

**Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Tübingen**

**Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie**

**Ärztlicher Direktor: Professor Dr. U. Stöckle**

**Hüftprothesenimplantation nach Azetabulumfraktur**

**Klinische und radiologische Outcomeanalyse**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**vorgelegt von**

**Busch, André**

**aus Bochum**

**2016**

Dekan: Professor Dr. I.B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. G. Ochs

2. Berichterstatter: Professor Dr. F. Maurer

Tag der Disputation: 22.11.2016

*Meinen Eltern*



# Inhalt

1. Einleitung	10
1.1. Hüftgelenksanatomie	10
1.1.1. Ossäre und ligamentäre Anatomie	10
1.1.2. Muskulatur	13
1.1.3. Leitungsbahnen	14
1.2. Biomechanik des Hüftgelenkes	14
1.3. Pathomechanik	15
1.3.1. Direkte Gewalteinwirkung	15
1.3.2. Indirekte Gewalteinwirkung	15
1.4. Diagnostik	16
1.4.1. Anamnese und klinische Diagnostik	17
1.4.2. Radiologische Diagnostik	17
1.5. Klassifikation	21
1.6. Begleitverletzungen	25
1.6.1. Frakturen des Hüftkopfes (Pipkin)	25
1.6.2. Intraartikuläre Fragmente	25
1.6.3. Impressionen der azetabulären Gelenkfläche	26
1.6.4. Impressionen am Hüftkopf	26
1.6.5. Kapsel- und Gefäßverletzungen	26
1.6.6. Nervenverletzungen	27
1.6.7. Weitere Begleitverletzungen	27
1.7. Therapie	27
1.7.1. Therapieplanung	27
1.7.2. Konservative Therapie	28
1.7.3. Operative Therapie	29
1.7.3.1. Operationsplanung	30
1.7.3.2. Kocher-Langenbeck-Zugang	30
1.7.3.2.1. Chirurgische Hüftluxation nach Ganz	32
1.7.3.2.2. Komplikationen des Kocher-Langenbeck-Zugangs	32

1.7.3.3. Ilioinguinaler Zugang	34
1.7.3.4. Erweiterte Zugänge zum Azetabulum	35
1.7.3.5. Ileoemoraler Zugang nach Letournel	35
1.7.3.6. Modifizierter Stoppa-Zugang	36
1.7.4. Allgemeine postoperative Komplikationen	36
1.7.4.1. Thrombembolien	36
1.7.4.2. Iatrogene Gefäßschädigungen	36
1.7.4.3. Unzufriedenstellende Osteosynthese	37
1.7.5. Nachbehandlung	37
1.8. Koxarthrose	39
1.8.1. Sekundäre Hüftgelenksarthrose nach Azetabulumfraktur	39
1.8.2. Diagnostik von Hüftgelenksarthrosen	40
1.8.2.1. Klinik von Hüftgelenksarthrosen	40
1.8.2.2. Radiologische Zeichen von Hüftgelenksarthrosen	41
1.8.3. Therapie von Hüftgelenksarthrosen	42
1.8.3.1. Konservative Therapie	42
1.8.3.2. Operative Therapie	43
1.8.3.2.1. Nicht-Endoprothetische Verfahren	43
1.8.3.2.2. Endoprothetische Verfahren	44
1.8.3.3. Nachbehandlung der Prothesenimplantation	51
1.8.4. Standzeit	52
1.8.4.1. Prothesenlockerung	52
1.8.4.2. Protheseninfektion	52
1.8.4.3. Periprothetische Fraktur	53
1.8.4.4. Rezidivierende Luxationen	55
2. Fragestellung	57
3. Material und Methoden	59
3.1. Datenerhebung	59
3.1.1. Aktenrecherche	59
3.1.2. Patientenbezogene Daten	60
3.2. Nachuntersuchung	61
3.2.1. Fragebögen	61

3.2.1.1. WOMAC	61
3.2.1.2. Gesundheitsfragebögen EQ-5D	61
3.2.1.3. Harris-Hip-Score	62
3.2.2. Klinische Untersuchung	63
3.3. Röntgenanalyse	65
3.3.1. Heterotope Ossifikation nach Brooker et al	65
3.3.2. Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS	65
3.3.3. DGOT-Klassifikation/Azetabulum	66
3.3.4. Knochensubstanzdefekte Femur der AAOS (D'Antonio)	66
3.3.5. DGOT-Klassifikation/Femur (Bettin D, Katthagen B)	67
3.3.6. Analyse der Pfanne	68
3.3.7. Analyse des Schaftes	69
3.3.7.1 Stress-shielding nach Engh et al	69
3.3.7.2. Lysezeichen nach Gruen et al	70
3.4. Statistische Methoden	72
4. Ergebnisse	72
4.1. Patientenkollektiv	73
4.1.1. Alter und Geschlecht	74
4.1.2. Unfallmechanismus, Verletzungsausmaß und Begleitverletzungen	76
4.1.3. Klassifikation	80
4.1.4. Frakturversorgung	83
4.1.5. Endoprothetische Versorgung	84
4.1.6. Prothesentyp	88
4.1.7. Postoperative Komplikationen	91
4.1.8. Standzeit	92
4.1.9. Revisionen und Folgeoperationen	93
4.2. Nachuntersuchung	95
4.2.1. Fragebögen	96
4.2.1.1. WOMAC	96
4.2.1.2. Gesundheitsfragebögen EQ-5D	99
4.2.1.3. Harris-Hip-Score	100

4.2.1.4. Zufriedenheit der Patienten mit dem Künstlichen Hüftgelenk	103
4.2.1.5. Schmerzfreie Gehstrecke	107
4.2.1.6. Schmerzmitteleinnahme	112
4.2.2. Klinische Untersuchung	115
4.3. Röntgenanalyse	117
4.3.1. Heterotope Ossifikationen nach Brooker et al vor HTP	117
4.3.2. Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS	122
4.3.3. DGOT-Klassifikation/ Azetabulum	127
4.3.4. Knochensubstanzdefekte Femur der AAOS und DGOT-Klassifikation/ Femur	134
4.3.5. Analyse der Pfanne	134
4.3.6. Analyse des Schaftes	137
4.3.7. Heterotope Ossifikation nach Brooker et al nach HTP	137
5. Diskussion	143
5.1. Patientenkollektiv	147
5.1.1. Alter und Geschlecht	148
5.1.2. Unfallmechanismus und Begleitverletzungen	149
5.1.3. Klassifikation	150
5.1.4. Frakturversorgung	152
5.1.5. Endoprothetische Versorgung	157
5.1.6. Postoperative Komplikationen, Revisionen und Standzeit	155
5.2. Nachuntersuchung	160
5.2.1. Fragebögen	160
5.2.1.1. WOMAC	160
5.2.1.2. Gesundheitsfragebogen EQ-5D	160
5.2.1.3. Harris-Hip-Score	161
5.3. Radiologische Auswertung	163
5.3.1 Analyse der Pfanne	163
5.3.2. Heterotope Ossifikation nach Brooker et al nach HTP	164
5.4. Kernaussagen der Vergleichsstudien	165
5.5. Fazit	168

6. Zusammenfassung	171
7. Klinische Fallbeispiele	175
7.1. Beispiel 1 (Patientennummer 2)	175
7.2. Beispiel 2 (Patientennummer 9)	180
7.3. Beispiel 3 (Patientennummer 16)	183
7.4. Beispiel 4 (Patientennummer 32 und 51)	186
7.5. Beispiel 5 (Patientennummer 10)	192

## Appendix:

8. Abkürzungsverzeichnis	199
9. Patientenfragebögen	200
10. Bogen für patientenbezogene Daten	206
11. Bogen für die klinische Untersuchung	209
12. Bogen für die radiologischen Untersuchungsbefunde	211
13. Literaturverzeichnis	218

# 1. Einleitung

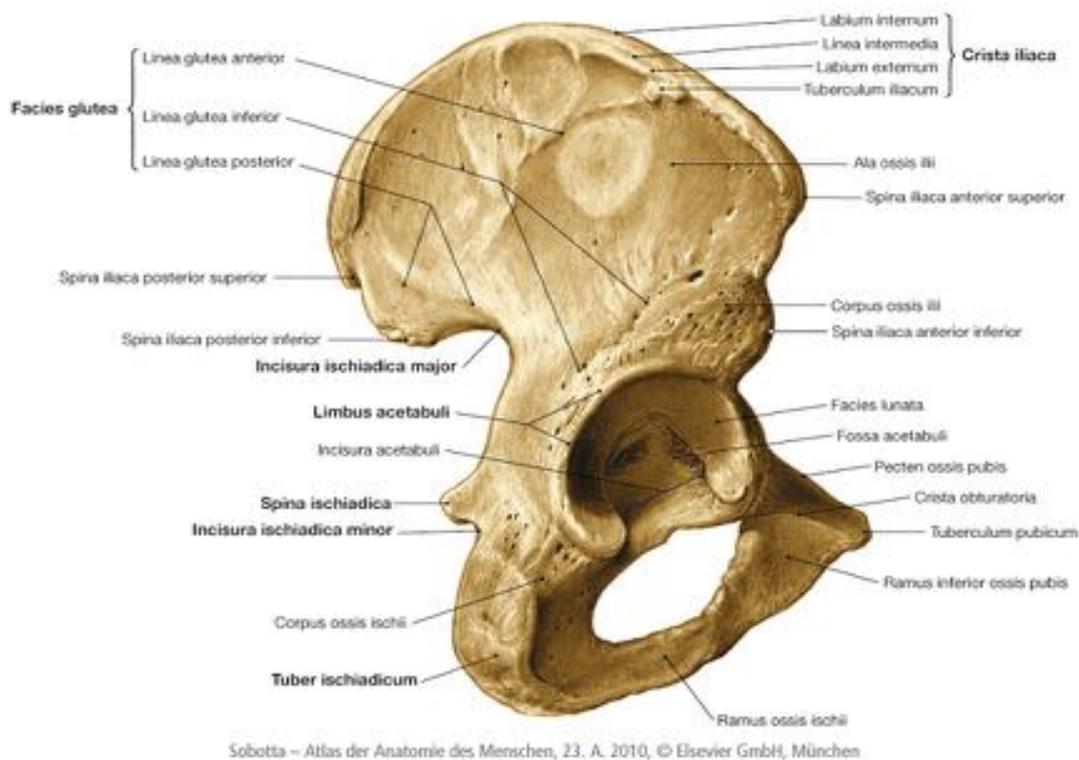
## 1.1. Hüftgelenksanatomie

### 1.1.1. Ossäre und ligamentäre Anatomie

Das Hüftbein ist ein Zusammenschluss aus drei Knochen. Kranial liegt das Darmbein (Os ilium), ventral befindet sich das Schambein (Os pubis) und dorsokaudal erstreckt sich das Sitzbein (Os ischii). Während der Kindheit besteht eine Y-förmige, knorpelige Wachstumsfuge zwischen den drei Knochen, die zum Abschluss der Pubertät synostiert [111]. An der Stelle, an der sich die drei Knochen treffen, befindet sich die knöcherne Hüftgelenkspfanne, das Azetabulum. Das Azetabulum ist zu Beginn von Entwicklung und Wachstum verhältnismäßig flach und vertieft sich bis zum Erreichen des Erwachsenenalters. In der Tiefe des Azetabulums befindet sich die Fossa acetabuli, die nach ventrokaudal in die Incisura acetabuli ausläuft. Die Incisura acetabuli ist in situ durch das Ligamentum transversum acetabuli verschlossen. In der Fossa acetabuli ist die mit hyalinem Knorpel überzogene Facies lunata angelegt, die der Übertragung des Körpergewichtes auf das Femur dient. Die knöchernen Strukturen des Azetabulums werden durch eine aus Faserknorpel bestehende ringförmige Gelenkklippe (Limbus acetabuli) ergänzt, die dem Caput femoris eng anliegt und ihn über den Äquator hinaus umgreift [96] [111] [165].

Die anatomischen Strukturen wurden durch Rouvière auf ihre biomechanischen Eigenschaften hin untersucht. Rouvière erkannte, dass das Hüftbein aus einer Zwei-Pfeiler-Struktur aufgebaut ist [159]. Die beiden Pfeiler sind wie ein auf dem Kopf stehendes "Y" zueinander angeordnet, wobei die Gelenkpfanne Anteile von beiden Pfeilern enthält. Der vordere Pfeiler, der den längeren Schenkel des "Y" darstellt, enthält Anteile von Schambein, ventralem Azetabulum und der ventralen Darmbeinschaukel. Im Bereich des vorderen Pfeilers fällt eine von innen tastbare Struktur auf, die als "Quadrilaterale Fläche" bezeichnet wird. Die quadrilaterale Fläche stellt die mediale Wand des Azetabulums dar [2] [108]. Der hintere Pfeiler, der enorme Bedeutung für die

Kraftübertragung vom Becken auf den Oberschenkelknochen besitzt, setzt sich aus Anteilen des dorsalen Darmbeins und dem Sitzbein zusammen. Am hinteren Pfeiler fällt auf, dass die Knochensubstanz sehr dicht und fest erscheint [29] [88].



**Abb. 1 - Knöchernes Becken; Ansicht von lateral**

© Putz/Pabst: Sobotta. Atlas der Anatomie des Menschen, 21. Aufl. Urban & Fischer, 2000

[https://shop.elsevier.de/media/blfa\\_files/Leseprobe-Sobotta-LB\\_Pra\\_p-Dozenten.pdf](https://shop.elsevier.de/media/blfa_files/Leseprobe-Sobotta-LB_Pra_p-Dozenten.pdf)

Die Gelenkkapsel entspringt proximal am Pfannenrand und befestigt sich ventral an der Linea intertrochanterica femoris, dorsal etwa 1,5 cm proximal der Crista trochanterica femoris. Innerhalb des Gelenkes befindet sich die Epiphysenfuge des proximalen Femurs. Die Gelenkkapsel wird durch drei Bänder verstärkt, die in der Nähe der Hüftpfanne entspringen:

- vom Sitzbein das Lig. Ischiofemorale
- vom Darmbein das Lig. Iliofemorale
- vom Schambein das Lig. Pubofemorale

Die drei Bänder werden als die widerstandsfähigsten Bänder des menschlichen Körpers beschrieben und befestigen sich an der Linea intertrochanterica femoris. Die drei spiralig in die Gelenkkapsel eingewebten Bänder entspannen bei Flexion des Hüftgelenkes und spannen sich bei Extension des Hüftgelenks an. Von der Incisura acetabuli und vom Lig. transversum acetabuli verläuft intraartikulär ein in das Fettgewebe der Fossa acetabuli eingebettetes Ligament, das als Ligamentum capitis femoris bezeichnet wird. Es setzt an der Fovea capitis femoris an und enthält den R. acetabularis der A. obturatoria. Das Ligamentum capitis femoris hat kaum mechanische Funktion und sein arterielles Gefäß ist anteilhaft an der Blutversorgung des Caput femoris beteiligt [96].

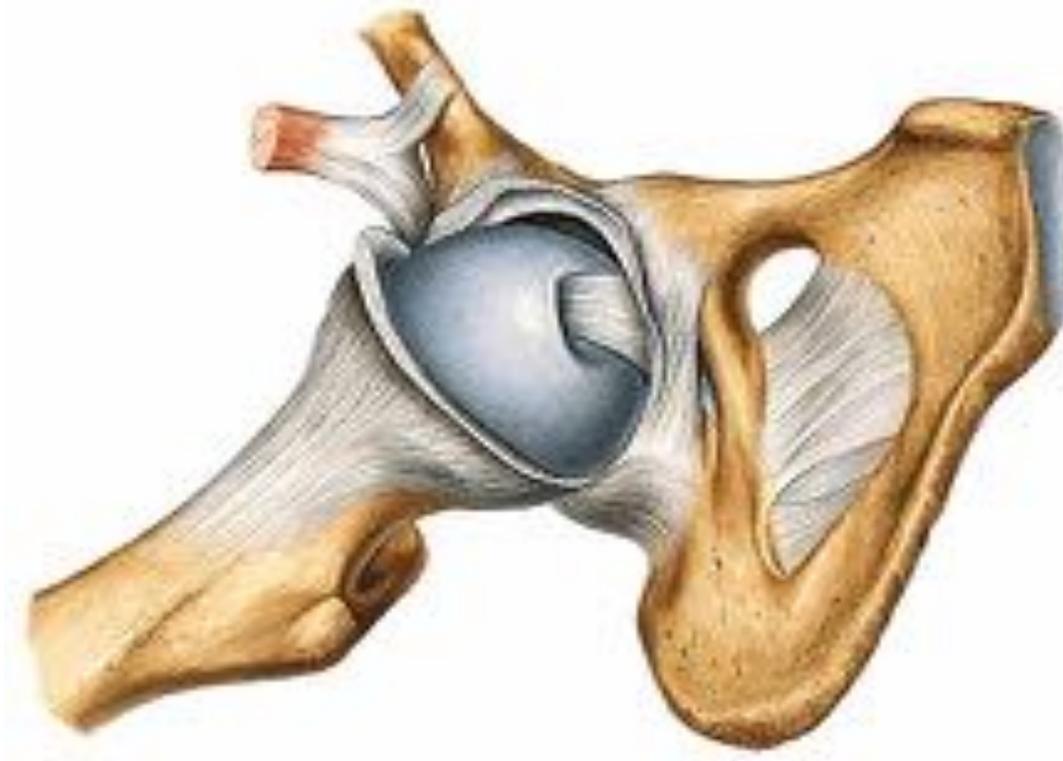


Abb. 2 – Hüftgelenk; Ansicht von lateral-distal

© Putz/Pabst: Sobotta. Atlas der Anatomie des Menschen, 21. Aufl. Urban & Fischer, 2000

<https://www.tk.de/rochelexikon/pics/s22372.071-1.jpg>

Das Os coxae wird von einem aus vielen Ästen sich zusammensetzenden Arteriennetzwerk mit Blut versorgt. Der vordere Pfannenrand und die zentralen Anteile des Azetabulums werden von Ästen der A. obturatoria versorgt. Die A. glutea superior versorgt die kranialen und dorsokranialen Anteile des Azetabulums. Hingegen werden die dorsokaudalen Anteile des Os coxae von der A. glutea inferior versorgt. Die Gelenkkapsel, das Collum femoris und das Caput femoris werden ebenfalls aus einem Gefäßnetzwerk versorgt, das sich aus A. circumflexa femoris medialis et lateralis speist. Beide Arterien entspringen der A. profunda femoris. Für die Versorgung des Hüftkopfes besitzt die durch ein Retinakulum geschützte A. circumflexa femoris medialis eine überragende Bedeutung [161]. Die komplexe Anastomisierung verursacht posttraumatisch einerseits eine hohe Blutungsneigung andererseits eine schnelle und suffiziente Heilung [6] [111] [165] [174].

### **1.1.2. Muskulatur**

Das Hüftgelenk ist ein durch eine Vielzahl von Muskeln bedecktes Gelenk. Dorsal ist das Hüftgelenk durch die Glutealmuskulatur umgeben. Die Glutealmuskulatur ist an Extension, Abduktion und Außenrotation beteiligt. Die Innervation der Glutealmuskulatur entstammt dem Plexus sacralis. In der Tiefe findet sich an der dorsalen Seite des Hüftgelenkes die Gruppe der kleinen Außenrotatoren. Die, wie der Name impliziert, vornehmlich an der Außenrotation beteiligten Muskeln werden sowohl durch den Plexus sacralis als auch durch den Plexus lumbalis innerviert. An der ventralen Seite des Hüftgelenkes befindet sich der M. iliopsoas. Der durch den N. femoralis (Plexus lumbalis) innervierte Muskel fungiert als Flexor des Hüftgelenkes. Weitere Flexoren des Hüftgelenkes sind der M. rectus femoris und der M. sartorius, die im Bereich der spinae ilicae anteriores entspringen und ebenfalls durch den N. femoralis versorgt werden. Die quadrilaterale Fläche, die sich an der inneren Seite des Hüftbeines befindet, wird vom M. obturatorius internus überzogen. Im weiteren Verlauf zieht der M. obturatorius internus gemeinsam mit den kleinen Außenrotatoren an der Hinterwand des Azetabulums vorbei ins Trochanterareal [96] [111] [149].

### 1.1.3. Leitungsbahnen

In der Nähe des Hüftgelenkes befinden sich wichtige Leitungsbahnen, die zur unteren Extremität ziehen. Bei einer Operation des Azetabulums ist auf die Schonung der Leitungsbahnen zu achten. Ventral ziehen unter dem Ligamentum inguinale der Nervus femoralis, die Vena femoralis und die Arteria femoralis zur ventralen Oberschenkelseite. Auf der Dorsalseite des Azetabulums zieht der aus dem Foramen infrapiriforme kommende N. ischiadicus nach kaudal in Richtung des Tuber ischiadicum. Bei Luxationen des Hüftkopfes nach dorsal ist der N. ischiadicus besonders gefährdet [165]. In direkter Nachbarschaft zur quadrilateralen Fläche verläuft der Canalis obturatorius, durch den A. und V. obturatoria sowie der N. obturatorius hindurchziehen [96] [111].

## 1.2. Biomechanik des Hüftgelenkes

Das Hüftgelenk ist ein Kugelgelenk, dessen Gelenkflächen sphärisch gekrümmt sind. Um die transversal verlaufende Achse erfolgen Extension und Flexion. (10-0-130). Die Extension ist im Gegensatz zur Flexion so gering, da die in die Gelenkkapsel eingefassten Bänder sich bei Extension anspannen und bei Flexion sich entspannen. Um die longitudinale verlaufende Achse erfolgen Innen- und Außenrotation (40-0-30). Um die sagittal verlaufende Achse erfolgen Abduktion und Adduktion (50-0-40) [96] [111]. Das Hüftgelenk weist eine physiologische Inkongruenz seiner artikulierenden Anteile auf [54]. Der Durchmesser des Hüftkopfes ist größer als der des Azetabulums. Durch das vom Rand des Azetabulums entspringende Labrum acetabuli wird diese Inkongruenz teilkompensiert. Das Azetabulum ist nicht nur nach lateral sondern auch nach vorne unten ausgerichtet. Das Azetabulum bildet mit der Körperlängsachse einen Winkel, den man als Wiberg-Winkel bezeichnet. Zur Bestimmung des Winkels wird ausgehend vom Zentrum des Hüftkopfes einerseits eine Lotlinie andererseits eine Tangente des Pfannenerkers gezogen. Der Winkel beträgt in der Regel 30-40° [38]. Die Achse des Femurhalses bildet mit der Femurschaftachse den sog. Collum-diaphysenwinkel (CCD) aus, der im Erwachsenenalter etwa 125° beträgt. Mit

der Frontalebene erzeugt die Femurhalsachse einen nach ventromedial offenen Winkel, der als Antetorsionswinkel bezeichnet wird und in der Regel 10-15° beträgt [36]. Bei leichter Belastung im Hüftgelenk werden zunächst anteriore und posteriore Anteile des Azetabulums belastet. Erst bei höherer Last wird das Pfannendach belastet. Die Region des Pfannendachs ist von hoher Bedeutung bei der Entscheidung über die Therapie von Azetabulumfrakturen. Im Bereich des Pfannendaches und des superioren Anteiles des Caput femoris ist der Knorpel verdickt. Diese Tatsache unterstreicht, dass in diesem Bereich die Hauptbelastungszone des Gelenkes sich befindet [29] [90] [124] [166].

### **1.3. Pathomechanik**

Azetabulumfrakturen entstehen bei sogenannten Hochenergietraumen entweder durch direkte oder durch indirekte Gewalteinwirkung. Solche Hochenergietraumen kommen häufig bei Verkehrsunfällen und Stürzen aus großer Höhe vor [166].

#### **1.3.1. Direkte Gewalteinwirkung**

Direkte Gewalteinwirkungen auf das Azetabulum kommen relativ selten vor und haben eine hohe Koinzidenz mit offenen Frakturen und Weichteilverletzungen [29] [174].

#### **1.3.2. Indirekte Gewalteinwirkung**

Azetabulumfrakturen sind als heterogene Verletzungsmuster einzuordnen. Der Frakturtyp hängt von der Stellung des Hüftkopfes in der Pfanne zum Zeitpunkt der Krafteinleitung ab. Letournel beschrieb grundlegende Mechanismen, die zu einer Azetabulumfraktur führen können.

- Krafteinleitung von lateral auf den Trochanter major entlang der Schenkelhalsachse

Bei neutraler Ab-/Adduktionsstellung richtet sich der Bruchtyp nach der

Rotationsstellung des Hüftgelenkes. Innenrotation zieht eine Fraktur von beiden Pfeilern nach sich. Bei leichter Außenrotation hingegen ist vornehmlich der vordere Pfeiler betroffen. In extremer Außenrotationsstellung führt eine Krafteinleitung zu einer isolierten Fraktur des vorderen Pfannenrandes. Es können allerdings auch Querfrakturen durch Krafteinleitung über den Trochanter major entstehen. Eine Abduktionsstellung impliziert eine tiefe Querfraktur. Hingegen resultieren aus einer Adduktionsstellung eher hohe Querfrakturen. Die Höhe einer Querfraktur ist von entscheidender Bedeutung für die Gelenkstabilität. Hohe Querfrakturen haben im Gegensatz zu tiefen Querfrakturen eine schlechtere Prognose konservativ auszuheilen, da die Last vom Pfannendach (weight bearing dome) auf den Femurkopf übertragen wird [29] [54].

- Knie in 90° Flexion entlang der Femurschaftachse:

Dieser als dashboard-injury bezeichnete Mechanismus tritt gehäuft bei Unfällen im Straßenverkehr auf. Der Kraftvektor zeigt nach dorsal und es entstehen Frakturen des hinteren Pfannenrandes und des hinteren Pfeilers.

- Knie und Hüftgelenk in Streckstellung:

Wenn sich sowohl das Kniegelenk als auch das Hüftgelenk in Streckstellung befinden, dann zieht es in der Regel eine Fraktur der posterosuperioren Hinterwand mit einer transversalen Komponente des Azetabulums nach sich [165] [174].

#### **1.4. Diagnostik**

Azetabulumfrakturen sind epidemiologisch gesehen seltene Verletzungen [75]. Daher sollte die Versorgung von Azetabulumfrakturen in Zentren stattfinden, die Erfahrung mit diesem Verletzungsmuster haben. In den letzten Jahren wurden mehrere Algorithmen erstellt, die eine eindeutige Diagnosestellung ermöglichen. Patienten, bei denen ein Verdacht auf eine Azetabulumfraktur besteht, sind meist polytraumatisierte Patienten. Im Vordergrund muss daher die Sicherung der Vitalfunktionen stehen. Eine Azetabulumfraktur stellt keine

Akutverletzung dar, die in kürzester Zeit operativ behandelt werden muss [29] [166].

#### **1.4.1. Anamnese und klinische Diagnostik**

Anamnestisch lässt sich durch Erfragen des Unfallherganges orientierend das mögliche Ausmaß der Verletzung einschätzen. Häufig sind Beweglichkeit und Belastbarkeit in der betroffenen Extremität schmerzhaft vermindert [174].

Die klinische Untersuchung sollte mit einer Inspektion des Hautareals im Bereich des Beckens beginnen. Anhaltspunkte für Verletzungen im Beckenbereich können Abschürfungen und Hämatome sein. Die Stellung des Beines gibt Hinweise, ob eine Dislokation des Hüftkopfes vorliegt. Eine Innenrotation legt den Verdacht nahe, dass eine Luxation des Hüftkopfes nach dorsal vorliegt. Liegt eine ipsilaterale Beinverkürzung mit begleitender Außenrotation vor, ist das Vorliegen einer Schenkelhalsverletzung möglich [161].

Zu Beginn der körperlichen Untersuchung sollte die Überprüfung des Beckenkompressions- und Stauchungsschmerzes stehen. Aktive und passive Bewegungen im Hüftgelenk sind vor Abschluss der Röntgendiagnostik zu vermeiden, da es zu Knorpelschädigungen im Hüftgelenk durch Fragmente und freie Gelenkkörper kommen kann. Orientierend ist durch Überprüfung der Zehenbeweglichkeit und Sensibilität am medialen Oberschenkel die Nervenfunktion des Beines zu bewerten.

#### **1.4.2. Radiologische Diagnostik**

Die radiologische Untersuchung ist eines der wichtigsten Hilfsmittel in der Diagnostik von Azetabulumfrakturen. Zur Standarddiagnostik gehören die anteroposteriore Beckenübersichtsaufnahme sowie die Schrägaufnahmen (Ala- und Obturatoraufnahme) nach Judet. Die Schrägaufnahmen werden durch eine 45°-Rotation des Patienten um die Körperlängsachse angefertigt. Bei der Alaaufnahme wird die unverletzte und bei der Obturatoraufnahme die verletzte Beckenseite angehoben. In der Beckenübersichtsaufnahme ist es möglich einen Seitenvergleich beider Hüftgelenke vorzunehmen. Die beiden Schrägaufnahmen erlauben es Strukturen, die in der a.p.-Aufnahme nicht

eindeutig zu erkennen sind, auf Intaktheit zu überprüfen. In der Röntgen-diagnostik von Azetabulumfrakturen kommt es auf eine strukturierte Analyse von Kennlinien an. Die Kennlinien entstehen durch die stärkere Abschwächung der Röntgenstrahlung durch orthograd getroffene Kortikalisbereiche. Falls es zu einer Fraktur in diesem Kortikalisbereich gekommen ist, ist die Kontinuität der Kennlinie unterbrochen. Zudem ist bei der Röntgenanalyse auf Verschiebungen von Knochenanteilen zu achten. Anhand dieser Informationen lässt sich die Fraktur in das von Judet und Letournel erarbeitete Klassifikationssystem für Azetabulumfrakturen einordnen [37] [161].

Auf der Beckenübersichtsaufnahme sind folgende Kennlinien zu untersuchen:

- Linea iliopectinea: Sie verläuft beginnend am Iliosakralgelenk näherungsweise wie die Linea terminalis zur Symphyse und dient der Beurteilung des vorderen Pfeilers.
- Linea ilioischiadica: Sie lässt sich keiner anatomischen Struktur zuordnen. Die Linea ilioischiadica ist Leitlinie für den hinteren Pfeiler und entsteht durch Überlagerung von knöchernen Strukturen im Bereich der quadrilateralen Fläche.
- Vorderer Pfannenrand: Der vordere Pfannenrand ist auf dem Röntgenbild auf den ersten Blick nur schwer zu erkennen. Um ihn zu erkennen, muss man den unteren Rand des Ramus superior ossis pubis nach lateral verfolgen. Der vordere Pfannenrand nimmt einen S-förmigen Verlauf und ist in der Alaaufnahme am deutlichsten zu identifizieren.
- Hinterer Pfannenrand: Der hintere Pfannenrand ist die am weitesten lateral gelegene Kennlinie des Azetabulums im Röntgenbild. Wenn man in der a.p.- Aufnahme dem lateralen Rand des Sitzbeines in seinem Verlauf nach kranial folgt, dann trifft man auf den hinteren Pfannenrand.
- Köhler- Tränenfigur: Die Köhler-Tränenfigur ist keiner anatomischen

Struktur eindeutig zuzuordnen. Die Köhler-Tränenfigur stellt das Gebiet des orthogonal getroffenen Kortikalisumschlages von Azetabulumkortikalis zur Beckeninnenseite dar. Unregelmäßigkeiten im Bereich der Köhler-Tränenfigur weisen auf Verletzung der quadrilateralen Fläche und Subluxationen hin.

- Pfannendachlinie: Die Pfannendachlinie gibt Aufschluss über eine Beteiligung von superioren Azetabulumanteilen. Man kann die Pfannendachlinie teilweise daran identifizieren, dass sie eine subchondrale Sklerose aufweist. [29] [54] [149]

### **Ala-Aufnahme**

Die Ala-Aufnahme erlaubt im Speziellen die Betrachtung des hinteren Pfeilers und des vorderen Pfannenrandes.

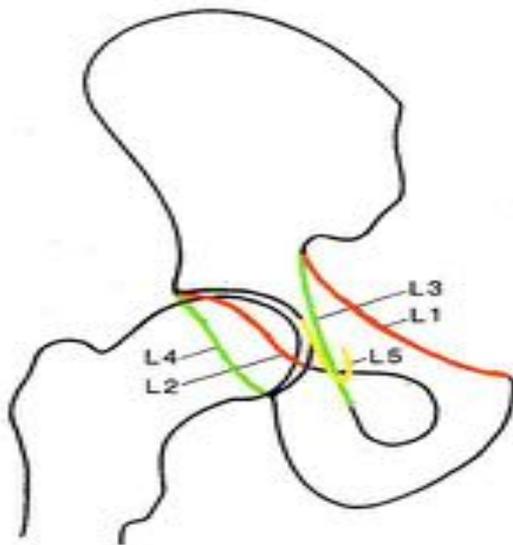
### **Obturatoraufnahme**

In der Obturatoraufnahme lassen sich insbesondere der vordere Pfeiler, der hintere Pfannenrand und der Obturatorring analysieren.

Bei polytraumatisierten Patienten sind die Schrägaufnahmen durch Drehung des Strahlengangs anzufertigen, da die Drehung des Beckens zu sekundären Schädigungen führen kann [141] [161].

### **Roof arc nach Matta et al., (1986)**

Ein bedeutsames Kriterium für die Entscheidung, ob eine konservative oder eine operative Therapie gewählt wird, ist die Bewertung der Unversehrtheit des Pfannendachsegments (roof-arc-Segment). In den drei Röntgenaufnahmen ist ein Lot durch das Hüftgelenk zu legen. Anschließend misst man den Winkel zwischen dem Lot und der Geraden, die vom Zentrum des Hüftkopfes ausgehend durch die Bruchlinie verläuft. Falls der Winkel in allen drei Aufnahmen kleiner als 60° ist, ist davon auszugehen, dass lasttragende Anteile des Pfannendaches mitbetroffen sind.



**Abb. 3 - Verlauf der Leitlinien am Azetabulum in a.p., Ala- und Obturatoraufnahme [131]**  
 (L1=Linea iliopectinea; L2=vorderer Pfannenrand; L3= Linea ilioischadica; L4=hinterer  
 Pfannenrand; L5= Köhlersche Tränenfigur)

© [http://online-media.uni-marburg.de/radiologie/bilder/musk/z12\\_1.jpg](http://online-media.uni-marburg.de/radiologie/bilder/musk/z12_1.jpg)

Seit einigen Jahren hat sich die Computertomographie in Dünnschnitttechnik mit multiplanaren Rekonstruktionen als Methode der Wahl in der Diagnostik von Azetabulumfrakturen etabliert [72] [91]. Die Computertomographie erlaubt eine präzisere Beurteilung von intraartikulären Fragmenten, Impressionszonen, begleitenden Weichteilverletzungen und Hüftkopffpathologien [66] [113]. Durch die Schichtaufnahmen ist es möglich sich ein noch genaueres Bild von Frakturtyp und Frakturgröße zu machen. Durch spezielle Verarbeitungssoftware ist es möglich den Hüftkopf bei der Erstellung des 3D-CT-Bilder auszublenden, um eine freie Sicht auf das Azetabulum von lateral zu erhalten [22] [99].

## 1.5. Klassifikation

Azetabulumfrakturen werden in aller Regel nach Letournel und Judet klassifiziert. Die Klassifizierung unterscheidet zwischen einfachen und komplexen Frakturen.

Zu den „einfachen“ Frakturen gehören:

- Fraktur des hinteren Pfeilers
- die Fraktur der hinteren Wand
- die Querfraktur
- die Fraktur der vorderen Wand
- die Fraktur des vorderen Pfeilers

Die „komplexen“ Frakturen weisen mehr als eine Frakturlinie auf und unterscheiden zwischen:

- Fraktur des hinteren Pfeilers mit Fraktur der hinteren Wand
- Fraktur des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur
- 2-Pfeilerfraktur
- T-Fraktur
- Querfraktur mit Fraktur der hinteren Wand [29] [54]

### Fraktur des hinteren Pfannenrandes

Pathomechanisch liegt meist eine dorsale Hüftluxation zugrunde, durch die es zur Absprengung von Fragmenten des hinteren Pfannenrandes kommt. Im Röntgenbild imponiert eine Diskontinuität der hinteren Pfannenrandbegrenzung. Es ist möglich, dass es zu Impressionen der Frakturflächen kommt. Bei spontaner oder therapeutischer Reposition kann es zu Einklemmungen von Kapselanteilen kommen. Durch die Luxation ist die Integrität der A.circumflexa femoris medialis gefährdet [161].

### Fraktur des hinteren Pfeilers

Die Frakturlinie beginnt proximal im Darmbein und läuft meist distal ins Foramen obturatorium aus. In unterschiedlicher Länge und Breite ist die Gelenkfläche betroffen. Charakteristisch sind die Verdrehung der Fragmente

und die Luxation des Femurkopfes nach medial. Radiologisch ist eine Unterbrechung der ilioischialen Linie zu verzeichnen [161].

### **Fraktur des vorderen Pfannenrandes**

Die Fraktur des vorderen Pfannenrandes zählt zu den seltenen Azetabulumfrakturen. In der Alaaufnahme ist es möglich, dass man Unterbrechungen im Bereich der vorderen Pfannenrandlinie entdeckt. Die ilioischiale Linie erscheint hingegen intakt [161].

### **Fraktur des vorderen Pfeilers**

Beginnend in unterschiedlicher Höhe aus iliakalen Anteilen des vorderen Pfeilers setzt sich die Frakturlinie bis in den Ramus ischiopubicus fort. Im Röntgenbild besteht eine Unterbrechung der ilioinguinalen Linie [161].

### **Querfraktur**

Je nach Höhe der Fraktur differenziert man zwischen transtektaler, juxtatektaler und infratektaler Querfraktur. Spezifisch für die Querfraktur ist die Rotation des kaudalen Fragments um eine in der Symphyse gedachte Achse. Im Röntgen sind alle vertikal verlaufenden Linien unterbrochen. Differentialdiagnostisch sollte zum Ausschluss einer T-Fraktur stets eine CT-Diagnostik erfolgen [161].

### **T-Fraktur**

Die T-Fraktur ist eine Querfraktur mit zusätzlicher Längsspaltung. In der Obturatoraufnahme ist die Teilung des Ramus ischiopubicus am deutlichsten zu erkennen. Häufig ist der Hüftkopf nach medial luxiert [161].

### **Frakturen des hinteren Pfeilers und des hinteren Pfannenrandes**

Oftmals liegt eine dorsale Luxation des Hüftkopfes vor. Die ilioischiale Linie weist eine Diskontinuität auf. In der Obturatoraufnahme ist auf Fragmente des hinteren Pfannenrandes zu achten, die in die Glutealmuskulatur disloziert sein können. Es kann zu einer direkten Schädigung des N. ischiadicus kommen [161].

### **Querfraktur mit Beteiligung der Hinterwand**

In der Obturatoraufnahme ist eine Diskontinuität des dorsalen Pfannenrandes zu erkennen. Wie bei den einfachen Querfrakturen sind alle vertikal-verlaufenden Linien im Röntgenbild unterbrochen. Es kann je nach Ausprägung der Fraktur zu einer Luxation des Hüftkopfes nach dorsal oder medial kommen [161].

### **Fraktur des ventralen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur**

Häufig unterhalb der Spina iliaca anterior inferior verläuft die Fraktur durch das Azetabulum, Ramus ossis pubis superior nach distal und teilt den Ramus ischipubicus. Im Bereich der Querkomponente lässt sich meist eine Rotation der Fragmente verzeichnen. Differentialdiagnostisch sollte man an eine 2-Pfeiler-Fraktur denken. Richtungsweisend ist, dass immer noch Kontakt zwischen einem Teil der Gelenkfläche und dem hinteren Beckenring besteht [161].

### **2-Pfeiler-Fraktur**

Alleinstellungsmerkmal der 2-Pfeiler-Fraktur ist, dass kein gelenktragender Anteil mehr Kontakt zum hinteren Beckenring hat. Die hintere Frakturlinie beginnt im Bereich der Incisura ischiadica major und zieht in Richtung Foramen obturatorium. Die ventrale Frakturlinie entspringt meist im vorderen Anteil der Beckenschaufel und vereinigt sich oberhalb des Azetabulums mit der hinteren Frakturlinie. Der Bruch des Obturatorringes ist als obligat anzusehen. Im Röntgenbild luxiert der Femurkopf häufig nach medial. In der Obturatoraufnahme ist oftmals eine scharfkantige Stufe zu erkennen, die als „Spur Sign“ bezeichnet wird. Es handelt sich um ein pathognomonisches Zeichen der 2-Pfeiler-Frakturen, das entsteht, wenn sich ein dreieckiges Fragment des Darmbeins vom Azetabulum löst, jedoch mit dem Iliosakralgelenk verbunden bleibt [86] [155]. Durch die Ablösung aller gelenktragenden Anteile des Azetabulums von der Beckenschaufel besteht die Möglichkeit einer sekundären Gelenkkongruenz, da der Hüftkopf alle Anteile des Azetabulums mit sich nach medial zieht [161].

## **AO-Klassifikation**

Auf Grundlage der Klassifikation von Letournel und Judet entwickelten Helfet et al. das AO-Klassifikationsschema für Azetabulumfrakturen, das ein ABC-Stufenschema beinhaltet.

Bei A-Frakturen ist eine Säule isoliert oder eines seiner Anteile betroffen:

A1: Fraktur des hinteren Pfannenrandes mit Varianten

A2: Fraktur des hinteren Pfeilers mit Varianten

A3: Fraktur des vorderen Pfannenrandes oder des vorderen Pfeilers

Bei B-Frakturen liegt eine Querkomponente vor, wobei mindestens 1 Teil des Pfannendaches intakt und in Verbindung mit dem Os ilium steht:

B1: Querfraktur durch die Gelenkpfanne mit oder ohne Fraktur des hinteren Pfannenrandes

B2: T-förmige Fraktur in verschiedenen Varianten

B3: Fraktur des vorderen Pfeilers bzw. Pfannenrandes verbunden mit einem hinteren, hemitransversalen Bruch

Bei C-Frakturen sind beide Säulen und das Os ilium betroffen. Durch diesen Bruchverlauf ist der lastübertragende Anteil des Azetabulums vollständig vom Beckenringsegment getrennt:

C1: Fraktur des vorderen Pfeilers mit Verlauf bis in die Crista iliaca

C2: Fraktur des vorderen Pfeilers mit Verlauf bis in die vordere Begrenzung des Os ilium

C3: Querfraktur mit Ausdehnung bis in das sakroiliakale Gelenk [**160**]

Um eine genaue Diagnose stellen zu können, sollte man sich bei Azetabulumfrakturen eines Algorithmus bedienen, der auf der Analyse der radiologisch bedeutsamen Kennlinien des Beckens in der Beckenübersichtsaufnahme beruht. Durch Betrachtung der Linea iliopectinea,

Linea ilioischiastica, des Obturatorringes und des Os ilium ist man in 80-90% der Fälle in der Lage eine korrekte Diagnose zu stellen [29] [45] [110] [166].

## **1.6. Begleitverletzungen**

Im Zuge von Azetabulumfrakturen treten in bis zu 75% der Fälle Begleitverletzungen auf. In 50% der Fälle liegt ein Polytrauma vor. Etwa 1/3 der Patienten weist zusätzlich Beckenringverletzungen auf [161].

Um das komplette Ausmaß der Verletzung des Patienten zu erfassen, ist die Suche nach Begleitverletzungen als obligat anzusehen. Die Begleitverletzungen sind bei Azetabulumfrakturen von besonderer Bedeutsamkeit, da sie das therapeutische Procedere und die Prognose mitbestimmen. Um Begleitverletzungen präzise erfassen zu können, sollte man eine CT-Diagnostik durchführen [165].

### **1.6.1. Frakturen des Femurkopfes (Pipkin)**

Die Femurkopffraktur ist eine Begleitverletzung bei dorsalen Hüftkopfluxationen, die durch Abscherkräfte am Pfannenrand bei simultaner, axialer Stauchung des Femurs auftritt. Gehäuft tritt sie bei Anpralltraumen "dashboard-injury" auf, da hier die Kraftdurchleitung axial verläuft. Die Hüftkopffrakturen werden nach Pipkin eingeteilt [40] [95] [165].

Typ 1: Frakturen kaudal der Fovea centralis; außerhalb der Belastungszone

Typ 2: Frakturen kranial der Fovea centralis; innerhalb der Belastungszone

Typ 3: Kombination von Typ 1 und 2 plus einer Schenkelhalsfraktur

Typ 4: Kombination von Typ 1 und 2 plus einer Azetabulumfraktur

### **1.6.2. Intraartikuläre Fragmente**

Durch die enorme Energie, die auf das Hüftgelenk z.B. bei einem Autounfall einwirkt, ist es möglich, dass es zur Absprengung von Knochenfragmenten kommt. Gehäuft treten bei hinteren Hüftluxationen Knochenabsprengungen der hinteren azetabulären Wand auf. Die inkarzerierten Fragmente führen rasch zu mechanisch bedingten Knorpeldefekten, die der Patient nicht unmittelbar

bemerkt, da der Gelenkknorpel über keine Schmerzrezeptoren verfügt. Die Reposition der luxierten Hüfte wird durch die intraartikulären Fragmente behindert [143] [149].

### **1.6.3. Impressionen der azetabulären Gelenkfläche**

Imprimierte azetabuläre Gelenkflächen können bei jeder Art von Azetabulumfrakturen auftreten, wobei sie bei Frakturen der hinteren Wand vermehrt auftreten. Durch die Kraftübertragung des Femurkopfes kommt es zu einem Bruch der Gelenkfläche und die subchondrale Spongiosa bricht ein. Im Rahmen einer hohen Querfraktur bei Patienten mit Osteoporose und zentraler Luxation kann es zu einer Impression von Gelenkknorpelanteilen des azetabulären Domes kommen. Im Röntgenbild ist dann das für Impressionen pathognomonische "gull sign" zu sehen, das eine Art Doppelbogen darstellt. Der eine Bogen stellt die intakte und der andere die imprimierte Gelenkfläche dar [54] [83] [115] [156] [165].

### **1.6.4. Impressionen am Hüftkopf**

Insbesondere bei dorsalen Luxationen besteht die Gefahr, dass sich osteochondrale Läsionen am Hüftkopf bilden. Durch die Computertomographie ist es möglich Läsionen praeoperativ zu demaskieren und dadurch die Therapieplanung zu optimieren [37] [127].

### **1.6.5. Kapsel- und Gefäßverletzungen**

Im Falle einer Luxation des Caput femoris ist es möglich, dass Gefäß- und Kapselstrukturen verletzt werden. Eine dorsale Luxation mit Absprengung der hinteren Wand des Azetabulums birgt die Gefahr von Rissen in der Gelenkkapsel. Bei Frakturen des hinteren Pfeilers und Querfrakturen besteht die Gefahr, dass im Bereich der Inzisura ischiadica major die A. glutea superior in Mitleidenschaft gezogen wird. Obgleich kommt es selten zu einer Schädigung eines großen Gefäßes [99]. Im Falle von T- und Querfrakturen ist es möglich, dass die A. obturatoria und der N. obturatorius beschädigt werden [107] [149] [161] [191].

### **1.6.6. Nervenverletzungen**

In der Literatur variieren die Angaben zur Inzidenz von traumatisch bedingten Ischiadicusläsionen zwischen 2-12% [37]. Insbesondere bei Frakturen des dorsalen Pfeilers mit dorsaler Luxation des Hüftkopfes tritt dieses Verletzungsmuster aufgrund der nur geringen Weichteildeckung des Nerven auf. Um den Nerven mit seinen motorischen und sensorischen Anteilen zu schützen, sollte umgehend eine Entlastung des Nerven erfolgen. Die Remissionsraten bei Nervenschädigungen liegen bei etwa 50 % [54]. Es ist jedoch anzumerken, dass sich eher der tibiale Anteil des N. ischiadicus nach einer Verletzung erholt. Der peroneale Anteil des Nerven neigt bei schweren Verletzungen zu einer nicht zufriedenstellenden Remission.

Der N. femoralis ist primär durch die Verletzung nur selten betroffen. Eine Schädigung des N. femoralis ist iatrogen durch die Wahl des ilioinguinalen Zugangs möglich. [12] [44] [47] [161]

### **1.6.7. Weitere Begleitverletzungen**

Ein Viertel der Patienten weist zu den Verletzungen im Beckenbereich noch Schädel-Hirn-Traumata auf. Jeder zehnte Patient leidet zusätzlich zu den Verletzungen des Beckenbereiches an einem stumpfen Bauch- und/oder Thoraxtrauma. [54] Zusätzlich ist auf Verletzungen von Kalkaneus, hinterem Kreuzband, Tibiakopf und Wirbelsäule zu achten. [161]

## **1.7. Therapie**

### **1.7.1. Therapieplanung**

Das Ziel der Therapie sollte die anatomische Wiederherstellung der Kongruenz zwischen Azetabulum und Hüftkopf sein. Ohne das Vorliegen von Dislokationen und Frakturlinien scheint es zu besseren klinischen Ergebnissen zu kommen [92].

Dem behandelnden Arzt stehen sowohl konservative als auch operative Therapiekonzepte zur Verfügung. Da Azetabulumfrakturen keine Notfallindikation sind, kann zunächst die oben beschriebene klinisch-radiologische Diagnostik durchgeführt werden [29]. Es bleibt jedoch

anzumerken, dass eine verzögerte Behandlung die Komplikationen einer operativen Therapie erhöht und zu schlechteren klinischen Resultaten führen kann [85]. Die konservative Therapie ist auch heutzutage noch ein wichtiges Instrument der Versorgung von Azetabulumfrakturen. In ausgewählten Fällen kann die konservative Behandlung zu guten Ergebnissen führen [117]. Liegt der Zustand einer Subluxation bzw. Luxation vor, sind unverzüglich therapeutische Maßnahmen zu ergreifen, um Folgeschäden zu vermeiden. Je höher der Dislokationsgrad, desto größer ist die Inzidenz an avaskulären Hüftkopfnekrosen [78]. Bei Patienten in fortgeschrittenem Alter mit ausgeprägten Trümmerzonen des supraazetabulären Domes und Subluxation des Hüftkopfes ist eine direkte TEP-Versorgung zu erwägen [157] [161] [164].

### **1.7.2. Konservative Therapie**

Die konservative Therapie ist u.a. indiziert bei:

- nichtdislozierten/ minimal-dislozierten Fragmenten
- dislozierten Fragmenten von nicht prognoserelevanten Arealen
- sekundärer Gelenkkongruenz ("Zwei-Pfeiler-Fraktur")
- schwerer Osteoporose
- lokaler Weichteilkompromittierungen
- allgemeinmedizinischen Kontraindikationen [54] [114]

Der behandelnde Arzt hat bei bestehender Luxation des Hüftkopfes mit zusätzlicher Dislokation von azetabulären Fragmenten die Möglichkeit durch eine geschlossene Reposition die Fehlstellung zu beheben. Das Hauptproblem der geschlossenen Reposition besteht in der mangelhaften Kontrolle der Rotationsfehlstellung der Fragmente. Kommt es zu rezidivierenden Luxationen, ist über eine Anlage einer suprakondylären Drahtextension nachzudenken [29]. Bei Vorliegen einer "Zwei-Pfeiler Fraktur" besteht die Möglichkeit, dass sich spontan oder durch eine Extensionsbehandlung eine sekundäre Gelenkkongruenz ausbildet, da sich keiner der kranialen Anteile des Azetabulums mehr in direktem Kontakt mit dem Os ilium befindet. Bis zur knöchernen Konsolidierung der Fraktur sollte die Extension aufrecht erhalten

bleiben, um sekundäre Dislokationen zu vermeiden. Falls sich eine Fraktur außerhalb des gewichtstragenden Anteiles ("weight bearing dome") befindet, ist ebenfalls primär eine konservative Therapie anzuraten. Erstrebenswert scheint eine radiologische Überprüfung der Gelenkstabilität in 90° Beugung und Adduktion, da sich in Normalstellung nicht disloziert erscheinende Fragmente sekundär bei Bewegung des Gelenkes lösen können [37] [157]. Besonders bei Beteiligung des dorsalen Pfeilers oder des Pfannendaches kann damit gerechnet werden, dass eine konservative Therapie insuffizient ist. In diesen Fällen sollte an die Möglichkeit einer operativen Therapie gedacht werden [74].

### 1.7.3. Operative Therapie

Die operative Therapie ist u.a. indiziert bei:

- inkongruentem Hüftgelenk
- instabilem Hüftgelenk
- Dislokationen > 2mm
- progredientem Nervenschaden
- Repositionshindernissen
- inkarzerierten Fragmenten
- Hüftkopffrakturen [4] [54] [121] [120]

Das postoperative Outcome hängt unter anderem vom Zeitraum bis zur Primärversorgung ab [35]. Es ist angeraten die operative Versorgung in den ersten 2 Wochen nach dem Trauma durchzuführen. Da die besten postoperativen Ergebnisse bei anatomischer Reposition erzielt werden, befürworten einige Autoren für die großzügige Indikation zur operativen Behandlung [54] [71]. Offene Frakturen, Repositionshindernisse, Gefäßverletzungen und progrediente neurologische Symptomatik gelten als Notfallindikationen und bedürfen einer sofortigen chirurgischen Intervention.

Die Wahl des Zugangs hat bei Azetabulumfrakturen eine entscheidende Bedeutung für das spätere Ergebnis [161]. Für die operative Behandlung von Azetabulumfrakturen stehen als Standardzugänge der Kocher-Langenbeck-Zugang und der ilioinguinale Zugang zur Verfügung, die jeweils in besonderen

Fällen durch erweiterte Zugänge ergänzt werden können. Durch keinen der beiden Standardzugänge ist es möglich, alle Bereiche des Azetabulums darzustellen. Obgleich gelingt es in der Mehrzahl der Fälle die Fraktur mit einem Zugangsweg zu versorgen, sofern dies in einem spezialisierten Zentrum erfolgt [102]. Der Zugang sollte so gewählt werden, dass man die Stelle der größten Dislokation gut erreicht [29]. In den letzten Jahren werden vermehrt minimal-invasive Zugänge eingesetzt, bei denen die Fragmente unter Bildwandlerkontrolle oder mit Navigation ohne Freilegung mittels Kriechschrauben verschraubt werden [195].

#### **1.7.3.1. Operationsplanung**

Die operative Versorgung von Azetabulumfrakturen sollte, sofern keine Kontraindikation vorliegt (Kreislaufinstabilität, progrediente Osteoporose, lokale Weichteilkompromittierung, usw.), innerhalb von 2 Wochen nach dem Unfall angegangen werden, um die rasch einsetzende Kallusbildung zu verhindern, die eine Reposition der dislozierten Fragmente erschweren würde. Der Frakturtyp entscheidet über den zu wählenden Zugangstyp. Es ist möglich, bei komplexen Traumata eine Kombination aus mehreren Zugängen vorzunehmen, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Aufgrund der guten Blutversorgung des Hüftgelenkes ist es indiziert, praeoperativ eine ausreichende Menge an Blutkonserven bereitzustellen. Des Weiteren ist es möglich, durch die Verwendung eines "Cellsavers" patienteneigenes Blut aufzufangen, um es nach einer maschinellen Aufbereitung zeitnah zu retransfundieren [29] [37] [165].

#### **1.7.3.2. Kocher-Langenbeck-Zugang**

Bei Frakturen der Hinterwand und/ oder des hinteren Pfeilers sowie bei Frakturen mit Querkomponente sollte der Kocher-Langenbeck-Zugang gewählt werden [62] [173] [202]. Der Kocher-Langenbeck-Zugang ermöglicht eine Palpation der quadrilateralen Fläche durch das Foramen ischiadicum majus.

Der Patient ist entweder auf der nicht verletzten Seite oder auf dem Bauch zu lagern. Die Seitenlagerung hat den Vorteil, dass das zu operierende Bein während der Operation beweglicher ist als in der Bauchlagerung [166]. Um den

N. ischiadicus vor Zugbelastung zu bewahren, sollte das Knie in gebeugter Haltung gelagert werden. Die Bauchlagerung bietet den Vorteil, dass der Patient stabiler als in Seitlagerung auf dem Tisch fixiert ist und das Bein vollständig in Extensionsstellung lagert, so dass der N. ischiadicus entspannt ist. Bei entspanntem N. ischiadicus ist der Operateur in der Lage ohne größere Bedenken weiter ventral liegende Fragmente zu reponieren.

Der Kocher-Langenbeck-Zugang sieht als erstes einen Hautschnitt vom Trochanter major ausgehend durch die hintere Glutealregion in Richtung spina iliaca posterior superior vor. Anschließend wird ebenfalls vom Trochanter major ausgehend die Haut des lateralen Oberschenkels in Längsrichtung entlang der Fascia lata 15 cm nach distal eröffnet. Der nun freigelegte M. gluteus maximus wird in der gleichen Richtung des Hautschnittes längsgespalten. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die proximalen Anteile des M. gluteus maximus geschont werden, da ansonsten die ventralen Anteile des Muskels von ihrer Blutversorgung und Innervation getrennt werden können. Es folgt eine Längsspaltung der Fascia lata, so dass der Ansatz des M. gluteus maximus dargestellt werden kann. Nach Abtrennung des Ansatzes wird der M. gluteus maximus nach medial mobilisiert, damit man den unter dem M. gluteus maximus verlaufenden N. ischiadicus aufsuchen kann. Verfolgt man den N. ischiadicus nach proximal, gelangt man zur Muskelgruppe der Außenrotatoren. Als einziger der Außenrotatoren verläuft der M. piriformis dorsal des N. ischiadicus. Nachfolgend sind die Außenrotatoren von der Hüftgelenkscapsel freizupräparieren, damit man freie Sicht auf den hinteren Pfeiler vom oberen Pol der Incisura ischiadica bis zum Tuber ischiadicum und die hintere Wand hat. Während der Präparation der Muskeln ist auf Läsionen der Muskulatur zu achten, da bei einer eventuell stattgehabten dorsalen Hüftkopfluxation die Muskulatur verletzt worden sein könnte. Durch Längszug kann der Hüftkopf aus der Pfanne subluxiert werden. Intraartikuläre Fragmente können durch Spülung aus dem Gelenk entfernt werden. Die dorsalkraniale Gelenkfläche ist nun einsehbar und kann auf Frakturlinien überprüft werden. Eine weiterführende Darstellung der Knochenfläche in kranialer Richtung ist möglich, indem man die sich an der Außenseite der Beckenschaufel befindenden Mm. gluteus medius

et minimus mobilisiert. Die Mobilisierung ist riskant, da die Versorgung der Glutealmuskulatur durch A., V. und N. gluteus superior beschädigt werden können [93] [161].

#### **1.7.3.2.1. Chirurgische Hüftluxation nach Ganz**

Um bessere Sicht auf das Pfannendach und die intraartikuläre Situation zu erhalten, ist es möglich, eine chirurgische Hüftluxation nach Ganz durchzuführen. Die chirurgische Hüftluxation nach Ganz sieht eine Osteotomie des Trochanter major vor, bei der zu Beginn die am Trochanter major ansetzenden und entspringenden Muskeln (Mm. glutei medialis et minimus, M. vastus lateralis) freipräpariert werden. Es folgt ein Sägeschnitt, der den Trochanter major vom Femur abtrennt. Der Sägeschnitt darf unter keinen Umständen durch die Fossa trochanterica gehen, da ansonsten die Blutversorgung des Femurkopfes unterbunden werden könnte. Anschließend kann das Trochanterfragment nach ventral mobilisiert und die mit ihm verbundenen Muskeln behutsam von der Gelenkkapsel getrennt werden. Die Freilegung der Gelenkkapsel erfolgt in einem weiteren Schritt bis zur Pars reflecta der Rectussehne. Die Gelenkkapsel kann nun eröffnet werden. Es ist darauf zu achten, dass das Labrum und die den Hüftkopf versorgenden Gefäße nicht verletzt werden. Der Operateur ist jetzt in der Lage den Hüftkopf zu subluxieren. Falls es erforderlich sein sollte, kann der Operateur unter Durchtrennung des Lig. capitis femoris den Hüftkopf vollständig luxieren [7] [93] [173].

#### **1.7.3.2.2. Komplikationen des Kocher-Langenbeck-Zugangs**

Der Kocher-Langenbeck Zugang wird mit drei postoperativen Komplikationen in Zusammenhang gebracht.

#### **Heterotope Ossifikationen**

Die heterotopen Ossifikationen sind bei dorsalen Zugängen zum Azetabulum nicht komplett zu vermeiden. Aufgrund der multifaktoriellen Genese von heterotopen Ossifikationen ist es nicht möglich, die exakte Pathogenese zu

beschreiben [54]. Als gesichert gilt, dass heterotope Ossifikationen durch Weichteilschädigungen ausgelöst werden. Insbesondere bei erweitertem ileofemoralem Zugang und beim Kocher-Langenbeck-Zugang treten durch die Mobilisation der Muskeln Weichteilschädigungen auf, die zu einer Ossifikation von Weichteilgewebe führen können. Ferner wird ein gehäuftes Auftreten von heterotopen Ossifikationen bei T-Frakturen beschrieben [56]. Die Wahrscheinlichkeit, ob und in welchem Ausmaß sich heterotope Ossifikationen bilden, hängt in starkem Maße vom chirurgischen Handeln des Operateurs ab. Der Operateur sollte weichteilschonend agieren, indem er auf die Unversehrtheit der Mm. glutei und der Außenrotatoren achtet, da diese Muskelgruppen bei Nekrosen und Schädigungen Ausgangspunkt von heterotopen Ossifikationen sein können [60]. Auffällig ist, dass heterotope Ossifikationen gehäuft bei zusätzlich vorhandenem Schädel-Hirn-Trauma und bei hohem Severity-Injury Score auftreten [189]. Eine späte Frakturversorgung ist ebenfalls ein Risikofaktor für heterotope Ossifikationen [31]. Die Prophylaxe von heterotopen Ossifikationen ist sowohl pharmakologisch durch die Gabe von NSAR als auch radiologisch durch Strahlentherapie möglich [21] [37].

### **Aseptische Hüftkopfnekrose**

Die Schädigung des A. circumflexa femoris medialis während der chirurgischen Präparation des hinteren Pfeilers ist eine der Ursachen für die Entstehung von aseptischen Hüftkopfnekrosen. Außerdem sind intraartikuläre Schrauben und Gelenkstufen Ursachen für aseptische Hüftkopfnekrosen [37].

### **Schädigungen des N. ischiadicus**

Während der Präparation des Hüftgelenkes wird nach Absetzen des M. gluteus maximus der N. ischiadicus sichtbar. Die empfindliche Struktur des N. ischiadicus ist bei jedem chirurgischen Schritt in Gefahr und ist daher in besonderem Maße zu schützen. Es besteht die Möglichkeit eines intraoperativen Nervenmonitorings [37] [106] [126].

### 1.7.3.3. Ilioinguinaler Zugang

Der klassische ilioinguinale Zugang nach Letournel ist ein „Gold-Standard“ in der Azetabulumchirurgie [199]. Der ilioinguinale Zugang nach Letournel kommt bei Frakturen des vorderen Pfeilers, Frakturen der Vorderwand und Frakturen mit Querkomponente zum Einsatz. Ein großer Vorteil des ilioinguinalen Zugangs ist, dass das Weichteilgewebe geschont wird. Bezogen auf die Muskulatur müssen lediglich der M. iliacus und die Bauchmuskulatur abgelöst werden. Es ist nicht nötig, Muskeln, Sehnen oder Bänder zu durchtrennen. Des Weiteren ist eine Visualisierung der Symphyse, Fossa iliaca und der Linea terminalis möglich. Nachteile des ilioinguinalen Zugangs sind die indirekte Reposition von Knochenfragmenten und die indirekte Schraubensetzung, die ohne Sichtkontrolle erfolgen müssen. Die Einführung von Bildwandlern hat die Schraubensetzung und die indirekte Reposition deutlich vereinfacht [37].

Der Patient ist für den ilioinguinalen Zugang nach Letournel auf dem Rücken zu lagern. Es besteht die Möglichkeit als Alternative zu einem "normalen" Operationstisch einen röntgendurchlässigen Carbondisch zu verwenden. Das Bein der verletzten Seite wird frei gelagert, damit man Traktionen und Manipulationen vornehmen kann. Die Haut wird über den vorderen 2/3 der betreffenden Beckenschaufel in Richtung Spina iliaca anterior superior eröffnet. Von der Spina iliaca anterior superior aus erfolgt ein bogenförmiger Hautschnitt bis zur Symphyse. Nachdem man die Abdominalmuskulatur vom Beckenkamm abgesetzt hat, hebt man den M. iliacus subperiostal von der Fossa iliaca ab. Folgend wird unter großer Vorsicht der Leistenkanal eröffnet und die in ihm enthaltenden Strukturen wie Lig. teres uteri bzw. Ductus deferens durch Zügel gesichert. Im nächsten Schritt wird der Arcus iliopectineus durchtrennt und der M. iliacus gemeinsam mit dem N. femoralis und N. cutaneus femoris lateralis vom oberen Schambeinast abpräpariert und angeschlungen. Die Femoralisgefäße werden ebenfalls mobilisiert und durch eine Schlinge gesichert. Der Operateur hat sich durch die bisherigen Präparationsschritte einen Situs erstellt, der die Darstellung der Fraktur durch drei Arbeitsfenster erlaubt.

