

Aus der Klinik für Klinik für  
Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie,  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar  
Direktor: Prof. Dr. Tim Pohlemann

# **Patientenorientiertes Outcome nach unilateraler Acetabulumfraktur**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin*  
der Medizinischen Fakultät  
der **UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2020

vorgelegt von:  
Jan Philipp Weimer  
geb. am: 29.04.1980 in Saarbrücken

Tag der Promotion:

17.08.2021

Dekan:

Prof. Dr. Michael D. Menger

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Tim H. Pohlemann

Prof. Dr. med. Stefan Landgraeber

**Für Sophie und meine Familie.**

# 1. Inhaltsverzeichnis

<b>1. Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>.....</b>
1.1 Tabellenverzeichnis.....	III
1.2 Abbildungsverzeichnis.....	IV
1.3 Abkürzungsübersicht.....	V
<b>2. Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
2.1 Zusammenfassung (deutsch).....	1
2.2 Abstract.....	2
<b>3. Einleitung und eigene Fragestellung .....</b>	<b>3</b>
3.1 Epidemiologie/Historie.....	3
3.2 Unfallmechanismus.....	4
3.3 Diagnostik.....	5
3.4 Letournel-Klassifikation.....	7
3.5 Operative Zugangswege .....	8
3.5.1 OP-Vorbereitung.....	8
3.5.2 Kocher-Langenbeck-Zugang .....	8
3.5.3 Ilioinguinaler Zugang .....	10
3.5.4 Stoppa-Zugang.....	12
3.5.5 Erweiterte Zugänge .....	12
3.5.6 Minimal invasive Verfahren.....	13
3.6 Komplikationen.....	13
3.7 OP-Indikation .....	15
3.8 Geriatrische Acetabulumfrakturen .....	16
3.9 Posttraumatische Coxarthrose.....	18
3.10 Endoprothetik bei Acetabulumfrakturen .....	19
3.11 Outcome/Lebensqualität .....	20
<b>4. Material und Methode .....</b>	<b>22</b>

4.1	<i>Beckendatenbank</i>	22
4.2	<i>Fragebögen</i>	22
4.2.1	European Quality of Life 5 Dimensions (EQ-5D)	22
4.2.2	Shortform-12 (SF-12)	23
4.2.3	Hüftfragebogen	24
4.2.4	Ausgewertete Parameter	25
4.2.5	Injury Severity Score (ISS)	25
4.3	<i>Statistische Auswertung</i>	27
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>28</b>
5.1	<i>Deskriptive Statistik</i>	28
5.1.1	Operative Versorgung, H-TEP-Implantationen	30
5.1.2	Verletzungsmuster, Verletzungsschwere	32
5.1.3	Frakturmorphologie	33
5.1.4	Dislokation, OP-Dauer, Verweildauer, Zugangswege	36
5.1.5	Aufteilung nach Zentren	37
5.1.6	Nachuntersuchungs-Zeitraum	37
5.1.7	Komplikationen	38
5.2	<i>Outcome im Vergleich zur Normalbevölkerung</i>	39
5.3	<i>Univariate Regressionsanalyse</i>	39
5.3.1	SF-12/ EQ-5D	40
5.3.2	Zusammenfassung	40
5.4	<i>Multiple Regressionsanalyse</i>	41
5.4.1	Statistische Prüfung der Gruppen	41
5.4.2	Multiple Regressionsanalyse	44
5.5	<i>Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse</i>	51
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>52</b>
6.1	<i>Fragebögen/ Epidemiologie</i>	52
6.2	<i>Lebensqualität</i>	55
6.2.1	Initiale Dislokation	56
6.2.2	Postoperative Reposition	56
6.2.3	Frakturform	57
6.2.4	H-TEP-Implantation	57
6.3	<i>Stärken und Schwächen</i>	59
<b>7.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>61</b>

<b>8.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>68</b>
<b>9.</b>	<b>Tabellarischer Lebenslauf .....</b>	<b>69</b>
<b>10.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>70</b>
10.1	<i>SF-12 Fragebogen .....</i>	<i>70</i>
10.2	<i>EQ-5D-Fragebogen .....</i>	<i>71</i>
10.3	<i>Hüftfragebogen nach Pohlemann. ....</i>	<i>72</i>

## 1.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: EQ-5D, nationale Normwerte für altersbezogene Gruppen (Szende et al.) .....	23
Tabelle 2: Mittelwerte des SF-12 (PCS und MCS).....	24
Tabelle 3: Parameter und Werte für die statistische Auswertung .....	26
Tabelle 4: OP, H-TEP-Implantation.....	31
Tabelle 5: Geschlecht und Therapiekonzept.....	31
Tabelle 6: Unterschiede von Mann und Frau bei H-TEP-Implantation.....	31
Tabelle 7: Altersklassen und Therapiekonzept. ....	31
Tabelle 8: Werteverteilung der metrischen Prädiktoren .....	36
Tabelle 9: Durchschnittswerte des Outcomes im Vergleich zur Normalbevölkerung für ein Patientenalter unter 65 Jahre .....	39
Tabelle 10: Durchschnittswerte des Outcomes im Vergleich zur Normalbevölkerung für ein Patientenalter über 64 Jahre .....	39
Tabelle 11: Univariate Regressionsanalyse, SF-12/ EQ-5D .....	40
Tabelle 12: Univariate Regressionsanalyse Hüftfragebogen .....	40
Tabelle 13: Auftreten der Letournel- Klassifikation in den beiden Nachuntersuchungszeiträumen.....	42
Tabelle 14: Operative Therapie in Abhängigkeit der Letournel-Klassifikation.....	43
Tabelle 15: Kreuztabelle: H-TEP-Implantation in Abhängigkeit der Letournel-Klassifikation. ....	44
Tabelle 16: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D .....	45
Tabelle 17: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, NU unter fünf Jahre.....	45
Tabelle 18: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, NU über fünf Jahre.....	46
Tabelle 19: Ordinale Regression, Hüftfragebogen. ....	46
Tabelle 20: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, NU unter fünf Jahre.....	46
Tabelle 21: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach Operation. ....	47
Tabelle 22: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach OP, NU unter fünf Jahre.....	47
Tabelle 23: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach OP, NU über fünf Jahre.....	48
Tabelle 24: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Aufteilung nach Operation .....	48
Tabelle 25: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Aufteilung nach OP, NU unter fünf Jahre.....	48
Tabelle 26: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, Fälle ohne H-TEP-Implantation.....	49
Tabelle 27: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Fälle ohne H-TEP-Implantation.....	49
Tabelle 28: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, Fälle mit H-TEP-Implantation.....	50
Tabelle 29: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, ohne H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre .....	50
Tabelle 30: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, ohne H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre .....	50
Tabelle 31: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, mit H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre .....	50
Tabelle 32: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, mit H-TEP-Implantation, NU >5 Jahre .....	51
Tabelle 33: Übersicht über bisherige Studien zum Outcome nach Acetabulumfrakturen mit SF (36/12), EQ-5D. .54	

## 1.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: AP-Röntgenaufnahme der Hüfte (Bartlett and Helfet 2003).....	5
Abbildung 2: Ala-Aufnahme-Schrägaufnahme der Beckenschaufel (Judet) aus (Bartlett and Helfet 2003). ....	6
Abbildung 3: Obturator-Aufnahme (Judet) aus (Bartlett and Helfet 2003). ....	6
Abbildung 4: Darstellung des vorderen und hinteren Pfeilers aus (Bartlett and Helfet 2003). ....	7
Abbildung 5: Die fünf elementaren Frakturformen nach Letournel aus (Bartlett and Helfet 2003).....	7
Abbildung 6: die fünf mit den Grundtypen assoziierten Frakturformen aus (Bartlett and Helfet 2003). ....	8
Abbildung 7: Kocher-Langenbeck-Zugang, Schnittführung (Bartlett and Helfet 2003). ....	9
Abbildung 8: Kocher-Langenbeck-Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003). ....	10
Abbildung 9: Ilioinguinaler Zugang. Schnittführung (Bartlett and Helfet 2003).....	11
Abbildung 10: Ilioinguinaler Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003). ....	11
Abbildung 11: Ilioinguinaler Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003). ....	12
Abbildung 12: Darstellung des Matta-Winkels (Rüter et al. 2004).....	15
Abbildung 13: Einschluss der Patienten und Gruppenaufteilung .....	29
Abbildung 14: Altersverteilung getrennt für Männer und Frauen.....	30
Abbildung 15: Indikationen zum konservativen Therapieregime (n=20) .....	30
Abbildung 16: Altersunterschied bei H-TEP-Implantation. ....	32
Abbildung 17: Aufteilung nach Verletzungsarten (n=160).....	32
Abbildung 18: Verteilung der ISS-Werte (n=176).....	33
Abbildung 19: ISS in Abhängigkeit von Alter (n=176) .....	33
Abbildung 20: Aufteilung nach Letournel-Stadien (n= 167).....	34
Abbildung 21: Aufteilung nach Trümmerzone in der AP-Ebene (n=157) .....	34
Abbildung 22: Aufteilung nach Hinterwandbeteiligung (n=161) .....	35
Abbildung 23: Aufteilung nach Hüftkopfschädigung (n=70) .....	35
Abbildung 24: Aufteilung nach Zugangswegen beim Ersteingriff (n=145) .....	37
Abbildung 25: Aufteilung nach Kliniken (n=187) .....	37
Abbildung 26: Aufteilung nach Nachuntersuchungszeiträumen.....	38
Abbildung 27: Altersverteilung bei H-TEP-Implantation .....	43

### 1.3 Abkürzungsübersicht

AF	Acetabulumfraktur
AG	Arbeitsgemeinschaft
AIS	Abbreviated Injury Scale
AP	Anterior-Posterior
EQ5D	European Quality of Life 5 Dimensions
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
HFB	Hüft-Fragebogen
H-TEP	Hüft-Total-Endoprothese
IQR	Inter-Quartile-Range
ISG	Iliosakralgelenk
MW	Mittelwert
ORIF	Offene Reposition und Innere Fixation
QOL	Quality of Life
PROMIS	Patient reported Outcome Measurement
SD	Standartabweichung
SF-12 MCS	Short-Form-Health Survey/Mental Component Summary
SF-12 PCS	Short-Form-Health Survey/ Physical Component Summary
THA	Total-Hip-Arthroplasty
UKS	Universitätsklinikum des Saarlandes
Z. n.	Zustand nach

## 2. Zusammenfassung

### 2.1 Zusammenfassung (deutsch)

Bei Acetabulumfrakturen handelt es sich um seltene Verletzungen. Seit den Innovationen von Judet und Letournel, die als die Pioniere der Acetabulum-Chirurgie gelten, ist die chirurgische Versorgung ein etabliertes Verfahren. Gleichsam stellt die Acetabulumfraktur sowohl für den Chirurgen als auch für den Patienten eine Herausforderung dar. Trotz optimaler Versorgung der Frakturen entwickeln weiterhin ca. 20% der Patienten im Verlauf eine manifeste posttraumatische Coxarthrose. Durch die demographische Entwicklung kam es zu einem Anstieg des durchschnittlichen Patientenalters. Bisher gibt es wenige Studien mit großen Patientenzahlen, die sich mit Prädiktoren für die Lebensqualität im Anschluss an diese Verletzung beschäftigen.

Ziel dieser Studie ist es negative oder positive Prädiktoren für das Outcome nach Acetabulumfrakturen im Hinblick auf die Lebensqualität zu identifizieren. Hierzu wurden die Daten von 178 Patienten mit einer unilateralen Acetabulumfraktur aus der AG I-III aus dem Beckenregister der Arbeitsgemeinschaft Becken der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie retrospektiv aufgearbeitet. Bei 89 Patienten (55%) handelte es sich um eine isolierte Acetabulumfraktur. Patienten mit einer sonstigen Fraktur im Bereich des Beckens wurden ausgeschlossen. Das Patientenalter lag zwischen 19 und 92 Jahren, bei einem Median von 49,5 Jahren (IQR 26 Jahre). Der ISS lag zwischen 4 und 38, bei einem Median von 9 (IQR 4). Die Mehrzahl der Patienten (83%) wurden operativ versorgt. Bei 15 der restlichen 31 Patienten wurde aufgrund einer stabilen, gering dislozierten Fraktur ein konservatives Prozedere festgelegt. Bei 37 Patienten wurde ein Hüft-TEP implantiert. Die Erfassung der Lebensqualität erfolgte mit den Fragebögen SF-12, EQ5D und dem Hüftfragebogen. Der Nachuntersuchungszeitraum (NU) lag zwischen 3 und 19 Jahren, bei einem Median von 4,73 Jahren (IQR 3,26 Jahre). Die Mehrzahl der Patienten waren Männer (82%).

Bei zwei Patienten trat eine Thrombose mit Lungenembolie auf. In sechs Fällen wurden neurologische Komplikationen dokumentiert, die nicht weiter beschrieben wurden. Bei sieben Patienten trat ein Hämatom bzw. Serom auf, ob eine chirurgische Revision erfolgte, ist nicht dokumentiert. Eine Implantatlockerung trat viermal auf. Zur sekundären Dislokation von Fragmenten kam es in zwei Fällen. Beide Frakturen waren chirurgisch versorgt worden (einmal Schraubenosteosynthese, einmal Plattenosteosynthese). Das Outcome für den EQ5D und beide Qualitäten des SF-12 lagen unter den altersbezogenen Werten der Normalbevölkerung.

## 2.2 Abstract

Fractures of the acetabulum are rare injuries. Since the innovations of Judet and Letournel, the pioneers of acetabular-surgery, surgical treatment has been an established procedure. Nonetheless, this injury is a challenge both for the surgeon as well as the patient. Despite improvements in treatment, 20% of patients still subsequently develop a hip osteoarthritis. Due to demographic change, there is a rise in patients' average age. So far, there have only been few studies with large numbers of patients which deal with predictors of quality of life following this serious injury. The aim of this study was to describe positive and negative predictors for the outcome in terms of QOL after acetabular fractures. Therefore, 178 patients from the AG I-III of the pelvic-registry of the pelvic working group of the German Society of Traumatology (DGU) with a unilateral fracture of the acetabulum were evaluated retrospectively. In 89 cases (55%) there were no concomitant injuries to the acetabular fracture. Patients with further fractures of the pelvis were excluded. The age of the patients ranged from 19 to 92 years, with a median of 49.5 years (IQR 26 years). The ISS was between 4 and 38 with a median of 9 (IQR 4). The majority of the patients were treated surgically (83%). In 15 of the 31 patients with a non-surgical treatment, the reason was a stable fracture with small dislocation. In 37 cases a THA (Total-Hip-Arthroplasty) was performed. QOL was assessed through the standard questionnaires SF-12, EQ5D and the 'Hüftfragebogen'. The follow-up period ranged from 3 to 19 years, with a median of 4.73 years (IQR 3.26 years). The majority of patients were men (82%). There were two cases of thrombosis with pulmonary embolism. Six cases of neurological complications, without further specification were documented. In seven cases, there was a hematoma or seroma without documentation of further surgical treatment. A loosening of the implants occurred in three, a failure of the implants in one case. A secondary dislocation of the fracture was noted in two cases, both were treated surgically (one screw-osteosynthesis, one plate fixation). The Outcome of the EQ5D and the SF-12 were below the age-specific norm.

### **3. Einleitung und eigene Fragestellung**

#### 3.1 Epidemiologie/Historie

Acetabulumfrakturen sind mit einer Inzidenz von 3/100.000 pro Jahr nach wie vor selten (Laird and Keating 2005). Lange Zeit galten sie trotz der damals hohen Rate an posttraumatischer Coxarthrose hauptsächlich als konservativ therapierbar. Die Unterteilung der Frakturen erfolgte zunächst nur in Frakturen mit dorsaler und zentraler Luxation (Alton and Gee 2014). 1961 veröffentlichte Letournel seine Arbeit über eine erweiterte Fraktur-Klassifikation mit chirurgischen Zugangswegen zum Acetabulum (Letournel 1961). Der mit der Zunahme der Mobilität einhergehende Anstieg der Inzidenz bei gleichzeitig enttäuschenden Ergebnissen der konservativen Therapie ließen Judet et al. die Bemühungen in ein operatives Therapie-Konzept intensivieren (Judet et al. 1964). In ihrer Arbeit von 1964 wurden 129 Patienten operativ versorgt und dabei die radiologischen Befunde mit den intraoperativen Befunden korreliert. Basierend auf der Bildgebung in drei Ebenen (Röntgen AP, internal und external 45° Schräg-Aufnahme (Judet-View)) von normalen und frakturierten Acetabula wurden der vordere und hintere Pfeiler definiert. Sieben Fraktur-Muster wurden beschrieben, es wurden bereits einfache und kombinierte Frakturtypen unterschieden (Alton and Gee 2014). 1980 veröffentlichte Letournel seine überarbeitete Fraktur-Klassifikation über 647 Patienten, von denen 582 operativ versorgt worden waren. Nun wurden zehn Frakturtypen unterschieden, fünf einfache (hintere Wand, hinterer Pfeiler, vordere Wand, vorderer Pfeiler, Querfraktur) und fünf kombinierte Frakturen (hinterer Pfeiler + hintere Wand, Querfraktur + hintere Wand, T-Fraktur, vorderer Pfeiler + hintere Hemiquerfraktur, Zwei-Pfeiler-Fraktur) (Letournel 1980). Vor dem Hintergrund der bis dato hohen Arthrose-Raten bei konservativer Therapie beobachtete Letournel, dass eine qualitativ hochwertige Reposition der Gelenkfläche die klinischen Ergebnisse verbesserte und die Arthrose-Entstehung reduzierte. Bei einem Follow-up von 2 bis 21 Jahren lag die Arthrose-Rate bei 5,4% bei anatomischer Reposition gegenüber 30,7% bei unvollständiger Reposition. Eine operative Versorgung nach einem Intervall von drei Wochen reduzierte in seinen Beobachtungen die Wahrscheinlichkeit eine zufriedenstellende Reposition zu erzielen. Nach ihren operativen Erfahrungen wurden für bestimmte Frakturmuster chirurgische Zugangswege festgelegt. Der Kocher-Langenbeck-Zugang wurde verwendet um die posterioren Strukturen zu adressieren, während der ilioinguinale Zugang für die anterioren Strukturen des Acetabulums angewandt wurde. Neben der Fraktur-Klassifikation wurden von Letournel weiterhin die Richtlinien zur Reposition beschrieben. Eine anatomische Rekonstruktion der zwei Pfeiler führe zu einer Wiederherstellung des Acetabulums, wenn keine impaktierten Fragmente vorliegen, könne dies auch ohne direkte Darstellung der Gelenkfläche erfolgen. Die

Wichtigkeit, bei Vorliegen mehrerer Fraktur-Linien keine unvollkommene Reposition zuzulassen, da sich auch kleinste Dislokationen zu einem insuffizienten Endergebnis akkumulieren, wurde betont (Alton and Gee 2014). Basierte die Letournel-Klassifikation auf Röntgen-Bildern, kam es mit Einführung des CT in die Versorgung von Trauma-Patienten auch zu einer Verbesserung der Diagnostik von Acetabulum-Frakturen, speziell Frakturen im Bereich der quadrilateralen Fläche, des Acetabulum-Daches, der hinterer Acetabulum-Lippe sowie von freien Gelenk-Körpern (Alton and Gee 2014, Harley et al. 1982, Shirkhoda et al. 1980). Es gibt kontroverse Meinungen, ob die zusätzlichen Informationen der CT die Verlässlichkeit der Letournel-Klassifikation steigern (Alton and Gee 2014). Laut Visutipol et al. erhöht ein zusätzlicher 3D-CT-Scan nicht die intra- und inter-Observer Reliabilität im Vergleich zur alleinigen Auswertung der Röntgenaufnahmen (Visutipol et al. 2000). Hüfner et al. zeigten, dass durch eine zusätzliche CT-Untersuchung eine Verbesserung der Diagnostik, vor allem bei Gruppen mit wenig Berufserfahrung zu beobachten ist (Hufner et al. 1999). Beschreibt die Letournel-Klassifikation die Fraktur-Muster und erleichtert damit auch die Wahl des Zugangsweges, gibt sie jedoch keine Informationen über die Stabilität der Fraktur, da innerhalb der Frakturtypen eine hohe Varianz besteht. Die Schwierigkeit lässt sich am Beispiel der Acetabulum-Hinterwand beschreiben, die bei drei von 10 Fraktur-Typen beteiligt ist. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Fragmentgröße, des Weichteil-Schadens und der Kapsel-Verletzung sind manche Frakturen stabil, andere hoch-instabil (Alton and Gee 2014). Nach Calkins gelten Hinterwandfrakturen als stabil, wenn mehr als 55% der Hinterwand intakt sind (Calkins et al. 1988).

### 3.2 Unfallmechanismus

Der überwiegende Anteil an Acetabulumfrakturen ist die Folge eines indirekten Traumas, bei welchem die Kraftübertragung auf das Acetabulum über den Oberschenkel erfolgt. Die äußere Kraft wirkt entweder am Trochanter major, am gebeugten Knie oder am Fuß beim gestreckten Bein. Begleitverletzungen im Bereich des Beckens müssen ausgeschlossen werden. Auf eine Morel-Lavalle-Läsion können Kontusionen und Abschürfungen am Trochanter major oder dem Beckenkamm hindeuten. Bei einer Morel-Lavalle-Läsion handelt es sich um ein Decollement mit ausgeprägtem Hämatom und Fettgewebsnekrosen. Obwohl es sich definitionsgemäß um eine geschlossene Verletzung handelt, ist die Infektionsgefahr sehr hoch. Offene Frakturen müssen weiterhin per rektaler und vaginaler Untersuchung abgeklärt werden. Auf eine Verletzung der Harnwege kann eine Hämaturie sowie Blut am Meatus hindeuten. Bei Frakturen mit Beteiligung der Incisura ischiadica besteht die Gefahr einer Verletzung der A. glutea superior, bei hämodynamisch instabilen Patienten sollte eine Angiographie erfolgen um eine Verletzung der Beckengefäße auszuschließen. Die bereits präoperative neurologische Untersuchung, speziell eine Abklärung einer N. ischiadicus Läsion, hier ist am häufigsten der N.

fibularis kompromittiert, ist sowohl aus diagnostischer, therapeutischer als auch aus juristischer Sicht indiziert (Bartlett and Helfet 2003).

### 3.3 Diagnostik

Als Basisdiagnostik bei Patienten mit adäquatem Verletzungsmechanismus gilt die Beckenübersichtsaufnahme. Bei Verdacht auf eine Acetabulumfraktur werden die drei folgenden Röntgenaufnahmen durchgeführt (Abb. 1-3):

- **AP-Aufnahme:** Aufnahme des verletzten Hüftgelenkes im AP-Strahlengang.
- **Ala-Aufnahme** – Schrägaufnahme der Beckenschaufel: Hier kann der hintere Pfeiler und die vordere Wand beurteilt werden. Zur Durchführung wird die unverletzte Seite um 45° angehoben. Die Beckenschaufel wird koronar, das Foramen obturatorium im Profil abgebildet.
- **Obturator-Aufnahme:** Anhand dieser Aufnahme können der vordere Pfeiler und der hintere Pfannenrand beurteilt werden. Das Becken ist um 45° zur unverletzten Seite gedreht. (Bartlett and Helfet 2003)

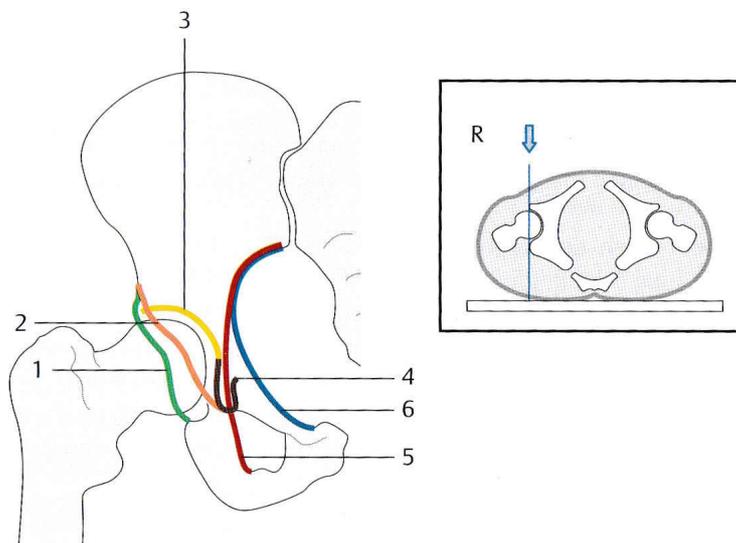


Abbildung 1: AP-Röntgenaufnahme der Hüfte (Bartlett and Helfet 2003).

