al. stellten bei einem nativen Hüftgelenk ein azetabuläres Offset von 40 mm und nach einer Totalendoprothese-Implantation von 33 mm in 10 Fällen fest [26]. Das Gesamt-Offset in dieser Studie wurde mit 63 mm angegeben. Bei Reduktion von über einem Zentimeter sollten operative Verfahren angewendet werden, um dem Verlust der Weichteilspannung entgegenzuwirken und damit das Dislokationsrisiko zu senken [24, 50].

In Hinblick auf das native und das neue Hüftgelenkszentrum in horizontaler und vertikaler Ebene zeigte sich im Vergleich beider Gruppen kein signifikanter Unterschied. Veränderungen der Positionierung des Hüftgelenkszentrums gehen mit erhöhten biomechanischen Belastungen einher und haben Auswirkungen auf die Gesamtstatik des Patienten. In der Studie von Baghdadi et al. erhöhte sich das Risiko einer Pfannenlockerung um 24 % mit jedem Millimeter Entfernung vom nativen Hüftgelenkszentrum in medialer oder lateraler Richtung in 162 Fällen primärer Hüft-Totalendoprothesen [133]. Die Studie von Nawabi et al. wies einen erhöhten PE-Abrieb bei Lateralisierung des Hüftgelenkszentrums in Fällen einer dysplastisch veränderten Hüfte nach. Eine Kranialisierung des Zentrums zeigte eine größere Überlebensrate durch eine Vergrößerung des ossären Containments des Prothesenkopfes sowie einen signifikanten Anstieg des Harris Hip Scores [134]. Die Repositionierung des Hüftgelenkszentrums nach superiorlateral zeigte hohe Lockerungsraten aufgrund einer höheren Kraftübertragung des Prothesenkopfes auf den kranialateralen Rand der Pfannenkomponente mit nachfolgendem Luxationsereignis [135].

6.5 Limitationen der Studie

Aufgrund eines Ungleichgewichtes der Fallanzahl der Gruppen (74 vs. 30) kann es zu einem Selektionsbias kommen. Andererseits kommt es in Rahmen retrospektiver Studien zu unvollständigen Datensätzen. Eine weitere Limitation entsteht bei Auswertung der Beckenübersichtsaufnahmen aufgrund massiver ossärer Deformitäten bei multiplen vorhergehenden Revisionsoperationen. Eine weitere Einschränkung dieser Studie sind kleine Fallzahlen insbesondere im Vergleich der indikationsspezifischen Risikofaktoren, weshalb größere zukünftige Studien mit mehr Power benötigt werden.

6.6 Schlussfolgerung

In der Studie konnte dargestellt werden, welche patienten-, indikations- und operationsspezifischen Faktoren das Risiko eines erneuten Luxationsereignisses erhöhen. Ferner konnte sie einen Einblick über die Wertigkeit der einzelnen Parameter aufzeigen, um zukünftig Luxationsereignissen einer Hüft-Totalendoprothese vorzubeugen.

Es konnte nachgewiesen werden, dass ein zeitlicher Zusammenhang eines erhöhten Reluxationspotenzials besteht, je früher das Erst-Luxationsereignis nach operativer Intervention erfolgt, begründet in der Nachlässigkeit des umliegenden Weichteilgewebes bei noch insuffizient ausgebildeter Pseudokapsel, was wahrscheinlich durch erneuter mechanische Irritation in deren Heilung nachhaltig behindert wird.

Anhand dieser Ergebnisse und benannter Studien konnte gezeigt werden, dass ein erhöhter Body-Mass-Index einer der zentralen Parameter darstellt, ein erneutes Luxationsereignis aufgrund einer größeren Krafteinwirkung und Hebelwirkung adipöser Patienten auf das Hüftgelenk, insbesondere bei tiefer Flexion und Adduktion, zu provozieren. Eine genauere Betrachtung einer möglichen Korrelation zwischen einer funktionseinschränkenden Begleiterkrankung des kontralateralen Hüftgelenks und eines erneuten Luxationsgeschehens zeigte eine Risikoreduktion. Diese lässt sich am ehesten begründen durch schmerzbedingte Bewegungseinschränkungen bzw. eine Zunahme der Patientencompliance. Jedoch gibt es derzeit keine weiteren Studien über einen möglichen Zusammenhang. Weitere patienten-, indikations- sowie operationsspezifische Risikofaktoren zeigten sich in dieser Studie weniger bedeutsam als mitwirkender Faktor eines Therapieversagens.

Die Luxation einer Hüft-Totalendoprothesen stellt – trotz der Verbesserung im Prothesendesign, der medizinischen Kenntnisse und der radiologischen Darstellungsweisen – eine der häufigsten Komplikationen nach prothetischer Versorgung des Hüftgelenkes dar, deren Ursache ein multifaktorielles Zusammenwirken oben beschriebener Parameter ist. Wir empfehlen die Beibehaltung des aktuellen konservativen Therapieregimes bei korrekter Komponentenlage sowie die Einführung einer höheren Bewegungslimitierung in Fällen eines BMI über 25 kg/m^2 oder einem Erstluxationszeitpunkt unter 20 Tagen nach Operation zum Beispiel durch die postoperative Anlage einer protektiven Antiluxationsbandage. In Fällen einer Malposition der Komponenten, eines Frakturnachweises oder eines PE-Abriebs, wie auch bei chronischen Luxationen ist eine operative Revision unumgänglich.