Das 1. Operationsfenster liegt lateral des M. iliacus und erlaubt eine Beurteilung

der Fossa iliaca und des Iliosacralgelenkes.

Das 2. Operationsfenster befindet sich zwischen M. iliacus und den Femoralisgefäßen und ermöglicht eine Visualisierung der quadrilateralen Fläche, der Spina ischiadica und der Incisura ischiadica major.

Das zwischen Femoralisgefäßen und dem Samenstrang lokalisierte 3. Arbeitsfenster gestattet eine Beurteilung des oberen Schambeinastes.

Der ilioinguinale Zugang erlaubt im Gegensatz zu den dorsalen Zugängen keine direkte Beurteilung des Gelenkspaltes, sondern nur eine indirekte Einsicht durch den Frakturspalt. Die Verwendung eines intraoperativen Röntgengerätes ist für eine exakte Reposition der Fragmente eine *conditio sine qua non* [93].

#### **1.7.3.4. Erweiterte Zugänge**

Erweiterte Zugänge sind nur in einigen seltenen Fällen von stark dislozierten Fragmenten und multifragmentierten T- oder Zweipfeilerfrakturen indiziert. Die postoperative Morbidität mit heterotopen Ossifikationen, Wundheilungsstörungen und Muskelinsuffizienzen sind bei erweiterten Zugängen im Gegensatz zu den Standardzugängen deutlich erhöht. Daher werden bei komplizierten Frakturmustern zweizeitige Operationstechniken verwendet [29] [157].

#### **1.7.3.5. Ileo femoraler Zugang nach Letournel (Maryland-Modifikation)**

Der ileo femorale Zugang nach Maryland eignet sich zur Behandlung von komplexen Frakturen des vorderen Pfeilers, der Vorderwand und des Femurkopfes. Die Haut des auf dem Rücken liegenden Patienten wird entlang der Crista iliaca und zentral über dem M. tensor fascia latae inzidiert. Der Zugang zum Azetabulum erfolgt im Zwischenraum von M. tensor fascia latae und M. sartorius. Fakultativ kann zur besseren Mobilisierung der Muskulatur eine Osteotomie der Spina iliaca anterior superior vorgenommen werden, um die Sicht auf das Azetabulum zu verbessern [20] [116] [161].

### **1.7.3.6. Modifizierter Stoppa- Zugang**

Der modifizierte Stoppa-Zugang stellt eine Alternative zum ilioinguinalen Zugang bei Frakturen ventraler Azetabulumstrukturen mit begleitender, zentraler Subluxation des Hüftkopfes und Medialisierung der quadrilateralen Fläche, bei T- und Querfrakturen und bei 2-Pfeilerfrakturen dar [41] [82] [106]. Es wird eine sich in der Mittellinie befindende Hautinzision von mehreren Zentimetern vom Bauchnabel bis etwas distal der Symphyse durchgeführt. Die Linea alba wird gespalten und es erfolgt eine vorsichtige Präparation des prae- und retroperitonealen Raumes unter Schonung von Gefäßen und Nerven. Ganz besonders ist hierbei auf die eventuell vorhandene Anastomose zwischen der A. iliaca interna und externa, die als Corona mortis bezeichnet wird, zu achten [181].

### **1.7.4. Allgemeine postoperative Komplikationen**

Neben den häufigen Komplikationen, die sich durch einen operativen Eingriff ergeben wie Wundinfektionen, Wundheilungsstörungen, Blutungen, etc., ist bei Patienten, die am Azetabulum operiert wurden, auf weitere Komplikationen zu achten [37].

#### **1.7.4.1. Thrombembolien**

Im Rahmen einer Azetabulumfraktur treten Begleiterscheinungen auf, die den Patienten vital gefährden können. Durch die anfängliche Immobilisation der Patienten steigt das Risiko einer venösen Thrombose [174]. Das Risiko einer Thrombembolie nach einer Azetabulumfraktur zu entwickeln, wird höher eingeschätzt als nach Traumen an der unteren Extremität. Die frühzeitige Mobilisation der Patienten unter physiotherapeutischer Anleitung ist erstrebenswert. Bei optimalen Repositionsergebnissen mit ausreichender Stabilität ist eine Teilbelastung des betroffenen Beines erlaubt. Die pharmakologische Therapie in Form einer gewichtsadaptierten Thromboseprophylaxe besitzt einen herausragenden Stellenwert in der Nachbehandlung von Azetabulumfrakturen und ist als obligat anzusehen [29] [37].

#### **1.7.4.2. Iatrogene Gefäßschädigungen**

Gefäßverletzungen treten bei Azetabulumfrakturen lediglich mit einer Häufigkeit von 0,3 bis 4,9% auf, da die das Azetabulum versorgenden Gefäße sich innerhalb des Beckens befinden und so gut vor primären Traumen von extern geschützt sind [161]. Es wird versucht, sekundäre Traumen durch intraoperatives Anschlingen der Gefäße zu vermeiden. Die rasche Identifikation und die unverzügliche chirurgische Behebung der Lacerationen sind als essentiell anzusehen [52].

#### **1.7.4.3. Unzufriedenstellende Osteosynthese**

Trotz optimaler Versorgung ist es denkbar, dass es zu einer nicht zufriedenstellenden Osteosynthese kommt. Durch die zunehmende Verwendung von weichteilschonenden Zugängen besteht das erhöhte Risiko von mangelhafter Plattenposition und unzureichender Reposition der Fragmente. Die Lage von Platten und Schrauben sollte postoperativ durch eine Computertomographie überprüft werden [154]. Ferner kann es nach einer Osteosynthese zu einer Nichtvereinigung („Non-Union“) der Fragmente kommen. Proteinase aus der Synovialflüssigkeit, die der Entstehung einer Proteinmatrix im Frakturspalt verhindern, werden als mögliche Ursache diskutiert [161].

#### **1.7.5. Nachbehandlung**

Bei konservativ behandelten Patienten ist ab dem 3.-4. posttraumatischen Tag eine Mobilisierung unter Teilbelastung von 15 kg erstrebenswert [29]. Bis zur knöchernen Heilung vergehen meistens 6 Wochen. Bei operativer Versorgung hängt die Nachbehandlung von der Art der Fraktur und der Osteosynthesetechnik ab. Teilbelastungen von bis zu 16 Wochen sind nötig, damit ein optimales Ergebnis der Osteosynthese erzielt wird. Eine Metallentfernung ist nur in seltenen Fällen nötig, da die Osteosynthesematerialien als biologisch inert gelten [161]. Da Beckenverletzte zur Hochrisikogruppe für die Entstehung von Thrombosen gehören, ist eine Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin erstrebenswert. Zur

Vermeidung von heterotopen Ossifikationen stehen 2 Konzepte zur Verfügung. Als pharmakologische Prophylaxe wird häufig Indomethacin über 2-6 Wochen angewandt. Eine radiologische Prophylaxe steht in Form einer einmaligen Bestrahlung mit einer Dosis von 7 Gy 72 h postoperativ zur Verfügung. Die Bestrahlung reduziert schwere heterotope Ossifikationen signifikant [60]. Eine Kombination aus radiologischer und pharmakologischer Therapie ist bei erhöhtem Risiko für heterotope Ossifikationen anzuraten.

## **1.8. Koxarthrose (Hüftgelenksarthrose)**

Die Koxarthrose wird von manchen Autoren als die „gemeinsame Endstrecke degenerativer Veränderungen von ätiologisch unterschiedlichen Erkrankungen“ definiert [158].

Durch die erhöhte Lebenserwartung steigt die Zahl der Koxarthrosen. Im Alter von 65-74 Jahren leiden etwa 2% der Bevölkerung unter einer mittelschweren bis schweren Koxarthrose. Die Inzidenz wird auf 195/100.000 Einwohner in Deutschland geschätzt. Die Praevalenz steigt mit höherem Alter und ist bei Männern geringfügig höher als bei Frauen [134] [158] [194] [197]. Es besteht ein Missverhältnis zwischen der Leistungsfähigkeit und der lokalen Beanspruchung des Knorpels. Dabei kommt es zum Verschleiß der Knorpeloberflächen von Azetabulum und Femurkopf [195]. Initial ist vor allem die Belastungszone von Azetabulum und Femurkopf betroffen. Konsekutiv weitet sich der Verschleiß auf das gesamte Gelenk aus. Es treten vermehrt entzündliche Reaktionen der Synovia, die zu schmerzhaften Gelenkergüssen führen, auf. Weiterhin kann es zu Tendopathien der umgebenden Muskelansätze mit folgender Bewegungseinschränkung kommen. Es wird zwischen primären und sekundären Formen der Koxarthrose unterschieden.

Bei der primären Hüftgelenksarthrose sind die Ursachen multifaktoriell. Die Pathogenese der primären Hüftgelenksarthrose ist nicht hinreichend geklärt, so dass man Kausalzusammenhängen nicht exakt beschreiben kann. Es wird vermutet, dass Bindegewebsschwäche und Stoffwechselstörungen zu den Ursachen einer primären Hüftgelenksarthrose zählen [134] [197].

Die Ursachen einer sekundären Hüftgelenksarthrose lassen sich einer Vorerkrankung zuordnen. Durch Vorerkrankungen wie Morbus Perthes, Epiphysiolysis capitis femoris, Hüftdysplasie, Rheumatoide Arthritis, Koxitis oder traumatische Ereignisse wird das Hüftgelenk in Mitleidenschaft gezogen. Es kann sich eine Praearthrose entwickeln, die im Laufe der Zeit in eine manifeste Hüftgelenksarthrose münden kann [70].

### **1.8.1. Sekundäre Hüftgelenksarthrose nach Azetabumfrakturen**

Das Hüftgelenk ist nach Azetabulumfrakturen besonders gefährdet, arthrotisch

zu werden. Das oberste Ziel des behandelnden Arztes sollte nach einem Trauma daher sein, eine anatomische Reposition der Fragmente zu erzielen, da Stufen im Gelenk, die eine Höhe von 2 mm überschreiten, das Risiko für sekundäre Arthrose deutlich erhöhen [54] [97] [166] [200]. Daher ist die praeoperative Planung mit der Wahl des Zugangs enorm wichtig, weil durch die Wahl eines geeigneten Zugangs die Sicht auf die dislozierten Fragmente gewährleistet ist. Durch die intraoperative Bildgebung in Form eines Bildwandlers (evtl. dreidimensional) ist es seit einigen Jahren möglich, die Lage der eingebrachten Schrauben besser zu beurteilen [137]. So kann man intraoperativ eine intraartikuläre Lage der Schrauben, die rasch zu einer kompletten Zerstörung des Gelenkes führen würde, erkennen. Ein weiterer Grund für eine sekundäre Arthrose ist eine avaskuläre Femurkopfnekrose, die gehäuft bei dorsaler Luxation des Femurkopfes auftritt [174]. Es kommt hierbei zu einer Schädigung der Blutgefäße, die den Hüftkopf arteriell versorgen. Intraoperativ sollte deswegen mit großer Vorsicht auf die Integrität der Gefäße geachtet werden. Falls es trotz operativer bzw. konservativer Maßnahmen zu einer Hüftgelenksarthrose gekommen sein sollte, stehen mehrere Therapiekonzepte zur Verfügung, die dem Patienten sowohl Schmerzlinderung als auch Erhalt der Beweglichkeit verschaffen können [191].

## **1.8.2. Diagnostik einer Hüftgelenksarthrose**

### **1.8.2.1. Klinik**

Klinische Symptome treten häufig später als die radiologisch sichtbaren Zeichen der Koxarthrose auf [70]. Die Patienten klagen bei Hüftgelenksarthrosen initial sowohl über Anlauf- als auch über belastungsabhängige Schmerzen, die zum Abend hin zunehmen [33] [195]. Der Schmerz wird abhängig von der Lokalisation der Hauptverschleißzone auf unterschiedliche Körperstellen projiziert. Befindet sich die Hauptverschleißzone ventral im Gelenk, projiziert sich der Schmerz meist in die Leisten- bzw. Adduktorenregion. Differentialdiagnostisch sollte man bei dieser Schmerzsymptomatik den Ausschluss einer Hernie durchführen. Liegt die Hauptverschleißzone dorsal im Gelenk, überträgt sich der Schmerz häufig in die

Glutealregion und strahlt zusätzlich in das ipsilaterale Bein aus. Zur Abgrenzung einer Lumboischialgie sollte eine neurologische Ursache der Beschwerden ausgeschlossen werden (z.B. Lasegue-Test, Überprüfung der Dermatome und Reflexe). Im Spätstadium der Erkrankung treten Ruheschmerzen auf. Nicht selten treten schon zu Beginn Schmerzen bei Innenrotation auf [200]. Neben den Schmerzen klagen die Patienten über Bewegungseinschränkungen, die sich im Laufe der Erkrankung kontinuierlich verstärken. Aufgrund der Schmerzen ändert sich das Gangbild der Patienten. Durch ein Schonhinken, bei dem die Standphase auf dem betroffenen Bein kürzer wird, kommt es konsekutiv zu einer Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule, wodurch es zu einer Kombination aus Hüft- und Rückenschmerzen kommen kann. Die Gehstrecke pro Tag nimmt bei den Patienten ab. Des Weiteren können sich Hüftkontrakturen in Flexions-, Adduktions- und Außenrotationsstellung manifestieren. Der Verlauf einer Hüftgelenksarthrose ist meist progredient. Jedoch ist es möglich, dass die Schmerzen im Verlauf abnehmen, da es zu einer bindegewebigen Ankylosierung kommt, bei der kaum noch Schmerzen vorhanden sind [197] [158].

#### **1.8.2.2. Radiologische Zeichen einer Hüftgelenksarthrose**

Um eine Hüftgelenksarthrose röntgenologisch zu diagnostizieren, stellt sich zunächst die Frage nach der Aufnahmetechnik. Die a.p.-Aufnahme besitzt eine hohe Aussagekraft, die durch zusätzliche Aufnahmen (Lauenstein-Projektion, Seitenaufnahme) ergänzt werden kann [195].

Zu Beginn der Erkrankung sind Gelenkspaltverschmälerungen und subchondrale Sklerosierungen in der Hauptbelastungszone des Hüftgelenkes (weight bearing dome) Zeichen einer beginnenden Arthrose. Schreitet die Erkrankung fort, finden sich zunehmend Osteophyten, die häufig zuerst am Rand der Fovea capitis femoris und am Rand des Femurkopfes auftreten. Dadurch kann es in diesem Stadium der Erkrankung schon zu mechanischen Bewegungseinschränkungen kommen. Die progrediente Kapselverdickung stellt sich am verbreiterten Weichteilschatten dar. Im Spätstadium der

Erkrankung treten Zystenbildungen in der sklerosierten Spongiosa auf. Gelenkspaltverschmälerung und subchondrale Sklerosierung schreiten fort. Der Femurkopf beginnt sich zu entrunden. Falls eine Deformierung des Hüftgelenkes stattgefunden hat, ist es möglich, dass es zur Wanderung des Hüftkopfes kommt. Einerseits kann der Hüftkopf nach dorsokranial subluxieren, andererseits besteht die Möglichkeit einer Protrusion des Hüftkopfes in Richtung des kleinen Beckens. Beide Wanderungsvorgänge sind im Röntgenbild zu erkennen. Eine Gefahr des Vordringens des Hüftkopfes durch das Azetabulum in das kleine Becken mit einhergehender Gefährdung von Organen des kleinen Beckens besteht nicht, da der Wanderungsprozess sehr langsam voranschreitet und es zu einer Knochenneubildung an der Innenseite des Hüftbeines kommt, so dass eine neue, knöchernerne Hüftgelenkspfanne entsteht [33] [70].

### **1.8.3. Therapie einer Hüftgelenksarthrose**

#### **1.8.3.1. Konservative Therapie**

Da Hüftgelenksarthrosen nicht durch konservative Maßnahmen kausal behandelt werden können, liegt der Fokus der konservativen Therapie auf der Kontrolle der Symptome, die durch Hüftgelenksarthrosen verursacht werden. Bei akuten Schmerzschüben ist die konservative Therapie gut geeignet, um die Symptomatik zu lindern. Die konservative Therapie bei Hüftgelenksarthrosen umfasst eine Vielzahl von Behandlungsmöglichkeiten:

- Heilgymnastik, um die Muskelverspannungen zu lösen, die durch Schmerzen und Fehlhaltungen hervorgerufen werden.
- physikalische Applikationen
- Pharmakologische Therapie (NSAR, Salizylate)
- intraartikuläre Injektionen von Corticosteroiden
- aktives Training der Muskulatur [195]

Die intraartikuläre Injektion von Corticosteroiden bedarf höchsten Qualitätsstandards, da die Gefahr einer iatrogenen Infektion des Gelenkes nicht unterschätzt werden darf [197].

Darüber hinaus empfiehlt es sich das Körpergewicht zu reduzieren und nur noch mäßige Belastung dem Gelenk zuzumuten, um das Gelenk zu entlasten. Der Nutzen von Chondroprotektiva (z.B. tierische Knorpelsubstanzen) ist bisher wissenschaftlich nicht eindeutig bewiesen [33].

### **1.8.3.2. Operative Therapie**

Falls eine ausreichende Versorgung des an Hüftarthrose leidenden Patienten durch konservative Maßnahmen nicht gelingt, besteht die Indikation für eine operative Therapie. Wichtigstes Kriterium bei der Entscheidung zur operativen Therapie ist die klinische Symptomatik. Radiologische Verfahren sind nur als unterstützend zu werten. Als absolute Kontraindikationen für einen operativen Eingriff gelten floride Infektion an irgendeiner Stelle des Körpers und chronische Infektionen im Operationsgebiet. Relative Kontraindikation besteht bei zytostatischer Therapie und bei reduziertem Allgemeinzustand [197].

Es existieren sowohl endoprothetische als auch nicht-endoprothetische Verfahren.

#### **1.8.3.2.1. Nicht-endoprothetische Verfahren**

##### **Hüftarthrodese**

Die Hüftarthrodese wird heutzutage nur noch selten bei Hüftgelenksarthrosen angewendet. Die Hüftarthrodese ist ein Verfahren, bei dem eine Resektion der artikulierenden Gelenkflächen vorgenommen wird. Um die freiliegenden Knochenenden mechanisch zu stabilisieren, wird häufig eine Plattenosteosynthese durchgeführt [197]. Bei guter Funktion der Nachbargelenke (Lendenwirbelsäule, kontralaterales Hüftgelenk, Iliosakralgelenk, Kniegelenk) zeigt eine Hüftarthrodese für viele Jahre lokale Beschwerdefreiheit und eine hohe Belastbarkeit. Die Bewegungen, die zuvor im Hüftgelenk durchgeführt wurden, werden von den angrenzenden Gelenken übernommen. Aus dieser Tatsache rührt der Nachteil des Arthrodeseeingriffes.

Die Nachbargelenke werden nach einer stattgefundenen Arthrodeese zusätzlich belastet und sind deswegen für Verschleißprozesse besonders anfällig [33].

Bei Infektionen einer einliegenden Totalendoprothesen besteht die Möglichkeit einer Girdlestone-Situation. In diesem Fall stützt sich der femurale Restknochen auf Höhe des Trochanters direkt am Beckenring ab. Der Beinlängenausgleich erfolgt durch eine Schuherhöhung auf der ipsilateralen Seite. Je länger die Girdlestone-Situation vorliegt, desto aufwändiger ist die Reimplantation einer Hüftprothese [55] [100] [139].

### **Hüftarthroskopie**

Die Häufigkeit an arthroskopischen Eingriffen der Hüfte hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Aufgrund der noch limitierten Erfahrungen mit dieser Technik sind die Risiken und Langezeitergebnisse noch nicht bekannt. Die Indikation zur Hüftarthroskopie hat sich in den letzten Jahren erweitert. Hauptindikation bleibt jedoch das femoroazetabuläre Impingement. Posttraumatisch ist es möglich, freie Gelenkkörper mittels einer Arthroskopie zu entfernen [195] [197].

#### **1.8.3.2.2. Endoprothetische Verfahren**

Die Endoprothetik des Hüftgelenkes wird von Debrunner et al. als die wohl beste Operation in puncto Kosten-Nutzen-Verhältnis beschrieben [33].

Die praeoperative Planung ist ein unentbehrliches Werkzeug bei der Endoprothetik der Hüfte. Dadurch ist es möglich, ein funktionell, optimales Ergebnis zu erzielen und die Risiken der Operation zu minimieren. Die Hüftprothesenimplantation ist im Gegensatz zur Hüftarthrodeese nicht als ein stabiler Endzustand anzusehen [197]. Durch die Entwicklung modularer Prothesensysteme gelingt es, den anatomischen Zustand und den funktionellen Ansprüchen des Patienten individueller gerecht zu werden. Demgegenüber steht die Tatsache, dass durch die Modularität zusätzliche Interfaces entstehen, die mögliche Ausgangsstellen von Abriebprozessen sein können [33].

## **Operationstechnik**

Der Patient wird auf dem Rücken liegend gelagert und das Operationsgebiet wird weiträumig mit einer Desinfektionslösung gesäubert. Anschließend erfolgt eine Abdeckung mit sterilen Tüchern.

Dem Operateur stehen mehrere Zugangswege zur Verfügung, um an das Hüftgelenk und den Femurschaft zu gelangen.

1. Ventrolateraler Zugang nach Watson-Jones
2. Lateraler bzw. transglutealer Zugang nach Bauer
3. Direkter anteriorer Zugang

**ad 1:** Die Haut wird 1 Querfinger breit dorsal der Spina iliaca anterior superior beginnend an der Lateralseite des Oberschenkels über dem Trochanter major nach distal inzidiert. Anschließend wird die Fascia lata längsgespalten. In der Tiefe treten nun M. gluteus medius und M. tensor fasciae latae zum Vorschein. Durch den Einsatz von Homann-Hebeln werden unter besonderer Vorsicht der M. gluteus medius nach laterodorsal und der M. tensor fasciae latae nach anteromedial abgedrängt. Durch das Zurückdrängen der Muskulatur wird die Gelenkkapsel sichtbar, die zunächst T-förmig inzidiert und anschließend reseziert wird. Gelegentlich ist eine Inzision des M. gluteus medius nötig, um die Gelenkkapsel optimal darzustellen [28] [170].

**ad 2:** Es wird ein gerader Hautschnitt über dem Trochanter major in Längsrichtung durchgeführt. In gleicher Richtung werden die Subkutis und die Fascia lata inzidiert. Anschließend werden in Faserrichtung die Mm. glutei medii et minimi und der M. vastus lateralis partiell gespalten. Das tendoperiostale Gewebe zwischen M. gluteus medius und M. vastus lateralis an der Vorderseite des Trochanter major wird sorgfältig mit dem Elektromesser abgelöst. Mit Hilfe eines Rapsatoriums werden die ventralen Anteile der Gelenkkapsel freigelegt und folgend mit dem Skalpell T-förmig inzidiert. Der laterale Zugang ermöglicht einen besseren Zugang zum Femurschaft als andere Zugänge [45] [93] [147].

**ad 3:** Der direkte anteriore Zugang ist eine Variante zur muskelschonenden Präparation des Hüftgelenkes. Insbesondere die Glutealmuskulatur, die beim lateralen Zugang teilweise durchtrennt wird, wird geschont. Der Zugang benutzt eine Lücke zwischen dem Tensor fascia latae auf der lateralen Seite und dem Sartorius auf der medialen Seite. Durch diese Muskellücke ist ein direkter Zugang zum Hüftgelenk möglich. Die Risiken dieses Zugangs liegen in der Verletzung des Tensors während der Femurpräparation und der Durchtrennung des Nervus cutaneus femoris lateralis [135] [136].

Dem Operateur stehen zwei Techniken zur Verfügung, um den Femurkopf zu reseziieren. Zum einen besteht die Möglichkeit das Hüftgelenk vor der Schenkelhalsosteotomie durch Adduktion und Aussenrotation zu luxieren, zum anderen besteht die Möglichkeit die Schenkelhalsosteotomie ohne vorherige Luxation durchzuführen. Bei der zweitgenannten Option erfolgt nach der Schenkelhalsosteotomie die Resektion des Femurkopfes mittels eines chirurgischen „Korkenziehers“. Hierbei sollte große Vorsicht walten, damit der am proximalen Femur sich befindende Trochanter nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Im Anschluss erfolgt eine Resektion der überhängenden Kapselanteile und Osteophyten, um die Pfannenzirkumferenz sauber darzustellen zu können. In der Folge werden die zentralen Osteophyten mit Meißel und scharfen Löffel entfernt. Alsdann beginnt der Operateur mit dem Ausfräsen des inneren Pfannenbodens. Es erfolgt ein Abfräsen des lädierten Knorpelgewebes bis kein Knorpel mehr vorhanden ist. Anschließend setzt der Operateur unter großer Vorsicht den Fräsvorgang fort, um den subchondralen Knochen „anzufrischen“. Falls durch die Arthrose bedingte Zysten vorliegen, werden diese auskürretiert. Durch eine folgende sorgfältige Lavage mit anschließender Trocknung mittels steriler Kompressen werden Reste von Knorpel und Knochenmehl aus dem Situs entfernt. Der Zustand des Gelenkes, die Knochenqualität und der Allgemeinzustand des Patienten entscheiden darüber, ob die Pfanne zementfrei oder mit Hilfe von Knochenzement implantiert wird. Die Osseointegration ist das wichtigste Ziel einer Hüftpfannenimplantation [33] [39] [144].

### **Zementfreie Pfanne**

Bei gutem Allgemeinzustand und stabilen Knochenverhältnissen besteht die Indikation für die Implantation einer zementfreien Pfanne [45]. Bei der sogenannten Pressfit-Technik wird ein Implantat eingesetzt, das durch Kraft-Reibschluss Halt im Beckenknochen findet. Bei azetabulären Defekten besteht die Möglichkeit der Verwendung einer Spongiosaplastik. Dabei wird entweder autologes bzw. allogenes Material zwischen Azetabulum und Pfanne gebracht [140] [183]. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, Schrauben durch dafür vorgesehene Löcher in der Pfanne in den Beckenknochen einzubringen. Es gilt als nachgewiesen, dass im Bereich der Schrauben die Osseointegration verstärkt wird und sich dadurch die Stabilität erhöht [197]. Das Implantat sollte größer sein als die zuletzt verwendete Fräsgröße. Das Implantat wird in 45°-Inklination und 10-20° Anteversion bis zum Niveau des Pfannenrands positioniert.

Eine weitere Technik, um die Hüftpfanne zementfrei zu implantieren, stellt die Schraubpfanne dar. Schraubpfannen gewährleisten durch das Verankerungsprinzip eine hohe primäre Stabilität. Jedoch ist der Knochenverlust durch die Implantationstechnik höher, was bei einer Revisionsoperation zu Schwierigkeiten führen kann [197].

### **Zementierte Pfanne**

Besonders bei älteren Menschen, bei denen ein reduzierter Allgemeinzustand und eine verlangsamte Knochenheilung vorliegen, ist die Implantation einer zementierten Pfanne indiziert [45] [197] [28]. Das Implantat wird manuell nach medial eingebracht, bis Knochenkontakt besteht. Der Knochenzement besteht aus der Kombination von Methylacrylat und einem Aminoglykosidantibiotikum (z.B. Gentamycin). Das Implantat wird in 45° Inklination und 10-20° Anteversion bis zum Niveau des Pfannenrands positioniert. Folgend wird mittels eines Eindrückers Druck auf die Pfanne ausgeübt bis der Zement ausgehärtet ist und die Pfanne in der gewünschten Position verbleibt. Danach werden überschüssige Zementreste entfernt. Zementierte Pfannen sind im Gegensatz zu zementfreien Pfannen sofort komplett belastbar [17] [28].

## **Femurmarkraumpräparation**

Das Bein wird in die 4er-Position gebracht, bei der das Bein in Außenrotation, Adduktion und Beugung im Hüftgelenk und Beugung im Kniegelenk gelagert wird. Gegebenenfalls ist es nötig, ein dorsales Kapselrelease durchzuführen, um einen Trochanterabriss zu vermeiden. Die Eröffnung der Markhöhle erfolgt mit Kastenmeißel und langer Markraumahle dorsolateral. Der Markraum wird axial mit Formraspeln in 10°-Anteversion geweitet [28] [45].

## **Schaftimplantation**

Nach einer eventuellen Nachresektion am Schenkelhals wird ein Probeschaf in den Markraum eingesetzt. Folgend wird ein Probekopf auf den Hals des Probeschafes aufgesetzt, das Bein aus der 4er Position in die Normalstellung gelagert und das Hüftgelenk reponiert. Falls das Implantat eine zufriedenstellende Beweglichkeit ohne Luxationstendenz und Impingement zeigt, wird das Hüftgelenk wieder luxiert, in die 4er Position gebracht, um die Probekomponenten entfernt [28].

Bei zementierten Femurschäften wird nach vorheriger Reinigung des Markraumes und Einbringen eines Markraumstoppers der frisch hergestellte Knochenzement zügig mittels Applikationspistole retrograd in die präparierte Markraumhöhle eingebracht [28]. Sodann wird das Schaftimplantat langsam in den mit Zement gefüllten Markraum eingeführt. Überstehende Zementreste werden entfernt und nach Aushärten des Zementes wird ein Probekopf auf den Femurhals aufgesetzt. Es erfolgt die Reposition des Gelenkes und man überprüft die Beweglichkeit, die Beinlänge, die Luxationsneigung und das Impingementverhalten des künstlichen Gelenkes. Falls die Überprüfung zufriedenstellend ist, bringt man den endgültigen Originalkopf auf und reponiert das Gelenk in seine Normalstellung [192].

Bei zementfreien Schäften wird nach Verwendung der letzten Proberaspel das Femurpräparat mit großer Sorgfalt in den Femurmarkraum eingeschlagen. Die Verankerung des Hüftstieles geschieht primär durch Kraft-Reibschluss. Sekundär wird eine Osseointegration angestrebt. Bei Geradschäften ist auf eine sorgfältige laterale Markraumpräparation zu achten, um eine Varusstellung zu

vermeiden [5] [45].

### **Wundverschluss**

Der Wundverschluß erfolgt nach ausgiebiger Spülung, die das Ziel hat Knochenmehl und weitere Mikropartikel aus dem Operationssitus zu entfernen. Je nach Zugang werden die einzelnen Schichten sorgfältig voneinander getrennt vernäht. Der Operateur hat die Möglichkeit durch das Einlegen von Redondrainagen den postoperativen Sekretfluß nach extern zu steigern. Zur Abdeckung der Wunde wird ein steriler Wundverband aufgeklebt [45].

### **Werkstoffe**

Bei der Wahl der Komponenten für ein künstliches Hüftgelenk stehen dem Operateur mehrere Werkstoffe zur Verfügung. Die Tribiologie der Kombination von Inlay und Kopf ist von entscheidender Bedeutung für die Haltbarkeit und die Funktionalität des Implantats. Die Reibung sollte minimal sein und es sollte eine gewisse Pufferwirkung bestehen, damit das Gelenk den alltäglichen Ansprüchen gewachsen ist. Die aktuell vornehmlich verwendeten Gleitpaarungen sind:

- Metallkopf- Polyethyleninlay
- Keramikkopf- Polyethyleninlay
- Keramikkopf- Keramikinlay

Die Kombination einer Pfanne aus hochmolekularem Polyethylen mit einem Metallkopf verspricht sehr geringe Reibung, eine gute Pufferwirkung und sehr wenig Abrieb. Da Polyethylen ein weicher Werkstoff ist, ist er besonders anfällig für mechanische Irritationen [33]. Der Kontakt mit Knochen sollte daher unbedingt vermieden werden. Weitere Schädigungen drohen der Polyethylenpfanne, falls der Kopf nicht kreisrund und spiegelglatt sein sollte. Demnach sollte auf die Unversehrtheit des Inlays bei der Implantation des Prothesenkopfes geachtet werden. Bei hoher Druckbeanspruchung ist es bei dieser Kombination möglich, dass Abriebpartikel entstehen. Die metallischen

Abriebpartikel können migrieren und zum Krankheitsbild der Metallose führen. Die Polyethylenkomponente führt meistens zu Fremdkörperreaktionen im umliegenden Knochengewebe, so dass es zu einer Osteolyse und aseptischer Lockerung des Implantats kommt [80] [101] [197].

Keramik bietet den Vorteil einer günstigen Tribiologie. Es findet quasi kein Abrieb statt, so dass Fremdkörperreaktionen und Migration von Abriebpartikeln deutlich reduziert sind [73] [163] [188]. Ein Nachteil von Keramik ist die im Gegensatz zu Polyethylen erhöhte Bruchgefahr des Werkstoffes. Die Bestrebungen der Hersteller gehen dahin, die Bruchneigung der verwendeten Keramikkomponenten zu senken [171].

### **Wahl der Komponentengröße**

Bei der Wahl der Komponentengröße muss der Operateur mehrere funktionelle Eigenschaften beachten. Bei kleinem Prothesenkopfdurchmesser ist die Reibung vermindert, jedoch sinkt dadurch auch das Drehmoment. Die Kraftübertragung von der Pfanne auf den Kopf wird geringer. Durch die Wahl eines zu kleinen Kopfes steigt die Luxationstendenz [53]. Ist der Prothesenkopfdurchmesser groß, steigen Drehmoment und Reibung und es kann konsekutiv zu vermehrtem Abrieb kommen [176]. Durch den Einsatz von Cross-Linked-Polyethylen zeigte sich in neuesten Studien, dass der Abrieb reduziert wird und nicht maßgeblich von der Größe des Prothesenkopfes abhängt [103] [179]. Ferner nimmt bei einem großen Prothesenkopfes der zur Verfügung stehende Platz ab, so dass es zu mechanischen Einschränkungen kommen kann. Die Wahl des Prothesenhalses spielt für das Impingementverhalten eine Rolle. Bei einem zu dicken Prothesenhalses besteht die Gefahr, dass es zu einem Impingement kommt. Dadurch ist die Beweglichkeit des Gelenkes eingeschränkt und das Gelenk neigt bei hoher, mechanischer Belastung zur Luxation [33]

### **Abstützringe**

Falls großflächige Knochendefekte am Acetabulum oder osteoporotische Knochenverhältnisse bestehen, ist die Implantation eines Abstützringes indiziert

[34] [58] [81]. Der Abstützring dient der Kraftübertragung über eine größere Fläche. Einer der am häufigsten verwendeten Abstützringe ist der Schneider-Burch-Ring. Primär wird die Stabilität durch eine Lasche, die sich am Sitzbein befestigt, und durch Verschraubung am Darmbein erreicht. Sekundär wird die Osseointegration der Abstützschale angestrebt [151] [167]. Besondere Achtsamkeit muss der Operateur bei Defekten des hinteren Pfeilers und des oberen Pfannenrandes geben, da es zur Migration des Ringes bei Belastung kommen kann. Die korrekte Positionierung des Stützrings spielt für die spätere Funktion und die Befestigung des künstlichen Hüftgelenkes eine entscheidende Rolle. Der Operateur muss der Rotation von Os ilium und Os ischium von 15° Rechnung tragen und sollte den Ring nicht in der Körperlängsachse positionieren. Eine etwas schräge Positionierung von kranioventral nach dorsodistal mit einer Antetorsion von 10-15° und einer Inklination von 40° stellt annäherungsweise den Optimalzustand dar. Der Stützring muss in erster Linie dem hinteren Pfannenrand anliegen. Bei allen operativen Schritten ist auf die Integrität des N. ischiadicus zu achten. Knochendefekte sind mit Spongiosamaterial aufzufüllen [28] [184] [196].

### **1.8.3.3. Nachbehandlung der Prothesenimplantation**

In abstracto gelten heutzutage sowohl zementierte als auch zementfreie Hüftprothesen postoperativ als belastungsstabil. Im Falle von zementfrei implantierten Prothesen kann nichtsdestotrotz eine Teilbelastung von einigen Wochen nötig sein, um die Osseointegration abzuwarten. Limitierend auf die postoperative Übungsbehandlung wirken sich Faktoren wie Schmerz und Weichteilverletzung im Operationsgebiet aus [197]. Nach der Implantation einer Hüftprothese ist die Frühmobilisation in der Akutklinik erstrebenswert. Der Schwerpunkt liegt in den ersten postoperativen Tagen auf Verhinderung der Immobilisation, der Schmerztherapie und der Vorbereitung der Rückgewinnung der Gehfähigkeit. Bei technisch sehr aufwändigen Operationen kann es zu biomechanisch, suboptimalen Ergebnissen kommen. In diesen Fällen sollte der Patient besonders gelagert und der Belastungsaufbau verzögert begonnen werden. In der Akutklinik bzw. auch schon in der Frührehabilitationseinrichtung

erfolgt ab der 2. postoperativen Woche die Frührehabilitation. Der Fokus der Frührehabilitation liegt auf der Sicherung des Operationsergebnisses und dem Belastungsaufbau. Ab der 3. postoperativen Wochen erfolgt in einer Rehabilitationseinrichtung der Belastungsaufbau bis zur Vollbelastung, so dass die Alltagstauglichkeit wiederhergestellt wird [33].

#### **1.8.4. Standzeit**

##### **1.8.4.1. Prothesenlockerung**

Die sichere Unterscheidung zwischen einer aseptischen und einer septischen Lockerung ist als essentiell anzusehen [197]. Als Ursachen einer aseptischen Lockerung bei zementierten Prothesen kommen vornehmlich eine fehlerhafte Operationstechnik mit zu geringer Zementapplikation und ein zu hohes Aktivitätsniveau des Prothesenträgers in Betracht. Mögliche Ursache einer aseptischen Lockerung bei unzementierten Prothesen sind Abriebprodukte von Polyethylen. Auf diese Weise kann es zu einer Aktivierung von Makrophagen und Riesenzellen kommen. Es bildet sich eine bindegewebige Membran aus, in der Osteolyse induzierende Stoffe wie Prostaglandin E<sub>2</sub> und TNF- $\alpha$  produziert werden [197]. Klinisch zeigt sich ein persistierender Schmerz des zuvor schmerzfreien Hüftgelenkes. Radiologisch ist eine periprothetische Saumbildung zu erkennen. Im Spätstadium kann es zur Migration der Prothese und/oder einer periprothetischen Fraktur kommen. Bei der septischen Lockerung steht der entzündliche Charakter im Vordergrund. Bei akuten septischen Geschehen sind Kardinalzeichen einer Infektion meist positiv. Bei chronischen septischen Vorgängen ist die Differenzierung mittels Punktion unter Bestimmung von Zellzahl, Mikrobiologie und Biomarkern wie Alpha-Defensin und Leukozytenszintigraphie zur aseptischen Lockerung möglich. [36] [81] [146]

##### **1.8.4.2. Protheseninfektion**

Die Infektionsprophylaxe ist in der Endoprothetik von besonderer Bedeutung, da die Komplikationen einer Infektion schwerwiegend sein können. Die Inzidenz von periprothetischen Infektionen wird bei primärer, endoprothetischer

Versorgung mit 0,6-2% angegeben [61]. Bei Wechseloperationen ist die Inzidenz deutlich höher. Patienten mit Vorerkrankungen, wie rheumatoider Arthritis, Diabetes mellitus, Psoriasis, und Patienten mit reduziertem Ernährungs- und Allgemeinzustand sind in hohem Maße von einer Protheseninfektion gefährdet. Ferner gehören Patienten, die immunsupprimiert sind, zur Hochrisikogruppe für periprothetische Infektionen [15] [197]. Infolge der lokal verminderten Abwehrlage ist die für die Infektion erforderliche Keimzahl um 6 Potenzen verringert. Die Infektion kann sowohl endogen (hämatogen) als auch exogen erfolgen. In 80-90% der Fälle sind fakultativ pathogene Bakterien der physiologischen Hautflora für periprothetische Infektionen verantwortlich. Spezielle Bakterien wie Staphylokokken sind in der Lage, sich an Oberflächen von Implantaten anzuheften. Ferner gehören gramnegative Stäbchen und Propionibakterien zum Erregerspektrum für periprothetische Infektion [69]. Bei akuten postoperativen Infektionen sind zumeist klinische Zeichen (Fieber, Rötung der Haut über dem Gelenk, Schwellung) vorhanden. Chronische Infektionen sind schwieriger zu diagnostizieren, da in diesen Fällen meist klinische Zeichen fehlen [51]. Im Röntgenbild zeigen sich Infektionen häufig erst bei chronischem Verlauf indirekt durch Lockerungssäume. Der Erregernachweis gelingt meist über eine Gelenkpunktion, bei der kontaminationsfrei gearbeitet werden muss, um falsch-positive Befunde zu vermeiden. Die Interpretation des Punktionsergebnisses muss in Zusammenschau mit der Klinik, Histologie, Labor und Radiologie erfolgen. Da fremdkörperassoziierte Infektionen schwer durch Antibiotika zu erreichen sind, ist bei chronischen Infektionen die chirurgische Entfernung des Implantats zu empfehlen. Folgend sollte eine gezielte Antibiotikatherapie nach Antibiotogramm erfolgen. Das Antibiotikum sollte gut knochen- und weichteilgängig sein [50]. Falls es zur vollständigen Sanierung des Infekts gekommen sein sollte, ist eine Reimplantation anzustreben.

#### **1.8.4.3. Periprothetische Fraktur**

Die Inzidenz von periprothetischen Frakturen nimmt infolge der erhöhten Lebenserwartung und der Zunahme der prothetischen Versorgung

kontinuierlich zu [63] [77]. Bei zementierten Prothesen liegt die Rate bei 1%, bei unzementierten Prothesen zwischen 3-20% [64]. Als Risikofaktoren für periprothetische Frakturen gelten generalisierte Osteoporose, Implantatlockerungen, implantatspezifische Faktoren und Traumata.

Belastungsabhängige Schmerzen, Instabilitäten und eine reduzierte Gehstrecke sind Anhaltspunkte für eine Lockerung des Implantats. Bei einliegender Knie-TEP ipsilateral ist ein erhöhtes Risiko für eine interprothetische Fraktur des Femur vorhanden [61]. Periprothetische Frakturen des Femurs werden nach der Vancouver-Klassifikation nach Brady et al. (1999) eingeteilt. Die Klassifikation nimmt Bezug auf die Lokalisation im Verhältnis zum Schaft, die Verankerung des Implantats und die Qualität des Knochens.

### **Vancouver-Klassifikation nach Duncan und Masri (1995)**

Typ A: Frakturen in der Trochanterregion

- A<sub>G</sub>: Trochanter major
- A<sub>L</sub>: Trochanter minor

Typ B: Frakturen vom Trochanter minor bis zur Prothesenspitze

- B1: Fraktur im Schaftbereich bis an die Schaftspitze reichend bei fester Prothese
- B2: Fraktur im Schaftbereich oder bis an die Schaftspitze reichend bei gelockerter Prothese
- B3: Fraktur im Schaftbereich oder bis an die Schaftspitze reichend bei bestehendem Knochendefekt und gelockerter Prothese

Typ C: Fraktur unterhalb der Prothesenspitze [65] [133]

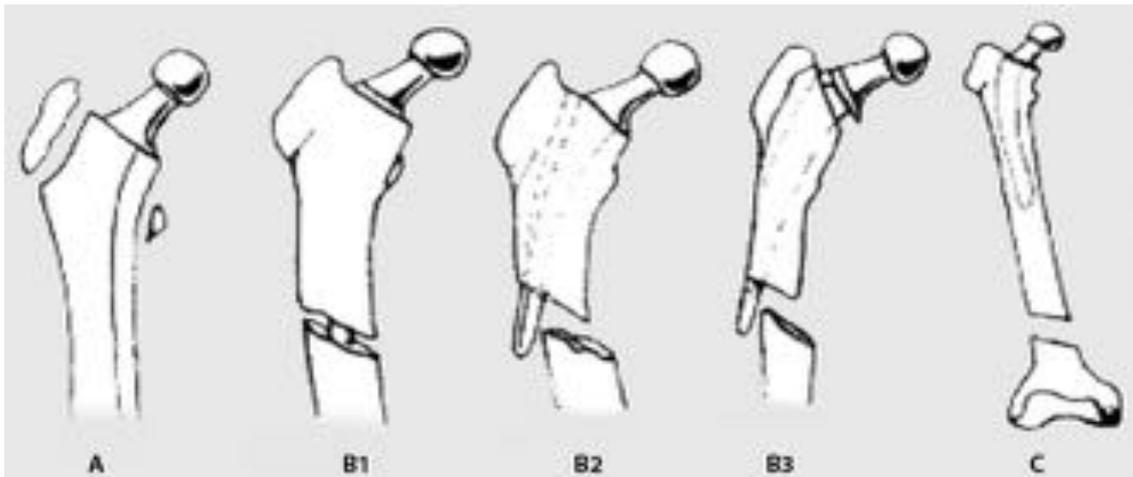


Abb. 4 - Vancouver-Klassifikation für periprothetische, proximale Femurfrakturen

© Firma Aesculap, B. Braun Melsungen AG

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10039-014-2085-3/fulltext.html>

Die Therapie der periprothetischen Frakturen des Femurs richtet sich sowohl nach der Vancouver-Klassifikation als auch nach der Klinik des Patienten. Eine frühfunktionelle Behandlung zur Vermeidung postoperativer Komplikationen ist erstrebenswert [48]. Bei Patienten, die in einem schlechten Allgemeinzustand sind, und bei undislozierten Frakturen ist eine konservative Therapie möglich. Bei B1- und C1-Frakturen wird eine Osteosynthese favorisiert. Im Falle von B2- und B3-Frakturen strebt man einen Implantatwechsel an [16] [130].

#### 1.8.4.4. Rezidivierende Luxationen

Die Prävalenz von Luxationen nach Hüft-TEP-Implantation liegt nach Primärimplantation bei etwa 3% [197]. Bei Revisionsoperationen steigt das Risiko für rezidivierende Luxationen. Luxationsneigung besteht vermehrt bei Fehlpositionierung von Implantatkomponenten, kleinen Prothesenkopfgrößen, dorsalem Zugang zum Hüftkopf und zu geringer Weichteilspannung [193] [175]. Zumeist ist es im Falle der Hüfttotalendoprothese eine Fehlpositionierung der Pfannenkomponente, die zu einer Luxationsneigung führt. Es kommt durch die Fehlpositionierung der Pfanne zu einem Impingementphänomen des Prothesenhalses am Pfannenrand, so dass es bedingt durch die Hebelkräfte zu einer Luxation kommen kann.

Als Frühluxationen bezeichnet man Luxationen, die in den ersten 6 Monaten

nach der Implantation der TEP auftreten. In diesen Fällen ist zunächst eine konservative Therapie erstrebenswert. Von hoher Bedeutung für die konservative Therapie sind die Stärkung der Abduktoren und das Erlernen der Vermeidung von luxationsgefährdenden Bewegungen. Luxationen, die Jahre nach der Implantation der TEP auftreten, sind als Spätluxationen zu bezeichnen. Ursächlich sind häufig Verschleißerscheinungen der Implantatkomponenten, Muskelinsuffizienzen, Infekte oder neurologische Erkrankungen. In diesem Zusammenhang sollte eine Revisionoperation mit Austausch der Komponenten angestrebt werden. Um weitere Luxationen zu vermeiden, ist die Wahl eines großen Prothesenkopfes zu empfehlen. Dadurch wird das Risiko eines Impingementphänomens gesenkt [28] [198].

## 2. Fragestellung

Die Azetabulumfrakturen gehören wie alle Frakturen des Beckens zu den seltenen Verletzungen. Die Inzidenz von Azetabulumfrakturen wird mit 3 Patienten/100.000 Einwohner/ Jahr in der Literatur angegeben [105].

Die Frakturen ereignen sich bei jüngeren Patienten meist im Zusammenhang mit einem Hochrasanztrauma [98]. Bei älteren Patienten liegt der Fraktur häufig ein einfaches Sturzereignis zugrunde [94] [152]. Ab dem 35. Lebensjahr nimmt die Rate an Niedrigenergietraumen als Unfallursache zu [195]. Da Azetabulumfrakturen in der Hälfte der Fälle im Rahmen eines Polytraumas auftreten, hängen die Therapie und die Prognose unter anderem vom Verletzungsausmaß und den Begleitverletzungen ab [98] [161]. Des Weiteren bestimmen der Frakturtyp, die Frakturposition und das Patientenalter die Prognose [123] [129] [132]. Dem behandelnden Arzt stehen sowohl konservative als auch operative Maßnahmen zur Verfügung. Die konservative Therapie ist auch heutzutage noch ein unverzichtbares Werkzeug bei der Behandlung von Azetabulumfrakturen. Es scheint aufgrund der hohen mechanischen Belastung des Hüftgelenkes von enormer Bedeutung zu sein, die anatomische Gelenkkongruenz wiederherzustellen [25]. Die am häufigsten vorkommende Komplikation nach einer Azetabulumfraktur stellt die Koxarthrose dar [57]. Weitere Komplikationen von Azetabulumfrakturen sind Femurkopfnekrosen. Insgesamt haben 12% aller Koxarthrosen eine posttraumatische Genese [19].

Falls es zu einer Arthrose gekommen sein sollte, ist die Totalendoprothese die Therapie der Wahl. Die Implantation einer Hüfttotalendoprothese nach Azetabulumfraktur erfordert ein hohes Maß an praeoperativer Planung und operativen Fertigkeiten des Operateurs. Der Operateur muss der veränderten Anatomie, der verminderten Knochenqualität, Knochensubstanzdefekten, dem einliegenden Osteosynthesematerial sowie der insuffizienten Ausheilung des Frakturspalts Rechnung tragen [8] [150]. Das postoperative Outcome hängt entscheidend von der Primärstabilität ab. Bei zementfreier Implantation der Komponenten wird eine Osseointegration angestrebt. Bei zementierten

Komponenten ist die schlüssige Verbindung einerseits zwischen Knochen und Zement und andererseits zwischen Zement und Implantat ausschlaggebend. Biomechanisch erscheint die Wiederherstellung des anatomischen Rotationszentrums mit der Langzeitstabilität fundamental zu korrelieren [49].

Ziel der Arbeit war es, die kurz- und mittelfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse der Patienten, die aufgrund einer Azetabulumfraktur mit einer Hüfttotalendoprothesenimplantation in den Jahren 2007-2012 in der BG Unfallklinik Tübingen versorgt wurden, zu erfassen. Es wurde versucht, anhand der Aktenrecherche herauszufinden, welche Faktoren (Alter bei Unfall, Frakturtyp, Begleitverletzungen, etc.) ausschlaggebend dafür sind, ob ein Patient nach einer Azetabulumfraktur eine posttraumatische Koxarthrose entwickelt. Zugleich erfasste ich die Komplikationen, die nach einer Hüftprothesenimplantation auftraten. Für die Bewertung des klinischen Outcomes nutzte ich Fragebögen (WOMAC, EQ-5D, Harris-Hip-Score) und führte eine klinische Untersuchung im Rahmen der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen durch. Ferner wurden von allen teilnehmenden Patienten Röntgenaufnahmen (Beckenübersicht und betroffene Hüfte in Lauensteinprojektion) angefertigt. Die Röntgenbilder wurden in Bezug auf Pfannenposition, Pfannenlockerung, Schaftposition, Sinterungsverhalten, periprothetische Aufhellungssäume und Knochentrophik hin beurteilt. Bei Vorliegen von pathologioschen Auffälligkeiten wurden die Patienten über weitere therapeutische Möglichkeiten aufgeklärt. Die Studie wurde durch das Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät unter Leitung von Prof. Dr. med. Luft genehmigt (Projektnummer 081/2013BO2). Der Stichtag der Studie wurde für den 01.01.2007 festgelegt, da ab diesem Zeitpunkt die BG Unfallklinik Tübingen das Diagnoseklassifikationssystem ICD 10 verwendete. Dadurch wurde es möglich alle Koxarthrosen traumatischer Genese einheitlich zu erfassen.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1. Datenerhebung**

#### **3.1.1. Aktenrecherche**

In die Studie wurden alle Patienten, die als Folge einer Azetabulumfraktur eine sekundäre Hüftgelenksarthrose entwickelten und in den Jahren 2007 bis 2012 in der BG Unfallklinik Tübingen eine Hüftprothese implantiert bekommen haben, aufgenommen.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die

- die Teilnahme an der Studie ablehnten
- nicht zur Nachuntersuchung erschienen und nicht befragt wurden
- nicht einwilligungsfähig waren
- eine Azetabulumfraktur periprothetisch bei einliegender Duokopfprothese erlitten

Die Auswahl der geeigneten Patienten erfolgte anhand der Durchsicht des Arthroseregisters der BG Unfallklinik Tübingen. Jeder Patient, der eine Endoprothese aufgrund einer Koxarthrose in der BG Unfallklinik Tübingen in den Jahren 2007 bis 2012 implantiert bekommen hat, wurde auf eine traumatische Genese seiner Arthrose hin überprüft. Alle Patienten, die eine Azetabulumfraktur in ihrer Krankengeschichte aufwiesen, wurden aus dem Gesamtkollektiv der TEP-Patienten gefiltert und in einer Tabelle zusammengefasst. (Gesamtkollektiv der TEP-Patienten mit einer Azetabulumfraktur in der Anamnese).

Hiernach erfolgte die Durchsicht der Patientenakten. Es wurden patientenbezogene, für die Studie relevante Daten in einer Excel®-Tabelle zusammengefasst.

### 3.1.2. Patientenbezogene Daten

Folgende personenbezogenen Daten wurden erhoben:

- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Alter bei Fraktur und Prothesenimplantation
- Unfalldatum
- Verletzte Seite
- Nebendiagnosen
- Klassifikation
- Unfallmechanismus
- Frakturversorgung
- Operationsdatum
- Zeitraum zwischen Unfall und operativer Versorgung
- TEP-Versorgung
- Datum TEP
- Indikation TEP
- Zugang TEP
- Operationszeit TEP
- Liegezeit TEP
- BG-Fall
- Komplikationen während des Klinikaufenthaltes
- Bewegungsausmaße
- Zeitraum seit Operation
- Prothesentyp

## **3.2. Nachuntersuchung**

### **3.2.1. Fragebögen**

Neben den 3 standardisierten Scores, die zum Einsatz kamen, beinhaltete der Fragebogen Fragen zur Zufriedenheit mit dem Künstlichen Gelenk, zur schmerzfreien Gehstrecke und zur Einnahme von Schmerzmedikamenten.

#### **3.2.1.1. Western Ontario and McMasters Universities Arthroseindex (WOMAC) nach Bellamy (1988)**

Der WOMAC ist ein häufig verwendeter Fragebogen zur Messung von arthrose-spezifischen Symptomen sowie körperlichen Funktionseinschränkungen im Alltag bei Patienten mit Gon- und Koxarthrose. Der WOMAC beurteilt den körperlichen Zustand anhand der Kriterien „Schmerz“, „Steifigkeit“ und „körperlicher Aktivität“ bezogen auf Situationen im alltäglichen Leben in den letzten zwei Tagen. Der Patient hat insgesamt 24 Fragen auf einer numerischen Graduierungsskala von 0-10 (kein-extrem) zu beantworten. Nachfolgend werden die Mittelwerte der 3 Skalen zu einem Globalindex zusammengefasst, der anschließend multipliziert mit 10 in den dimensionslosen WOMAC-Globalindex umgerechnet wird. Der Wertebereich des WOMAC reicht von minimal 0 bis maximal 100.

Je höher der WOMAC-Globalindex ist, desto größer ist die funktionelle Beeinträchtigung des Patienten im Alltag in den letzten beiden Tagen gewesen [9] [10] [172] [178].

#### **3.2.1.2. Gesundheitsfragebogen EQ-5D (Europaen quality of life- 5-dimensions)**

Der EQ-5D ist ein kurzer, krankheitsunspezifischer Fragebogen, der zur Erfassung der gesundheitsbezogenen, aktuellen Lebensqualität in gesundheitsökonomischen Untersuchungen eingesetzt wird. Der EQ-5D ist aus 2 Teilen aufgebaut [153] [172].

Der erste Teil besteht aus fünf deskriptiven Fragen, die 5 Dimensionen der Lebensqualität darstellen.

1. Beweglichkeit/Mobilität

2. „Für sich selbst sorgen“
3. allgemeine Tätigkeiten
4. Schmerzen/ körperliche Beschwerden
5. Angst/ Niedergeschlagenheit

Jede der Fragen besitzt drei Antwortmöglichkeiten, die einem Antwortlevel zugeordnet werden.

1. Keine Probleme
2. Einige Probleme
3. Extreme Probleme

Aus der Kombination der Antwortlevel der 5 Dimensionen ergibt sich der persönliche Gesundheitszustand des Patienten. Insgesamt sind  $3^5 = 243$  Gesundheitszustände möglich. Die Gesundheitszustände können einer auf einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung basierenden Bewertung, dem sog. EQ-5D-Index, zugeordnet werden. Die Werteskala reicht von 0-1. Ein Wert von 0 stellt den denkbar schlechtesten Gesundheitszustand und ein Wert von 1 den Zustand vollkommener Gesundheit dar [184].

Der zweite Teil ist aus einer visuellen Analogskala mit einem Wertebereich von 0 bis 100 aufgebaut. Die Skala fragt die aktuelle gesundheitsbezogene Lebensqualität ab. Je höher der Skalenwert, desto besser ist die Lebensqualität einzuschätzen [76].

### **3.2.1.3.Harris-Hip-Score (HHS)**

Der Harris-Hip Score ist einer der meist verwendeten Scores zur Messung der Algodfunktion in der Endoprothetik des Hüftgelenkes. Es handelt sich hierbei um eine Kombination aus einem vom Patienten zu beantwortendem Fragebogen und der Erhebung von Daten durch eine klinische Untersuchung [28].

Der Fragebogen gliedert sich in 2 Untergruppen:

1. Schmerz (maximal 44 Punkte)
2. Funktion (maximal 47 Punkte)

Die klinische Untersuchung dient Erfassung von:

1. Ausschluss von Deformitäten (maximal 4 Punkte)
2. Bewegungsausmaß (maximal 5 Punkte)

Insgesamt beträgt die maximal erreichbare Punktezahl 100. Ein hoher Punktwert im HHS entspricht einem guten Ergebnis in Bezug auf Schmerz, Funktion und Bewegungsausmaß. Patienten mit einem Punktwert von 100 sind als beschwerdefrei bei einwandfreier Gelenkfunktion zu bewerten. Liegt der Punktwert zwischen 91 und 100 ist von einem sehr guten, zwischen 81 und 90 von einem guten und zwischen 71 und 80 von einem mäßigen Ergebnis zu sprechen. Ab einem Punktwert von  $\leq 70$  ist das Ergebnis als schlecht zu bewerten [67] [165].

### **3.2.2. Klinische Untersuchung**

Nach der Begrüßung des Patienten wurde eine Anamnese durchgeführt, um die aus dem Archiv gewonnenen Daten zu verifizieren. Alsdann erfolgt eine Inspektion des Gangbildes im Normal-, Zehenspitzen- und Fersengang. Es erfolgt eine Beurteilung Vorliegen von Hinken, Schonhaltung und Beckenschiefstand. Das Vorliegen eines Trendelenburg-Zeichens ist ein Hinweis auf eine pelvotrochantäre Insuffizienz [125]. Eine Spitzfußstellung deutet auf eine Schädigung des N. peronäus hin. Bei Schädigung des N. tibialis findet sich eine Hackenfußstellung. Hiernach erfolgt die Überprüfung der Möglichkeit zur Ausführung von Hock- und Einbeinstand. Nachdem sich der Patient bis auf die Unterwäsche entkleidet hat, erfolgt eine Inspektion der Haut mit Hauptaugenmerk auf das Gebiet um den operativen Zugang. Folgend begutachtet man die Trophik des Patienten. Störungen der Trophik können Hinweise auf einen schlechten Trainingszustand oder auf eine gestörte Innervation der Muskulatur sein. Palpatorisch erfolgte die Untersuchung der

Druckschmerzhaftigkeit von Leiste, Trochanter major und Narbenbereich. Weiterhin erfolgte die Schmerzprovokation des Hüftgelenkes durch axiale Stauchung und Rütteln des betroffenen Beines. Anhand der Dermatome erfolgte eine Testung der Sensibilität der unteren Extremität. Um den anamnestisch erhobenen Harris-Hip-Score zu vervollständigen, erfolgten der Ausschluss von Deformitäten und die Messung des Bewegungsausmaßes mit der Neutral-Null-Methode. Ferner wurde eine Messung der Beinumfänge in definierten Höhen und der Beinlänge durchgeführt. Um die körperliche Untersuchung zu vervollständigen, erfolgte die Überprüfung der peripheren Durchblutung und Motorik.

### 3.3. Röntgenanalyse

#### Praeoperatives Röntgen

Anhand der archivierten Röntgenbilder der Patienten führten wir eine Röntgenanalyse hinsichtlich folgender Gesichtspunkte durch:

##### 3.3.1. Heterotope Ossifikation nach Brooker et al., 1973

Typ	Bewertung der heterotopen Ossifikationen
0	Keine periartikulären Ossifikationen
I	Kleine, isolierte Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken
II	Ossifikationen, die einen Mindestabstand von mehr als 1cm zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen frei lassen
III	Abstand von weniger als 1 cm
IV	Komplette knöchernerne Spange zwischen Femurkopf und Becken Klinisch: Ankylose des Hüftgelenkes

Abb. 5 - Heterotope Ossifikationen nach Brooker et al (1973) [18]

##### 3.3.2. Klassifikationen azetabulärer Defekte der AAOS (1989)

D`Antonio et al veröffentlichten 1989 die Klassifikation der American Academy of Orthopedic Surgeons, die zwei grundsätzliche Defektsituationen voneinander unterscheidet, wobei die Defektgröße keinen Einfluss auf die Klassifikation nimmt. Als segmentaler Defekt wird jeder komplette Verlust von Knochen einer an das Azetabulum grenzenden knöchernen Wand bezeichnet. Als kavitärer Defekt wird jeder volumetrische Verlust an Knochensubstanz der azetabulären Höhle beschrieben. Die knöchernerne Wand des Azetabulums ist jedoch intakt [28] [185] [197].

Typ	Bewertung des azetabulären Knochendefektes
I	Segmental
II	Kavitär
III	Kombiniert
IV	Instabiles Becken
IV	Arthrothese

Abb. 6 - Klassifikationen azetabulärer Defekte der AAOS D´Antonio (1989)

### 3.3.3. DGOT-Klassifikation/Azetabulum

Bettin und Katthagen haben im Jahre 1997 den Klassifikationsvorschlag der DGOT (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie) veröffentlicht. Die Pfannendefektklassifikation sieht eine Einteilung in 7 Typen vor. Die Autoren empfehlen die Klassifikation intraoperativ vorzunehmen [197] [30].

Typ	Bewertung des azetabulären Knochendefektes
I	Einfache Höhlenbildung
II	Unisegmental, Pfannengrund
III	Unisegmental, Pfannendach
IV	Unisegmental, vorderer oder hinterer Pfannenrand
V	Bisegmental, Pfannendach, Pfannenboden
VI	Trisegmental, Pfannendach, Pfannenboden, Pfannenrand
VII	Instabilität

Abb. 7 - DGOT-Klassifikation/Azetabulum nach Bettin und Katthagen (1997)

### 3.3.4. Knochensubstanzdefekte Femur der AAOS (D`Antonio et al., 1993)

Die Einteilung der femuralen Knochensubstanzdefekte erfolgt similär der Defektklassifikation des Azetabulum. Es wird zwischen segmentalen und kavitären Defekten differenziert. Als segmentalen Defekt bezeichnet man einen Verlust der kortikalen an Knochensubstanz an irgendeiner Stelle des Femurs. Ferner wird die Höhe des Defektes lokalisiert und Bezug darauf nehmend eine Klassifizierung vorgenommen. Als Fixpunkt gilt der Trochanter minor. Kavitäre

Defekte stellen Verlust an Spongiosa bzw. endostalen Kortikalis dar. Ein interkalarischer Defekt verkörpert einen kortikalen Knochenverlust, bei dem der darüber und darunter angrenzende Knochen intakt ist. Ferner werden Achsdeformitäten, femorale Stenosen und femurale Diskontinuitäten in der Klassifikation erfasst [28] [182].

Typ	Bewertung des Knochensubstanzdefekts
I	Segmental
II	Kavitär
III	Kombiniert
IV	Malalignment
V	Stenosis
VI	Diskontinuität

Abb. 8 - Knochensubstanzdefekt Femur der AAOS nach D'Antonio et al (1993)

### 3.3.5. DGOT-Klassifikation/Femur (Bettin D, Katthagen B; 1997)

Analog zur DGOT-Klassifikation für das Azetabulum setzt sich die Klassifikation aus 7 Defekttypen zusammen.