Die sechs essentiellen Orientierungspunkte nach Letournel: Acetabulumhinterwand (1), Vordere Wand des Acetabulums (2), Pfannendach (Dom/Kuppel) (3), Köhler'sche Tränenfigur (4), Linea ilioischiadica (vorderer Pfeiler) (5), Linea iliopectinea (hinterer Pfeiler) (6).

## Einleitung

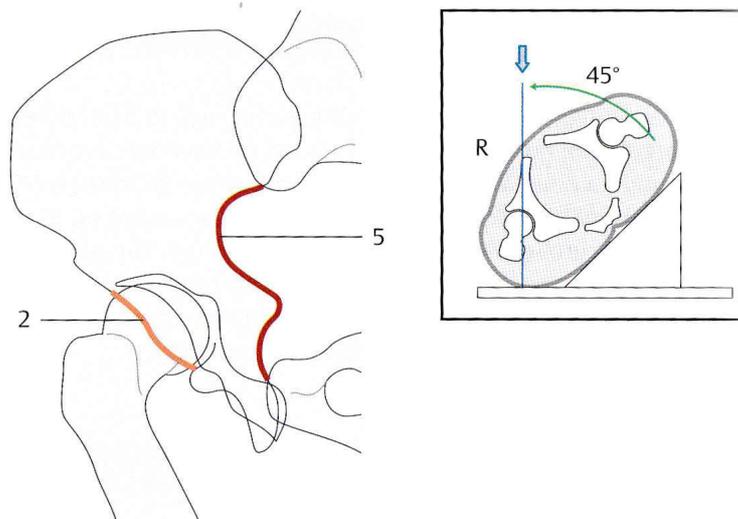


Abbildung 2: Ala-Aufnahme-Schrägaufnahme der Beckenschaufel (Judet) aus (Bartlett and Helfet 2003).

Vordere Wand (2), hinterer Pfeiler (5).

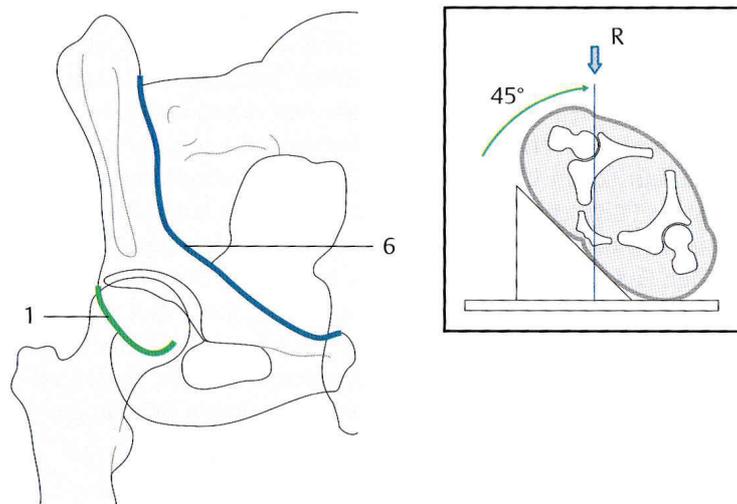


Abbildung 3: Obturator-Aufnahme (Judet) aus (Bartlett and Helfet 2003).

hintere Wand (1), vorderer Pfeiler (6).

Die weitere Abklärung per CT ist hilfreich um kleine dislozierte Gelenkfragmente zu detektieren. Weiterhin lassen sich per CT Impaktierungen der Gelenkfläche, Fehlstellung und Rotation des hinteren Pfeilers sowie Femurkopf-Frakturen besser diagnostizieren. Das hierdurch bessere Verständnis des Frakturverlaufes ermöglicht eine höhere Sicherheit der Implantatlage (Bartlett and Helfet 2003).

### 3.4 Letournel-Klassifikation

Das von Judet und Letournel eingeführte Klassifikationssystem basiert auf dem anatomischen Konzept, dass das Acetabulum aus zwei Säulen oder Pfeilern aufgebaut ist (Abb. 4) (Judet et al. 1964).

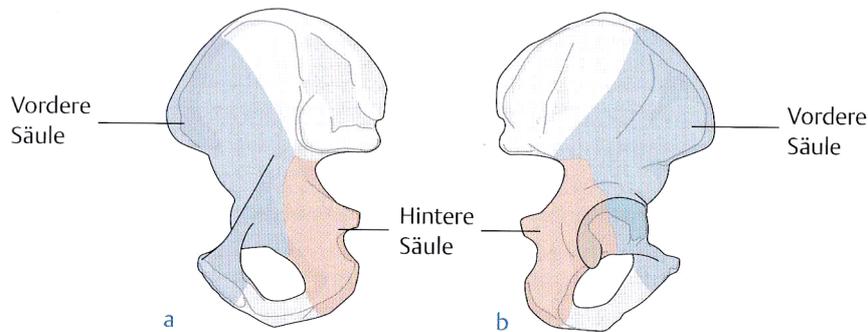


Abbildung 4: Darstellung des vorderen und hinteren Pfeilers aus (Bartlett and Helfet 2003).

Die beiden Pfeiler, die das Acetabulum bilden. Der vordere Pfeiler ist rot, der hintere Pfeiler ist blau markiert. (a: Blick auf die Innenseite, b: Blick auf die Außenseite).

Die Klassifikation basiert auf fünf elementaren Frakturformen und fünf mit den Grundtypen assoziierten Frakturformen (Abb. 5, 6). Die hohe Intra- und Interbeobachterzuverlässigkeit wurde von Beaulé belegt (Beaulé et al. 2003). Die Letournel-Klassifikation ist anerkannt und in die detaillierte Müller-AO-Klassifikation eingearbeitet (Bartlett and Helfet 2003).

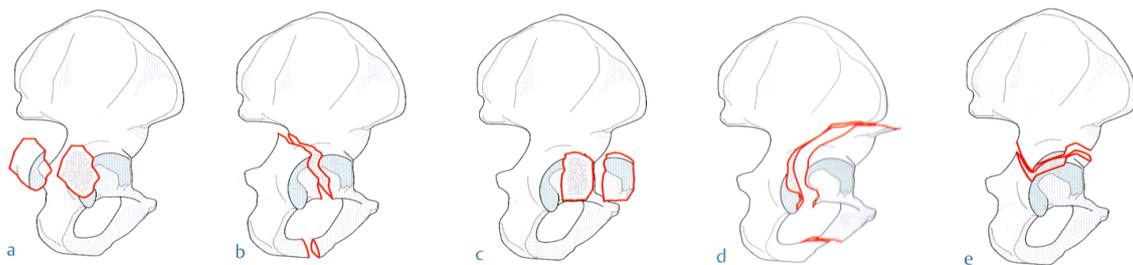


Abbildung 5: Die fünf elementaren Frakturformen nach Letournel aus (Bartlett and Helfet 2003).

Hintere Wand (a), hinterer Pfeiler (b), Vordere Wand (c), vorderer Pfeiler (d), Querfraktur (e).

## Einleitung

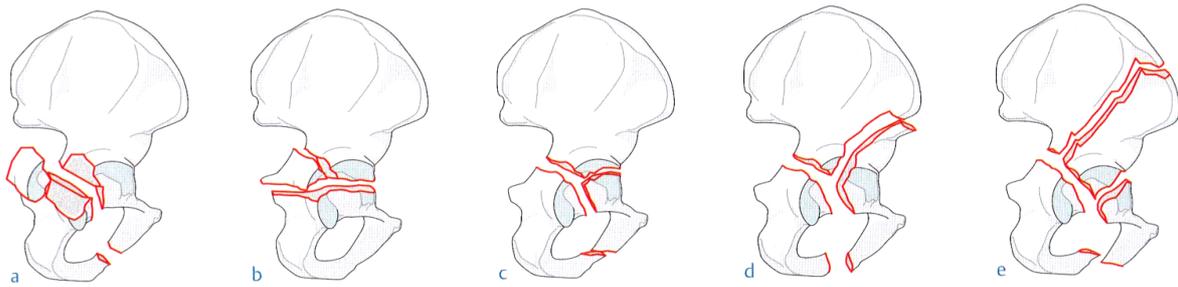


Abbildung 6: die fünf mit den Grundtypen assoziierten Frakturformen aus (Bartlett and Helfet 2003).

Hinterer Pfeiler mit hinterer Wand (a), Querfraktur mit Hinterwandfraktur (b), T-Fraktur (c), Fraktur des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur (d), Zwei-Pfeiler-Fraktur (e).

### 3.5 Operative Zugangswege

#### 3.5.1 OP-Vorbereitung

Die Lagerung auf einen OP-Tisch, der sowohl die intraoperative Durchleuchtung als auch die intraoperative Extension erlaubt, ist erforderlich. Die Anlage eines Blasenkatheters ist notwendig, der Einsatz eines Cell-Savers ermöglicht eine Reduktion der Fremdblutgabe (Bartlett and Helfet 2003). Intraoperatives Nerven-Monitoring (z.B. somatosensibel evozierte Potentiale) zeigt bisher keinen Nutzen gegenüber einer sorgfältig durchgeführten Operation (Haidukewych et al. 2002). Die Wahl des Zugangsweges hängt häufig von der Erfahrung des Operateurs ab, der gewählte Zugang sollte jedoch die beste Möglichkeit zur Reposition und Osteosynthese der Fraktur geben (Bartlett and Helfet 2003). Die am häufigsten verwendeten Zugangswege sind nach wie vor der Kocher-Langenbeck und der ilioinguinale Zugang (Ochs et al. 2010).

#### 3.5.2 Kocher-Langenbeck-Zugang

Der Kocher-Langenbeck-Zugang ist ein posteriorer Zugang. Er ermöglicht die Freilegung des retroazetabulären Bereiches, des Os innominatum am Os ischium bis zum Foramen ischiadicum majus. Der palpierende Finger kann durch die Foramina ischiadica majus und minus die Beckeninnenfläche und den vorderen Pfeiler erreichen. Zum Reponieren von Fragmenten können Repositionszangen durch das Foramen ischiadicum positioniert werden. Der Zugang zum kranialen Anteil der Beckenschäufel wird durch das obere gluteale Gefäß-Nerven-Bündel limitiert. Abhängig vom Frakturtyp wird der Patient entweder in Seiten- oder Bauchlage gelagert. Zur Entspannung des N. ischiadicus sollten das Hüftgelenk gestreckt und das Kniegelenk ca. 90° gebeugt sein (Bartlett and Helfet 2003). Der Hautschnitt verläuft entlang der posterioren Hälfte des Trochanter major ca. 8 cm nach distal entlang des Femurschaftes und nach proximal in einem leicht geschwungenem Bogen Richtung Spina iliaca posterior (Abb. 7). Der M.

## Einleitung

gluteus maximus wird vorsichtig stumpf gespreizt, nachdem zuvor die Fascia lata gespalten wurde. Entlang des medialen Randes des M. quadratus femoris kann der N. ischiadicus regelmäßig identifiziert werden. Bei erhöhter Spannung kann eventuell ein Teil des Ansatzes des M. gluteus maximus inzidiert werden. Die kurzen Außenrotatoren (M. piriformis, M. obturatorius internus, Mm. gemelli) werden durch Innenrotation der Hüfte unter Zug gesetzt, mit Haltefäden angeschlungen und am femoralen Ansatz durchtrennt. Die A. circumflexa femoris medialis wird ca. 1,5 cm proximal der Insertion am Femurkopf gelöst, um sie zu schützen. Die Sehne des M. obturatorius internus gibt Zugang zum Foramen ischiadicum minor und schützt den N. ischiadicus. Der Zugang zum Foramen ischiadicum majus erfolgt über Zurückhalten der Sehne des M. piriformis. Durch vorsichtiges Einsetzen von stumpfen Hohmann-Haken wird eine Übersicht über die gesamte retroazetabuläre Fläche ermöglicht (Abb. 8). Beim Austritt aus dem Foramen ischiadicum majus muss das superiore gluteale Gefäß-Nerven-Bündel besonders beachtet werden. Eine Osteotomie des Trochanter major verschafft bei hohen queren transtektalen oder T-Frakturen einen besseren Zugang zu den kranialen gewichttragenden Anteilen des Acetabulums. Hierbei erhöht sich das Risiko für heterotrope Ossifikationen und die Entstehung einer Pseudarthrose an der Osteotomiestelle im Trochanter major. Beim Wundverschluss können die Außenrotatoren am Trochanter major entweder transossär durch Bohrkanäle oder an der rückseitigen Weichteilmanschette fixiert werden. Wenn erforderlich werden oberflächliche und tiefe Saugdrainagen verwendet (Bartlett and Helfet 2003).

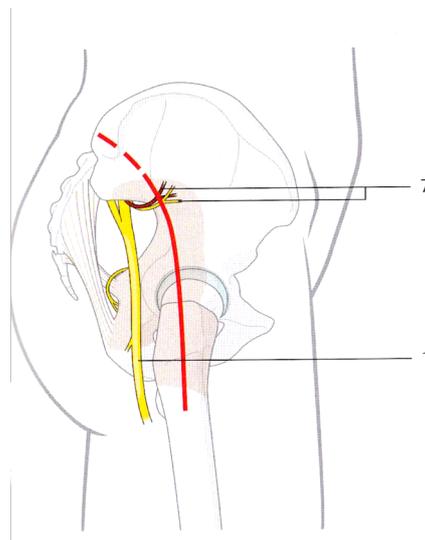


Abbildung 7: Kocher-Langenbeck-Zugang, Schnittführung (Bartlett and Helfet 2003).

## Einleitung

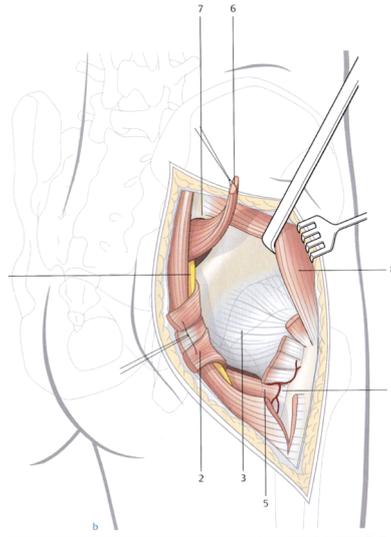


Abbildung 8: Kocher-Langenbeck-Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003).

Der N. ischiadicus (1) muss geschont werden. Nach Spaltung der kurzen Außenrotatoren (2) liegt die hintere Kapsel (3) frei. Die medialen femoralen Gefäße (4) versorgen den Femurkopf und verlaufen nahe zum M. quadratus femoris (5). Diese werden durch Verzicht auf jegliche Präparation des Muskels geschützt. Der M. piriformis (6) wird durchtrennt. Der M. gluteus medius (8) wird retrahiert (Bartlett and Helfet 2003).

### 3.5.3 Ilioinguinaler Zugang

Dieser Zugangsweg wurde von Letournel und Judet entwickelt (Letournel 1993), er ermöglicht einen direkten Einblick auf die Innenseite der Beckenschaufel, die anteriore Fläche des Iliosakral-Gelenkes (ISG), den gesamten vorderen Pfeiler und die Symphyse. Zur OP befindet sich der Patient in Rückenlage. Die Inzision beginnt am Beckenkamm über der Mitte der Crista iliaca entlang der Spina iliaca anterior superior, des Leistenbandes bis ca. 2cm oberhalb der Symphyse (Abb. 9). Im Bereich des Übergangs zum Periost wird die Faszie des M. obliquus externus scharf nach medial abgetrennt. Der M. iliacus und die Abdominal-Muskeln werden subperiostal abpräpariert. Zur Blutstillung kann zwischenzeitlich ein Bauchtuch in die Fossa iliaca eingelegt werden.

Nach Inzision bis auf die Aponeurose des M. obliquus externus abdominis wird der äußere Leistenring identifiziert und der Samenstrang angeschlungen. Die Faszie wird auch nach lateral hin inzidiert, ein 2mm breiter Saum wird stehen gelassen. Der darunter gelegene N. cutaneus femoris lateralis ist zu schonen. Die Inzision wird bis zum Umschlag der Faszia iliopectinea nach medial fortgeführt. Die gemeinsame Sehnenplatte der Bauchmuskeln sollte erhalten bleiben. Der Zugang zum Spatium retropubicum (Retzius-Raum) kann durch periostales Ablösen des ipsilateralen M. rectus abdominis erfolgen. Bei liegendem Blasenkatheter ist das Risiko einer Blasenverletzung reduziert.

Der M. iliopsoas und N. femoralis werden lateralseitig, die femoralen Gefäße und Lymphbahnen mediallyseitig von der Faszia iliopectinea abgeschoben. Vor Anschlingen der

## Einleitung

Femoralgefäße muss eine Anastomose zwischen der A. iliaca externa und der A. obturatoria oder den tiefen epigastrischen Gefäße ausgeschlossen werden.

Der komplette ilioinguinale Zugang ermöglicht den Zugang zum vorderen Pfeiler durch vier Fenster (Abb. 10 und 11):

- I Lateral: lateral zum M. iliopsoas
- II Mittig: zwischen M. iliopsoas/ N. femoralis und den externen Iliakalgefäßen
- III Medial: zwischen den externen Iliakalgefäßen und dem Ductus spermaticus
- IV Median: medial des Ductus spermaticus  
(bzw. des Ligamentum teres uteri bei Frauen)

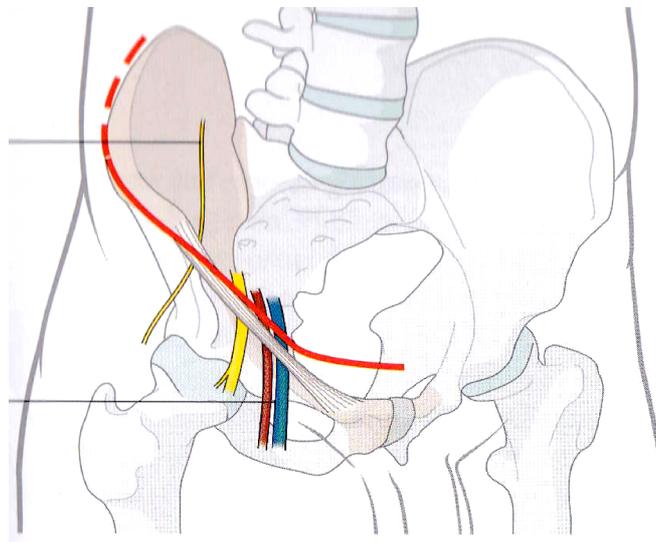


Abbildung 9: Ilioinguinaler Zugang. Schnitfführung (Bartlett and Helfet 2003).

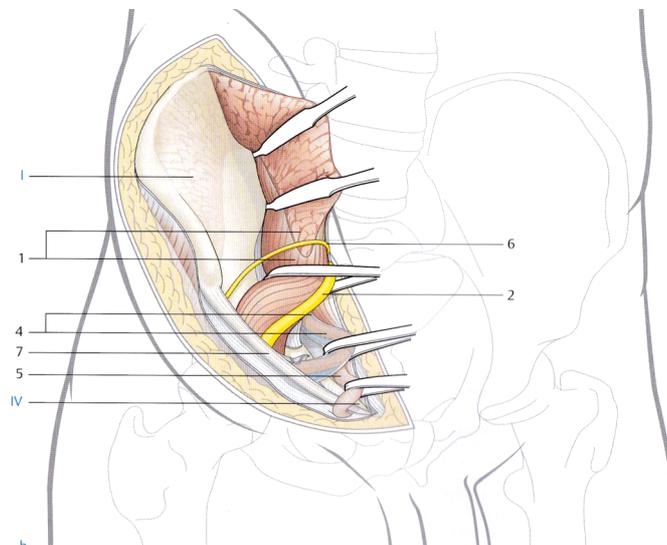


Abbildung 10: Ilioinguinaler Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003).

## Einleitung

Laterales Fenster (I), Medianes Fenster (IV), M. iliopsoas (1), N. femoralis (2), A. und V. femoralis (3), A. und V. iliaca externa (4), Ductus spermaticus (5), N. cutaneus femoralis lateralis (6), Ligamentum inguinale (7).



Abbildung 11: Ilioinguinaler Zugang, tiefe Präparation (Bartlett and Helfet 2003).

Mittiges Fenster (II), Mediales Fenster (III), N. femoralis (2), A. und V. iliaca externa (4), Ductus spermaticus (5), Ligamentum inguinale (7).

Die Kombination der beiden oben genannten Zugangswege erlaubt die Darstellung des anterioren und posterioren Acetabulums (Bartlett and Helfet 2003).

### 3.5.4 Stoppa-Zugang

Der Stoppa-Zugang gehört zu den vorderen Zugängen und war ursprünglich für die Versorgung von Inguinalhernien gedacht. Nach seiner Modifizierung stellt er eine Alternative zum ilioinguinalen Zugang dar. Obwohl er weniger ausgedehnt ist als der ilioinguinale Zugang, ermöglicht er eine sehr gute Sicht auf die vorderen und inneren Anteile des gesamten Beckens und Acetabulums. Die Vorteile gegenüber dem ilioinguinalen Zugang bestehen in einer Schonung des N. cutaneus femoris lateralis und einer besseren Darstellung einiger Frakturformen, die die mediale Wand des Acetabulums betreffen (Bartlett and Helfet 2003).

### 3.5.5 Erweiterte Zugänge

#### Der erweiterte iliofemorale Zugang

Dieser anatomische Zugang wurde von Letournel eingeführt und erlaubt die Freilegung des vorderen und hinteren Pfeilers. Er folgt einer Ebene zwischen den Nerven. Anterior werden die vom N. femoralis innervierten Muskeln, posterior die von den inferioren und superioren Glutealnerven innervierten Muskeln freigelegt. Ohne den neurovaskulären Stil zu verletzen,

wird der hintere Muskellappen als Ganzes mobilisiert. Der Zugang ermöglicht eine direkte Freilegung der gesamten Außenseite des Os ilium, des hinteren Pfeilers bis hinunter zum Sitzbein und dem Hüftgelenk. Die Innenfläche der Beckenschaufel ist durch Zurückdrängen des M. ilipsoas und der Bauchwandmuskulatur darstellbar, jedoch besteht die Gefahr einer Devaskularisation der Muskulatur (Bartlett and Helfet 2003).

#### Die Luxation des Hüft-Kopfes („Berner“-Zugang)

Dieser Zugang wurde von Ganz entwickelt (Ganz et al. 2001). Beim Berner-Zugang handelt es sich um einen modifizierten Kocher-Langenbeck-Zugang mit Trochanter-Flip-Osteotomie und anschließender Luxation des Hüft-Kopfes nach ventral. Neben dem gesamten Hüftkopf wird hierdurch auch das Acetabulum vollständig dargestellt. Bei einer Pipkin-Fraktur kann mit diesem Zugang eine anatomische Reposition und stabile Fixation von Kopffragmenten erzielt werden. Des Weiteren kann ein Debridement des Gelenkes erfolgen ohne die Gefäßversorgung des Hüftkopfes zu gefährden (Bartlett and Helfet 2003).