7. Literaturverzeichnis

1. Ekelund, A., N. Rydell, and O.S. Nilsson, *Total hip arthroplasty in patients 80 years of age and older*. Clin Orthop Relat Res, 1992(281): p. 101-6.
2. Chang, R.W., J.M. Peltier, and G.B. Hazen, *A cost-effectiveness analysis of total hip arthroplasty for osteoarthritis of the hip*. JAMA, 1996. **275**(11): p. 858-65.
3. Learmonth, I.D., C. Young and C. Rorabeck, *The operation of the century: total hip replacement*. Lancet, 2007. **370**(9597): p. 1508-19.
4. Soohoo, N.F., E. Farnig, J.R. Lieberman, L. Chambers, D.S. Zingmond, *Factors that predict short-term complication rates after total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2010. **468**(9): p. 2363-71.
5. Garellick, G.e.a., *Swedish Hip Arthroplasty Register - Annual Report 2013*. 2013.
6. Sadoghi, P., M Liebensteiner, M. Agreiter, A. Leithner, N. Bohler, G. Labek, *Revision surgery after total joint arthroplasty: a complication-based analysis using worldwide arthroplasty registers*. J Arthroplasty, 2013. **28**(8): p. 1329-32.
7. listed, N.a., *Danish Hip Arthroplasty Register*. 2011.
8. Delaunay, C.,M. Hamadouche, J. Girard, A. Duhamel, Fcot Group So, *What are the causes for failures of primary hip arthroplasties in France?* Clin Orthop Relat Res, 2013. **471**(12): p. 3863-9.
9. Hailer, N.P., R.J. Weiss, A. Stark, J. Karrholm, *The risk of revision due to dislocation after total hip arthroplasty depends on surgical approach, femoral head size, sex, and primary diagnosis. An analysis of 78,098 operations in the Swedish Hip Arthroplasty Register*. Acta Orthop, 2012. **83**(5): p. 442-8.
10. Mahoney, C.R. and P.M. Pellicci, *Complications in primary total hip arthroplasty: avoidance and management of dislocations*. Instr Course Lect, 2003. **52**: p. 247-55.
11. Padgett, D.E. and H. Warashina, *The unstable total hip replacement*. Clin Orthop Relat Res, 2004(420): p. 72-9.
12. Patel, P.D., A. Potts and M.I. Froimson, *The dislocating hip arthroplasty: prevention and treatment*. J Arthroplasty, 2007. **22**(4 Suppl 1): p. 86-90.
13. Alberton, G.M., W.A. High and B.F. Morrey, *Dislocation after revision total hip arthroplasty : an analysis of risk factors and treatment options*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84-A**(10): p. 1788-92.
14. Bozic, K.J., S.M. Kurtz, E. Lau, K. Ong, T.P. Vail, D.J. Berry, *The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States*. J Bone Joint Surg Am, 2009. **91**(1): p. 128-33.
15. Khatod, M.,T. Barber, E. Paxton, R. Namba, D. Fithian, *An analysis of the risk of hip dislocation with a contemporary total joint registry*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 19-23.
16. Bozic, K.J., K. Ong, E. Lau, S.M. Kurtz, T.P. Vail, H.E. Rubash, D.J. Berry, *Risk of complication and revision total hip arthroplasty among Medicare patients with different bearing surfaces*. Clin Orthop Relat Res, 2010. **468**(9): p. 2357-62.
17. Bolland, B.J., S.L. Whitehouse and A.J. Timperley, *Indications for early hip revision surgery in the UK--a re-analysis of NJR data*. Hip Int, 2012. **22**(2): p. 145-52.
18. Berry, D.J., M. von Knoch, C.D. Schleck, W.S. Harmsen, *The cumulative long-term risk of dislocation after primary Charnley total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(1): p. 9-14.
19. Woo, R.Y. and B.F. Morrey, *Dislocations after total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(9): p. 1295-306.