Typ	Bewertung des Femurdefekts
I	Intramedullärer Verlust von Spongiosa
II	Knochendefekt v.a. am Trochanter major
III	Knochendefekt am Calcar femoris bis zum Trochanter minor
IV	Knochendefekt am medialen Schaft bis unterhalb des Trochanter minor
V	Knochendefekt am lateralen Schaft bis unterhalb des Trochanter major
VI	Segmentaler, zirkulärer Knochendefekt am diaphysären Schaft (partiell)
VII	Segmentaler, zirkulärer Knochendefekt mit Zerstörung von 2/3 des diaphysären Femurschafts (total)

Abb. 9 – DGOT-klassifikation /Femur nach Bettin und Katthagen (1997) [11]

## **Aktuelles Röntgen**

Es wurde von allen Patienten, die zur Nachuntersuchung in die Endoprothesensprechstunde kamen, eine Beckenübersichtsaufnahme und eine Lauensteinaufnahme der betroffenen Seite angefertigt.

### **3.3.6. Analyse der Pfanne**

Es fand eine Analyse der radiologischen Position der implantierten Pfanne anhand von Röntgenaufnahmen statt. Es wurde beurteilt, ob die primär implantierte Pfanne noch vorhanden ist oder, ob die Pfanne gewechselt wurde. Des Weiteren wurde geprüft, ob die in den Akten notierte Implantationstechnik auf dem Röntgenbild zu identifizieren war. Bei der Analyse der Pfanne wurde speziell auf Lockerungssäume geachtet.

### **Radiologische Evaluation nach R.C. Johnston et al (1990)**

Zur radiologischen Evaluation von Lockerungs- und Migrationsprozessen wurde von jedem Patienten die aktuelle mit der unmittelbar postoperativen Beckenübersichtsaufnahme verglichen.

Mittels der Methode nach Callaghan et al. (1985) wurde evaluiert, ob es zu einer Pfannenmigration gekommen war [87]. Zur Beurteilung der Stellung der Prothesenpfanne wurde der Winkel zwischen einer horizontalen Linie durch die beiden Tränenfiguren und der Öffnungsebene der Pfanne gemessen. Die Tränenfigur stellt im Röntgenbild einen Fixpunkt dar, dessen Abstand zum Zentrum des Azetabulums wenig Variation unterworfen ist [32] [46]. Weil der Beurteilung der Pfannenmigration im Röntgenbild immanente Grenzen gesetzt sind, definierte man eine Migration azetabulärer Komponenten bei Vorliegen einer horizontalen bzw. vertikalen Migration  $\geq 3\text{mm}$  oder einer Änderung des Öffnungswinkels von  $> 5^\circ$  [23].

Die Bestimmung der Lokalisation von Lockerungssäumen am Implantat-Knochen-Interface wurde mit der Methode nach DeLee und Charnley (1976) durchgeführt. Die Methode sieht eine Teilung des Azetabulums in drei Zonen vor, beginnend lateral mit der Zone 1 und endend medial mit der Zone 3 [162] [186]. Lockerungssäume sind von einer Skleroselinie begrenzte Aufhellung am

Implantat-Knochen-Interface im Röntgenbild aus. Progreredient zunehmende Lockerungssäume sprechen für eine Pfannenmigration. Hingegen sind stagnierende Lockerungssäume nicht zuverlässig einer Pfannenmigration zuzuordnen. Eine mögliche Erklärung liegt in der Tatsache, dass die Beurteilung anhand von 2-dimensionalen Röntgenaufnahmen erfolgt, bei denen das Ausmaß von Osseointegration und Lockerung nicht zuverlässig voneinander getrennt werden kann [14]. Ferner wurde beurteilt, ob es zu Lockerungssäumen an Verankerungsschrauben, Abbrüchen Verankerungsschrauben und Inlayabrieb gekommen war. Darüberhinaus wurde beurteilt, ob sich die Pfannenaufbauplastik skelettfest, trabekulär oder osteoporotisch auf dem Röntgenbild darstellte [3].

### **3.3.7. Analyse des Schaftes**

Die Analyse des Prothesenschaftes fokussierte sich auf periprothetische Knochenprozesse, die Schaftposition, Sinterungen des Schaftes und auf das Vorliegen einer endostalen Sockelbildung im Bereich der Schaftspitze.

#### **3.3.7.1. Stress-shielding nach Engh (Engh CA et al., 1992)**

Engh und seine Mitarbeiter definierten die stabile fibröse Integration des Hüftenschaftes, wenn sich in einem Abstand von  $< 1\text{mm}$  zum Hüftstiel ein röntgendichter Saum gebildet hat [59].

Engh beschrieb die drei grundsätzlichen Zustände, die ein zementfreier Prothesenschaft im Markraum nach Implantation annehmen kann.

1. Ossäre Integration, bei der es zu einer milden Hypertrophie der Kortikalis kommt
2. Stabile fibröse Fixierung, bei der sich ein strahlendurchlässiger Saum um den Schaft bildet. Es liegen keine Anzeichen einer Kortikalishypertrophie vor.
3. Unstabiler Zustand, bei dem es zu einer Wanderung/Sinterung kommt. Die Kortikalis ist röntgendichter und verdickt [24].

Als Stress-Shielding charakterisiert man einen Prozess, bei dem es nach dem zementfreien Einbau eines Prothesenstiels im Femur zu einem proximalen Abbau des kortikalen Knochens kommt. Hingegen hypertrophiert die distale Kortikalis. Die Ursache für diesen Prozess liegt in der distalen Kraffteinleitung durch den Prothesenstiel. Die Umbauprozesse des Knochens sind sowohl im Röntgenbild als auch in der Densitometrie messbar [146].

Die Klassifikation erfolgt anhand der Lokalisation der Knochenresorption.

Typ	Bewertung des Stress-shieldings
I	Proximale, mediale Kante des Schenkelhalses abgerundet
II	Proximale, mediale Kante des Schenkelhalses abgerundet; Verlust der Knochendichte in der Zone I nach Gruen
III	Ausgeprägte Resorption der Kortikalis der medialen und anterioren Anteile in der Zone I und der medialen Bereiche der Zone II nach Gruen
IV	Kortikalen Resorption auch in den diaphysären Bereichen unterhalb der Zonen I und II

Abb. 10 - Stress-shielding nach Engh et al (1992)

### 3.3.7.2. Lysezeichen nach Gruen (Gruen TA et al., 1979)

Gruen und seine Mitarbeiter definierten vier Modi für die Entstehung von aseptischen Lockerungen:

1. Zylinderkolbenartige Migration des Metalls im Zementmantel, die zu einer Distalisierung des Schafts führt. Als Ursache liegt eine unvollständige Einbettung des Schafts im Zement oder ein mechanisches Versagen des Zements zugrunde.  
Versagen des Verbundes am Zement-Knochen-Interface. Im Röntgenbild ist ein breiter Randsaum zu erkennen, der die gesamte Schaftzirkumferenz umfasst.
2. Drehmigration um die Femurschaftmitte. Der proximale Schaft rotiert nach medial und der distale Schaft dreht sich nach außen. Grundlage

der Drehmigration ist ein Versagen der distalen Zementfixierung. Es besteht die Gefahr einer Fraktur der Zementhülle um die Schaftspitze. Im Röntgenbild erscheint proximolateral ein unphysiologischer Randsaum. Ferner kann es zu einer Varisierung des Schaftes kommen. Durch das Wackeln der Schaftspitze ist es möglich, dass um die Schaftspitze herum der Knochen hypertrophiert.

3. Drehmigration um den Calcar femoris. Ausschlaggebend für die Drehmigration ist eine insuffiziente Zementeinbringung um den Prothesenschaft. Es kommt zu einer Pendelbewegung der Schaftspitze um das Cavum. Im Röntgenbild erscheint sowohl ein unphysiologisch breiter Randsaum als auch ein Zementmangel um den Schaft.
4. Aseptische Lockerung des proximalen Schafts aufgrund von ungenügender Zementapplikation um den proximalen Schaft. Im Röntgenbild stellt sich ein großer Randsaum medioproximal am Prothesenschaft dar, der zu einer Varisierung des Schaftes führt.

Als akzeptierter diagnostischer Standard zur Beurteilung von Zementdefekten und Schaftalignment nach Implantation eines zementierten Hüftschaftes gilt die radiologische Analyse der Gruen-Zonen in a.p.- und Lateralaufnahme.

Die Gruen-Zonen sind definierten Bereichen des Femurs zugeordnet, wobei sich die Zonen 1-7 in der Frontalebene und die Zonen 8-14 in der Sagittalebene befinden [17] [36].



Abb. 11 - Lysezeichen nach Gruen et al (1979) [42]

### 3.4. Statistische Methoden

Ich erstellte eine deskriptive Statistik in Bezug auf patientenbezogene Merkmale, klinischer und radiologischer Untersuchungsergebnisse durch die Berechnung von Mittelwert, Median, Spannweite (Minimum, Maximum) und Standardabweichung. Um Unterschiede zwischen Gruppen festzustellen, verwendete ich den Student's- t-Test mit dem Signifikanzniveau von  $p=0,05$ . Um den Unterschied innerhalb einer Gruppe zu 2 Zeitpunkten herauszuarbeiten, nutzte ich den Wilcoxon-Signed-Rank-Test.

Mittels der Kaplan-Meier-Analyse wurde eine Überlebenszeitkurve für die implantierten Hüftprothesen erstellt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Patientenkollektiv

Im Zeitraum zwischen Januar 2007 und Dezember 2012 wurden in der BG Unfallklinik Tübingen 68 Patienten, die infolge einer Azetabulumfraktur eine Hüftgelenksarthrose entwickelten, erstmalig mit einer Hüft-TEP versorgt. Die Azetabulumfrakturen ereigneten sich im Zeitraum zwischen 1968 und 2012. In 38% der Fälle (26/68) handelte es sich um einen dokumentierten BG-Fall. Demgemäß bezifferte die Zahl der Privatunfälle auf 42 (62%). Es war zu 54% (37/68) das linke und zu 46% (31/68) das rechte Hüftgelenk betroffen. In 28% der Fälle (19/68) lag ein Polytrauma vor. Bei 29% der Patienten (20/68) lag neben der Azetabulumfraktur eine Beckenringverletzung vor. In 22 Fällen (32%) wurde die Fraktur konservativ und in 46 Fällen (68%) operativ behandelt. Die Indikation zur Hüft-TEP-Implantation war bei allen Patienten die posttraumatische Koxarthrose.

48 der 68 Patienten (71%), die nach erlittener Azetabulumfraktur mit einer Hüft-TEP versorgt wurden, erklärten sich bereit, an der Nachuntersuchungsstudie teilzunehmen. 34 Patienten (50%) nahmen an der klinisch-radiologischen Nachuntersuchung im Rahmen der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen teil (NU+FB-Gruppe). Dementgegen beantworteten 14 Patienten (21%) einzig die Patientenfragebögen und erschienen nicht zur klinisch-radiologischen Nachuntersuchung in der Klinik (FB-Gruppe). Der radiologische Verlauf dieser Patientengruppe wurde anhand der Röntgenbilder der vorherigen Nachuntersuchung beurteilt. 8 Patienten (12%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchungen nachweislich verstorben. 7 Patienten (10%) waren weder telefonisch noch postalisch zu erreichen. 5 Patienten (7%) hatten kein Interesse an der Studie teilzunehmen.

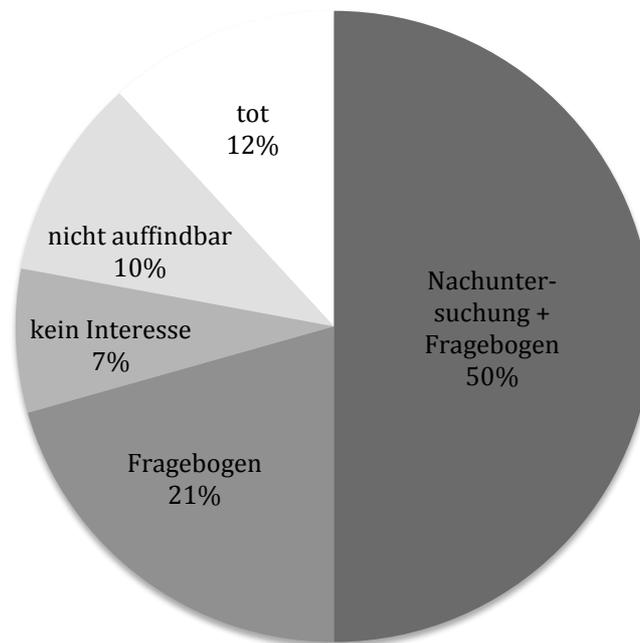


Abb 12 – Aufteilung des Patientenkollektivs (n=68)

#### 4.1.1. Alter und Geschlecht

Das Durchschnittsalter der Patienten des Gesamtkollektivs (n=68) betrug zum Unfallzeitpunkt  $49,4 \pm 18,0$  (16-87) Jahre. Mit Hilfe der Altersverteilung zeigt sich, dass die Gruppe der 51-60-jährigen am häufigsten von Azetabulumfrakturen betroffen war. 21% der Patienten (14/68) waren weiblich, dementsprechend waren 79% (54/68) männlich. Das Geschlechtsverhältnis männlich zu weiblich lag bei 3,8 : 1.

Osteosynthetisch versorgte Patienten waren zum Unfallzeitpunkt mit durchschnittlich  $49,6 \pm 16,4$  (17-80) Jahren in etwa gleich alt wie konservativ behandelte Patienten mit  $49,1 \pm 21,5$  (16-87) Jahren ( $p=0,92$ ).

Patienten, die ein Monotrauma erlitten, waren zum Zeitpunkt des Unfalls im Schnitt  $56,9 \pm 19$  (18-87) Jahre alt. Hingegen waren Patienten, die eine Mehrfachverletzung bzw. Polytrauma erlitten, zum Unfallzeitpunkt mit im Schnitt  $45,7 \pm 18$  (16-71) bzw.  $44,8 \pm 16$  (17-71) Jahren tendenziell jünger ( $p=0,015$ ) als monotraumatisierte Patienten. Der Männeranteil überwiegt im Kollektiv der Patienten mit Mehrfachverletzungen bzw. Polytraumata 84% (37/44) nicht

tendenziell dem Männeranteil im Kollektiv der monotraumatisierten Patienten ( $p=0,24$ ).

Patienten, deren Fraktur ein „einfaches“ Frakturmuster ( $n=29$ ) aufwies, waren zum Zeitpunkt des Unfalls im Schnitt  $45,3 \pm 15,0$  (16-67) Jahre alt. Patienten, die eine „komplexe“ Faktur ( $n=37$ ) erlitten, waren durchschnittlich zum Zeitpunkt des Unfalls mit  $52,1 \pm 19,9$  (18-87) nicht tendenziell älter ( $p=0,12$ ) als Patienten mit einem „einfachen“ Frakturmuster. Der Männeranteil in der Gruppe der Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster lag mit 73% (27/37) nicht tendenziell niedriger ( $p=0,18$ ) als in der Gruppe der Patienten mit „einfachen“ Frakturmuster (83%). Zum Unfallzeitpunkt betrug das durchschnittliche Alter der Follow-up-Gruppe ( $n=48$ )  $46,6 \pm 16,9$  (16-80) Jahre, der NU+FB-Gruppe ( $n=34$ ) bei  $44,1 \pm 16,2$  (16-70) Jahre und der FB-Gruppe ( $n=14$ )  $53,4 \pm 16,8$  (18-80) Jahre.

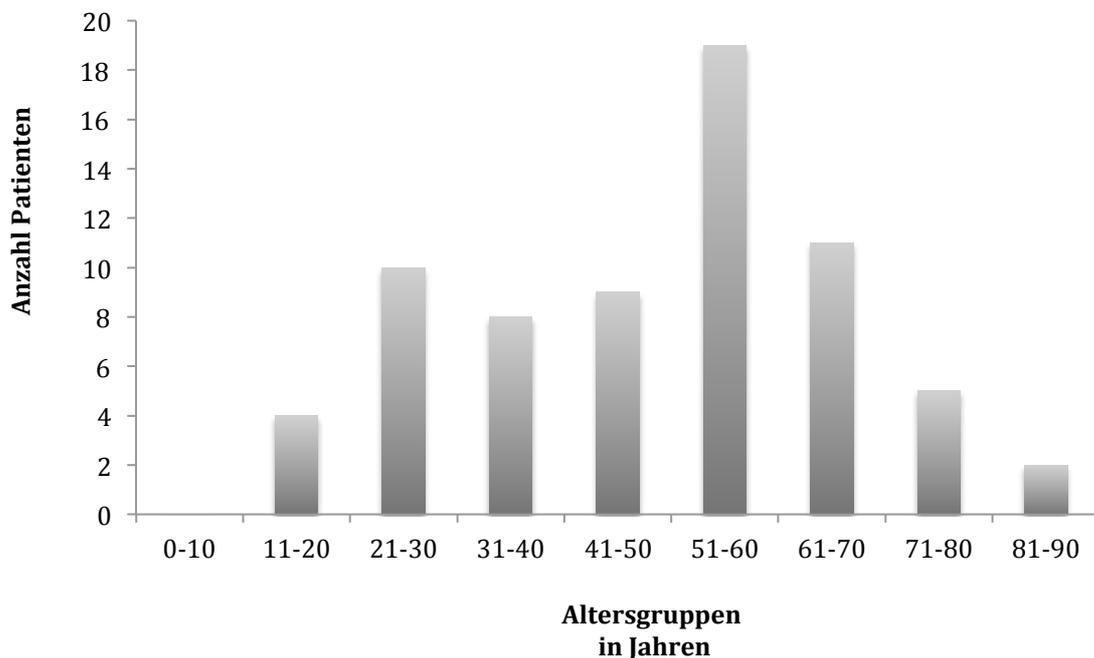


Abb. 13 – Altersverteilung des Gesamtkollektivs ( $n=68$ ) zum Unfallzeitpunkt

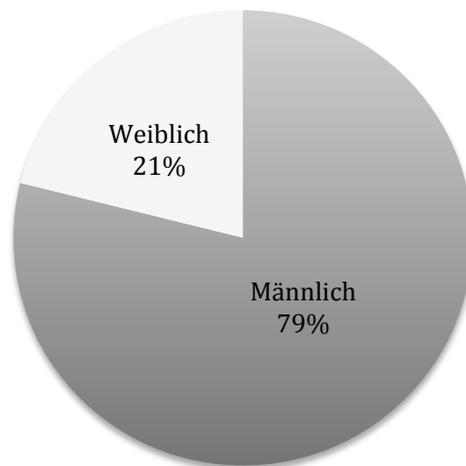


Abb. 14 – Geschlechtsverteilung des Gesamtkollektivs (n=68)

#### 4.1.2. Unfallmechanismus, Verletzungsausmaß und Begleitverletzungen

In den von mir untersuchten Fällen waren 2 Mechanismen hauptursächlich für die Entstehung der Frakturen. Der häufigste Grund für die Entstehung der Fraktur war mit 62% (42/68) ein Verkehrsunfall, gefolgt von Sturzereignissen aus großer Höhe mit 29% (20/68). In 3% (2/68) der Fälle kam es durch Überrolltraumata zur Ausbildung einer Azetabulumfraktur. In 6% (4/68) der Fälle war der Unfallmechanismus nicht dokumentiert.

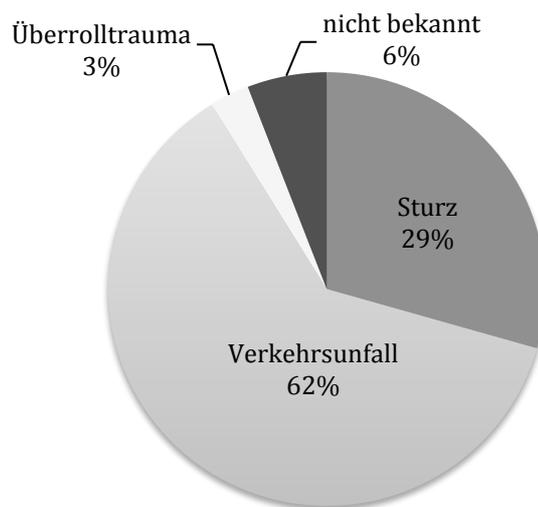


Abb. 15 - Prozentuale Verteilung der Unfallmechanismen des Gesamtkollektivs (n=68)

Bis zur Beendigung des 50. Lebensjahres überwogen als Unfallmechanismus die Verkehrsunfälle gegenüber den Sturzereignissen und Überrolltraumen. Es lag bei 80% (24/30) der Patienten ein Verkehrsunfall, bei 13% (4/30) ein Sturzereignis und bei 3% (1/30) ein Überrolltrauma vor. Bei 1 Patienten (3%) war in den Akten keine Unfallursache dokumentiert. Ab dem 50. Lebensjahr stieg der Anteil der Sturzereignisse als Frakturursache. In 42% der Fälle (16/38) lag der Fraktur ein Sturz, in 47% (18/38) ein Verkehrsunfall und in etwa 3% (1/38) ein Überrolltrauma zugrunde. Bei 8% (3/38) war in den Akten nicht dokumentiert, um welchen Unfallmechanismus es sich handelte. Nach Beendigung des 60. Lebensjahres fiel der Anteil an Verkehrsunfällen und tendiert nach Beendigung des 80. Lebensjahres gegen 0. Nach Beendigung des 70. Lebensjahres überstieg die Zahl der Stürze die Zahl der Verkehrsunfälle als Unfallmechanismus. Die Frakturen resultierten bei weiblichen Patienten zu einem Drittel (5/15) aus Stürzen und zu 60% aus Verkehrsunfällen. Bei 7% der weiblichen Patienten (1/15) war der Unfallmechanismus nicht dokumentiert. Den Frakturen der männlichen Patienten lag zu 28% (15/54) ein Sturz, zu 61% (33/54) ein Verkehrsunfall und zu 4% (2/54) ein Überrolltrauma zugrunde. Bei 7% (4/54) der männlichen Patienten war in den Akten der Unfallmechanismus nicht vermerkt.

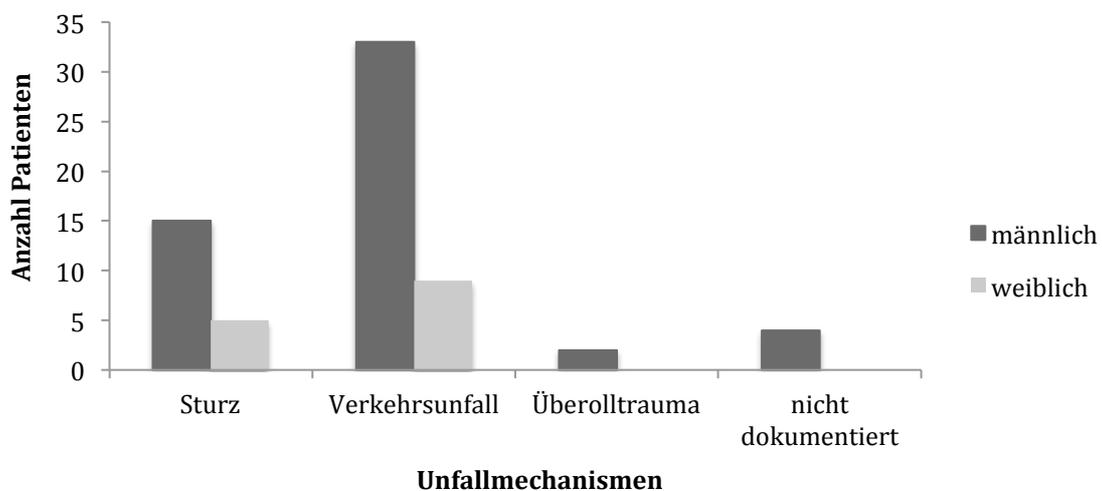


Abb. 16 – Geschlechtsspezifische Häufigkeiten der Unfallursache im Gesamtkollektiv (n=68)

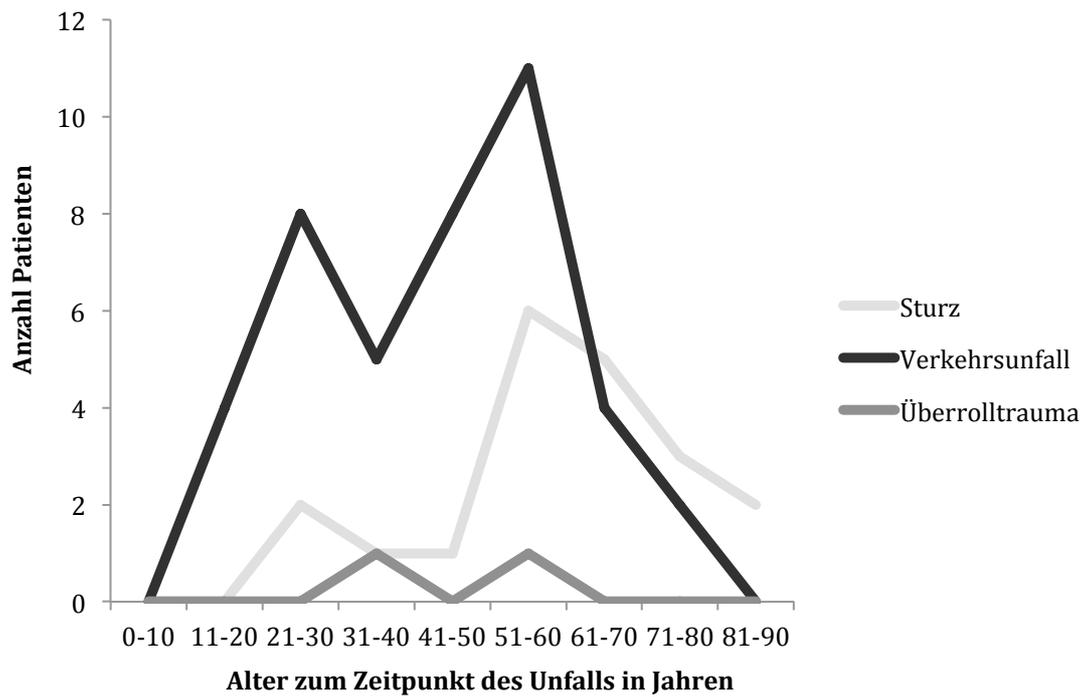
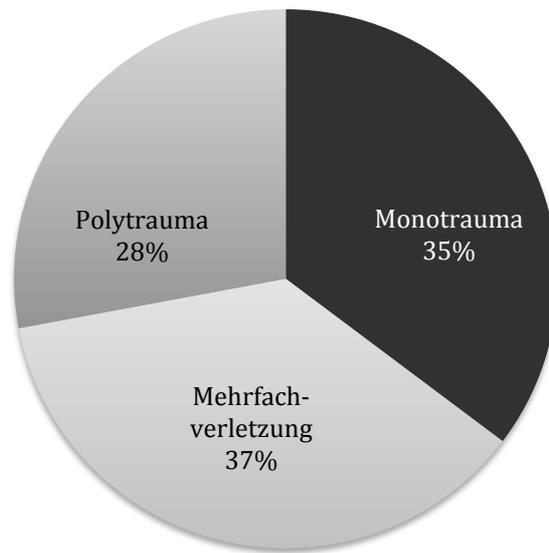


Abb. 17 – Unfallmechanismen in den einzelnen Altersgruppen (n=68)

Altersgruppen in Jahren	Sturz	Verkehrsunfall	Überrolltrauma	Nicht dokumentiert
0-9	0	0	0	0
10 -19	0	4	0	0
20 -29	2	7	0	0
30 -39	1	5	1	1
40 -49	1	7	0	0
50 -59	6	11	1	1
60-69	3	4	0	2
70-79	4	3	0	0
80-89	3	0	0	0

Tab. 1 –Unfallmechanismen in den einzelnen Altersgruppen (n=68)

Es kam bei 35% der Patienten (24/68) zu einem Monotrauma, bei 37 % der Patienten (25/68) zu einer Mehrfachverletzung und bei 28% (19/68) der Patienten zu einem Polytrauma.



**Abb. 18 – Verletzungsausmaß im Gesamtkollektiv (n=68)**

Bedeutsame Begleitverletzungen stellten Beckenringverletzungen bei 29% der Patienten (20/68), Verletzungen der unteren Extremität bei 32% der Patienten (22/68), Thoraxtraumata bei 19% der Patienten (13/68) und Schädel-Hirn-Traumata bei 10% der Patienten (7/68) dar.

Bei Monotraumata (n=24) lag bei 58% der Patienten (14/24) ein Sturzereignis zugrunde. In 33% der Monotraumata (8/24) resultierte die Fraktur aus einem Verkehrsunfall. In 2 Fällen (8%) war der Unfallmechanismus nicht dokumentiert. Mehrfachverletzungen resultierten zu 24% (6/25) aus Sturzereignissen, zu 72% (18/25) aus Verkehrsunfällen und zu 4% (1/25) aus Überrolltraumata. Polytraumata waren zu 84% (16/19) Folge eines Verkehrsunfalls. 5% (1/19) der Polytraumata resultierten aus einem Überrolltrauma. Kein Polytrauma entstand aufgrund eines Sturzes. Bei 11% (2/20) der Polytraumata war kein Unfallmechanismus in den Akten dokumentiert.

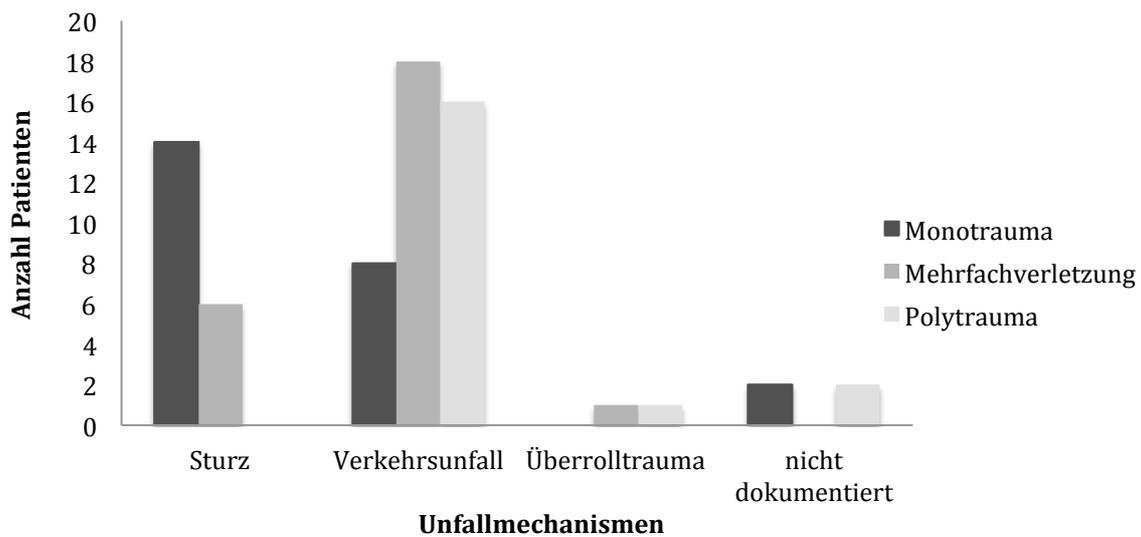


Abb. 19 – Verletzungsausmaß der einzelnen Unfallmechanismen (n=68)

Verletzungsausmaß	Sturz	Verkehrsunfall	Überrolltrauma	nicht dokumentiert
Monotrauma	14	8	0	2
Mehrfachverletzung	6	18	1	0
Polytrauma	0	16	1	2

Tab. 2 - Verletzungsausmaß der einzelnen Unfallmechanismen (n=68)

#### 4.1.3. Klassifikation

Ich erfasste die Frakturtypen mittels der Klassifikation von Letournel und Judet. Bei 2 Patienten (3%) war anhand der Aktendokumentation und Röntgenbilder nicht mehr zu ersehen, um welchen Frakturtyp es sich bei der Azetabulumfraktur handelte. In 43% (29/68) der Fälle lag ein „einfaches“ Frakturmuster und in 54% (37/68) ein „komplexes“ Frakturmuster. Am häufigsten wurden 2-Pfeilerfrakturen (24%) diagnostiziert, gefolgt von Quer+Hinterwandfrakturen und isolierten Hinterwandfrakturen mit jeweils 15% (10/68). Isolierte Vorderwandfrakturen waren in unserem Patientenkollektiv nicht vertreten. Im Zuge von reinen Azetabulumverletzungen (n=24) waren am häufigsten 2-Pfeiler-Frakturen mit einem Anteil von 42% (10/24) zu

verzeichnen. Im Zusammenhang mit Mehrfachverletzungen und Polytraumata wurden vermehrt Quer+Hinterwandfrakturen mit 23% (10/44) und Hinterwandfrakturen mit 18% (8/44) erfasst. Im Rahmen von Stürzen (n=20) traten vermehrt 2-Pfeiler-Frakturen mit einem Anteil von 40% (8/20) auf. Im Falle eines Verkehrsunfalls (n=42) waren Querfrakturen kombiniert mit Hinterwandfrakturen mit 19% (8/42) gefolgt von 2-Pfeiler-Frakturen und isolierten Hinterwandfrakturen mit jeweils 17% (7/42) die häufigste Bruchart.

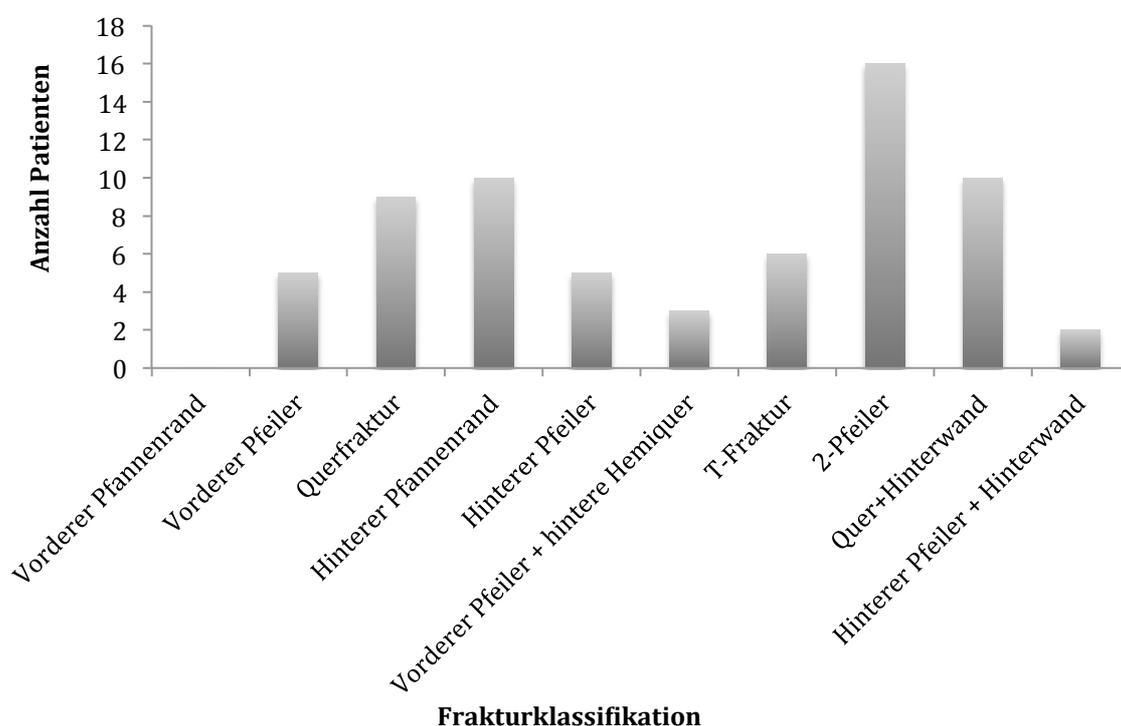


Abb. 20 – Häufigkeit der Frakturtypen gemäß der Klassifikation von Letournel und Judet

Frakturtyp	Absolute Häufigkeit (n)	Relative Häufigkeit in %
Vorderer Pfannenrand	0	0
Vorderer Pfeiler	5	7
Querfraktur	9	13
Hinterer Pfannenrand	10	15
Hinterer Pfeiler	5	7
Vorderer Pfeiler + hintere Hemiquer	3	4
T-Fraktur	6	8
2-Pfeiler	16	24
Quer+Hinterwand	10	15
Hinterer Pfeiler + Hinterwand	2	3

Tab. 3 – Häufigkeit der Frakturtypen der Azetabulumfrakturen (n=68)

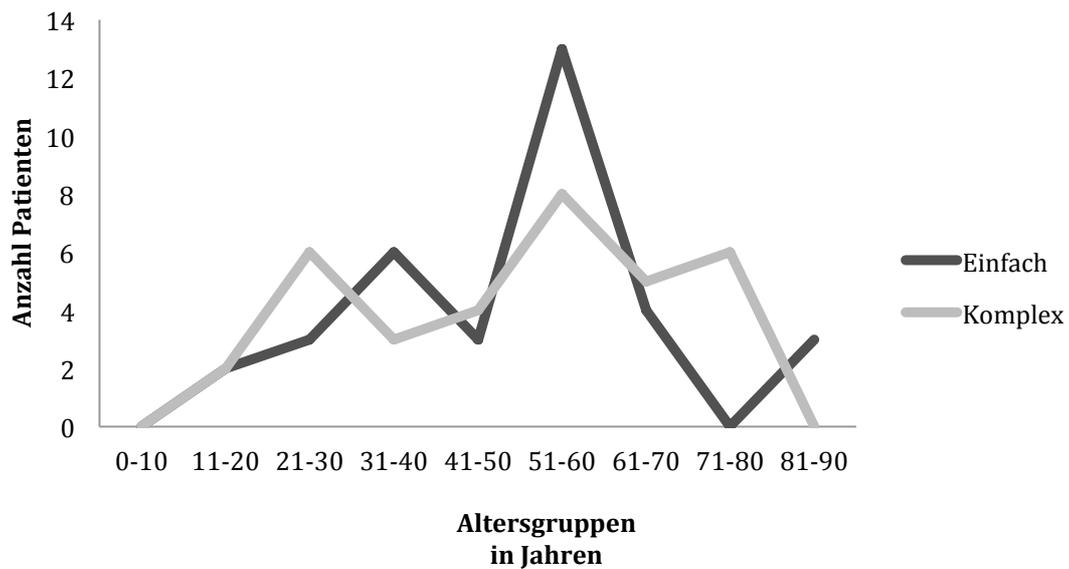


Abb. 21 - Frakturmuster in den einzelnen Altersgruppen (n=68)

Frakturtyp	Sturz	Verkehrsunfall
Vorderer Pfannenrand	0	0
Vorderer Pfeiler	1	3
Querfraktur	2	6
Hinterer Pfannenrand	1	7
Hinterer Pfeiler	0	5
Vorderer Pfeiler + hintere Hemiquer	3	0
T-Fraktur	3	3
2-Pfeiler	8	7
Quer+Hinterwand	1	8
Hinterer Pfeiler + Hinterwand	1	1

Tab. 4 – Frakturmuster getrennt nach Unfallmechanismus (n=60)

Frakturtyp	Monotrauma	Mehrfachverletzung	Polytrauma
vorderer Pfannenrand	0	0	0
vorderer Pfeiler	2	2	1
Querfraktur	3	3	3
hinterer Pfannenrand	2	4	4
hinterer Pfeiler	0	2	3
vorderer Pfeiler + HHQ	3	0	0
T-Fraktur	1	5	0
2-Pfeiler-Fraktur	10	4	2
Quer+Hinterwand	0	4	6
Hinterer Pfeiler+ Hinterwand	2	0	0
Summe	23	24	19

Tab. 5 - Frakturtyp getrennt nach Verletzungsausmaß (n=68)

#### **4.1.4. Frakturversorgung**

In 32% der Fälle (22/68) wurde eine konservative Therapie mittels Extensionsbehandlung durchgeführt. Bei 68% der Patienten (46/68) erfolgte eine operative Versorgung der Fraktur. Dabei wurde in 54% (25/46) der Fälle der Zugang nach Kocher-Langenbeck und in 35% (16/46) der Fälle der ilioinguinale Zugang gewählt. In 11% (5/46) der Fälle wurde eine Kombination aus ilioinguiunalem und Kocher-Langenbeck-Zugang gewählt. In einem Fall wurde der Southern-approach-Zugang zum Azetabulum gewählt. In 9 Fällen (20%) waren in den Akten keine Angaben zum operativen Zugang der Osteosynthese dokumentiert. Durchschnittlich vergingen zwischen Unfallereignis und osteosynthetischer Versorgung  $22,1 \pm 53,4$  (0-268) Tage, wobei 87% der Patienten (40/46) innerhalb von 14 Tagen nach dem Trauma operativ versorgt wurden. Bei 4% der osteosynthetisch versorgten Patienten (2/46) fand eine Metallentfernung im Rahmen der Endoprothesenimplantation statt. Im Falle eines Monotraumas wurde in 42% (10/24) eine konservative und in 58% (14/24) eine operative Therapie der Fraktur vorgenommen. Bei Mehrfachverletzungen wurde die Fraktur in 28% (7/25) der Fälle konservativ und in 72% (18/25) operativ behandelt. Polytraumata wurden zu 26% konservativ (5/19) und zu 74% operativ (14/19) therapiert. Lag ein einfaches Frakturmuster vor, wurden die Patienten in 38% (11/29) der Fälle konservativ und in 62% (18/29) operativ behandelt. Mit 70% (11/37) operativ versorgten Patienten im Falle eines „komplexen“ Frakturmusters versorgte man die Fraktur nicht tendenziell häufiger osteosynthetisch ( $p=0,49$ ) als bei „einfachen“ Frakturmustern. In der Follow-up-Gruppe ( $n=48$ ) waren 15 Patienten, deren Azetabulumfraktur konservativ, und 33 Patienten, deren Azetabulumfraktur operativ versorgt wurde.

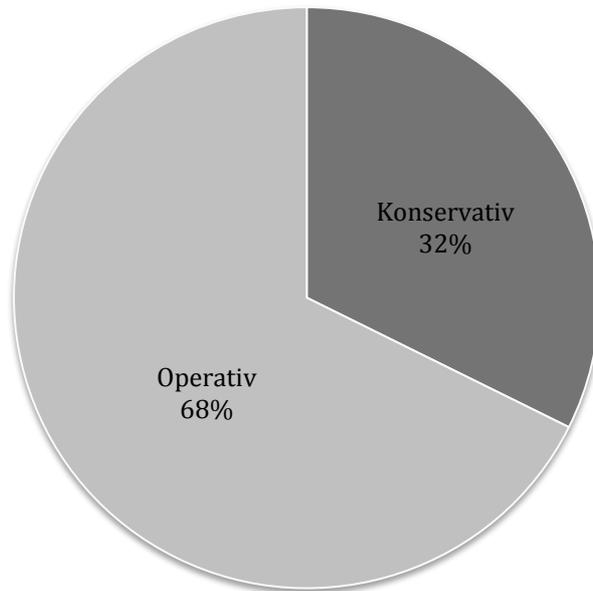


Abb 22- Anteil der konservativ bzw. operativ behandelten Patienten im Gesamtkollektiv (n=68)

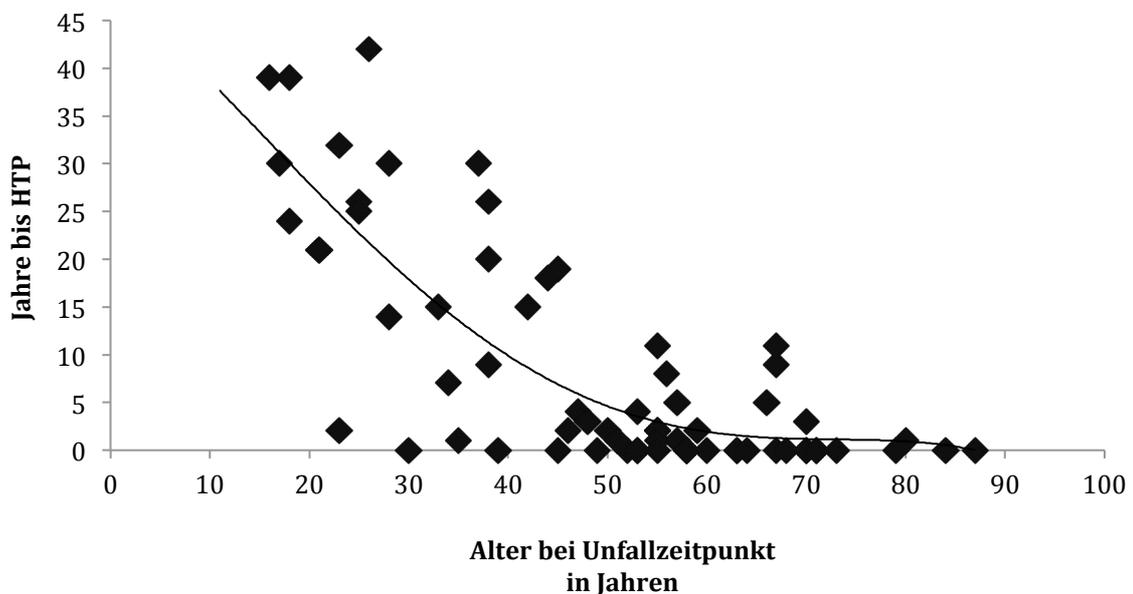
Zeitspanne zwischen Unfall und Osteosynthese (d)	Osteosynthese-Kollektiv (n=46)	NU+FB-Kollektiv Osteosynthese (n=20)	FB-Kollektiv Osteosynthese (n=14)
Mittelwert	22,1	19,7	12,8
SD	53,5	58,7	28,1
Max	268	268	105
Min	0	0	0

Tab. 6 – Zeitspanne zwischen Unfall und Osteosynthese in den einzelnen Kollektiven in Tagen

#### 4.1.5. Endprothetische Versorgung

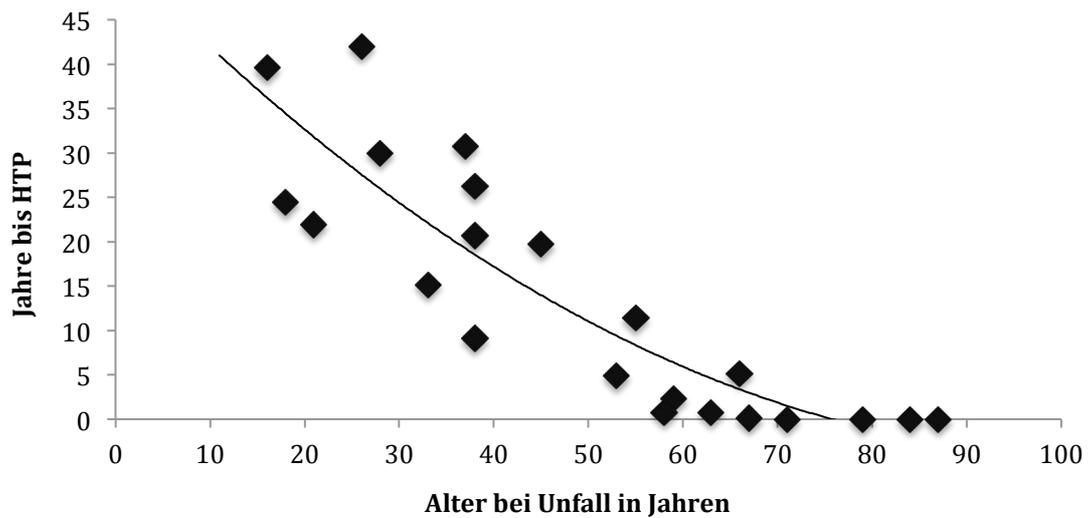
Zum Zeitpunkt der Hüft-TEP-Implantation betrug das Durchschnittsalter  $58,5 \pm 12,4$  (25-87) Jahre. Monotraumatisierte Patienten waren durchschnittlich  $65,7 \pm 11,2$  (48-87) Jahre zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation alt. Mehrfachverletzte Patienten waren bei Prothesenimplantation dahingegen im Mittel mit  $56,4 \pm 10,4$  (36-76) Jahren tendenziell jünger ( $p=0,004$ ) als monotraumatisierte Patienten. Ebenfalls waren polytraumatisierte Patienten mit  $52,1 \pm 12,1$  (25-71) Jahren tendenziell jünger ( $p=0,0005$ ) als monotraumatisierte Patienten mit  $65,7 \pm 11,2$  (48-87) Jahren. Osteosynthetisch

versorgte Patienten waren mit  $56,2 \pm 12,1$  (25-81) Jahren zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation tendenziell jünger ( $p=0,03$ ) als konservativ behandelte Patienten mit  $63,1 \pm 11,8$  (43-87) Jahren. Die mittlere Zeitspanne zwischen dem Unfall und der Hüftprothesenimplantation betrug  $107,3 \pm 141,9$  (0-504) Monate. Tendenziell erkennt man anhand Graphik, in der der mittlere Zeitraum zwischen Unfall und Prothesenimplantation mit dem Alter zum Unfallzeitpunkt korreliert wird, dass es mit steigendem Alter zu einer Verkürzung des Zeitraumes bis zur Entwicklung prothesenpflichtigen Arthrose kommt. Ab dem vollendeten 40. Lebensjahr betrug die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation  $38,5 \pm 58,8$  (0-236) Monate.

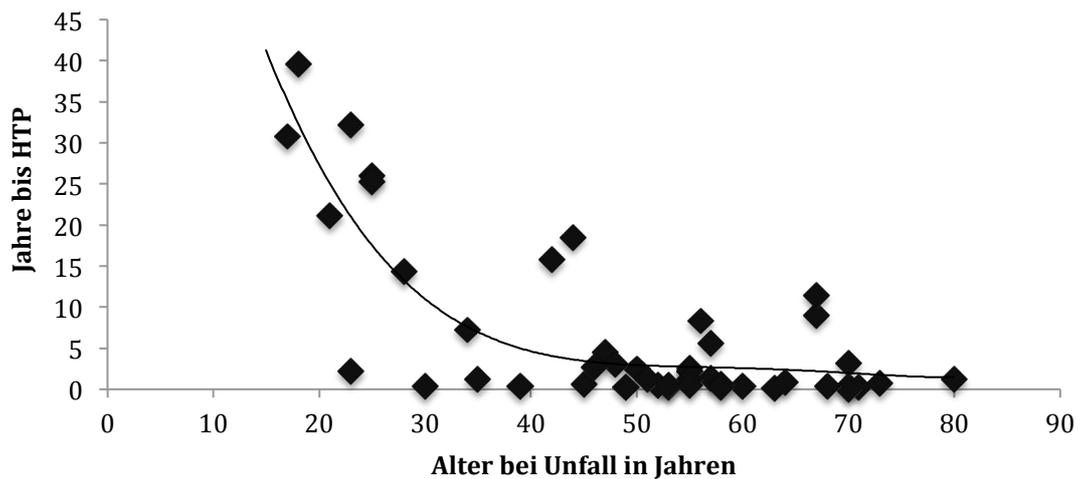


**Abb. 23 – Mittlerer Zeitraum zwischen Unfall und Hüftprothesenimplantation in Bezug auf das Alter zum Zeitpunkt der Fraktur (n=68)**

Bei konservativen behandelten Patienten betrug die durchschnittliche Zeitspanne zwischen Unfall und primärer Prothesenimplantation  $166,3 \pm 166,3$  (0-504) Monate. Osteosynthetisch behandelte Patienten wurden mit einer durchschnittlichen Zeitspanne von  $79,1 \pm 120,7$  (0-475) Monaten zwischen Unfall und Prothesenimplantation tendenziell früher ( $p=0,04$ ) mit einer Prothese versorgt als konservativ behandelte Patienten.



**Abb. 24 – Zeitraum zwischen Unfall und primärer HTP-Implantation bei konservativ behandelter Azetabulumfraktur (n=22)**



**Abb. 25 – Zeitraum zwischen Unfall und primärer HTP-Implantation bei operativ behandelter Azetabulumfraktur (n=46)**

Männliche Patienten erhielten im Schnitt  $102,6 \pm 141,9$  (0-504) Monate nach dem Unfall ihre Prothesenimplantation. Weibliche Patienten bekamen im Mittel nach einer Zeitspanne von  $125,3 \pm 146$  (0-369) Monaten nach dem Unfall ihre TEP. Es fand sich kein tendenzieller Unterschied ( $p=0,61$ ) in der durchschnittlichen Zeitspanne zwischen Unfall und TEP zwischen weiblichen und männlichen Patienten. Monotraumatisierte Patienten erhielten im Mittel  $103,7 \pm 151,4$  (0-504) Monate nach dem Unfall ihre Prothesenimplantation. Die

durchschnittliche Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation war bei Mehrfachverletzungen mit  $128,0 \pm 147,0$  (0-475) Monaten nicht tendenziell länger ( $p=0,57$ ) als bei monotraumatisierten Patienten. Bei polytraumatisierten Patienten war die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation mit  $84,7 \pm 125,4$  (0-369) Monaten nicht tendenziell länger ( $p=0,65$ ) als bei monotraumatisierten Patienten. Die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation von mehrfachverletzten Patienten war nicht tendenziell länger ( $p=0,30$ ) als die von polytraumatisierten Patienten. Die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation betrug im Kollektiv der Patienten, die ein „einfaches“ Frakturmuster aufwiesen,  $129,4 \pm 136,7$  (1-475) Monate. Patienten, bei denen ein „komplexes“ Frakturmuster vorlag, erhielten im Schnitt mit  $94,6 \pm 148,3$  (0-504) Monaten Latenz nicht tendenziell früher ( $p=0,32$ ) ihre Prothesenimplantation als Patient mit „einfachem“ Frakturmuster.

Im Schnitt bezifferte sich die Hospitalisationszeit des Gesamtkollektivs ( $n=68$ ) bei Prothesenimplantation auf  $17 \pm 8$  (8-55) Tage. Der Operationszugang erfolgte bei allen Patienten transgluteal nach Bauer. Angesichts der lückenhaften Dokumentation hinsichtlich der Operationszeiten erscheint eine statistische Auswertung nicht zweckmäßig.

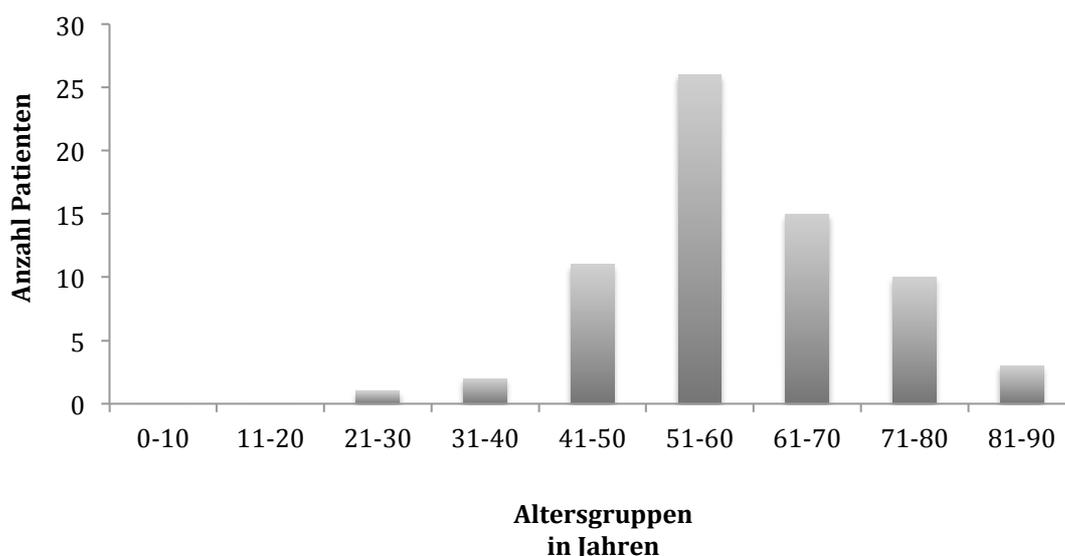


Abb. 26 – Altersverteilung des Gesamtkollektivs ( $n=68$ ) zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation

#### 4.1.6. Prothesentyp

In 94% (64/68) der Fälle wurde die Pfanne zementfrei implantiert. Dabei wurde bei 57% der Patienten (39/68) eine Pfanne vom Plasmacup®-Typ eingesetzt. In 37% der Fälle (25/68) wurde den Patienten eine Abstützschale (Schneider-Burch-Ring, Ganz'sche-Schale) als Pfannengrund eingesetzt.

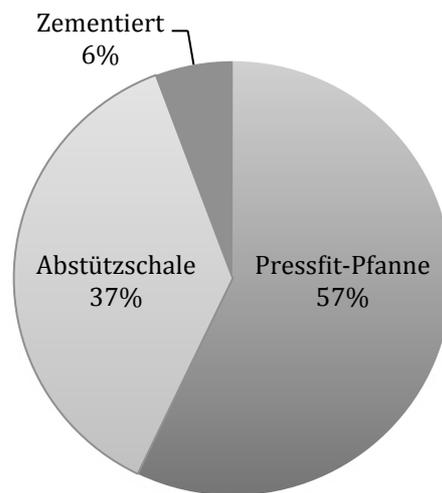


Abb. 27 - Wahl der Pfannenkomponente im Gesamtkollektiv (n=68)

Als Pfanneninlay wurde in 47% der Fälle (32/68) Keramikinlay verwendet. In 51% (35/68) kam ein Pfanneninlay aus Polyäthylen zum Einsatz. Bei Verwendung einer Plasmacup®-Pressfit-Pfanne wurde in 82 % der Fälle (32/39) ein Keramikinlay und in 18% (7/39) der Fälle ein PE-Inlay implantiert. Bei Verwendung einer Abstützschale und zementierten Pfannen wurde in allen Fällen ein PE-Inlay eingesetzt. Bei 67 Patienten wurde ein Schaft vom Typ Bikontakt® der Firma Aesculap eingesetzt. Bei 1 Patientin wurde eine Meta-Kurzschafthprothese implantiert. In 2 Fällen (3%) wurde der Schaft mit Hilfe von Zement implantiert. In 6% (4/68) der Fälle kam ein Bikontakt®-Schaft mit einem „high-offset“ zum Einsatz. Bezüglich der Prothesenköpfe stellten wir fest, dass bei 84 % der Patienten (57/68) Keramikköpfe gewählt wurden. In 15% der Fälle (10/68) wurde ein Metallkopf eingesetzt. Bei 1 Patienten wurde im Operationsbericht nicht dokumentiert, welcher Prothesenkopf implantiert wurde. Die Gleitpaarung aus Keramikpfanneninlay und Keramikkopf wurde bei 32 Patienten (47%) gewählt. Bei 35% der Patienten (24/68) wurde die

Gleitpaarung aus Polyethylenpfanneninlay und Keramikkopf implantiert. In 15% der Fälle (10/68) wurde die Implantation der Gleitpaarung aus Polyethylenpfanneninlay und Metallkopf vorgenommen. Bei 2 (3%) Patienten war jeweils nur eine Komponente der Gleitpaarung in den Akten dokumentiert.

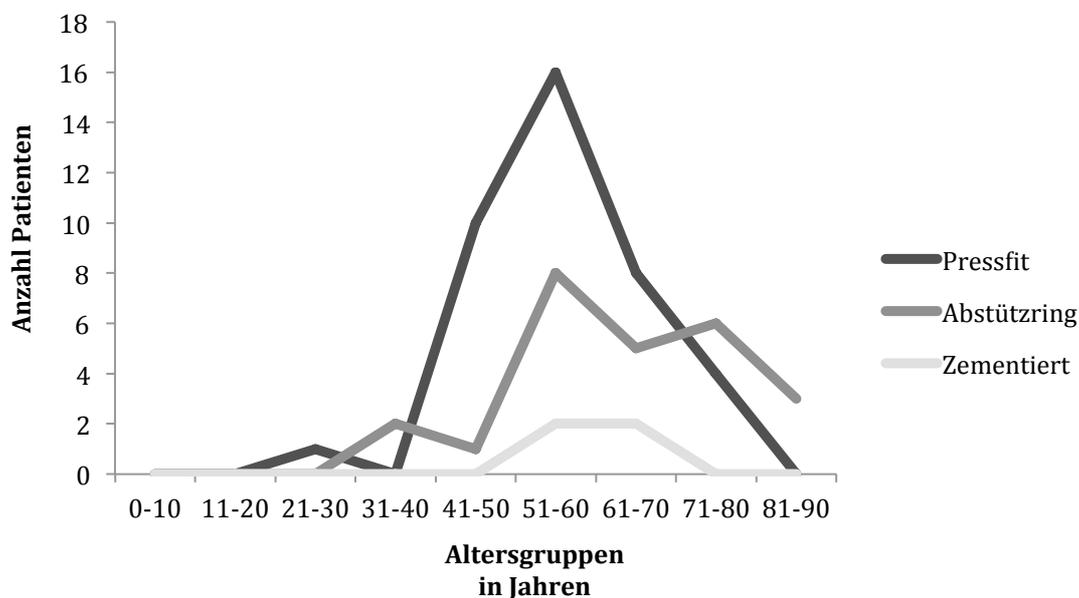


Abb. 28 – Wahl der Pfannenkomponente in Bezug auf das Patientenalter bei Prothesenimplantation im Gesamtkollektiv (n=68)

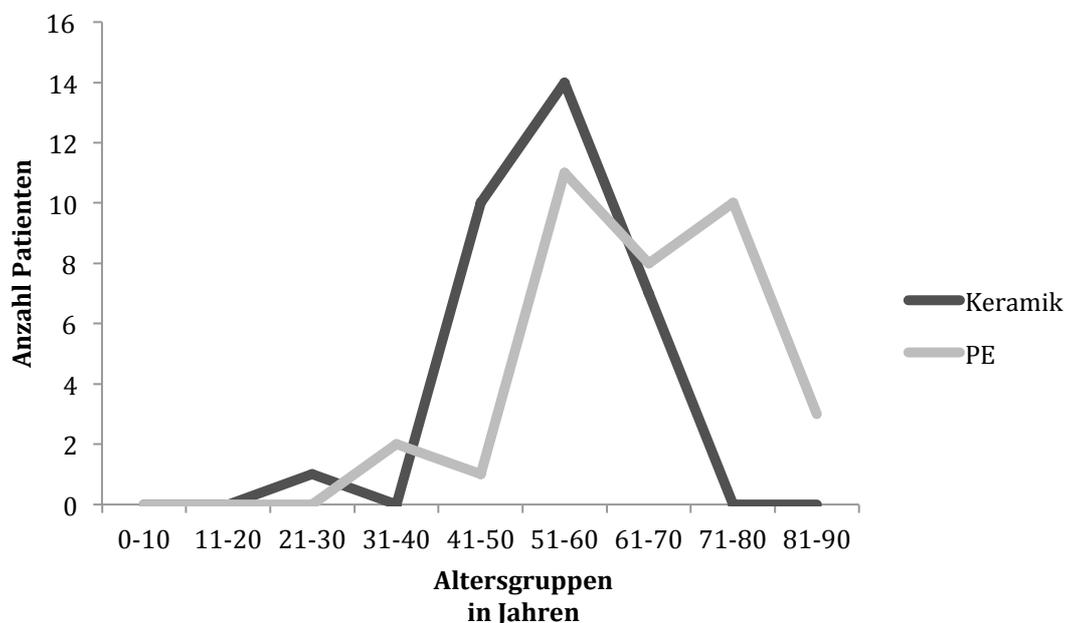


Abb. 29 – Wahl des Pfanneninlays in Bezug auf das Patientenalter bei Prothesenimplantation im Gesamtkollektiv (n=68)

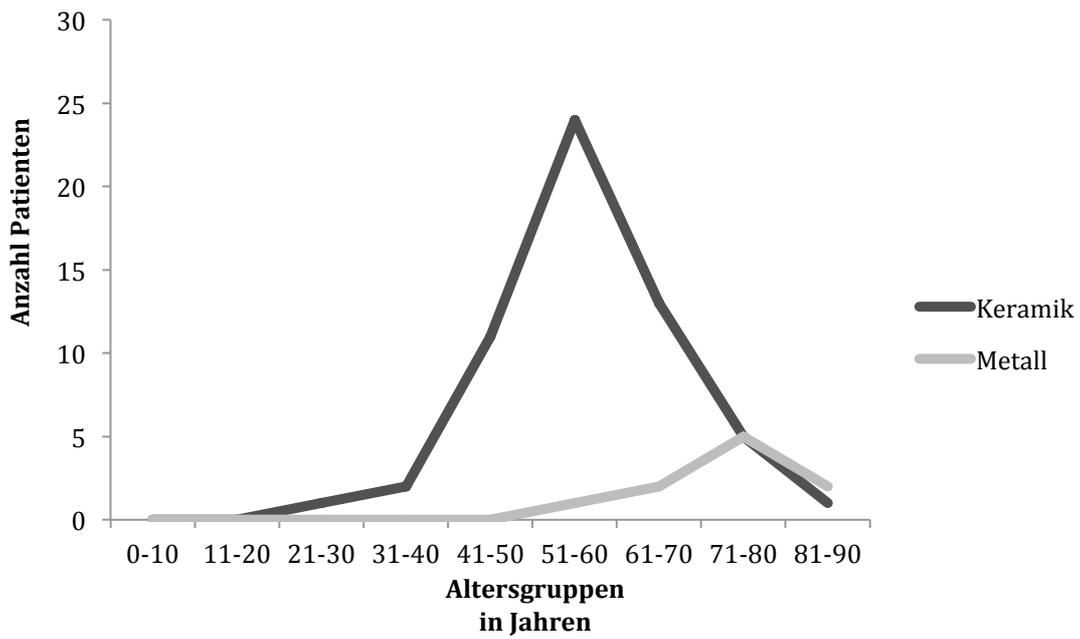


Abb. 30 – Wahl der Prothesenköpfe in Bezug auf das Patientenalter bei Prothesenimplantation im Gesamtkollektiv (n=68)

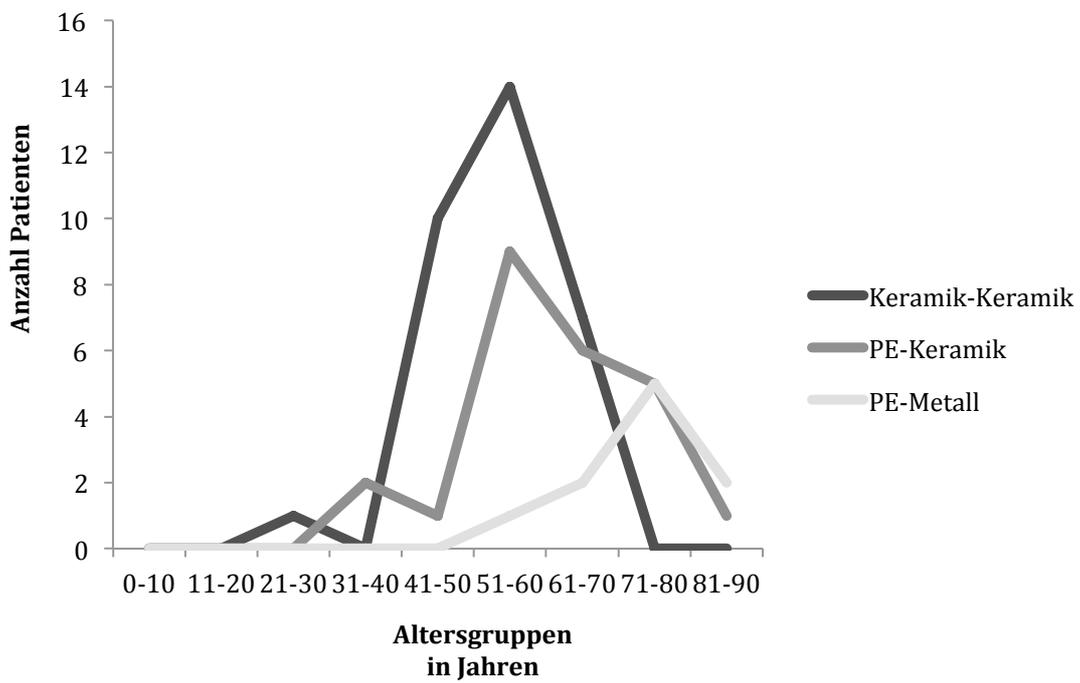


Abb. 31 – Wahl der Gleitpaarungen in Bezug auf das Patientenalter bei Prothesenimplantation im Gesamtkollektiv (n=68)

Hinsichtlich des Prothesenhalses kamen wir zu der Erkenntnis, dass in 21% (14/68) kurze, in 43% (29/68) mittellange, in 18 % (12/70) lange und in 13% (9/68) XL oder größere Hälse gewählt wurden. Bei 4 (6%) Patienten wurde im Operationsbericht nicht dokumentiert, welcher Prothesenhals gewählt wurde.