#### 3.5.6 Minimal invasive Verfahren

Minimal invasive Osteosynthesen bieten bei bestimmten Frakturen die Möglichkeit physiologischen Stress und Blutverlust im Vergleich zu den Standard-Zugängen und den erweiterten Zugängen deutlich zu reduzieren (Antell et al. 2017). Diese Vorteile kommen vor allem betagten Patienten zu Gute. Die perkutane Fixation wurde 1998 erstmals von Starr (Starr et al. 1998) beschrieben und ist sowohl bei minimal dislozierten Frakturen als auch bei dislozierten Frakturen, bei denen eine perkutane Methode möglich ist, indiziert. Als dislozierte Frakturen eignen sich vor allem Pfeiler-Frakturen mit einem ausreichenden Knochen-Korridor. Wand-Frakturen sind ungeeignet für diese Methode (Antell et al. 2017).

### 3.6 Komplikationen

Zu den intraoperativen Komplikationen zählt die inadäquate Reposition, hier sind meist Drehfehler für Probleme bei der Fragmentreposition verantwortlich. Die Korrektur kann durch Einbringen einer Schanz'schen Schraube erleichtert werden, das Einsetzen eines Distraktors kann bei fehlendem Platz das Einsetzen eines Fragments erleichtern. Zeigt sich in der postoperativen Röntgenkontrolle ein unbefriedigendes Repositionsergebnis, muss die Indikation zur Revision kritisch evaluiert werden. Bei kombinierten Zugängen wird die Fehlstellung des einen Pfeilers meist durch den anderen fixiert, dann ist eine Korrektur beider Osteosynthesen notwendig. Die Gefahr einer intraoperativen Ischiadikusläsion besteht vor allem bei dorsalen Zugängen. Neben der sorgfältigen Präparation empfiehlt sich zur Vorbeugung die Streckung des

Hüftgelenkes bei gleichzeitiger Beugung im Kniegelenk. Erhebliche Blutungen können durch Verletzung der A. glutea superior entstehen. Ist der aufsteigende Ast der A. circumflexa femoris lateralis intakt, kann aufgrund der ausgeprägten Anastomosen eine Ligatur erfolgen. Der Anteil an Teilnekrosen der Glutealmuskulatur, der für die postoperative Glutealinsuffizienz verantwortlich ist, ist jedoch unbekannt. Da sich der blutende Gefäßstumpf oft in die Incisura ischiadica major zurückzieht, ist die Blutung technisch oft schwer zu erreichen. Verletzungen der Femoralgefäße sind bei ventralen Zugängen möglich und müssen sofort rekonstruiert werden. Eine Verletzung des N. femoralis kann vermieden werden, indem der Nerv vorsichtig im Verbund mit dem M. iliopsoas mobilisiert wird. In diesen Zügel sollte ggf. auch der N. cutaneus femoris lateralis, der sehr variabel verlaufen kann, genommen werden (Rüter et al. 2004). Die Rate an Nervenläsionen wird von Ochs für operierte Patienten mit 5,6% und 0,2% für konservativ behandelte Patienten angegeben (Ochs et al. 2010). Bei postoperativ persistierenden Gelenkschmerzen müssen intraartikuläre Fragmente oder eine intraartikuläre Implantatlage rasch ausgeschlossen werden (Rüter et al. 2004). Ochs beschreibt eine Rate von 2,3% für oberflächige postoperative Wundinfektionen und 1,4% für tiefe Infektionen (Ochs et al. 2010), die Infektionsrate steigt bei erweiterten Zugängen (Bartlett and Helfet 2003). Periarthkuläre Ossifikationen treten vor allem nach erweiterten Zugängen auf (Grob 2011, Rüter et al. 2004). Die frühzeitige operative Versorgung, weichteilschonende Zugänge und ausreichende Hämatomableitung sind wesentlich für die Prophylaxe. Die fraktionierte Röntgenbestrahlung mit insgesamt 12Gy hat sich bewährt, jedoch ist die Strahlenbelastung von Nachteil. Die hochdosierte Gabe von Indometacin über drei Monate stellt eine Alternative dar. Beide genannten Maßnahmen haben sich jedoch nicht als Standardverfahren durchgesetzt (Rüter et al. 2004). Des Weiteren besteht ein erhöhtes Risiko für Thrombosen und damit einhergehende Lungenembolien (Herath et al. 2014). Nach Ochs et al. besteht eine Rate von 2,7% für tiefe Venenthrombosen und 1,2 % für Lungenembolien. Bei konservativem Therapie-Konzept reduziert sich das Risiko (Thrombose: 0,7% , Embolie: 0,2%) (Ochs et al. 2010). Zur Mortalität liegen in der Literatur unterschiedliche Zahlen vor. Ochs et al. beschreiben eine Gesamt-Mortalität von 2,9%. Bible et al. beschreiben eine Ein-Jahres-Mortalität für geriatrische Patienten mit Acetabulumfraktur von 8,1%. Die Mortalität steigt bei Vorliegen von Begleitverletzungen signifikant (Bible et al. 2014). O'Toole et al. beschreiben eine Ein-Jahres-Mortalität von 25% für eine Patientengruppe mit gleichem Durchschnittsalter, hier hatten jedoch 70% der Patienten einen Hochrasanz Unfall erlitten (O'Toole et al. 2014).

### 3.7 OP-Indikation

Ziel der operativen Versorgung ist es eine unphysiologische Belastung des Gelenk-Knorpels und damit die Entstehung einer Coxarthrose durch eine Wiederherstellung der Gelenk-Anatomie zu verhindern. Dislokationen oder Inkongruenzen von über 1-2 mm gelten allgemein als OP-Indikation (de Ridder et al. 1994, Giannoudis et al. 2005, Giannoudis et al. 2009, Hak et al. 1998, Matta 1996a, Matta et al. 1986, Tornetta 1999). Pohlemann beschreibt, dass ab einer Stufenbildung über 2 mm und Spaltausprägung über 3–4 mm mit einer deutlich ansteigenden Arthrose-Rate zu rechnen ist (Pohlemann et al. 2012). Die OP kann in der Regel sekundär erfolgen. Femurkopf-Frakturen müssen, um die Gefahr einer Hüft-Kopf-Nekrose mit posttraumatischer Arthrose zu minimieren, dringend operiert werden. Weitere OP-Indikationen sind dislozierte Gelenkfragmente, Gelenkinkongruenz und eine Mitbeteiligung des Pfannendoms. Unter dem Pfannendom versteht man den Bereich des Hüftgelenkes, in dem der Hauptteil der Kraftübertragung zwischen Femurkopf und Acetabulum stattfindet. Die Bestimmung des Pfannendoms kann mittels der drei Standard-Aufnahmen, alternativ mit dem CT erfolgen. Der mittlere Pfannendachbogen kommt in der AP-, der vordere Pfannendachbogen in der Obturator- und der hintere Pfannendachbogen in der Ala-Aufnahme zur Darstellung. Die Begrenzung des Doms erfolgt über die nach Matta benannten Winkel. Hierzu wird zuerst eine Vertikale durch das Zentrum des Acetabulums gefällt. Die zweite Linie wird in der entsprechenden Aufnahme zwischen dem Zentrum des Acetabulums und der Fraktur gezogen. Aus dem Schnitt der beiden Linien ergibt sich der Matta-Winkel. Da der Femurkopf verschoben sein kann, darf dieser nicht zur Orientierung genutzt werden. Matta schlägt zur Vereinfachung einen Winkel von  $45^\circ$  in allen drei Ebenen vor (Abb. 12), streng anatomisch misst der Dom ventral und medial ca.  $30^\circ$ , dorsal  $50^\circ$  (Rüter et al. 2004).

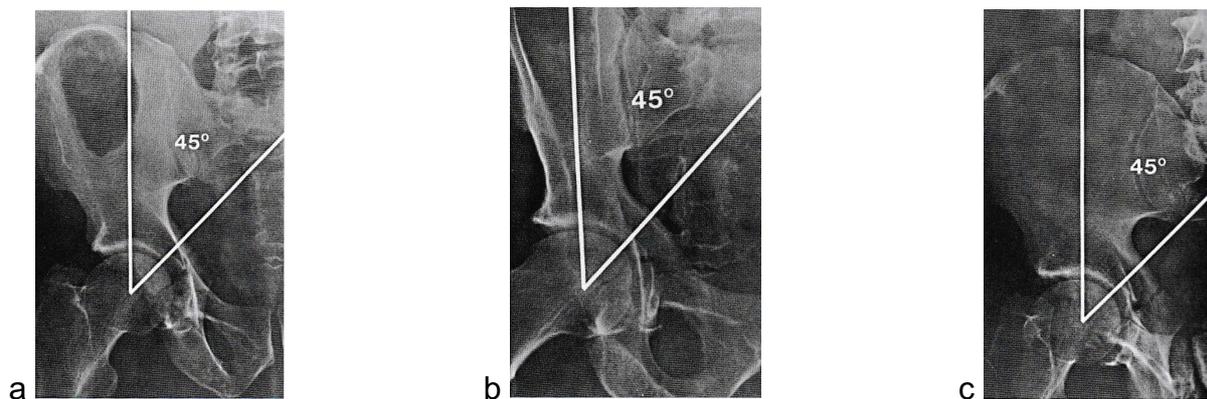


Abbildung 12: Darstellung des Matta-Winkels (Rüter et al. 2004).

(a: AP-Aufnahme, b: Obturator-Aufnahme, c: Ala-Aufnahme).

Frakturen mit einer sekundären Gelenk-Kongruenz, diese findet sich meist bei Zwei-Pfeiler-Frakturen, können einem konservativen Prozedere zugeführt werden. Trotz der in

biomechanischen Studien nachweisbaren Kraft-Konzentration im Bereich des Acetabulum-Doms (Levine et al. 2002) konnte Gänsslen nachweisen, dass ein Großteil der Patienten mit sekundärer Kongruenz bei Zwei-Pfeiler-Fraktur gute Ergebnisse mit geringen Schmerzen und guter bis sehr guter Funktion nachweisen. Die Rate an Gelenkversagen war nach fünf Jahren vergleichbar mit operativ versorgten Frakturen (17%) (Gansslen et al. 2012). Bei den meisten undislozierten Frakturen besteht ein stabiles kongruentes Hüftgelenk, hier kann der Patient einem konservativen Prozedere zugeführt werden. Weiterhin kann auch bei folgenden verschobenen Frakturen ein konservatives Prozedere festgelegt werden:

- Frakturen, die außerhalb des Pfannendoms verlaufen
- Tief verlaufende Frakturen der vorderen Pfeiler
- Kleine, stabile Fragmente am hinteren Pfannenrand
- Tiefe Querfrakturen mit einem Pfannendachwinkel über 45° in allen drei Röntgenebenen
- Zwei-Pfeiler-Frakturen mit guter sekundärer Kongruenz, bei geringem Funktionsanspruch des Patienten (Bartlett and Helfet 2003)

### 3.8 Geriatrische Acetabulumfrakturen

Die Zunahme der Lebenserwartung bei gleichzeitig verbleibend hohem Aktivitäts-Level, einhergehend mit einer geringeren Knochenqualität und der Zunahme von Co-Morbiditäten führte in den letzten Jahren zu einem Anstieg der Inzidenz von geriatrischen Acetabulumfrakturen (Antell et al. 2017, Ferguson et al. 2010). Ochs et al. beobachteten eine Shift der Altersverteilung bei Acetabulumfrakturen von 31-40 Jahren in der AG I (1991-1993) auf 61-70 Jahren in der AG III (2005-2006) des Beckenregisters der AG Becken der DGU. Das Geschlechterverhältnis blieb über diesen Zeitraum konstant (Ochs et al. 2010). Heutzutage repräsentieren geriatrische Patienten die größte Patientengruppe bei Acetabulumfrakturen (Herath et al. 2019). Der osteoporotische Knochen macht es bei älteren Personen wahrscheinlicher eine Acetabulumfraktur bereits bei Niedrig-Energie-Traumata, zum Beispiel Stürzen aus dem Stand, zu erleiden (Ferguson et al. 2010). Bei diesem Unfallmechanismus wird die Kraft über den Femurkopf auf das Acetabulum mit einer anteromedialen Richtung ausgewirkt, die typischerweise zu einer Fraktur des vorderen Pfeilers, einer Medialisierung des Femurkopfes, einer Zerstörung der quadrialteralen Fläche und einer Impaktierung des posteromedialen Domes führt (Butterwick et al. 2015, Ferguson et al. 2010). Aufgrund dieses Unfallmechanismus ist bei geriatrischen Frakturen der vordere Pfeiler häufiger betroffen als bei Patienten unter 60 Jahren (Antell et al. 2017, Butterwick et al. 2015, Carroll et al. 2010, Daurka et al. 2014, Ferguson et al. 2010, Giannoudis et al. 2005, Herath et al. 2019). Obwohl geriatrische Frakturen meistens

einem Niedrig-Energie-Trauma folgen ist das klinische Ergebnis generell schlechter als bei jüngeren Patienten (Antell et al. 2017). Patienten über 60 Jahre haben eine signifikant erhöhte Krankenhaus Mortalität, gleichzeitig ist ihre Mortalität bei operativem Therapie-Konzept signifikant niedriger als bei konservativer Therapie (Herath et al. 2019). Abhängig von den Begleitverletzungen liegt die 1-Jahres-Mortalität bei geriatrischen Patienten nach einer Acetabulumfraktur zwischen 8,1% und 25% (Bible et al. 2014, O'Toole et al. 2014). Des Weiteren ist die Nachbehandlung geriatrischer Patienten deutlich kritischer und intensiver. Bei längerer Immobilisierung/ Bettruhe steigt die Mortalität bei hüftgelenksnahen Frakturen um das bis zu Vierfache gegenüber der frühzeitigen Mobilisation (Jain et al. 2003). Es existiert keine Leitlinie zur Behandlung geriatrischer Acetabulumfrakturen, die OP-Indikation sollte individuell gestellt werden und sich an Co-Morbiditäten, Funktions-Anspruch sowie dem vor Unfall bestandenen Mobilitäts-Niveau orientieren (Herath et al. 2019, Manson et al. 2016). Wichtiger als das chronologische Lebensalter zur Stellung der OP-Indikation ist das biologische Lebensalter, das Vorliegen von Co-Morbiditäten (Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Demenz, etc.), eine definierte Altersgrenze zur operativen Versorgung besteht nicht. Vor Stellung der OP-Indikation muss der Chirurg entscheiden, ob eine akzeptable Reposition möglich ist und ob suffiziente Knochenqualität vorliegt um die Implantate zu verankern (Antell et al. 2017). Ein Implantatausbruch mit folgender Dislokation oder eine sekundäre Lockerung ist bei guter Knochenqualität selten, da gut erhaltene und verzahnte Fragmente vorliegen. Implantatlockerungen treten bei guten Knochen führend bei biomechanisch ungünstig positionierten Implantaten auf (Herath et al. 2014). Umgekehrt ist es bei osteoporotischem Knochen schwieriger eine stabile Osteosynthese zu etablieren, deswegen gilt fortgeschrittenes Alter als eine relative Kontraindikation für eine operative Versorgung von Acetabulumfrakturen (Bartlett and Helfet 2003). Die Repositionsergebnisse sind bei geriatrischen Frakturen schlechter (Pagenkopf et al. 2006). Herath et al. beschrieben in einer retrospektiven Analyse von 3.793 Patienten des Beckenregisters, die zwischen 2002 und 2017 mit einer Acetabulumfraktur behandelt wurden, dass mittlerweile mehr als die Hälfte der Patienten über 60 Jahre operativ versorgt werden, wenngleich der Anteil der konservativ behandelten Patienten immer noch größer ist als bei den Patienten unter 60 Jahren. Herath et al. vermutet hier das häufigere Vorliegen von Co-Morbiditäten als Grund für den größeren Anteil von konservativ behandelten Patienten (Herath et al. 2019). Die Studienlage bezüglich des Outcomes von geriatrischen Frakturen generell ist nicht einheitlich. Matta et al. berichteten, dass es schwieriger sei eine anatomische Reposition zu erzielen und dass die Ergebnisse schlechter waren als bei jüngeren Patienten (Matta 1996a). Helfet et al. Beschreiben hingegen gute Ergebnisse in einem Kollektiv mit einem Durchschnittsalter von 67 Jahren (Helfet et al. 1992). Anglen et al. beschrieben 2003 das Gull-Sign, eine superomediale Dome-Impaktion als Prädiktor für eine schlechte Reposition, frühen Repositionsverlust, Gelenkspaltverschmälerung oder Subluxation bei älteren Patienten nach operativer Versorgung

(Anglen et al. 2003). Prädiktoren für ein ungünstiges Ergebnis nach operativer Versorgung sind nach Butterwick eine Trümmerzone der Hinterwand, bereits eine geringe Impaktierung des Acetabulums, eine Impaktionsfraktur des Femurkopfes und eine Hüftgelenksluxation (Butterwick et al. 2015).

### 3.9 Posttraumatische Coxarthrose

Die posttraumatische Coxarthrose kann bei ausgeprägter Knorpeldestruktion oder unzureichender Reposition frühzeitig oder nach einem Intervall auftreten (Herath et al. 2014). Frakturen des Acetabulums sind komplexe Verletzungen, teilweise infolge von Hochrasanzunfällen und haben das Potential von schlechten klinischen Ergebnissen. Die Problematik lässt sich sowohl durch die Höhe der einwirkenden Energie, die anatomische Komplexität der Region als auch die Tatsache erklären, dass es sich um einen Gelenk-Bruch handelt (Herath et al. 2014). Der positive Effekt einer anatomischen Reposition auf die klinischen Ergebnisse sowie zur Prävention einer posttraumatischen Coxarthrose ist vielfach belegt (Matta 1996a, Mears et al. 2003, Moroni et al. 1995, Pantazopoulos and Mousafiris 1989). Gleichzeitig ist die Qualität der Reposition die wichtigste beeinflussbare Größe (Herath et al. 2014). Die durch eine Operation erreichbaren Repositionsmöglichkeiten sinken jedoch mit zunehmendem Alter der Patienten (Mears et al. 2003). Weiterhin wurde der Wert einer offenen anatomischen Reposition und inneren Fixation zur Wiederherstellung der Stabilität und zur Reduzierung von Deformitäten beschrieben (Helfet et al. 1992, Matta 1996b). Jedoch ist durch Studien mit großen Fallzahlen belegt, dass auch nach Erzielen einer anatomischen Reposition eine posttraumatische Coxarthrose in bis zu 20% der Fälle eintritt (Giannoudis et al. 2005, O'Toole et al. 2014, Tannast et al. 2012). Die posttraumatische Coxarthrose tritt hierbei in 50% der Fälle innerhalb der ersten zwei Jahre auf (Matta 1996b, Tannast et al. 2012). Nach Rollmann et al. sind signifikante Risikofaktoren zur Entwicklung einer sekundären Coxarthrose ein höheres Patientenalter, eine Beteiligung der hinteren Wand sowie die Kontusion oder Subluxation des Femurkopfes (Rollmann et al. 2018). Tannast et al. beschreiben als signifikante Prädiktoren für die Entwicklung einer manifesten Coxarthrose eine nicht anatomische Reposition, ein Patientenalter über 40 Jahre, eine vordere Hüftluxation, eine Inkongruenz des Acetabulum-Daches, eine Hinterwandbeteiligung, einen Knorpelschaden des Femurkopfes, eine initiale Dislokation von über 20mm im Bereich der Gelenkfläche sowie die Verwendung des erweiterten iliofemoralen Zugangs (Tannast et al. 2012). Als weitere Faktoren für eine posttraumatische Coxarthrose werden genetische Dispositionen beschrieben (Valdes et al. 2013). Dirschl et al. beschreiben, dass die Sensitivität mit der ein Gelenk auf posttraumatische Fehlstellung reagiert von der individuellen Dicke und der Beschaffenheit des Knorpels sowie der Geometrie des Gelenkes

abhängig ist. Weiterhin sei die Schwere der Gewalteinwirkung auf den Gelenkknorpel wichtig für die Entwicklung einer Arthrose (Dirschl et al. 2004).

### 3.10 Endoprothetik bei Acetabulumfrakturen

Die Hüft-TEP-Implantation zur Versorgung von Acetabulumfrakturen gewinnt an Popularität, sowohl die primäre als auch die sekundäre Implantation im Verlauf. Diese OP stellt jedoch eine große Herausforderung an den Chirurgen dar. Bei der sekundären Implantation können Probleme durch verbliebene anatomische Deformitäten, acetabuläre Knochendefekte bei ausgebliebener Frakturheilung, nekrotische Knochenfragmente, verbliebenes Osteosynthesematerial, heterotrope Ossifikationen sowie Verletzungen des N. ischiadicus entstehen (Antell et al. 2017, Bellabarba et al. 2001, Sierra et al. 2013). Die Schwierigkeit eine langfristige Stabilität der Prothesen-Pfanne zu erzielen, besonders bei Vorliegen von ossären Defekten, stellt eines der Hauptprobleme dar (Weber et al. 1998). Durch die Implantation zementfreier Pfannen zeigen sich längere Überlebensraten gegenüber zementierter Pfannen-Implantate (Ranawat et al. 2009, Weber et al. 1998), die klinischen Ergebnisse sind zum Teil mit denen nach TEP-Implantation bei primärer Coxarthrose vergleichbar. Bellabarba et al. erzielten mit zementfreien Press-fit Pfannen in 90% gute oder exzellente Ergebnisse bei posttraumatischer Coxarthrose, die vorherige Behandlung war sowohl konservativ als auch operativ erfolgt. 30 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 51 Jahren wurden operiert, die 10-Jahres-Überlebensrate der implantatierten Hüfttotalendoprothesen lag bei 97%. Die klinischen Ergebnisse waren denen von Patienten mit primärer Coxarthrose ähnlich (Bellabarba et al. 2001). Ranawat et al. konnten für ein Kollektiv von 32 Patienten für 81% gute oder exzellente Ergebnisse nach TEP-Implantation nachweisen. Die Erfassung des Outcomes erfolgte mit dem Harris-Hip-Score (Ranawat et al. 2009). Indikationen zur primären Implantation einer Hüft-TEP stellen eine schwere Schädigung sowohl der acetabulären Gelenkfläche als auch des Femurkopfes dar, die nicht mehr rekonstruierbar sind. (Sierra et al. 2013).

Zusätzlich sind bei geriatrischen Patienten folgende Situationen zu beachten:

- Fortgeschrittene Coxarthrose
- Intra-artikuläre Trümmerzone
- Hüft-Kopf-Impaktion oder -schädigung
- Eintauchung über 40% der acetabulären Gelenkfläche
- Andere Faktoren, die mit einer ungenügenden Reposition einhergehen (Mears and Velyvis 2002)

Herath et al. empfehlen die operative Rekonstruktion des Acetabulums vor TEP-Implantation unabhängig vom Patientenalter (Herath et al. 2014). Bei manifester posttraumatischer Coxarthrose kann die Hüft-TEP-Implantation sekundär erfolgen und damit sowohl Schmerzfreiheit als auch eine Verbesserung der Funktion erzielt werden (Sierra et al. 2013). Die endoprothetische Versorgung im Verlauf kann sowohl bei konservativ behandelten Frakturen erfolgen als auch bei osteosynthetisch versorgten Frakturen, die im Verlauf eine Coxarthrose entwickelten (Antell et al. 2017). Die Literatur gibt Werte zwischen 10% und 37% für eine Konversion von H-TEP nach osteosynthetischer Versorgung an (Anglen et al. 2003, Archdeacon et al. 2013, Carroll et al. 2010, Laflamme and Hebert-Davies 2014, Lin et al. 2015, O'Toole et al. 2014). Herath et al. beschreibt, dass kein signifikanter Unterschied zwischen der Rate an Hüft-TEP-Implantation nach operativem versus konservativem Prozedere besteht (Herath et al. 2019).