20. Meek, R.M., D.B. Allan, G. McPhilipps, L. Kerr, C.R. Howie, *Epidemiology of dislocation after total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 9-18.
21. Leichtle, U.G., C.I. Leichtle, F. Taslaci, P. Reize, M. Wunschel, *Dislocation after total hip arthroplasty: risk factors and treatment options*. Acta Orthop Traumatol Turc, 2013. **47**(2): p. 96-103.
22. von Knoch, M., D.J. Berry, W.S. Harmsen, B.F. Morrey, *Late dislocation after total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84-A**(11): p. 1949-53.
23. Lutz Claes, P.K., C. Perka, M. Rudert, *AE-Manuel der Endoprothetik. Komplikationen bei Revisionseingriffen am Hüftgelenk* ed. M.M. Carsten Perka. 2012, Heidelberg London New York: Springer. 599.
24. D'Angelo, F., L. Murena, G. Zatti, P. Cherubino, *The unstable total hip replacement*. Indian J Orthop, 2008. **42**(3): p. 252-9.
25. Bartz, R.L., P.C. Nobel, N.R. Kadakia, H.S. Tullos, *The effect of femoral component head size on posterior dislocation of the artificial hip joint*. J Bone Joint Surg Am, 2000. **82**(9): p. 1300-7.
26. Kurtz, W.B., T.M. Ecker, W.M. Reichmann, S.B. Murphy, *Factors affecting bony impingement in hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2010. **25**(4): p. 624-34 e1-2.
27. Sariali, E., J.Y. Lazennec, F. Khiami, Y. Catonne, *Mathematical evaluation of jumping distance in total hip arthroplasty: influence of abduction angle, femoral head offset, and head diameter*. Acta Orthop, 2009. **80**(3): p. 277-82.
28. Robbins, G.M., B.A. Masri, D.S. Garbuz, N. Greidanus, C.P. Duncan, *Treatment of hip instability*. Orthop Clin North Am, 2001. **32**(4): p. 593-610, viii.
29. Barrack, R.L., D.W. Burke, S.D. Cook, H.B. Skinner, W.H. Harris, *Complications related to modularity of total hip components*. J Bone Joint Surg Br, 1993. **75**(5): p. 688-92.
30. Berend, K.R., A.V., Jr. Lombardi, T.H. Mallory, J.B. Adams, J.H. Russel, K.L. Groseth, *The long-term outcome of 755 consecutive constrained acetabular components in total hip arthroplasty examining the successes and failures*. J Arthroplasty, 2005. **20**(7 Suppl 3): p. 93-102.
31. Malik, A., A. Maheshwari and L.D. Dorr, *Impingement with total hip replacement*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(8): p. 1832-42.
32. Wera, G.D., N.T. Ting, M. Moric, W.G. Paprosky, S.M. Sporer, C.J. Della Valle, *Classification and management of the unstable total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2012. **27**(5): p. 710-5.
33. Perka, C., F. Haschke, and S. Tohtz, *[Dislocation after total hip arthroplasty]*. Z Orthop Unfall, 2012. **150**(2): p. e89-103, quiz e104-5.
34. Ali Khan, M.A., P.H. Brakenbury, and I.S. Reynolds, *Dislocation following total hip replacement*. J Bone Joint Surg Br, 1981. **63-B**(2): p. 214-8.
35. Turner, R.S., *Postoperative total hip prosthetic femoral head dislocations. Incidence, etiologic factors, and management*. Clin Orthop Relat Res, 1994(301): p. 196-204.
36. Berry, D.J., M. von Knoch, C.D. Schleck, W.S. Harmsen, *Effect of femoral head diameter and operative approach on risk of dislocation after primary total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(11): p. 2456-63.
37. Newington, D.P., G.C. Bannister, and M. Fordyce, *Primary total hip replacement in patients over 80 years of age*. J Bone Joint Surg Br, 1990. **72**(3): p. 450-2.
38. Boettcher, W.G., *Total hip arthroplasties in the elderly. Morbidity, mortality, and cost effectiveness*. Clin Orthop Relat Res, 1992(274): p. 30-4.
39. Morrey, B.F., *Instability after total hip arthroplasty*. Orthop Clin North Am, 1992. **23**(2): p. 237-48.

40. Morrey, B.F., *Difficult complications after hip joint replacement. Dislocation.* Clin Orthop Relat Res, 1997(344): p. 179-87.
41. Woolson, S.T. and Z.O. Rahimtoola, *Risk factors for dislocation during the first 3 months after primary total hip replacement.* J Arthroplasty, 1999. **14**(6): p. 662-8.
42. Haverkamp, D., M.N. Klinkenbijn, M.P. Somford, G.H. Albers, H.M. van der Vis, *Obesity in total hip arthroplasty--does it really matter? A meta-analysis.* Acta Orthop, 2011. **82**(4): p. 417-22.
43. Cogan, A., S. Kloche, P. Mamoudy, E. Sariali, *Total hip arthroplasty dislocation rate following isolated cup revision using Hueter's direct anterior approach on a fracture table.* Orthop Traumatol Surg Res, 2011. **97**(5): p. 501-5.
44. Jackson, M.P., S.A. Sexton, E. Yeung, W.L. Walter, W.K. Walter, B.A. Zicat, *The effect of obesity on the mid-term survival and clinical outcome of cementless total hip replacement.* J Bone Joint Surg Br, 2009. **91**(10): p. 1296-300.
45. Wetters, N.G., T.G. Murray, M. Moric, S.M. Sporer, W.G. Paprosky, C.J. Della Valle, *Risk factors for dislocation after revision total hip arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res, 2013. **471**(2): p. 410-6.
46. Suh, K.T., D.W. Kim, H.S. Lee, Y.J. Seong, J.S. Lee, *Is the dislocation rate higher after bipolar hemiarthroplasty in patients with neuromuscular diseases?* Clin Orthop Relat Res, 2012. **470**(4): p. 1158-64.
47. Werner, B.C. and T.E. Brown, *Instability after total hip arthroplasty.* World J Orthop, 2012. **3**(8): p. 122-30.
48. Paterno, S.A., P.F. Lachiewicz, S.S. Kelley, *The influence of patient-related factors and the position of the acetabular component on the rate of dislocation after total hip replacement.* J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(8): p. 1202-10.
49. Esposito, C.I., B.P. Gladnick, Y.Y. Lee, S. Lyman, T.M. Wright, D.J. Mayman, D.E. Padgett, *Cup position alone does not predict risk of dislocation after hip arthroplasty.* J Arthroplasty, 2015. **30**(1): p. 109-13.
50. Preininger, B., C. Perka, *Diagnostik und Therapie der Luxation nach Hüfttotalprothesenimplantation.* Orthopäde, 2014. **43**:54-63.
51. Daabiss, M., *American Society of Anaesthesiologists physical status classification.* Indian J Anaesth, 2011. **55**(2): p. 111-5.
52. Jolles, B.M., P. Zangger, P.F. Leyvraz, *Factors predisposing to dislocation after primary total hip arthroplasty: a multivariate analysis.* J Arthroplasty, 2002. **17**(3): p. 282-8.
53. Sun, Y., T. Stürmer, K.P. Günther, H. Brenner, *Inzidenz und Prävalenz der Cox- und Gonarthrose in der Allgemeinbevölkerung.* Z. Orthop. 135 1997: p. 184-192.
54. Conroy, J.L., S.L. Whitehouse, S.E. Graves, N.L. Pratt, P. Ryan, R.W. Crawford, *Risk factors for revision for early dislocation in total hip arthroplasty.* J Arthroplasty, 2008. **23**(6): p. 867-72.
55. Sanchez-Sotelo, J., D.J. Berry, *Epidemiology of instability after total hip replacement.* Orthop Clin North Am, 2001. **32**(4): p. 543-52, vii.
56. Berry, D.J., *Unstable total hip arthroplasty: detailed overview.* Instr Course Lect, 2001. **50**: p. 265-74.
57. Wang, L., R.T. Trousdale, S. Ai, K.N. An, K. Dai, B.F. Morrey, *Dislocation after total hip arthroplasty among patients with developmental dysplasia of the hip.* J Arthroplasty, 2012. **27**(5): p. 764-9.
58. Daly, P.J. and B.F. Morrey, *Operative correction of an unstable total hip arthroplasty.* J Bone Joint Surg Am, 1992. **74**(9): p. 1334-43.