In 81% (55/68) der Fälle wurde eine Pfannenaufbauplastik mittels eines Knochentransplantats durchgeführt. In 91% der Fälle (50/55) wurde ein Autograft und in 9% (5/55) ein Allograft gebraucht. Bei 19% der Patienten (13/68) wurde keine Pfannenaufbauplastik vorgenommen. In der Gruppe der konservativ behandelten Patienten wurde mit 77% (17/22) nicht tendenziell häufiger ( $p=0,47$ ) ein Spongiosaplastik zur Anwendung gebracht als bei operativ behandelten Patienten mit 86 % (38/44). Eine Spongiosaplastik wurde bei monotraumatisierten Patienten in 83% (20/24), bei mehrfachverletzten Patienten in 76 % (19/25) und bei polytraumatisierten Patienten in 84% (16/19) eingesetzt. Bei „einfachen“ Frakturmustern wurde in 79% (23/29) und bei „komplexen“ Frakturmustern in 81% (30/37) eine Pfannenaufbauplastik verwendet.

#### **4.1.7. Postoperative Komplikationen**

In 32% der Fälle (8/25), in denen der Kocher-Langenbeck-Zugang gewählt wurde, war eine Schädigung des N. ischiadicus zum Zeitpunkt der letzten klinischen Untersuchung dokumentiert. Gleichwohl war nicht durchgängig dokumentiert, ob der Läsion eine traumatische oder iatrogene Ursache zugrunde lag. Dementgegen lagen bei alleiniger Wahl des ilioinguinalen Zugangs lediglich bei 6% der Patienten (1/16) Verletzungen der N. ischiadicus zum Zeitpunkt der letzten klinischen Untersuchung vor, die als unfallassoziiert einzuordnen sind. In jeweils 1 (1%) Fall lag bei Verwendung des ilioinguinalen Zugangs eine Schädigung des N. cut.fem.lateralis und des N. femoralis vor.

Bei 1 Patienten kam es nach Implantation der Hüftprothese während des Krankenhausaufenthaltes zu einer Pneumonie.

#### 4.1.8. Standzeit

Mittels einer Kaplan-Meier-Analyse wurde die Überlebenszeit der Hüftprothesenimplantation nach Azetabulumfraktur in unserem Patientenkollektiv (n=68) dargestellt. Die primäre Hüftprothesenimplantation erfolgte in den Jahren zwischen 2007 und 2012. In den Jahren 2013 und 2014 fanden die Nachuntersuchungen statt. Das Follow-up belief sich auf 8 Jahre von Beginn des Jahres 2007 bis zum Ende des Jahres 2014.

Nach 8 Jahren fand ich eine Überlebensrate von 0,87 (87,1%) mit einem Konfidenzintervall von 0,764 bis 0,934. Innerhalb dieses Zeitraumes waren 9 Patienten verstorben und 8 Patienten mussten sich einer Revisionsoperation unterziehen.

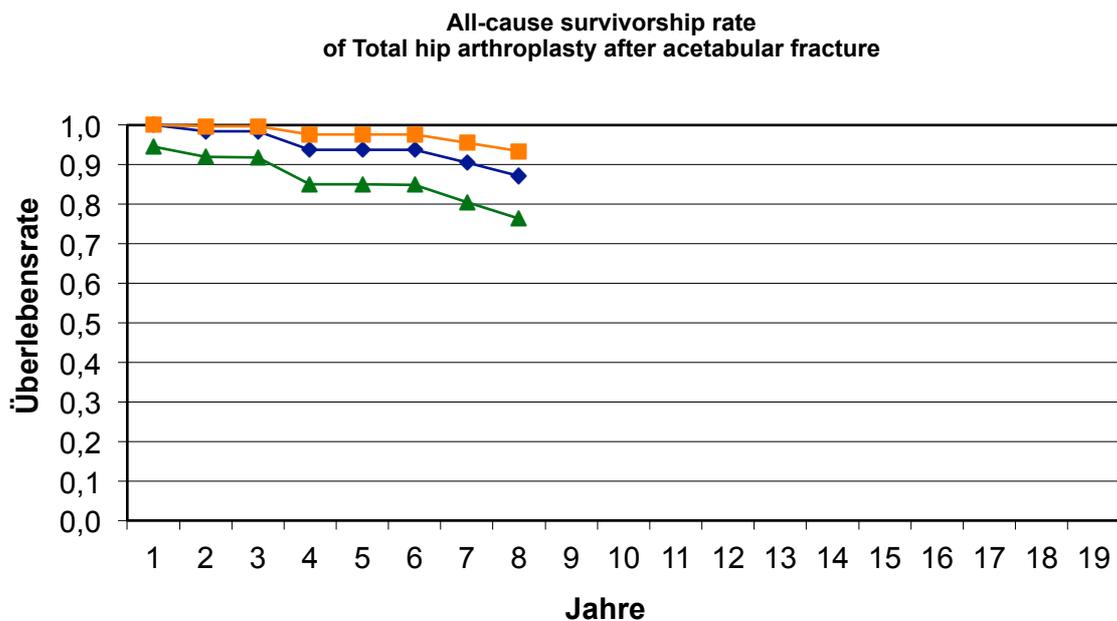


Abb. 32 –Kaplan-Meier-Kurve unseres Patientenkollektivs aus allen Gründen (n=68)

Betrachtet man alleinig die revidierten Patienten liegt die Überlebensrate nach 8 Jahren bei 0,88 (88,2%) mit einem Konfidenzintervall von 0,782 bis 0,940.

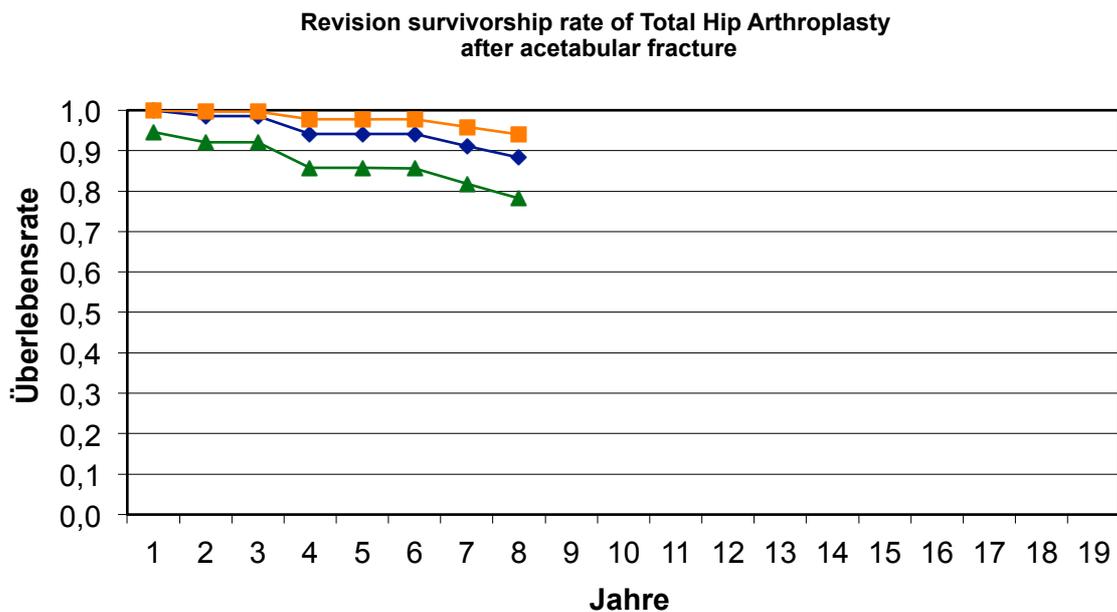
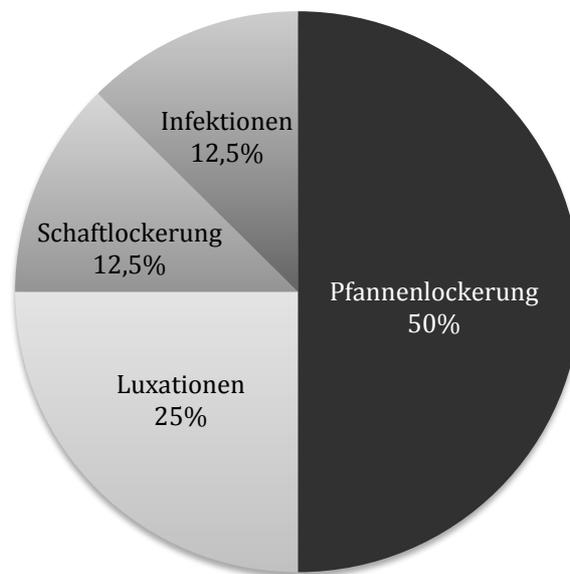


Abb. 33 – Kaplan-Meier-Kurve unseres Patientenkollektivs bezüglich der Revisionen (n=59)

#### 4.1.9. Revisionen und Folgeoperationen

Bei 12% der Patienten (8/68) kam es nach der Hüft-TEP-Implantation zu klinischen oder radiologischen Komplikationen, so dass eine Revisionsoperation erforderlich wurde. Das Revisionskollektiv bestand zu 75% (6/8) aus männlichen und zu 25% (2/8) aus weiblichen Patienten. Im Schnitt waren die Patienten, die sich einer Revisionsoperation unterziehen mussten, zum Zeitpunkt des Unfalls  $54,3 \pm 8,4$  (45-70) Jahre alt. 37,5 % der Patienten (3/8) hatten ein Monotrauma, 25 % der Patienten (2/8) eine Mehrfachverletzung und 37,5% der Patienten (3/8) ein Polytrauma erlitten. Bei 62,5% der Patienten (5/8) war ein Verkehrsunfall Ursache der Azetabulumfraktur. Bei 25% der Patienten (2/7) war ein Sturzereignis Frakturursache. Bei einem Patienten (12,5%) war es ein Überrolltrauma ursächlich für die Azetabulumfraktur. Bei 7 Patienten (87,5%) wurde die Fraktur operativ mittels Osteosynthese behandelt. Die Fraktur wurde eines Patienten (12,5%) konservativ behandelt. Im Mittel betrug der Zeitraum zwischen Unfall und Osteosynthese  $4,6 \pm 4,8$  (0-11) Tage. Zum Zeitpunkt der Primärimplantation der TEP waren die Patienten im Mittel  $55,4 \pm 8,0$  (46-70) Jahre alt. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Unfall und primärer TEP-Implantation betrug  $13,3 \pm 18,2$  (2-54) Monate. Der mittlere

Zeitraum zwischen der Hüft-TEP-Implantation und der Revision betrug  $31,1 \pm 28,7$  (2-74) Monate. Zum Zeitpunkt der Revision waren die Patienten im Durchschnitt  $58,1 \pm 9,5$  (46-73) Jahre alt. Der Revisionsgrund war bei 50% der Patienten (4/8) eine Pfannenlockerung. Bei 25% der Patienten (2/8) kam es zu rezidivierenden Luxationen, die eine Revision nötig machten. In jeweils 12,5% der Fälle (1/8) war eine Schaftlockerung bzw. eine Protheseninfektion der Grund für die Revisionsoperation.



**Abb. 34 – Revisionsgründe im Revisionskollektiv (n=8)**

## 4.2. Nachuntersuchung

Insgesamt füllten 48 Patienten (Follow-up-Gruppe) den Fragebogen der Nachuntersuchungsstudie aus. 34 Patienten (NU+FB-Kollektiv) kamen zur Nachuntersuchung in die Endoprothesensprechstunde der BG Unfallfallklinik Tübingen und füllten vor Ort die Fragebögen aus. 14 Patienten (FB-Kollektiv) übermittelten ihre Antworten postalisch mit. In der Follow-up-Gruppe (n=48) waren 11 Frauen und 37 Männer vertreten. Im NU+FB-Kollektiv lag das Verhältnis bei 8 Frauen zu 26 Männern. Im FB-Kollektiv befanden sich 3 Frauen und 11 Männer. Bei 15 Patienten der Follow-up-Gruppe (n=48) lag ein Monotrauma, bei 17 Patienten eine Mehrfachverletzung und bei 16 Patienten ein Polytrauma vor. Unter den 48 Patienten der Follow-up-Gruppe befanden sich jeweils 24 Patienten, die ein einfaches bzw. ein komplexes Frakturmuster aufwiesen. Zum Unfallzeitpunkt betrug das durchschnittliche Alter der Follow-up-Gruppe (n=48)  $46,6 \pm 16,9$  (16-80) Jahre. Die Patienten NU+FB-Gruppe (n=34) waren mit durchschnittlich  $43,9 \pm 16,4$  (16-70) Jahren zum Unfallzeitpunkt nicht tendenziell jünger ( $p=0,08$ ) als die Patienten des FB-Kollektivs (n=14) mit  $53,4 \pm 16,8$  (18-80) Jahren. In der Follow-up-Gruppe (n=48) waren 15 Patienten, deren Azetabulumfraktur konservativ, und 33 Patienten, deren Azetabulumfraktur operativ versorgt wurde. Die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation betrug in der Follow-up-Gruppe (n=48) im Mittel  $121,6 \pm 150,3$  (0-504) Monate. Im NU+FB-Kollektiv war die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenversorgung mit  $147,1 \pm 152,6$  (0-504) Monaten tendenziell länger ( $p=0,05$ ) als im FB-Kollektiv  $59,6 \pm 129,2$  (2-475) Monaten. Das mittlere Alter bei Prothesenimplantation lag in der Follow-up-Gruppe (n=48) bei  $56,9 \pm 11,7$  (25-81) Jahren. Im NU+FB-Kollektiv (n=34) war das mittlere Alter bei Prothesenimplantation mit  $56,2 \pm 11,3$  (25-76) Jahren nicht tendenziell höher ( $p=0,57$ ) als im FB-Kollektiv (n=14) mit  $58,5 \pm 12,8$  (36-81) Jahren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag das Durchschnittsalter der Follow-up-Gruppe (n=48) bei  $61,4 \pm 12,2$  (26-88) Jahren. Die Patienten des NU+FB-Kollektivs (n=34) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit  $60,6 \pm 11,8$  (26-81) Jahren nicht tendenziell jünger ( $p=0,52$ ) als die Patienten des FB-Kollektivs (n=14) mit  $63,3 \pm 13,2$  (36-88)

Jahren. Der mittlere Follow-up-Zeitraum der Follow-up-Gruppe (n=48) betrug  $54,0 \pm 23,4$  (14-88) Monate. Der mittlere Follow-up-Zeitraum der Patienten des NU+FB-Kollektivs (n=34) war mit  $52,3 \pm 23,1$  (14-86) nicht tendenziell kürzer ( $p=0,46$ ) als bei Patienten des FB-Kollektivs (n=14) mit  $58,1 \pm 24,7$  (19-88) Monate.

Follow-up-Zeiträume	Follow-up-Gruppe (n=48)	NU+FB-Kollektiv (n=34)	FB-Kollektiv (n=14)
Mittelwert	54,0	52,3	58,1
SD	23,4	23,1	24,7
Max	88	86	88
Min	14	14	19

Tab. 8 - Follow-up-Zeiträume in Monaten der Nachuntersuchungsgruppe (n=48)

#### 4.2.1. Fragebögen

Der hauptsächlich aus 3 Scores zusammengesetzte Fragebogen diente der Erfassung der klinischen Situation der Patienten. (s. Anhang)

##### 4.2.1.1. Western Ontario and McMasters Universities Arthroseindex

Bei der Erfassung des WOMAC-Globalindex in der deutschsprachigen Version ermittelten wir in der Follow-up-Gruppe (n=48) einen Durchschnittswert von  $31,0 \pm 25,8$  (0-100) Punkten. In der numerischen Graduierungsskala (0-10) erreichten die Patienten im Mittel in puncto Schmerzen einen Mittelwert von  $2,5 \pm 2,5$  (0-10) Punkten, in Bezug auf Steifigkeit einen Mittelwert von  $3,2 \pm 2,8$  (0-10) Punkten und bezüglich der Schwierigkeiten alltäglichen Handlungen nachzugehen einen Mittelwert von  $3,6 \pm 2,8$  (0-10) Punkten.

Im NU+FB-Kollektiv (n=34) betrug der Mittelwert des WOMAC-Globalindex  $23,5 \pm 20,4$  (0-62,4) Punkte. In puncto Schmerzen erreichten die Patienten im Mittel  $1,7 \pm 1,7$  (0-5,6) Punkte. Bezüglich der Steifigkeit wurde ein Mittelwert von  $2,5 \pm 2,4$  (0-7,5) Punkten erzielt. Hinsichtlich der Schwierigkeiten alltäglichen Aktivitäten nachzugehen ergab sich ein Mittelwert von  $2,8 \pm 2,3$  (0-6,9) Punkten.

Im FB-Kollektiv (n=14) war der Mittelwert des WOMAC-Globalindex mit  $49,2 \pm 29,1$  (0-100) Punkte tendenziell höher ( $p=0,004$ ) als bei Patienten des NU+FB-Kollektivs mit  $23,5 \pm 20,4$  (0-62,4) Punkten. Bezüglich der Schmerzen ergab sich in diesem Kollektiv ein Mittelwert von  $4,5 \pm 3,0$  (0-10). Im Hinblick auf die Steifigkeit ermittelten wir einen Durchschnittswert von  $4,9 \pm 3,2$  (0-10) Punkten. Hinsichtlich der Schwierigkeiten alltäglichen Aktivitäten nachzugehen, wurde einen Durchschnittswert von  $5,3 \pm 2,9$  (0-10) Punkten erzielt.

<b>WOMAC</b>	<b>Schmerz</b>	<b>Steifigkeit</b>	<b>Körperliche Tätigkeit</b>	<b>WOMAC-Globalindex Follow-up-Gruppe (n=48)</b>
Mittelwert	2,5	3,2	3,6	31,0
SD	2,5	2,8	2,8	25,8
Max	10	10	10	100
Min	0	0	0	0

Abb. 9 – WOMAC-Ergebnisse Follow-up-Gruppe (n=48)

<b>WOMAC</b>	<b>Schmerz</b>	<b>Steifigkeit</b>	<b>Körperliche Tätigkeit</b>	<b>WOMAC-Globalindex NU+FB- Kollektiv (n=34)</b>
Mittelwert	1,7	2,5	2,8	23,5
SD	1,7	2,4	2,4	20,4
Max	5,6	7,5	6,9	62,4
Min	0	0	0	0

Abb. 10 – WOMAC-Ergebnisse NU+FB-Kollektiv (n=34)

<b>WOMAC</b>	<b>Schmerz</b>	<b>Steifigkeit</b>	<b>Körperliche Tätigkeit</b>	<b>WOMAC-Globalindex FB- Kollektiv (n=14)</b>
Mittelwert	4,5	4,9	5,3	49,2
SD	3,0	3,2	2,9	29,1
Max	10	10	10	100
Min	0	0	0	0

Abb. 11 – WOMAC-Ergebnisse FB-Kollektiv (n=14)

Die Patienten aus der Follow-up-Gruppe (n=15), deren Azetabulumfrakturen konservativ behandelt wurden, erreichten einen Mittelwert von  $24,2 \pm 22,7$  (0-73,9) Punkten im WOMAC-Globalindex, wovon im Mittel  $2,0 \pm 2,1$  (0-7) für Schmerzen,  $2,4 \pm 2,5$  (0-8) für Steifigkeit und  $2,9 \pm 2,5$  (0-7,2) für Schwierigkeit bei körperlichen Aktivitäten vergeben wurden.

Die operativ versorgten Patienten aus dem Follow-up-Gruppe (n=33) erzielten mit einem Durchschnittswert von  $34,1 \pm 26,8$  (0-100) Punkten im WOMAC-Globalindex ein nicht tendenziell schlechteres ( $p=0,20$ ) Ergebnis als konservativ behandelte Patienten. Der WOMAC-Score der operativ behandelten Patienten (n=33) setzte sich zusammen aus  $2,7 \pm 2,7$  (0-10) Punkte für Schmerzen,  $3,6 \pm 3,0$  (0-10) für Steifigkeit und  $3,9 \pm 2,9$  (0-10) für Schwierigkeiten bei körperlichen Aktivitäten.

Schmerzen	Steifigkeit	Körperliche Tätigkeit	WOMAC-Globalindex Konservativ Follow-up-Gruppe (n=15)
2,0	2,4	2,9	24,2
2,1	2,5	2,5	23
7	8	7,2	73,9
0	0	0	0

Tab. 12 – WOMAC-Ergebnisse der konservativ behandelten Azetabulumfrakturen aus dem NU+FB und FB-Kollektiv (n=15)

Schmerzen	Steifigkeit	Körperliche Tätigkeit	WOMAC-Globalindex Operativ Follow-up-Gruppe (n=33)
2,7	3,6	3,9	34,1
2,7	3,0	2,9	26,8
10	10	10	100
0	0	0	0

Tab. 13 – WOMAC-Ergebnisse der operativen behandelten Azetabulumfrakturen aus dem NU+FB und FB-Kollektiv (n=33)

Patienten, die ein Monotrauma erlitten und an der Studie teilnahmen (n=15), evaluierten ihren körperlichen Zustand anhand des WOMAC-Globalindex mit einem Mittelwert von  $34,6 \pm 26,0$  (0-74,5). Patienten mit einer Mehrfachverletzung, die an der Studie teilnahmen (n=17), bewerteten ihren körperlichen Zustand anhand des WOMAC-Globalindex mit einem Durchschnittswert von  $24,7 \pm 20,8$  (0-57,9) nicht tendenziell ( $p=0,25$ ) besser als monotraumatisierte Patienten. Polytrauma-Patienten, die an der Studie teilnahmen (n=16), beurteilten ihren körperlichen Zustand mittels des WOMAC-Globalindex mit einem Mittelwert von  $34,3 \pm 30,2$  (0,2-100) nicht tendenziell schlechter als monotraumatisierte Patienten ( $p=0,973$ ).

Patienten aus der Follow-up-Gruppe, die ein „einfaches“ Frakturmuster

aufwiesen (n=24), hatten mit einem durchschnittlichen WOMAC-Globalindex von  $29,7 \pm 22,1$  (0,2-73,9) kein tendenziell schlechteres Ergebnis ( $p=0,72$ ) als Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster aus der Follow-up-Gruppe (n=24) mit einem WOMAC-Globalindex von  $32,3 \pm 29,4$  (0-100).

#### **4.2.1.2. European Quality of life- 5 Dimensions**

Wir untersuchten die Lebensqualität von 48 Patienten (Follow-up-Gruppe) anhand des EQ-5D-Fragebogens. Wir ermittelten für die Follow-up-Gruppe (n=48) einen Index von  $0,76 \pm 0,27$  (0,02-1). Für das Kollektiv NU+FB (n=34) bezifferte sich der Index auf  $0,81 \pm 0,26$  (0,02-1). Im Kollektiv FB (n=14) ergab sich mit einem Index von  $0,63 \pm 0,27$  (0,09-1) ein tendenziell schlechteres ( $p=0,05$ ) Ergebnis als im NU+FB-Kollektiv.

Die Gruppe der konservativ behandelten Patienten aus der Follow-up-Gruppe (n=15) hatte einen Mittelwert von  $0,8 \pm 0,27$  (0,023-1) beim EQ-5D-Index. Operativ behandelte Patienten aus der Follow-up-Gruppe (n=33) hatten mit einem durchschnittlichen EQ-5D-Index von  $0,73 \pm 0,28$  (0,09-1) kein tendenziell schlechteres Ergebnis ( $p=0,42$ ) als konservativ behandelte Patienten aus der Follow-up-Gruppe (n=15).

Der Mittelwert des EQ-5D-Index bei Patienten mit einem Monotrauma (n=15) aus der Follow-up-Gruppe war mit einem Wert von  $0,72 \pm 0,30$  (0,023-1) nicht tendenziell besser ( $p=0,40$ ) als der von Patienten mit Mehrfachverletzungen mit einem Index von  $0,80 \pm 0,25$  (0,26-1). Polytrauma-Patienten hatten mit einem EQ-5D-Index von  $0,74 \pm 0,28$  (0,88-1) ein nicht tendenziell schlechteres ( $p=0,83$ ) Resultat als monotraumatisierte Patienten.

Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster aus der Follow-up-Gruppe (n=24) hatten mit einem mittleren EQ-5D-Index von  $0,81 \pm 0,20$  (0,26-1) ein nicht tendenziell besseres Ergebnis ( $p=0,13$ ) als Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster (n=24) mit einem EQ-5D-Index von  $0,69 \pm 0,33$  (0,023-1).

33% der Patienten aus der Follow-up-Gruppe (16/48) beurteilten ihren heutigen Gesundheitszustand im Vergleich zum Vorjahr als „besser“. 54 % der Patienten (26/48) werteten ihren Gesundheitszustand im Vergleich zum Vorjahr als „im Großen und Ganzen etwa gleich“. 13% der Patienten (6/48) schätzten ihren

Gesundheitszustand „schlechter“ als zum Vorjahr ein.

Anhand einer visuellen Analogskala bewerteten die Patienten ihren aktuellen Gesundheitszustand, wobei 0 den denkbar schlechtesten und 100 den denkbar besten Gesundheitszustand beschreibt. In unserem Follow-up-Kollektiv (n=48) ermittelten wir einen Mittelwert von  $61,4 \pm 24,7$  (0-100). Im NU+FB-Kollektiv (n=34) ergab sich ein Durchschnittswert von  $69,1 \pm 19,3$  (20-100). Im FB-Kollektiv (n=14) warder Durchschnittswert mit  $42,5 \pm 26,7$  (0-100) tendenziell schlechter ( $p=0,003$ ) als im NU+FB-Kollektiv.

Patienten aus der Follow-up-Gruppe, deren Azetabulumfraktur konservativ behandelt wurde, (n=15) beurteilten ihren aktuellen Gesundheitszustand mit einem Wert von  $63,3 \pm 25,3$  (20-100) nicht tendenziell schlechter ( $p=0,72$ ) als Patienten aus der Follow-up-Gruppe, deren Azetabulumfraktur operativ versorgt wurde (n=33).

Patienten, die ein Monotrauma erlitten und an der Studie teilnahmen (n=15), beurteilten ihren Gesundheitszustand auf der visuellen Analogskala mit einem Mittelwert von  $54,7 \pm 26,2$  (20-100). Patienten aus der Follow-up-Gruppe, die eine Mehrfachfraktur erlitten (n=17), schätzten ihren Gesundheitszustand auf der visuellen Analogskala mit einem Mittelwert von  $71,2 \pm 17,9$  (30-100) tendenziell besser ( $p=0,05$ ) als monotraumatisierte Patienten ein. Polytrauma-Patienten, die an der Studie teilnahmen (n=16), werteten ihren Gesundheitszustand mit einem Mittelwert von  $57,2 \pm 27,4$  (0-100) nicht tendenziell schlechter ( $p=0,79$ ) ein als monotraumatisierte Patienten.

Patienten aus der Follow-up-Gruppe mit einem „einfachen“ Frakturmuster (n=24) beurteilten ihren aktuellen Gesundheitszustand mit einem Wert von  $63,1 \pm 20,9$  (20-100) nicht tendenziell besser ( $p=0,62$ ) ein als Patienten aus der Follow-up-Gruppe (n=24) mit einem Wert von  $59,6 \pm 28,2$  (0-100).

#### **4.2.1.3. Harris-Hip-Score**

Die Untersuchung der Patienten mittels der Harris-Hip-Score besteht einerseits aus einem Anamnesebogen andererseits aus einer klinischen Untersuchung. Dementsprechend konnten nur Patienten aus dem Patientenkollektiv NU+FB (n=34) einbezogen werden. Das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs

NU+FB betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung  $60,6 \pm 11,8$  (26-81) Jahre. Entsprechend der Harris-Hip-Bewertung erzielte das Patientenkollektiv NU+FB im Rahmen der Nachuntersuchung einen Mittelwert von  $75,7 \pm 21,3$  (26,9-100). Hinsichtlich der Schmerzwahrnehmung lag der Durchschnittswert bei  $31,6 \pm 13,2$  (0-44) Punkten. Bezüglich der Funktion betrug der Mittelwert  $35,2 \pm 9,8$  (14-47) Punkte, wobei im Mittel  $10,7 \pm 2,5$  (4-14) Punkte aus dem Unterpunkt „Aktivitäten im alltäglichen Leben“ und  $24,5 \pm 7,7$  (7-33) Punkte aus dem Unterpunkt „Gehleistung“ entstammen. Schwerwiegende Kontraktoren konnten bei keinem Patienten festgestellt werden. Das mit der Neutral-Null-Methode ermittelte Bewegungsausmaß ergab einen End-Index von im Durchschnitt  $4,92 \pm 0,25$  (3,675-5,025).

Insgesamt erreichten 35% der Patienten (12/34) ein sehr gutes, 21 % (7/34) ein gutes, 9 % (3/34) ein mäßiges und 35 % (12/34) ein schlechtes Ergebnis.

HHS	Aktivitäten				Bewegungs- index	Harris- Hip- Score
	Schmerzen	alltägliches Leben	Geh- leistung	Funktion		
Mittelwert	31,6	10,7	24,5	35,2	4,92	75,7
SD	13,2	2,5	7,7	9,8	0,25	21,3
Max	44	14	33	47	5,025	100
Min	0	4	7	14	3,675	26,9

Tab. 15 – Harris-Hip-Score NU+FB-Kollektiv (n=34)

Patienten, die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung jünger als 50 Jahre alt waren (n=6), hatten mit einem Wert von 91,1 einen sehr guten mittleren HHS. In der Altersgruppe der 50-59jährigen (n=8) betrug der Harris-Hip-Score im Durchschnitt 75,6 und ist somit als mäßig zu werten. 60-69jährige Patienten (n=11) hatten mit einem mittleren HHS von 72,1 ebenfalls ein mäßiges Gesamtergebnis. Patienten, die älter als 70 Jahre alt waren (n=9), hatten einen durchschnittlichen HHS von 72,4.

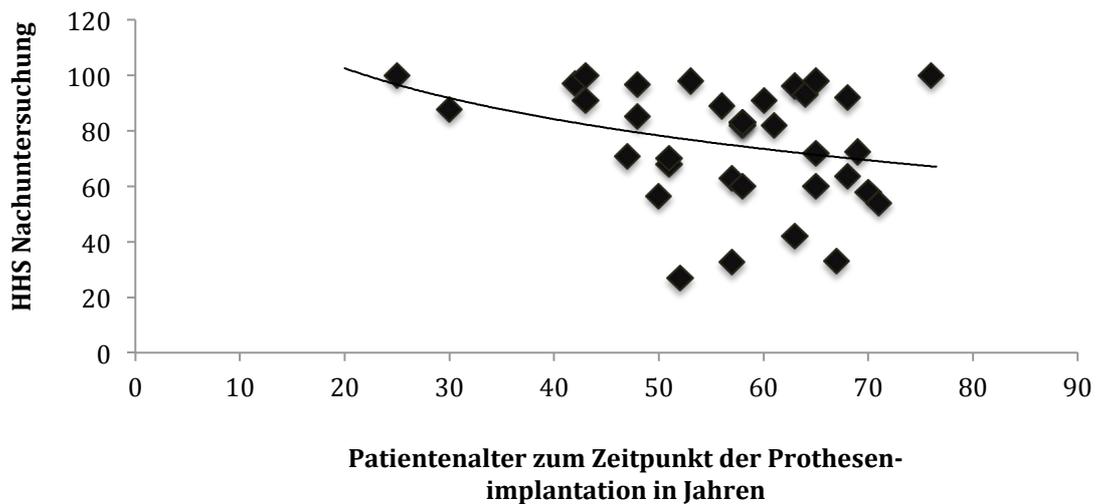


Abb.35 - HHS zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezogen auf das Alter bei Prothesenimplantation (n=34) mit logarithmischer Trendlinie

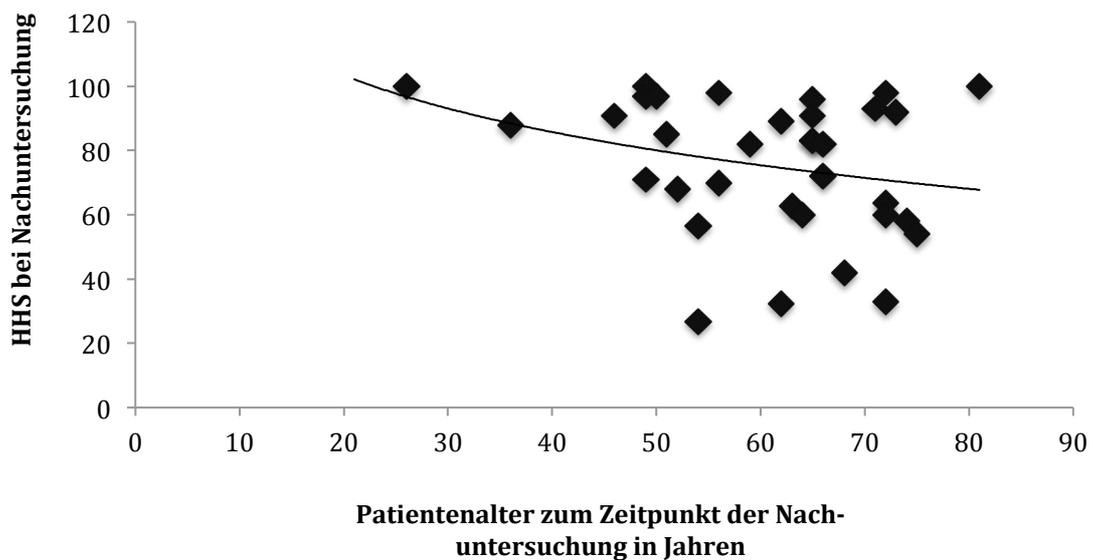


Abb. 36 – HHS zum Nachuntersuchungszeitpunkt bezogen auf das Alter zum Unfallzeitpunkt (n=34) mit logarithmischer Trendlinie

In unserem NU+FB-Kollektiv waren 8 Frauen, die zum Nachuntersuchungszeitpunkt  $58,3 \pm 15,9$  (26-73) Jahre alt waren und einen mittleren Harris-Hip-Score von  $85,3 \pm 21,3$  (42,0-100) Punkten erzielten. Die 26 Männer aus dem NU+FB-Kollektiv waren im Schnitt  $61,3 \pm 10,6$  (36-81) Jahre alt und hatten mit einem mittleren einen Harris-Hip-Score von  $72,8 \pm 20,8$  (26,9-100) Punkten ein nicht tendenziell schlechteres Ergebnis ( $p=0,16$ ) als die weiblichen Patienten.

Aus dem NU+FB-Kollektiv (n=35) wurden 15 Patienten konservativ behandelt und erzielten einen durchschnittlichen Harris-Hip-Score von  $77,9 \pm 19,3$  (33-100). Bei 20 Patienten aus dem NU+FB-Kollektiv(n=35) wurde die Azetabulumfraktur operativ versorgt. Diese Patienten hatten mit einem mittleren Wert von  $74,0 \pm 22,6$  (27-100) einen nicht tendenziell schlechteren ( $p=0,29$ ) Harris-Hip-Score als die Patienten, deren Azetabulumfraktur konservativ behandelt wurde.

Aus dem NU+FB-Kollektiv (n=34) erlitten 10 Patienten (29%) ein Monotrauma und erzielten einen durchschnittlich Harris-Hip-Score von  $67,3 \pm 24,5$  (32,5-98,0). 44% der Patienten (15/34) aus dem NU+FB-Kollektiv zogen sich eine Mehrfachverletzung zu und erreichten mit einem mittleren Wert von  $77,1 \pm 21,9$  (26,9-100) einen nicht tendenziell schlechteren ( $p=0,31$ ) Harris-Hip-Score als monotraumatisierte Patienten. Polytrauma-Patienten stellten 29% (10/35) des NU+FB-Kollektivs dar und hatten im Mittel mit einem Harris-Hip-Score von  $82,9 \pm 16,1$  (58,0-100) ein nicht tendenziell besseren ( $p=0,11$ ) Harris-Hip-Score als monotraumatisierte Patienten.

In Bezug auf das Frakturmuster stellten wir fest, dass Patienten aus dem NU+FB-Kollektiv, die eine Fraktur mit „einfachem“ Frakturmuster erlitten (n=14), mit einem durchschnittlichen Harris-Hip-Score von  $76,7 \pm 18,2$  (26,9-98,0) ein ähnliches Ergebnis erzielten wie die Patienten aus dem NU+FB-Kollektiv mit „komplexen“ Frakturmuster mit einem Harris-Hip-Score von  $74,3 \pm 25,9$  (32,5-100) ( $p=0,77$ ).

#### **4.2.1.4. Zufriedenheit der Patienten mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk**

In der Follow-up-Gruppe (n=48) teilten 21% der Patienten (10/48) mit äußerst zufrieden, 35% (17/48) sehr zufrieden, 29% (14/48) zufrieden, 8% (4/48) ausreichend zufrieden und 6% (3/48) unzufrieden mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk zu sein.

Im NU+FB-Kollektiv (n=34) gaben 26 % der Patienten (9/34) an äußerst zufrieden, 38% (13/34) sehr zufrieden, 21% (7/34) zufrieden, 9% (3/34) ausreichend zufrieden und 6 % (2/34) unzufrieden mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk zu sein.

Im FB-Kollektiv (n=14) war die Verteilung mit 7% (1/14) äußerst zufriedenen, 29% (4/14) sehr zufriedenen, 50% (7/14) zufriedenen und jeweils 7% (1/14) ausreichend zufriedenen und unzufriedenen Antworten nicht tendenziell anders (p=0,14) als im NU+FB-Kollektiv.

Zufriedenheit mit Künstlichem Hüftgelenk	Follow-up-Gruppe (n=48)	NU+FB-Kollektiv (n=34)	FB-Kollektiv (n=14)
äußerst zufrieden	10	9	1
sehr zufrieden	17	13	4
zufrieden	14	7	7
ausreichend	4	3	1
unzufrieden	3	2	1

Tab. 16 - Zufriedenheit der Patienten mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe (n=48), NU+FB-Kollektiv (n=34) und FB-Kollektiv (n=14)

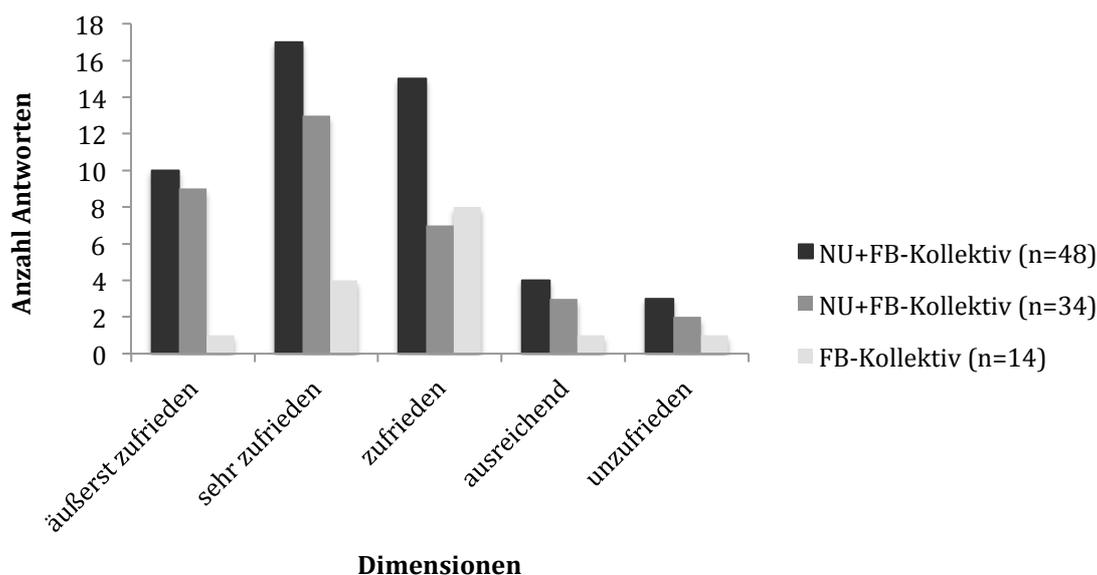


Abb. 37 – Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk der Kollektive (NU+FB und FB, NU+FB, FB)

Unter den konservativ behandelten Patienten der Follow-up-Gruppe (n=15) waren 27% (4/15) äußerst zufrieden, 47% (7/15) sehr zufrieden, 13% (2/15) zufrieden und in jeweils 6% (1/15) ausreichend zufrieden bzw. 6% unzufrieden. Bei den operativ behandelten Patienten der Follow-up-Gruppe (n=33) war die Verteilung mit 18% (6/33) äußerst zufriedenen, 30% (10/33) sehr zufriedenen, 36% (12/33) zufriedenen, 9% (3/33) ausreichend zufriedenen und 6% (2/33)

unzufriedenen Antworten nicht tendenziell schlechter ( $p=0,34$ ) als bei konservativ behandelten Patienten der Follow-u-Gruppe.

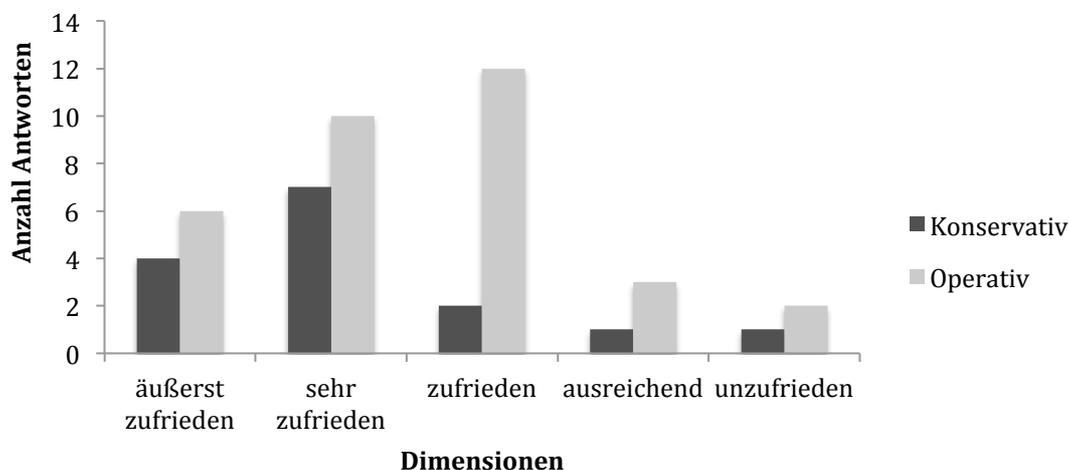


Abb. 38 – Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe getrennt nach konservativen ( $n=15$ ) und operativen ( $n=33$ ) Patienten

Zufriedenheit mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk	Konservativ ( $n=15$ )	Operativ ( $n=33$ )
äußerst zufrieden	4	6
sehr zufrieden	7	10
zufrieden	2	12
ausreichend	1	3
unzufrieden	1	2

Tab. 17 - Zufriedenheit der Patienten mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe ( $n=48$ ) getrennt Therapiekonzept

Unter den monotraumatisierten Patienten waren 20% (3/15) der Patienten äußerst zufrieden, jeweils 27% (4/15) sehr zufrieden bzw. zufrieden, 20% (3/15) ausreichend zufrieden und 7% (1/15) unzufrieden.

Bei den Patienten mit Mehrfachverletzungen waren 24% (4/17) äußerst zufrieden, 35% (6/17) sehr zufrieden, 29% (5/17) zufrieden und jeweils 6% (1/17) ausreichend zufrieden bzw. unzufrieden. Dieses Ergebnis war nicht tendenziell besser ( $p=0,45$ ) als das der monotraumatisierten Patienten.

Polytraumatisierte Patienten bewerteten mit 19% (3/16) äußerst zufriedenen, 44% (7/16) sehr zufriedenen, 31% (5/16) zufriedenen und 6% (1/16) unzufriedenen Antworten ihren Zustand nicht tendenziell schlechter ( $p=0,39$ ) als

monotraumatisierte Patienten.

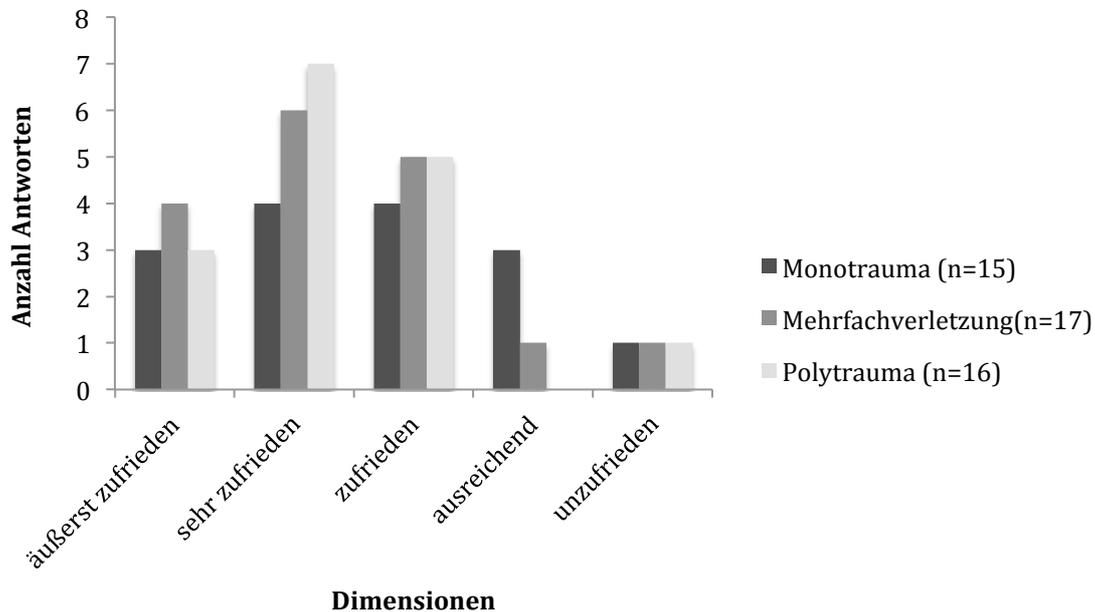


Abb. 39 – Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt Verletzungsausmaß

Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk	Monotrauma (n=15)	Mehrfachverletzung (n=17)	Polytrauma (n=16)
äußerst zufrieden	3	4	3
sehr zufrieden	4	6	7
zufrieden	4	5	5
ausreichend	3	1	0
unzufrieden	1	1	1

Tab. 18 - Zufriedenheit der Patienten mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Verletzungsausmaß

Die Patienten, bei denen ein „einfaches Frakturmuster“ vorlag, waren zu 17% (4/24) äußerst zufrieden, 46% (11/24) sehr zufrieden, 21% (5/24) zufrieden, 4% (1/24) ausreichend zufrieden und 13% (3/24) unzufrieden.

Die Patienten mit „komplexen“ Frakturmustern bewerteten mit jeweils 25% (6/24) äußerst bzw. sehr zufriedenen, mit 38% (9/24) zufriedenen und zu 13% ausreichend zufriedenen Antworten ihre aktuelle Situation nicht tendenziell anders ( $p=0,70$ ) als Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster.

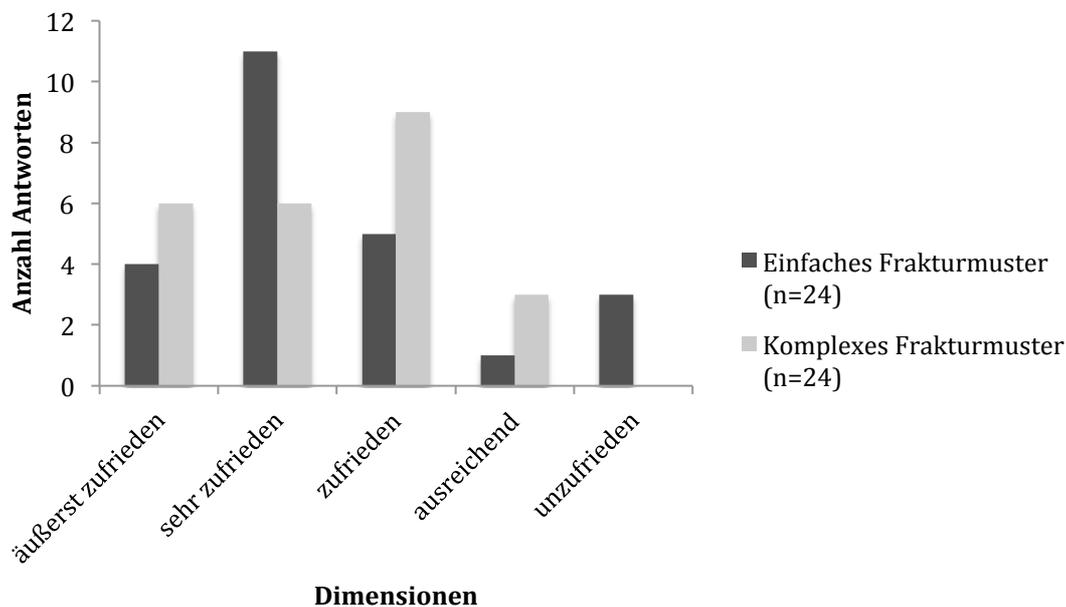


Abb. 40 – Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Frakturmuster

Zufriedenheit mit dem Künstlichen Hüftgelenk	Einfaches Frakturmuster (n=24)	Komplexes Frakturmuster (n=24)
äußerst zufrieden	4	6
sehr zufrieden	11	6
zufrieden	5	9
ausreichend	1	3
unzufrieden	3	0

Tab. 19 - Zufriedenheit der Patienten mit dem Künstlichen Hüftgelenk in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Frakturmuster

#### 4.2.1.5. Schmerzfreie Gehstrecke

In der Follow-up-Gruppe (n=48) gaben 40% der Patienten (19/48) eine uneingeschränkte Gehfähigkeit, 23% (11/48) eine schmerzfreie Gehstrecke von etwa 500 Metern, 23% (11/48) eine schmerzfreie Gehstrecke von etwa 300 Metern, 13% (6/48) schmerzfreie Gehfähigkeit nur innerhalb des Hauses und 2% (1/48) Immobilität aufgrund von Schmerzen an.

Im NU+FB-Kollektiv (n=34) berichteten 53% der Patienten (18/34) uneingeschränkt gehfähig, 18% (6/34) 500 Meter schmerzfrei gehfähig, 24 % (8/34) 300 Meter schmerzfrei gehfähig 6% (2/34) nur innerhalb des Hauses

schmerzfrei gehfähig zu sein. Keiner der Patient artikuliert immobil aufgrund von Schmerzen zu sein.

Im FB-Kollektiv (n=14) berichteten 7% der Patienten (1/14) von einer uneingeschränkten Gehfähigkeit, 36% (5/14) von einer schmerzfreien Gehstrecke von etwa 500 Metern, 21% (3/14) von einer schmerzfreien Gehstrecke von etwa 300 Metern, 29% (4/14) von einer schmerzfreien Gehstrecke nur innerhalb des Hauses und 7% (1/14) von Immobilität aufgrund von Schmerzen. Die Daten zeigen, dass Patienten des NU+FB-Kollektivs eine tendenziell längere schmerzfreie Gehstrecke ( $p=0,005$ ) haben als Patienten des FB-Kollektivs.

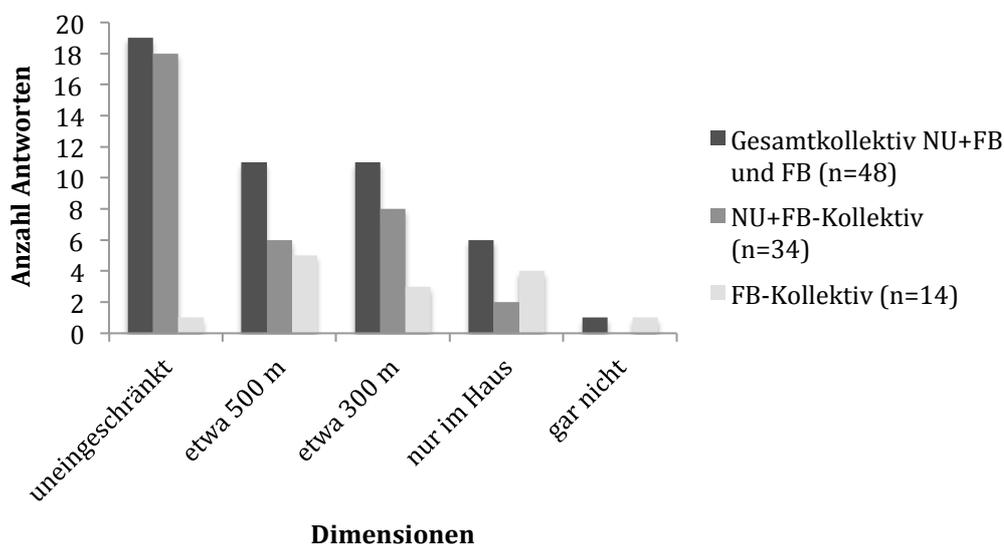


Abb. 41 – Schmerzfrie Gehstrecke der Kollektive (NU+FB und FB, NU+FB, FB)

Schmerzfrie Gehstrecke	Follow-up-Gruppe (n=48)	NU+FB-Kollektiv (n=34)	FB-Kollektiv (n=14)
uneingeschränkt	19	18	1
etwa 500 m	11	6	5
etwa 300 m	11	8	3
nur im Haus	6	2	4
gar nicht	1	0	1

Tab. 20 – Tabelle zur schmerzfreien Gehstrecke der Kollektive (NU+FB und FB, NU+FB, FB)

Im Kollektiv der konservativ behandelten Patienten aus dem NU+FB und FB-

Kollektiv (n=16) gaben 50% (8/16) eine uneingeschränkte Gehstrecke, 13% (2/16) eine Gehstrecke von etwa 500 Metern, 25% (4/16) eine Gehstrecke von etwa 300 Metern und 13% (2/16) Gehfähigkeit nur im Haus an. Kein Patient gab eine komplette Immobilität an.

Im Kollektiv der operativ behandelten Patienten aus dem NU+FB und FB-Kollektiv gaben 33% (11/33) eine uneingeschränkte Gehstrecke, 30% (9/33) eine Gehstrecke von etwa 500 Metern, 24% (8/33) eine Gehstrecke von 300 Metern und 12% (4/33) Gehfähigkeit nur im Haus an. 1 Patienten (3%) gab eine vollständige Immobilität an.

Die Daten der konservativ und operativ behandelten Patienten aus der Follow-up-Gruppe zeigten bezüglich der schmerzfreien Gehstrecke im Vergleich keinen tendenziellen Unterschied (p=0,40).

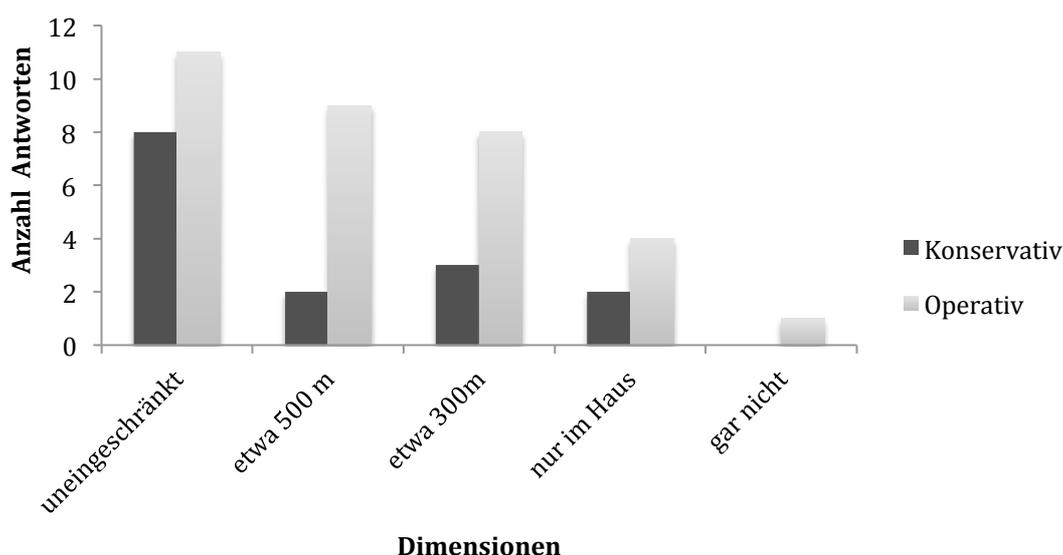


Abb. 42 – Schmerzfreie Gehstrecke in der Follow-up-Gruppe getrennt nach konservativen (n=15) und operativen (n=33) Patienten

Schmerzfreie Gehstrecke	Konservativ (n=15)	Operativ (n=33)
uneingeschränkt	8	11
etwa 500 m	2	9
etwa 300 m	3	8
nur im Haus	2	4
gar nicht	0	1

Tab. 21 – Tabelle zur schmerzfreien Gehstrecke der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Therapiekonzept

Monotraumatisierte Patienten gaben zu jeweils 29% (4/15) an uneingeschränkt, etwa 500 Meter bzw. 300 Meter schmerzfrei gehen zu können. 20% (3/15) der Patienten mit Monotrauma äußerten sich nur im Haus schmerzfrei bewegen zu können.

Patienten mit einer Mehrfachverletzung waren zu 47% (8/17) uneingeschränkt in der Lage sich schmerzfrei zu bewegen. 18% (3/17) der Patienten mit einer Mehrfachverletzung artikulierten, dass sie etwa 500 Meter schmerzfrei gehen könnten. 36% (6/17) der Mehrfachverletzten gaben an, etwa 300 Meter schmerzfrei gehen zu können.

Polytraumatisierte Patienten erklärten zu 44% (7/16) uneingeschränkt, 25 % (4/16) etwa 500 Meter, 6% (1/16) etwa 300 Meter, 19% (3/16) nur im Haus und 6% (1/16) sich schmerzfrei bewegen zu können.

Die Daten der monotraumatisierten und polytraumatisierten Patienten aus der Follow-up-Gruppe bezüglich der schmerzfreien Gehstrecke zeigten im Vergleich keinen tendenziellen Unterschied ( $p=0,64$ ).

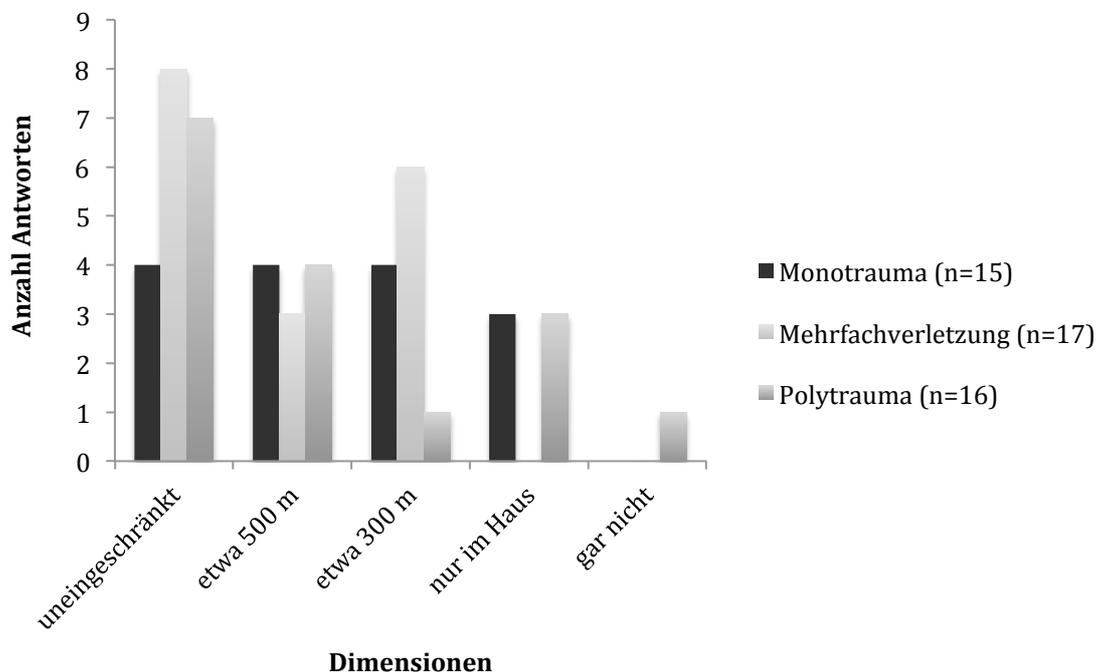


Abb. 43 – Schmerzfreie Gehstrecke in der Follow-up-Gruppe getrennt Verletzungsausmaß

Schmerzfremie Gehstrecke	Monotrauma (n=15)	Mehrfachverletzung (n=17)	Polytrauma (n=16)
uneingeschränkt	4	8	7
etwa 500 m	4	3	4
etwa 300 m	4	6	1
nur im Haus	3	0	3
gar nicht	0	0	1

Tab. 22 – Schmerzfremie Gehstrecke in der Follow-up-Gruppe getrennt nach Verletzungsausmaß

Patienten mit einem „einfachen“ Frakturmuster artikulierten in 42% (10/24) uneingeschränkt, in 33% (8/24) etwa 500 Meter, in 21% (5/24) etwa 300 Meter und in 4% (1/24) sich schmerzfremie bewegen zu können.

Bei Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster erklärten in 38% (9/24) uneingeschränkt, in 13% (3/24) etwa 500 Meter, in 25% (6/24) etwa 300 Meter, in 21% (5/24) nur im Haus und in 4% (1/24) gar nicht sich schmerzfremie bewegen zu können.