### 3.11 Outcome/Lebensqualität

Als eine Revolution des US-Gesundheitswesens bezeichnete Relman 1985 ursprünglich die Fokussierung auf das patientenorientierte medizinische Outcome (Patient Reported Outcome Measurement (PROMIS)) medizinischer Interventionen. Vorangegangen waren eine Phase der Expansion mit starker Zunahme der Versorgungsleistung (1950-1970) und die folgende „Revolte der Kostenträger“ (1970-1985), die durch Ausgabenbegrenzung gekennzeichnet war (Relman 1988). Eine wesentliche Qualität zur Beurteilung der medizinischen Versorgung ist der Behandlungserfolg wie ihn der Patient selbst erlebt. Die Lebensqualität, die z.B. über einen Fragebogen erfasst wird, steht hierbei im Vordergrund (Kopp et al. 2002). Diese empfundene Lebensqualität, die sich aus mehreren subjektiven, hermeneutischen Parametern oder Endpunkten zusammensetzt (z.B. funktioneller Status, Ausmaß von Schmerz, emotionale Gesundheit), fließt zusammen mit objektiv erfassbaren oder traditionellen Endpunkten (z.B. Mortalität, Dislokation, Komplikationsraten) in das Gesamtbild des modernen Outcome-Konzeptes ein. Die Gewichtung der traditionellen und hermeneutischen Endpunkte orientiert sich an der klinischen Relevanz (Epstein 1990, Kopp et al. 2002). Die Outcome-Analyse (Methoden der qualitativen, quantitativen Analyse, Konstrukt aus Gesundheitsstatus (Arzt), Lebensqualität (Patient), klinischer Relevanz) fließt dann mit anderen Parametern wie der Evidenz-Basierung in die systematische Entwicklung einer Leitlinie ein. Zur Definition einer optimalen Ergebnisqualität ist die Patientensicht essentiell (Kopp et al. 2003).

Der Effektnachweis einer medizinischen Intervention mittels Lebensqualität als Zielkriterium ist über die Methoden der Sozialpsychologie reproduzierbar, die standardisierten Fragebögen sind auf Reliabilität, Validität und Sensitivität umfassend geprüft. Die Auswahl des

## Einleitung

Fragebogens ist dabei abhängig von der medizinischen Fragestellung und den resultierenden Anforderungen. Die Erweiterung der Konzepte und Messinstrumente führte zu einer Erweiterung der Outcome-Erfassung und stellt den Untersucher vor die Frage, welche Endpunkte oder Endpunktgruppen zur Beurteilung eines medizinischen Verfahrens im Alltag tatsächlich geeignet sind die Effizienz der Intervention zu erfassen. Da Ärzte und Patienten oft unterschiedliche Schwerpunkte setzen, ist die Einbindung beider Gruppen bei der Feststellung der Endpunkte bzw. beim Setzen der klinischen Gewichtung notwendig (Kopp et al. 2002, Kopp et al. 2003).

## **4. Material und Methode**

### 4.1 Beckendatenbank

Aus den AG I-III (AG Becken I: 1991–93, 10 Kliniken; AG Becken II: 1998–2000; 22 Kliniken; AG Becken III: 2004–2007; 19 Kliniken) der deutschen Beckendatenbank wurden Patienten mit einer unilateralen Acetabulumfraktur ohne weitere Frakturen im Bereich des Beckens ausgewählt. Die Outcome-Erfassung erfolgte mit den Fragebögen EQ-5D, SF-12 und dem Hüftfragebogen.

### 4.2 Fragebögen

In der klinischen Praxis und Forschung gewinnt die Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit Fragebögen zunehmend an Bedeutung. Die Testverfahren können generell in krankheitsspezifische und generische (krankheitsübergreifende, allgemeine) Testverfahren unterschieden werden. Ein hohes Maß an Validität und Reliabilität bei gleichzeitiger Zumutbarkeit für den Patienten im Hinblick auf die Kürze des Testverfahrens sind wichtige Kriterien (Hinz et al. 2006). In der vorliegenden Arbeit wurden zwei generische Fragebögen (EQ-5D, SF-12) und ein spezifischer Fragebogen (Hüftfragebogen nach Pohlemann) verwendet. Diese Fragebögen können ohne direkten Patientenkontakt erhoben werden (z.B. telefonisch oder postalische Erhebung). Bewegungsausmaße oder radiologische Verlaufskontrollen wurden nicht erfasst.

#### 4.2.1 European Quality of Life 5 Dimensions (EQ-5D)

Der EQ-5D ist ein kurzer Fragebogen mit dem die Lebensqualität der Befragten im Verhältnis zur Bevölkerungsnorm beurteilt werden kann. Er basiert auf der Abfrage von fünf Dimensionen: Beweglichkeit/Mobilität, Selbstversorgung (Körperpflege/Hygiene), Allgemeine Tätigkeit, Schmerzen/ Körperliche Beschwerden sowie Angst/ Niedergeschlagenheit, die auf drei möglichen Antwortstufen zu beantworten sind: keine Probleme, einige Probleme und extreme Probleme. Aus den Punkten der Einzelantworten (siehe 8.2) wird schließlich ein Gesamtwert gebildet. Aus den fünf Items ergeben sich 243 mögliche Zustände (Hinz et al. 2006). Da dies wenig sinnvoll erscheint, beschränkt man sich in der Auswertung auf Teilmengen. Zur Erfassung des Gesundheitszustandes der Allgemeinbevölkerung zeigte sich der EQ-5D aufgrund des Deckeneffektes eingeschränkt tauglich. Nach Seitz et al. besteht diese reduzierte Tauglichkeit aufgrund des Deckeneffektes nicht bei der Beurteilung des Bewegungsapparates

(R.Seitz et al. 1999). Unter Deckeneffekt versteht man eine Anhäufung der Testergebnisse im oberen Bereich des Antwortspektrums. Gründe hierfür können ein zu leichter Test sein oder eine zu geringe Trennschärfe im oberen Ergebnisspektrum (Krüger 2014). In Tabelle 1 sind Auszüge der EQ-5D-Werte verschiedener Länder inklusive Deutschlands aufgeführt. Die Aufteilung erfolgt nach Altersgruppen.

Tabelle 1: EQ-5D, nationale Normwerte für altersbezogene Gruppen (Szende et al.).

	Age							Total
	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+	
<b>National</b>								
Argentina	0.907	0.889	0.869	0.849	0.829	0.796	0.724	0.856
Belgium	0.953	0.921	0.920	0.889	0.881	0.848	0.761	0.891
China	0.990	0.980	0.970	0.960	0.930	0.900	0.840	0.951
Denmark	0.914	0.914	0.881	0.861	0.845	0.818	0.753	0.866
Finland	N/A	0.919	0.891	0.853	0.805	0.762	0.573	0.815
France	0.924	0.921	0.883	0.893	0.836	0.804	0.756	0.872
Germany	0.950	0.949	0.943	0.908	0.881	0.838	0.771	0.902

#### 4.2.2 Shortform-12 (SF-12)

Der SF-12-Fragebogen wurde aus dem SF-36-Fragebogen entwickelt. Die Methode des SF-36, die Messung sowohl von körperlichen und psychischen Werten zur Erfassung der Gesundheit der Gesamtbevölkerung als auch von Patientengruppen hatte sich international bewährt. Der Umfang des SF-36 mit 36 Fragen erwies sich jedoch als zu lang und damit unpraktikabel für größere Umfragen. Mit der Zielstellung den Patientenaufwand zu minimieren und gleichzeitig die Aussagekraft/-fähigkeit zu erhalten wurde der SF-12 mit 12 Fragen entwickelt (siehe 8.1). Ware et al. konnten mit psychometrischen Methoden nachweisen, dass eine Reduktion der Gesundheitsdimensionen nach Auswahl von 12 der 36 Fragen keinen wesentlichen Informationsverlust bewirkte (Ware et al. 1996). In Tabelle 2 sind Auszüge der SF-12-Werte verschiedener Länder inklusive Deutschlands aufgeführt. Die Aufteilung erfolgt nach Altersgruppen.

Tabelle 2: Mittelwerte des SF-12 (PCS und MCS).

Unterteilung nach Altersklassen, Standardabweichung in Klammern (Gandek et al. 1998)

Country	Age	n	PCS-36	PCS-12	MCS-36	MCS-12
Denmark	18-44	1945	53.6 (6.4)	53.0 (6.0)	53.6 (7.9)	52.3 (8.0)
	45-64	996	49.4 (9.8)	48.8 (9.4)	54.5 (8.8)	53.4 (8.7)
	65-74	301	45.2 (10.9)	44.9 (10.4)	55.5 (8.8)	54.1 (8.8)
	F		195.0	199.3	9.6	8.9
France	18-44	1508	54.3 (6.6)	52.9 (6.0)	48.1 (9.6)	48.4 (9.5)
	45-64	763	50.1 (8.7)	49.4 (8.0)	48.8 (9.4)	48.6 (9.4)
	65-74	472	46.1 (9.4)	45.7 (9.0)	48.9 (9.2)	48.3 (9.2)
	F		182.9	162.9	1.7	0.1
Germany	18-44	1209	54.1 (7.2)	52.5 (6.3)	50.9 (7.9)	52.1 (7.8)
	45-64	876	48.4 (10.4)	47.7 (9.5)	51.5 (8.3)	52.2 (8.2)
	65-74	368	43.4 (11.1)	43.5 (10.1)	53.4 (8.4)	53.4 (8.1)
	F		227.2	203.2	12.5	3.8
Italy	18-44	815	54.2 (6.5)	52.7 (6.0)	47.8 (9.9)	48.2 (9.8)
	45-64	479	51.0 (8.1)	49.7 (7.9)	47.1 (10.3)	47.5 (10.3)
	65-74	119	45.8 (10.9)	44.1 (10.7)	46.8 (11.7)	46.4 (11.6)
	F		73.9	61.9	0.9	1.8
Netherlands	18-44	764	52.5 (7.1)	51.7 (6.8)	51.6 (9.5)	51.4 (9.1)
	45-64	507	47.8 (10.0)	47.9 (9.6)	52.0 (10.1)	51.4 (9.6)
	65-74	208	44.5 (11.1)	45.2 (10.5)	53.6 (9.3)	52.9 (8.6)
	F		86.7	61.9	3.4	2.3
Norway	18-44	1144	53.3 (7.8)	52.2 (7.4)	50.3 (9.9)	49.9 (10.1)
	45-64	565	49.2 (10.0)	48.6 (9.3)	52.2 (9.4)	51.4 (9.5)
	65-74	176	43.9 (11.1)	43.3 (10.6)	54.0 (9.2)	53.1 (8.8)
	F		104.4	102.6	15.5	10.8
Spain	18-44	6548	54.3 (6.9)	52.8 (6.2)	52.3 (8.6)	52.5 (8.1)
	45-64	1253	48.5 (10.4)	47.8 (9.8)	51.7 (10.0)	51.5 (9.6)
	65-74	693	42.6 (11.8)	42.3 (11.1)	50.3 (11.0)	49.8 (10.7)
	F		987.8	909.1	22.4	44.5
Sweden	18-44	4386	52.7 (7.8)	52.0 (7.2)	53.1 (9.8)	52.6 (9.5)
	45-64	2116	48.8 (9.7)	48.6 (9.2)	54.1 (10.0)	53.3 (9.6)
	65-74	673	44.2 (10.9)	44.5 (10.4)	54.6 (10.7)	53.6 (10.3)
	F		353.3	309.0	11.0	5.9
United Kingdom	18-44	888	53.7 (7.5)	53.4 (7.0)	51.9 (8.6)	52.2 (7.7)
	45-64	588	48.7 (11.5)	49.1 (10.6)	51.8 (10.3)	51.4 (9.8)
	65-74	275	44.8 (12.1)	45.3 (11.2)	54.4 (9.4)	53.2 (9.1)
	F		100.3	91.2	7.5	4.2
United States	18-44	1123	53.1 (7.5)	52.9 (6.9)	49.2 (9.9)	49.5 (9.4)
	45-64	574	47.9 (10.5)	48.2 (10.2)	50.9 (9.8)	50.5 (9.7)
	65-74	408	43.5 (11.2)	43.7 (11.0)	52.6 (9.3)	52.1 (9.5)
	F		150.1	146.3	14.0	7.9

#### 4.2.3 Hüftfragebogen

Der Hüftfragebogen (siehe 8.3) ist ein von Professor Pohlemann entwickeltes spezifisches Testverfahren zur Stuserhebung bei Acetabulumfrakturen. Er besteht aus neun Fragen. Erfasst werden neben Zeitpunkt des Unfalls, Seite der Acetabulumfraktur, ob bereits eine Hüft-TEP-Implantation erfolgte und wenn ja, wann der OP-Zeitpunkt war. Außerdem wird erfragt, ob die Behandlung abgeschlossen werden konnte oder wieder aufgenommen werden musste. Die neunte Frage klärt den aktuellen Schmerz-Zustand des verletzten Hüftgelenkes ab und besteht aus vier Antwortstufen.

#### 4.2.4 Ausgewertete Parameter

Tabelle 4 zeigt die Parameter, mit denen die univariate und schließlich die multiple Regressionsanalyse zu den Outcome-Parametern (EQ-5D, SF-12 (PCS und MCS), Hüftfragebogen) durchgeführt wurde. In den zwei rechten Spalten sind die Werte zu den zugehörigen Labelvalues aufgeführt.

#### 4.2.5 Injury Severity Score (ISS)

Der Injury-Severity-Score (ISS) ist ein international anerkanntes Mittel zur Objektivierung der Verletzungsschwere. Der Anwendungsbereich liegt sowohl im Bereich wissenschaftlicher Arbeiten, klinischer Fragestellungen als auch der statistischen Auswertungen von Registern, zum Beispiel für das deutsche Trauma Register (DGU) (Achatz et al. 2019, Bogner et al. 2016, Champion 2002, Pape 2012). Der ISS baut auf der Abbreviated Injury Scale (AIS) auf, einer anatomisch basierten Verletzungsskala die ursprünglich 1971 erstellt und seitdem mehrfach überarbeitet wurde. Durch den AIS wird die Schwere der einzelnen Verletzung von null bis sechs eingeteilt. Der ISS berechnet sich aus der Summe der drei am schwersten verletzten Körperregionen ( $ISS=(AIS1)^2+(AIS2)^2+(AIS3)^2$ ) (Baker et al. 1974, de Ridder et al. 1994, Haasper et al. 2010, Senkowski and McKenney 1999).

Tabelle 3: Parameter und Werte für die statistische Auswertung

Feldbezeichnung	Labelvalue	Wert
Geschlecht	1	Mann
	2	Frau
Alter	In Jahren	
TEP-Implantation	1	TEP-Implantation erfolgt
	2	bisher keine TEP-Implantation erfolgt
Polytrauma	1	isolierte Verletzung des Beckens
	2	Mehrfachverletzung
	3	Polytrauma
ISS	Wert	
Stufe des Pfannendachs in der AP-Ebene	in mm	
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	in mm	
Trümmerzone in der AP-Ebene	1	keine
	2	unter 50%
	3	über 50%
Hinterwand-Fraktur	1	keine
	2	vorhanden, undisloziert
	3	dislozierte Hinterwandfraktur
Letournel-Klassifikation	1	hintere Wand
	2	hinterer Pfeiler
	3	vordere Wand
	4	vorderer Pfeiler
	5	Querfraktur
	6	hintere Wand + hinterer Pfeiler
	7	Querfraktur + hintere Wand
	8	T-Fraktur
	9	vorderer Pfeiler + hintere hemiquer Fraktur
	10	Zwei-Pfeiler Fraktur
	11	nicht klassifizierbar
Therapie	1	ORIF der Aceteabulumfraktur
	2	Konservative Therapie der Aceteabulumfraktur
chirurgischer Zugangsweg der 1.ORIF	1.	Kocher-Langenbeck
	2.	ilioinguinal
	3.	Smith-Peterson/ilifemoral
	4.	erw. iliofem,
	5.	Maryland
	6.	Tiradiate
	7.	ventral + dorsal simultan
	8.	ventral + dorsal versetzt
	9.	limitiert
	10.	andere
OP-Dauer	in Minuten	
OP-Blutverlust	in milli-Liter	
Hüftkopfschädigung	1	keiner
	2	nicht erhoben/ fehlenden Daten
	3	Kontusion
	4	Impression
	5	Pipkin
	6	Kombinationsverletzung
intra-artikuläre Fragmente	1	keine
	2	Gelenkspalt
	3	Fossa acetabuli
	4	Kombinationen
	5	anderer
Acetabulum-Glenkflächen-Schädigung	9	nicht erhoben
	1	keiner
	2	nicht erhoben
	3	Kontusion
	4	Impression
5	Kombi	
Postop.Stufe ap	in mm	Stufenbildung postoperativ
Postop.Spalt ap	in mm	Spaltbildung postoperativ
maximale Dislokation postoperativ/ap	in mm	maximal postperativ verbliebende Dislokation (Stufe/Spalt/Dislokation) ap
Komplikationen	1	keine Komplikationen
	2	aufgetretene Komplikation
Dauer des KH-Aufenthaltes	in Tagen	

### 4.3 Statistische Auswertung

Die Arbeitsblätter der verschiedenen Becken AGs und die Fragebögen wurden per Filemaker in eine Excel-Tabelle überführt. Die anschließende Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS Version 25 der Firma IBM.

Zur statistischen Auswertung erfolgte nach Darstellung der deskriptiven Statistik zunächst die univariate lineare, bzw. im Falle des Hüftfragebogens univariate ordinale Regression von Alter, Geschlecht, osteosynthetischer Versorgung (ORIF), Z.n. H-TEP-Implantation mit den Scores der Fragebögen. Im Weiteren wurden lediglich die Parameter dargestellt, für die in der multiplen Regressionsanalyse eine signifikante Korrelation errechnet wurde. Die Darstellung ist wie folgt sortiert:

- Parameter im Gesamt-Kollektiv (ohne und mit Unterteilung in Nachuntersuchungszeiträume (0-5 Jahre; >5 Jahre))
- Aufteilung nach ORIF +/- (ohne und mit Unterteilung in Nachuntersuchungszeiträume)
- Aufteilung nach H-TEP-Implantation (ohne und mit Unterteilung in Nachuntersuchungszeiträume)

Im Weiteren erfolgte die Untersuchung, ob die Lebensqualität in beiden Nachuntersuchungszeiträumen unterschiedlich verteilt ist. Die Verteilung von Alter, Geschlecht, ISS und Letournel-Klassifikation sowie der Zusammenhang zwischen Alter und Geschlecht wurde anschließend geprüft.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Deskriptive Statistik

Die Patienten der vorliegenden Studie wurden aus den AG-Becken I – III (I: 1991-1993; II:1998-2000; III: 2005-2006) der DGU rekrutiert. Hierzu wurden 2012 insgesamt 877 Patienten angeschrieben. Bei ausbleibender Antwort wurde die Kontaktaufnahme dreimal telefonisch versucht. Insgesamt konnten 304 Patienten erreicht werden und gaben nach entsprechender Aufklärung durch den Studienarzt ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an der vorliegenden Studie. Von den 304 befragten Patienten konnten 178 (58,55%) in unsere Auswertung eingeschlossen werden. 126 Patienten wurden aufgrund beidseitiger Acetabulumfrakturen oder weiteren Frakturen im Bereich des Beckens ausgeschlossen, um eine Beeinflussung des Outcomes zu vermeiden. 573 Patienten (65,33%) wurden aufgrund von fehlender Erreichbarkeit (530 Patienten), gefolgt von fehlender Bereitschaft (34 Patienten) und zwischenzeitlichem Versterben (9 Patienten) nicht eingeschlossen (Abb. 13). Die retrospektive Erfassung des Outcomes erfolgte mit den Fragebögen des EQ-5D, SF-12 und dem Hüftfragebogen. Zur Analyse des Outcomes wurden die Patienten in Gruppen mit operativem bzw. konservativem Therapieregime der Acetabulumfraktur sowie in die jeweiligen Subgruppen mit und ohne H-TEP-Implantation eingeteilt. Weiterhin wurde der Einfluss von Merkmalen wie Geschlecht, Patientenalter, Frakturmorphologie, Verletzungsschwere, OP-Dauer, Blutverlust, der gewählte Zugangsweg, Verweildauer und NU auf das Outcome ausgewertet.

## Ergebnisse

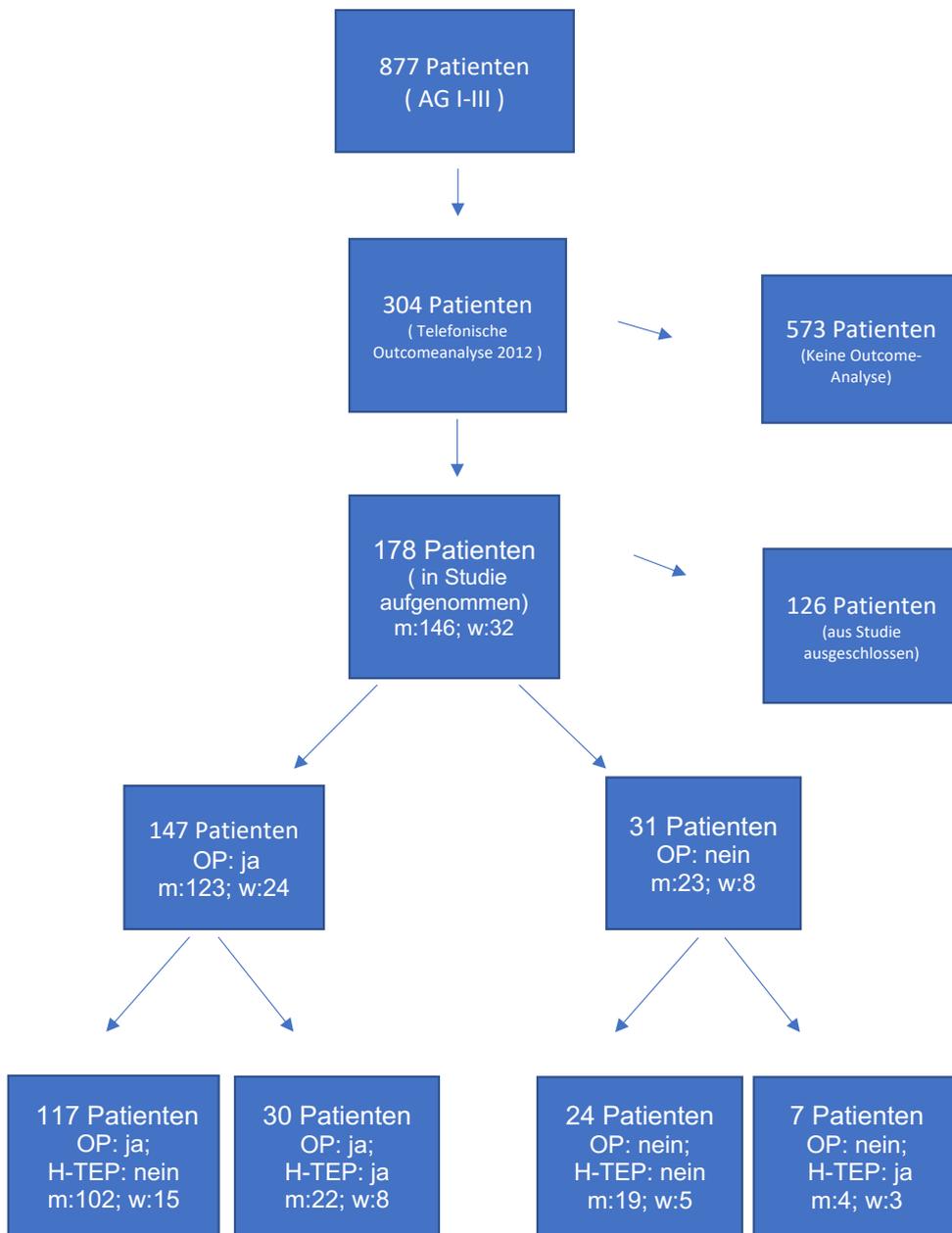


Abbildung 13: Einschluss der Patienten und Gruppenaufteilung

Der überwiegende Teil der 178 Patienten war männlichen Geschlechts (146 Patienten; 82,02%). Der jüngste Patient war 19 Jahre, der Älteste 92 Jahre alt. Der Median lag bei 49,5 Jahren (IQR: 35,8-62,0 Jahre), eine Normalverteilung des Alters bestand nicht (Kolmogorov Smirnov,  $p = 0,041$ ). Für einen signifikanten Altersunterschied zwischen Männern und Frauen bestand kein Hinweis (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,420$ ), dies wird auch durch Abbildung 14 veranschaulicht.