59. Lewinnek, G.E., J.L. Lewis, R. Tarr, C.L. Compere, J.R. Zimmerman, *Dislocations after total hip-replacement arthroplasties*. J Bone Joint Surg Am, 1978. **60**(2): p. 217-20.
60. Reize, P., E.V. Geiger, A. Suckel, M. Rudert, N. Wulker, *Influence of surgical experience on accuracy of acetabular cup positioning in total hip arthroplasty*. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2008. **37**(7): p. 360-3.
61. Coventry, M.B., *Late dislocations in patients with Charnley total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 1985. **67**(6): p. 832-41.
62. Callanan, M.C., B. Jarrett, C.R. Bragdon, D. Zurakowski, H.E. Rubash, A.A. Freiberg, H. Malchau, *The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital*. Clin Orthop Relat Res, 2011. **469**(2): p. 319-29.
63. Wines, A.P. and D. McNicol, *Computed tomography measurement of the accuracy of component version in total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2006. **21**(5): p. 696-701.
64. Ranawat, C.S., M.J. Maynard, *Modern techniques of cemented total hip arthroplasty*. . Tech Orthop, 1991. **6:17-25**.
65. Lucas, D.H. and R.D. Scott, *The Ranawat sign. A specific maneuver to assess component positioning in total hip arthroplasty*. . J Orthop Tech 1994. **2(2):59-61**.
66. Widmer, K.H., *Containment versus impingement: finding a compromise for cup placement in total hip arthroplasty*. Int Orthop, 2007. **31 Suppl 1**: p. S29-33.
67. Widmer, K.H. and B. Zurfluh, *Compliant positioning of total hip components for optimal range of motion*. J Orthop Res, 2004. **22**(4): p. 815-21.
68. Dorr, L.D., A. Malik, M. Dastane, Z. Wan, *Combined anteversion technique for total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2009. **467**(1): p. 119-27.
69. Plate, J.F., T.M. Seyler, D.A. Stroh, K. Issa, M. Akbar, M.A. Mont, *Risk of dislocation using large- vs. small-diameter femoral heads in total hip arthroplasty*. BMC Res Notes, 2012. **5**: p. 553.
70. Soong, M., H.E. Rubash, and W. Macaulay, *Dislocation after total hip arthroplasty*. J Am Acad Orthop Surg, 2004. **12**(5): p. 314-21.
71. White, R.E., Jr., T.J. Forness, J.K. Allman, D.W. Junick, *Effect of posterior capsular repair on early dislocation in primary total hip replacement*. Clin Orthop Relat Res, 2001(393): p. 163-7.
72. Pellicci, P.M., M. Bostrom, and R. Poss, *Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair*. Clin Orthop Relat Res, 1998(355): p. 224-8.
73. Dudda, M., A. Gueleryuez, E. Gautier, A. Busato, C. Roeder, *Risk factors for early dislocation after total hip arthroplasty: a matched case-control study*. J Orthop Surg (Hong Kong), 2010. **18**(2): p. 179-83.
74. Hummel, M.T., A.L. Malkani, M.R. Yakkanti, D.L. Baker, *Decreased dislocation after revision total hip arthroplasty using larger femoral head size and posterior capsular repair*. J Arthroplasty, 2009. **24**(6 Suppl): p. 73-6.
75. Sierra, R.J., J.M. Raposo, R.T. Trousdale, M.E. Cabanela, *Dislocation of primary THA done through a posterolateral approach in the elderly*. Clin Orthop Relat Res, 2005. **441**: p. 262-7.
76. Chivas, D.J., K. Smith, and M. Tanzer, *Role of capsular repair on dislocation in revision total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **453**: p. 147-52.
77. Peters, C.L., E. McPherson, J.D. Jackson, J.A. Erickson, *Reduction in early dislocation rate with large-diameter femoral heads in primary total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2007. **22**(6 Suppl 2): p. 140-4.