Die Daten zeigten, dass es zwischen Patienten mit „einfachem“ und „komplexem“ Frakturmuster aus der Follow-up-Gruppe bezüglich der schmerzfremie Gehstrecke keinen tendenziellen Unterschied ( $p=0,10$ ) gab.

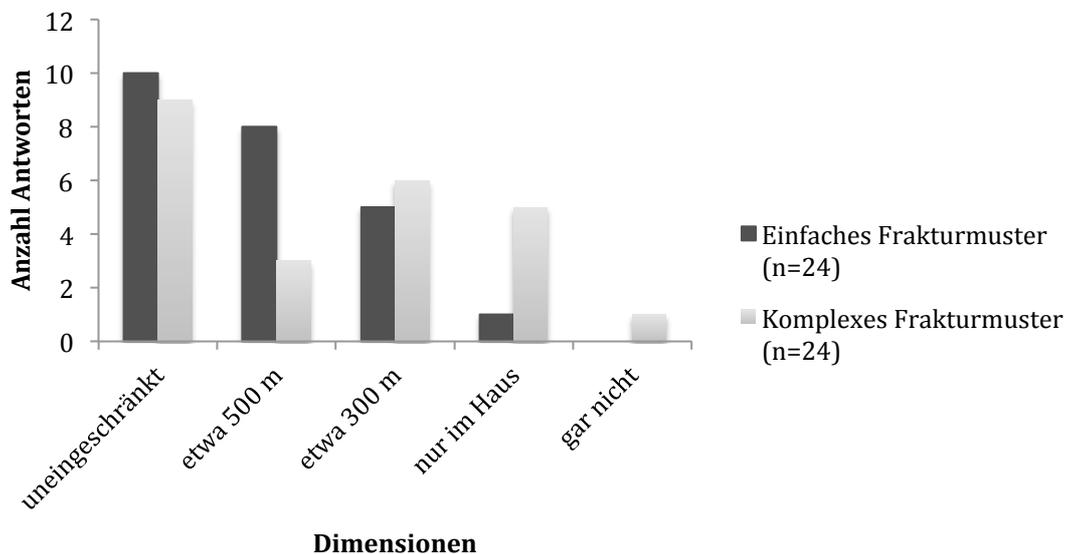


Abb. 44 – Schmerzfremie Gehstrecke in der Follow-up-Gruppe getrennt Frakturmuster

Schmerzfremie Gehstrecke	Einfaches Frakturmuster (n=24)	Komplexes Frakturmuster (n=24)
uneingeschränkt	10	9
etwa 500 m	8	3
etwa 300 m	5	6
nur im Haus	1	5
gar nicht	0	1

Tab. 23 – Schmerzfremie Gehstrecke in der Follow-up-Gruppe getrennt nach Frakturmuster

#### 4.2.1.6. Schmerzmitteleinnahme

In der Follow-up-Gruppe (n=48) ermittelten wir, dass 21% der Patienten (10/48) regelmäßig, 35% (17/48) bei Bedarf und 44% (21/48) nie Schmerzmittel einnehmen.

Im NU+FB-Kollektiv nahmen 15% (5/34) regelmäßig, 32% (11/34) bei Bedarf und 53% (18/34) nie Schmerzmittel zu sich.

Im FB-Kollektiv gaben 36% der Patienten (5/14) eine regelmäßige, 43% (6/14) bedarfsabhängige und 21% (3/14) keine Einnahme von Schmerzmedikamenten an.

Die Daten zeigten, dass Patienten des NU+FB-Kollektivs im Vergleich mit dem Patienten des FB-Kollektivs tendenziell weniger (p=0,04) Schmerzmittel einnahmen.

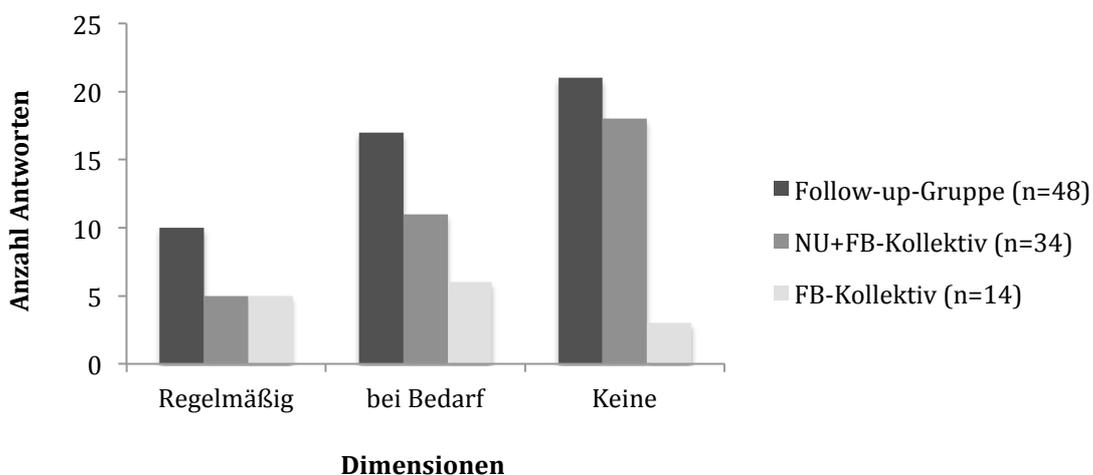


Abb. 45 – Schmerzmitteleinnahme in den Kollektiven (Follow-up-Gruppe und FB, NU+FB, FB)

Schmerzmittel-einnahme	Follow-up-Gruppe (n=48)	NU+FB-Kollektiv (n=34)	FB-Kollektiv (n=14)
Regelmäßig	10	5	5
Bei Bedarf	17	11	6
Keine	21	18	3

Tab. 24 – Tabelle Schmerzmitteleinnahme in den Kollektiven (NU+FB und FB, NU+FB, FB)

Unter den konservativ behandelten Patienten nahmen jeweils 20% (3/15) regelmäßig bzw. bei Bedarf und 60% (9/15) niemals Schmerzmittel ein.

Im Kollektiv der operativ versorgten Patienten gaben 21% (7/33) an regelmäßig, 42% (14/33) bei Bedarf und 36% (12/33) nie Schmerzmittel einzunehmen.

Die Daten zeigten, dass konservativ behandelte Patienten aus der Follow-up-Gruppe nicht tendenziell ( $p=0,33$ ) weniger Schmerzmittel als operativ behandelte Patienten aus der Follow-up-Gruppe einnahmen.

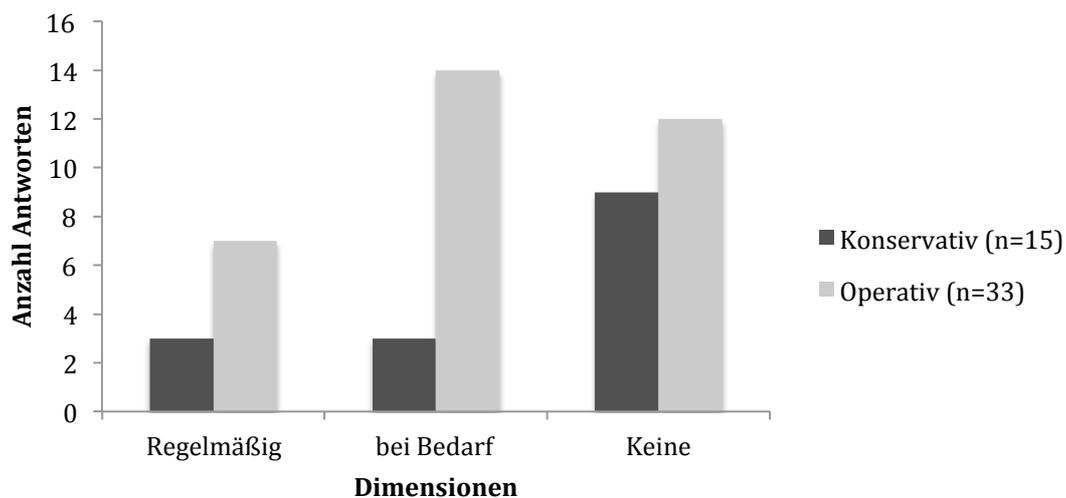


Abb. 46 – Schmerzmitteleinnahme in der Follow-up-Gruppe getrennt nach konservativen (n=15) und operativen (n=33) Patienten

Schmerzmitteleinnahme	Konservativ (n=15)	Operativ (n=33)
Regelmäßig	3	7
Bei Bedarf	3	14
Keine	9	12

Tab. 25 - Schmerzmitteleinnahme in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Therapiekonzept

Monotraumatisierte Patienten nahmen zu jeweils 27% (4/15) regelmäßig bzw. bei Bedarf Schmerzmittel ein. 47% (7/15) der monotraumatisierten Patienten

gaben an keine Schmerzmittel zu sich zu nehmen.

Bei den Mehrfachverletzten artikulierten 12% (2/17) regelmäßig, 24% (4/17) bei Bedarf und 65% (11/17) nie Schmerzmittel einzunehmen.

Polytraumatisierte Patienten erklärten in 25% (4/16) regelmäßig, in 56% (9/16) bei Bedarf und in 19% (3/16) keine Schmerzmittel zu verwenden.

Die Daten offenbarten, dass polytraumatisierte Patienten nicht tendenziell ( $p=0,35$ ) häufiger Schmerzmittel einnahmen als monotraumatisierte Patienten.

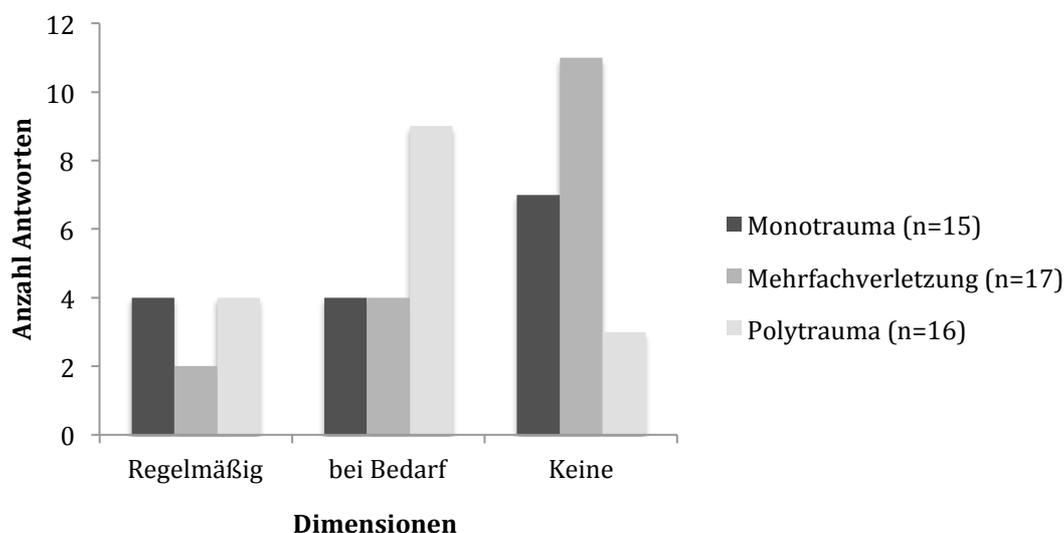


Abb. 47 – Schmerzmittleinnahme in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Verletzungsausmaß

Schmerzmittel-einnahme	Monotrauma (n=15)	Mehrfachverletzung (n=17)	Polytrauma (n=16)
Regelmäßig	4	2	4
bei Bedarf	4	4	9
Keine	7	11	3

Tab. 26 - Schmerzmittleinnahme in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Verletzungsausmaß

Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster nahmen zu 13% regelmäßig, zu 46% (11/24) bei Bedarf und zu 42% (10/24) nie Schmerzmittel ein.

Bei „komplexem“ Frakturmuster konsumierten die Patienten in 29% (7/24) regelmäßig, in 25% (6/24) bei Bedarf und in 46% (11/24) nie Schmerzmittel.

Anhand dieser Daten lässt sich erkennen, dass Patienten mit „komplexem“

Frakturmuster nicht tendenziell häufiger ( $p=0,58$ ) Schmerzmittel einnahmen als Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster.

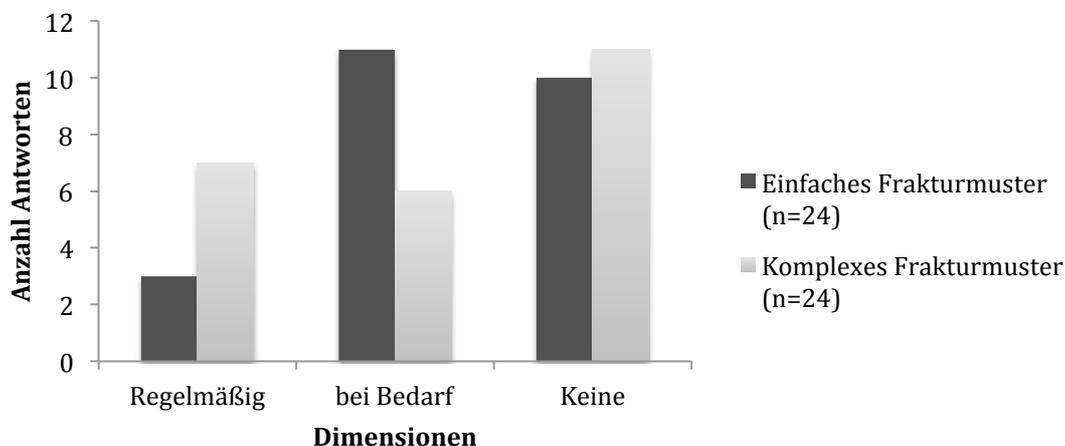


Abb. 48 – Schmerzmitteleinnahme in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Frakturmuster

Schmerzmitteleinnahme	Einfaches Frakturmuster (n=24)	Komplexes Frakturmuster (n=24)
Regelmäßig	3	7
bei Bedarf	11	6
Keine	10	11

Tab. 27 - Schmerzmitteleinnahme in der Follow-up-Gruppe (n=48) getrennt nach Frakturmuster

#### 4.2.2. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung erfolgte im Rahmen der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen. Insgesamt konnten 34 Patienten des NU+FB-Kollektivs in der Sprechstunde untersucht werden. 12% der Patienten (4/34) zeigten bei der Ganganalyse ein Trendelenburgzeichen, das auf eine pelvinogluteale Insuffizienz hinweist. Der Hockstand war für 38% der Patienten (13/34) voll, für 26 % (9/34) hälftig und für 35% (13/34) zu einem Drittel möglich. In 18% (6/34) konnte der Fersengang auf einem Bein nicht ausgeführt werden. Der Zehenspitzenengang war für 6% der Patienten (2/34) nicht möglich. Bei 71 % der Patienten (24/34) waren inspektorisch Muskelatrophien an der verunfallten Seite zu verzeichnen. Dieser subjektive Eindruck wurde durch eine Messung der Beinumfangs objektiviert.

Es wurden Umfangsdifferenzen im Vergleich zum nicht-operierten Bein von  $2,2 \pm 2,2$  (0-10) cm 20cm proximal des Kniegelenkspaltes, von  $1,0 \pm 1,2$  (0-5) cm 10 cm proximal des Kniegelenkspaltes und von  $1,5 \pm 1,7$  (0-9) cm 15 cm distal des Kniegelenkspaltes. Insgesamt konnten keine wesentlichen Pathologien oder Wundheilungsstörungen der Zugangsnarben erfasst werden. In 26 % der Fälle (9/34) war ein axialer Stauchungsschmerz auslösbar. Ferner konnte in 21% (7/34) ein Leistendruckschmerz provoziert werden. Bei Beklopfen des Trochanters war bei 26% der Patienten (9/34) ein Schmerzereignis hervorzurufen. Darüber hinaus wurde eine mittlere Beinlängendifferenz (Spina iliaca anterior superior – Außenknöchelspitze) von  $0,83 \pm 0,68$  (0-3) cm verzeichnet. Im Vergleich zur Untersuchung vor der Prothesenimplantation, wurde eine Steigerung der Extension von  $1,48^\circ \pm 5,9^\circ$  ( $-10^\circ - 25^\circ$ ), der Flexion von  $30,7^\circ \pm 28,1^\circ$  ( $-20^\circ - 115^\circ$ ), der Abduktion von  $15,6^\circ \pm 13,9^\circ$  ( $-20^\circ - 35^\circ$ ), der Adduktion von  $15,9^\circ \pm 14,2^\circ$  ( $-10^\circ - 40^\circ$ ), der Außenrotation von  $15,0^\circ \pm 16,8^\circ$  ( $-10^\circ - 45^\circ$ ) und der Innenrotation von  $14,6^\circ \pm 12,3^\circ$  ( $-5^\circ - 40^\circ$ ) registriert.

## 4.3. Röntgenanalyse

### Praeoperatives Röntgen

Falls praeoperative Röntgenaufnahmen der Patienten vorhanden waren, wurde eine Röntgenanalyse des praeoperativen Zustandes der Hüftgelenke durchgeführt. Insgesamt konnte von 96 % der Patienten (65/68) eine Röntgenanalyse der praeoperativen Röntgenaufnahmen angefertigt werden.

Es wurden Pathologien im Bereich von Azetabulum, proximalem Femur und periartikulärer Muskulatur beurteilt.

#### 4.3.1. Heterotope Ossifikationen vor HTP

Bei 72 % der Patienten (47/65) lagen Grad 0, bei 18% (12/65) Grad I, bei 5% (3/65) Grad II, bei 3% (2/65) Grad III und bei 2% (1/65) Grad IV heterotope Ossifikationen in der Einteilung nach Brooker et. al [18] vor der Primärimplantation der Hüftendoprothese vor.

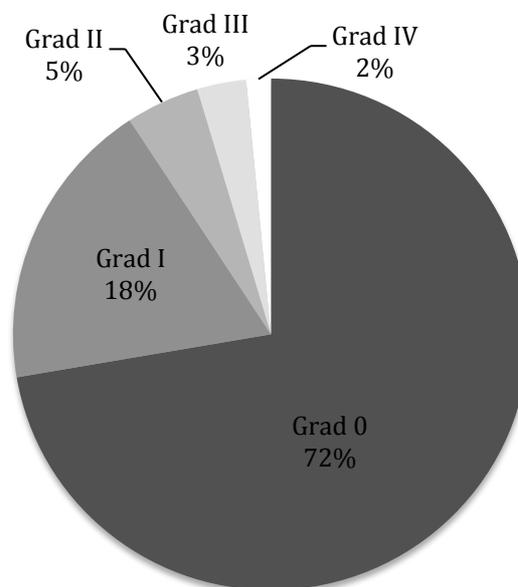


Abb. 49 – Heterotope Ossifikationen im „Radiologischen Kollektiv“ (n=65) vor Prothesenimplantation

Ossifikationsausmaß	Absolute Häufigkeit (n)
Grad 0	47
Grad I	12
Grad II	3
Grad III	2
Grad IV	1

Tab. 28 - Heterotope Ossifikation im „Radiologischen Kollektiv“ (n=65) vor Prothesenimplantation

Konservativ behandelte Patienten wiesen vor Prothesenimplantation zu 62% (13/21) Grad 0, zu 29% (6/21) Grad I und zu 10% (2/21) Grad II heterotope Ossifikationen auf. Kein konservativ behandelter Patient hatte Ossifikationen des Grades III oder IV.

Bei operativ behandelten Patienten waren mit 77% (34/44) Grad 0, mit 14% (6/44) Grad I, mit jeweils 2% (1/44) Grad II und IV und mit 5% (2/44) Grad III nicht tendenziell häufiger heterotope Ossifikationen vor Implantation der Prothese zu verzeichnen als bei konservativ behandelten Patienten (p=0,74).

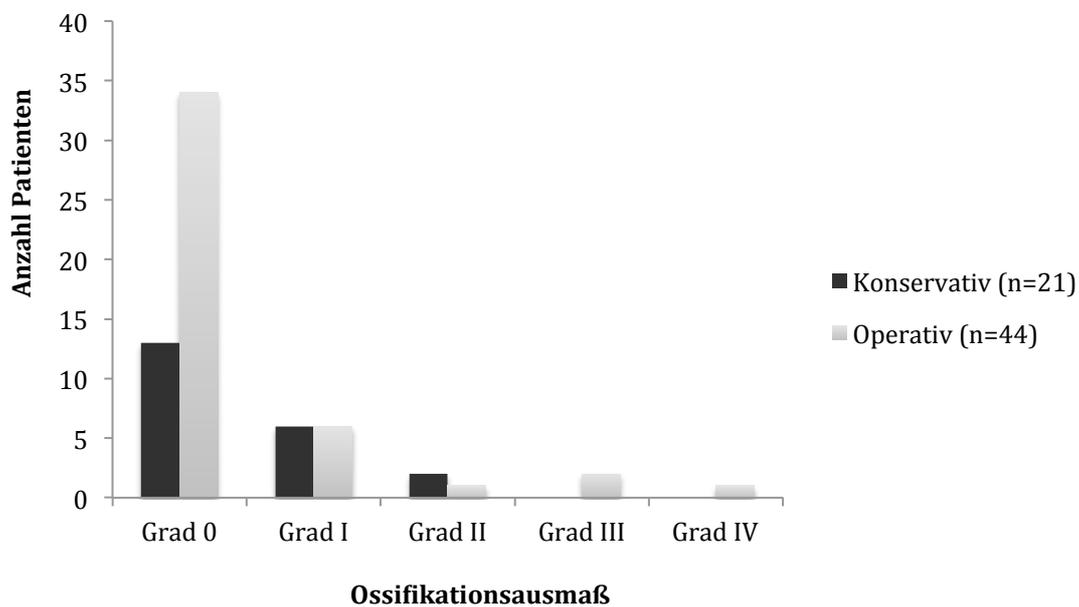


Abb. 50 – Vergleich von heterotopen Ossifikationen zwischen konservativ und operativ behandelten Patienten vor Prothesenimplantation (n=65)

Heterotope Ossifikationen	Konservativ (n=21)	Operativ (n=44)
Grad 0	13	34
Grad I	6	6
Grad II	2	1
Grad III	0	2
Grad IV	0	1

Tab. 29 - Vergleich von heterotopen Ossifikationen zwischen konservativ und operativ behandelten Patienten vor Prothesenimplantation (n=65)

Im Falle von Monotraumata kam es bei 83% (19/23) zu Grad 0 und bei jeweils 9% (2/23) der Patienten zu einer Grad I bzw. Grad II heterotopen Ossifikation vor Implantation der Prothese.

Bei Mehrfachverletzungen entwickelten sich mit 74% (17/23) Grad 0, mit 17% (4/23) Grad I und mit jeweils 4% (1/23) Grad III und Grad IV nicht tendenziell mehr heterotope Ossifikationen vor Implantation der Prothese als bei monotraumatisierten Patienten (p=0,39)

Polytraumatisierte Patienten wiesen mit 58% (11/19) Grad 0, mit 32% (6/19) Grad I und mit jeweils 5% (1/19) Grad II bzw. Grad III nicht tendenziell mehr heterotope Ossifikationen vor Implantation der Prothese auf als monotraumatisierten Patienten (p=0,18).

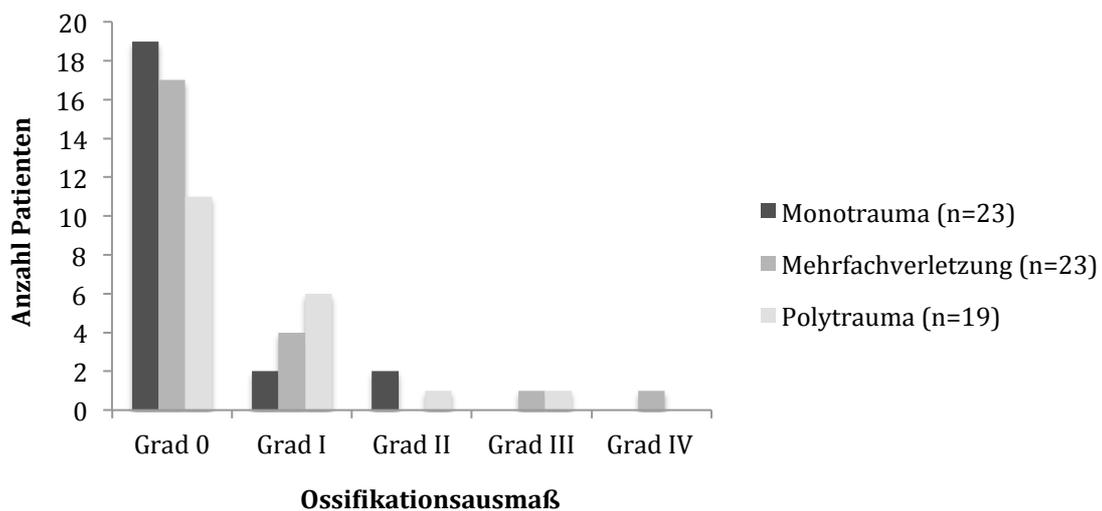


Abb. 51 - Vergleich zwischen heterotopen Ossifikationen zwischen monotraumatisierten, mehrfachverletzten und polytraumatisierten Patienten vor Prothesenimplantation (n=65)

Heterotopie Ossifikationen	Monotrauma (n=23)	Mehrfachverletzung (n=23)	Polytrauma (n=19)
Grad 0	19	17	11
Grad I	2	4	6
Grad II	2	0	1
Grad III	0	1	1
Grad IV	0	1	0

Tab. 30 - Vergleich zwischen heterotopen Ossifikationen zwischen monotraumatisierten, mehrfachverletzten und polytraumatisierten Patienten vor Prothesenimplantation (n=65)

Lag ein „einfaches“ Frakturmuster vor, kam es in 57 % (16/28) zu Grad 0, in 29% (8/28) zu Grad I, in 7% (2/28) zu Grad II und in jeweils 4% (1/28) zu Grad III und Grad IV heterotopie Ossifikationen vor Implantation der Prothese.

Im Falle von „komplexen“ Frakturmustern resultierten mit 84% (31/37) Grad 0, mit 11% (4/37) eine Grad I und mit jeweils 3% (1/37) Grad II und Grad III nicht tendenziell weniger heterotopie Ossifikationen vor der Prothesenimplantation als bei Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern (p=0,08).

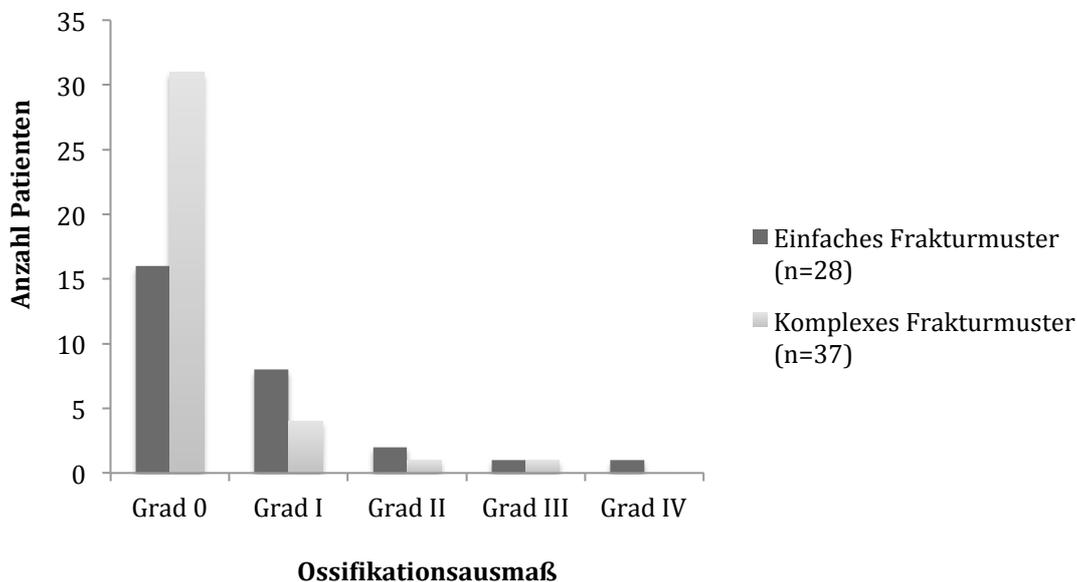


Abb. 52 – Vergleich der heterotopen Ossifikationen zwischen Patienten mit „einfachem“ und „komplexem“ Frakturmuster vor Prothesenimplantation (n=65)

Heterotope Ossifikationen	Einfaches Frakturmuster (n=28)	Komplexes Frakturmuster (n=37)
Grad 0	16	31
Grad I	8	4
Grad II	2	1
Grad III	1	1
Grad IV	1	0

Tab. 31 - Vergleich der heterotopen Ossifikationen zwischen Patienten mit „einfachem“ und „komplexem“ Frakturmuster vor Prothesenimplantation (n=65)

Grad 0 heterotope Ossifikationen fanden sich bei 83% (10/12) der Patienten mit schlechtem HHS, bei 86% (6/7) mit gutem HHS und bei 50% (6/12) mit sehr gutem HHS. Grad I heterotope Ossifikationen traten bei 8% (1/12) der Patienten mit schlechtem HHS, bei 100% (2/2) mit mäßigem HHS, bei 14% mit gutem HHS und bei 25% (3/12) mit sehr gutem HHS auf. Grad II (2/12) und Grad III (1/12) heterotope Ossifikationen waren nur bei Patienten mit sehr gutem HHS zu registrieren. Eine komplette knöchernen Spange zwischen Hüftkopf und Becken war bei 1 Patienten mit schlechtem HHS nachzuweisen.

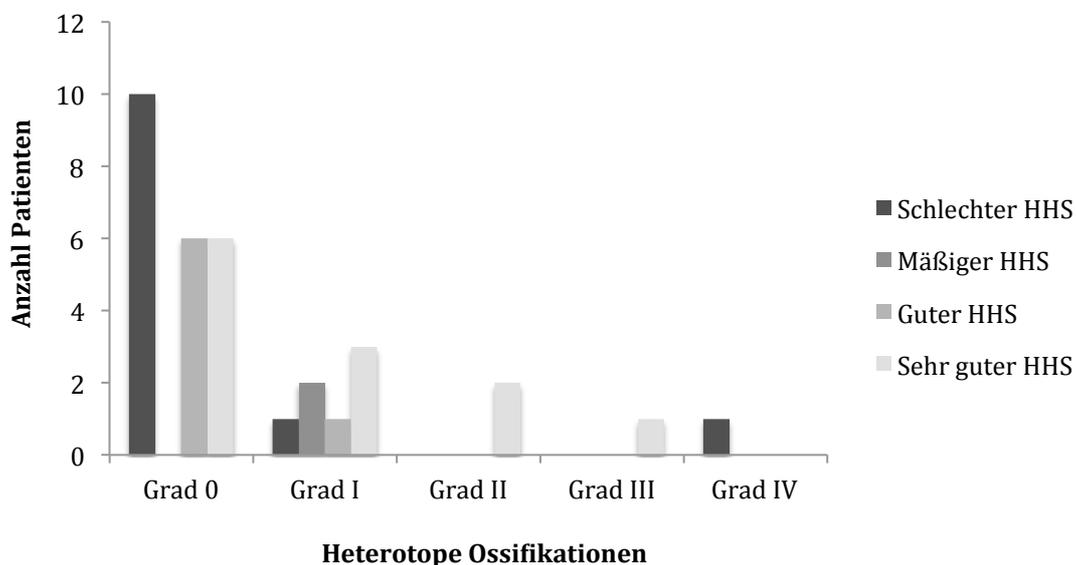


Abb. 53 – Erzielter Harris-Hip-Score in Bezug auf heterotope Ossifikationen vor Prothesenimplantation (n=34)

Erzielter HHS in Bezug auf heterotopen Ossifikationen vor Prothesenimplantation	Schlechter HHS	Mäßiger HHS	Guter HHS	Sehr guter HHS
Grad 0	10	0	6	6
Grad I	1	2	1	3
Grad II	0	0	0	2
Grad III	0	0	0	1
Grad IV	1	0	0	0

Tab. 32 – Korrelation zwischen Harris-Hip-Score und Heterotopen Ossifikationen vor Prothesenimplantation (n=34)

#### 4.3.2. Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS

In 28% der Fälle (18/65) bestand eine segmentaler, in 12 % (8/65) ein kavitärer und 23% (15/65) ein kombinierter Defekt vor der Prothesenimplantation. Bei 2 Patienten mit einem segmentalen Defekt war sowohl der superiore als auch der posteriore Pfannenrand betroffen. Der Zustand eines instabilen Beckens konnte bei 4 Patienten (6%) vor der Prothesenimplantation festgestellt werden. Bei 2% (1/65) der Patienten war vor der HTP der Zustand einer Arthrodeese zu registrieren.

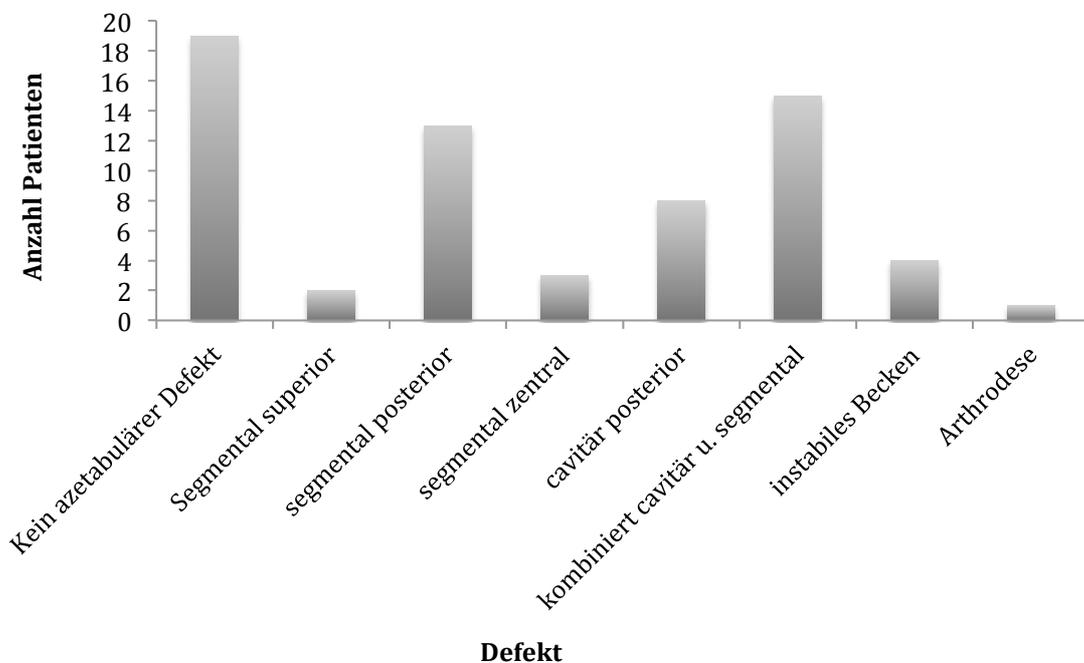


Abb. 54 - Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS im „Radiologischen Kollektiv“ (n=65)

AAOS-Klassifikation	Anzahl Patienten (n)
Kein azetabulärer Defekt	19
segmental superior	2
segmental posterior	13
segmental zentral	3
cavitär posterior	8
kombiniert cavitär u. segmental	15
instabiles Becken	4
Arthrodeese	1

Tab. 33 – Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS im „Radiologischen Kollektiv“ (n=65)

Bei konservativ behandelten Patienten entwickelte sich in 29% (6/21) der Fälle ein segmentaler, in 14% (3/21) ein cavitärer und in 24% (5/21) ein kombinierter Defekt. Bei 10% der konservativ behandelten Patienten (2/21) bestand vor Implantation der Prothese ein instabiles Becken und in 1 Fall (5%) lag eine Arthrodeese vor.

Bei operativ behandelten Patienten kam es mit 27% (12/44) segmentalen, mit 11% (5/44) cavitären und mit 23% (10/44) kombinierten Defekten zu nicht tendenziell weniger ( $p=0,22$ ) azetabulären Defekten als bei konservativ behandelten Patienten. In 5% (2/44) war der Zustand eines instabilen Beckens festzustellen.

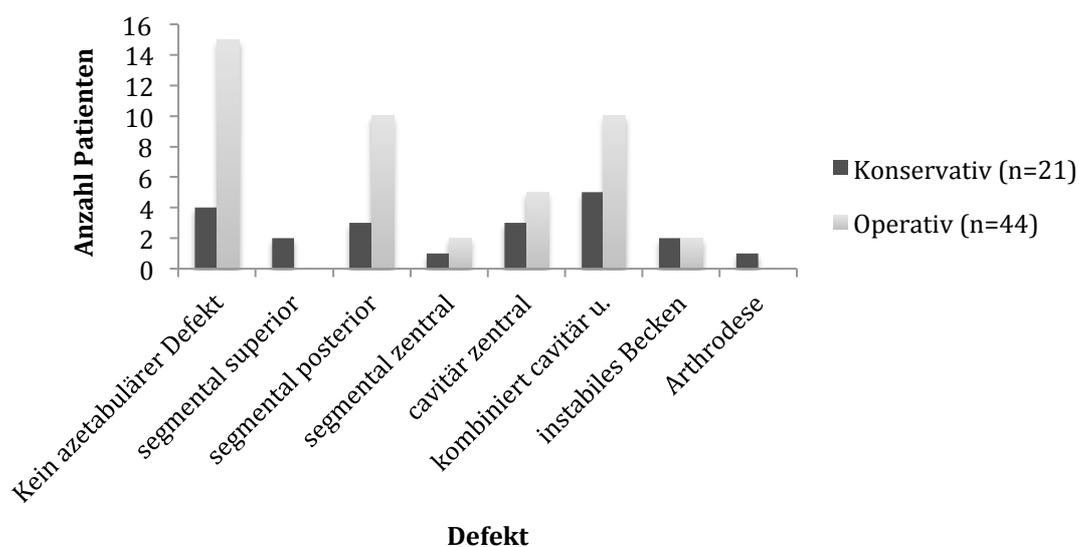


Abb. 55 – Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Therapiekonzept (n=65)

<b>AAOS-Klassifikation</b>	<b>Konservativ (n=21)</b>	<b>Operativ (n=44)</b>
Kein azetabulärer Defekt	4	15
segmental superior	2	0
segmental posterior	3	10
segmental zentral	1	2
cavitär zentral	3	5
kombiniert cavitär u. segmental	5	10
instabiles Becken	2	2
Arthrodesen	1	0

**Tab. 34 - Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Therapiekonzept (n=65)**

Monotraumatisierte Patienten bildeten in 22% (5/23) segmentale, in 17% (4/23) cavitäre und in 30% kombinierte Defekte des Azetabulums aus. In jeweils 1 Fall mit Monotrauma (4%) kam es zu einer Arthrodesen bzw. einem instabilen Becken.

Mehrfachverletzungen zeigten vor der Prothesenimplantation mit 30% (7/23) segmentalen Defekten, mit 13% (3/23) cavitären Defekten und mit 17% kombinierten Defekten nicht tendenziell mehr Defekte ( $p=0,26$ ) am Azetabulum als monotraumatisierte Patienten. 1 mehrfachverletzter Patient (4%) wies ein instabiles Becken auf.

Bei polytraumatisierten Patienten wurden vor der Prothesenimplantation in 31% (6/19) segmentale, in 5% (1/19) cavitäre und in 21% (4/19) kombinierte Defekte des Azetabulums dokumentiert. Bei 2 Patienten (11%) lag ein instabiles Becken vor. Im Vergleich mit monotraumatisierten Patienten konnte kein tendenziell erhöhtes Risiko ( $p=0,27$ ) zur Bildung azetabulärer Defekte bei polytraumatisierten Patienten festgestellt werden.

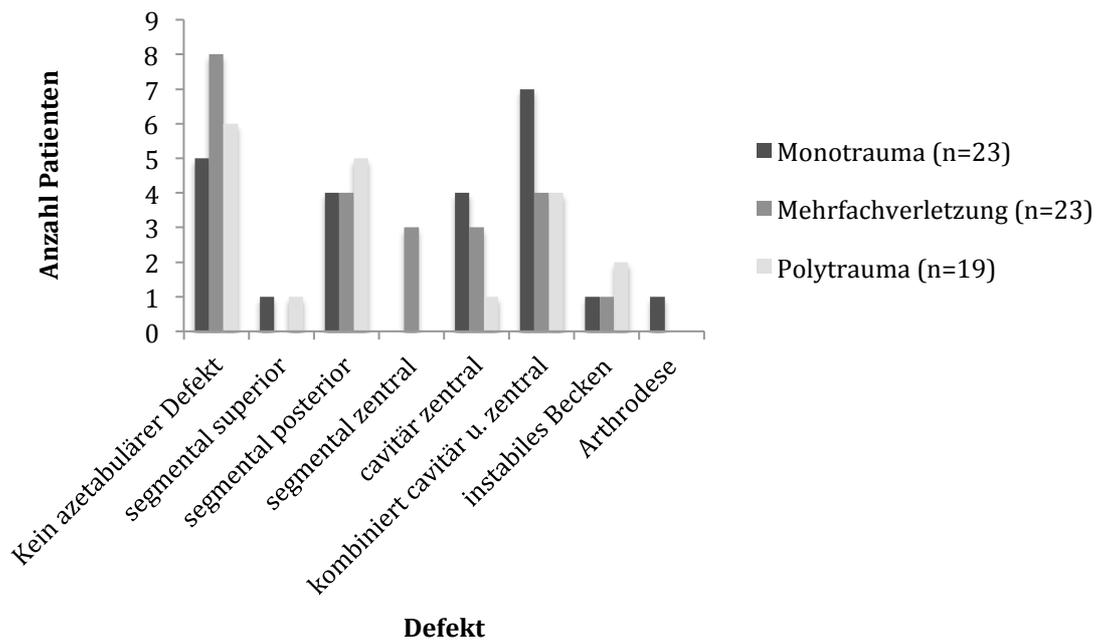


Abb. 56 – Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Verletzungsausmaß

AAOS-Klassifikation	Monotrauma (n=23)	Mehrfachverletzung (n=23)	Polytrauma (n=19)
Kein azetabulärer Defekt	5	8	6
segmental superior	1	0	1
segmental posterior	4	4	5
segmental zentral	0	3	0
cavitär zentral	4	3	1
kombiniert cavitär u. zentral	7	4	4
instabiles Becken	1	1	2
Arthrothese	1	0	0

Tab. 35 - Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Verletzungsausmaß (n=65)

Lag ein „einfaches“ Frakturmuster vor, resultierte in 25% (7/28) ein segmentaler, in 11% (3/28) ein cavitärer und in 7% (2/28) ein kombinierter Defekt des Azetabulums vor der Prothesenimplantation. In 7% (3/28) der Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster entwickelte sich der Zustand eines instabilen Beckens.

Patienten mit einem „komplexen“ Frakturmuster zeigten vor der Prothesenimplantation in 30% (11/37) segmentale, in 14% (5/37) cavitäre und in 35% (13/37) kombinierte Defekte des Azetabulums. In jeweils 1 Fall (3%) kam nach einer Azetabulumfraktur mit „komplexem“ Frakturmuster zu einem

instabilem Becken bzw. zu einer Arthrodesse.

Anhand dieser Daten lässt sich ableiten, dass Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster tendenziell häufiger ( $p=0,003$ ) azetabuläre Defekte vor Prothesenimplantation zu verzeichnen waren als bei Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster.

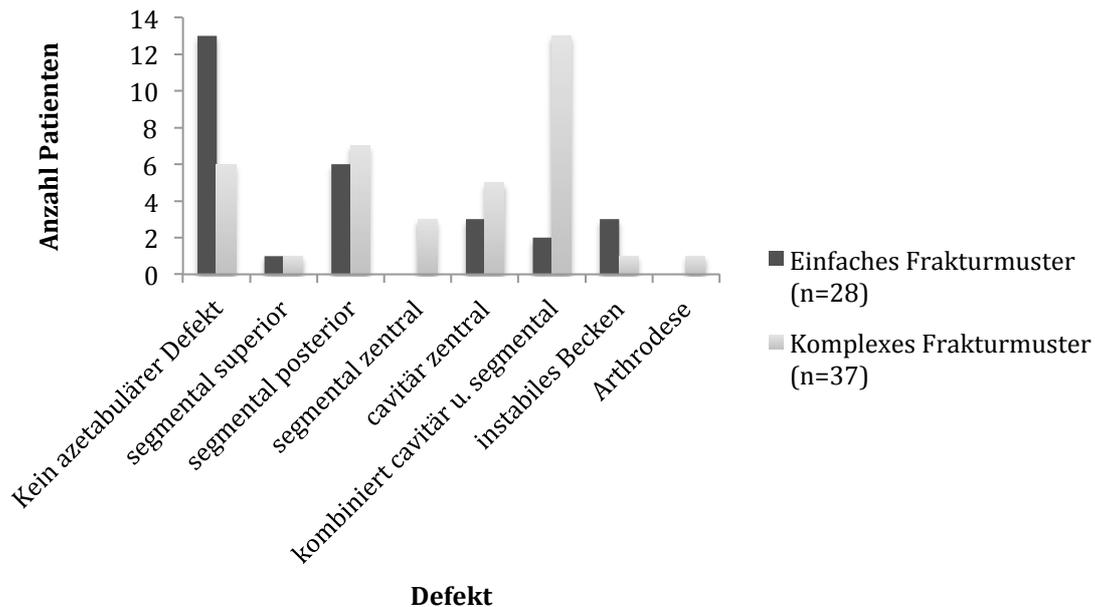


Abb. 57 - Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Frakturmuster (n=65)

AAOS-Klassifikation	Einfaches Frakturmuster (n=28)	Komplexes Frakturmuster (n=37)
Kein azetabulärer Defekt	13	6
segmental superior	1	1
segmental posterior	6	7
segmental zentral	0	3
cavitär zentral	3	5
kombiniert cavitär u. segmental	2	13
instabiles Becken	3	1
Arthrodesse	0	1

Tab. 36 - Klassifikation azetabulärer Defekte der AAOS getrennt nach Frakturmuster (n=65)

Patienten mit schlechtem HHS hatten zu 42% (5/12) Grad 0, zu 17% (2/12) Grad II und zu jeweils 8% (1/12) Grad I, Grad IV, Grad V, Grad VI und Grad VII azetabuläre Defekte nach der Klassifikation der AAOS. 75% (3/4) der Patienten mit mäßigem HHS wiesen keine azetabulären Defekte gemäß der AAOS auf. 1

Patient mit mäßigem HHS (25%) zeigte Grad VI azetabuläre Defekte. Bei Patienten mit guten HHS war bei 57% (4/7) Grad 0, bei 29% (2/7) Grad II und bei 14% (1/7) Grad VI azetabuläre Defekte nachzuweisen. Im Falle von sehr guten HHS-Werten traten zu 42% (5/12) Grad 0, zu jeweils 8% (1/12) Grad I, Grad III bzw. Grad IV und zu jeweils 17% (2/12) Grad II und Grad V azetabuläre Defekte auf.

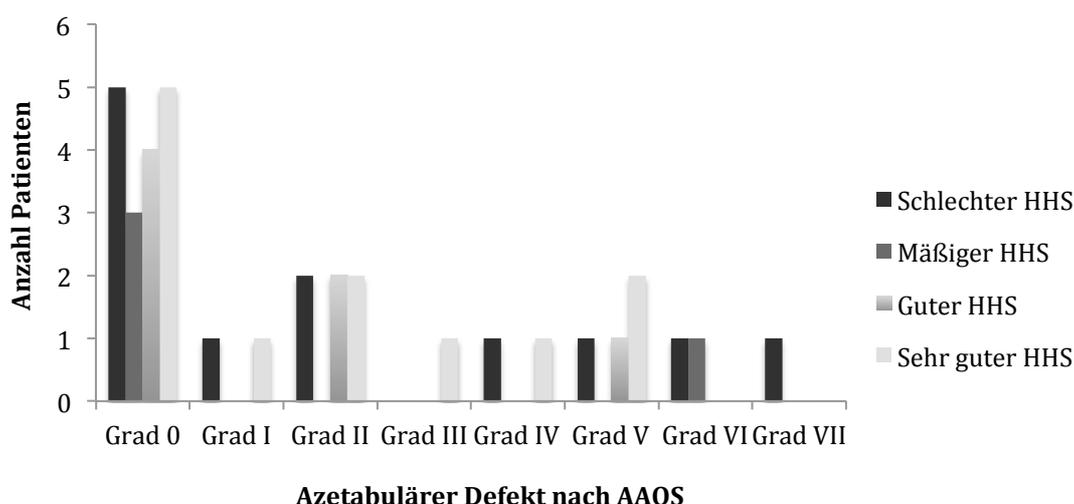


Abb. 58 – Erzielter Harris-Hip-Score in Bezug auf azetabuläre Defekte (AAOS) (n=34)

Korrelation zw. HHS und azetabulären Defekten AAOS	Schlechter HHS	Mäßiger HHS	Guter HHS	Sehr guter HHS
Grad 0	5	3	4	5
Grad I	1	0	0	1
Grad II	2	0	2	2
Grad III	0	0	0	1
Grad IV	1	0	0	1
Grad V	1	0	1	2
Grad VI	1	1	0	0
Grad VII	1	0	0	0

Tab. 37 – Erzielter Harris-Hip-Score In Bezug auf azetabuläre Defekte (AAOS) (n=34)

#### 4.3.3. DGOT-Klassifikation Azetabulum

3% der Patienten (2/65) wiesen einfache Höhlenbildungen, 14% (9/65) unisegmentale Defekte am Pfannengrund, 2% (1/65) unisegmentale Defekte am Pfannendach, 19% (12/65) unisegmentale Pfannendefekte am vorderen

oder hinteren Pfannenrand, 5% (3/65) bisegmentale Defekte an Pfannendach und Pfannenboden, 22% (14/65) trisegmentale Defekte an Pfannendach, Pfannenboden und Pfannenrand und 8% (5/65) eine Instabilität des Beckens auf.

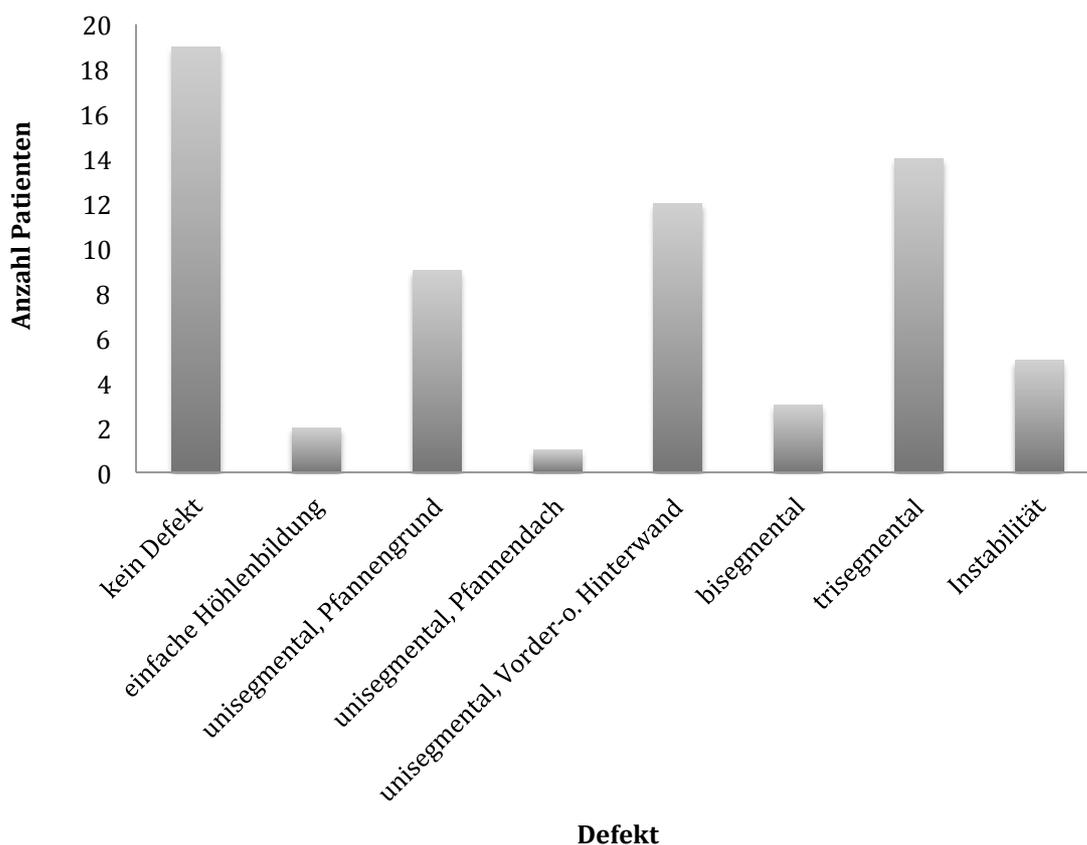


Abb. 59 – DGOT-Klassifikation/ Azetabulum im „radiologischen“ Gesamtkollektiv (n=65)

DGOT-Klassifikation/Azetabulum	Anzahl Patienten (n)
kein Defekt	19
einfache Höhlenbildung	2
unisegmental, Pfannengrund	9
unisegmental, Pfannendach	1
unisegmental, Vorder-o. Hinterrand	12
Bisegmental	3
Trisegmental	14
Instabilität	5

Tab. 38 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum im „radiologischen“ Gesamtkollektiv (n=65)

In der Gruppe der konservativ behandelten Patienten zeigten sich bei jeweils 5% der Patienten (1/21) einfache Höhlenbildungen, unisegmentale Defekte am Pfannengrund und bisegmentale Defekte des Azetabulums. Bei 14% (3/21) der Patienten waren unisegmentale Defekte am Pfannengrund und Beckeninstabilitäten zu erkennen. Bei jeweils 19% (4/21) wurden unisegmentale Defekte an Vorder- oder Hinterrand bzw. trisegmentale Defekte diagnostiziert.

Operativ behandelte Patienten wiesen zu 2% (1/44) einfache Höhlenbildungen, zu jeweils 5% (2/44) bisegmentale Defekte bzw. Beckeninstabilitäten, zu 14% (6/44) unisegmentale Defekte am Pfannengrund, zu 18% (8/44) unisegmentale Defekte an Vorder- oder Hinterrand und zu 23% (10/44) trisegmentale Defekte auf. Aus diesen Zahlen lässt sich folgern, dass konservativ behandelte Patienten mit 81% (17/21) nicht tendenziell häufiger ( $p=0,31$ ) azetabuläre Defekte aufwiesen als operativ behandelte Patienten mit 65% (29/44).

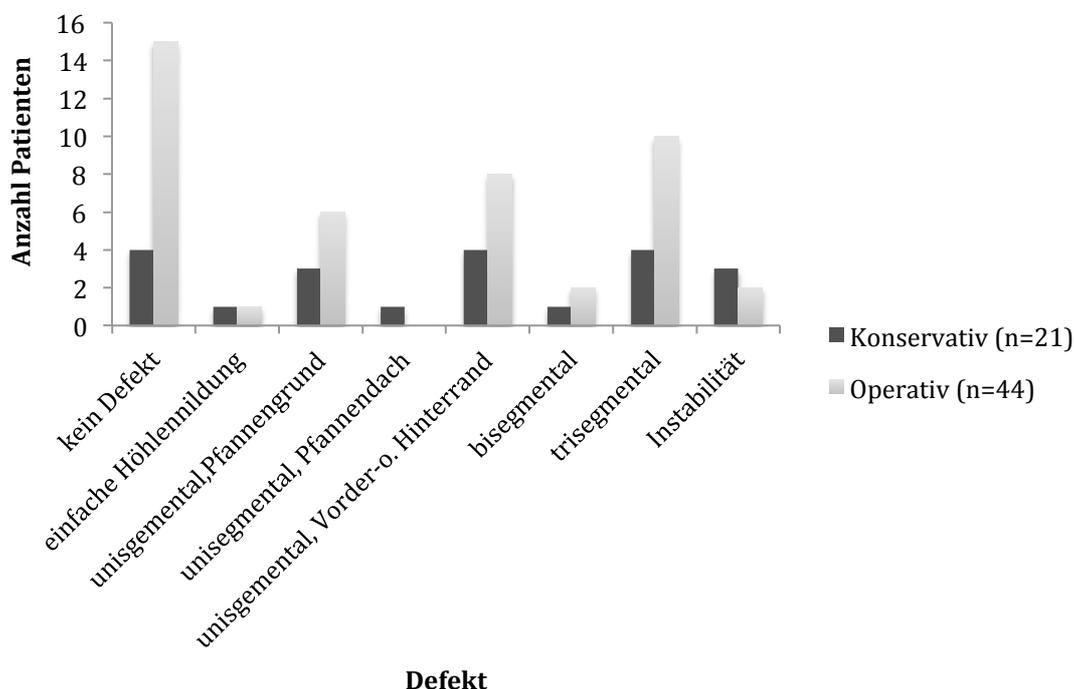


Abb. 60 – DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Therapiekonzept

<b>DGOT-Klassifikation/Azetabulum</b>	<b>Konservativ (n=21)</b>	<b>Operativ (n=44)</b>
kein Defekt	4	15
einfache Höhlennildung	1	1
unisgemental,Pfannengrund	3	6
unisegmental, Pfannendach	1	0
unisgemental, Vorder-o. Hinterrand	4	8
bisegmental	1	2
trisegmental	4	10
Instabilität	3	2

**Tab. 39 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Therapiekonzept**

In der Gruppe der monotraumatisierten Patienten kam es bei jeweils 4% (1/23) zu „einfachen“ Höhlenbildungen, unisegmentalen Defekten des Pfannendaches, bisegmentalen Defekten und zu einer Instabilität des Beckenringes. Bei jeweils 13% (3/23) wurden unisegmentale Defekte des Pfannengrundes bzw. des vorderen oder hinteren Pfannenrandes detektiert. In 17% (4/23) wurden trisegmentale Defekte festgestellt.

Mehrfachverletzte Patienten entwickelten mit jeweils 4% (1/23) einfachen Höhlenbildungen, bisegmentalen Defekten bzw. instabilen Becken, mit 13% (3/23) unisegmentalen Defekten an Vorder- oder Hinterrand, mit 17% (4/23) trisegmentalen Defekten und 22% (5/23) unisegmentalen Defekten am Pfannengrund nicht tendenziell ( $p=0,20$ ) häufiger Defekte des Azetabulums als monotraumatisierte Patienten.

Polytraumatisierte Patienten wiesen mit jeweils 5% (1/19) unisegmentalen Defekten am Pfannengrund bzw. bisegmentalen Defekten, mit 11% (2/19) Beckeninstabilitäten, mit 21% (4/19) trisegmentalen Defekten und mit 26% (5/19) unisegmentalen Defekten an Vorder-oder Hinterrand nicht tendenziell ( $p=0,90$ ) mehr azetabuläre Defekte auf als monotraumatisierte Patienten.

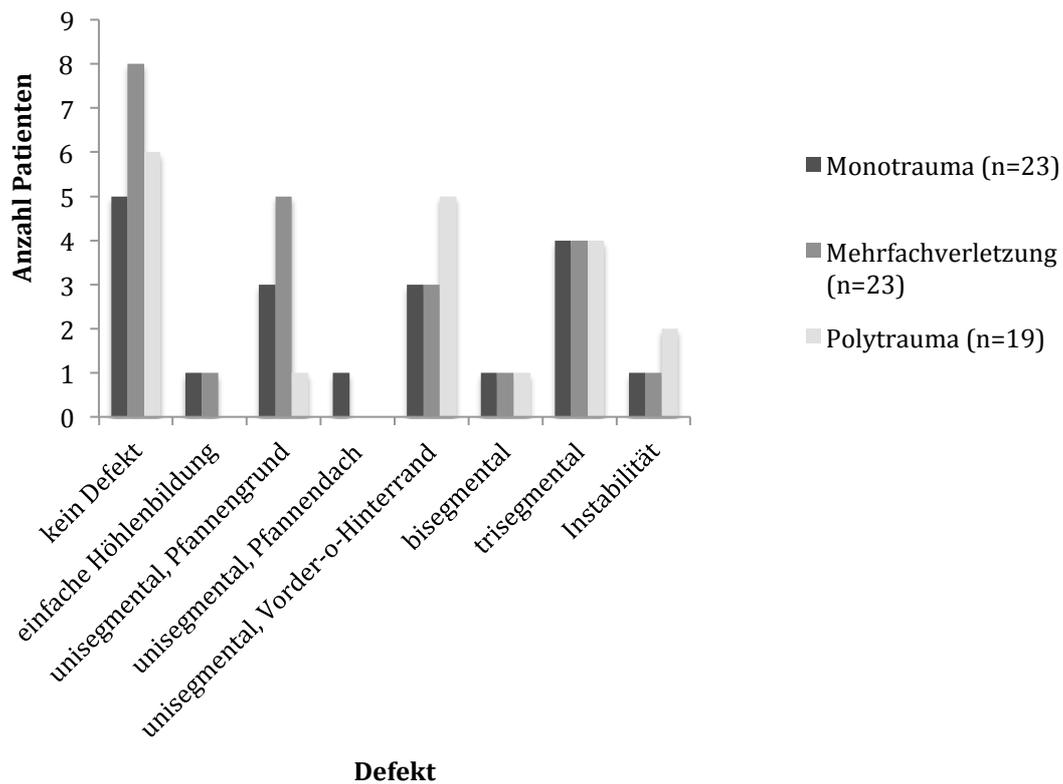


Abb. 61 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Verletzungsausmaß

DGOT-Klassifikation/Azetabulum	Monotrauma (n=23)	Mehrfachverletzung (n=23)	Polytrauma (n=19)
kein Defekt	5	8	6
einfache Höhlenbildung	1	1	0
unisegmental, Pfannengrund	3	5	1
unisegmental, Pfannendach	1	0	0
unisegmental, Vorder-o-Hinterrand	3	3	5
bisegmental	1	1	1
trisegmental	4	4	4
Instabilität	1	1	2

Tab. 40 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Verletzungsausmaß

Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern (n=28) hatten mit 4% (1/28) einfachen Höhlenbildungen, jeweils 7% (2/28) unisegmentalen Defekten am Pfannengrund, bisegmentalen bzw. trisegmentalen Defekten, 18% unisegmentalen Defekten am vorderen oder hinteren Pfannenrand und 11% (3/28) Beckeninstabilitäten tendenziell weniger (p=0,05) Defekte am Azetabulum gemäß der DGOT-Klassifikation als Patienten mit „komplexen“ Frakturmustern (n=37) mit jeweils 3% (1/37) „einfachen Höhlenbildungen“, unisegmentalen Defekten am Pfannendach bzw. bisegmentalen Defekten, jeweils 19% (7/37) unisegmentalen Defekten am Pfannengrund bzw. Pfannenrand, 32% (12/37) trisegmentalen Defekten und 5% (2/37) Beckeninstabilitäten.

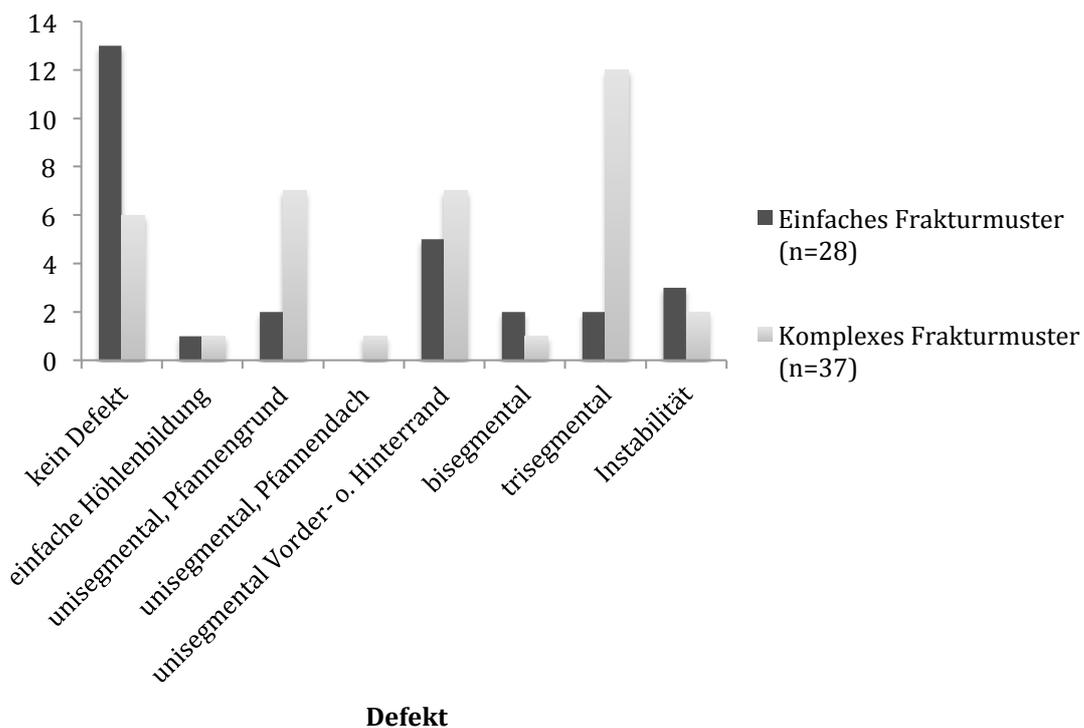


Abb. 62 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Frakturmuster

DGOT-Klassifikation/ Azetabulum	Einfaches Frakturmuster (n=28)	Komplexes Frakturmuster (n=37)
kein Defekt	13	6
einfache Höhlenbildung	1	1
unisegmental, Pfannengrund	2	7
unisegmental, Pfannendach	0	1
unisegmental, Vorder-o. Hinterrand	5	7
bisegmental	2	1
trisegmental	2	12
Instabilität	3	2

Tab. 41 - DGOT-Klassifikation/ Azetabulum getrennt nach Frakturmuster

Patienten, die gemäß der DGOT-Klassifikation vor der Prothesenimplantation einen Defekt am Azetabulum aufwiesen und deren klinisches Outcome erfasst wurde (n=18), hatten mit durchschnittlichem HHS von  $77,4 \pm 20,4$  (33-100) ein nicht tendenziell ( $p=0,64$ ) höheres Resultat als Patienten, die gemäß der DGOT-Klassifikation keinen Defekt am Azetabulum aufwiesen (n=16), mit einem HHS von  $73,9 \pm 22,8$  (27-100).