## Ergebnisse

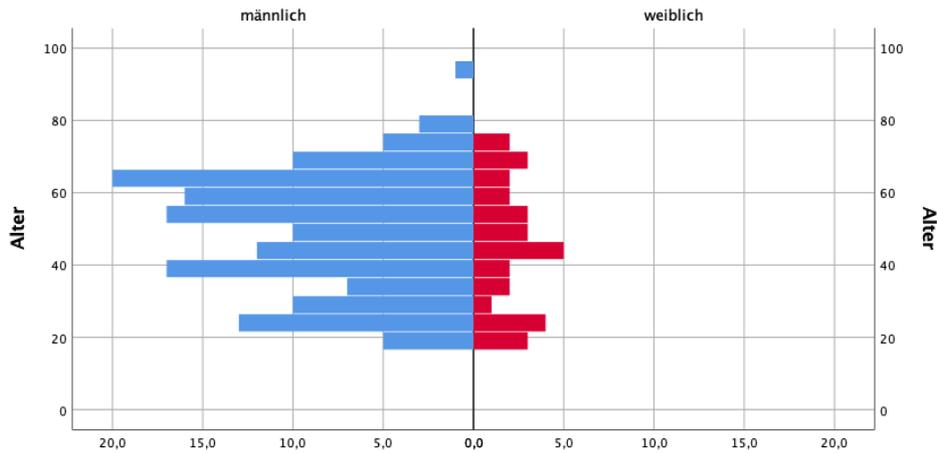


Abbildung 14: Altersverteilung getrennt für Männer und Frauen

### 5.1.1 Operative Versorgung, H-TEP-Implantationen

Der Großteil der Acetabulumfrakturen (82,58%) wurde operativ versorgt. Die häufigsten Indikationen zur Festlegung eines konservativen Prozederes war eine geringe Dislokation (Abb. 15). Lediglich in vier Fällen wurde aufgrund des Allgemeinzustandes auf eine OP verzichtet (m31, m28, m76, m78).

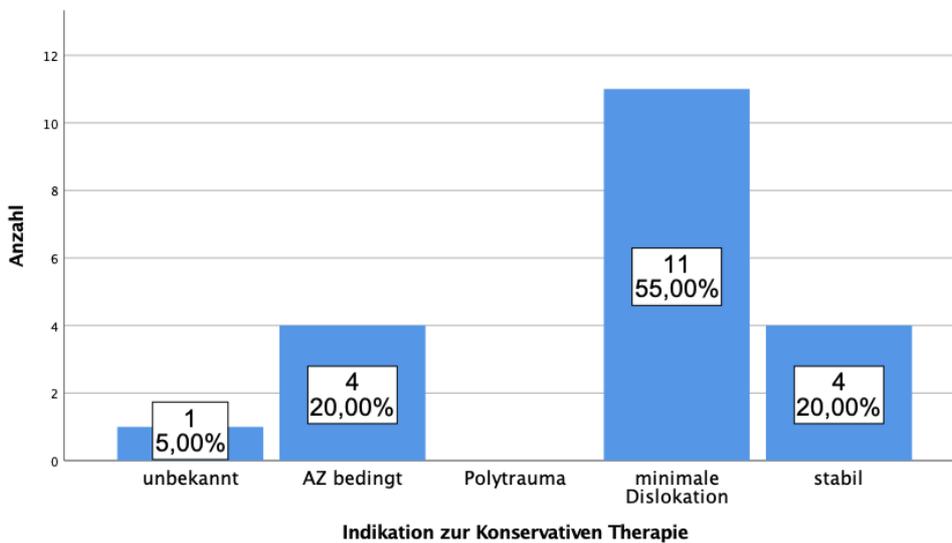


Abbildung 15: Indikationen zum konservativen Therapieregime (n=20)

Eine H-TEP-Implantation erfolgte insgesamt bei jedem fünften Patienten. Hierbei waren die Unterschiede in Abhängigkeit des Therapieregimes (operativ oder konservativ) gering (Konservative Therapie: 22,58%; operative Therapie: 20,40%) (Tab.5).

Ergebnisse

Tabelle 4: OP, H-TEP-Implantation

		OP der AF		gesamt
		Kons.Therapie	Zn OP	
H-TEP	keine H-TEP	24	117	141
	Zn H-TEP	7	30	37
gesamt		31	147	178

Die Aufteilung der Kohorte nach Geschlecht zeigte, dass die Frakturen bei Frauen häufiger konservativ behandelt wurden (Frauen: 25,00%, Männer: 15,75%) (Tab. 6), eine statistische Signifikanz bestand für diese Verteilung jedoch nicht (Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,301$ ). Gleichzeitig erfolgte bei Frauen signifikant häufiger eine H-TEP-Implantation (Chi-Quadrat-Test:  $p = 0,033$ ). In der Frauengruppe wurde bei 35,48%, in der Männergruppe bei 17,80% eine H-TEP implantiert (Tab. 7).

Tabelle 5: Geschlecht und Therapiekonzept.

		OP der AF		gesamt
		Kons.Therapie	Zn OP	
Geschlecht	Frau	8	24	32
	Mann	23	123	146
gesamt		31	147	178

Tabelle 6: Unterschiede von Mann und Frau bei H-TEP-Implantation

		Geschlecht		gesamt
		Mann	Frau	
H-TEP	keine H-TEP	120	20	140
	Zn H-TEP	26	11	37
gesamt		146	31	178

Um den Einfluss des Patientenalters auf das Therapieregime und schließlich das Outcome zu untersuchen, wurde die Kohorte in zwei Altersgruppen (bis einschließlich 60 Jahre, über 60 Jahre) eingeteilt. Hier zeigte sich, dass Patienten über 60 Jahre häufiger konservativ behandelt wurden (bis 60 Jahre: 15,39% vs. über 60 Jahre: 22,92%) (Tab. 8). Für diesen Unterschied bestand jedoch keine statistische Signifikanz (Mann-Whitney-U-Test,  $p: 0,472$ ).

Tabelle 7: Altersklassen und Therapiekonzept.

		OP der AF		gesamt
		Kons.Therapie	Zn OP	
Alter	bis einschl 60J.	20	110	130
	über 60J.	11	37	48
gesamt		31	147	178

## Ergebnisse

Teilt man die Kohorte nach H-TEP-Implantationen, zeigt sich ein signifikant höheres Patientenalter in der Gruppe mit implantierter H-TEP (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,023$ ), dieser Zusammenhang wird durch Abbildung 16 veranschaulicht.

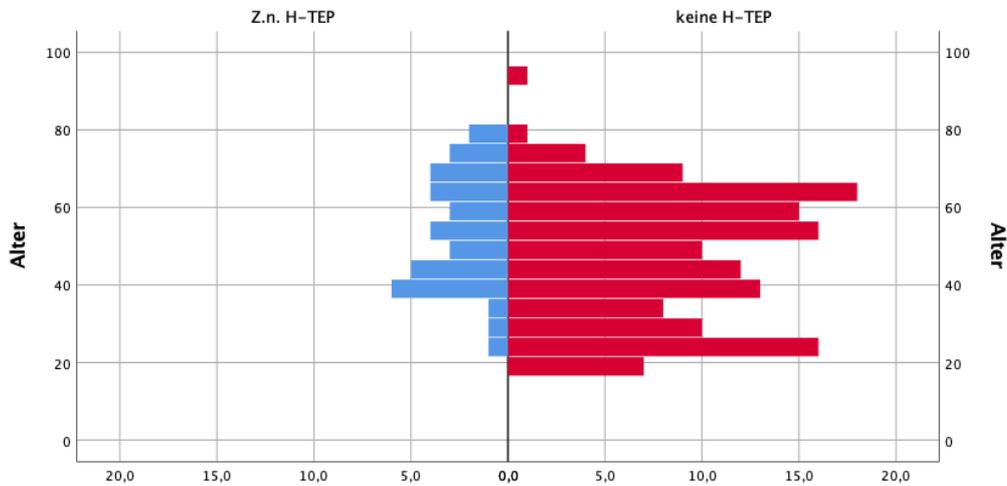


Abbildung 16: Altersunterschied bei H-TEP-Implantation.

### 5.1.2 Verletzungsmuster, Verletzungsschwere

Verletzungsschwere und Begleitverletzung wurden bezüglich ihres Einflusses auf das Outcome analysiert. Bei dem überwiegenden Teil der Patienten (55,63%) lag eine isolierte, unilaterale Acetabulumfraktur, bei 35,63% eine Mehrfachverletzung vor. Lediglich 8,75% der Fälle erlitten ein Polytrauma (Abb. 17). Das linke Acetabulum war mit 53,37% (95/178) öfter betroffen als das rechte.

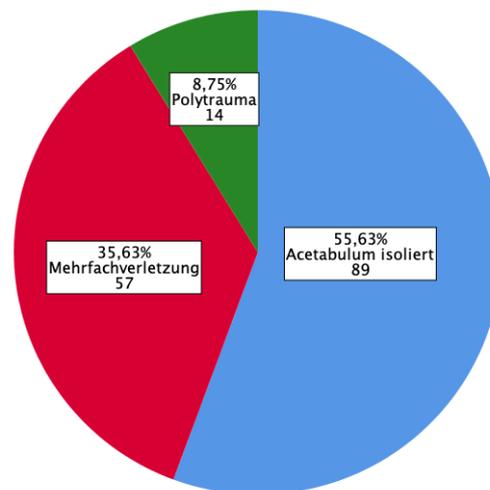


Abbildung 17: Aufteilung nach Verletzungsarten (n=160).

## Ergebnisse

Ergänzend zur Analyse der Verletzungsart wurde die Verteilung des ISS und später sein Einfluss auf das Outcome untersucht. Wie folgende Abbildung zeigt, besteht keine Normalverteilung der ISS-Werte. Der Median lag bei 9 (IQR: 9-13), bei einem Minimum von 4 und einem Maximum von 38 (Abb. 18).

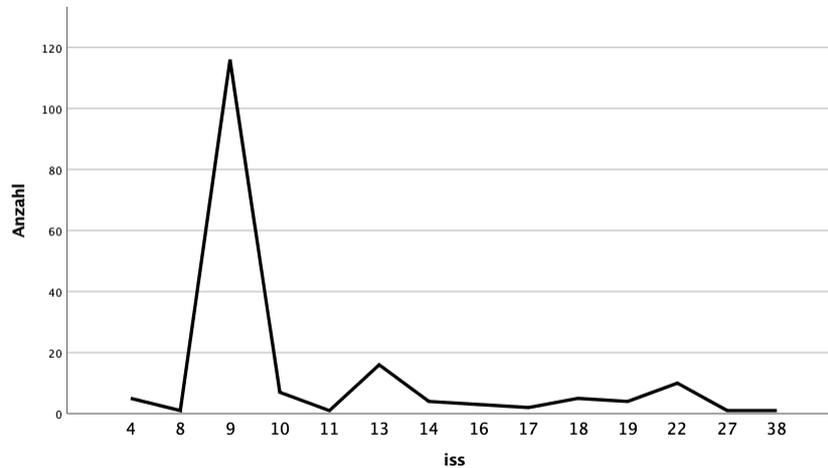


Abbildung 18: Verteilung der ISS-Werte (n=176)

Wie durch folgendes Streudiagramm verdeutlicht wird, gibt es für eine altersabhängige Verteilung der ISS-Werte keinen Hinweis (Abb. 19).

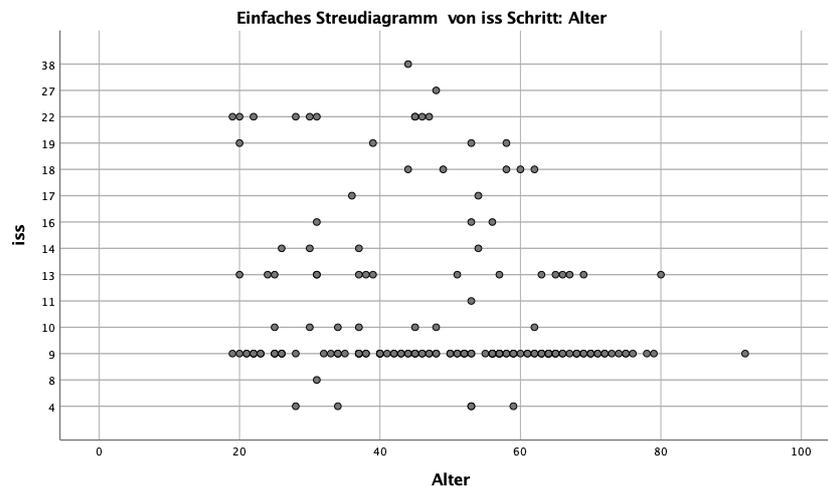


Abbildung 19: ISS in Abhängigkeit von Alter (n=176)

### 5.1.3 Frakturmorphologie

Zur genaueren Beschreibung der Frakturmorphologie und ihres Einflusses auf das Outcome erfolgte die Einteilung nach verschiedenen Kriterien, beginnend mit der Letournel-Klassifikation. Führend, mit 34 Patienten (20,36%), wurden die Acetabulumfrakturen als vordere Pfeiler-

## Ergebnisse

mit hinterer Hemiquerfraktur eingeteilt. Hierauf folgte mit 30 Patienten (17,96%) die vordere Pfeiler-Fraktur, mit 26 Patienten (15,57%), die Zwei-Pfeiler-Fraktur und bei 24 Patienten (14,37%) die Hinterwand-Fraktur (Abb. 20).

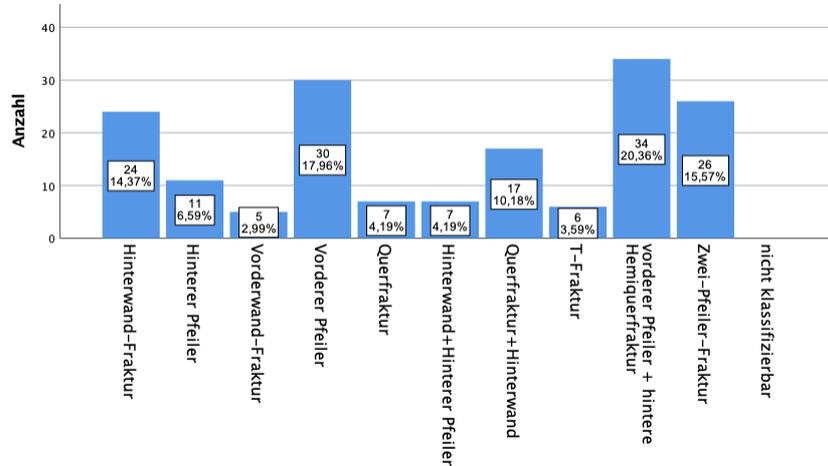


Abbildung 20: Aufteilung nach Letournel-Stadien (n= 167)

Eine weitere Einteilung der Frakturen erfolgte nach dem Ausmaß der Trümmerzone, die radiologisch in der AP-Ebene beurteilt wurde. Bei einem Großteil der Patienten (64,33%, 101 Patienten) war keine Trümmerzone nachweisbar. Bei ca. einem Drittel (31,21%) zeigte sich in der AP-Ebene eine Trümmerzone, die unter 50% der Gelenkfläche betraf und bei lediglich sieben Patienten (4,46%) betraf die Trümmerzone mehr als 50% der Gelenkfläche (Abb. 21).

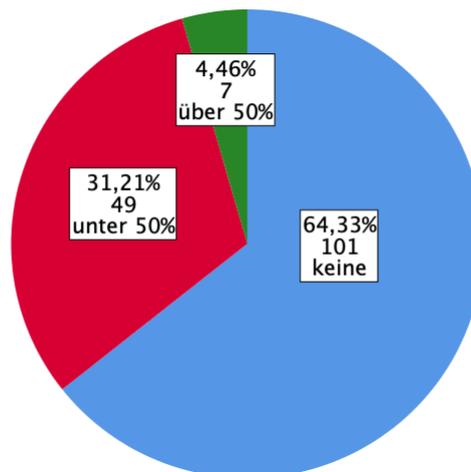


Abbildung 21: Aufteilung nach Trümmerzone in der AP-Ebene (n=157)

Die Acetabulum-Hinterwand gilt als kritische Struktur bei Acetabulumfrakturen und deren Integrität als wichtiger Faktor zur Beeinflussung des Outcomes. Die Einteilung der Beteiligung

der Hinterwand erfolgte in drei Stufen: unverletzt, undislozierte und dislozierte Fraktur. Bei der Mehrzahl der Patienten (89 Patienten, 55,27%) lag eine Frakturbeteiligung der Hinterwand vor. Hier handelte es sich in 40 Fällen (24,84%) um eine undislozierte Fraktur und in 49 Fällen (30,43%) um eine dislozierte Fraktur. Bei insgesamt 72 Patienten (44,72%) bestand keine Beteiligung der Hinterwand (Abb. 22).

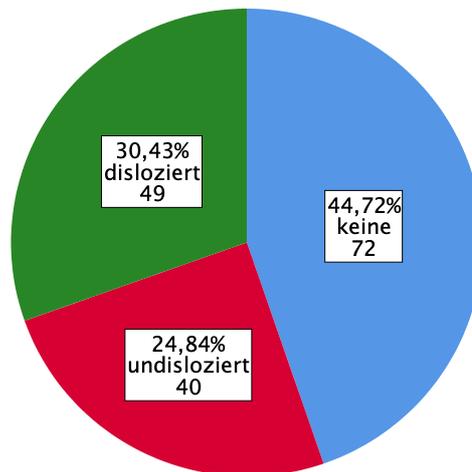


Abbildung 22: Aufteilung nach Hinterwandbeteiligung (n=161)

Eine Schädigung des Femurkopfes ist in Abhängigkeit der Ausprägung maßgeblich wegbereitend für eine Coxarthrose und deren Erfassung dementsprechend unerlässlich bei der Outcome-Analyse der Acetabulumfrakturen. Bei einem Großteil der Patienten (108/178 Patienten (60,67%)) wurden keine Daten zu einer Schädigung des Femurkopfes erhoben. Von den verbliebenen 70 Patienten lag in 61,42% (43 Patienten) keine Verletzung des Femurkopfes vor. Bei 16 Patienten (22,85%) wurde eine Kontusion, bei weiteren sieben Patienten (10%) eine Impression des Femurkopfes beschrieben. In drei Fällen (4,28%) lag eine Pipkin-Fraktur vor. Lediglich bei einem Patienten (1,42%) trat eine Kombinations-Verletzung auf (Abb. 23).

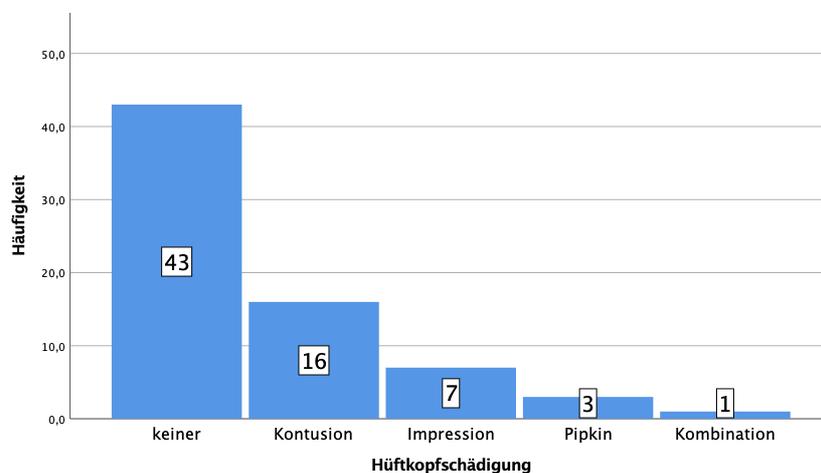


Abbildung 23: Aufteilung nach Hüftkopfschädigung (n=70)

5.1.4 Dislokation, OP-Dauer, Verweildauer, Zugangswege

Parameter wie posttraumatische Dislokation, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes, bei erfolgter OP außerdem OP-Dauer, Blutverlust und postoperative Dislokation wurden erhoben und später in Korrelation zum erreichten Outcome bewertet. OP-Dauer, Blutverlust und postoperative Dislokation sind nicht isoliert, sondern in Kontext mit dem zugrunde liegenden Frakturtyp und dem gewählten Zugangsweg zu bewerten. In Tabelle 9 ist eine Übersicht über die Werte der metrischen Prädiktoren ersichtlich.

Tabelle 8: Werteverteilung der metrischen Prädiktoren

	N	vorhandene Daten in %	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std. Abweichung
<b>Stufe Pfannendach ap</b>	171/ 178	96,06	0	80	6,63	9,177
<b>Spalt Pfannendach ap</b>	154/ 178	86,51	0	98	7,32	10,520
<b>OP-Dauer</b>	133/ 147	90,47	38	549	178,98	75,532
<b>OP-Blutverlust</b>	133/ 147	90,47	1	2500	606,32	424,651
<b>postop. Stufe ap</b>	131/ 147	89,11	0	13	0,67	1,643
<b>postop. Spalt ap</b>	132/ 147	89,79	0	13	1,08	2,015
<b>max. Dislokation postop.</b>	138/ 147	93,87	0	15	1,29	2,347
<b>Dauer KH-Aufenthalt</b>	150/ 178	84,83	2	107	37,12	155,824

Die im Rahmen des Ersteingriffs gewählten Zugangswege wurden beschrieben und später mit dem erzielten Outcome korreliert. Im Rahmen des ersten Eingriffs wurde der Ilioinguinale Zugang am häufigsten gewählt (73 Patienten, 50,34%), gefolgt vom Kocher-Langenbeck-Zugang (57 Patienten, 39,31%). Der erweiterte iliiofemorale Zugang wurde lediglich einmal zur Versorgung einer Vorderwand-Fraktur angewendet. In zwei Fällen wurde ein simultaner Zugang (ventral und dorsal) genutzt, als Frakturtyp lag hier eine Zwei-Pfeiler-Fraktur bzw. eine Querfraktur mit Hinterwandbeteiligung vor (Abb. 24).