78. Stroh, D.A., K. Issa, A.J. Johnson, R.E. Delanois, M.A. Mont, *Reduced dislocation rates and excellent functional outcomes with large-diameter femoral heads*. J Arthroplasty, 2013. **28**(8): p. 1415-20.
79. Amstutz, H.C., M.J. Le Duff, and P.E. Beaulé, *Prevention and treatment of dislocation after total hip replacement using large diameter balls*. Clin Orthop Relat Res, 2004(429): p. 108-16.
80. Triclot, P. and F. Gouin, *Update--"Big-head": the solution to the problem of hip implant dislocation?* Orthop Traumatol Surg Res, 2011. **97**(4 Suppl): p. S42-8.
81. Puppulin, L., A. Leto, M. Hasegawa, G. Pezzotti, *A comparative microstructural study of vitamin-E blended and infused highly crosslinked UHMWPE for total knee arthroplasty*. J Mech Behav Biomed Mater, 2014. **39**: p. 247-56.
82. Oral, E. and O.K. Muratoglu, *Vitamin E diffused, highly crosslinked UHMWPE: a review*. Int Orthop, 2011. **35**(2): p. 215-23.
83. Potter, H.G., L.F. Foo, and B.J. Nestor, *What is the role of magnetic resonance imaging in the evaluation of total hip arthroplasty?* HSS J, 2005. **1**(1): p. 89-93.
84. Muller, M., S. Tohtz, I. Springer, M. Dewey, C. Perka, *Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach*. Arch Orthop Trauma Surg, 2011. **131**(2): p. 179-89.
85. Trampuz, A. and W. Zimmerli, *Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment*. Swiss Med Wkly, 2005. **135**(17-18): p. 243-51.
86. Kadoya, Y., A. Kobayashi, and H. Ohashi, *Wear and osteolysis in total joint replacements*. Acta Orthop Scand Suppl, 1998. **278**: p. 1-16.
87. Murray, T.G., N.G. Wetters, M. Moric, S.M. Sporer, W.G. Paprosky, C.J. Della Valle, *The use of abduction bracing for the prevention of early postoperative dislocation after revision total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2012. **27**(8 Suppl): p. 126-9.
88. Dewal, H., S.L. Maurer, P. Tsai, E. Su, R. Hiebert, P.E. Di Cesare, *Efficacy of abduction bracing in the management of total hip arthroplasty dislocation*. J Arthroplasty, 2004. **19**(6): p. 733-8.
89. Mallory, T.H., A.V., Jr. Lombardi, R.A. Fada, S.M. Herrington, R.W. Eberle, *Dislocation after total hip arthroplasty using the anterolateral abductor split approach*. Clin Orthop Relat Res, 1999(358): p. 166-72.
90. Schuh, A., W. Mittelmeier, G. Zeiler, D. Behrend, J. Kircher, R. Bader, *Severe damage of the femoral head after dislocation and difficult reduction maneuvers after total hip arthroplasty*. Arch Orthop Trauma Surg, 2006. **126**(2): p. 134-7.
91. Parvizi, J. and B.F. Morrey, *Bipolar hip arthroplasty as a salvage treatment for instability of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 2000. **82-A**(8): p. 1132-9.
92. Callaghan, J.J., M.R. O'Rourke, D.D. Goetz, D.G. Lewallen, R.C. Johnston, W.N. Capello, *Use of a constrained tripolar acetabular liner to treat intraoperative instability and postoperative dislocation after total hip arthroplasty: a review of our experience*. Clin Orthop Relat Res, 2004(429): p. 117-23.
93. Patel, A.B., R.R. Wagle, M.M. Usrey, M.T. Thompson, S.J. Incavo, P.C. Noble, *Guidelines for implant placement to minimize impingement during activities of daily living after total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2010. **25**(8): p. 1275-81 e1.
94. Zimmerli, W., A. Trampuz, and P.E. Ochsner, *Prosthetic-joint infections*. N Engl J Med, 2004. **351**(16): p. 1645-54.
95. Elke, R., *Partikelkrankheit- Ist die Tribologie ein Thema in der Revisionschirurgie?*. Orthopäde 2001. **30**: 258-265.