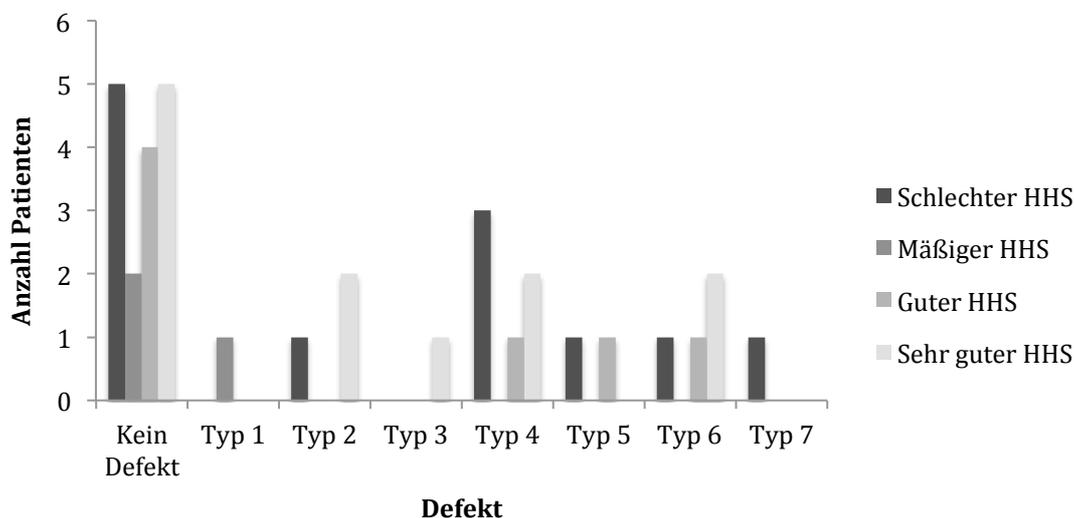


Abb. 63 - Erzielter Harris-Hip-Score in Bezug auf azetabuläre Defekte nach der Klassifikation der DGOT (n=34)

DGOT-Klassifikation / Azetabulum	Schlechter HHS	Mäßiger HHS	Guter HHS	Sehr guter HHS
Kein Defekt	5	2	4	5
Typ 1	0	1	0	0
Typ 2	1	0	0	2
Typ 3	0	0	0	1
Typ 4	3	0	1	2
Typ 5	1	0	1	0
Typ 6	1	0	1	2
Typ 7	1	0	0	0

Tab. 42 – Erzielter Harris-Hip-Score In Bezug auf azetabuläre Defekte nach der Klassifikation der DGOT (n=34)

#### 4.3.4 Knochensubstanzdefekte Femur der AAOS und DGOT-Klassifikation/ Femur

In der radiologischen Untersuchung wurde bei keinem der 65 Patienten Knochensubstanzdefekte am Femur gefunden.

#### Postoperatives Röntgen

Es konnte von allen 65 Patienten, bei denen praeoperativ eine Röntgendiagnostik vorhanden war, eine postoperatives Röntgenbild analysiert werden. Die mittlere Zeitspanne zwischen dem zuletzt vor der Prothesenimplantation angefertigten Röntgenbild und dem 1. Röntgenbild, das im Rahmen der ambulanten Nachuntersuchung erstellt wurde, betrug  $5,3 \pm 11,3$  (0.60) Monate.

Bei 92% (60/65) der Patienten, bei denen ein postoperatives Röntgenbild ausgewertet wurde, konnte der radiologische Verlauf anhand weiterer Röntgenbilder beurteilt werden. Die mittlere Zeitspanne zwischen dem direkt postoperativ erstellten und dem zuletzt angefertigten Röntgenbild belief sich auf  $36,5 \pm 28,6$  (1-86) Monate.

#### 4.3.5. Analyse der Pfanne

Bei 98% (64/65) der Patienten wurde auf dem postoperativen Röntgenbild eine fest einliegende Pfanne diagnostiziert. Bei dem Patienten, bei dem postoperativ

ein gelockertes Pfannenimplantat festgestellt wurde, fanden sich Lockerungssäume am Implantat-Knochen-Interface in der Zone 1 nach DeLee und Charnley. Bei 4% (1/29) der Patienten, deren Pfanne (Pressfit oder Abstützring) mit Schrauben verankert wurde, bildeten sich Lockerungssäume an den Verankerungsschrauben im Follow-up-Zeitraum. Ebenfalls in 4% (1/29) kam es zu einem Bruch von Verankerungsschrauben. Bei keinem Patienten zeigte sich im Laufe der radiologischen Nachbetrachtung ein Hinweis auf ein Inlayverschleiß.

Die mittlere postoperative Inklination betrug  $38,8^\circ \pm 4,8^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Im aktuellen Röntgenbild wurde eine durchschnittliche Inklination von  $38,5^\circ \pm 4,6^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ) festgestellt. Die durchschnittliche Änderung des Inklinationswinkels belief sich demnach auf  $0,35^\circ \pm 2,7^\circ$  ( $-12^\circ$  bis  $+10^\circ$ ).

Bei den konservativ behandelten Patienten, die radiologisch begutachtet werden konnten (n=19), wurde ein durchschnittlicher postoperativer Inklinationswinkel von  $39,1^\circ \pm 4,4^\circ$  ( $30^\circ$ - $48^\circ$ ) ermittelt. Auf dem aktuellen Röntgenbild belief sich in dieser Gruppe der durchschnittliche Inklinationswinkel auf  $38,5^\circ \pm 4,2^\circ$  ( $30^\circ$ -  $49^\circ$ ). Somit betrug die mittlere Änderung des Inklinationswinkel  $0,57^\circ \pm 1,5$  ( $-2^\circ$  bis  $+4^\circ$ ).

Operativ behandelte Patienten, bei denen eine postoperative Röntgenanalyse durchgeführt werden konnte (n=41), besaßen einen durchschnittlichen postoperativen Inklinationswinkel von  $38,7^\circ \pm 5,2^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Im aktuellen Röntgenbild lag der mittlere Inklinationswinkel bei  $38,5^\circ \pm 4,9$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Die mittlere Änderung der operativ behandelten Patienten war demzufolge  $0,24^\circ \pm 3,2^\circ$  ( $-12^\circ$  bis  $+10^\circ$ )

Patienten mit einem Monotrauma, deren postoperative Röntgenbilder beurteilt werden konnten (n=21), hatten direkt postoperativ einen durchschnittlichen Inklinationswinkel von  $37,9^\circ \pm 4,8^\circ$  ( $30^\circ$ - $48^\circ$ ). Bei der zuletzt durchgeführten Röntgenaufnahme betrug die mittlere Inklination  $38,3^\circ \pm 4,5^\circ$  ( $30^\circ$ - $49^\circ$ ). Demnach belief sich die mittlere Änderung der Inklination auf  $0,42^\circ \pm 2,9^\circ$  ( $-12^\circ$  bis  $+3^\circ$ ).

Mehrfachverletzte Patienten, deren postoperative Röntgenbilder begutachtet werden konnten (n=22), hatten direkt nach dem operativen Eingriff im Mittel

einen Inklinationswinkel von  $40,3^\circ \pm 4,7^\circ$  ( $32^\circ$ - $50^\circ$ ). Auf der letzten angefertigten Röntgenaufnahme belief sich der durchschnittliche Inklinationswinkel auf  $40,2^\circ \pm 4,1^\circ$  ( $33^\circ$  bis  $+50^\circ$ ). Die mittlere Änderung betrug demnach  $0,1^\circ \pm 2,1^\circ$  ( $-6$  bis  $4^\circ$ )

Bei polytraumatisierten Patienten lag der direkt postoperative Inklinationswinkel bei  $38,1^\circ \pm 5,3^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ) und der zuletzt gemessene bei  $36,4^\circ \pm 4,6^\circ$  ( $30^\circ$ - $46^\circ$ ). Demnach änderte sich die mittlere Inklination um  $1,6^\circ \pm 3,1^\circ$  ( $-2^\circ$  bis  $+10^\circ$ ).

Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern ( $n=26$ ) hatten postoperativ einen durchschnittlichen Inklinationswinkel von  $39,4^\circ \pm 5,0^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). In der letzten radiologischen Kontrolle zeigte sich ein mittlerer Inklinationswinkel von  $38,9^\circ \pm 4,7^\circ$  ( $30$ - $49^\circ$ ). Demzufolge änderte sich der Inklinationswinkel um  $0,53^\circ \pm 2,7^\circ$  ( $-6^\circ$  bis  $+10^\circ$ ).

Patienten mit „komplexen“ Frakturmustern in der Anamnese ( $n=34$ ) hatten postoperativ einen Inklinationswinkel von  $38,4^\circ \pm 4,9^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). In der letzten radiologischen Begutachtung lag der mittlere Inklinationswinkel bei  $38,1^\circ \pm 4,6^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Demnach betrug die mittlere Änderung der Inklination  $0,21^\circ \pm 2,8^\circ$  ( $-12^\circ$  bis  $7^\circ$ ).

Bei 95% ( $57/60$ ) der Patienten, deren radiologischer Verlauf betrachtet wurde, änderte sich der Inklinationswinkel um weniger als  $5^\circ$  zwischen der postoperativen und der zuletzt angefertigten Röntgenaufnahme.

Eine Berechnung bezüglich der Signifikanz der Inklinationsänderungen zwischen dem postoperativen und dem zuletzt angefertigten Röntgenbild erschien nicht zweckmäßig, da ein Teil der Röntgenbilder nicht in digitaler Form vorlag und die Messung daher nicht vollends als präzise zu werten war.

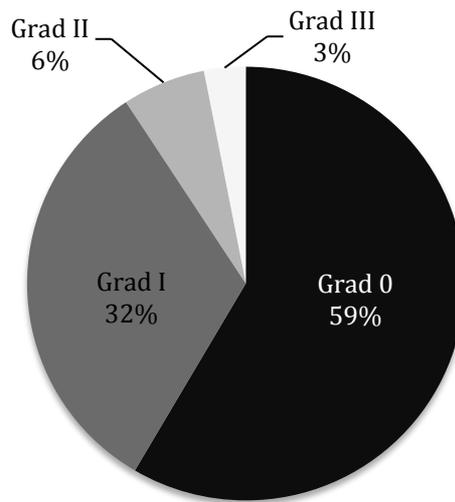
In 2% ( $1/55$ ) der Fälle, in denen eine Pfannenaufbauplastik durchgeführt wurde, stellte sich eine sklerotische Morphologie der Plastik dar. Bei 25% ( $14/55$ ) der Patienten, bei denen eine Pfannenaufbauplastik zum Einsatz kam, bildete sich eine trabekuläre Knochenstruktur um die Pfanne.

#### **4.3.6. Analyse des Schaftes**

Bei 98% (64/65) der Patienten zeigte sich postoperativ eine neutrale Schaftposition. 1 Patient (2%) wies mit einem Winkel von 5° zwischen Prothesenlängs- und Femurschaftlängsachse eine varische Schaftposition auf. In 6% (4/65) kam es postoperativ zu einer Sinterung des Schaftes. Im Schnitt sinterte in diesen Fällen 4 Fällen der Schaft um  $0,5 \pm 0,16$  (0,3-0,7) cm. Im „radiologischen“ Kollektiv (n=65) betrug die mittlere Sinterung des Schaftes  $0,03 \pm 0,13$  (0-0,7) cm. Bei 6% (4/65) der Patienten war postoperativ eine endostale Sockelbildung zu erkennen. In 12% (8/65) trat postoperativ eine distale Hypertrophie der Kortikalis des Femurschaftes auf. In der Hälfte der Fälle lag alleinig eine Hypertrophie der medialen Kortikalis des Femurschaftes vor. Bei der anderen Hälfte kam es zu einer Hypertrophie sowohl der medialen als auch der lateralen Kortikalis des Femurschaftes. Bei keinem Patienten (0/65) entwickelt sich ein Stress-Shielding nach Engh. 1 Patient entwickelte postoperativ Lysezeichen im Bereich des Femurschaftes in den Zonen nach Gruen. Es kam zu Osteolysen, in den Zonen I und VII nach Gruen, deren Größe geringer als 2 mm war.

#### **4.3.7. Heterotope Ossifikationen nach HTP**

Im „radiologischen“ Kollektiv (n=65) konnten postoperativ bei 42% (27/65) der Patienten heterotope Ossifikationen diagnostiziert werden. In 32% (21/65) kam es zu Grad I, in 6% (4/65) zu Grad II und in 3% (2/65) zu Grad III heterotopen Ossifikationen.



**Abb. 64 – Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation im „radiologischen“ Gesamtkollektiv (n=65)**

Heterotope Ossifikationen	Anzahl Patienten (n)
Grad 0	38
Grad I	21
Grad II	4
Grad III	2
Grad IV	0

**Tab. 43 - Heterotope Ossifikationen nach Implantation der HTP im „radiologischen“ Gesamtkollektiv (n=65)**

Im Kollektiv der konservativ behandelten Patienten, die radiologisch nachverfolgt wurden (n=21), kam es in 42% (9/21) zu Grad I und in 5% (1/21) zu Grad III Ossifikationen.

Im Kollektiv der operierten Patienten, deren Zustand radiologisch nachverfolgt wurde (n=44), traten mit 27% (12/44) Grad I, mit 9% (4/44) Grad II und 2% Grad III (1/44) nicht tendenziell mehr heterotope Ossifikationen (p=0,81) als im Kollektiv der konservativ behandelten Patienten auf.

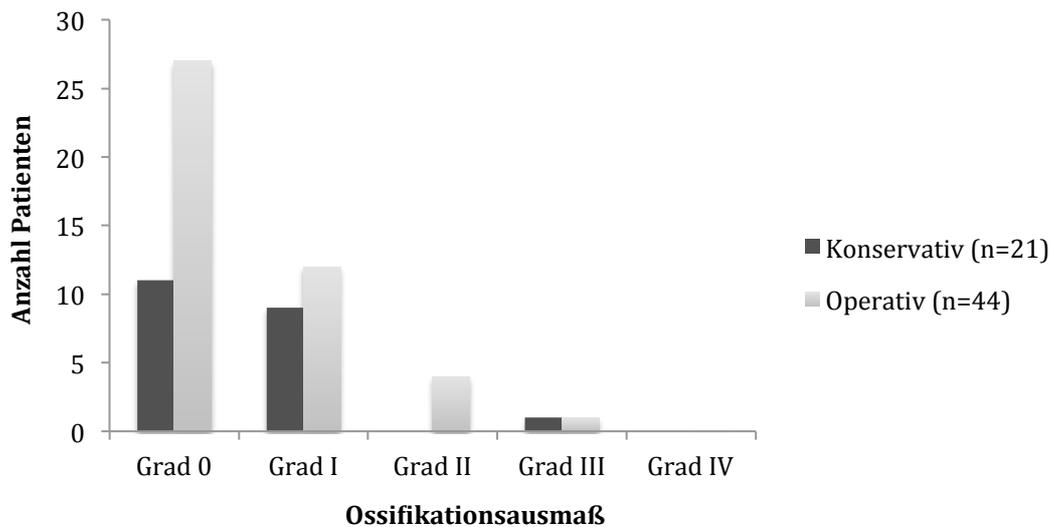


Abb. 65 – Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Therapiekonzept

Heterotope Ossifikationen	Konservativ (n=21)	Operativ (n=44)
Grad 0	11	27
Grad I	9	12
Grad II	0	4
Grad III	1	1
Grad IV	0	0

Tab. 44 - Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Therapiekonzept

In der Gruppe der monotraumatisierten Patienten, die nach der Prothesenimplantation radiologisch begutachtet wurden (n=23), kam es in 35% (12/23) zu Grad I, in 9% (2/23) zu Grad II und in 4% (1/23) zu Grad III heterotopen Ossifikationen.

In der Gruppe der mehrfachverletzten Patienten, die nach Prothesenimplantation radiologisch nachuntersucht wurde, kam es mit 26% (6/23) Grad I zu nicht tendenziell weniger ( $p=0,06$ ) heterotopen Ossifikationen als in der Gruppe der monotraumatisierten Patienten.

Bei polytraumatisierten Patienten, die radiologisch nachverfolgt wurden (n=19), traten mit 37% (7/19) Grad I, in 11% (2/19) Grad II und in 5% (1/19) Grad III nicht tendenziell mehr ( $p=0,75$ ) heterotope Ossifikationen als bei monotraumatisierten Patienten auf.

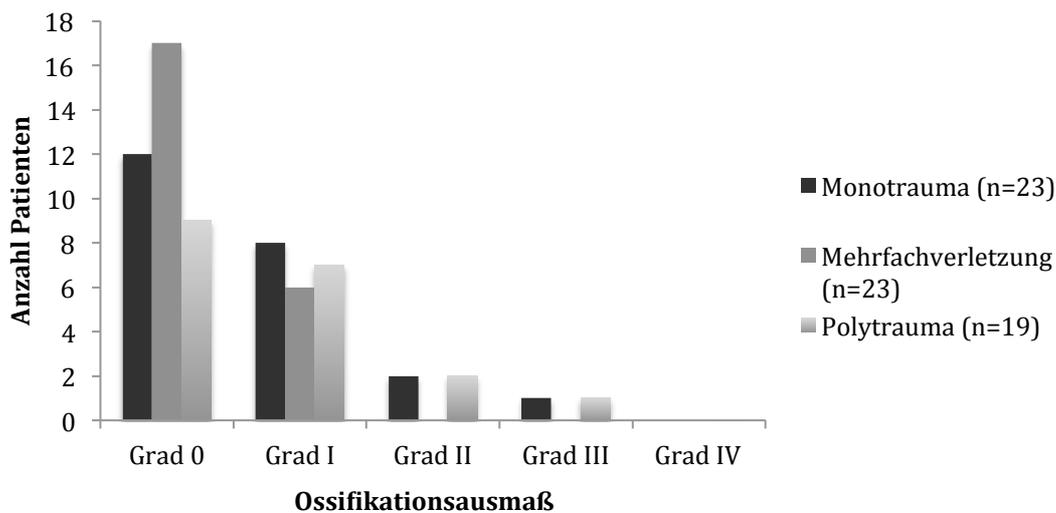


Abb. 66 – Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Verletzungsausmaß

Heterotope Ossifikationen	Monotrauma (n=23)	Mehrfachverletzung (n=23)	Polytrauma (n=19)
Grad 0	12	17	9
Grad I	8	6	7
Grad II	2	0	2
Grad III	1	0	1
Grad IV	0	0	0

Tab. 45 – Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Verletzungsausmaß

Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern hatten nach der Prothesenimplantation in 39% (11/28) Grad I, in 7% (2/28) Grad II und in 4% (1/28) Grad III heterotope Ossifikationen.

Patienten mit „komplexen“ Frakturmustern zeigten mit 27% (10/37) Grad I, mit 5% (2/37) Grad II und mit 3% (1/37) Grad III nicht tendenziell weniger ( $p=0,33$ ) heterotope Ossifikationen als Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern.

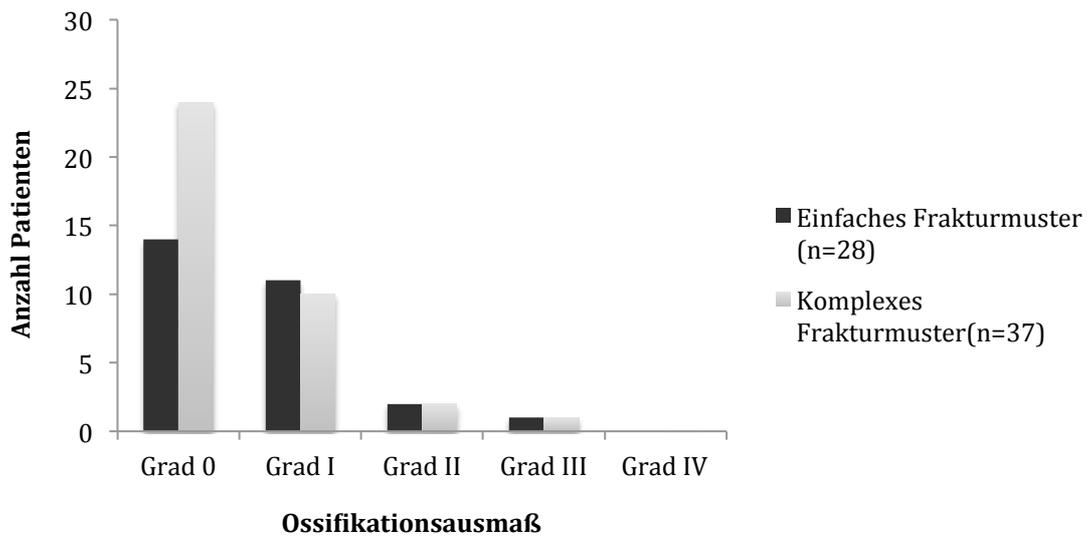


Abb. 67 – Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Frakturmuster (n=65)

Heterotope Ossifikationen	Einfaches Frakturmuster (n=28)	Komplexes Frakturmuster (n=37)
Grad 0	14	24
Grad I	11	10
Grad II	2	2
Grad III	1	1
Grad IV	0	0

Tab. 46 - Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation getrennt nach Frakturmuster (n=65)

Bei Patienten mit sehr gutem HHS waren nach Prothesenimplantation in 25% (3/12) Grad 1 und in jeweils 8% (1/12) Grad 2 bzw. Grad 3 heterotope Ossifikationen festzustellen. In der Gruppe der Patienten mit gutem HHS lagen zu 100% (3/3) Grad 1 heterotope Ossifikationen vor. Im Falle von mäßigem HHS wurden zu 57% (4/7) Grad 1 und zu 14% (1/7) Grad 2 heterotope Ossifikationen registriert. Bei Patienten mit schlechtem HHS wurde in 42% (5/12) Grad 1 heterotope Ossifikationen nachgewiesen.

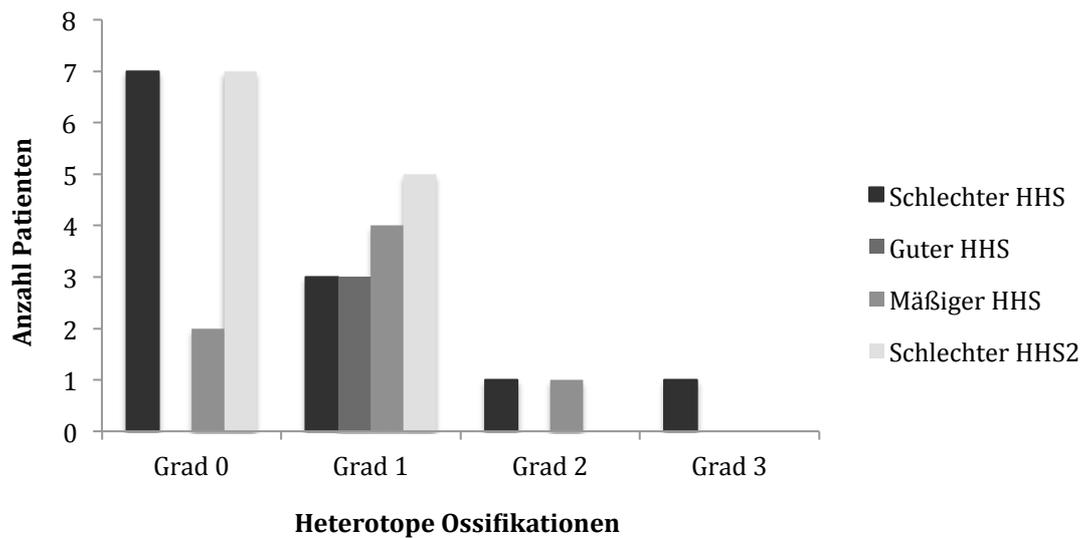


Abb. 68 – Erzielter Harris-Hip-Score in Bezug auf Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation (n=34)

Erzielter HHS in Bezug auf Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation				
Ossifikationen nach Prothesenimplantation	Schlechter HHS	Guter HHS	Mäßiger HHS	Schlechter HHS
Grad 0	7	0	2	7
Grad 1	3	3	4	5
Grad 2	1	0	1	0
Grad 3	1	0	0	0
Grad 4	0	0	0	0
Grad 5	0	0	0	0
Grad 6	0	0	0	0
Grad 7	0	0	0	0

Tab. 47 – Erzielter Harris-Hip-Score in Bezug auf Heterotope Ossifikationen nach Prothesenimplantation (n=34)

Im Vergleich zur Situation vor der Prothesenimplantation (28%) waren nach der Prothesenimplantation mit 41% (27/65) häufiger heterotope Ossifikationen unterschiedlichen Ausmaßes festzustellen. Mittels des Wilcoxon-Signed-Rank-Tests wurde ermittelt, dass es nach Prothesenimplantation zu einer Zunahme des Ossifikationsausmaßes gekommen war. (Approximierter Kritischer Wert 788,6 > Teststatistik 448;  $H_1$  trifft zu)

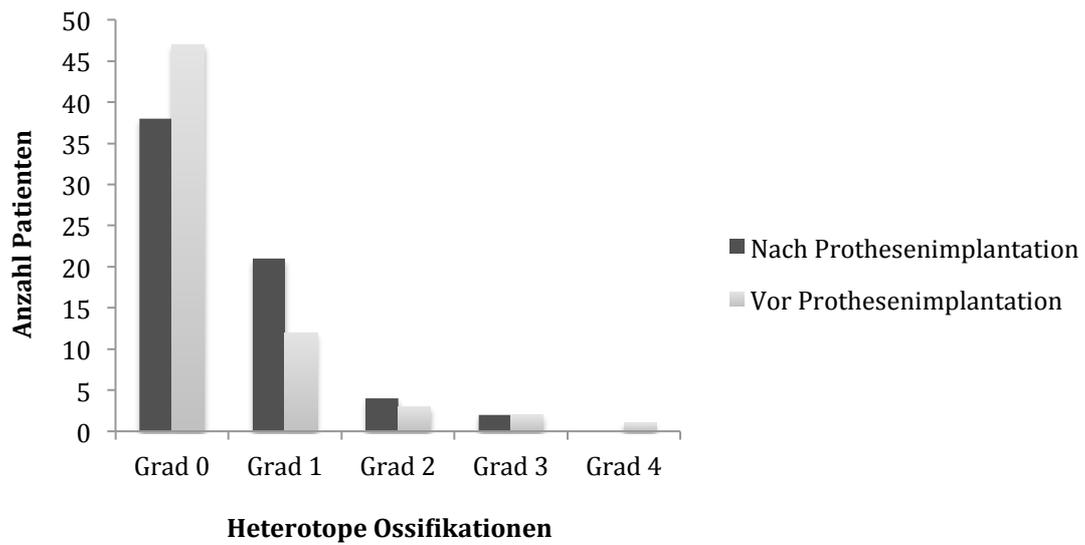


Abb. 69 - Heterotope Ossifikationen vor und nach Prothesenimplantation (n=65)

Heterotope Ossifikationen vor und nach Prothesenimplantation	Nach Prothesenimplantation	Vor Prothesenimplantation
Grad 0	38	47
Grad 1	21	12
Grad 2	4	3
Grad 3	2	2
Grad 4	0	1
Grad 5	0	0
Grad 6	0	0
Grad 7	0	0

Tab. 48 - Heterotope Ossifikationen vor und nach Prothesenimplantation (n=65)

## 5. Diskussion

Azetabulumfrakturen zählen mit einer Inzidenz von 3/100.000 Einwohner pro Jahr zu den seltenen Verletzungen im Fachbereich der Orthopädie und Unfallchirurgie [105].

Vornehmlich resultieren Azetabulumfrakturen aus Hochenergetraumata im Rahmen von Verkehrsunfällen und Stürzen aus großer Höhe [119] [131] [164]. Aufgrund des Rückgangs der Verkehrsunfallzahlen und dem demographischen Wandel der Bevölkerung nimmt der Anteil von Azetabulumfrakturen, deren Ursache ein „low-energy“-Trauma war, zu [122] [142] [164].

Die Behandlung von Azetabulumfrakturen erfordert ein hohes Maß an theoretischen Kenntnissen und praktischen Fertigkeiten des behandelnden Unfallchirurgen. Die Behandlung einer Azetabulumfraktur kann einerseits konservativ durch Extensionsbehandlung andererseits osteosynthetisch mittels Platten- und Schraubenosteosynthese erfolgen. Das Ziel der Behandlung sollte eine stufenfreie Wiederherstellung der Gelenkkongruenz sein, da zurückliegende Studien gezeigt haben, dass eine Korrelation zwischen der Wiederherstellung der Gelenkanatomie und besseren Langzeitergebnissen besteht [109] [118]. Einige Autoren treten für die großzügige Anwendung des operativen Verfahrens ein [54] [71]. Andere Studien zeigten andererseits, dass auch, wenn das Ziel der Gelenkkongruenz erreicht wird, bis zu 30% der Patienten eine posttraumatische Arthrose entwickeln [8] [49] [112] [121].

Die Inzidenz von posttraumatischen Arthrosen nach Azetabulumfraktur wird in der Literatur in abstracto mit 26-57% angegeben [168]. Mögliche Gründe für die Entwicklung einer Arthrose sind traumaassoziierte Schäden wie irreparable Knorpelschäden, Impressionszonen, Durchblutungsstörungen des Hüftkopfes oder freie Gelenkkörper. Gleichwohl stellt der offenchirurgische Eingriff mit konsekutiver Narbenbildung oder avaskulärer Nekrose reponierter Fragmente eine mögliche, iatrogene Ursache für die Arthroseentwicklung dar [164] [187]. Falls sich eine Arthrose entwickelt hat, stellt die Hüftprothesenimplantation ein geeignetes Werkzeug dar, um die verloren gegangene Funktion des Hüftgelenkes wiederherzustellen [112].

Die Prothesenimplantation nach Azetabulumfraktur stellt den Operateur vor technische Herausforderungen. Von entscheidender Bedeutung bei der Implantation der Pfannenkomponente scheint die Wiederherstellung des Hüftdrehzentrums mit physiologischem Offset zu sein [27] [49] [145].

Die Studienlage bezüglich der funktionellen und radiologischen Langzeitresultate von Hüftprothesen nach Azetabulumfraktur ist nicht eindeutig. Einige Autoren berichten, dass die Resultate nach Prothesenimplantation bei posttraumatischer Arthrose derer bei idiopathischer Arthrose unterlegen sind [84] [145] [180] [190] [201]. Hingegen artikulieren andere Autoren, dass keine Unterschiede im funktionellen Outcome zwischen posttraumatischer und idiopathischer Arthrose in ihren Untersuchungen vorlagen [8] [112]. Verschiedene Autoren berichten, dass das Frakturmuster keinen Einfluss auf das funktionelle und radiologische Outcome hat [79] [104].

Das Ziel der Studie war es, die epidemiologischen und klinisch-radiologischen Ergebnisse der 68 Patienten, die zwischen Januar 2007 und Dezember 2012 Hüfttotalendoprothesen aufgrund von sekundären Arthrosen bei Zustand nach Azetabulumfraktur in der BG Unfallklinik Tübingen implantiert bekommen hatten, zu erfassen. Die Ergebnisse wurden mit denen vergleichbar konzipierter Studien und den Ergebnissen von Studien nach Hüftprothesenimplantation bei idiopathischer Arthrose verglichen. Besonderes Augenmerk legte ich auf das Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt, das Frakturmuster, die Art der Frakturversorgung, das Verletzungsausmaß und den Zeitraum zwischen Unfall und primärer TEP-Implantation.

<b>Studientitel</b>	<b>Autoren</b>	<b>Jahr</b>	<b>Journal</b>
Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture: A prospective, matched-cohort study	Lizaur-Utrilla, A., Sanz-Reig, J., Serna-Berna, R.	2012	J Trauma Acute Care Surg Volume 73, No. 1
Midterm results of Uncemented Acetabular Reconstruction for Posttraumatic Arthritis Secondary to Acetabular Fracture	Lai, O., Yang, J., Shen, B., Zhou, Z., Kang, P., Pei, F.	2011	The Journal of Arthroplasty Vol. 26, No.7
Total Hip Arthroplasty for Failed Treatment of Acetabular Fractures	Zhang, L., Zhou, Y., Li, Y., Xu, H., Guo, X., Zhou, Y.	2011	The Journal of Arthroplasty Vol.26, No.8
Total hip arthroplasty for posttraumatic osteoarthritis after open reduction and internal fixation of acetabular fracture	Chu, XB., Tong, PJ., Zhang, JH	2010	Zhonghua Wai Ke Za Zhi
Hüftendoprothese bei Koxarthrose nach Azetabulumfraktur	Frank, C., Siozos, P., Wetzensen, A., Schulte- Bockholt, D., Grützner, P.A., Gühring, T.	2010	Unfallchirurg
Total Hip arthroplasty for posttraumatic arthritis after acetabular fracture	Ranawat, A., Zelken, J., Helfet, D., Buly, R.	2009	The Journal of Arthroplasty
Hip Joint Arthroplasty following surgical treatment of acetabular fracture	Pavelka, T., Linhart, M., Houcek, P.	2006	Acta Chir Orthop Traumatol Cech
Cementless Acetabular Reconstruction After Acetabular Fracture	Bellabarba, C., Berger, R., Bentley,C.D., Quigley,L.R., Rosenberg, A., Sheinkop, M.B., Galante, J.O.	2001	The Journal of Bone and Joint Surgery

**Tab. 49 – Liste der Vergleichsstudien**

### 5.1. Patientenkollektiv

Die hier vorgestellte Nachuntersuchungsstudie spiegelt den klinisch-radiologischen Verlauf von 48 der 68 Patienten wieder, die in der Zeit vom 01.01.2007 bis zum 31.12.2012 in der BG Unfallklinik Tübingen nach erlittener Azetabulumfraktur eine Hüftprothese implantiert bekommen haben. Um das klinisch-radiologische Outcome der Patienten realitätsnah beurteilen zu können, lagen zwischen der Primärimplantation der Hüft-TEP und der Nachuntersuchung mindestens 12 Monate. In den Vergleichsstudien finden sich Patientenzahlen zwischen 18 und 49.

Aufgrund der Tatsache, dass 12% der Patienten (8/68) zu Beginn des Nachuntersuchungszeitraumes verstorben und 10% (7/68) weder telefonisch noch postalisch zu erreichen waren, ist es als Erfolg zu werten, dass 50% der Patienten (34/68) in der Sprechstunde anamnestiziert und untersucht werden konnten. Bei 21% der Patienten (14/68) wurde der Zustand der Patienten anhand von Fragebögen beurteilt. 7% der Patienten (5/68) äußerten telefonisch, dass sie kein Interesse hätten an der Studie teilzunehmen. Insgesamt betrug die Follow-up-Rate 71 %. In den Vergleichsstudien liegen die Follow-up-Raten zwischen 87 und 100%.

Das Follow-up unseres Patientenkollektivs (n=68) liegt bei 54 Monaten. Das Follow-up in den Vergleichsstudien bewegt sich zwischen 40 und 101 Monaten.

<b>Studie</b>	<b>Anzahl der Patienten (n)</b>	<b>Anzahl der nachuntersuchten Patienten (n)</b>	<b>Follow-up-Rate in %</b>	<b>Follow-up in Monaten (min-max)</b>
<b>Unser Kollektiv</b>	<b>68</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>54 (14-88)</b>
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>101 (-)</b>

Lai O et al 2011	34	31	91	76 (-)
Zhang L et al 2011	53	49	92	64 (32-123)
Chu XB et al 2010	18	18	100	40 (12-86)
Frank C et al 2010	45	39	87	15 (6-72)
Ranawat A et al 2009	32	32	100	56 (17-116)
Pavelka T et al 2006	49	49	100	42 (18-92)
Bellabarba C et al 2001	30	30	100	63 (24-140)

Tab. 50 – Patientenzahlen und Follow-up-Zeiträume verglichen mit den anderen Studien

### 5.1.1 Alter und Geschlecht

Das Alter zum Unfallzeitpunkt lag in unserem Patientenkollektiv im Schnitt mit  $49,4 \pm 18,0$  (16-87) Jahren im „mittleren“ Lebensalter (40-60). [177] In den Vergleichsstudien lag das durchschnittliche Alter zum Unfallzeitpunkt zwischen 39 und 53 Jahren. In den Kollektiven von Lizaur-Utrilla A et al (2012) und Frank C et al (2010) lag das Durchschnittsalter zum Unfallzeitpunkt mit 52,5 (26-76) und 56 (-) Jahren höher als in unserem Kollektiv. Bellabarba et al (2001) und Zhang L et al (2011) beschrieben mit 42,5 (16-85) und 39,3 (19-61) Jahren deutlich jüngere Durchschnittsalter zum Unfallzeitpunkt. Verglichen mit dem durchschnittlichen Auftreten von Schenkelhalsfrakturen, bei denen  $\frac{3}{4}$  der Frakturen nach dem 65. Lebensjahr auftreten [200], ereigneten sich in unserem Kollektiv nur 22% (16/68) der Azetabulumfrakturen nach dem 65. Lebensjahr. In unserem Kollektiv war ein deutliches Übergewicht an männlichen Patienten mit 79% (54/68) festzustellen. Die Vergleichsstudien zeigten ebenfalls einen hohen Anteil an männlichen Patienten mit Werten bis zu

82% (Frank C et al 2010). Lediglich in der Studie von Bellabarba et al aus dem Jahr 2001 überwog der Anteil der weiblichen Patienten mit 53,3 %.

<b>Studie</b>	<b>Geschlecht männlich (%)</b>	<b>Alter bei Unfall (y)</b>
<b>Unser Kollektiv</b>	79 (54/68)	50 (16-87)
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	79 (19/24)	53 (26-76)
<b>Lai O et al 2011</b>	71 (22/31)	(-)
<b>Zhang L et al 2011</b>	79 (42/53)	39 (19-61)
<b>Chu XB et al 2010</b>	67 (12/18)	(-)
<b>Frank C et al 2010</b>	82 (37/45)	56 (-)
<b>Pavelka T et al 2006</b>	71 (35/49)	(-)
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	47 (14/30)	43 (16-85)

Tab. 51 – Mittleres Alter zum Unfall- und Implantationszeitpunkt und Geschlecht verglichen mit den anderen Vergleichsstudien

### 5.1.2. Unfallmechanismus und Begleitverletzungen

In Bezug auf den Unfallmechanismus war in unserem Kollektiv zu erkennen, dass Verkehrsunfälle mit 62% (42/68) der führende Grund für die Entstehung einer Azetabulumfraktur waren. Frank et al (2010) gaben an, dass in ihrem Patientenkollektiv vergleichbar mit unserem Resultat 55% der Patienten (25/45) aufgrund eines Verkehrsunfalls eine Azetabulumfraktur erlitten. Lai O et al (2011) und Zhang L et al (2011) berichteten, dass in ihren Kollektiven mit 84% (26/31) bzw. 91% (48/53) deutlich mehr Azetabulumfrakturen aufgrund eines Verkehrsunfalls entstanden.

Zweithäufigste Ursache für die Entstehung der Azetabulumfraktur war in unserem Kollektiv ein Sturz aus großer Höhe mit 29% (20/70).

Lizaur-Utrilla A et al (2012) gaben an, dass alle Azetabulumfrakturen in ihrem Kollektiv Resultat von „high- or moderate energy trauma“ waren.

<b>Studie</b>	<b>Anteil der Verkehrsunfälle als Frakturursache in %</b>	<b>Anteil von Polytraumata am Gesamtkollektiv in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	<b>62 (42/68)</b>	<b>28 (19/68)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>84 (26/31)</b>	<b>(-)</b>
<b>Zhang L et al 2011</b>	<b>91 (48/53)</b>	<b>(-)</b>
<b>Frank C et al 2010</b>	<b>55 (25/45)</b>	<b>(-)</b>

Tab. 52 – Frakturursache und Verletzungsschwere verglichen mit den anderen Studien

### 5.1.3. Klassifikation

Etwas mehr als die Hälfte (54%) der Patienten unseres Kollektivs erlitten eine Azetabulumfraktur mit „komplexem“ Muster. In den Kollektiven von Lizaur-Utrilla A et al (2012) und Lai O et al (2011) waren die Raten an Frakturen mit komplexem Frakturmuster mit 58% bzw. 55% unserem Ergebnis ähnlich. Zhang L et al (2011) und Pavelka T et al (2006) beschreiben mit Raten von 40% bzw. 24% deutlich niedrigere Raten an Frakturen mit „komplexem“ Muster.

Der Anteil von Frakturen dorsaler Azetabulumstrukturen betrug in unserem Kollektiv 63% (43/68). Pavelka T et al (2006) äußerten mit ebenfalls 63% eine identische Rate an Frakturen mit Beteiligung dorsaler Azetabulumstrukturen. Demgegenüber lagen die Raten an Frakturen dorsaler Azetabulumstrukturen bei Lizaur-Utrilla A et al (2012) und Zhang L et al (2011) mit 71% und 91% deutlich über unserem Ergebnis.

Studie	HW	HPf	VW	VPf	Q	HPf+ HW	Q+ HW	T	VPf+ hHQ	2Pf	Summe
unsere Studie	10 (15%)	5 (7%)	0	5 (7%)	9 (13%)	2 (3%)	10 (15%)	6 (9%)	3 (4%)	16 (24%)	68
Lizaur-Utrilla A et al 2012	8 (33%)	0	0	2 (8%)	0	9 (38%)	0	5 (21%)	0	0	24
Zhang L et al 2011	28 (51%)	0	0	1 (2%)	4 (8%)	6 (11%)	13 (23%)	0	0	3 (5%)	55
Pavelka T et al 2006	17 (35%)	7 (14%)	0	3 (6%)	9 (18%)	0	3 (6%)	6 (12%)	7 (14%)	0	49

Tab. 53 – Häufigkeit der Frakturtypen verglichen mit den anderen Studien

Studie	Anteil „komplexer“ Frakturen in %	Anteil der Frakturen des dorsalen Azetabulums in%
unser Kollektiv	54 (37/68)	63 (43/68)
Lizaur-Utrilla et al 2012	58 (14/24)	71 (17/24)
Zhang L et al 2011	40 (22/55)	91 (50/55)
Lai O et al 2011	55 (17/31)	(-)
Pavelka T et al 2006	24 (12/49)	63 (31/49)

Tab. 54 – Frakturtypen im Vergleich mit anderen Studien, die posttraumatische Arthrosen nach Azetabulumfrakturen untersuchten

Vergleicht man die prozentuale Verteilung der Frakturtypen unseres Kollektivs mit Studien, die alleinig die Häufigkeit der Frakturtypen bei Azetabulumfrakturen erhoben, stellt man fest, dass die Verteilungen annähernd kongruent waren. Folglich schien keiner der Frakturtypen im Übermaß für eine Arthrose praedisponierend zu sein.

Studie	HW	HPf	VW	VPf	Q	HPf+ HW	Q+ HW	T	VPf+ hHQ	2Pf	Summe
<b>unsere Studie</b>	<b>10</b> (15%)	<b>5</b> (7%)	<b>0</b>	<b>5</b> (7%)	<b>9</b> (13%)	<b>2</b> (3%)	<b>10</b> (15%)	<b>6</b> (9%)	<b>3</b> (4%)	<b>16</b> (24%)	<b>68</b>
<b>AG Becken I</b>	<b>70</b> (14%)	<b>54</b> (11%)	<b>12</b> (2%)	<b>63</b> (13%)	<b>86</b> (17%)	<b>27</b> (5%)	<b>36</b> (7%)	<b>4</b> (1%)	<b>13</b> (3%)	<b>102</b> (21%)	<b>503</b>
<b>AG Becken II</b>	<b>103</b> (18%)	<b>29</b> (5%)	<b>47</b> (8%)	<b>65</b> (12%)	<b>48</b> (9%)	<b>27</b> (5%)	<b>61</b> (11%)	<b>33</b> (6%)	<b>55</b> (10%)	<b>93</b> (17%)	<b>561</b>
<b>Letournel u. Judet</b>	<b>223</b> (24%)	<b>30</b> (3%)	<b>18</b> (2%)	<b>39</b> (4%)	<b>70</b> (7%)	<b>32</b> (3%)	<b>183</b> (19%)	<b>66</b> (7%)	<b>65</b> (7%)	<b>213</b> (23%)	<b>939</b>
<b>Ochs BG et al 2010</b>	<b>245</b> (19%)	<b>95</b> (8%)	<b>49</b> (4%)	<b>156</b> (12%)	<b>97</b> (8%)	<b>57</b> (5%)	<b>108</b> (9%)	<b>70</b> (6%)	<b>135</b> (11%)	<b>244</b> (19%)	<b>1266</b>

Tab. 55 - Frakturtypen im Vergleich mit Studien, die ausschließlich die Inzidenz von Azetabulumfrakturformen erhoben

#### 5.1.4. Frakturversorgung

Die Entscheidung zwischen konservativer und operativer Behandlung war von mehreren Faktoren abhängig. Einerseits waren frakturspezifische Faktoren wie Dislokation der Fragmente und Frakturklassifikation, andererseits waren Allgemeinzustand und Vorerkrankungen maßgebend für die Indikationsstellung zur operativen Versorgung der Azetabulumfraktur.

In 68% (46/68) der Fälle fiel die Entscheidung zugunsten einer operativen Therapie mittels Osteosynthese aus. In den Vergleichsstudien bewegen sich die Raten an osteosynthetisch versorgten Patienten zwischen 38 und 80%. Bei Lizaur-Utrilla et al (2012) mit 37,5% (9/24) und Bellabarba et al (2001) mit 50% (15/30) sind deutlich niedrigere Werte an operativ behandelten Patienten festzustellen. Frank et al (2010) mit 80% (36/45) und Ranawat et al (2009) mit 75% (24/32) gaben höhere Raten an operativ behandelten Azetabulumfrakturen an. Lai O et al (2011) und Zhang et al (2011) beschrieben mit 61% (19/31) und 60% (32/53) dem unserem Resultat vergleichbare Anteile an osteosynthetisch versorgten Patienten.

Der Anteil kombinierter Zugänge lag in unserem Kollektiv bei 11% (5/46). Frank et al (2010) gaben an, ebenfalls in 11% der Fälle (4/36) kombinierte Zugänge für die Osteosynthese verwendet zu haben.

Die mittlere Zeitspanne zwischen dem Unfallereignis und der

osteosynthetischen Versorgung betrug  $22,1 \pm 53,4$  (0-268) Tage. In den Vergleichsstudien wurden leider keine Angaben zur mittleren Zeitspanne zwischen Unfall und osteosynthetischer Versorgung gemacht.

<b>Studie</b>	<b>Anteil der osteosynthetisch versorgten Patienten in %</b>	<b>Anteil der kombinierten der kombinierten Zugänge in %</b>
<b>Unser Kollektiv</b>	<b>68 (46/68)</b>	<b>11 (5/46)</b>
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>38 (9/24)</b>	<b>0 (0/9)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>61 (19/31)</b>	<b>(-)</b>
<b>Zhang L et al 2011</b>	<b>60 (32/53)</b>	<b>(-)</b>
<b>Frank C et al 2010</b>	<b>80 (36/45)</b>	<b>11 (4/36)</b>
<b>Ranawat A et al 2009</b>	<b>75 (24/32)</b>	<b>(-)</b>
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	<b>50 (15/30)</b>	<b>0 (0/15)</b>

Tab. 56 –Versorgung der Azetabulumfrakturen verglichen mit den anderen Studien

### 5.1.5. Endprothetische Versorgung

Das mittlere Alter bei primärer Prothesenimplantation lag in unserem Kollektiv bei 58,5 Jahren. In den Vergleichsstudien variierte das Durchschnittsalter bei Prothesenimplantation zwischen 42 und 56 Jahren.

Die durchschnittliche Zeitspanne zwischen dem Unfallereignis und der Prothesenimplantation belief sich in unserem Kollektiv auf 107,3 (0-504) Monate. Die Autoren Frank C et al (2010) ermittelten einen vergleichbaren Wert mit 106 (1-420) Monaten. Abweichend von unserem Ergebnis beschrieben Lizaur-Utrilla A et al (2012) mit 36 (5-168), Ranawat A et al (2009) mit 36 (6-

227), Lai O et al (2011) mit 67 (9-210), Zhang L et al (2011) mit 79 (7-360), Chu XB et al (2011) mit 35 (8-72) und Bellabarba C et al (2001) mit 37 (8-444) Monaten deutlich niedrigere Zeitspannen zwischen Unfallereignis und Prothesenimplantation.

<b>Studie</b>	<b>Mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation (m)</b>	<b>Alter bei TEP (y)</b>
<b>unser Kollektiv</b>	107 (0-504)	59 (25-87)
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	36 (5-168)	56 (28-77)
<b>Lai O et al 2011</b>	67 (9-210)	51 (27-74)
<b>Zhang L et al 2011</b>	79 (7-360)	47 (22-65)
<b>Chu XB et al 2010</b>	35 (8-72)	53 (45-66)
<b>Frank C et al 2010</b>	106 (1-420)	(-)
<b>Ranawat A et al 2009</b>	36 (6-227)	(-)
<b>Pavelka T et al 2006</b>	(-)	42 (-)
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	37 (8-444)	51 (26-86)

Tab. 57 – Mittlere Zeitspanne zw. und Unfall und TEP und Alter bei TEP verglichen mit den anderen Studien

Der Anteil der zementfrei implantierten Pfannen betrug in unserem Kollektiv 94% (64/68). In den Studien von Lizaur-Utrilla et al (2012), Lai O et al (2012) und Bellabarba et al (2001) wurden höhere Raten (100%) an zementfreien Pfannen artikuliert. Frank et al (2010) und Zhang L et al (2011) beschrieben mit

Raten von 93% (42/45) und 94% (52/55) zementfrei implantierten Pfannen dem unseren Resultat analoge Werte. Pavelka et al (2006) lagen mit einer Rate von 82% (40/49) zementfrei implantierter Pfannen unterhalb unseres Ergebnisses. Der Anteil der implantierten Abstützschalen bezifferte sich in unserem Kollektiv auf 37% (25/68). In den Patientenkollektiven von Lizaur-Utrilla et al (2012), Lai O et al (2011) und Bellabarba et al (2001) wurde bei keinem Patienten eine Abstützschale implantiert. Frank et al (2010) und Zhang L et al (2011) setzten mit 13% (6/45) und 9% (5/52) deutlich weniger Abstützschalen ein.

<b>Studie</b>	<b>Anteil der zementfreien Pfannen in %</b>	<b>Anteil der Abstützschalen in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	94 (64/68)	37 (25/68)
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	100 (24/24)	0 (0/24)
<b>Lai O et al 2011</b>	100 (31/31)	0 (0/31)
<b>Zhang L et al 2011</b>	94 (52/55)*	9 (5/52)
<b>Frank C et al 2010</b>	93 (42/45)	13 (6/45)
<b>Pavelka T et al 2006</b>	82 (40/49)	(-)
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	100 (30/30)	0 (0/30)

\* Autoren klassifizieren in ihrem Artikel Abstützringe als zementiert

**Tab. 58 - Art der Pfannenimplantation verglichen mit den anderen Studien**

In unserem Patientenkollektiv haben 81% (55/68) der Patienten im Zuge der Prothesenimplantation eine Pfannenaufbauplastik erhalten. Bei 91% (50/55) dieser Patienten wurde eine autologe Spongiosa verwendet. In 9% (5/55)

wurde die Pfannenaufbauplastik mittels eines Allografts vorgenommen. Ein ähnliches Vorgehen beschrieben Pavelka et al (2006). In ihrem Patientenkollektiv erhielten 78% (38/49) der Patienten im Zuge der Prothesenimplantation eine Pfannenaufbauplastik. Im Gegensatz zu unseren Resultaten handelte es sich in 92% (35/38) um Allografts und in 8% (3/38) um Autografts. Deutlich geringere Raten an Pfannenaufbauplastiken wiesen die Patientenkollektive von Lai O et al (2011) Frank et al (2010) und Bellabarba et al (2001) auf. Lai O et al (2011) berichteten, dass in ihrem Kollektiv 45% (14/41) der Patienten eine Pfannenaufbauplastik erhielten. Von diesen Patienten erhielten 79% (11/14) einen autologe und 21% (3/14) allogene Aufbauplastik. Im Kollektiv von Frank et al (2010) erhielten 36% (16/45) der Patienten eine Pfannenaufbauplastik, von denen 38% (6/16) rein Allografts und 62% (10/16) sowohl Autografts als auch Allografts enthielten. Im Patientenkollektiv von Bellabarba et al (2001) wurde bei 30% der Patienten (9/30) eine Pfannenaufbauplastik vorgenommen. Es handelte sich zu 100% (9/9) um Autografts.

<b>Studie</b>	<b>Anteil der Pfannenaufbauplastiken in %</b>	<b>Anteil der Allografts bei Pfannenaufbauplastik in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	80 (55/68)	9 (5/55)
<b>Lai O et al 2011</b>	45 (14/31)	21 (3/14)
<b>Frank C et al 2010</b>	36 (16/45)	38 (6/16)
<b>Pavelka T et al 2006</b>	78 (38/49)	92 (35/38)
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	30 (9/30)	0 (0/9)

Tab. 59 –Pfannenaufbauplastik verglichen mit den anderen Studien

In unserem Kollektiv wurden 97% der Prothesenschäfte (66/68) zementfrei eingesetzt. Die Autoren Frank et al (2010) und Lai O et al (2011) berichteten, dass sie die Schaftkomponenten mit 100% (45/45) und (31/31) ausschließlich zementfrei implantierten. Zhang et al (2011) beschrieben, dass in ihrem Kollektiv 91% (50/55) der Schaftkomponenten zementfrei eingesetzt wurden. Im Kollektiv von Bellabarba et al (2001) wurden mit 76,7 % (23/30) zementfreien Prothesenschäften deutlich mehr Schäfte zementiert implantiert als in unserem Kollektiv.

<b>Studie</b>	<b>Anteil der zementfreien Prothesenschäfte in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	97 (66/68)
<b>Lai O et al 2011</b>	100 (31/31)
<b>Zhang L et al 2011</b>	91 (50/55)
<b>Frank C et al 2010</b>	100 (45/45)
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	76,7 (23/30)

Tab. 60 –Art der Schaftimplantation verglichen mit den anderen Studien

### 5.1.6. Postoperative Komplikationen, Revisionen und Standzeit

Die Rate an Komplikationen belief sich in unserem Kollektiv auf 13% (9/68). Dabei lag die Revisionsrate bei 12% (8/68). In 50% (4/8) der Fälle war eine Pfannenlockerung der Revisionsgrund. Insgesamt traten also in unserem Patientenkollektiv bei 6% (4/68) der Patienten revisionsbedürftige Pfannenlockerungen auf. Bei 1 Patienten kam es nach Implantation der Hüftprothese während des stationären Aufenthaltes zu einer Pneumonie.

In den Vergleichsstudien wurden Komplikationsraten zwischen 13 und 19%

beschrieben. Die Revisionsraten lagen zwischen 2 und 18%. Die Rate an Pfannenlockerungen wurde mit 3-8% angegeben.

<b>Studie</b>	<b>Komplikations rate in %</b>	<b>Revisionsrate in %</b>	<b>Pfannenlockerung in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	<b>13 (9/68)</b>	<b>12 (8/68)</b>	<b>6 (4/68)</b>
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>(-)</b>	<b>17 (4/24)</b>	<b>8 (2/24)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>13 (4/31)</b>	<b>0 (0/31)</b>	<b>0 (0/31)</b>
<b>Zhang L et al 2010</b>	<b>15 (8/53)</b>	<b>2 (1/53)</b>	<b>2 (1/53)</b>
<b>Frank C et al 2010</b>	<b>18 (8/45)</b>	<b>13 (6/45)</b>	<b>2* (1/45)</b>
<b>Ranawat A et al 2009</b>	<b>(-)</b>	<b>19 (6/32)</b>	<b>3 (1/32)</b>
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	<b>17 (5/30)</b>	<b>17 (5/30)</b>	<b>3 (1/30)</b>

\*Lockerung der Abstützschale

**Tab. 61 –Komplikationsraten, Revisionsraten und Pfannenlockerungen verglichen mit den anderen Studien**

Wir ermittelten die Überlebensraten mit Hilfe der Kaplan-Meier-Kurve. Die Überlebensrate aus allen Gründen belief sich in unserem Patientenkollektiv auf 87,1% nach 8 Jahren. Die Überlebensrate unseres Patientenkollektivs alleinig bezogen auf die Revisionen lag 8 Jahren nach Implantation der Prothese bei Zustand nach Azetabulumfraktur bei 88,2%.

Lizaur-Utrilla et al (2012) berichteten von einer 12-Jahres-Überlebensrate der HTP nach Azetabulumfraktur von 89,7%. In ihrem Kollektiv der nicht-traumatisch bedingten Hüftarthrosen beschrieben Lizaur-Utrilla et al (2012) eine 11-Jahresüberlebensrate von 95,8%. Zhang et al (2011) berichten von einer Kaplan-Meier 5-Jahresüberlebensrate von 100%. Lai O et al (2011) berichteten

ebenfalls von einer 100% Überlebensrate der implantierten Hüftprothesen bei Zustand nach Azetabulumfraktur nach 6,3 Jahren. Ranawat A et al (2009) gaben eine 5-Jahres-Überlebensrate aus allen Gründen von 79% an. Die 5-Jahres-Überlebensraten aufgrund von aseptischen Lockerungen lagen in ihrem Patientenkollektiv bei 97%. Bellabarba et al (2001) gaben für ihr Kollektiv eine 10-Jahres-Überlebensrate von 97% der HTP nach Azetabulumfraktur an. Bellabarba et al (2001) differenzierten noch zwischen konservativ und operativ behandelten Azetabulumfrakturen. Die 10-Jahres-Überlebensrate der HTP nach Azetabulumfraktur, die konservativ behandelt wurde, lag bei 100%. Die 10-Jahres-Überlebensrate der HTP nach Azetabulumfraktur, die operativ versorgt wurde, lag bei 93%.

Die Angaben für die Überlebensraten von Hüftprothesen bei primär, idiopathischer Arthrose variierten in der Literatur und waren stark abhängig vom Studiendesign. Bei einem Studiendesign, das sich nicht nur auf Hochrisikopatienten und noch nicht etablierte Therapiemethoden beschränkte, bewegte sich in neueren Studien die kurz-bis mittelfristigen Überlebensrate (5-15 Jahre) zwischen 95,6% - 98,9% [26] [68] [89] [128] [148].

Es existierten wenige Studien, die über die Langzeitergebnisse (>15 Jahre) von Hüftprothesenimplantation berichteten [1]. Aldinger et al (2009) berichteten, dass in ihrem Kollektiv bei einem mittleren Follow-up von 17 Jahren alleinig bezogen auf die Revisionen eine Überlebensrate von 88% bestand. Die Autoren beschrieben ferner, dass die 17-Jahresüberlebensrate bezogen auf die Schaftrevisionen indiziert durch aseptische Schaftlockerung bei 94% lag. Die Kaplan-Meier-Analyse ihres Patientenkollektivs ergab für die azetabulären Komponenten abhängig vom verwendeten Material 17-Jahresüberlebensraten zwischen 49-75% [1]. Ochs U et al (2007) berichteten von einer 95,6%-Überlebensrate der Prothesenschäfte des Modells Bikontakt® nach 17,8 (16,7-19,5) Jahren. In ihrem Patientenkollektiv mussten in diesem Zeitraum 10 der 250 Prothesenschäfte operativ revidiert werden [138]. Ateschrang et al setzten das Follow-up dieser Patientengruppe fort und erhoben Daten nach einer mittleren Follow-up-Dauer von 22,6 (20,0- 24,8) Jahren. Die Überlebensrate der

Prothesenschäfte betrug 95,0%. Insgesamt wurden 11 Schäfte innerhalb dieses Zeitraumes operativ revidiert [5].

## **5.2. Nachuntersuchung**

### **5.2.1. Fragebögen**

Insgesamt füllten 48 Patienten (Follow-up-Gruppe = NU+FB-Kollektiv und FB-Kollektiv) den Fragebogen aus. 34 der 48 Patienten (NU+FB-Kollektiv) erschienen zur klinisch-radiologischen Untersuchung in der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen. 14 der 48 Patienten (FB-Kollektiv) füllten alleinig den Fragebogen aus und sandten den Fragebogen per Post zu. Das mittlere Follow-up der Follow-up-Gruppe lag bei  $54,0 \pm 23,1$  (14-88) Monaten. Das mittlere Alter der Follow-up-Gruppe (n=48) lag zum Zeitpunkt des Unfalls bei  $46,7 \pm 16,9$  (16-80) Jahren, bei Prothesenimplantation bei  $56,9 \pm 11,7$  (25-81) Jahren und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei  $61,4 \pm 12,2$  (26-88) Jahren.

#### **5.2.1.1. WOMAC-Score**

In der Follow-up-Gruppe (n=48) ermittelten wir einen WOMAC-Score von  $31,0 \pm 25,8$  (0-100) Punkten. Das NU+FB-Kollektiv (n=34) erzielte dabei einen WOMAC-Score von 23,5. Das FB-Kollektiv (n=14) erreichte einen WOMAC-Score von 49,2. Anhand dieser Datenlage lässt sich ableiten, dass die Patienten des FB-Kollektivs ein tendenziell schlechteres, funktionelles Outcome ( $p=0,01$ ) hatten als die Patienten des NU+FB-Kollektivs.

Es wurde in keiner der Vergleichsstudien ein der WOMAC-Score erhoben.

#### **5.2.1.2. EQ-5D**

Wir ermittelten in unserer Follow-up-Gruppe (n=48) einen EQ-5D-Wert von  $0,76 \pm 0,27$  (0,02-1). Im NU+FB-Kollektiv (n=34) lag mit einem Wert von 0,81 ein tendenziell höherer ( $p=0,05$ ) EQ-5D-Index als im FB-Kollektiv (n=14) mit 0,64 vor. In den Vergleichsstudien sind keine EQ-5D-Werte gemessen worden, so dass ein Vergleich mit diesen Studien nicht möglich ist. Jedoch lagen Studien vor, in denen das funktionelle und radiologische Outcome von geriatrischen Patienten

beobachtete wurde, deren Azetabulumfraktur direkt nach dem Unfall mittels Implantation eines Burch-Schneider-Rings und autologer Knochenplastik behandelt wurde.

Enocson et al (2014) beschrieben 48 Monate nach dem Eingriff mit einem mittleren EQ-5D-Index von 0,65 ein schlechteres funktionelles Outcome als in unserem Patientenkollektiv mit 0,76. Das durchschnittliche Alter ihres Patientenkollektivs war zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation mit 76 Jahren deutlich höher als in dem von mir untersuchten Kollektiv mit 57 Jahren [43]. Tidermark et al (2003) artikulierten einen durchschnittlichen EQ-5D-Index von 0,62 nach einem mittleren Follow-up von 38 Monaten (11-84). Die operative Versorgung erfolgte unmittelbar nach der Verletzung mittels eines Burch-Schneider-Antiprotusion-Ringes. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation im Schnitt 73 (57-87) Jahre alt [184]. Bei einem kürzeren Follow-up ist das Resultat des EQ-5D-Index unserem Ergebnis unterlegen. Dies spricht für ein schlechteres funktionelles Outcome. Mögliche Gründe hierfür könnten das höhere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation als in von mir untersuchten Kollektiv und eine insuffiziente Frakturheilung durch eine primäre Implantation der Prothese sein.