## Ergebnisse

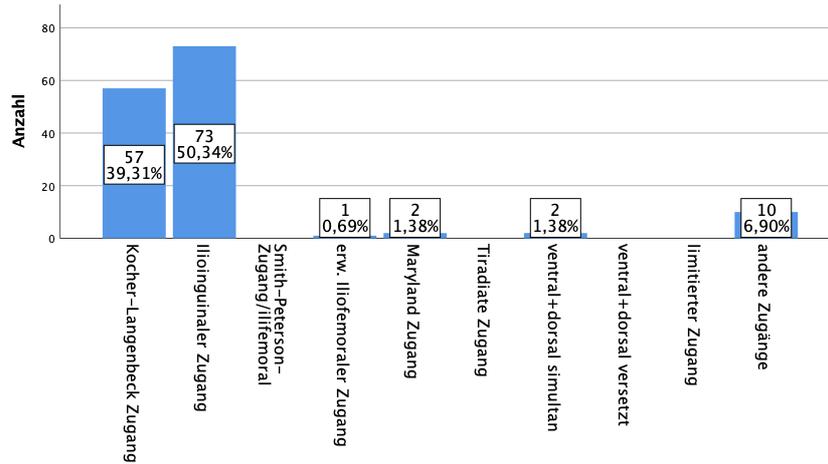


Abbildung 24: Aufteilung nach Zugangswegen beim Ersteingriff (n=145)

### 5.1.5 Aufteilung nach Zentren

Die Verteilung der Patienten auf die an der AG-Becken teilnehmenden Kliniken erfolgte lediglich deskriptiv und ohne Korrelation zum erreichten Outcome, da dies unter anderem im Hinblick auf die Vielfältigkeit der Frakturmorphologie und die hierdurch entstehenden Subgruppen mit entsprechend geringen Fallzahlen nicht zielführend erschien. Die meisten der Patienten der Studie wurden im UKS/Homburg (41 Patienten, 23,03%), der BG-Klinik Tübingen (20 Patienten, 11,24%) und der BG-Klinik Murnau (21 Patienten, 11,80%) gefolgt von der Medizinischen Hochschule Hannover (15 Patienten, 8,43%) behandelt (Abb. 25).

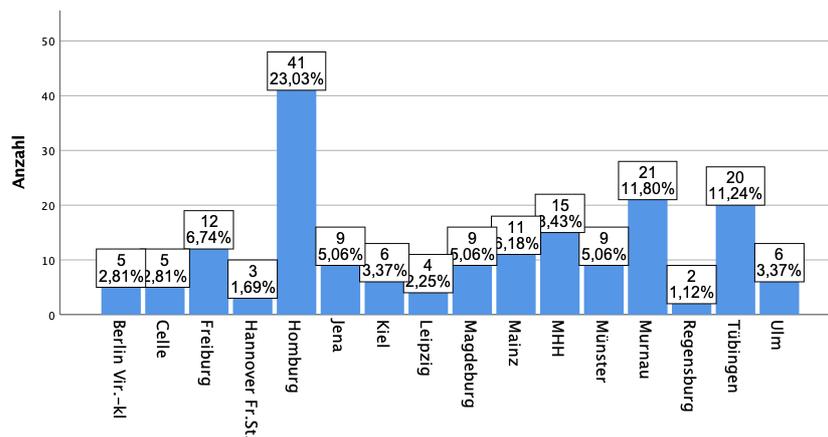


Abbildung 25: Aufteilung nach Kliniken (n=187)

### 5.1.6 Nachuntersuchungs-Zeitraum

Wie aus Abbildung 26 ersichtlich wird, besteht keine Normalverteilung der Nachuntersuchungszeiträume (NU), es zeigt sich eine deutliche Fallzahlsteigerung bei einem NU bis zu

fünf Jahren. Der NU lag zwischen 3,2 und 19,0 Jahren bei einem Median von 4,7 Jahren (IQR: 3,9- 7,2 Jahre). Aufgrund dieser Verteilung wurde die Kohorte für die Auswertung in zwei Gruppen unterteilt, die Grenze wurde bei fünf Jahren gesetzt. Die ursprünglich geplante Aufteilung in fünf getrennte Nachuntersuchungszeiträume erschien bei der dann resultierenden geringen Stichprobenanzahl in den einzelnen Gruppen nicht sinnvoll.

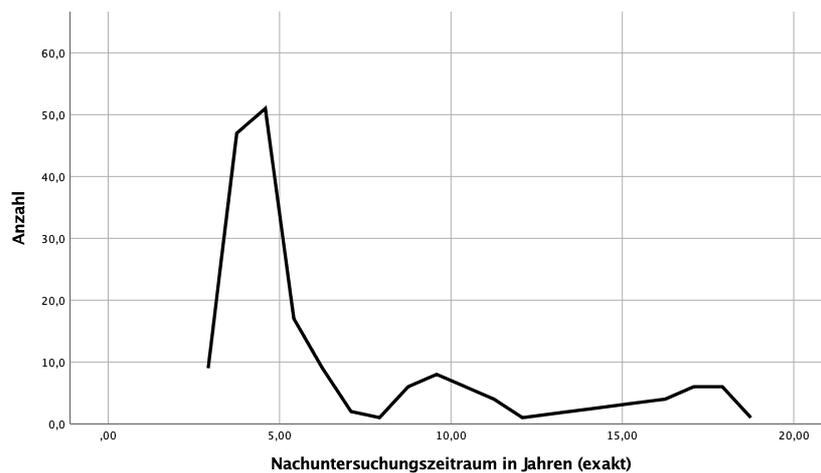


Abbildung 26: Aufteilung nach Nachuntersuchungszeiträumen

Für einen signifikanten Unterschied des ISS und Outcomes zwischen beiden NU-Zeiträumen bestand statistisch kein Hinweis (Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,625$  (Outcome); Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,266$  (ISS)). Es zeigte sich jedoch im NU bis fünf Jahre (NU 1) ein signifikanter Anstieg des Patientenalters (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,001$ (Alter)).

#### 5.1.7 Komplikationen

Komplikationen traten in 15,71% auf (28/178 Patienten). Am häufigsten handelte es sich hierbei um Nervenverletzungen (21,43%; 6/28 Patienten). In insgesamt vier Fällen trat eine Thrombose auf, eine Embolie oder ein ARDS wurden nicht dokumentiert. Bei fünf Patienten wurde ein Hämatom, in einem Fall ein Serom dokumentiert. Bei drei Patienten kam es zu einer Implantatlockerung. Bei einem weiteren Patienten wurde eine sekundäre Dislokation beschrieben. In vier weiteren Fällen traten sonstige, nicht weiter beschriebene Komplikationen auf.

## 5.2 Outcome im Vergleich zur Normalbevölkerung

Das Ziel war es die Lebensqualität unserer Kohorte mit der altersentsprechenden Normalbevölkerung zu vergleichen. Hierzu wurden für die Werte der entsprechenden Fragebögen (SF-12 (jeweils PCS und MCS), EQ-5D) der Mittelwert gebildet, die Aufteilung erfolgte in zwei Altersgruppen. Die Grenze wurde analog zu den Altersgruppen der Normalbevölkerung bei 65 Lebensjahren gewählt. Die Mittelwerte der Patienten mit AF (Mw AF) wurden mit den Mittelwerten der Normalbevölkerung (Mw Norm) verglichen.

Tabelle 9: Durchschnittswerte des Outcomes im Vergleich zur Normalbevölkerung für ein Patientenalter unter 65 Jahre

Fragebogen	SD AF	Mw AF	Mw Norm	SD Norm
SF 12 PCS	12,00	41,52	50,10	7,90
SF 12 MCS	12,40	48,74	52,15	8,00
EQ5D	0,26	0,73	0,93	0,008

Tabelle 10: Durchschnittswerte des Outcomes im Vergleich zur Normalbevölkerung für ein Patientenalter über 64 Jahre

Fragebogen	SD AF	Mw AF	Mw Norm	SD Norm
SF 12 PCS	12,10	41,83	43,50	10,10
SF 12 MCS	10,26	49,36	53,40	8,10
EQ5D	0,29	0,73	0,81	0,01

Das Vergleichen der Mittelwerte zeigt, dass in der Patientengruppe unter 65 Jahre das Outcome sowohl für den EQ-5D als auch für den körperlichen Summenscore des SF-12 (PCS) unter der altersbezogenen Normalbevölkerung liegt.

In der Altersklasse über 65 Jahre liegt das Outcome des SF-12 (MCS + PCS) im Bereich der Normalbevölkerung, die Lebensqualität als Ergebnis des EQ-5D liegt unter der altersbezogenen Normalbevölkerung (Tab. 10, 11).

## 5.3 Univariate Regressionsanalyse

Um einen Überblick zu bekommen, ob für die ausgewählten Prädiktoren Geschlecht, Alter, Therapie-Regime und Gelenkersatz (Z.n. H-TEP-Implantation) eine signifikante Korrelation zum Outcome bestand, erfolgte zunächst die univariate Regressionsanalyse der vier Parameter.

5.3.1 SF-12/ EQ-5D

Mit Hilfe der univariaten Regressionsanalyse fand sich kein Hinweis auf eine signifikante Korrelation zwischen Geschlecht, Patientenalter oder Therapie-Regime (OP/ Konservative Therapie) sowie Outcome des SF-12 (körperliche und psychische Summenskala) und EQ-5D. Die H-TEP-Implantation ging mit einem signifikant schlechteren Outcome des SF-12 (körperliche und psychische Summenskala) und des EQ-5D einher (Tab. 12).

Tabelle 11: Univariete Regressionsanalyse, SF-12/ EQ-5D

	Abhängige Variable	Standardisierte Koeff. Beta	Sig.	95,0% Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Geschlecht	SF 12 MCS-SCORE	0,024	0,753	-3,908	5,391
	SF 12 PCS-SCORE	0,049	0,517	-3,103	6,148
	EQ5D SCORE	0,093	0,217	-0,038	0,168
Alter	SF 12 MCS-SCORE	-0,075	0,317	-0,165	0,054
	SF 12 PCS-SCORE	-0,100	0,183	-0,182	0,035
	EQ5D SCORE	-0,138	0,067	-0,005	0,000
OP	SF 12 MCS-SCORE	-0,030	0,689	-5,663	3,750
	SF 12 PCS-SCORE	0,009	0,910	-4,420	4,958
	EQ5D SCORE	-0,107	0,157	-0,180	0,029
H-TEP-Implantation	SF 12 MCS-SCORE	-0,216	0,004	-10,692	-2,089
	SF 12 PCS-SCORE	-0,343	0,000	-14,214	-5,970
	EQ5D SCORE	-0,283	0,000	-0,281	-0,092

Durch die univariate ordinale Regressionsanalyse konnte kein signifikanter Einfluss der vier Prädiktoren (Geschlecht, Patientenalter, H-TEP-Implantation und Therapie-Regime) auf das Outcome des Hüftfragebogens nachgewiesen werden (Tab. 13).

Tabelle 12: Univariete Regressionsanalyse Hüftfragebogen

Hüftfragebogen	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Geschlecht</b>	-0,048	0,913	-0,915	0,819
<b>Alter</b>	-0,011	0,245	-0,03	0,008
<b>H-TEP-Implantation</b>	-17,696	0,345	-17,696	-17,696
<b>OP</b>	-0,083	0,842	-0,903	0,736

5.3.2 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der univariaten Regressionsanalyse ausschließlich für die H-TEP-Implantation eine signifikante Korrelation mit dem Outcome des SF-12

(körperliche und psychische Summenskala) und EQ-5D bestand. Eine H-TEP-Implantation ging mit einer signifikant schlechteren Lebensqualität einher.

## 5.4 Multiple Regressionsanalyse

Die Analyse der Prädiktoren im Hinblick auf das Outcome erfolgte mithilfe der multiplen Regressionsanalyse für den SF-12 und den EQ-5D bzw. mittels ordinaler Regressionsanalyse für den HFB. Die Regressionsanalyse wurde, wie im Folgenden beschrieben, zuerst für die Gesamtgruppe durchgeführt, dann erfolgte die Aufteilung nach Therapieregime (Patienten mit OP der AF gegen Patienten mit konservativem Therapieregime) und schließlich nach durchgeführtem Gelenkersatz (Patienten in einer Gruppe mit H-TEP-Implantation gegen Gruppe ohne H-TEP-Implantation). Weiterhin wurde die Regressionsanalyse für jede der drei beschriebenen Gruppen zuerst ohne und dann mit Unterteilung in die zwei Nachuntersuchungszeiträume (<5 oder >5 Jahre) durchgeführt.

### 5.4.1 Statistische Prüfung der Gruppen

#### Nachuntersuchungs (NU)-Zeiträume

Zwischen beiden Nachuntersuchungszeiträumen besteht kein signifikanter Unterschied in der Lebensqualität nach Acetabulumfraktur (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,147$  (SF-12-PCS);  $p = 0,323$  (SF-12-MCS);  $p = 0,125$  (EQ-5D); Chi-Quadrat-Test:  $p = 0,625$  (HFB)). Auch bezüglich der Geschlechterverteilung fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen NU1 und NU2 (Chi-Quadrat-Test:  $p = 0,843$  (Geschlecht)). Gleichzeitig zeigte sich, wie bereits oben erwähnt, dass das Patientenalter im NU 1, also der Gruppe mit einem Unfallzeitpunkt innerhalb der letzten fünf Jahre, signifikant anstieg (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,001$  (Alter)).

Zur Überprüfung der NU-Zeiträume im Hinblick auf die Verteilung der Frakturklassifikation (Letournel-Klassifikation) war die Durchführung eines statistischen Tests aufgrund der geringen Patientenzahl nicht möglich. Stattdessen erfolgt die deskriptive Beschreibung anhand folgender Kreuztabelle (Tab. 14). Hier zeigte sich, dass sämtliche Vorderwand-Frakturen im zweiten Nachuntersuchungs-Zeitraum (größer als fünf Jahre) auftraten. Demgegenüber traten die Frakturen des vorderen Pfeilers, des vorderen Pfeilers mit einer hinteren Hemiquer-Fraktur sowie die Zwei-Pfeiler-Fraktur führend im ersten NU (bis fünf Jahre) auf. Bezüglich der verbleibenden Gruppen lässt sich aufgrund der geringen Unterschiede der Patientenzahl keine Tendenz ableiten.

## Ergebnisse

Tabelle 13: Auftreten der Letournel- Klassifikation in den beiden Nachuntersuchungszeiträumen.

Letournel		NU-Zeiträume		Gesamt	n/178 (%)
		1 (bis 5a)	2 (über 5a)		
nicht einteilbar	Anzahl	0	7	7	3,93
	%	0,00%	100,00%	100%	
hintere Wand	Anzahl	12	12	24	13,48
	%	50,00%	50,00%	100%	
hinterer Pfeiler	Anzahl	7	4	11	6,18
	%	63,64%	36,36%	100%	
vordere Wand	Anzahl	0	5	5	2,80
	%	0,00%	100%	100%	
vorderer Pfeiler	Anzahl	21	9	30	16,85
	%	70,00%	30,00%	100%	
Querfraktur	Anzahl	3	4	7	3,93
	%	42,86%	57,14%	100%	
hintere Wand + hinterer Pfeiler	Anzahl	3	4	7	3,93
	%	42,86%	57,14%	100%	
Querfraktur + hintere Wand	Anzahl	9	8	17	9,55
	%	52,94%	47,06%	100%	
T-Fraktur	Anzahl	4	2	6	3,37
	%	66,67%	33,33%	100%	
vorderer Pfeiler + hintere hemiquere Fraktur	Anzahl	28	6	34	19,10
	%	82,35%	17,65%	100%	
Zwei-Pfeiler Fraktur	Anzahl	18	8	26	14,60
	%	69,23%	30,77%	100%	

### Gruppen nach Therapieregime (OP/ Konservativ)

Bezüglich Altersverteilung, ISS-Werten als auch Geschlechterverteilung fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,472$  (Alter);  $p = 0,744$  (ISS); Chi-Quadrat-Tests:  $p = 0,301$  (Geschlecht)). Wie bereits zuvor beschrieben, ist zur Überprüfung der Letournel-Klassifikation auch im Hinblick auf das Therapie-Regime die Durchführung eines statistischen Tests aufgrund der geringen Patientenzahl in den einzelnen Frakturtypen nach Letournel nicht möglich. Stattdessen erfolgte auch hier die deskriptive Beschreibung anhand einer Kreuztabelle (Tab. 15). Hier zeigte sich, dass eine konservative Therapie führend bei Frakturen der Vorderwand und bei Querfrakturen erfolgte. In den verbleibenden Gruppen wurden die Frakturen vorwiegend operativ behandelt.

## Ergebnisse

Tabelle 14: Operative Therapie in Abhängigkeit der Letournel-Klassifikation

Letournel		OP		Gesamt	n/178(%)
		nein	ja		
nicht einteilbar	Anzahl	0	7	7	3,93
	%	0,00%	100%	100%	
hintere Wand	Anzahl	3	21	24	13,48
	%	12,50%	87,50%	100%	
hinterer Pfeiler	Anzahl	1	10	11	6,18
	%	9,09%	90,91%	100%	
vordere Wand	Anzahl	3	2	5	2,8
	%	60,00%	40,00%	100%	
vorderer Pfeiler	Anzahl	7	23	30	16,85
	%	23,33%	76,67%	100%	
Querfraktur	Anzahl	4	3	7	3,93
	%	57,14%	42,86%	100%	
hintere Wand + hinterer Pfeiler	Anzahl	1	6	7	3,93
	%	14,29%	85,71%	100%	
Querfraktur + hintere Wand	Anzahl	3	14	17	9,55
	%	17,65%	82,35%	100%	
T-Fraktur	Anzahl	1	5	6	3,37
	%	16,67%	83,33%	100%	
vorderer Pfeiler + hintere hemiquere Fraktur	Anzahl	2	32	34	19,1
	%	5,88%	94,12%	100%	
Zwei-Pfeiler Fraktur	Anzahl	3	23	26	14,6
	%	11,54%	88,46%	100%	

### Gelenkersatz (H-TEP-Implantation)

Nach Aufteilung in Abhängigkeit der erfolgten H-TEP-Implantation zeigte sich in der Gruppe mit durchgeführtem Gelenkersatz ein signifikant höheres Patientenalter sowie ein signifikant höherer Frauenanteil (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,023$  (Alter); Chi-Quadrat-Test:  $p = 0,033$  (Geschlecht)) (Abb. 27). Die Verteilung der ISS-Wert war gleich (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,082$  (ISS)).

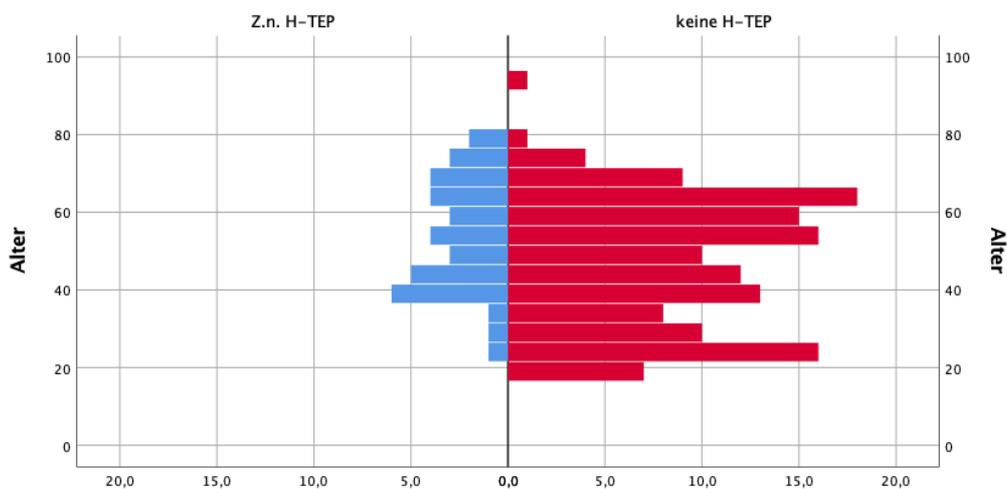


Abbildung 27: Altersverteilung bei H-TEP-Implantation

(0= Keine H-TEP; 1= Zn H-TEP).

Zur Überprüfung im Hinblick auf die Letournel-Klassifikation erfolgte die deskriptive Beschreibung anhand einer Kreuztabelle (Tab. 16). Hier zeigte sich, dass eine H-TEP-Implantation vor allem bei Frakturen der Hinterwand und T-Frakturen erfolgte.

Tabelle 15: Kreuztabelle: H-TEP-Implantation in Abhängigkeit der Letournel-Klassifikation.

Letournel		H-TEP-Implantation		Gesamt	n/178(%)
		nein	ja		
nicht einteilbar	Anzahl	5	2	7	3,93
	%	71,43%	28,57%	100%	
hintere Wand	Anzahl	14	10	24	13,48
	%	58,33%	41,67%	100%	
hinterer Pfeiler	Anzahl	10	1	11	6,18
	%	90,91%	9,09%	100%	
vordere Wand	Anzahl	4	1	5	2,80
	%	80,00%	20,00%	100%	
vorderer Pfeiler	Anzahl	27	3	30	16,85
	%	90,00%	10,00%	100%	
Querfraktur	Anzahl	5	1	6	3,37
	%	83,33%	16,67%	100%	
hintere Wand + hinterer Pfeiler	Anzahl	5	2	7	3,93%
	%	71,43%	28,57%	100%	
Querfraktur + hintere Wand	Anzahl	12	5	17	9,55
	%	70,59%	29,41%	100%	
T-Fraktur	Anzahl	3	3	6	3,37
	%	50,00%	50,00%	100%	
vorderer Pfeiler + hintere hemiquere Fraktur	Anzahl	31	3	34	19,10
	%	91,18%	8,82%	100%	
Zwei-Pfeiler Fraktur	Anzahl	21	5	26	14,60
	%	80,77%	19,23%	100%	

#### 5.4.2 Multiple Regressionsanalyse

##### SF-12/ EQ-5D

Patienten, bei denen im Verlauf eine H-TEP implantiert wurde, hatten ein signifikant schlechteres Outcome des EQ-5D und beider Summscores des SF-12. Weiterhin korrelierte ein schlechteres Outcome des psychischen Summscores (MCS) des SF-12 mit einer höheren posttraumatischen und postoperativen Dislokation sowie mit einem höheren ISS. Ein größerer posttraumatischer Spalt des Pfannendaches (in der AP-Ebene) ging mit einem signifikant schlechteren Outcome des EQ-5D einher (Tab. 17).

Tabelle 16: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
maximale Dislokation postop./ap	-1,148	0,007	-1,981	-0,315
ISS	-0,755	0,001	-1,201	-0,309
TEP-Implantation	-7,359	0,004	-12,280	-2,438
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,260	0,004	-0,435	-0,085
<b>SF 12 PCS-SCORE</b>				
TEP-Implantation	-12,241	0,000	-17,049	-7,432
<b>EQ5D SCORE</b>				
TEP-Implantation	-0,202	0,000	-0,305	-0,099
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,004	0,028	-0,008	0,000

SF-12/ EQ-5D/ Aufteilung nach NU-Zeiträumen

Für einen NU bis fünf Jahre ging eine H-TEP-Implantation sowie eine größere posttraumatische Spaltbildung mit einem signifikant schlechteren Outcome des körperlichen Summenscores des SF-12 (SF-12-PCS) einher. Für den psychischen Summenscore (SF-12-MCS) korrelierte ein größerer posttraumatischer Spalt und ein längerer Krankenhausaufenthalt mit einem schlechteren Outcome. Auch für den EQ-5D hing eine höhere posttraumatische Dislokation und ein längerer KH-Aufenthalt mit einem schlechteren Outcome zusammen (Tab. 18).

Tabelle 17: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, NU unter fünf Jahre

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,698	0,000	-0,982	-0,414
Dauer KH-Aufenthalt	-0,281	0,000	-0,420	-0,141
<b>SF 12 PCS-SCORE</b>				
TEP-Implantation	-7,794	0,002	-12,683	-2,904
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,276	0,002	-0,452	-0,100
<b>EQ5D SCORE</b>				
Dauer KH-Aufenthalt	-0,007	0,000	-0,011	-0,004
Stufe des Pfannendachs in der AP-Ebene	-0,014	0,000	-0,021	-0,007
Ausschließliche Auswahl von Fällen mit einem Nachuntersuchungszeitraum unter fünf Jahren (NU = 1,00)				

In der Gruppe mit einem NU über fünf Jahre hatten Männer einen signifikant besseren Outcome der psychischen Komponente des SF-12 (SF-12-MCS) als Frauen. Für die körperliche Summenskala des SF-12 bestand bei diesem NU keine signifikante Korrelation. Im gleichen NU ging eine H-TEP-Implantation sowie das Vorliegen von intraartikulären Fragmenten im Gelenkspalt mit einem signifikant schlechteren Outcome des EQ-5D einher (Tab. 19).