96. Orozco, F. and W.J. Hozack, *Late dislocations after cementless total hip arthroplasty resulting from polyethylene wear*. J Arthroplasty, 2000. **15**(8): p. 1059-63.
97. Saklad, M., *Grading of patients for surgical procedures*. . Anesthesiology. , 1941. **2:281–284**.
98. Zwartele, R.E., R. Brand, and H.C. Doets, *Increased risk of dislocation after primary total hip arthroplasty in inflammatory arthritis: a prospective observational study of 410 hips*. Acta Orthop Scand, 2004. **75**(6): p. 684-90.
99. Bachhal, V., N. Jindal, G. Saini, R. Sament, V. Kumar, D. Chouhan, M. Dhillon, *A new method of measuring acetabular cup anteversion on simulated radiographs*. Int Orthop, 2012. **36**(9): p. 1813-8.
100. Abdel, M.P., P. von Roth, M.T. Jennings, A.D. Hanssen, M.W. Pagnano, *What Safe Zone? The Vast Majority of Dislocated THAs Are Within the Lewinnek Safe Zone for Acetabular Component Position*. Clin Orthop Relat Res, 2016. **474**(2): p. 386-91.
101. Ranawat, C.S., L.D. Dorr, and A.E. Inglis, *Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli of rheumatoid arthritis*. J Bone Joint Surg Am, 1980. **62**(7): p. 1059-65.
102. Pagnano, W., A.D. Hanssen, D.G. Lewallen, W.J. Shaughnessy, *The effect of superior placement of the acetabular component on the rate of loosening after total hip arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(7): p. 1004-14.
103. *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report*. National Institutes of Health. Obes Res, 1998. **6 Suppl 2**: p. 51S-209S.
104. Blom, A.W., M. Rogers, A.H. Taylor, G. Pattison, S. Whitehouse, G.C. Bannister, *Dislocation following total hip replacement: the Avon Orthopaedic Centre experience*. Ann R Coll Surg Engl, 2008. **90**(8): p. 658-62.
105. Kohn, D., O. Ruhmann, and C.J. Wirth, *[Dislocation of total hip endoprosthesis with special reference to various techniques]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1997. **135**(1): p. 40-4.
106. Joshi, A., C.M. Lee, L. Markovic, G. Vlatis, J.C. Murphy, *Prognosis of dislocation after total hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 1998. **13**(1): p. 17-21.
107. Jorgensen, C.C., P. Kjaersgaard-Andersen, S. Solgaard, H. Kehlet, Lundbeck Foundation Centr for Fast-Track, Hip, Knee Replacement Collaborative, Group, *Hip dislocations after 2,734 elective unilateral fast-track total hip arthroplasties: incidence, circumstances and predisposing factors*. Arch Orthop Trauma Surg, 2014. **134**(11): p. 1615-22.
108. Itokawa, T., Y. Nakashima, T. Yamamoto, G. Motomura, M. Ohsihi, S. Hamai, M. Akiyama, M. Hirata, D. Hara, Y. Iwamoto, *Late dislocation is associated with recurrence after total hip arthroplasty*. Int Orthop, 2013. **37**(8): p. 1457-63.
109. Hedlundh, U., M. Karlsson, K. Ringsberg, J. Besjakov, H. Fredin, *Muscular and neurologic function in patients with recurrent dislocation after total hip arthroplasty: a matched controlled study of 65 patients using dual-energy X-ray absorptiometry and postural stability tests*. J Arthroplasty, 1999. **14**(3): p. 319-25.
110. Bystrom, S., B. Espehaug, O. Furnes, L.I. Havelin, Norwegian Arthroplasty Register, *Femoral head size is a risk factor for total hip luxation: a study of 42,987 primary hip arthroplasties from the Norwegian Arthroplasty Register*. Acta Orthop Scand, 2003. **74**(5): p. 514-24.
111. Andrew, J.G., J. Palan, H.V. Kurup, P. Gibson, D.W. Murray, D.J. Beard, *Obesity in total hip replacement*. J Bone Joint Surg Br, 2008. **90**(4): p. 424-9.

112. Chee, Y.H., K.H. Teoh, B.M. Sabnis, J.A. Ballantyne, I.J. Brenkel, *Total hip replacement in morbidly obese patients with osteoarthritis: results of a prospectively matched study*. J Bone Joint Surg Br, 2010. **92**(8): p. 1066-71.
113. Davis, A.M., A.M. Wood, A.C. Keenan, I.J. Brenkel, J.A. Ballantyne, *Does body mass index affect clinical outcome post-operatively and at five years after primary unilateral total hip replacement performed for osteoarthritis? A multivariate analysis of prospective data*. J Bone Joint Surg Br, 2011. **93**(9): p. 1178-82.
114. Grant, J.A., N. Viens, M.P. Bolognesi, S.A. Olson, C.E. Cook, *Two-year outcomes in primary THA in obese male veterans administration medical center patients*. Rheumatol Int, 2008. **28**(11): p. 1105-9.
115. Lubbeke, A., R. Stern, G. Garavaglia, L. Zurcher, P. Hoffmeyer, *Differences in outcomes of obese women and men undergoing primary total hip arthroplasty*. Arthritis Rheum, 2007. **57**(2): p. 327-34.
116. Sadr Azodi O, R. Bellocco, K. Eriksson, J. Adami, *The impact of tobacco use and body mass index on the length of stay in hospital and the risk of post-operative complications among patients undergoing total hip replacement*. J Bone Joint Surg Br 2006. **88**: **1316-20**.
117. Kim, Y., S. Morshed, T. Joseph, K. Bozic, M.D. Ries, *Clinical impact of obesity on stability following revision total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **453**: p. 142-6.
118. Fackler, C.D. and R. Poss, *Dislocation in total hip arthroplasties*. Clin Orthop Relat Res, 1980(151): p. 169-78.
119. Darowski, A., S.A. Chambers, and D.J. Chambers, *Antidepressants and falls in the elderly*. Drugs Aging, 2009. **26**(5): p. 381-94.
120. Masonis, J.L., J.V. Patel, A. Miu, R.B. Bourne, R. McCalden, S.J. Macdonald, C.H. Rorabeck, *Subtrochanteric shortening and derotational osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip dysplasia: 5-year follow-up*. J Arthroplasty, 2003. **18**(3 Suppl 1): p. 68-73.
121. Kelley, S.S., P.F. Lachiewicz, J.M. Hickman, S.M. Paterno, *Relationship of femoral head and acetabular size to the prevalence of dislocation*. Clin Orthop Relat Res, 1998(355): p. 163-70.
122. Kung, P.L. and M.D. Ries, *Effect of femoral head size and abductors on dislocation after revision THA*. Clin Orthop Relat Res, 2007. **465**: p. 170-4.
123. Padgett, D.E., J. Lipman, B. Robie, B.J. Nestor, *Influence of total hip design on dislocation: a computer model and clinical analysis*. Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 48-52.
124. Migaud, H., J. Girard, A. Jobin, Y. Pinoit, S. Herent, P. Laffargue, *Couple de frottement métal-métal en grand diamètre au cours des arthroplasties totales de hanches : avantages et inconvénients*. . Rev Chir Orthop, 2007. **93 pp. 310-311**.
125. Yoshimine, F., *The influence of the oscillation angle and the neck anteversion of the prosthesis on the cup safe-zone that fulfills the criteria for range of motion in total hip replacements. The required oscillation angle for an acceptable cup safe-zone*. J Biomech, 2005. **38**(1): p. 125-32.
126. Yoshimine, F., *The safe-zones for combined cup and neck anteversions that fulfill the essential range of motion and their optimum combination in total hip replacements*. J Biomech, 2006. **39**(7): p. 1315-23.