### **5.2.1.3. Harris-Hip-Score**

Insgesamt konnten ich bei 34 Patienten (NU+FB-Kollektiv) einen Harris-Hip-Score erheben. Das durchschnittliche Alter des NU+FB-Kollektivs lag zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation bei  $56,9 \pm 11,7$  (25-76) und bei der Nachuntersuchung bei  $61,4 \pm 11,2$  (26-81). Der mittlere Harris-Hip-Score des NU+FB-Kollektivs betrug  $75,7 \pm 21,0$  (26,9-100) Punkten und war daher als mäßig zu bewerten. Lizaur-Utrilla et al (2012) beschrieben mit einem Harris-Hip-Score von 77 ebenfalls ein mäßiges Ergebnis. Mit einem mittleren Follow-up von 101 Monaten überblickten sie einen annähernd doppelt so langen Zeitraum als ich mit 52 Monaten. Die Harris-Hip-Scores von Frank et al (2010) und Zhang et al (2011) waren mit Werten von 91 bzw. 90 als sehr gut zu bewerten. Gute Ergebnisse wurden von Lai O et al (2011) mit 89, Chu XB (2010) mit 86, Pavelka et al (2006) mit 82, Ranawat A et al (2009) mit 82 und

Bellabarba et al (2001) mit 88 angegeben.

<b>Studie</b>	<b>Harris-Hip-Score</b>	<b>Anzahl Patienten (n)</b>	<b>Alter bei TEP (y)</b>	<b>Follow-up (m)</b>
<b>unser Kollektiv</b>	<b>76</b>	<b>34</b>	<b>57</b>	<b>52 (14-86)</b>
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>77</b>	<b>24</b>	<b>56</b>	<b>101 (-)</b>
<b>Zhang L et al 2011</b>	<b>90</b>	<b>49</b>	<b>(-)</b>	<b>64 (32-123)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>89</b>	<b>31</b>	<b>(-)</b>	<b>76 (-)</b>
<b>Chu XB et al 2010</b>	<b>86</b>	<b>18</b>	<b>53</b>	<b>40 (12-86)</b>
<b>Frank et al 2010</b>	<b>91</b>	<b>39</b>	<b>(-)</b>	<b>15 (6-72)</b>
<b>Ranawat A et al 2009</b>	<b>82</b>	<b>32</b>	<b>(-)</b>	<b>56 (24-116)</b>
<b>Pavelka et al 2006</b>	<b>82</b>	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>42 (18-52)</b>
<b>Bellabarba et al 2001</b>	<b>88</b>	<b>30</b>	<b>51</b>	<b>63 (24-140)</b>

Tab. 62 – Harris-Hip-Score verglichen mit den anderen Studien

### 5.3. Radiologische Auswertung

Ich konnte bei 96% (65/68) der Patienten unseres Kollektivs eine Röntgen-diagnostik durchführen.

#### 5.3.1. Analyse der Pfanne

Der zuletzt gemessene mittlere Inklinationswinkel bezifferte sich in meinem Kollektiv auf 38,4°. Im Kollektiv von Zhang et al (2011) lag der durchschnittliche Inklinationswinkel mit 37,8° ähnlich flach wie in meinem Kollektiv. Lizaur-Utrilla et al (2012) beschrieben mit einem mittleren Inklinationswinkel von 42,2° eine steilere Pfannenposition.

In meinem Kollektiv wurde bei 8% (5/65) der radiologisch nachuntersuchten Patienten Lockerungssäume um die implantierten Pfannen diagnostiziert. Zhang et al (2011) und Lai O et al (2011) gaben für ihre Kollektive ebenfalls mit 12% (6/51) und 19% (6/31) ebenfalls niedrige Raten an Lockerungssäumen an. Bellabarba et al (2001) artikulierten, dass es bei 2 von 3 Patienten ihres Kollektivs zu Lockerungssäumen um die implantierten Pfannen gekommen sei. Lai O et al (2011) gaben an, dass es bei 7% (1/14) ihrer Patienten, die eine Pfannenaufbauplastik erhielten, es zu einem Versagen der Pfannenaufbauplastik kam. In meinem Kollektiv ließ sich bei keinem der Patienten eine Insuffizienz der Pfannenaufbauplastik nachweisen.

Ferner beschrieben Lai O et al (2011) einen mittleren PE-Verschleiß des Inlays von 0,25 (0,03-0,41) mm nach einem mittleren Follow-up von 76 Monaten. Bei meinen Patienten war in der radiologischen Nachuntersuchung nach durchschnittlich 54 (14-88) Monaten Follow-up kein Verschleiß der PE-Inlays zu verzeichnen.

<b>Studie</b>	<b>Inklinations- winkel in °</b>	<b>Lockerungs- säume in %</b>	<b>Insuffiziente Pfannenplasti k in %</b>	<b>Mittlerer PE- verschleiß in mm</b>
<b>Unser Kollektiv</b>	<b>38,4 (30-50)</b>	<b>8 (5/65)</b>	<b>0 (0/57)</b>	<b>0 (0/32)</b>

<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>42,2 (30-56)</b>	<b>(-)</b>	<b>(-)</b>	<b>(-)</b>
<b>Zhang L et al 2011</b>	<b>37,8 (26-52)</b>	<b>12 (6/51)</b>	<b>(-)</b>	<b>(-)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>(-)</b>	<b>19 (6/31)</b>	<b>7 (1/14)</b>	<b>0,25 (0,03- 0,41)</b>
<b>Bellabarba C et al 2001</b>	<b>(-)</b>	<b>67 (20/30)</b>	<b>(-)</b>	<b>(-)</b>

Tab. 63 – Radiologische Ergebnisse verglichen mit den anderen Studien

### 5.3.2. Heterotope Ossifikation nach Brooker et al nach HTP

Bei etwa 42% der Patienten unseres Kollektivs (27/65) zeigten sich nach Implantation der Hüftprothese heterotope Ossifikationen. Bereits vor der Prothesenimplantation waren bei 18 Patienten (28%) heterotope Ossifikationen zu verzeichnen. Leider ging aus den Unterlagen nicht durchgängig hervor, ob und in welcher Form eine Ossifikationprophylaxe eingesetzt wurde.

Bellabarba et al (2001) wiesen ein ähnliches Ausmaß an heterotopen Ossifikationen mit einem Prozentsatz von 43% (13/30) nach. Lai O et al (2011) gaben mit einem Anteil von 58% (18/31) eine höhere Rate an heterotopen Ossifikationen an. Demgegenüber beschreiben Lizaur-Utrilla et al (2012) mit 9% (2/23) ein deutlich geringeres Auftreten von heterotopen Ossifikationen.

<b>Studie</b>	<b>Heterotope Ossifikationen in %</b>	<b>Grad I in %</b>	<b>Grad II in %</b>	<b>Grad III in %</b>	<b>Grad IV in %</b>
<b>unser Kollektiv</b>	<b>42 (27/65)</b>	<b>32 (21/65)</b>	<b>6 (4/65)</b>	<b>3 (2/65)</b>	<b>0 (0/65)</b>
<b>Lizaur-Utrilla A et al 2012</b>	<b>9 (2/23)</b>	<b>4 (1/23)</b>	<b>0 (0/23)</b>	<b>4 (1/23)</b>	<b>0 (0/23)</b>
<b>Lai O et al 2011</b>	<b>58 (18/31)</b>	<b>39 (12/31)</b>	<b>19 (6/31)</b>	<b>0 (0/31)</b>	<b>0 (0/31)</b>

<b>Bellabarba C et al 2001</b>	<b>43 (13/30)</b>	<b>17 (5/30)</b>	<b>27 (8/30)</b>	<b>0 (0/30)</b>	<b>0 (0/30)</b>
------------------------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	---------------------	---------------------

Tab. 64 – Heterotope Ossifikationen nach Implantation der HTP verglichen mit den anderen Studien

#### 5.4. Kernaussagen der Vergleichsstudien

Lizaur-Utrilla A et al (2012) formulierten, dass die Pathogenese der Arthrose bei Zustand nach einer undislozierten Azetabulumfraktur nicht vollends geklärt sei. Die Ergebnisse von Hüftprothesenimplantationen nach Azetabulumfraktur wären denen von „nicht-traumatischen“ Arthrosen unterlegen. Die früher oft gewählte zementierte Implantation der Pfanne zeige schlechtere Resultate und höhere Komplikationsraten als zementfreie implantate. Die zementfreie Implantation und die Verbesserung der Implantationstechnik mit der Verwendung von Knochenaufbauplastiken hätten zu verbesserten Resultaten geführt. Die Revisionsrate aufgrund von azetabulären Komplikationen von 8% (2/24) wäre denen von idiopathischen Arthrosen ähnlich. Das Frakturmuster hätte keinen Einfluss auf das klinische Outcome. Bei Zustand nach Azetabulumfraktur entstünden mehr radiologische sichtbare Lockerungssäume als bei „nicht-traumatischen“ Arthrosen.

Zhang L et al (2011) schilderten, dass Hüftprothesenimplantationen nach frustraner Osteosynthese bei Azetabulumfraktur technisch anspruchsvoll sein können. In ihrem Kollektiv zeigte sich jedoch eine 100 prozentige 5-Überlebensrate in der Kaplan-Meier-Kurve. Im Vergleich zwischen operativ und konservativ behandelten Patienten zeigten sich keine Unterschiede in der Notwendigkeit einer Pfannenaufbauplastik, im postoperativen Harris-Hip-Score, in der Inzidenz von radiologischen Lockerungssäumen und der Häufigkeit von postoperativen Komplikationen. Lediglich in einem Fall war eine Revisionsoperation aufgrund einer aseptischen Pfannenlockerung notwendig. Es fanden sich keine signifikanten periazetabulären Osteolysen zum zuletzt registrierten Zeitpunkt.

Lai O et al (2011) formulierten, dass die zementfreie Pfannenimplantation eine effektive Therapie bei posttraumatischer Arthrose ist. 94% (29/31) ihrer Patienten erzielten exzellente oder gute Harris-Hip-Scores und die Überlebensrate nach 6,3 Jahren betrug 100%. Es wäre weder bei konservativ noch bei

operativ behandelten Patienten zu aseptischen Pfannenlockerungen gekommen. Beide Gruppen hätten zufriedenstellende klinische Ergebnisse. Die Inzidenz von Knochendefekten war mit 32% in der Gruppe der operativ behandelten Patienten niedriger als in der Gruppe der konservativ behandelten Patienten mit 67%. Die Autoren folgerten daraus, dass die operative Therapie den azetabulären Knochenstock effektiv erhält. Gleichmaßen erzielten sowohl Patienten mit „einfachen“ und „komplexen“ Frakturmustern zufriedenstellende klinisch-radiologische Ergebnisse. Jedoch war die Inzidenz von Knochendefekten bei Patienten mit „einfachen“ Frakturmustern niedriger als bei Patienten mit „komplexen“ Frakturmustern. Die Autoren berichteten ferner, dass es zu einem durchschnittlichen Polyethylenabrieb von  $0,25 \pm 0,11$  mm/y gekommen ist. Der Abrieb hätte eine positive Korrelation zum BMI. Es bestand in keinem Kollektiv (operativ vs. Konserativ; „einfach“ vs „komplex“) ein signifikanter Unterschied. Trotz des hohen Polyethylenabriebs war bei keinem Patienten eine Osteolyse zu finden. Die Autoren führten dies auf dies einerseits auf die multifaktorielle Genese von Osteolysen, die niedrigere Sensitivität von konventionellen Röntgenaufnahmen im Gegensatz zu MRT- oder CT-Aufnahme im Frühstadium von Osteolysen und den lediglich mittelfristigen Beobachtungszeitraum zurück.

Frank et al (2010) führten höheres Patientenalter und die Verletzungsschwere als Gründe für schlechtere funktionelle Resultate an. Jüngere Patienten ohne ossäre Defektzonen im Bereich des Azetabulums vor der Prothesenimplantation würden tendenziell höhere Harris-Hip-Scores erzielen. Nach Erreichen des 40. Lebensjahres zum Unfallzeitpunkt wäre nach etwa 2 Jahren unabhängig von der Verletzungsschwere mit einer Arthroseentwicklung zu rechnen.

Chu XB et al (2010) legten dar, dass es von enormer Bedeutung wäre, die Biomechanik des Hüftgelenkes nach Azetabulumfraktur wiederherzustellen. Es wäre, wenn möglich, eine zementfreie Pfannenimplantation zu wählen.

Ranawat et al (2009) publizierten, dass es trotz der Herausforderungen, die die Versorgung von Patienten mit einer Hüftprothese nach Azetabulumfraktur darstellt, durch den Fortschritt in der Frakturversorgung und durch die

zementfreie Pfannenimplantation zu verbesserten Resultaten gekommen wäre. Pavelka T et al (2006) konstatierten in ihrer Publikation, dass es bei Patienten deren Koxarthrose in Folge einer Azetabulumfraktur entstand, schlechtere Ergebnisse aufwiesen, als Patienten mit einer degenerativ entstandenen Arthrose. Die technischen Anforderungen an den Operateur wären bei der Prothesenimplantation nach Azetabulumfraktur hoch. Bei Patienten, deren Azetabulumfraktur deformiert verheilte, könnte es zu einer Pseudarthrose einer der beiden Pfeiler kommen. Ein solcher Fall wäre technisch ähnlich zu behandeln wie im Fall eines Revisionseingriffes. Daher waren die postoperativen Ergebnisse eher mit denen von Revisionseingriffen als von primären Prothesenimplantationen zu vergleichen.

Bellabarba C et al (2001) berichteten von exzellenten klinischen Resultaten und einer 97%-10-Jahresüberlebensrate. Die Haltbarkeit der Komponenten gemessen an Revisionen und im Röntgenbild sichtbaren Lockerungssäumen war nach 10 Jahren in der Gruppe der posttraumatischen Arthrosen der von idiopathischen Arthrosen vergleichbar. Jüngeres Alter zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation hatte keinen Effekt auf das klinisch-radiologische Outcome. Die Prävalenz von radiologischen Lockerungssäumen war bei posttraumatischen Arthrosen (67%) größer als bei idiopathischen Arthrosen (41%). Die Rekonstruktion der azetabulären Anatomie gestaltete sich im Rahmen der Prothesenimplantation nach vorheriger, operativer Therapie mittels Osteosynthese komplexer als bei konservativ behandelten Patienten. Gleichwohl waren die klinischen Resultate nicht denen von konservativ behandelten Patienten unterlegen. Die niedrigere Prävalenz von periazetabulären Lockerungssäumen nach operativer Therapie im Gegensatz zu konservativer Therapie gingen mit einem verminderten Bedarf an Spongiosaplastik einher und mögen einen positiven Einfluss auf das Langzeitüberleben der implantierten Komponenten gehabt haben. Nach durchschnittlich 5 Jahren postoperativ zeigte sich, dass die moderne Technik der zementfreien Prothesenimplantation bei Zustand nach Azetabulumfraktur genauso effektiv waren wie idiopathischer Arthrose.

## 5.5. Fazit

Ich untersuchte sowohl die Epidemiologie als auch das klinisch-radiologische Outcome von Hüftprothesen nach Azetabulumfraktur.

Insgesamt erschien das mittlere Follow-up 54 Monaten als geeignet, um kurz- bis mittelfristige Aussagen über das klinisch-radiologische Outcome von Patienten nach HTP infolge einer Azetabulumfraktur beurteilen zu können. Aussagen über die Langzeitprognosen waren aufgrund der zu kurzen Beobachtungszeitspanne nicht möglich. Mit 68 Patienten, die in der BG Unfallklinik Tübingen zwischen 2007 und 2012 mit einer HTP nach Azetabulumfraktur versorgt wurden, wurde der Versorgungsauftrag der Klinik abgebildet und ich konnte epidemiologisch im Vergleich mit der Literatur die höchste Fallzahl (n=68) aufweisen. Gleichwohl blieb zu konzedieren, dass eine solche Fallzahl eher tendenzielle als signifikante Resultate liefert.

Die prozentuale Verteilung des Frakturmusters in untersuchten Patientenkollektiv spiegelte die Kraftübertragung auf das Azetabulum in Abhängigkeit vom Unfallmechanismus wieder. Resultierte die Fraktur aus einem Verkehrsunfall, kam es gehäuft zu Frakturen mit Beteiligung der Hinterwand. Es ist anzunehmen, dass der Kraftvektor analog dem typischen „dashboard-injury“ nach sagittal gerichtet war. Bei Stürzen waren 2-Pfeiler-Frakturen prozentual am häufigsten festzustellen. Es ist davon auszugehen, dass der Kraftvektor in vertikale Richtung zeigte.

Durch den Vergleich mit Studien, die ausschließlich die Inzidenz von Azetabulumfrakturen untersuchten, erkennt man, dass die prozentuale Verteilung der Frakturtypen unserem Ergebnis annähernd glich. Mutmaßlich schien kein Frakturtyp für die Ausbildung einer Arthrose prädestinierend zu sein.

Das Alter zum Unfallzeitpunkt und die Art der Frakturversorgung schienen wesentliche Faktoren zu sein, die die Latenzzeit zwischen Unfall und Prothesenimplantation beeinflussten. Patienten, die osteosynthetisch behandelt wurden, waren zum Unfallzeitpunkt etwa gleich alt wie konservativ versorgte Patienten (p=0,92). Gleichwohl wurden osteosynthetisch versorgte Patienten tendenziell (p=0,04) früher mit einer Prothese versorgt als konservativ

behandelte Patienten. Des Weiteren wiesen osteosynthetisch versorgte Patienten nicht tendenziell häufiger ( $p=0,23$ ) „komplexe“ Frakturmuster als konservativ behandelte Patienten auf. Tendenziell sank bei steigendem Alter zum Unfallzeitpunkt der Zeitraum zwischen Unfall und Prothesenimplantation. Aus diesen Daten lässt sich ableiten, dass bei Patienten mit höherem Lebensalter und Zustand nach operativer Frakturversorgung unabhängig vom Frakturmuster früher die Indikation zur Prothesenversorgung gestellt wurde. Die Revisionsrate von Hüftprothesen nach Azetabulumfraktur war in unserem Kollektiv im Vergleich zu primären Arthrosen erhöht [43] [184].

Mittels der klinischen Scores (WOMAC, EQ-5D und Harris-Hip-Score) ließ sich kein tendenzieller Einfluss von Frakturtyp, Verletzungsausmaß und Therapiekonzept auf das mittelfristige klinische Outcome der HTP nach Azetabulumfraktur erkennen. Indes war ein kontinuierlicher Abfall des HHS mit steigendem Alter der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls und der Prothesenimplantation in meinem Kollektiv zu registrieren.

Unter Zuhilfenahme der Klassifikation von Brooker et al konnte kein signifikanter Effekt von Therapiekonzept, Verletzungsausmaß und Frakturmuster auf die Bildung von heterotopen Ossifikationen vor und nach Implantation der Prothese konstatiert werden.

Demgegenüber konnte ein tendenzieller Einfluss des Frakturusters auf die Genese von azetabulären Defekten detektiert werden. Unter Verwendung der Klassifikationen der AAOS und DGOT stellten wir eine tendenziell höhere Rate ( $p<0,05$ ) an azetabulären Defekten bei Patienten mit „komplexen“ im Gegensatz zu „einfachen“ Frakturmustern fest. In Bezug auf azetabuläre Defekte war indes kein Einfluss von Verletzungsausmaß und Therapiekonzept zu registrieren.

Alles in allem stellt die Hüftprothesenimplantation nach Azetabulumfraktur eine Herausforderung für den behandelnden Arzt und den Patienten dar. Die Versorgung sollte vorrangig in Zentren mit unfallchirurgisch-orthopädischer Expertise erfolgen. Zu Beginn steht die Versorgung der Fraktur unter Berücksichtigung von Frakturmuster, Dislokation der Fragmente, Patientenalter und

Begleitverletzungen im Fokus, so dass die Entwicklung einer Arthrose vermieden wird. In künftigen Studien sollten die Faktoren untersucht werden, die verantwortlich dafür sind, dass es trotz anatomisch optimaler Reposition zu einer Arthrose kommt. Weiterhin gilt es zu untersuchen, ob der Einsatz von Autograft zur Spongiosaplastik im höheren Alter als suffizient zu werten oder, ob allogene Spongiosa vorzuziehen ist.

## 6. Zusammenfassung

In dieser Studie wurden unter besonderer Berücksichtigung des Patientenalters zum Zeitpunkt der Fraktur, des Frakturtyps, der Frakturversorgung und dem Verletzungsausmaß die kurz- bis mittelfristigen klinischen und radiologischen Ergebnisse von Patienten nach Hüftprothesenimplantation bei sekundärer Hüftgelenksarthrose nach Azetabulumfraktur beurteilt.

Im Zeitraum zwischen Januar 2007 bis Dezember 2012 wurden 68 Patienten, deren Azetabulumfrakturen sich zwischen 1968 und 2012 ereigneten, in der BG Unfallklinik Tübingen primär mit einer Hüft-Totalendoprothese versorgt. Wir überblicken mit unserer Studie das klinisch-radiologische Outcome eines Zeitraumes von 8 Jahren von Januar 2007 bis Dezember 2014. Ausgeschlossen von der Studie wurden Patienten, deren Azetabulumfraktur direkt mit einer Totalendoprothese versorgt wurde und deren Fraktur periprothetisch nach Implantation einer Duokopfprothese entstand.

Im Rahmen der Azetabulumfraktur entstanden bei 29% (20/68) der Patienten Beckenringverletzungen. Bei 28% (19/68) der Patienten kam es zu einem Polytrauma. Das Durchschnittsalter der Patienten des Gesamtkollektivs (n=68) betrug zum Unfallzeitpunkt  $49,4 \pm 18,0$  (16-87) Jahre. Patienten, die osteosynthetisch behandelt wurden, waren zum Unfallzeitpunkt mit  $49,6 \pm 16,4$  (17-80) Jahren in etwa gleich alt wie konservativ behandelte Patienten mit  $49,1 \pm 21,5$  (16-87) (p=0,92) Jahren. Bei 22 Patienten (32%) wurde die Fraktur konservativ und bei 46 Patienten (68%) operativ behandelt. Der häufigste Grund für die Entstehung der Fraktur war mit 62% (42/68) ein Verkehrsunfall, gefolgt von Sturzereignissen aus großer Höhe mit 29% (20/68). In 35% (24/68) der Fälle lag ein Monotrauma, in 37% (25/68) eine Mehrfachverletzung und in 28% (19/68) ein Polytrauma vor. Monotraumatisierte Patienten waren zum Unfallzeitpunkt mit durchschnittlich  $56,9 \pm 19$  (18-87) Jahren tendenziell älter (p=0,015) als mehrfachverletzte bzw. polytraumatisierte Patienten mit  $45,7 \pm 18$  (16-71) bzw.  $44,8 \pm 16$  (17-71) Jahren. 43% (29/68) der Patienten wiesen ein „einfaches“ und 54% (37/68) ein „komplexes“ Frakturmuster auf. Patienten, deren Fraktur ein „einfaches“ Frakturmuster aufwies, waren zum Zeitpunkt des

Unfalls mit im Schnitt  $45,3 \pm 5,0$  (16-67) Jahren nicht tendenziell jünger ( $p=0,12$ ) als Patienten mit „komplexem“ Frakturmuster mit  $52,1 \pm 19,9$  (18-87) Jahren. In 29% (20/68) lagen neben der Azetabulumfraktur Beckenringverletzungen, in 32% (22/68) Verletzungen der unteren Extremität, in 19% (13/68) Thoraxtraumata und in 10% (7/68) Schädel-Hirntraumata vor.

Die 2-Pfeilerfraktur war mit 24% (16/68) der am häufigsten diagnostizierte Frakturtyp, gefolgt von Quer+Hinterwandfrakturen und isolierten Hinterwandfrakturen mit jeweils 15% (10/68). Im Rahmen von isolierten Azetabulumfrakturen ( $n=24$ ) waren 2-Pfeilerfrakturen mit 42% (10/24) vermehrt zu beobachten. Im Zusammenhang mit Mehrfachverletzungen bzw. Polytraumata wurden gehäuft Quer+Hinterwandfrakturen mit 23% (10/44) und Hinterwandfrakturen mit 18% (8/44) erfasst. Kam es durch einen Sturz zur einer Azetabulumfraktur ( $n=20$ ), traten vermehrt 2-Pfeiler-Frakturen mit einem Anteil von 40% (8/20) auf. War die Fraktur das Resultat eines Verkehrsunfalls ( $n=42$ ), waren Querfrakturen kombiniert mit Hinterwandfrakturen mit 19% (8/42) gefolgt von 2-Pfeiler-Frakturen und isolierten Hinterwandfrakturen mit jeweils 17% (7/42) der häufigste Frakturtyp. Unser Ergebnis deckt sich mit den in der Literatur beschriebenen Aussagen über den Pathomechanismus von Azetabulumfrakturen [29]. Dorsale Frakturen sind häufig das Resultat eines Anpralls an das Armaturenbrett („dashboard injury“).

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation lag durchschnittlich bei  $58,5 \pm 12,4$  (25-87) Jahren. Die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation betrug  $107,3 \pm 141,9$  (0-504) Monate ( $8,9 \pm 11,8$  (0- 42) Jahre). Ab dem vollendeten 40. Lebensjahr betrug die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation  $3,2 \pm 4,9$  (0-20) Jahre. Das Durchschnittsalter der konservativ behandelten Patienten zum Unfallzeitpunkt stimmte mit  $49,1 \pm 21,5$  (16-87) Jahren in etwa mit dem Durchschnittsalter der operativ behandelten Patienten von  $49,6 \pm 16,4$  (17-80) Jahren überein ( $p=0,92$ ). Jedoch war der mittlere Zeitraum zwischen Unfall und Prothesenimplantation bei den konservativen behandelten Patienten ( $n=22$ ) mit  $166,3 \pm 166,3$  (0-504) Monaten tendenziell länger ( $p=0,04$ ) als bei den operativ behandelten Patienten ( $n=46$ ) mit  $79,1 \pm 120,7$  (0-475) Monaten.

Das Durchschnittsalter bei Prothesenimplantation der polytraumatisierten Patienten war mit  $52,1 \pm 12,1$  (25-71) Jahren tendenziell jünger ( $p=0,0005$ ) als monotraumatisierte Patienten mit  $65,7 \pm 11,2$  (48-87) Jahren. Die mittlere Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation war bei polytraumatisierten Patienten mit  $84,7 \pm 125,4$  (0-369) Monaten nicht tendenziell länger ( $p=0,65$ ) als bei monotraumatisierten Patienten  $103,7 \pm 151,4$  (0-504) Monaten.

Bei 94% (64/68) der Patienten wurde die Pfanne zementfrei implantiert. In 57% der Fälle (39/68) kam eine Pressfit-Pfanne und in 37% (25/68) ein Abstützring zum Einsatz. 81% (55/68) der Patienten erhielten eine Spongiosaplastik im Zuge der Pfannenimplantation. Es wurde in 91% (50/55) eine autologe und in 9% (5/55) eine allogene Spongiosa eingesetzt. Mit 77% (17/22) bei konservativ behandelten Patienten konnte kein tendenziell ( $p=0,47$ ) höherer Einsatz von Spongiosaplastik im Vergleich zu operativ behandelten Patienten mit 86% (38/44) festgestellt werden.

Die Überlebensrate der Prothese lag nach 8 Jahren bei 0,87 (87,1%) mit einem Konfidenzintervall von 0,764 bis 0,934. Betrachtet man alleinig die revidierten Patienten lag die Überlebensrate nach 8 Jahren bei 0,88 (88,2%) mit einem Konfidenzintervall von 0,782 bis 0,940.

8 Patienten wurden innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 8 Jahren aufgrund von klinischen oder radiologischen Komplikationen operativ revidiert. In der Hälfte der Fälle (4/8) waren aseptische Pfannenlockerungen die Indikationen für den Revisionseingriff. Bei einem Viertel der Patienten (2/8) machten rezidivierende Luxationen den Revisionseingriff nötig. In jeweils 12,5% der Fälle (1/8) war eine Schaftlockerung und eine Protheseninfektion der Grund für die Revisionsoperation.

Der WOMAC-Globalindex belief sich in der Follow-up-Gruppe ( $n=48$ ) im Mittel auf  $31,0 \pm 25,8$  (0-100) Punkte. Auffällig war, dass polytraumatisierte Patienten, die an der Studie teilnahmen ( $n=16$ ), ihren physischen Zustand mit einem Mittelwert von  $34,3 \pm 30,2$  (0,2-100) des WOMAC-Index nicht tendenziell schlechter bewerteten als monotraumatisierte Patienten mit einem Durchschnittswert von  $34,6 \pm 26,0$  (0-74,5). ( $p=0,973$ ).

Des Weiteren untersuchten wir die Lebensqualität von 48 Patienten (Follow-up-Gruppe) mit Hilfe des EQ-5D-Fragebogens. Wir ermittelten für die Follow-up-Gruppe (n=48) einen Index von  $0,76 \pm 0,27$  (0,02-1). Für das Kollektiv NU+FB (n=34) bezifferte sich der Index auf  $0,81 \pm 0,26$  (0,02-1). Im Kollektiv FB (n=14) ergab sich ein Index von  $0,63 \pm 0,27$  (0,09-1). Anhand dieser Datenlage lässt sich erkennen, dass die Patienten, die alleinig durch Beantwortung des Fragebogens an der Nachuntersuchungsstudie teilnahmen, ihre Lebensqualität tendenziell schlechter ( $p=0,05$ ) beurteilten als Patienten, die zur klinischen Nachuntersuchung in der Endoprothesensprechstunde erschienen.

Mittels des Harris-Hip-Scores evaluierten wir die Algodfunktion von 34 Patienten. Das Patientenkollektiv NU+FB erzielte einen mittleren Harris-Hip-Score von  $75,7 \pm 21,3$  (26,9-100). Polytraumatisierte Patienten hatten mit einem durchschnittlichen Harris-Hip-Score von  $82,9 \pm 16,1$  (58,0-100) ein nicht tendenziell besseres ( $p=0,11$ ) Resultat als monotraumatisierte Patienten mit  $67,3 \pm 24,5$  (32,5-98,0). In der Follow-up-Gruppe gaben 56% (27/48) der Patienten an regelmäßig oder bei Bedarf Schmerzmittel aufgrund von Beschwerden im operierten Hüftgelenk einzunehmen. Lediglich 40% (19/48) der Patienten der Follow-up-Gruppe gaben an sich schmerzfrei, uneingeschränkt bewegen zu können.

Insgesamt konnte von 96 % der Patienten (65/68) eine Röntgenanalyse der praeoperativen Röntgenaufnahmen angefertigt werden. Bei 28% (18/65) der Patienten konnten im praeoperativ angefertigten Röntgenbild heterotope Ossifikationen unterschiedlichen Ausprägungsgrades diagnostiziert werden. Bei 71% (48/68) der Patienten wurde ein azetabulärer Defekt gemäß der Klassifikationen der AAOS und DGOT festgestellt. Anhand der beiden Scores ließ sich feststellen, dass konservativ behandelte Patienten nicht tendenziell ( $p>0,05$ ) häufiger azetabuläre Defekte entwickelten als operativ versorgte Patienten. Im Vergleich zwischen monotraumatisierten und polytraumatisierten lässt sich festhalten, dass polytraumatisierte nicht tendenziell mehr ( $p>0,05$ ) mehr azetabuläre Defekte im praeoperativen Röntgenbild aufwiesen. Jedoch konstatierten wir, dass bei Patienten mit „einfachem“ Frakturmuster tendenziell weniger ( $p<0,05$ ) azetabuläre Defekte entstanden als Patienten mit

„komplexem“ Frakturmuster. Patienten, die gemäß der DGOT-Klassifikation vor der Prothesenimplantation einen Defekt am Azetabulum aufwiesen und deren klinisches Outcome erfasst wurde (n=18), hatten mit einem durchschnittlichen HHS von  $77,4 \pm 20,4$  (33-100) ein nicht tendenziell ( $p=0,64$ ) besseres Resultat als Patienten, die gemäß der DGOT-Klassifikation keinen Defekt am Azetabulum aufwiesen, mit durchschnittlich  $73,9 \pm 22,8$  (27-100) (n=16).

Von allen 65 Patienten, bei denen eine praeprothetische Röntgendiagnostik durchgeführt werden konnte, gelang es eine Röntgendiagnostik nach Prothesenimplantation anzufertigen. Innerhalb des Beobachtungszeitraumes war es bei 92% (60/65) dieser Patienten möglich, weitere Röntgenaufnahmen anzufertigen, um den radiologischen Verlauf zu beurteilen. Die mittlere Zeitspanne zwischen dem letzten vor der Operation und dem 1. im Follow-up-Zeitraum erstellten Röntgenbild betrug  $5,3 \pm 11,3$  (0.60) Monate. In 98% (64/65) der Fälle wurde im postoperativen Röntgenbild eine festeinliegende Pfanne diagnostiziert. Die mittlere postoperative Inklination betrug  $38,8^\circ \pm 4,8^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Im Beobachtungszeitraum veränderte sich die durchschnittliche Inklination auf  $38,5^\circ \pm 4,6^\circ$  ( $30^\circ$ - $50^\circ$ ). Die durchschnittliche Änderung des Inklinationswinkels belief sich demnach auf  $0,35^\circ$ . Bei 98% (64/65) der Patienten zeigte postoperativ eine neutrale Schaftposition. Im Beobachtungszeitraum kam es bei 6% (4/65) der Patienten zu einer Sinterung des Prothesenschaftes. Mit 42% (27/65) heterotope Ossifikationen im zuletzt angefertigten Röntgenbild waren nicht tendenziell häufiger ( $p=0,44$ ) heterotope Ossifikationen zu verzeichnen als in der praeprothetischen Röntgenaufnahme. Bei polytraumatisierten Patienten entstanden mit 52% (10/19) heterotopen Ossifikationen unterschiedlicher Ausprägung nicht tendenziell häufiger ( $p=0,75$ ) heterotope Ossifikationen als bei monotraumatisierten Patienten mit 48% (11/23). Gleichwohl entstanden mit 52% (10/19) tendenziell häufiger ( $p=0,04$ ) heterotope Ossifikationen bei polytraumatisierten als bei mehrfachverletzten Patienten mit 26% (7/23).

## 7. Klinische Fallbeispiele

### 7.1. Beispiel 1 (Patienten-Nr.2)

Eine zum Unfallzeitpunkt 23-jährige Patientin zog sich im Rahmen eines Autounfalls ein Polytrauma zu. Das Verletzungsmuster bestand aus einem Schädelhirntrauma, Rippenserienfrakturen links, einem Pneumothorax, einer Lungenkontusion und einer komplexen Beckenfraktur mit Beteiligung des linken Azetabulums mit begleitender Kreuzbeinfraktur. Die Azetabulumfraktur wurde als 2-Pfeiler-Fraktur gemäß der Klassifikation nach Letournel und Judet charakterisiert. Die Frakturversorgung erfolgte zweizeitig durch Platten- und Schraubenosteosynthesen. Am 5. Tag nach dem Unfall fand über den ilio-inguinalen Zugang nach Judet eine Platten- und Schraubenosteosynthese zur Versorgung des vorderen Pfeilers statt. Am 8. Tag nach dem Unfall wurde der hintere Pfeiler mittels einer Platten- und Schraubenosteosynthese über den Kocher-Langenbeck-Zugang versorgt.



Abb. 70 – Patientin Nr. 2; Röntgen (BÜS) unmittelbar vor Implantation der Prothese

26 Monate nach dem Unfall wurde der Patientin aufgrund einer sekundären Arthrose bei Zustand nach Azetabulumfraktur links eine Hüftprothese implantiert. Das Alter der Patientin betrug zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation 25 Jahre. Vor der Prothesenimplantation waren weder heterotope Ossifikationen noch azetabuläre Defekte gemäß der AAOS und DGOT festzustellen. Die Operationszeit der Prothesenimplantation betrug 93 Minuten. Als Pfannenimplantat wurde eine Plasmacup®-Pfanne der Firma Aesculap der Größe 50 verwendet. Als Schaftkomponente kam ein Meta-Kurzschaffprothese der Größe 3 mit kurzem Hals zum Einsatz. Die Gleitpaarung bestand aus einem Keramikinlay mit dazu passendem Keramikkopf der Größe 32. Sowohl die Verwendung einer Spongiosaplastik als auch die Entfernung des Metallmaterials waren nicht erforderlich. Die Patientin wurde am 18. postoperativen Tag bei komplikationslosem Verlauf entlassen. 15 Monate nach der Prothesenimplantation stellte sich die mittlerweile 26-jährige Patientin, die in ihrem vor dem Unfall ausgeübten Beruf wieder tätig ist, zur klinisch-radiologischen Nachuntersuchung in der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen vor. Die Patientin erschien in einem guten Allgemein- und Ernährungszustand (BMI 22,7 kg/m<sup>2</sup>) vor. Die Patientin gab an, äußerst zufrieden mit dem künstlichen Hüftgelenk zu sein. In der Anamnese gab die Patientin ferner an, uneingeschränkt auch lange Gehstrecken schmerzfrei bewältigen zu können. Der Schmerzmitteleinnahme erfolgt bei Bedarf. Bei der Patientin ergab sich anhand des Fragebogens ein WOMAC-Score von 3 (Range 0-100). Dieser Wert war als exzellentes funktionelles Outcome zu werten. Der EQ-5D-Index bezifferte sich bei der Patientin auf 0,99 (Range 0-1). Auf der visuellen Analogskala (Range 0-100) bewertete die Patientin ihren aktuellen Situations mit 90% des denkbar, besten Gesundheitszustandes. Der Harris-Hip-Score der Patientin lag bei 100 Punkten. Bei der klinischen Untersuchung fanden sich adäquate Narbenverhältnisse. Es bestand weder am Ober- noch am Unterschenkel Muskelatrophien. Am linken Trochanter major bestand leichte Druckschmerzhaftigkeit. In puncto Muskelkraft und Motorik fanden sich keine pathologischen Auffälligkeiten. Im Bereich des antero-lateralen Oberschenkels fand sich eingeschränkte Hautsensibilität, die

wahrscheinlich durch eine iatrogene Schädigung des Nervus cutaneus femoris lateralis während der Osteosynthese über den ilioinguinalen Zugang entstand. Hockstand, Einbeinstand, Einbeingang, Zehen- und Fersengang waren uneingeschränkt möglich. Das Trendelenburg-Zeichen fiel negativ aus. Es bestand keine gravierende Beinlängendifferenz. Die passive Beweglichkeit des linken Hüftgelenkes bezifferte sich auf einen Bewegungsumfang von 0°-0°-120° in Extension/Flexion, 30°-0°-20° in Ab- und Adduktion und 30°-0°-20° in Außen- und Innenrotation. Das funktionelle Outcome der Patientin war aufgrund des Verletzungsausmaßes und der Notwendigkeit zur zweizeitigen, operativen Versorgung der Azetabulumfraktur als äußerst zufriedenstellend zu bewerten. Das 14 Monate nach der Prothesenimplantation angefertigte Röntgenbild zeigte eine fest einliegende Pfanne. Es konnten weder Lockerungssäume noch Pfannenmigration beobachtet werden. Der Inklinationwinkel hatte sich im Vergleich zum direkt postoperativ angefertigten Bild nicht verändert (39°). Der Prothesenschaft zeigte keine pathologischen Auffälligkeiten. Es hatten sich keine heterotopen Ossifikationen ausgebildet.



Abb. 71 – Patientin Nr.2; Röntgen (BÜS) 14 Monate nach Implantation der Prothese

## 7.2. Beispiel 2 (Patienten-Nr. 9)

Der Patient zog sich im Rahmen eines Verkehrsunfalls auf dem Weg zum Arbeitsplatz eine transthektale Querfraktur des Azetabulums auf der linken Seite zu. Zum Unfallzeitpunkt betrug das Alter des Patienten 25 Jahre. Als Begleitverletzung trat eine Hodenkontusion auf. Die Azetabulumfraktur wurde 2 Tage nach dem Unfall sowohl über den ilioinguinalen als auch über den Kocher-Langenbeck-Zugang osteosynthetisch versorgt.



Abb. 72 – Patient Nr. 9; Röntgen (BÜS) unmittelbar vor Implantation der Prothese

26 Jahre nach dem Unfall wurde dem Patienten im Alter von 51 Jahren eine Hüftendoprothese auf der linken Seite implantiert. Vor Prothesenimplantation zeigte sich eine komplette knöcherne Spange zwischen Becken und Femurkopf, so dass heterotope Ossifikation Grad 4 nach Brooker et al klassifiziert wurden. Es fanden sich weder am Azetabulum noch am Femurschaft Knochen- substanzdefekte. Der operative Eingriff dauerte 190 Minuten. Als Pfannen-

komponente kam eine Plasmacup®-Pfanne der Größe 54 zum Einsatz. Die Schaftkomponente war ein Bikontakt®-Schaft der Größe 16 mit langem Hals. Die Gleitpaarung bestand sowohl auf Seiten des Inlays als auch beim Kopf aus Keramik. Zur Pfannenaufbauplastik wurde autologes Knochenmaterial verwendet. Der Patient konnte nach komplikationslosem Verlauf am 25. postoperativen Tag entlassen werden. 18 Monate nach Implantation der Endoprothese stellte sich der mittlerweile 52-jährige Patient in der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen zur Nachuntersuchung vor. Der Patient stellte sich in guten Allgemein- und adipösen Ernährungszustand (BMI 36 kg/m<sup>2</sup>) vor. Der Patient äußerte „sehr zufrieden“ mit der Hüftprothese zu sein. Ferner gab der Patient an, dass er sich uneingeschränkt und schmerzfrei mit der implantierten Hüftprothese bewegen könne. Die Schmerzmittelaufnahme erfolgt bei Bedarf. Anhand der Fragebögen ermittelten wir einen WOMAC-Score von 5,2, einen EQ-5D-Index von 0,99 und einen Harris-Hip-Score von 68 Punkten.

In der klinischen Untersuchung fanden sich beidseitige Muskelatrophien von Ober- und Unterschenkel. Die Narben- und Hautverhältnisse waren unauffällig. Es lagen weder axialer Stauchungsschmerz noch Trochanterklopfschmerz vor. Die Motorik und Muskelkraft des Patienten stellten sich ohne pathologischen Befund dar. Bis auf eine Parästhesie im Bereich der Oberschenkelaußenseite links war die Sensorik des Patienten intakt. Das Trendelenburg-Zeichen war beidseits negativ. Hockstand und Gangprüfungen zeigten keine pathologischen Auffälligkeiten. Die passive Beweglichkeit des Hüftgelenkes bezifferte sich in Extension/ Flexion beidseits auf 0°- 0°- 110°, in Ab- und Adduktion beidseits auf 40°- 0°- 30° und in Außen- und Innenrotation beidseits auf 40°- 0°- 20°. In dem 17 Monate nach Prothesenimplantation erstellten Röntgenbild fand sich eine fest einliegende Pfanne ohne Migrationszeichen oder Lockerungssäume. Ferner waren keine Zeichen eines Pfannenverschleißes zu erkennen. Der Inklinationwinkel änderte sich im Vergleich zum postoperativen Röntgenbild von 40° auf 43°. Am Prothesenschaft konnten keine pathologischen Auffälligkeiten beschrieben werden. Des Weiteren war kein Rezidiv der operativ entfernten heterotopen Ossifikationen zu entdecken.



**Abb. 73 – Patient Nr. 9; Röntgen (BÜS) 17 Monate nach Implantation der Prothese**

### 7.3. Beispiel 3 (Patienten-Nr. 16)

Ein zum Unfallzeitpunkt 55-jähriger Patient zog sich im Rahmen eines Sturzes auf einer Baustelle eine 2-Pfeilerfraktur des rechten Azetabulums zu. Bis auf die Azetabulumfraktur waren keine weiteren Frakturen festzustellen. Die Frakturversorgung erfolgte einzeitig mittels Platten- und Schraubenosteosynthese über den ilioinguinalen Zugang am Unfalltag.



Abb. 74 – Patient Nr. 16- Röntgen (BÜS) unmittelbar nach der Osteosynthese

26 Monate nach der osteosynthetischen Versorgung der Azetabulumfraktur wurde dem mittlerweile 57-jährigen Patienten aufgrund einer sekundär entstandenen Arthrose nach Azetabulumfraktur eine Hüftprothesen auf der rechten Seite implantiert.

Vor Prothesenimplantation fanden sich weder heterotope Ossifikationen noch azetabuläre Defekte gemäß der Klassifikationen der AAOS und DGOT.



**Abb. 75 – Patient Nr. 16; Röntgen (BÜS) unmittelbar nach Implantation der HTP**

Die verwendete Pfanne war eine Plasmacup®-Pfanne der Größe 56 mit einem kongruenten Keramikinlay. Die Schaftkomponente war ein Bikontakt®-Schaft der Größe 14 mit Keramikkopf. Es fand eine Spongiosaplastik mit Verwendung von allogenen Knochenmaterial statt. Der Patient konnte am 23. postoperativen Tag nach komplikationslosem Verlauf entlassen werden.

54 Monate nach der Primärimplantation wurde aufgrund einer Luxationsneigung der implantierten Hüftprothese eine Revisionsoperation mit Implantation eines Schneider-Burch-Ringes vorgenommen. 6 Monate nach der Revisionsoperation stellte sich der Patient erneut aufgrund anhaltender Luxationsneigung in der Klinik vor. In dem zweiten Revisionseingriff wurde ein Merete® Offset Adapter XL 7,5° eingesetzt.

4 Monate nach der letzten Revisionsoperation stellte sich der mittlerweile 62-jährige Patient, der durch den Unfall seinen vormaligen Beruf nicht mehr in vollem Maß ausüben kann, in einem leicht reduzierten Allgemein- und Ernährungszustand (BMI 20,4 kg/m<sup>2</sup>) in der Endoprothesensprechstunde der

BG Unfallklinik vor. Der Patient äußerte zufrieden mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk zu sein. Der Patient gab an sich nur im Haus schmerzfrei bewegen zu können und regelmäßig seit über 1 Jahr Schmerzmittel einzunehmen. Der WOMAC-Score des Patienten ist mit einem Wert von 62,4 als mäßig bis schlecht zu beurteilen. Im EQ-5D-Index ermittelten wir einen Wert von 0,175. Mit einem Harris-Hip-Score von 32,5 war das klinische Outcome des Patienten als schlecht zu bewerten. Beidseits präsentiert sich die Beinmuskulatur atrophisch. Die Operationsnarben stellten sich ebenso wie die Trochanter und Leistenregion druckschmerzhaft dar. Kraft und Motorik der Beinmuskulatur sind beidseits vermindert. Die Sensorik war beidseits unauffällig. Das Trendelenburg-Zeichen war negativ. Der Hockstand, Einbeinstand, Einbeingang, Zehenspitzenstand- und Gang waren nur eingeschränkt möglich. Es lag keine Beinlängendifferenz vor. Die passive Beweglichkeit des rechten Hüftgelenkes betrug 0°-0°-95° in Extension/Flexion, 10°-0°-10° in Ab-/Adduktion und 20°-0°-15° in Außen-/Innenrotation. Das funktionelle Ergebnis war, wenn man alleinig die Zahlen betrachtet, als schlecht zu bewerten. In Anbetracht der Krankengeschichte des Patienten war es indes als Erfolg zu werten, dass die Luxationsneigung der implantierten Prothese durch die letzte Revisionsoperation behoben wurde und die Beweglichkeit des „Künstlichen“ Hüftgelenks wiederhergestellt wurde. 11 Monate nach der letzten Revisionsoperation zeigte sich eine fest einliegende Pfanne ohne Migrations- und Lockerungszeichen. Die Änderung des Inklinationswinkels im Vergleich zum Zeitpunkt direkt nach der ersten Prothesenimplantation betrug 12°. Es konnten auch nach Prothesenimplantation keine heterotopen Ossifikationen festgestellt werden.



Abb. 76 – Patient Nr. 9; Röntgen (BÜS) 11 Monate nach der letzten Revisionsoperation

#### **7.4. Beispiel 4 (Patient mit bds. Azetabulumfraktur Nr. 32 und Nr. 51)**

Der zum Unfallzeitpunkt 58-jährige Patient zog sich bei einem Verkehrsunfall eine Mehrfachverletzung mit beidseitiger Azetabulumfraktur zu. Beidseits wurde die Fraktur als Hinterwandfraktur in der Klassifikation nach Letournel und Judet charakterisiert. Überdies lagen eine Pilon-tibiale-Fraktur links, eine Patella-längsfraktur links, eine Peroneusläsion rechts, eine Ischiadicusläsion links, eine Kreuzbeinfraktur und beidseitige Frakturen der Querfortsätze der Halswirbelkörper 5-7 vor.



**Abb. 77 – Patient Nr. 32 und 51- Röntgen (BÜS) am Unfalltag**

Die Fraktur des rechten Azetabulums wurde 4 Tage nach dem Unfall mittels Plattenosteosynthese über den Kocher-Langenbeck-Zugang versorgt. Die Frakturversorgung des linken Azetabulums erfolgte 9 Tage nach dem Unfall ebenfalls durch eine Plattenosteosynthese über den Kocher-Langenbeck-Zugang.



**Abb. 78 – Patient Nr. 32 und 51- Röntgen (BÜS)- Unmittelbar vor Prothesenimplantation auf der rechten Seite**

3 Monate nach der osteosynthetischen Versorgung der Fraktur des rechten Azetabulums wurde dem Patienten eine Hüftprothese auf der rechten Seite implantiert. Im praeoperativ erstellten Röntgenbild zeigte sich ein segmental-posteriorer Defekt gemäß der Klassifikation der AAOS. Infolgedessen wurde ein Schneider-Burch-Ring der Größe 44 unter Zuhilfenahme von 4 Großfragmentschrauben implantiert. Als Schaft wurde das Modell Bikontakt® der Größe 12 mit langem Hals verwendet. Die Gleitpaarung bestand aus einem Polyethyleninlay der Größe 46/32 und einem Keramikkopf der Größe 32. Der Patient konnte am 13. postoperativen Tag nach komplikationslosem Verlauf entlassen werden.



**Abb. 79 – Patient Nr. 32 und 51- Röntgen (BÜS) unmittelbar vor Implantation der HTP auf der linken Seite**

7 Monate nach der Plattenosteosynthese der Fraktur des linken Azetabulums wurde dem Patienten eine Hüftprothese auf der linken Seite eingesetzt. Im vor der Prothesenimplantation angefertigten Röntgenbild waren keine Defekte gemäß der AAOS und DGOT festzustellen. Es wurde eine Kombination aus Plasmcup-Pfanne der Größe 56 und einem Bikontakt®-Schaft der Größe 13 mit kurzem Hals implantiert. Die Gleitpaarung bestand aus einem Keramikinlay mit passendem Kermaikkopf der Größe 32. Die Spongiosaplastik wurde mit autologem Material vorgenommen. Am 12. postoperativen Tag konnte der Patient ohne das Auftreten von Komplikationen entlassen werden. 86 Monate nach Implantation der Hüftprothese auf der rechten Seite und 81 Monate nach Implantation der Hüftprothese auf der linken Seite erschien der Patient zur Nachuntersuchung in der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik

Tübingen in einem guten Allgemein- und adipösen Ernährungszustand (BMI 30,4 kg/m<sup>2</sup>). Der Patient gab an mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk auf der rechten Seite ausreichend zufrieden und mit dem „Künstlichen“ Hüftgelenk auf der linken Seite sehr zufrieden zu sein. Die schmerzfreie Gehstrecke betrug laut Angaben des Patienten beidseits auf etwa 300 Meter. Eine regelmäßige Schmerzmedikation wurde verneint. Der WOMAC-Score betrug zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung links 57,5 und rechts 57,9 Punkte. Der EQ-5D-Index belief sich auf beiden Seiten auf 0,788. Der Harris-Hip-Score ergab beidseits einen Wert von 83,0. In der klinischen Untersuchung fanden sich beidseits an Ober- und Unterschenkel Muskelatrophien. Die Haut- und Narbenverhältnisse präsentierten sich auf beiden Seiten unauffällig. Am rechten Hüftgelenk war ein Rüttelschmerz auslösbar. Kraft, Sensorik und Motorik waren an beiden Beinen vermindert. Speziell durch die Peronäusläsion rechts und die Ischiadicusläsion links entstanden Dysästhesien im Bereich der Füße des Patienten. Das Trendelenburg-Zeichen war beidseits negativ. Der Fersenstand war auf der rechten Seite bedingt durch die Peronäusläsion nicht möglich. Der Hockstand war beidseits zu einem Drittel möglich. Die passive Beweglichkeit des Hüftgelenkes betrug in Extension/ Flexion links 0°-0°-120°, rechts 0°-0°-110°, in Ab- und Adduktion links 45°-0°-40°, rechts 45°-0°-45° und in Außen-/Innenrotation links 45°-0°-20°, rechts 20°-0°-25°. 81 Monate nach der Prothesenimplantation auf der linken Seite wurde im Rahmen der Nachuntersuchung ein Röntgenbild erstellt, bei dem eine fest einliegende Pfanne ohne Lockerungssäume bzw. Migrationszeichen zu sehen war. Der Inklinationwinkel veränderte sich im Vergleich zum postoperativen Bild um 1° von 40° auf 39°. Am Prothesenschaft waren sowohl eine endostale Sockelbildung als auch eine mediodistale Hypertrophie der Kortikalis zu erkennen. Ferner zeigte sich heterotope Ossifikationen Grad 1 in der Glutealmuskulatur auf der linken Seite. 86 Monate nach der Implantation auf der rechten Seite fanden wir einen fest einliegenden Abstützring mit zementiertem Inlay. An den verwendeten Verankerungsschrauben waren keine Lockerungssäume zu entdecken. Der Inklinationwinkel änderte sich von 40° auf 41°. Im Bereich der Schaftspitze zeigte sich eine Hypertrophie der medialen Kortikalis. Analog zur

Gegenseite fanden wir in der Glutealmuskulatur der rechten Seite heterotope Ossifikationen vom Grad 1.



**Abb. 80 – Patient-Nr. 32 und 51- Röntgen (BÜS) 86 (rechts) bzw. 81 (links) Monate nach der Prothesenimplantation**

### 7.5. Beispiel 5 ( Patienten-Nr. 10)

Die Patientin erlitt im Alter von 70 Jahren im Rahmen eines Treppensturzes eine 2-Pfeiler-Fraktur des linken Azetabulums. Als Begleiterkrankungen lagen eine Osteogenesis imperfecta, Vorhofflimmern und ein ossär metastasiertes Mamma-Karzinom vor.



Abb. 81 – Patient Nr.10 ; Röntgen (BÜS) am Unfalltag

5 Tage nach dem Unfall wurde die Fraktur operativ mittels Platten- und Schraubenosteosynthese über den ilioinguinalen Zugang behandelt.



**Abb. 82 – Patient Nr.10 ; Röntgen (BÜS) unmittelbar nach der Osteosynthese**

5 Monate nach dem Sturzereignis wurde der Patientin aufgrund einer durch die Azetabulumfraktur bedingte posttraumatische Arthrose des linken Hüftgelenkes eine Hüftendoprothese implantiert. Im vor der Prothesenimplantation erstellten Röntgenbild zeigte sich ein zentral-kavitärer Defekt gemäß der AAOS. Heterotope Ossifikationen konnten nicht festgestellt werden.



**Abb. 83 – Patient Nr. 10; Röntgen (BÜS) unmittelbar vor Implantation der HTP**

Als Pfanne kam das Modell Plasmacup® der Größe 52 mit zusätzlichen Verankerungsschrauben zum Einsatz. Der Prothesenschaft war vom Typ Bikontakt® der Größe 12. Die Gleitpaarung bestand aus einem Polyethyleninlay und einem Keramikkopf. Eine Metallentfernung war nicht erforderlich. Ohne das Auftreten von Komplikationen konnte die Patientin am 16. postoperativen Tag in die Rehabilitationsklinik entlassen werden.



**Abb. 84 – Patient Nr. 10; Röntgen (BÜS) unmittelbar nach Implantation der HTP**

11 Monate nach der Prothesenimplantation wurde im Rahmen einer unabhängig von unserer Studie durchgeführten Nachuntersuchung ein Röntgenbild angefertigt, bei dem eine fest einliegende Pfanne mit beginnenden Lockerungszeichen am Implantat-Knochen-Interface in allen 3 Zonen nach DeLee und Charnley zu erkennen waren. Um die Verankerungsschrauben zeigten sich Lockerungssäume. Die Inklination änderte sich im Vergleich zum Zustand direkt nach Prothesenimplantation von  $38^\circ$  auf  $37^\circ$ . Es lagen keine Hinweise auf heterotope Ossifikationen vor. 19 Monate nach Prothesenimplantation füllte die Patientin den Fragebogen zur Evaluation der Algofunktion aus und sandte diesen per Post ein. Der BMI der Patientin bezifferte sich zu diesem Zeitpunkt auf  $32,8 \text{ kg/m}^2$ . Die Patientin gab an „ausreichend zufrieden“ mit dem aktuellen Zustand zu sein. Sie wäre nur im Haus mobil und müsste regelmäßig seit über 1 Jahr Schmerzmedikation einnehmen. Mit einem

WOMAC-Score von 74,5 und einem EQ-5D-Index von 0,701 war die Alltagsfunktion der Patientin als schlecht zu bewerten. 30 Monate nach Implantation der HTP wurde aufgrund eines Protheseninfektes die Hüftendoprothese mittels Revisionsoperation entfernt.



**Abb. 85 - Patient-Nr. 10 - Röntgen (BÜS) 30 Monate nach der Prothesenimplantation**

Es fanden in den folgenden Tagen mehrere Hämatoseromausräumungen statt, bei denen Vakuum-Schwämme und Septopal-Ketten zur Infekteliminierung eingesetzt wurden. Etwa 2 Wochen nach der 1. Revisionsoperation wurde operativ eine Girdlestone-Situation angelegt.



**Abb. 86 - Patient-Nr. 10 - Röntgen (BÜS) Girdlestone-Situation 31 Monate nach der HTP-Implantation**

3 Monate nach Anlage der Girdlestone-Situation wurde der Patientin bei ausgeheilter Infektion des Hüftgelenkes eine Hüftprothese unter Einsatz einer Pfannenstützschale implantiert.



Abb. 87 - Röntgen (BÜS) Direkt nach der letzten Revisionsoperation

## **8. Abkürzungsverzeichnis**

A. = Arteria

Aa. = Arteriae

Bzw. = beziehungsweise

HTP= Hüfttotalendoprothese

Lig.= Ligamentum

M.= Musculus

Mm.= Musculae

N.= Nervus

Nn.= Nervi

u.= und

V.= Vena

Vv.= Venae

## 9. Patientenfragebogen

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Teil II: Fragebogen

Geschlecht: weiblich  männlich

Zuletzt ausgeübter Beruf: \_\_\_\_\_

Geb. Datum: \_\_\_\_\_

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm; Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

**Wie zufrieden sind Sie mit ihrem Künstlichen Hüftgelenk?**

(Bitte Noten von 1-5 vergeben)

	äußerst zufrieden	sehr zufrieden	zufrieden	ausreichend	unzufrieden
	1	2	3	4	5
Künstliches Hüftgelenk rechts:	<input type="checkbox"/>				
Künstliches Hüftgelenk links:	<input type="checkbox"/>				

**Wie weit können Sie schmerzfrei gehen?**

Uneinge- schränkt	ca. 500m	ca. 300m	nur im Haus	gar nicht (Bett oder Stuhl)
<input type="checkbox"/> 11 P.	<input type="checkbox"/> 8 P.	<input type="checkbox"/> 5 P.	<input type="checkbox"/> 2 P.	<input type="checkbox"/> 0 P.

**Nehmen Sie aufgrund Ihrer Schmerzen Medikamente ein?**

regelmäßig  bei Bedarf  nein

**Seit wann haben Sie Schmerzen?**

Mind. 1 Jahr	10-12 Mon.	7-9 Mon.	4-6 Mon.	1-3 Mon.	wenige Wochen
<input type="checkbox"/>					

**Western Ontario and McMasters Universities Arthroseindex (WOMAC) [Bellamy et al. 1988]**

**A) Schmerzfragen**

Wie starke Schmerzen hatten Sie in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen beim:

**1.) Gehen auf ebenem Boden**

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**2.) Treppen hinauf- oder hinuntersteigen**

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**3.) Nachts im Bett**

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**4.) Sitzen oder liegen**

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**5.) Aufrecht stehen**

keine Schmerzen  extreme Schmerzen

**B) Fragen zur Steifigkeit**

Wie stark war die Steifigkeit d.h. Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen?

**1.) Morgens nach dem Erwachen**

keine Steifigkeit  extreme Steifigkeit

**2.) Nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages**

keine Steifigkeit  extreme Steifigkeit

**C) Fragen zur körperlichen Tätigkeit**

Wie schwierig war es für Sie in den letzten 2 Tagen aufgrund des betroffenen (ggf. operierten) Gelenkes sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern?

**1.) Treppen hinuntersteigen**

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

**2.) Treppen hinaufsteigen**

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

**3.) Aufstehen vom Sitzen**

keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

- 4.) **Stehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 5.) **Sich zum Boden bücken**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 6.) **Gehen auf ebenem Boden**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 7.) **Einsteigen ins Auto / Aussteigen aus dem Auto**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 8.) **Einkaufen gehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 9.) **Socken / Strümpfe anziehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 10.) **Aufstehen vom Bett**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 11.) **Socken / Strümpfe ausziehen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 12.) **Liegen im Bett**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 13.) **Ins Bad / aus dem Bad steigen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 14.) **Sitzen**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 15.) **Sich auf die Toilette setzen / Aufstehen von der Toilette**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 16.) **Anstrengende Hausarbeiten**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten
- 17.) **Leichte Hausarbeiten**  
keine Schwierigkeiten  extreme Schwierigkeiten

## Gesundheitsfragebogen EQ-5D

Bitte geben Sie an, welche Aussage Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten beschreiben.