Tabelle 18: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, NU über fünf Jahre

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Männliches Geschlecht	11,581	0,002	4,590	18,572
<b>EQ5D SCORE</b>				
TEP-Implantation	-0,293	0,001	-0,452	-0,135
Fragmente im Gelenkspalt	-0,237	0,008	-0,409	-0,065
Ausschließliche Auswahl von Fällen mit einem Nachuntersuchungszeitraum über fünf Jahren (NU = 2,00)				

### Hüftfragebogen nach Pohlemann (HFB)

Eine größere postoperative Dislokation ging mit einem signifikant schlechteren Outcome des Hüft-Fragebogens einher (Tab. 20).

Tabelle 19: Ordinale Regression, Hüftfragebogen.

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
maximale Dislokation postop./ap	0,291	0,003	0,102	0,480

### HFB/ Aufteilung nach NU-Zeiträumen

Für die Patientengruppe mit einem NU unter fünf Jahren bestand zwischen einer größeren postoperativen Dislokation und einem schlechteren Outcome des Hüftfragebogens ein signifikanter Zusammenhang (Tab. 21). Für den HFB bestand in der Gruppe mit einem NU über fünf Jahren keine signifikante Korrelation mit einem der ausgewählten Prädiktoren.

Tabelle 20: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, NU unter fünf Jahre.

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
maximale Dislokation postop./ap	0,276	0,011	0,063	0,488
Ausschließliche Auswahl von Fällen mit einem Nachuntersuchungszeitraum unter fünf Jahren (NU = 1,00)				

### SF-12/ EQ-5D/ Aufteilung nach Therapieregime

In diesem Kapitel erfolgte die Aufteilung der Studienkohorte nach dem Therapieregime der Acetabulumfraktur (OP/ Konservative Therapie).

Innerhalb der Patientengruppe, deren Acetabulumfraktur operativ versorgt wurde, ging eine H-TEP-Implantation mit einem signifikant schlechteren Outcome der körperlichen Summenskala des SF-12 (SF-12-PCS) einher. In der gleichen Patientengruppe korrelierte neben einer H-TEP-Implantation außerdem ein höherer ISS, eine größere posttraumatische Spaltbildung (in der AP-Ebene) und eine größere postoperative Dislokation mit einem signifikant

schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS). Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen einem längeren NU und einem besseren Outcome des EQ-5D (Tab. 22).

Tabelle 21: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach Operation.

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
maximale Dislokation postop./ap	-1,148	0,007	-1,981	-0,315
ISS	-0,755	0,001	-1,201	-0,309
TEP-Implantation	-7,359	0,004	-12,280	-2,438
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,260	0,004	-0,435	-0,085
<b>SF 12 PCS-SCORE</b>				
TEP-Implantation	-12,119	0,000	-16,927	-7,311
<b>EQ5D SCORE</b>				
Nachuntersuchungszeitraum	0,016	0,003	0,005	0,027

Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine OP der AF erfolgte

SF-12/ EQ-5D/ Aufteilung nach Therapieregime/ Aufteilung nach NU-Zeiträumen

Im folgenden Kapitel erfolgte zusätzlich zur Aufteilung nach dem Therapieregime die Aufteilung nach Nachuntersuchungszeiträumen.

Für die Patientengruppe, deren Acetabulumfraktur operativ versorgt wurde und deren Unfall innerhalb der letzten fünf Jahre stattfand, ging eine H-TEP-Implantation und eine größere posttraumatische Spaltbildung mit einem signifikant schlechteren Outcome der körperlichen Summenskala des SF-12 (SF-12-PCS) einher. Für die gleiche Patientengruppe hing ein längerer Krankenhausaufenthalt im Rahmen des Unfallereignis und eine größere posttraumatische Stufe mit einem signifikant schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS) und des EQ-5D zusammen (Tab. 23).

Tabelle 22: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach OP, NU unter fünf Jahre.

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Stufe des Pfannendachs in der AP-Ebene	-0,698	0,000	-0,982	-0,414
Dauer KH-Aufenthalt	-0,281	0,000	-0,420	-0,141
<b>SF 12 PCS-SCORE</b>				
H-TEP-Implantation	-9,141	0,002	-14,772	-3,510
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,261	0,006	-0,445	-0,076
<b>EQ5D SCORE</b>				
Dauer KH-Aufenthalt	-0,007	0,000	-0,011	-0,004
Stufe des Pfannendachs in der AP-Ebene	-0,014	0,000	-0,021	-0,007

Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine OP der AF erfolgte bei einem Nachuntersuchungszeitraum von unter fünf Jahren (NU=1)

In der Patientengruppe, deren Acetabulumfraktur operativ versorgt wurde und deren Unfallereignis mehr als fünf Jahre zurück lag, hatten männliche Patienten einen signifikant besseren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS). In der gleichen Gruppe korrelierte eine erfolgte H-TEP-Implantation und das Vorliegen von intraartikulären Fragmenten mit einem signifikant schlechteren Outcome des EQ-5D (Tab. 24).

Tabelle 23: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, EQ-5D, Aufteilung nach OP, NU über fünf Jahre.

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Männliches Geschlecht	11,977	0,003	4,234	19,720
<b>EQ5D SCORE</b>				
TEP-Implantation	-0,293	0,001	-0,452	-0,135
Fragmente im Gelenkspalt	-0,237	0,008	-0,409	-0,065
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine OP der AF erfolgte bei einem Nachuntersuchungszeitraum von über fünf Jahren (NU=2)				

### Hüftfragebogen/ Aufteilung nach Therapieregime

In der Patientengruppe, deren Acetabulumfraktur operativ versorgt wurde, führte ein größerer posttraumatischer Spalt des Pfannendaches (in der AP-Ebene) oder eine größere postoperative Dislokation (in der AP-Ebene) zu einem signifikant schlechteren Outcome des Hüftfragebogens (Tab. 25).

Tabelle 24: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Aufteilung nach Operation

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	0,046	0,041	0,002	0,090
maximale Dislokation postop./ap	0,303	0,004	0,096	0,509
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine OP der AF erfolgte				

### HFB/ Aufteilung nach OP/ Aufteilung nach NU-Zeiträumen

In der Patientengruppe, deren Unfallereignis innerhalb der letzten fünf Jahre lag und deren Acetabulumfraktur operativ versorgt wurde, ging ein längerer Krankenhaus-Aufenthalt mit einem schlechteren Outcome des Hüftfragebogens einher (Tab. 26).

Tabelle 25: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Aufteilung nach OP, NU unter fünf Jahre.

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
Dauer des KH-Aufenthaltes	0,061	0,003	0,020	0,101
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine OP der AF erfolgte bei einem Nachuntersuchungszeitraum von unter fünf Jahren (NU=1)				

Aufteilung nach H-TEP-Implantation

Im folgenden Kapitel wurde die Studien-Kohorte getrennt nach erfolgter H-TEP-Implantation untersucht.

In der Patientengruppe ohne H-TEP-Implantation ging eine größere posttraumatische Spaltbildung des Pfannendaches (in der AP-Ebene) und eine größere residuale posttraumatische Dislokation (in der AP-Ebene) sowie eine höhere Verletzungsschwere (ISS) mit einem signifikant schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS) einher. In der gleichen Patientengruppe hing die Größe der postoperativen AP-Stufung mit einem schlechteren Outcome des EQ-5D zusammen (Tab. 27).

Tabelle 26: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, Fälle ohne H-TEP-Implantation.

Abhängige Variable	Regressionskoeffizient B	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
ISS	-0,781	0,002	-1,260	-0,302
maximale Dislokation postop./ap	-1,454	0,006	-2,478	-0,430
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,198	0,028	-0,375	-0,022
<b>EQ5D SCORE</b>				
Postop.Stufe ap	-0,050	0,019	-0,084	-0,016
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen keine H-TEP implantiert wurde.				

In der Patientengruppe ohne Hüft-TEP-Implantation ging die Größe der postoperativ verbliebenen AP-Dislokation mit einem signifikant schlechteren Outcome des Hüftfragebogens einher (Tab. 28).

Tabelle 27: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, Fälle ohne H-TEP-Implantation.

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
maximale Dislokation postop./ap	0,318	0,002	0,115	0,520
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen keine H-TEP implantiert wurde.				

In der Patientengruppe, bei der im Verlauf ein Gelenkersatz erfolgte (H-TEP-Implantation), bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem größeren posttraumatischen Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene und einem schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS) (Tab. 29).

Tabelle 28: Multiple Regressionsanalyse, SF-12, Fälle mit H-TEP-Implantation.

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-1,073	0,001	-1,668	-0,479
Ausschließliche Fälle, bei denen eine H-TEP implantiert wurde.				

SF-12/ EQ-5D/ HFB/ Aufteilung nach H-TEP-Implantation und NU

Im folgenden Kapitel erfolgte die Aufteilung des Patientenkollektives nach H-TEP-Implantation und zusätzlich nach Nachuntersuchungszeiträumen.

Für die Patientengruppe, deren Unfallereignis innerhalb der letzten fünf Jahre lag (NU1) und bei denen ein gelenkerhaltendes Therapiekonzept bestand, ging die Größe der posttraumatischen Stufung des Pfannendaches (in der AP-Ebene) und die Länge des Krankenhausaufenthaltes mit einem signifikant schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS) einher. In der gleichen Patientengruppe korrelierte ein längerer Krankenhausaufenthalt mit einem signifikant schlechteren Outcome des HFB (Tab. 30, 31).

Tabelle 29: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, ohne H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Stufe des Pfannendachs in der AP-Ebene	-0,629	0,000	-0,950	-0,308
Dauer des KH-Aufenthaltes	-0,283	0,000	-0,437	-0,130
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen keine H-TEP-Implantation erfolgte, bei einem Nachuntersuchungszeitraum von unter fünf Jahren (NU=1)				

Tabelle 30: Ordinale Regression, Hüftfragebogen, ohne H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre

Abhängige Variable	Schätzer	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>Hüftfragebogen</b>				
Dauer des KH-Aufenthaltes	0,059	0,002	0,022	0,095
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen keine H-TEP-Implantation erfolgte, bei einem Nachuntersuchungszeitraum von unter fünf Jahren (NU=1)				

In der Patientengruppe mit erfolgtem Gelenkersatz (H-TEP-Implantation) und einem NU unter fünf Jahren bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer größeren posttraumatischen Spalt-Bildung des Pfannendaches (in der AP-Ebene) und einem schlechteren Outcome des EQ-5D (Tab. 32).

Tabelle 31: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, mit H-TEP-Implantation, NU <5 Jahre

Abhängige Variable	RegressionskoeffizientB	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>EQ5D SCORE</b>				
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-0,021	0,002	-0,034	-0,009
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine H-TEP-Implantation (TP1) erfolgte, bei einem Nachuntersuchungszeitraum von unter fünf Jahren (NU=1)				

In der Patientengruppe mit erfolgter H-TEP-Implantation und einem NU über fünf Jahre bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer größeren posttraumatischen Spalt-Bildung des Pfannendaches in der AP-Ebene und einem schlechteren Outcome der psychischen Summenskala des SF-12 (SF-12-MCS) (Tab. 33).

Tabelle 32: Multiple Regressionsanalyse, SF-12/EQ-5D, mit H-TEP-Implantation, NU >5 Jahre

Abhängige Variable	Regressionskoeffizient B	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
			Untergrenze	Obergrenze
<b>SF 12 MCS-SCORE</b>				
Spalt des Pfannendaches in der AP-Ebene	-1,969	0,028	-3,649	-0,290
Ausschließliche Auswahl von Fällen, bei denen eine H-TEP-Implantation (TP1) erfolgte, bei einem Nachuntersuchungszeitraum von über fünf Jahren (NU=2)				

## 5.5 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

- Im Beobachtungszeitraum zeigt sich ein signifikanter Anstieg des Patientenalters, gleichzeitig nehmen Frakturmuster mit Beteiligung des vorderen Pfeilers zu.
- Patienten weiblichen Geschlechts und höheren Alters werden häufiger konservativ behandelt, gleichzeitig erfolgt in diesen Gruppen signifikant häufiger eine H-TEP-Implantation. Dabei scheint das vorherige Therapieregime keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit für eine H-TEP-Implantation zu haben.
- Die Lebensqualität nach überstandener Acetabulumfraktur liegt unter der der altersbezogenen Normalbevölkerung, wobei der Unterschied zur Normalbevölkerung mit zunehmendem Alter abnimmt.
- Eine geringere postoperative Dislokation ist ein signifikanter Prädiktor für eine Verbesserung des Outcomes.
- Das Vorliegen intra-artikulärer Fragmente führt zu einem schlechteren Outcome.
- Die H-TEP-Implantation nach Acetabulumfraktur ist ein signifikanter Prädiktor für eine verminderte Lebensqualität. Innerhalb dieser Gruppe kommt es zu einer weiteren Verschlechterung bei höherer Dislokation im Bereich des Pfannendaches.

## 6. Diskussion

Die Daten zum Outcome nach einer Acetabulumfraktur sind zum Teil widersprüchlich und basieren auf Studien mit geringen Fallzahlen. Um signifikante Prädiktoren des Outcomes zu identifizieren, wurden 178 Patienten mit isolierter unilateraler Acetabulumfraktur aus der AG Becken I-III der DGU in unsere Arbeit eingeschlossen und ausgewertet. Aufgrund des negativen Einflusses von Beckenringfrakturen auf die Lebensqualität (Holstein et al. 2013) wurden Patienten mit zusätzlichen Frakturen im Bereich des Beckens aus unserer Studie ausgeschlossen. Die Behandlung der Patienten erfolgte in 16 deutschen Level I Trauma-Zentren. Das Outcome wurde retrospektiv mittels des Hüftfragebogens und den standardisierten Fragebögen SF-12 und EQ-5D erfasst. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über 15,8 Jahre, bei einem Minimum von 3,2 Jahren. Der Median des Patientenalters lag bei 49,5 Jahren (Altersspanne: 19-92 Jahre). Die Hauptmerkmale zur Einteilung der Patienten waren das festgelegte Therapieregime (OP/ konservativ) und der ggf. durchgeführte Gelenkersatz (H-TEP-Implantation). Die Differenzierung der Frakturmorphologie erfolgte anhand der Letournel-Klassifikation, des Ausmaß der AP-Trümmerzone und der Hinterwandbeteiligung der Fraktur. In der statistischen Analyse wurden außerdem Merkmale wie Geschlecht, Patientenalter, Verletzungsschwere, OP-Dauer, Blutverlust, der chirurgische Zugangsweg, Verweildauer und NU berücksichtigt.

### 6.1 Fragebögen/ Epidemiologie

Sowohl der SF 36, seine Kurzform der SF-12 als auch der EQ-5D sind validierte, etablierte und für die Beurteilung der Lebensqualität anerkannte Fragebögen. Auch in der Analyse der Lebensqualität nach Acetabulumfraktur finden diese zunehmend Verwendung (Tabelle 34). Im Vergleich zu anderen Studien, die die Lebensqualität nach Acetabulumfrakturen untersucht haben ist unsere Kohorte mit einer Patientenzahl von 178 eine der bislang größten. Das Follow-up unserer Kohorte liegt mit einem Median von 4,7 Jahren im Mittelfeld der bisherigen Studien. Ein Großteil der Patienten unserer Studie (82,58%) wurde operativ versorgt. Da es sich bei den teilnehmenden Kliniken ausschließlich um Level 1-Traumazentren handelt, ist davon auszugehen, dass Patienten mit konservativem Therapie-Regime aus peripheren Krankenhäusern nicht zuverlegt wurden und somit der Anteil an operativ versorgten Patienten höher ist als tatsächlich bestehend. In unserer Studie wurde bei 20,78 % der Patienten im Verlauf eine H-TEP implantiert, was vergleichbar mit der Rate an sekundärer Arthrose nach Acetabulumfrakturen in anderen Studien ist.

In unserem Patientenkollektiv war bei weiblichem Geschlecht und einem Patientenalter über 60 Jahre die Wahrscheinlichkeit für ein konservatives Therapieregime höher, eine statistische Signifikanz bestand hier jedoch nicht. Gleichzeitig wurde in diesen beiden Gruppen signifikant häufiger eine H-TEP implantiert, das zuvor festgelegte Therapieregime hatte statistisch jedoch keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer H-TEP-Implantation. Nach wie vor besteht für ältere Patienten kein einheitliches Therapie-Konzept bei Acetabulumfrakturen. Nach Antell et al. ist ein konservatives Therapieregime zu favorisieren, da durch eine reduzierte Knochenqualität die Möglichkeit eine anatomische Reposition und Retention zu erzielen, vermindert ist und Patienten höheren Alters in der Regel einen geringeren funktionellen Anspruch haben. Ein weiterer Grund für die Tendenz zur konservativen Therapie respektive der engeren Indikationsstellung ist die steigende Anzahl an Komorbiditäten und das hiermit kompliziertere perioperative Management dieser Patienten (Antell et al. 2017, Peterson et al. 2015). Vor Stellung der OP-Indikation muss der Chirurg abschätzen können, ob eine akzeptable Reposition erzielt und diese durch ausreichende Knochenqualität fixiert werden kann. Angelen et al. beschrieben das so genannte Gull-sign bei geriatrischen Acetabulumfrakturen, die superomediale Dom-Impaktion als 100%igen-Prädiktor für eine inadäquate Reposition, frühen Repositionsverlust und eine zeitnahe Gelenkspalt-Verschmälerung (Anglen et al. 2003). Tannast et al. isolierten ein Patientenalter über 40 Jahre als signifikanten Prädiktor für eine Implantatlockerung innerhalb der ersten zwei Jahre nach OP (Tannast et al. 2012). Die höhere Zahl an H-TEP-Implantationen bei älteren Patienten kann weiterhin damit erklärt werden, dass postoperativ eine rasche Mobilisation möglichst unter erlaubter Vollbelastung ein wesentliches Ziel bei der Behandlung älterer Patienten ist. Dies kann durch die Implantation einer H-TEP erreicht werden (Carroll et al. 2010, Folsch et al. 2015, Hessmann et al. 2002).

In unserem Studienkollektiv zeigte sich weiterhin eine größere Anzahl der Frakturmuster mit Einbeziehung des vorderen Pfeilers (vorderer Pfeiler, vorderer Pfeiler mit hinterer Hemiquerfraktur, T-Fraktur, Zwei-Pfeiler-Fraktur) bei signifikanter Zunahme des Patientenalters ohne Hinweis auf eine Veränderung der ISS-Werte.

Im Verlauf der letzten Dekaden wurde ein Anstieg des Lebensalters bei Patienten mit Acetabulumfraktur beobachtet, die überwiegende Mehrzahl der Acetabulumfraktur betrifft heute nicht mehr die jungen Patienten nach Hochrasanztrauma, sondern die älteren Patienten nach Niedrigenergietrauma (Mears 1999, Ochs et al. 2010). Die Frakturmorphologie mit Einbeziehung des vorderen Pfeilers ist Ausdruck des typischen Unfallmechanismus des älteren Menschen mit Sturz aus dem Stand und Krafteinwirkung im Bereich der vorderen Wand und des vorderen Pfeilers (Ferguson et al. 2010, Gansslen and Oestern 2011, Ochs et al. 2010).

Diskussion

Tabelle 33: Übersicht über bisherige Studien zum Outcome nach Acetabulumfrakturen mit SF (36/12), EQ-5D.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Nachuntersuchung (Monate)</b>	<b>Patienten- zahl</b>	<b>Patienten- alter (Mittelwert)</b>	<b>operative Therapie</b>	<b>H-TEP (%)</b>	<b>Outcome- Measurement</b>
Aigner et al.	2017	6+24	47	74 (+- 11J.)	100%	nein	EQ5D
Anglen et al.	2003	55 (20-114)	26	67,8	100%	3,84%	SMFA + SF36
Borg et al.	2012	24	129	17-83	100%	14,72%	SF36
Borg et al.	2014	60	101	49 (17-83)	100%	23,00%	SF36
Carroll et al.	2009	63 (24-188)	93	67	58/93 (62,36%)	37,63%	SMFA + SF36
Fölsch et al.	2015	68,4 (1,5 -10 Jahre)	24	76,9 (65-93)	10/24 (41,66%)	58,33%	SF36+ Polo-Chart
Frietman et al.	2018	84 (2-10Jahre)	220	48,5 (18-83)	100%	15,00%	SF36
Giannoudis et al.	2009	36 ( 24 -72)	52	43 (16-80)	100%	keiner	EQ5D
Jeffcoat et al.	2011	63 (24-188)	41	67 (56-85)	100%	26,82%	SMFA +SF36
Kreder et al.	2006	keine Angabe	128	41,6 (18-75)	100%	12,50%	MFA+ SF36
Kumar et al.	2015	keine Angabe	32	46,08 (25-65)	100%	100%	SMFA + SF12
Laflamme et al.	2011	50,4	21	64,3 (55-82)	100%	9,50%	SF12+ WOMAC
Lubovsky et al.	2012	26,9 (24-47)	24	39 (19-74)	100%	nein	SF36
Magill et al.	2012	120	21	40,5 (27-60)	100%	13%	SF36+SMFA
Miller et al.	2009	72,4 (24-188)	45	67 (59-82)	100%	28,89%	SF36+ MFA + SFA
Phruetthiphat et al.	2016	über 12	215	18-60	100%	20,93%	SF36+ WOMAC
Scott et al.	2016	109,2 (0,5-23 Jahre)	49	51 (17-87)	38/49 (77,55%)	100%	EQ5D
Sharma <sup>a</sup> et al.	2017	über 12	47	48,6 (25-83)	100%	100%	SF12+SMFA+ WHO-QL
Tosounidis et al.	2011	43 (24-86)	19	71,5 (61-95)	100%	26,31%	SF12+ EQ5D+ VAS
Verbeek et al.	2018	135,6	106	51 Jahre	100%	22%	SF12 +SMFA

## 6.2 Lebensqualität

In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass die Lebensqualität nach Acetabulumfrakturen im Vergleich zur Normalbevölkerung vermindert ist. Sowohl das Outcome des EQ-5D als auch die Ergebnisse des physischen Summenindex (PCS) des SF12 in der Altersklasse unter 65 Jahren lagen unter dem der Normalbevölkerung. Dies konnte bereits auch in anderen Studien belegt werden. Kreder et al. untersuchten 128 Patienten, das Durchschnittsalter (Mittelwert) der Patienten lag bei 41,6 Jahren und war damit geringer als das unserer Kohorte (Median 49,5 Jahre). Das Patient reported Outcome (SF36) lag signifikant unter der alters- und geschlechtsspezifischen Normbevölkerung. Jedoch lag der Mindest-Follow-up bei nur einem Jahr, weiterhin lag der durchschnittliche ISS bei 23,4 und damit deutlich über dem unserer Studie (Median ISS:9) (Kreder et al. 2006). Borg et al. untersuchten 129 Patienten, der Follow-up lag bei zwei Jahren und war damit deutlich unter dem der vorliegenden Studie (Median: 4,7 Jahre). Das Durchschnittsalter lag bei 49 Jahren und damit ähnlich dem Alter unserer Kohorte (Median:49,5 Jahre). Besonders ist, dass bei allen Patienten eine vorbestehende Coxarthrose, also eine relevante Vorschädigung ausgeschlossen wurde, weiterhin handelt es sich hier um ein prospektives Studiendesign, die Erfassung des Outcomes (SF36) erfolgte 6, 12 und 24 Monate postoperativ. Nach zwei Jahren war das erfasste Outcome signifikant schlechter als das der altersbezogenen Normalbevölkerung. Interessanterweise konnte eine sukzessive Verbesserung des Outcomes in den Intervallen beobachtet werden (von 6 bis 12 Monate und von 12 bis 24 Monaten). Weiterhin konnte kein negativer Einfluss einer H-TEP-Implantation erfasst werden (19/129 Patienten, 14,72%) (Borg et al. 2012). Auswertungen von Patientengruppen mit höherem Durchschnittsalter (Aigner: 74 Jahre; Angelen: 71,6 Jahre; Carroll 67 Jahre; Laflamme 64,3 Jahre; Miller 67 Jahre) beschreiben ein Outcome, das mit der altersspezifischen Norm vergleichbar ist (Aigner et al. 2017, Angelen et al. 2003, Carroll et al. 2010, Laflamme and Hebert-Davies 2014, Miller et al. 2010). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Lebensqualität durch bestehende Vorerkrankungen eingeschränkt ist, steigt außerdem mit zunehmendem Lebensalter. Wie aus Tabelle 1 und 2 ersichtlich ist, kommt es mit zunehmendem Alter zu einem sukzessiven Abfall der Outcome-Werte von EQ-5D und SF-12, der Teilkomplex des mentalen oder psychischen Outcomes (MCS) ist die Ausnahme. Diese Ausnahme kann dadurch erklärt werden, dass das Outcome-Konstrukt multidimensional ist und die Mechanismen, die das psychische Wohlbefinden mit der Gesundheit verknüpfen, nicht völlig verstanden sind (Nakagawa 2017). Zusammenfassend lässt sich der fehlende Unterschied des älteren Patienten zur altersbezogenen Normalbevölkerung dadurch erklären, dass ältere Menschen möglicherweise geringere Ansprüche an ihren Körper stellen und somit die Folgen der Verletzung einen geringen Einfluss auf die Lebensqualität haben. Zu beachten gilt, dass es sich bei unseren Vergleichen mit dem Outcome der Normalbevölkerung um reine Mittelwertvergleiche ohne statistische Sicherheit handelt. Die Standardabweichungen der Normwerte sind weiterhin statistisch

bedingt und haben kein klinisches Korrelat, es sind keine medizinischen Schwellenwerte festgelegt.