127. Kwon, M.S., M. Kuskowski, K.J. Mulhall, W. Macaulay, T.E. Brown, K.J. Saleh, *Does surgical approach affect total hip arthroplasty dislocation rates?* Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 34-8.
128. Geller, J.A., H. Malchau, C. Bragdon, M. Greene, W.H. Harris, A.A. Freiberg, *Large diameter femoral heads on highly cross-linked polyethylene: minimum 3-year results.* Clin Orthop Relat Res, 2006. **447**: p. 53-9.
129. Maloney, W.J. and J.A. Keeney, *Leg length discrepancy after total hip arthroplasty.* J Arthroplasty, 2004. **19**(4 Suppl 1): p. 108-10.
130. Sobiech, M., M. Jablonski, M. Gorzelak, K. Turzanska, A. Posturzynska, M. Drelich, *Postoperative limb lengthening following Total Hip Arthroplasty (THA) through a posterior approach--a challenge for the orthopaedist or physiotherapist?* Ortop Traumatol Rehabil, 2010. **12**(5): p. 420-9.
131. Kessler, O., S. Patil, S. Wirth, E. Mayr, C.W., Jr. Colwell, D.D. D'Lima, *Bony impingement affects range of motion after total hip arthroplasty: A subject-specific approach.* J Orthop Res, 2008. **26**(4): p. 443-52.
132. Preininger, B., K. Schmorl, P. von Roth, T. Winkler, G. Matziolis, C. Perka, S. Tohtz., *Femoral Offset (3D) in Patients without Osteoarthritis - Index Values from 200 Hip Joints.* Open Orthop J, 2012. **6**: p. 578-81.
133. Baghdadi, Y.M., A.N. Larson, and R.J. Sierra, *Restoration of the hip center during THA performed for protrusio acetabuli is associated with better implant survival.* Clin Orthop Relat Res, 2013. **471**(10): p. 3251-9.
134. Nawabi, D.H., M. Meftah, D. Nam, A.S. Ranawat, C.S. Ranawat, *Durable fixation achieved with medialized, high hip center cementless THAs for Crowe II and III dysplasia.* Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(2): p. 630-6.
135. Doehring, T.C., H.E. Rubash, F.J. Shelley, L.J. Schwendeman, T.K. Donaldson, Y.A. Navalgund, *Effect of superior and superolateral relocations of the hip center on hip joint forces. An experimental and analytical analysis.* J Arthroplasty, 1996. **11**(6): p. 693-703.

8. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Komplikationsraten nach Primär-Implantation einer Hüft-Totalendoprothese [4]	8
Tab. 2: Einteilung der Luxation einer Hüft-Totalendoprothese nach Wera	11
Tab. 3: Einteilung der Luxation einer Hüft-Totalendoprothese nach der Charité-Klassifikation	12
Tab. 4: Ausschlusskriterien der Fälle	29
Tab. 5: ASA-Score [97]	30
Tab. 6: Geschlechterverteilung	36
Tab. 7: Verteilung der betroffenen Hüftseiten in Bezug auf das Erst-Luxationsereignis	37
Tab. 8: Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Erst-Luxationsereignisses	38
Tab. 9: BMI in kg/m ² zum Zeitpunkt der Erst-Luxation der Hüft-Totalendoprothese	39
Tab. 10: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Subgruppenanalyse der Früh- und Spätluxationen	40
Tab. 11: Reluxationszeitraum	40
Tab. 12: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Frühluxationszeitpunktes	41
Tab. 13: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Spätluxationszeitpunktes	42
Tab. 14: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Geschlechterverteilung	43
Tab. 15: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Alters	44
Tab. 16: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des BMI	45
Tab. 17: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand neurologischer Grunderkrankungen	46
Tab. 18: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand psychiatrischer Grunderkrankungen	47
Tab. 19: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand von postoperativen Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke	48
Tab. 20: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Hüftgelenkerkrankungen der Gegenseite	49

Tab. 21: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Kniegelenkserkrankungen	50
Tab. 22: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand eines ASA-Scores ≥ 3	51
Tab. 23: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei destruierenden Arthritiden des Hüftgelenkes	52
Tab. 24: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei Dysplasie und/oder hohe Hüftluxation	53
Tab. 25: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei posttraumatischer Arthrose	54
Tab. 26: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Art der Voroperation	55
Tab. 27: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Revisionsanzahl ≥ 2	56
Tab. 28: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Kopfdurchmessers	57
Tab. 29: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Beinlängendifferenz	58
Tab. 30: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Inklination der Pfannenkomponente	59
Tab. 31: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Anteversion der Pfannenkomponente	60
Tab. 32: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des femoralen Hüftoffsets	61
Tab. 33: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des azetabulären Hüftoffsets	62
Tab. 34: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Hüftoffsets	63
Tab. 35: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der horizontalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	64
Tab. 36: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der vertikalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	65