### **Beweglichkeit / Mobilität:**

- ich habe keine Probleme herumzugehen
- ich habe einige Probleme herumzugehen
- ich bin ans Bett gebunden

### **Für sich selbst sorgen**

- ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen
- ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen
- ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen

### **Allgemeine Tätigkeiten** (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familie- oder Freizeitaktivität)

- ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

### **Schmerzen / Körperliche Beschwerden**

- ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

### **Angst / Niedergeschlagenheit**

- ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- ich bin extrem ängstlich oder deprimiert

### **Verglichen mit meinem allgemeinen Gesundheitszustand während der vergangenen 12 Monate ist mein heutiger Gesundheitszustand**

- besser
- im großen und ganzen etwa gleich
- schlechter

### **Einschätzung heutiger Gesundheitszustand**

\_\_\_\_\_

0      10      20      30      40      50      60      70      80      90      100

denkbar schlechtester  
Gesundheitszustand

denkbar bester  
Gesundheitszustand

### **Harris Hip Score (Teil I) [Harris 1969]**

<b>I. Schmerz (maximal 44 Punkte)</b>	
<input type="checkbox"/> Keine Schmerzen	44 Punkte
<input type="checkbox"/> Schwache, gelegentlich auftretende Schmerzen	40 Punkte
<input type="checkbox"/> Leichte Schmerzen ohne Einfluss auf übliche körperliche Aktivitäten	30 Punkte
<input type="checkbox"/> Mäßige Schmerzen, tolerabel, mit Einschränkung von üblichen körperlichen Aktivitäten oder Arbeit	20 Punkte
<input type="checkbox"/> Starke Schmerzen mit deutlicher Aktivitätseinschränkung	10 Punkte
<input type="checkbox"/> Schmerzen auch im Ruhezustand	0 Punkte

<b>II. Funktion (maximal 47 Punkte)</b>	
<i>II.1 Aktivitäten aus dem alltäglichen Leben (maximal 14 Punkte)</i>	
<b>1. Treppensteigen</b>	
<input type="checkbox"/> Ohne Geländerbenutzung	4 Punkte
<input type="checkbox"/> Mit Geländerbenutzung	2 Punkte
<input type="checkbox"/> Irgendwie	1 Punkt
<input type="checkbox"/> Treppensteigen ist unmöglich	0 Punkte
<b>2. Schuhe und Socken anziehen</b>	
<input type="checkbox"/> Mühelos	4 Punkte
<input type="checkbox"/> Mit Schwierigkeiten	2 Punkte
<input type="checkbox"/> Schuhe und Socken anziehen unmöglich	0 Punkte
<b>3. Sitzen auf einem Stuhl</b>	
<input type="checkbox"/> Bequem	5 Punkte
<input type="checkbox"/> Auf erhöhtem Stuhl für eine halbe Stunde	3 Punkte
<input type="checkbox"/> Sitzen auf dem Stuhl unmöglich	0 Punkte
<b>4. Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel</b>	
<input type="checkbox"/> Möglich	1 Punkt
<input type="checkbox"/> Unmöglich	0 Punkte

<b>II.2 Gehfähigkeit (maximal 33 Punkte)</b>			
<b>1. Hinken</b>		<b>2. Benutzung von Gehhilfen</b>	
<input type="checkbox"/> Kein Hinken	11 Punkte	<input type="checkbox"/> Keine Hilfsmittel	11 Punkte
<input type="checkbox"/> Leichtes Hinken	8 Punkte	<input type="checkbox"/> Einen Stock nur bei langem Gehen	7 Punkte
<input type="checkbox"/> Mäßiges Hinken	5 Punkte	<input type="checkbox"/> Fast immer einen Stock	5 Punkte
<input type="checkbox"/> Starkes Hinken	0 Punkte	<input type="checkbox"/> Eine Krücke	3 Punkte
		<input type="checkbox"/> Zwei Stöcke	2 Punkte
		<input type="checkbox"/> Zwei Krücken	0 Punkte
		<input type="checkbox"/> Gehunfähig	0 Punkte
<b>3. Geheleistung</b>			
<input type="checkbox"/> Uneingeschränkt		11 Punkte	
<input type="checkbox"/> 30-60 min		8 Punkte	
<input type="checkbox"/> bis 15 min		5 Punkte	
<input type="checkbox"/> nur im Haus		2 Punkte	
<input type="checkbox"/> gehunfähig		0 Punkte	

**Harris Hip Score (Teil II: vom Studienarzt auszufüllen)**

<b>III. Ausschluss von Deformitäten (max. 4 Punkte)</b>	
Für „Mangel an Deformierungen“ werden 4 Punkte vergeben, falls der Patient folgendes aufweist :	
a) weniger als 30° Flexionskontraktur	(<30° → 1P)
b) weniger als 10° Adduktionskontraktur	(<10° → 1P)
b) weniger als 10° Innenrotationskontraktur	(<10° → 1P)
d) weniger als 3,2 cm Beinlängendifferenz	(<3,2cm → 1P)
	_____ Punkte
<b>IV. Bewegungsausmaß</b>	
Die Indexwerte werden bestimmt, indem die Gradmaße der möglichen Bewegungen mit den angegebenen Indexwerten multipliziert werden:	
a) Flexion	0° – 45° x 1,0
	45° – 90° x 0,6
	90° – 110° x 0,3
	_____ Punkte
b) Abduktion	0° – 15° x 0,8
	15° – 20° x 0,3
	> 20° x 0
	_____ Punkte
c) Adduktion	0° – 15° x 0,2
	_____ Punkte
d) Außenrotation in Extension	0° – 15° x 0,4
	> 15° x 0
	_____ Punkte
<b>Zur Berechnung des End-Index für das Bewegungsausmaß: Summe x 0,05 = _____</b>	

## 10. Patientenbezogene Daten

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Teil I: Vorgeschichte**

Internistische Begleiterkrankungen:

---

---

---

---

---

Orthopädisch/unfallchirurgische Begleiterkrankungen:

---

---

---

---

---

Voroperationen betroffenes Hüftgelenk:

---

---

---

---

---

**Acetabulumfraktur:**

Seite: \_\_\_\_\_

Frakturtyp (Letournel): \_\_\_\_\_

OCF-Klassifikation: \_\_\_\_\_

Behandlung:  operativ  konservativ

**Operationen Frakturversorgung:**

Datum OP 1: \_\_\_\_\_

OP-Zugang: \_\_\_\_\_

Implantat: \_\_\_\_\_

---

---

Datum OP 2: \_\_\_\_\_

OP-Zugang: \_\_\_\_\_

Implantat: \_\_\_\_\_

---

---

Komplikationen intraoperativ:  ja  nein

---

---

Komplikationen postoperativ/weiterer Verlauf:  ja  nein

---

---

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Metallentfernung:  ja  nein

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

Weitere Folgeeingriffe am betroffenen Hüftgelenk:  ja  nein

---

---

---

---

Operation HTP-Implantation:

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

Implantat:

Pfanne: \_\_\_\_\_ zementfrei:  ja  nein

Schaft: \_\_\_\_\_ zementfrei:  ja  nein

Allograft:  ja  nein Autograft:  ja  nein Entnahmestelle: \_\_\_\_\_

Metallentfernung bei HTP-Implantation:  ja  nein

Besonderheiten:

präop. Bestrahlung:  ja  nein

sonstiges: \_\_\_\_\_

Wundabstrich:  ja  nein

negativ  positiv, Keimart: \_\_\_\_\_

Periop. AB-Prophylaxe:  nein  ja, und zwar: \_\_\_\_\_

Ossifikationsprophylaxe:  nein  ja, und zwar: \_\_\_\_\_

OP-Dauer: \_\_\_\_\_

Blutverlust: \_\_\_\_\_

Eigenblut  ja  nein Anzahl: \_\_\_\_\_; Fremdblut:  ja  nein Anzahl: \_\_\_\_\_;

Komplikationen intraoperativ:  ja  nein

---

---

Komplikationen postoperativ/weiterer Verlauf:  ja  nein

---

---

Dauer stationärer Aufenthalt: \_\_\_\_\_

Folgeeingriffe am betroffenen Hüftgelenk:  ja  nein

---

---

---

---

---

---

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Gelenkfunktion:**

**vor H-TEP Implantation**

Extension-Flexion	re	___/___/___	li	___/___/___
Abduktion-Adduktion	re	___/___/___	li	___/___/___
Außenrotation-Innenrot.	re	___/___/___	li	___/___/___

**nach H-TEP Implantation (Entlassung aus der REHA)**

Extension-Flexion	re	___/___/___	li	___/___/___
Abduktion-Adduktion	re	___/___/___	li	___/___/___
Außenrotation-Innenrot.	re	___/___/___	li	___/___/___

## 11. Klinische Untersuchung

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Teil III: Klinischer Untersuchungsbefund

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

Zeitraum seit OP (Monate): \_\_\_\_\_

Harris Hip Score (Teil II)

III. Ausschluss von Deformitäten (Maximal 4 Punkte)			
Für „Mangel an Deformierungen“ werden 4 Punkte vergeben, falls der Patient folgendes aufweist:			
a)	weniger als 30° Flexionskontraktur	(<30° -1P)	
b)	weniger als 10° Adduktionskontraktur	(<10° -1P)	
b)	weniger als 10° Innenrotationskontraktur	(<10° -1P)	
d)	weniger als 3,2 cm Beinlängendifferenz	(<3,2cm -1P)	
			_____ Punkte
IV. Bewegungsausmaß			
Die Indexwerte werden bestimmt, indem die Gradmaße der möglichen Bewegungen mit den angegebenen Indexwerten multipliziert werden:			
a) Flexion	0° - 45°	x 1,0	
	45° - 90°	x 0,6	
	90° - 110°	x 0,3	_____ Punkte
b) Abduktion	0° - 15°	x 0,8	
	15° - 20°	x 0,3	
	> 20°	x 0	_____ Punkte
c) Adduktion	0° - 15°	x 0,2	_____ Punkte
d) Außenrotation in Extension	0° - 15°	x 0,4	
	> 15°	x 0	_____ Punkte
Zur Berechnung des End-Indexes für das Bewegungsausmaß:			Summe x 0,05 = _____

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Erwerbsfähigkeit:  ja  nein  
 alte Tätigkeit: \_\_\_\_\_ Umschulung \_\_\_\_\_

Standbein: links  rechts

**Lokalbefund**

Muskelatrophie:	keine <input type="checkbox"/>		Unterschenkel <input type="checkbox"/>
	Oberschenkel <input type="checkbox"/>		
	Ober- und Unterschenkel <input type="checkbox"/>		
Haut/Narben:	gerötet <input type="checkbox"/>		überwärmt <input type="checkbox"/>
	verschieblich <input type="checkbox"/>		Narbenkeloid <input type="checkbox"/>
	druckempfindlich <input type="checkbox"/>		Hyperkeratose <input type="checkbox"/>
Druckschmerz:	kein <input type="checkbox"/>		gesamtes Gelenk <input type="checkbox"/>
	Leistendruckschmerz re <input type="checkbox"/>		li <input type="checkbox"/>
	Trochanter-Klopfschmerz re <input type="checkbox"/>		li <input type="checkbox"/>
	Stauchungsschmerz re <input type="checkbox"/>		li <input type="checkbox"/>
	Rüttelschmerz re <input type="checkbox"/>		li <input type="checkbox"/>
	Narbenbereich <input type="checkbox"/>		

Grobe Kraft:  
 Streckung seitengleich  vermindert   
 Beugung seitengleich  vermindert

Sensibilität: keine Einschränkung  Einschränkung \_\_\_\_\_  
 Motorik: keine Einschränkung  Einschränkung \_\_\_\_\_

Trendelenburg-Hinken: re  li  Einbeinstand: re  li

Hocks: voll  hälftig  ein Drittel

Zehenspitzenstand: re  li  Zehensp.gang re  li   
 Fersenstand: re  li  Fersengang re  li

Beinlänge (vord. ob. D-beinstachel – AK-Spitze): re: \_\_\_\_\_ li: \_\_\_\_\_

ROM heute:  
 Extension-Flexion re  li   
 Abduktion-Adduktion re  li   
 Außenrotation-Innenrot. re  li

Beinumfangsmaße in cm:	rechts	links
20 cm ob. inn. KG-Spalt	_____	_____
10 cm ob. inn. KG-Spalt	_____	_____
Kaische/Beinmitte	_____	_____
15 cm unabh. inn. KG-Spalt	_____	_____
US, kleinst. Umfang	_____	_____
Kalkel	_____	_____
Rist über Kalkel	_____	_____
Vorfußballen	_____	_____

## 12. Radiologische Untersuchungsbefunde

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Tell IV: Radiologischer Untersuchungsbefund

### 4.1 Präoperatives Röntgen:

Datum der Röntgenbilder: \_\_\_\_\_

#### Heterotope Ossifikation [Brooker et al., 1973]

- Grad 0 keine periartikulären Ossifikationen
- Grad I kleine, isolierte Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken
- Grad II Ossifikationen, die einen Mindestabstand von mehr als 1 cm zwischen gegenüberliegenden Oberflächen frei lassen
- Grad III Abstand von weniger als 1 cm
- Grad IV komplette knöcherne Spange zwischen Femurkopf und Becken  
Klinisch Ankylose des Hüftgelenks

#### Klassifikation acetabulärer Defekte der AAOS

- Typ I Segmentaler Defekt: Pfannenrand bzw. Pfannengrund defekt  
→ noncontained (Randdefekt)
  - peripher →  superior  anterior  posterior
  - zentral (Pfannengrund defekt)
- Typ II Cavitärer Defekt: Pfannenrand bzw. Pfannengrund intakt  
→ contained (Pfannenrand intakt)
  - peripher →  superior  anterior  posterior
  - zentral (Pfannengrund intakt)
- Typ III Kombiniertes Defekt: cavitär und segmental
- Typ IV Instabiles Becken
- Typ V Arthrodesen

DGOT-Klassifikation / Acetabulum:

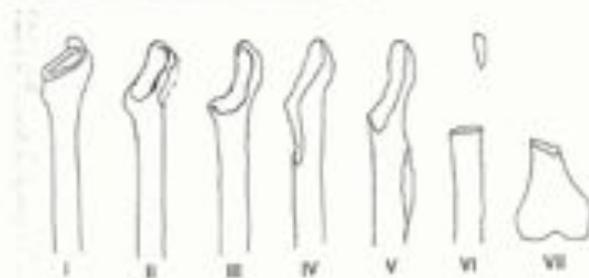
	<input type="checkbox"/> Typ I	einfache Höhlenbildung
	<input type="checkbox"/> Typ II	unisegmental, Pfannengrund
	<input type="checkbox"/> Typ III	unisegmental, Pfannendach
	<input type="checkbox"/> Typ IV	unisegmental, vorderer oder hinter Pfannenrand
		
	<input type="checkbox"/> Typ V	bisegmental, Pfannendach, Pfannenboden
	<input type="checkbox"/> Typ VI	trisegmental, Pfannendach, Pfannenboden, Pfannenrand
		
<hr/>		<input type="checkbox"/> Typ VII Instabilität

Knochensubstanzdefekt Femur der AAOS

[D'Antonio et al., 1993]

- Typ I      **Segmental:** Loss of proximal cortical integrity. Region in proximal third, intercalary, or in greater trochanter
- Typ II      **Cavitary.** Contained proximal femoral defect in which there is gross cancellous bone loss and ectasia of the cortex without cortical breach
- Typ III      **Kombinierter Defekt:** cavitär und segmental
- Typ IV      **Malalignment.** Often sequel to periprosthetic fracture. Rotational or angular deformity results
- Typ V      **Stenosis.** Characterized by intraluminal narrowing.
- Typ VI      **Discontinuity.** Proximal and distal parts of femoral shaft dissociated. Usually periprosthetic defect.

**DGOT-Klassifikation/Femur** [Bettin D, Katthagen B; 1997]



- Typ I intramedullärer Verlust von Spongiosa
- Typ II Trochanter: Knochendefekt v.a. Tr. Major
- Typ III Calcar: Knochendefekt bis Tr. Minor
- Typ IV medialer Schaft: Knochendefekt bis unterhalb Tr. Minor
- Typ V lateraler Schaft: Knochendefekt lateral bis unter Tr. Major
- Typ VI diaphysärer Schaft-partiel: Knochendefekt zirkulär segmental
- Typ VII diaphysärer Schaft-total: Knochendefekt zirkulär segmental, Zerstörung von 2/3 des Femur

Besonderheiten:

---

---

---

---

---

**4.2. aktuelles Röntgen**

Datum der Röntgenaufnahmen : \_\_\_\_\_

**4.2.1. Analyse Pfanne:**

Pfanne  fest  gelockert  gewechselt  
Typ:  zementiert  Schraubring  Abstützring

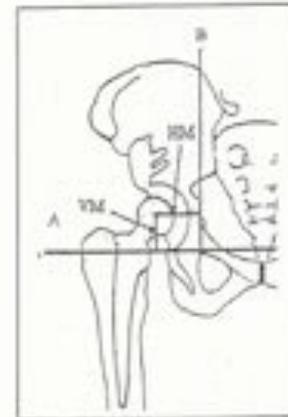
Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Radiologische Evaluation nach R.C. Johnston et al. (1990)

**Pfannennmigration (Callaghan et al., 1985)**

Ja       nein

	postoperativ:	aktuell:
Superior:	_____ mm	_____ mm
Medial:	_____ mm	_____ mm



**Rotationszentrum des Hüftgelenks (Callaghan et al., 1985)**

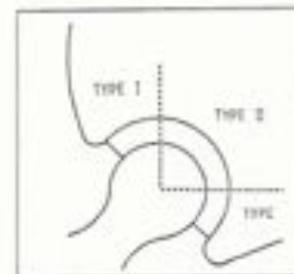
	postoperativ:	aktuell:
Superior:	_____ mm	_____ mm
Medial:	_____ mm	_____ mm

**Lockerungslüme am Implantat-Knochen-Interface (DeLee u. Charnley, 1976)**

Ja       nein

Maximale Weite:	Zone I: _____ mm
	Zone II: _____ mm
	Zone III: _____ mm

Progression:  Ja       nein  
Maximale Weite: \_\_\_\_\_ mm



**Lockerungslüme an den Verankerungsschrauben**

Ja       nein

Progression:  Ja       nein

**Abgebrochene Verankerungsschrauben**

Ja       nein

Zeitpunkt: \_\_\_\_\_

**Pfanneninlay**

Intakt       Dislokation       Verschleiß

Maximaler Verschleiß: \_\_\_\_\_ mm

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

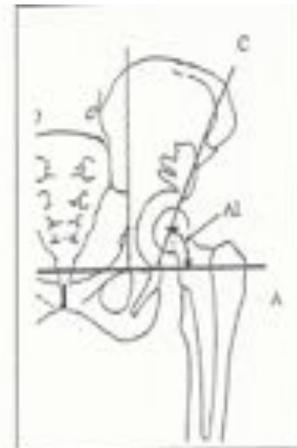
Änderung Pfannenposition (Callaghan et al., 1985)

Ja  nein

Inklination postop: \_\_\_\_\_°

Inklination aktuell: \_\_\_\_\_°

→ Winkeländerung:  < 5°  > 5°



4.2.2. Analyse Pfannenaufbauplastik

Lockerungsstärke am Graff-Hosi-Interface

Ja  nein

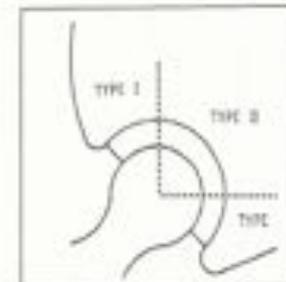
Maximale Weite: Zone I: \_\_\_\_\_ mm

Zone II: \_\_\_\_\_ mm

Zone III: \_\_\_\_\_ mm

Progression:  Ja  nein

Maximale Weite: \_\_\_\_\_ mm



Morphologie der Pfannenaufbauplastik

sklerotisch  trabekulär  osteoporotisch

Verlauf: \_\_\_\_\_

4.2.3. Analyse Prothesenschaft

Schaftposition (Prothesenlängsachse zur Femerschäftlängsachse)

neutral  varus \_\_\_\_\_°  valgus \_\_\_\_\_°

Sinterung des Schaftes  Ja  nein

Einsinktiefe: \_\_\_\_\_ cm

Endostale Sockelbildung (Die Schaftspitze umgebende Sklerose)

Ja  nein

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

**Distale Hypertrophie** (Verdickung d. Corticalis und Hypertrophie prothesenspitzennaher Bereiche)

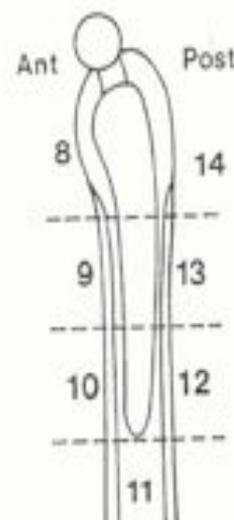
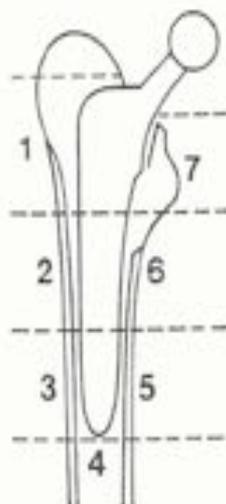
Ja  nein

Lokalisation: \_\_\_\_\_

**Stress-Shielding nach Engh** [Engh CA et al., 1992]

- Ja  nein
- Grad I proximale mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet
- Grad II proximale mediale Kante des Schenkelhalses ist abgerundet und Verlust der Knochendichte in der Zone I von Gruen
- Grad III ausgeprägtere Resorption der Kortikalis der medialen und anterioren Anteile in der Zone I und der medialen Bereiche in Zone II
- Grad IV kortikale Resorption auch in den diaphysären Bereichen unterhalb der Zonen I und II

**Lysezeichen nach Gruen** [Gruen TA et al., 1979]



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
< 2mm														
≥ 2mm														

**Heterotope Ossifikation [Brooker et al., 1973]**

- |     |                 |  |
|-----|-----------------|--|
| [ ] | <b>Grad 0</b>   | keine periartikulären Ossifikationen   |
| [ ] | <b>Grad I</b>   | kleine, isolierte Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken                              |
| [ ] | <b>Grad II</b>  | Ossifikationen, die einen Mindestabstand von mehr als 1 cm zwischen gegenüberliegenden Oberflächen frei lassen |
| [ ] | <b>Grad III</b> | Abstand von weniger als 1 cm   |
| [ ] | <b>Grad IV</b>  | komplette knöchernerne Spange zwischen Femurkopf und Becken<br>Klinisch Ankylose des Hüftgelenks               |

### 13. Literaturverzeichnis

1. Aldinger, P.R., Jung , A.W., Breusch, S.J., Ewerbeck, V., Parsch, D. (2009)  
Survival of the Cementless Spotorno Stem in the Second Decade  
© Clin Orthop Relat Res (2009); 467:2997-2304
  
2. Ambacher, T., Kälicke, T., Muhr, G., Arens T (2005).  
Klassifikation und Diagnose von Azetabulumfrakturen  
© Trauma und Berufskrankh 2: 19-27
  
3. Amirouche, F., Solitro, G., Broviak, S., Goldstein, W., Gonzalez, M., Barmada, R. (2015)  
Primary cup stability in THA with augmentation of acetabular defect. A comparison of healthy and osteoporotic bone.  
© Orthop Traumatol Surg Res. 2015 Oct;101(6):667-73.
  
4. Anizar-Faizi, A., Hisam, A., Sudhagar, K.P., Moganadass, M., Suresh, C. (2014)  
Outcome of Surgical Treatment for Displaced Acetabular Fractures.  
© Malays Orthop J. 2014 Nov;8(3): 1-6.
  
5. Ateschrang, A., Weise, K., Weller, S., Stöckle, U., de Zwart, P., Ochs, B.G. (2014)  
Long-Term Results Using the Straight Tapered Femoral Cementless Hip Stem in Total Hip Arthroplasty: A Minimum of Twenty-Year Follow-up  
© The Journal of Arthroplasty 29 (2014): 1559-1565
  
6. Bachmann, G., Pfeifer, T., Spies, H., Katthagen, B.D. (1993)  
3D-CT und Angiographie an Ausgußpräparaten von Beckengefäßen:  
Darstellung der arteriellen Durchblutung der Hüftgelenkspfanne  
© Rofo, 158, 214-220
  
7. Bastian, J..D., Wolf, A.T., Wyss, T.F., Nötzli, H.P. (2009)  
Stepped Osteotomy off he Trochanter for stable, Anatomic Refixation  
© Clin Orthop Relat Res. 2009 March; 467(3): 732-738
  
8. Bellabarba, C., Berger, R.A., Bentley, C.D., (2001)  
Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture  
© J Bone Joint Surg Am 2001; 83-A 868-876

9. Bellamy, N., Buchanan, W.W., Goldsmith, C.H. Campbell, J., Stitt, L.W. (1988)  
Validation of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee  
© J Rheumatol; 15, 1833-1840
10. Bengel, J., Wirtz, M., Zwingmann, C. (2008)  
Diagnostische Verfahren in der Rehabilitation,  
© Hogrefe Verlag 2008
11. Bettin, D., Katthagen, B.D. (1997)  
The German Society of Orthopedics and Traumatology classification of bone defects in total hip endoprostheses revision operations.  
© Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1997 Jul-Aug;135(4):281-4.
12. Bleese, N., Mommsen, U., Schumpelick, V. (2006)  
Kurzlehrbuch Chirurgie  
© Google eBook, 8. Auflage Thieme Verlag
13. Bogdan Y, Tornetta P, Jones C, Gilde AK, Schemitsch E, Vicente M, Horwitz D, Sanders D, Firoozabadi R, Leighton R, de Dios Robinson J, Marcantonio A, Hamilton B J (2015)  
Neurologic Injury in Operatively Treated Acetabular Fractures.  
© Orthop Trauma. 2015 Oct;29(10):475-8.
14. Bohndorf, K., Imhof, H., Fischer, W. (2006)  
Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke  
2. erweiterte und überarbeitete Auflage  
© Georg Thieme Verlag KG 2006
15. Borrée, M., Schoop, R., Grimme, C., Gerlach, U., Jürgens, C., (2014)  
Gelenkempyeme und periprothetische Infektionen  
© Trauma Berufskrankh 2014; 14: 8-15
16. Brand, S., Ettinger, M., Omar, M., Hawi, N., Krettek, C., Petri, M. (2015)  
Concepts and Potential Future Developments for Treatment of Periprosthetic Proximal Femoral Fractures.  
© Open Orthop J. 2015 Aug 31;9:405-11.

17. Breusch, S., Malchau, H. (2005)  
The Well-Cemented Total Hip Arthroplasty- Theory and Practice  
© Springer Medizin Verlag 2005
18. Brooker, A.F., Bowermann, J.W., Robinson, R.A., Riley, L.H. (1973)  
Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification.  
© J Bone Joint Surg Am, 55, 1629-1632
19. Brown, T.D., Johnston, R.C., Saltzman, C.L. et al (2006)  
Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence and burden of disease  
© J Orthop Trauma 2006; 20, 739-744
20. Bühner, V., Keel, M., Marzi, I. (2012)  
Checkliste Traumatologie, 7. Auflage  
© 1981, 2012 Georg Thieme Verlag KG
21. Burd, T.J., Lowry, K., Anglen, J.O. (2001)  
Indomethacin compared with localized irradiation for the prevention of heterotopic ossification  
following surgical treatment of acetabular fractures  
© 2001 Journal of bone and joint surgery, incorporated (1783-1788)
22. Burkhardt, M., Gänsslen, A., Uder, M., Pohlemann, T. (2003)  
Neue Möglichkeiten der Visualisierung von Frakturen mittels CT: Rekonstruktionen, 3D  
Planungen. Schwierige Gelenkverletzungen- Modernes Management-Verbesserte Bildgebung  
und Operationsplanung bei Gelenkverletzungen  
© Zentralblatt für Chirurgie; 128: 34-39
23. Callaghan, J.J., Rosenberg, A., Rubash, H.E. (2007)  
The Adult Hip, Second Edition, Page 958  
© Lippincott, William and Wilkins 2007
24. Canale, S.T., Beaty, J.H. (2012)  
Campbell's Operative Orthopaedics; 12. Edition  
© Elsevier-Verlag 2012
25. Chiu, F.Y., Lo, W.H., Chen, T.H., Chen, C.M., Huang, C.K., Ma, H.L. (1996)  
Fractures of posterior wall of acetabulum  
© Arch Orthop Trauma Surg. 1996;115(5):273-5.

26. Choy, W.S., Kim, K.J., Lee, S.K., Bae, K.W., Hwang, Y.S., Park, C.K. (2013)  
Ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty: minimum of six-year follow-up study  
© Clin Orthop Surg 2013 Sep; 5(3):174-9
27. Chu, X.B., Tong, P.J., Zhang, J.H. (2010)  
Total hip arthroplasty for the post-traumatic osteoarthritis after open reduction and internal fixation of acetabular fracture  
© Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2010 Jul 15;48(14):1097-100
28. Claes, L., Kirschner, P., Perka, C., Rudert, M. (2011)  
Ae Manual der Endoprothetik-Hüfte und Hüftrevisionen  
© Springer Verlag 2011
29. Culemann, U., Tosounidis, G., Pohlemann, T. (2005)  
Die Therapie bei Acetabulumfrakturen- aktuelle Diagnostik und Behandlungsstrategien  
© Zentralbl Chir 130 W58-71; 2011
30. Czitrom, A.A., Winkler, H. (1996)  
Orthopedic Allograft Surgery  
© Springer Science and Business Media 1996
31. Daum, W.J., Scarborough, M.T., Gordon, W. Jr., Uchida, T. (1992)  
Heterotopic ossification and other perioperative complications of acetabular fractures.  
© J Orthop Trauma. 1992;6(4):427-32.
32. de Bruin, V., de Ridder, V., Gautier, E. (2011)  
Isolated fractures of the teardrop of the acetabulum.  
© Arch Orthop Trauma Surg. 2011 Jul;131(7):969-72.
33. Debrunner, A.M. (2005)  
Orthopädie und orthopädische Chirurgie  
Patienten orientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates  
4. vollständig neu überarbeitete Auflage  
©Verlag Hans Huber; Bern, Göttingen, Toronto, Seattle
34. Demir, M.T., Pirinççi, Y., Salih, M., Erdoğan, F., Güney, N. (2015)  
The midterm and long-term effects of acetabular roof ring and Burch-Schneider anti-protusio cages in acetabular revisions for patients with acetabular bone deficiency.  
© Acta Orthop Traumatol Turc. 2015;49(6):597-605.

35. Deo, S.D., Tavares, S.P., Pandey, R.K., El-Saied, G., Willett, K.M., Worlock, P.H. (2001)  
Operative management of acetabular fractures in Oxford.  
© Injury. 2001 Sep;32(7):581-6.
36. Dihlmann, W. (2002)  
Gelenke-Wirbelverbindungen- Klinische Radiologie einschließlich Computertomographie-  
Diagnose, Differentialdiagnose- 3. überarbeitete und erweiterter Auflage  
© Georg Thieme Verlag 1973, 2002
37. Ditzen, W., Börner, M.  
Behandlungsstrategien bei Azetabulumfrakturen  
Trauma Berufskrankh 2003; 5:83-91  
© Springer Verlag 2003
38. Dölken, M. (2009)  
Physiotherapie in der Orthopädie  
© Georg Thieme Verlag KG
39. Duparc, J. (2005)  
Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie: Beckenring und Hüfte  
© Urban und Fischer Verlag 2005
40. Egol, K., Koval, K.J., Zuckerman, J.D. (2012)  
Handbook of Fractures  
© Lippincott Williams and Wilkins, 2012
41. Elmadağ, M., Güzel, Y., Acar, M.A., Uzer, G., Arazı, M. (2014)  
The Stoppa approach versus the ilioinguinal approach for anterior acetabular fractures: a case  
control study assessing blood loss complications and function outcomes.  
© Orthop Traumatol Surg Res. 2014 Oct;100(6):675-80.
42. Engh, C.A., Massin, P., Suthers, K.E. (1990)  
Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components  
© Clin Orthop Relat Res. 1990;257:107-128
43. Enocson, A., Blomfeldt, R. (2014)  
Acetabular fractures in the elderly treated with a primary Burch-Schneider reinforcement ring,  
autologous bone graft and a total hip arthroplasty: a prospective study with a 4-year follow-up  
© J Orthop Trauma 2014 Jun;28(6):330-7

44. Epstein, H.C. (1974)  
Posterior fracture – dislocations of the hip- Long-term follow up  
© Bone Joint surgery 56 ; 1103-1127
45. Ewerbeck, V., Wentzensen, A., Holz, F., Krämer, K.L Pfeil, J., Sabo, D. (2007)  
Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie  
Unter Mitarbeit von Dominik Parsch- Mitbegründet von Horst Cotta  
3. vollständige überarbeitete Auflage  
© 2007 Georg Thieme Verlag
46. Fanghänel, J., Pera, F., Anderhuber, F., Nitsch, R. (2003)  
Waldeyer- Anatomie des Menschen  
© Walter de Gruyter-Verlag 2003
47. Fassler, P.R., Swiontowski, M.F., Kilroy, A.W., Routt, M.L. Jr (1993)  
Injury of the sciatic nerve associated with the acetabular fracture.  
© J Bone Joint surgery AM, 75 , 1157-1166
48. Fink, B. (2012)  
Periprothetische Frakturen bei Hüfttotalendoprothese; Schaftwechsel  
Trauma Beruskrankh 2012  
© Springer-Verlag 2012
49. Frank, C., Siozos, P., Wentzensen, A., Schulte-Bockholt, D., Grützner, P.A.,  
Gühring, T. (2010)  
Hüftendoprothese bei Koxarthrose nach Azetabulumfraktur  
© Unfallchirurg Springer-Verlag 2010
50. Frommelt, L. (2004)  
Prinzipien der Antibiotikabehandlung bei periprothetischen Infektionen  
© Springer-Verlag 2004; Orthopäde 2004; 33:822-826
51. Frommelt, L. (2008)  
Gelenkpunktat und Erregernachweis bei periprothetischer Infektion  
Orthopäde 2008; 37:1027-1036  
© Springer Medizin Verlag 2008; Orthopäde 2008; 37:1027-1036

52. Fruhwirth, J., Koch, G., Ivanic, G.M., Seibert, F.J., Tesch, N.P. (1997)  
Vascular lesions in surgery of the hip joint  
© Unfallchirurg. 1997 Feb;100(2):119-23.
53. Fujishiro, T., Hiranaka, T., Hashimoto, S., Hayashi, S., Kurosaka, M., Kanno, T., Masuda, T. (2015)  
The effect of acetabular and femoral component version on dislocation in primary total hip arthroplasty.  
© Int Orthop. 2015 Jul 23.
54. Gänsslen, A., Oestern, H.J. (2011)  
CME Weiterbildung; zertifizierte Fortbildung  
Online publiziert am 21.Oktober 2011  
© Chirurg 2011; 82, 1133-1150 Springer Verlag 2011
55. Garcia-Rey, E., Cruz-Pardos, A., Madero, R. (2014)  
Clinical outcome following conversion of Girdlestone's resection arthroplasty to total hip replacement: a retrospective matched case-control study.  
© Bone Joint J. 2014 Nov;96-B(11):1478-84.
56. Ghalambor, N., Matta, J.M., Bernstein, L. (1994)  
Heterotopic ossification following operative treatment of acetabular fracture. An analysis of risk factors.  
© Clin Orthop Relat Res.1994 Aug;(305):96-105.
57. Giannoudis, P.V., Grotz, M.R., Papakostidis, C., Dinopoulos, H. (2005)  
Operative Treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis  
© J Bone Joint Surg Br 2005;87:2-9
58. Gill, T.J., Sledge, J.B., Müller, M.E. (1998)  
The Burch-Schneider anti-protrusio cage in revision total hip arthroplasty  
Indications, Principles and Long-term Results  
© J Bone Joint Surg (Br) 1998;80-B:946-53
59. Gradinger, R., Gollwitzer, H. (2006)  
Ossäre Integration  
© Springer-Medizin-Verlag Heidelberg 2006

60. Griffin, S.M., Sims, S.H., Karunakar, M.A., Seymour, R., Haines, N. (2013)  
Heterotopic ossification rates after acetabular fracture surgery are unchanged without  
indomethacin prophylaxis  
© Clinical Orthopaedics and related research 2013
61. Grifka, J., Kuster, M. (2011)  
Orthopädie und Unfallchirurgie, S. 228-230  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011
62. Grubor, P., Krupic, F., Biscevic, M., Grubor, M. (2015)  
Controversies in treatment of acetabular fracture.  
© Med Arch. 2015 Feb;69(1):16-20
63. Gruner, A., Hockertz, T., Reilmann, H. (2004)  
Die periprothetische Fraktur  
Unfallchirurg 2004; 207:35-49  
© Springer-Verlag 2003
64. Haas, N.P., Krettek, C. (2012)  
Unfallchirurgie; Hüfte und Oberschenkel  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
65. Hagel, A., Siekmann, H., Delank, K.-S. (2014)  
Periprosthetic femoral fracture- an interdisciplinary challenge  
© Dtsch Arztebl Int 2014; 111(39): 658-64
66. Harley, J.D., Mack, L.A., Winqvist, R.A. (1982)  
CT of acetabular fractures: comparison with conventional radiography.  
© AJR Am J Roentgenol. 1982 Mar;138(3):413-7.
67. Harris, W.H. (1969)  
Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures:  
Treatment by mold arthroplasty: an end-result study using a new method of result evaluation.  
© J Bone Joint Surgery Am, 51, 737-755 (1969)
68. Hasegawa, Y., Amano, T. (2015)  
Surgical skills training for primary total hip arthroplasty  
© Nagoya J Med Sci 2015 Feb; 77(1-2):51-7

69. Hendrich et al (2004)  
Diagnostik bei Low-grade-Infektion als Variante der periprothetischen Infektion  
Septische Knochen- und Gelenkchirurgie, 2004  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004
70. Hepp, W.R., Debrunner, H.U. (2004)  
Orthopädisches Diagnostikum- 7. überarbeitete und aktualisierte Auflage  
© 1966, 2004 Georg Thieme Verlag
71. Herath, S.C., Holstein, J.H., Pizanis, A., Pohlemann, T. (2014)  
Fractures of the acetabulum: complications and joint replacement  
© Z Orthop Unfall. 2014 Aug;152(4):399-413.
72. Herkner, M.J. (2006)  
Funktionelle Ergebnisse chirurgisch versorgter isolierter Azetabulumfrakturen  
Inauguraldissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Medizin  
© Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2006
73. Hernigou, P., Zilber, S., Fillipini, P., Poingnard, A. (2009)  
Ceramic-Ceramic Bearing Decreases Osteolysis: A-20 year Study versus ceramic-Polyethylene  
on the Contralateral Hip  
© Clin Orthop Res 2009
74. Hesp, W.L., Goris, R.J. (1988)  
Conservative treatment of fractures of the acetabulum. Results after longtime follow-up.  
© Acta Chir Belg. 1988 Jan-Feb;88(1):27-32.
75. Hessmann, M.H., Nijs, S., Rommens, P.M. (2002)  
Acetabulumfrakturen im Alter- Ergebnisse eines differenzierten Behandlungskonzeptes  
© Unfallchirurg 2002, 105:893-900
76. Holler, D. (2004)  
Gesundheitsökonomische Aspekte der Versorgung chronisch Kranker am Beispiel der  
peripheren, arteriellen Verschlusskrankheit- Hannoveraner Reihe  
© Verlag Versicherungswirtschaft GmbH Karlsruhe 2004
77. Holzapfel, B.M., Prodinger, P.M., Hober, M., Meffert, R., Rudert, M., Grading; R. (2010)  
Periprothetische Frakturen bei Hüftendoprothese  
© Springer-Verlag 2010; Orthopäde 2010; 39:519-535

78. Hougaard K, Thomsen PB. (1986)  
Traumatic posterior dislocation of the hip--prognostic factors influencing the incidence of avascular necrosis of the femoral head.  
© Arch Orthop Trauma Surg. 1986;106(1):32-5.
79. Huo, M.H., Solberg, B.D., Zatorski, L.E., et al (1999)  
Total hip replacements done without cement after acetabular fractures:  
A 4- to 8-year follow-up-study  
© J Arthroplasty 1999;14:827
80. Ihle, M., Mai, S., Siebert, W. (2009)  
Keramik-und Metallköpfe im Dauertest- eine Langzeitanalyse des PE-Abriebs nach 20 Jahren  
© Orthopädische Praxis 2009; 46(5):221-230
81. Ilyas, I., Alrumaih, H.A., Kashif, S., Rabbani, S.A., Faqihi, A.H. (2015)  
Revision of type III and type IVB acetabular defects with Burch-Schneider anti-Protrusio cages.  
© J Arthroplasty. 2015 Feb;30(2):259-64.
82. Isaacson, M.J., Taylor, B.C., French, B.G., Poka, A. (2014)  
Treatment of acetabulum fractures through the modified Stoppa approach:  
strategies and outcomes.  
© Clin Orthop Relat Res. 2014 Nov;472(11):3345-52.
83. Anglen, J., Burd, T.A., Hendricks, K.J., Harrison, P. (2003)  
The „Gull Sign“- A Harbinger of Failure for Internal Fixation of Geriatric Acetabular Fractures  
© J Orthop Trauma; Volume 17, Number 9, Page 625-634, October 2003
84. Jimenez, M.L., Tile, M., Schenk, R.S. (1997)  
Total hip arthroplasty after acetabular fracture  
© Orthop Clin N Am., 1997; 28:435-446
85. Johnson, E.E., Matta, J.M., Mast, J.W., Letournel, E. (1994)  
Delayed reconstruction of acetabular fractures 21-120 days following injury.  
© Clin Orthop Relat Res. 1994 Aug;(305):20-30.
86. Johnson, T.S. (2005)  
The Spur Sign  
© Radiology 2005; 235:1023-1024

87. Johnston, R.C., Fitzgerald, R.H., Jr., Harris, W.H., Poss, R., Muller, M.E., Sledge, C.B. (1990)  
Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. A standard system of terminology for reporting results  
© J. Bone Joint Surg. Am., 72,161-168
88. Judet, R., Judet, J., Letournel, E. (1964)  
Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction preliminary report.  
©J Bone Joint Surg Am, 46, 1615-1675
89. Kang, B.J., Ha, Y.C., Ham, D.W., Hwang, S.C., Lee, Y.K., Koo, K.H. (2014)  
Third-Generation Alumina-on-Alumina Total Hip Arthroplasty:  
14 to 16-Year Follow-Up Study  
© J Arthroplasty, Elsevier 2014
90. Kapandij, I. (2006)  
Funktionelle Anatomie der Gelenke  
Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik  
© Georg Thieme Verlag KG
91. Kaulbach, C., Heller, M., Triebel, H.J., Spielmann, R.P., Richartz-Heller, M. (1989)  
Radiologic diagnosis of acetabular fractures.  
© Radiologe. 1989 Oct;29(10):501-7.
92. Kebaish, A.S., Roy, A., Rennie, W. (1991)  
Displaced acetabular fractures: long-term follow-up.  
© J Trauma. 1991 Nov;31(11):1539-42.
93. Kerschbaumer, F., Weise, K., Wirth, C.J. (2013)  
Operative Wege in Orthopädie und Traumatologie  
Begründet von Rudolf Bauer, Fridun Kerschbaumer und Sepp Poisel- 4.Auflage  
© 1986, 2013 Georg Thieme Verlag KG
94. Kim, J.W., Herbert, B., Hao, J., Min, W., Ziran, B.H., Mauffrey, C. (2015)  
Acetabular fractures in elderly patients: a comparative study of low-energy versus high-energy injuries.  
© Int Orthop. 2015 Jun;39(6):1175-9.

95. Kleinert, H., Teske, W. (2007)  
Orthopädie, Unfallchirurgie (Google eBook) S. 269  
© Springer-Verlag 2007
96. Korf, H.W., Schiebler, T.H. (2007)  
Anatomie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie,  
Topographie, 10. Auflage  
©Steinkopff Verlag 2007
97. Kreder, H.J., Rozen, N., Borkhoff, C.M., Laflamme, Y.G., McKee, M.D., Schemitsch, E.H.,  
Stephen, D.J. (2006)  
Determinants of functional outcome after simple and complex acetabular fractures involving the  
posterior wall.  
© J Bone Joint Surg Br. 2006 Jun;88(6):776-82
98. Kregor, P.J., Templeman, D. (2002)  
Associated injuries complicating the management of acetabular fractures;  
review and case studies  
© Orthop Clin North Am. 2002 Jan;33(1):73-95
99. Kreitner, K.-F., Mildenerger, P., Rommens, P., Thelen, M. (2000)  
Rationelle bildgebende Diagnostik von Becken- und Azetabulumverletzungen  
Fortschr Röntgenstr 2000: 5-11  
© Georg Thieme Verlag Stuttgart; New York
100. Krischak, G. (2009)  
Traumatologie für Physiotherapeuten, 2.Auflage  
© 2005,2009 Georg Thieme Verlag KG
101. Krukemeyer, M.G., Möllenhoff, G. (2013)  
Endoprothetik- Ein Leitfaden für den Praktiker  
© Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston 2013
102. Kumar, A., Shah, N.A., Kershaw, S.A., Clayson, A.D. (2005)  
Operative management of acetabular fractures. A review of 73 fractures.  
© Injury. 2005 May;36(5):605-12.

103. Lachiewicz, P.F., Soileau, E.S., Martell, J.M. (2015)  
Wear and Osteolysis of Highly Crosslinked Polyethylene at 10 to 14 Years: The Effect of Femoral Head Size.  
© Clin Orthop Relat Res. 2015 Apr 23.
104. Lai, O., Yang, J., Shen, B., Zhou, Z., Kang, P., Pei, F. (2011)  
Midterm Results of uncemented Acetabular Reconstruction for Posttraumatic Arthritis Secondary to Acetabular Fracture  
© The Journal of Arthroplasty Vol. 26 No. 7 2011
105. Laird, A., Keating, J.F. (2005)  
Acetabular fractures, a 16-year epidemiological study  
© J Bone Joint Surg (Br) 2005; 87- B:969-73
106. Lehmann, W., Fensky, F., Hoffmann, M., Rueger, J.M. (2014)  
The stoppa approach for treatment of acetabular fractures  
© Z Orthop Unfall. 2014 Oct;152(5):435-7.
107. Letournel, E., Judet, R. (1981)  
Fractures of the acetabulum  
© Springer-Verlag ; Berlin, Heidelberg, New York 1981
108. Letournel, E. (1961)  
Les fractures du cotyle, étude d`une serie de 75 cas  
© J de Chirurgie, 82 , 47-87
109. Letournel, E. (1993)  
The treatment of acetabular fractures through ilioinguinal approach  
© J Clin Orthop, 1993:292:62-76
110. Letournel, E. (1994)  
Fractures of the acetabulum  
Reprinted from: clinical orthopedic and related research  
© JB Lippincott company; Number 305, pp -5-9
111. Lippert, H. (2003)  
Lehrbuch Anatomie, 6. Auflage S. 189-195  
© Elsevier, Urban und Fischer Verlag, München

112. Lizaaur-Utrilla, A., Sanz-Reig, J., Serna-Berna, R. (2012)  
Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture:  
A prospective, matched-cohort study  
© J Trauma Acute Care Surg, Lippincott Williams & Wilkins 2012
113. Mack, L.A., Harley, J.D., Winqvist, R.A. (1982)  
CT of acetabular fractures: analysis of fracture patterns.  
© AJR Am J Roentgenol. 1982 Mar;138(3):407-12.
114. Magala, M., Popelka, V., Božík, M., Heger, T., Zamborský, V., Šimko, P. (2015)  
Conservative treatment of acetabular fractures: epidemiology and medium-term clinical and radiological results  
© Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015;82(1):51-60.
115. Martins e Souza, P., Giordano, V., Goldsztajn, F., Siciliano, A.A. Grizendi, J.A., Dias, M.V. (2015)  
Marginal impaction in posterior wall fractures of the acetabulum.  
© AJR Am J Roentgenol. 2015 Apr;204(4):W470-4
116. Martz, P., Viard, B., Demangel, A., Baulot, E., Trouilloud, P. (2015)  
Modified iliofemoral approach with osteotomy of the iliac crest, sparing the abdominal muscles, for the treatment of acetabular fracture.  
© Orthop Traumatol Surg Res. 2015 Oct;101(6):749-52.
117. Matta, J.M., Merritt, P.O. (1988)  
Displaced acetabular fractures.  
© Clin Orthop Relat Res. 1988 May; (230):83-97.
118. Matta, J.M. (1996)  
Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury  
© J Bone and joint surg Am 1996; 78:1632-45
119. Mauffrey, C., Hao, J., Cuellar, D.O., Herbert, B., Chen, X., Liu, B., Zhang, Y., Smith, W. (2014)  
The epidemiology and injury patterns of acetabular fractures: are the USA and China comparable?  
© Clin Orthop Relat Res. 2014 Nov;472(11):3332-7.

120. Mayo, K.A. (1994)  
Open reduction and internal fixation of fractures of the acetabulum.- Results in 163 fractures.  
© Clin Orthop Relat Res. 1994 Aug;(305):31-7.
121. Mayo, K.A. (1987)  
Fractures of the acetabulum  
© Orthop Clin North Am. 1987 Jan;18(1):43-57.
122. Mears, D.C. (1999)  
Surgical treatment of acetabular fractures in elderly patients with osteoporotic bone  
© J Am Acad Orthop Surg 1999 Mar-Apr;7(2):128-41
123. Mears, D.C., Velyvis, J.H., Chang, C.P.(2003)  
Displaced acetabular fractures managed operatively; indicator of outcome  
© Clin Orthop Relat Res 2003, 173-186
124. Meier, R. (2002)  
Was beeinflusst Langzeitergebnisse bei Azetabulumfrakturen  
Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
© Ruhr-Universität-Bochum 2002
125. Meyer, R.-P., Gächter, A., Kappeler, U. (2005)  
Hüftchirurgie in der Praxis  
© Springer-Verlag 2005
126. Middlebrooks, E.S., Sims, S.H., Kellam, J.F., Bosse, M.J. (1997)  
Incidence of sciatic nerve injury in operatively treated acetabular fractures without somatosensory evoked potential monitoring.  
© J Orthop Trauma 1997 Jul;11(5):327-9
127. Milenković S, Mitković M, Saveski J, Micić I, Stojiljković P, Stanojković M, Mitković M, Stamenić S, Spalević M. (2013)  
Avascular necrosis of the femoral head in the patients with posterior wall acetabular fractures associated with dislocations of the hip  
© Acta Chir Iugosl. 2013;60(2):65-9.

128. Milosev, I., Kovac, S., Trebse, R., Levasic, V., Pisot, V. (2012)  
Comparison of one year survivorship of hip prostheses with use of conventional polyethylene, metal-on-metal, or ceramic-on-ceramic bearings  
© J Bone Joint Surg Am 2012 Oct 3;94(19):1756-63
129. Moed, B.R., WillsonCarr, S.E., Watson, J.T. (2002)  
Results of operative treatment of fractures of the posterior wall of the acetabulum  
© J Bone Joint Surg Am. 2002 May;84-A:752-758
130. Mückley, T. (2011)  
Periprothetische Frakturen des Femur bei Hüftgelenksprothesen  
Trauma Berufskrankh 2011; 13:141.146  
© Springer-Verlag 2011
131. Müller-Mai, C.M., Ekkenkamp, A. (2010)  
Frakturen, Klassifikation und Behandlungsoptionen  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010
132. Murphy, D., Kaliszer, M., Rice, J., Mc Elwain, J.P. (2003)  
Outcome after acetabular fracture. Prognostic factors and their interrelationships  
© Injury 2003 Jul;34(7):512-7
133. Mutschler, W.-E., Kohn, D., Pohlemann, T. (2013)  
Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie  
© Georg-Thieme-Verlag 2013
134. Niethard, F.U., Pfeil, J., Biberthaler, P. (2009)  
Duale Reihe, Orthopädie und Unfallchirurgie  
6. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage  
© Georg-Thieme-Verlag 2003, 2009
135. Nogler, M., Mayr, E., Krismer, M. (2012)  
Der direkte anteriore Zugang in der Revisionshüftendoprothetik  
© Oper Orthop Traumatol 2012- 24:153-164
136. Nöth, U., Nedopil, A., Holzapfel, B.M., Koppmair, M., Rolf, O., Goebel, S., Eulert, J., Rudert, M. (2012)  
Minimally invasive anterior approach.  
© Orthopäde. 2012 May;41(5):390-8.

137. Oberst, M., Hauschild, O., Konstantinidis, L., Suedkamp, N.P., Schmal, H. (2012)  
Effects of three dimensional navigation on intraoperative management and early postoperative outcome after open reduction and internal fixation of displaced acetabular fracture  
© 2012 Lipincott, Williams and Wilkins
138. Ochs, U., Eingärtner, C., Volkmann, R., Ochs, B.G., Huber, C., Weller, S., Weise, K. (2007)  
Prospective Long-Term Follow-Up of the Cementless Bicontact Hip Stem with Plasmapore Coating  
© Z Orthop Unfall; 2007, 145:S.3-8
139. Ochsner, P.E. (2003)  
Total Hip Replacement Implantation Technique and Local Complications  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003
140. Oommen, A.T., Krishnamoorthy, V.P., Poonnoose, P.M., Korula, R.J. (2015)  
Fate of bone grafting for acetabular defects in total hip replacement.  
© Indian J Orthop. 2015 Mar-Apr;49(2):181-6.
141. Otto, W. (2000)  
Azetabulumfrakturen: Diagnostik, Klassifikation, Bewertung  
© Zentralblatt für Chirurgie 125 (2000) 725-729; Johann Ambrosius Barth
142. Papadakos, N., Pearce, R., Bircher, M.D. (2014)  
Low energy fractures of the acetabulum  
© Ann R Coll Surg Engl. 2014 May;96(4):297-301.
143. Park, M.S., Yoon, S.J., Choi, S.M. (2013)  
Hip Arthroscopic Management for Femoral Head Fractures and Posterior Acetabular Wall Fractures (Pipkin Type IV).  
© Arthrosc Tech. 2013 Jun 22;2(3):e221-5.
144. Parsch, D. (2007)  
Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie-  
Mitbegründet von Horst Cotta- 3. vollständige überarbeitete Auflage  
© 2007 Georg-Thieme-Verlag
145. Pavelka, T., Linhart, M., Houcek, P. (2006)

Hip joint arthroplasty following surgical treatment of acetabular fracture

© Acta Chir Orthop traumatol Cech, 2006 Aug;73(4):268-74

146. Peters, K.M., König, D. (2008)

Fortbildung Osteologie 2

© Springer Science and Business Media

147. Pfeil, J. (2008)

Hüftchirurgie- Unter Mitarbeit von J. Frank, N.M. Gumpert und H. Laurer

© Steinkopff Verlag 2008

148. Pierce, T.P., Jauregui, J.J., Cherian, J.J., Elmallah, R.D., Robinson, K., Mont, K. (2015)

Prospective evaluation of short and mid-term outcomes of total hip arthroplasty using the Accolade™ stem

© Hip Int. 2015 Apr 21:0.

149. Pohlemann, T., Gänsslen, A. (1998)

Anatomie und Pathomechanik, 279-290

In: Tscherne, H., Pohlemann, T. (Hrsg.): Becken und Acetabulum

© Springer, Berlin Heidelberg New York 1998

150. Ranawat, A., Zelken, J., Helfet, D., Buly, R. (2009)

Total hip arthroplasty following surgical treatment of acetabular fracture

© J Arthroplasty 2009; 24, 759-767

151. Regis, D., Sandri, A., Bonetti, I. (2014)

Acetabular Reconstruction with the Schneider-Burch Antiprotrusio Cage and Bulk Allografts:

Minimum 10-Year Follow-Up Results

© BioMed Research International 2014

152. Rickman, M., MD, MBChB, FRCS, Young, J., MBBS, MRCS(Eng), Trompeter, A., MBBS,

BSc, FRCS (Tr&Orth), Pearce, R., RGN, BSc, and Hamilton, M. FRCA (2014)

Managing Acetabular Fractures in the Elderly With Fixation and Primary Arthroplasty: Aiming for Early Weightbearing

© Clin Orthop Relat Res. 2014 Nov; 472(11): 3375–3382.

153. Roeder, N., Hensen, P. (2009)

Gesundheitsökonomie, Gesundheitssystem und öffentliche Gesundheitspflege

© Deutscher Ärzte-Verlag 2009

154. Roetman, B., Seybold, D., Keil, D., Muhr, G., Möllenhoff, G. (2006)  
Long-term results after acetabular fractures with respect to heterotopic ossifications  
© Zentralbl Chir. 2006 Jun;131(3):188-93.
155. Rogers, L.F., Clark West, O. (2014)  
Imaging Skeletal Trauma  
© Elsevier Health Science 2014
156. Rommens, P.M., Giménez, M.V., Hessmann, M. (2001)  
Posterior wall fractures of the acetabulum:  
Characteristics, management, prognosis.  
©Acta chir belg, 101, 287-293
157. Rommens, P.M., Hessmann, M.H. (1999)  
Acetabulum Fractures  
© Springer-Verlag 1999; Unfallchirurg 1999, 102(8): 591-610
158. Rössler, H., Rüter, W. (2007)  
Orthopädie und Unfallchirurgie- 19. durchgesehene Auflage  
© Elsevier GmbH, München 2007
159. Rouvière, H. (1940)  
Anatomie humaine, Descriptive et topographique  
© 4. Auflage , Masson Paris
160. Ruedi, T.P., Buckley, R.E., Moran, C.G. (2007)  
AO Principles of fracture management - Volume 2, Page 721  
© Georg Thieme-Verlag 2007
161. Rüter, A., Trentz, O., Wagner, M. (2003)  
Unfallchirurgie; 2. Auflage  
© Elsevier, Urban und Fischer Verlag, München
162. Sabo, D., Reiter, A., Simank, H.G., Thomsen, M., Lukoschek, M., Ewerbeck, V. (1998)  
Periprosthetic mineralization around cementless total hip endoprosthesis: longitudinal study and cross-sectional study on titanium threaded acetabular cup and cementless Spotorno stem with DEXA.  
© Calcif Tissue Int. 1998 Feb;62(2):177-82.

163. Savarini, L., Baldini, N., Ciapetti, G., Pellacani, A., Giunti, A. (2009)  
Is wear debris responsible for failure in alumina implants?  
© Acta Orthopaedica 2009; 80(2):162.167
164. Saxer, F., Studer, P., Jakob, M. (2011)  
Open stabilization and primary hip arthroplasty in geriatric patients with acetabular fractures:  
combination of minimally invasive techniques  
© Unfallchirurg 2011; 114, 1122-7
165. Schmid, G. (2010)  
Funktionelle Langzeitergebnisse operativ versorgter Azetabulumfrakturen  
unter besonderer Berücksichtigung der Frakturmorphologie und  
des operativen Zugangs  
Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
© Eberhard-Karls Universität Tübingen 2010
166. Schmidt-Rohlfing, B., Reilmann, H., Pape, H.C. (2010)  
Azetabulumfraktur  
Unfallchirurg (2010) 113, 218-219 - Online publiziert 03.März 2010  
© Springer-Verlag 2010
167. Schneider, R. (1989)  
Biomechanics and its surgical applications.  
In Schneider R. Total prosthetic replacement of the hip Chapter 2  
© Hans Huber-Verlag Toronto 1989
168. Schneiders, W., Hartmann, A., Meyner, T., Günther, K.P. (2015)  
Hip endoprosthetics in osteoarthritis after acetabular fractures  
© Orthopade. 2015 Jul;44(7):538-45.
169. Schöffski, O., Graf v.d. Schulenberg, J.M. (2002)  
Gesundheitsökonomische Evaluationen  
© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 2002
170. Schumpelick, V. (2006)  
Operationsatlas Chirurgie  
Unter Mitarbeit von Reinhard Kasperk und Michael Stumpf - 2.überarbeitete Auflage  
© 1997,2006 Georg Thieme-Verlag KG

171. Sentürk, U., Perka, C. (2015)  
Ceramic-on-ceramic bearings in total hip arthroplasty (THA).  
© Z Orthop Unfall. 2015 Apr;153(2):198-202.
172. Sherma, L., Berenbaum, F. (2007)  
Osteoarthritis: A Companion to Rheumatology  
© Elsevier Health Science 2007
173. Siebenrock, K.-A., Tannast, M., Bastian, J.D., Keel, M.J.B. (2013)  
Posteriore Zugänge zum Acetabulum  
Online publiziert 15. März 2013  
© Unfallchirurg 2013, 116:221-226; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013
174. Siewert, J.R., Stein, H.J. (2012)  
Chirurgie, 9., überarbeitete Auflage  
© Springer-Verlag
175. Singh, SP., Bhalodiya HP. (2013)  
Head size and dislocation rate in primary total hip arthroplasty  
© Indian J Orthop. 2013 Sep-Oct; 47(5): 443–448.
176. Stambough, J.B., Pashos, G., Wu, N., Haynes, J.A., Martell, J.M., Clohisy, J.C. (2015)  
Gender Differences in Wear Rates for 28- vs 32-mm Ceramic Femoral Heads on Modern Highly Cross-linked Polyethylene at Midterm Follow-Up in Young Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty.  
© J Arthroplasty. 2015 Oct 28.
177. Statistisches Bundesamt (2005)  
Schwerpunktbericht der Gesundheitsberichterstattung des Bundes;  
Gesundheit von Frauen und Männern im mittleren Lebensalter  
© Robert Koch-Institut 2005
178. Stucki, G., Meier, D., Stucki, S., Michel, B.A., Tyndall, A.G., Dick, W. et al (1996)  
Evaluation einer deutschen Version des WOMAC-Arthrose-Index  
(Western Ontario and McMasters Universities)  
© Z Rheumatol 1996; 55:44-9
179. Surace, M.F., Monestier, L., Vulcano, E., Harwin, S.F., Cherubino, P. (2015)

Conventional Versus Cross-Linked Polyethylene for Total Hip Arthroplasty.

© Orthopedics. 2015 Sep;38(9):556-61.

180. Swanson, M.A., Huo, M.H., (2006)

Conversion total hip replacement following previous acetabular fractures

© Curr Opin Orthop, 2006;17:31-33

181. Thewanger, G. (2011)

Azetabulumfrakturen: Operative Versorgung über den Stoppa-Zugang

© Jatro Unfallchirurgie und Sporttraumatologie

182 Thümler, P., Forst, R., Zeiler, G. (2005)

Modulare Revisionsendoprothetik des Hüftgelenkes

© Springer-Verlag 2005

183. Tian, J.L., Sun, L., Hu, R.Y., Tian, X.B. (2014)

Cementless total hip arthroplasty with structural allograft for massive acetabular defect in hip revision.

© Chin J Traumatol. 2014;17(6):331-4.

184. Tidermark, J., Blomfeldt, R., Ponzer, S., Söderqvist, A., Tömkvist, H. (2003)

Primary total hip arthroplasty with a Burch-Schneider antiprotusion cage and autologous bone grafting for acetabular fractures in elderly patients

© J Orthop Trauma 2003 Mar;17(3):193-7

185. Tile, M., Helfet, D., Kellam, J. (2003)

Fractures of the Pelvis and Acetabulum

© Lippincott Williams and Wilkins 2003

186. Tindall, A., James, K.D., Slack, R., James, C., Shetty, A.A. (2007)

Long-term follow-up of a hydroxyapatite ceramic-coated threaded cup: an analysis of survival and fixation at up to 15 years.

© J Arthroplasty. 2007 Dec;22(8):1079-82.

187. Tosounidis, G., Culemann, U., Bauer, M., Holstein, J.H., Garcia, P., Kurowski, R.,

Pizanis, A., Aghayev, E., Pohlemann, T. (2011)

Osteosynthese bei Acetabulumfrakturen im Alter

© Unfallchirurg Springer-Verlag 2011

188. Vrbka, M., Nečas, D., Bartošík, J., Hartl, M., Křupka, I., Galandáková, A., Gallo, J. (2015)  
Determination of a Friction Coefficient for THA Bearing Couples  
© Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015;82(5):341-7.
189. Wannemacher, M., Debus, J., Wenz, F. (2006)  
Strahlentherapie ; S.828-829  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
190. Weber, M., Berry, D.J., Harmsen, W.S. (1998)  
Total hip arthroplasty after operative treatment of an acetabular fracture  
© J Bone Joint Surg Am. 1998; 80:1295-1305
191. Weigel, B., Nerlich, M.L. (2004)  
Praxisbuch Unfallchirurgie  
© Springer-Verlag 2005
192. Weller, S., Braun, A., Gekeler, J., Volkmann, R., Weise, K. (1998)  
The Bicontact© Hip Implant System  
© Georg Thieme-Verlag Stuttgart, New York 1998
193. Werner, B.W., Brown TE. (2012)  
Instability after total hip arthroplasty  
© World J Orthop. 2012 Aug 18; 3(8): 122–130.
194. Willkomm, M. (2013)  
Praktische Geriatrie – Klinik, Diagnostik, Interdisziplinäre Therapie S. 307  
© Georg Thieme-Verlag KG Stuttgart 2013
195. Winkler, K.H. (2011)  
Facharzt Orthopädie, Unfallchirurgie  
© Urban Fischer Verlag München
196. Winter, E., Weller, S., Höntzsch, D. (1994)  
Die Pfannenaufbauplastik bei Revisionseingriffen nach operativem Hüftgelenksersatz  
Erfahrungen und Ergebnisse nach über 500 Fällen  
© Op-Journal 3:273-279, 1994
197. Wirth, C.J. Zichner, L. (2013)

Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Standardwerk für Klinik und Praxis  
Becken, Hüfte Herausgegeben von Christian Tschauner  
© Georg Thieme-Verlag 2013

198. Wirtz, D.C., Reichel, H., Rader, C. (2008)  
Revisionsendoprothetik der Hüftpfanne  
© Springer-Medizin-Verlag Heidelberg 2008

199. Wolf, H., Wieland, T., Pajenda, G., Vécsei, V., Mousavi, M. (2007)  
Minimally invasive ilioinguinal approach to the acetabulum.  
© Injury. 2007 Oct;38(10):1170-6. Epub 2006 Sep 18.

200. Wülker, N. (2005)  
Orthopädie und Unfallchirurgie Taschenlehrbuch - 2. Auflage  
© Thieme Verlag 2005

201. Zhang, L., Zhou, Y., Li, Y., Xu, H., Guo, X., Zhou, Y. (2011)  
Total Hip Arthroplasty for Failed Treatment of Acetabular Fractures  
A 5-Year Follow-Up Study  
© The Journal of Arthroplasty Vol. 26 No. 8 2011

202. Zhu, S.W., Wang, M.Y., Wu, X.B., Yang, M.H., Sun, X. (2011)  
Operative treatment of associated acetabular fractures via a single Kocher-Langenbeck  
approach  
© Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2011 Feb 1;91(5):327-30.

## **Erklärung zum Eigenanteil**

Die Arbeit wurde in der BG Unfallklinik unter Betreuung von Oberarzt Prof. Dr. med. Gunnar Ochs durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Dr. med Aljoscha Schäffler.

Die Patientenuntersuchungen und die radiologischen Auswertungen wurden von mir in Zusammenarbeit mit den beiden o.g. Ärzten durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

## Danksagung

Mein besonderer Dank geht an

Herrn Univ.- Prof. Dr.med. Ulrich Stöckle, in dessen Klinik die Nachuntersuchungsstudie durchgeführt wurde

meinen Doktorvater Prof. Dr.med. Gunnar Ochs, der mir stets freundschaftlich mit Rat und Tat bei der Durchführung der Studie und dem Erlernen wissenschaftlichen Arbeitens zur Seite stand

Herrn Dr.med. Aljoscha Schäffler, der maßgeblich an der Initiierung, Konzeption und Durchführung der Studie beteiligt war

Frau Tina Weihing aus dem Sekretariat der Endoprothetik der BG Unfallklinik Tübingen

die Mitarbeiter der Röntgenabteilung, der Patientenaufnahme und des Archivs der BG Unfallklinik Tübingen

Frau Dr.med. Ulricke Randel und Herrn Dr.med. Alexander Rosenthal für die fachliche und moralische Unterstützung während des Studiums

Herrn Patrick Bürgel, der mich in das Arbeiten mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel© unterwies

Herrn Dimitri Kosenko, der mich bei der Erstellung des Literaturverzeichnisses unterstützte

meine Eltern Gabriele und Jürgen, sowie an meine Brüder Michael und Steffen