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Dorsale Luxation einer Hüft-Totalendoprothese bei pelvitrochantärer Insuffizienz	12
Abb. 2: Hohmann-Antiluxations-Bandage (Brillinger GmbH Co., Tübingen, Germany) [21]	23
Abb. 3: Durchmesser des radiologisch ausgemessenen Hüftkopfes	32
Abb. 4: Ermittlungen der Beinlängendifferenz und der Pfanneninklination	33
Abb. 5: Ermittlung der azetabulären Anteversion [102]	33
Abb. 6: Azetabuläres und Femorales Offset	34
Abb. 7: Horizontale und vertikale Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	35
Abb. 8: Geschlechterverteilung	36
Abb. 9: Verteilung der betroffenen Hüftseiten in Bezug auf das Erst-Luxationsereignis	37
Abb. 10: Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Erst-Luxationsereignisses	38
Abb. 11: BMI in kg/m^2 zum Zeitpunkt der Erst-Luxation der Hüft-Totalendoprothese	39
Abb. 12: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Frühluxationszeitpunktes	41
Abb. 13: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Spätluxationszeitpunktes	42
Tab. 14: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Geschlechterverteilung	43
Abb. 15: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Alters	44
Abb. 16: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des BMI	45
Abb. 17: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand neurologischer Grunderkrankungen	46
Abb. 18: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand psychiatrischer Grunderkrankungen	47
Abb. 19: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand von postoperativen Einschränkungen aufgrund von Begleiterkrankungen oder Funktionsstörungen anderer Gelenke	48
Abb. 20: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Hüftgelenkserkrankungen der Gegenseite	49

Abb. 21: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand bestehender Kniegelenkserkrankungen	50
Abb. 22: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand eines ASA-Scores ≥ 3	51
Abb. 23: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei destruierenden Arthritiden des Hüftgelenkes	52
Abb. 24: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei Dysplasie und/oder hohe Hüftluxation	53
Abb. 25: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Indikationsstellung bei posttraumatischer Arthrose	54
Abb. 26: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Art der Voroperation	55
Abb. 27: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand einer Revisionsanzahl ≥ 2	56
Abb. 28: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Kopfdurchmessers	57
Abb. 29: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Beinlängendifferenz	58
Abb. 30: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Inklination der Pfannenkomponente	59
Abb. 31: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der Anteversion der Pfannenkomponente	60
Abb. 32: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des femoralen Hüftoffsets	61
Abb. 33: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des acetabulären Hüftoffsets	62
Abb. 34: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand des Hüftoffsets	63
Abb. 35: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der horizontalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	64
Abb. 36: Vergleich des Therapieerfolgs und -versagens anhand der vertikalen Rekonstruktion des Hüftgelenkszentrums	65

10. Abkürzungsverzeichnis

et al.	et alii, et aliae, et alia
BMI	Body-Mass-Index
ROM	Range of Motion
CCD-Winkel	Collum-Caput-Diaphysen-Winkel
PE-Abrieb	Polyethylen-Abrieb
vs.	versus
ASA-Score	American Society of Anesthesiologists – Score
OP	Operation
EH-Schein	Erste Hilfe-Schein
M. Parkinson	Morbus Parkinson
OSG	Oberes Sprunggelenk
USG	Unteres Sprunggelenk
OR	Odds Ratio
RR	Relatives Risiko
Z.n.	Zustand nach
sin	Sinus
ICD	International Classification of Diseases

11. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Geraldine Kath, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Retrospektive Analyse des Therapieerfolgs bei Primärluxation der Hüft-Totalendoprothese anhand von patienten-, indikations- und operationsspezifischen Risikofaktoren“ 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) 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/der Betreuer/in, 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

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Geraldine Kath hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

keine

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers/der betreuenden Hochschullehrerin

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

12. Lebenslauf

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

13. Danksagung

Ich möchte mich in aller Form bei meinem Doktorvater Professor Dr. med. Michael Putzier für die Ermöglichung dieser Dissertation und die Aushändigung dieses hochinteressanten Themas sowie für die unermüdliche Auseinandersetzung mit der Thematik, die Weitergabe seines orthopädischen Wissens, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes und die gemeinsame Lösung von Herausforderungen in der Umsetzung der Doktorarbeit herzlich bedanken.

Außerdem gilt mein Dank an Herrn Dr. med. Georgi Wassilew, der mich mit seinem Erfahrungsreichtum wegweisend begleitete, sowie für die kritische Auseinandersetzung in der Umsetzung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. med. Viktor Janz, der im permanenten Austausch auch die kleinsten Details dieser Arbeit und mein wissenschaftliches Arbeiten perfektionierte, sich stets für mich Zeit nahm und dem ein hochintellektuelles Gespräch zur Umsetzung dieser Arbeit niemals zu lang war.

Professor Dr. med. Carsten Perka danke ich für jede Anregung und Äußerung der wissenschaftlichen Betrachtungsweisen hinsichtlich meiner Doktorarbeit und der orthopädischen Fachexpertise in Bezug auf die Umsetzung der Arbeit wie auch in der Bewertung veröffentlichter Publikationen.

Ich danke außerdem vom ganzen Herzen meiner Familie und meinen Freunden für die emotionale Unterstützung und für deren Verständnis bezüglich zeitlicher Limitationen in der Anwesenheit familiärer Treffen.

Ich möchte diese Doktorarbeit meinen verstorbenen Großeltern, Günter und Elisabeth Kath, widmen, die niemals an mir gezweifelt haben.