### 6.2.1 Initiale Dislokation

Eine größere posttraumatische Stufe oder Spaltbildung im Bereich des Pfannendaches als Äquivalent für die Stärke der initialen Gewalteinwirkung im Bereich des Gelenkes war in unserer Auswertung ein signifikanter Prädiktor für ein signifikant schlechteres Ergebnis des SF-12, EQ-5D und HFB. Tannast et al. beschrieben eine initiale Dislokation von über 20mm als signifikanten Prädiktor für eine sekundäre Coxarthrose (Tannast et al. 2012). Die Studienlage zum Einfluss des initialen Gelenktraumas auf das PROM ist dünn. Lubovsky et al. beschrieben eine größere Schädigung im Bereich des Acetabulums-Doms als einen signifikanten Prädiktor für ein schlechteres Outcome des SF36 (Lubovsky et al. 2013).

### 6.2.2 Postoperative Reposition

Die Repositionsqualität ist eine kontrollierbare Variable, ihre Notwendigkeit im Rahmen der operativen Versorgung etabliert. Mehrere bisherige Studien konnten zeigen, dass eine anatomische oder nahezu anatomische Reposition von Acetabulumfrakturen zu einem besseren radiologischen und klinischen Outcome, erhoben mit funktionellen Fragebögen wie dem Merle d'Aubigne oder dem Harris Hip score, führte als Acetabulumfrakturen mit schlechterer Reposition (Carroll et al. 2010, Giannoudis et al. 2005, Mears et al. 2003, Meena et al. 2013, Murphy et al. 2003, Tannast et al. 2012). Der SF-12 bzw. SF36, EQ-5D oder andere generische QOL-Instrumente sind bisher nur in einer begrenzten Anzahl von Studien verwendet worden um den Einfluss der Reposition auf das Outcome zu analysieren. In unserer Patientengruppe mit einem Durchschnittsalter von 49,5 Jahren war eine größere postoperative Dislokation im Bereich des Pfannendachs ein signifikanter Prädiktor für ein schlechteres Outcome des SF-12-MCS, des Hüftfragebogens und des EQ-5D. Auch andere Arbeiten, in denen Patientengruppen mit vergleichbarem Durchschnittsalter ausgewertet wurden, konnten eine signifikante Korrelation zwischen einer guten Reposition und einem besseren Outcome nachweisen (Durchschnittsalter: Borg: 49 Jahre (SF36) ; Verbeek: 51 Jahre (SF-12); Giannoudis: 43 Jahre (EQ-5D)) (Borg et al. 2012, Giannoudis et al. 2009, Verbeek et al. 2018). Dementgegen steht die Arbeit von Miller et al., die für ihre Patientengruppe mit einem Durchschnittsalter von 67 Jahren keine Korrelation zwischen dem Repositionsergebnis und dem Outcome (SF36) zeigen konnte (Miller et al. 2010). Das durchschnittliche Patientenalter liegt in der Arbeit von Miller et al. deutlich über dem der vorherigen Arbeiten, hiermit steigt die Wahrscheinlichkeit für eine bereits bestehende primäre Coxarthrose sowie für Osteoporose (Bijlsma et al. 2011). Das Therapieregime für Acetabulumfrakturen im Alter ist weiterhin Gegenstand der Diskussion, auch

aufgrund des erhöhten Risikos für eine Implantatlockerung, besonders bei Vorliegen von osteoporotischem Knochen. Des Weiteren besitzt die CT-Kontrolle, welche in der Arbeit von Miller et al. innerhalb der ersten Post-OP-Woche durchgeführt wurde, eine höhere Sensitivität für verbliebene Dislokationen und andere Schädigungen des Hüftgelenkes wie Impressionszonen, Hüftkopfpathologien und intra-artikuläre Fragmente (Gansslen and Oestern 2011). Hierdurch reduziert sich die Vergleichbarkeit zu obigen Arbeiten weiter. Impaktionen oder Contusion der Gelenkfläche sind als signifikanter Risikofaktor zur Entwicklung einer sekundären Coxarthrose beschrieben (Rollmann et al. 2018). In unserer Auswertung ging das Vorliegen intra-artikulärer Fragmente mit einem signifikant schlechteren Outcome des EQ-5D einher, ein Einfluss der Femurkopfschädigung zum PROM konnte nicht nachgewiesen werden, was teilweise durch die Zahl an fehlenden Daten erklärt werden kann. Aufgrund der erhöhten Sensitivität empfehlen Borrelli et al. routinemäßig die postoperative Kontrolle von Acetabulumfrakturen per CT (Borrelli et al. 2005). Eine Schnittdicke von 3mm sollte nicht überschritten werden. Zentrale Impaktionen werden in sagitalen oder coronaren Schnitten visualisiert (Mears 1999).

### 6.2.3 Frakturform

Frakturformen mit Beteiligung des vorderen Pfeilers traten führend im letzten Nachuntersuchungs-Zeitraum (Follow-up unter fünf Jahren) auf, in dem sich ein signifikanter Anstieg des Patientenalters zeigte (NU1: vorderer Pfeiler (21/30; 70%), vorderer Pfeiler mit hinterer Hemiquerfraktur (28/34; 82, 35%), T-Fraktur (4/6; 66,67%), Zwei-Pfeiler-Frakturen (18/26; 69,23%), siehe Tabelle 14). Diese Frakturformen sind meist Ausdruck des typischen Unfallmechanismus betagter Patienten, ein Sturz auf die Seite, oft aus dem Stand. Bei stark fortgeschrittener Osteoporose resultiert eine komplexere Fraktur, typischerweise die Zwei-Pfeilerfraktur. Häufig kann eine sekundäre Kongruenz zwischen Hüftkopf und der frakturierten acetabulären Gelenkfläche beobachtet werden (Mears 1999). Ein Einfluss der Letournel-Klassifikation auf das Outcome konnte in unserer Auswertung aufgrund der zu geringen Stichprobenzahl der einzelnen Frakturtypen nicht nachgewiesen werden. Borg et al. konnten für 136 Patienten bei einem Follow-up von zwei Jahren keinen Einfluss auf das Outcome (SF36) nachweisen, die Einteilung der Frakturen erfolgte in einfache und assoziierte Frakturen nach Letournel (Borg et al. 2012).

### 6.2.4 H-TEP-Implantation

In unserer Auswertung waren Patienten mit H-TEP-Implantation signifikant älter und signifikant häufiger weiblichen Geschlechts. Höheres Patientenalter, speziell bei Vorliegen von Osteoporose gilt als Risikofaktor für Implantatlockerung. Herscovici et al. sowie Mears and Velyvis empfehlen die primäre H-TEP-Implantation für geriatrische Patienten, speziell beim Vorliegen

von Trümmerzonen, Impaktierungen der Gelenkfläche oder höhergradigen Knorpelschäden (Herscovici et al. 2010, Mears and Velyvis 2002). Ein höheres Patientenalter stellt neben der größeren Wahrscheinlichkeit für eine bereits bestehende primäre Arthrose auch aufgrund der geringeren Möglichkeit die erforderliche Entlastung einzuhalten einen Grund für die Entscheidung zur H-TEP-Implantation dar. Die rasche Mobilisation, möglichst unter erlaubter Vollbelastung, ist bei älteren Menschen die wesentliche Zielsetzung, um durch die Immobilität entstehende Komplikationen zu vermeiden. Eine belastungsstabile Verankerung der Implantate ist von Vorteil und wird durch den primär endoprothetischen Gelenkersatz ermöglicht (Carroll et al. 2010, Hessmann et al. 2002). Die Unterschiede von Alter und Geschlecht können weiterhin mit dem Einfluss einer vorbestehenden primären Arthrose erklärt werden, die die Wahrscheinlichkeit für eine symptomatische sekundäre Coxarthrose erhöht. Höheres Alter und weibliches Geschlecht sind unabhängige Risikofaktoren für eine primäre Arthrose (Bijlsma et al. 2011). Eine H-TEP-Implantation war in unserer Auswertung ein signifikanter Prädiktor für ein schlechteres Outcome des SF-12 und des EQ-5D. Bei konservativem Therapieregime jedoch hatte die H-TEP-Implantation statistisch keinen Einfluss auf das Outcome. Lockerungen im Bereich der Prothesenpfanne sind die häufigste Komplikation endoprothetischer Versorgung nach stattgehabter Acetabulumfraktur, die Wahrscheinlichkeit für eine frühzeitige Lockerung steigt bei Vorliegen von ossären Defekten des Pfannenlagers (Herath et al. 2014). In der Untergruppe mit konservativem Therapieregime ist nach abgeschlossener knöcherner Konsolidierung der Acetabulumfraktur von einer höheren Qualität des Pfannenlagers mit geringerer Deformierung und folglich einem geringeren Risiko für eine Pfannenlockerung auszugehen. Geringe oder fehlende Dislokation war die Hauptindikation des konservativen Therapieregimes. Weiterhin wurde der Großteil der H-TEPs innerhalb der OP-Gruppe implantiert (30/37 =81%). Hiervon wurden lediglich vier Hüft-TEPs (13%) primär implantiert. Bei 26 Patienten (78%) erfolgte die TEP-Implantation sekundär. Die hohe Rate an sekundären H-TEP-Implantationen liefert eine weitere Erklärung für das signifikant schlechtere Outcome nach H-TEP-Implantation. Höhere Komplikationsraten sind vor allem bei sekundär implantierten H-TEP zu beobachten, denen eine operative Versorgung der Acetabulumfraktur vorausging. Gründe sind u.a. die entstandene Narbenbildung und Interferenzen mit dem liegenden Osteosynthesematerial. Die Exzision von heterotopen Ossifikationen bei sekundärer Implantation erhöht den Schwierigkeitsgrad der OP und führt zu höherer OP-Dauer und größerem Blutverlust. Infolge der Vor-OP kommt es weiterhin zu einer Erhöhung des Infektionsrisikos (Mears 1999, Ranawat et al. 2009, Weber et al. 1998). Diese Konstellation lässt vermuten, dass das schlechtere Outcome im Zusammenhang mit der reduzierten Qualität des Pfannenlagers und der größeren Wahrscheinlichkeit für eine reduzierte Stabilität der Prothesenpfanne sowie dem erhöhten Risiko für weitere peri- und postoperative Komplikationen steht. Weber et al. beschrieben 1998 ein Kollektiv von 66 Patienten, denen im Verlauf nach operativ versorgter Acetabulumfraktur

eine H-TEP implantiert wurde. Das Vorliegen von Defektarealen im Bereich des Acetabulums ging mit einer signifikant geringeren Überlebensrate des Pfannen-Implantates einher. Die 10 Jahres-Überlebensrate lag dann bei lediglich 27%, verglichen mit 93% insgesamt. Bezüglich des Einflusses von H-TEP-Implantationen auf den PROM finden sich widersprüchliche Literaturstellen. Kreder et al. fanden für Patienten nach H-TEP-Implantation ein schlechteres Outcome des SF36, dieser Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant (Kreder et al. 2006). Borg et al. konnten für 136 Patienten keinen Unterschied des SF36-Outcomes in Abhängigkeit einer H-TEP-Implantation nachweisen. Der Follow-up lag bei zwei Jahren (Borg et al. 2012). In einer späteren Arbeit beschrieb Borg 101 Patienten bei einem Follow-up von fünf Jahren, dass Patienten mit implantierter H-TEP ein signifikant schlechteres physisches Outcome des SF36 zeigten (Borg and Hailer 2015). Frietman et al. beschrieben bei 164 Patienten, nach einem mittleren Follow-up von sechs Jahren, dass das Outcome (SF36) nach erfolgter H-TEP-Implantation signifikant geringer war (Frietman et al. 2018). Verbeek et al. beschrieben für 106 Patienten ein signifikant schlechteres Outcome nach erfolgter H-TEP-Implantation, erfasst mit dem SF-12. Der mittlere Follow-up lag bei 11,3 Jahren. Alle 106 Patienten waren operativ versorgt worden (Verbeek et al. 2018). Diese Inkonsistenz kann durch die unterschiedliche Länge des Follow-ups begründet sein, in dem bei zunehmender Länge des NU Patienten mit einem schlechten Outcome sekundär einen Gelenkersatz erhalten und lediglich Patienten mit einem guten Outcome in der Nativ-Hüftgelenksgruppe verbleiben (Frietman et al. 2018, Verbeek et al. 2018). Miller et al. konnten trotz eines durchschnittlichen Follow-up von 72,4 Monaten keinen negativen Einfluss der H-TEP-Implantation auf das Outcome nachweisen. Insgesamt wurden bei 13 der 45 Patienten (28,89%) eine H-TEP implantiert, sämtliche Implantationen erfolgten sekundär. Das Durchschnittsalter seiner Patientengruppe lag jedoch mit einem Durchschnittsalter von 67 Jahren deutlich über dem Patientenalter unserer Arbeit (Median 49,5 Jahre). Letztlich besitzt diese Arbeit jedoch aufgrund der geringeren Patientenzahl eine reduzierte Aussagekraft (Miller et al. 2010).

### 6.3 Stärken und Schwächen

Das retrospektive Design sowie Fehlen einer alters- und geschlechts-spezifischen Kontrollgruppe sind als Schwächen zu sehen. Weiterhin konnte für einen Großteil der Patienten (573/877) kein Outcome erhoben werden, diese Probleme sind in der Nachuntersuchung von unfallchirurgischen Patienten bekannt. Das Fehlen der QOL-Werte vor dem Unfallereignis sowie die geringe Patientenzahl nach Aufteilung in die zehn verschiedenen Letournel-Fraktur-Typen ist ebenfalls ein typisches Problem unfallchirurgischer Studien. Die fehlende Randomisierung, die gleichwohl bei Studien zu Acetabulumfrakturen schwer umzusetzen ist, die Einteilung der Patienten in die verschiedenen Therapieregime erfolgte nach gängigen Kriterien, stellt einen

weiteren statistischen Nachteil dar. Es ist wahrscheinlich, dass die Patienten, denen eine H-TEP implantiert wurde eine stärkere Schädigung des Gelenkes hatten. Unsere Ergebnisse zeigen eine schlechtere QOL für Patienten nach erfolgter H-TEP-Implantation und damit die Notwendigkeit das Therapieregime für Patienten mit erhöhtem Risiko für Gelenkversagen zu überdenken. Die fehlende klinische, radiologische Kontrolle zum Nachuntersuchungszeitpunkt stellt einen weiteren Nachteil des Studiendesigns dar, gleichwohl ist die subjektive Einschätzung des Patienten zu seiner Gelenkfunktion und Lebensqualität der entscheidende Outcome-Parameter. Trotz dieser Einschränkungen ist diese Auswertung eine der wenigen Studien, die das PROM nach Acetabulumfrakturen über einen langen Follow-up erfasst, welches von wachsendem Interesse ist und zum Beispiel von verschiedenen großen Endoprothetik-Registern erfasst wird (Borg and Hailer 2015). In Bezug darauf, die Effektivität von Behandlungskonzepten nach Acetabulumfraktur zu beurteilen, könnten validierte PROM einen Vorteil gegenüber den traditionellen Fragebögen wie dem Merle d'Aubigne score schaffen. Die generischen Fragebögen werden zunehmend verwendet und sollten möglicherweise zum Standard der Outcome-Erfassung in klinischen Studien werden (Verbeek et al. 2018).

## 7. Literaturverzeichnis

1. Achatz G, Bieler D, Blätzing M. 2019. Weißbuch Schwerverletztenversorgung. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie:13.
2. Aigner R, Hellige R, Knippel S, Oberkircher L, Ruchholtz S, Buecking B. 2017. Internal fixation of acetabular fractures in an older population using the TIMI approach - Midterm results of a prospective study. *Injury* 48:890-896.
3. Alton TB, Gee AO. 2014. Classifications in brief: Letournel classification for acetabular fractures. *Clin Orthop Relat Res* 472:35-38.
4. Anglen JO, Burd TA, Hendricks KJ, Harrison P. 2003. The "Gull Sign": a harbinger of failure for internal fixation of geriatric acetabular fractures. *J Orthop Trauma* 17:625-634.
5. Antell NB, Switzer JA, Schmidt AH. 2017. Management of Acetabular Fractures in the Elderly. *J Am Acad Orthop Surg* 25:577-585.
6. Archdeacon MT, Kazemi N, Collinge C, Budde B, Schnell S. 2013. Treatment of protrusio fractures of the acetabulum in patients 70 years and older. *J Orthop Trauma* 27:256-261.
7. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB. 1974. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14:187-196.
8. Bartlett CS, Helfet DL. 2003. Acetabulum. Pages 719-749 in Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG, eds. *AO-Prinzipien des Frakturmanagements: Band 2 -Spezifische Frakturen*, vol. 2.Auflage.
9. Beaulé PE, Dorey FJ, Matta JM. 2003. Letournel classification for acetabular fractures. Assessment of interobserver and intraobserver reliability. *J Bone Joint Surg Am* 85:1704-1709.
10. Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD, Quigley LR, Jacobs JJ, Rosenberg AG, Sheinkop MB, Galante JO. 2001. Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 83:868-876.
11. Bible JE, Wegner A, McClure DJ, Kadakia RJ, Richards JE, Bauer JM, Mir HR. 2014. One-year mortality after acetabular fractures in elderly patients presenting to a level-1 trauma center. *J Orthop Trauma* 28:154-159.
12. Bijlsma JW, Berenbaum F, Lafeber FP. 2011. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet* 377:2115-2126.
13. Bogner V, Brumann M, Kusmenkov T, Kanz KG, Wierer M, Berger F, Mutschler W. 2016. [Retrospective computation of the ISS in multiple trauma patients: Potential pitfalls and limitations of findings in full body CT scans]. *Unfallchirurg* 119:202-208.

14. Borg T, Berg P, Larsson S. 2012. Quality of life after operative fixation of displaced acetabular fractures. *J Orthop Trauma* 26:445-450.
15. Borg T, Hailer NP. 2015. Outcome 5 years after surgical treatment of acetabular fractures: a prospective clinical and radiographic follow-up of 101 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 135:227-233.
16. Borrelli J, Jr., Ricci WM, Steger-May K, Totty WG, Goldfarb C. 2005. Postoperative radiographic assessment of acetabular fractures: a comparison of plain radiographs and CT scans. *J Orthop Trauma* 19:299-304.
17. Butterwick D, Papp S, Gofton W, Liew A, Beaulé PE. 2015. Acetabular fractures in the elderly: evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am* 97:758-768.
18. Calkins MS, Zych G, Latta L, Borja FJ, Mnaymneh W. 1988. Computed tomography evaluation of stability in posterior fracture dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 227:152-163.
19. Carroll EA, Huber FG, Goldman AT, Virkus WW, Pagenkopf E, Lorch DG, Helfet DL. 2010. Treatment of acetabular fractures in an older population. *J Orthop Trauma* 24:637-644.
20. Champion HR. 2002. Trauma scoring. *Scand J Surg* 91:12-22.  
Daurka JS, Pastides PS, Lewis A, Rickman M, Bircher MD. 2014. Acetabular fractures in patients aged > 55 years: a systematic review of the literature. *Bone Joint J* 96-B:157-163.
21. de Ridder VA, de Lange S, Kingma L, Hogervorst M. 1994. Results of 75 consecutive patients with an acetabular fracture. *Clin Orthop Relat Res*:53-57.
22. Dirschl DR, Marsh JL, Buckwalter JA, Gelberman R, Olson SA, Brown TD, Llinias A. 2004. Articular fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 12:416-423.
23. Epstein AM. 1990. The outcomes movement--will it get us where we want to go? *N Engl J Med* 323:266-270.
24. Ferguson TA, Patel R, Bhandari M, Matta JM. 2010. Fractures of the acetabulum in patients aged 60 years and older: an epidemiological and radiological study. *J Bone Joint Surg Br* 92:250-257.
25. Folsch C, Alwani MM, Jurow V, Stiletto R. 2015. [Surgical treatment of acetabulum fractures in the elderly. Osteosynthesis or endoprosthesis]. *Unfallchirurg* 118:146-154.
26. Frietman B, Biert J, Edwards MJR. 2018. Patient-reported outcome measures after surgery for an acetabular fracture. *Bone Joint J* 100-B:640-645.
27. Gandek B, et al. 1998. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment*. *J Clin Epidemiol* 51:1171-1178.

28. Gansslen A, Hildebrand F, Krettek C. 2012. Conservative treatment of acetabular both column fractures: does the concept of secondary congruence work? *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 79:411-415.
29. Gansslen A, Oestern HJ. 2011. [Acetabular fractures]. *Chirurg* 82:1133-1148, quiz 1149-1150.
30. Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krugel N, Berlemann U. 2001. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 83:1119-1124.
31. Giannoudis PV, Grotz MR, Papakostidis C, Dinopoulos H. 2005. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br* 87:2-9.
32. Giannoudis PV, Nikolaou VS, Kheir E, Mehta S, Stengel D, Roberts CS. 2009. Factors determining quality of life and level of sporting activity after internal fixation of an isolated acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Br* 91:1354-1359.
33. Grob K. 2011. Verletzungen des Beckens. Pages 700-709 in Grifka J, Kuster M, eds. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. Berlin: Springer.
34. Haasper C, et al. 2010. [The Abbreviated Injury Scale (AIS). Options and problems in application]. *Unfallchirurg* 113:366-372.
35. Haidukewych GJ, Scaduto J, Herscovici D, Jr., Sanders RW, DiPasquale T. 2002. I atrogenic nerve injury in acetabular fracture surgery: a comparison of monitored and unmonitored procedures. *J Orthop Trauma* 16:297-301.
36. Hak DJ, Hamel AJ, Bay BK, Sharkey NA, Olson SA. 1998. Consequences of transverse acetabular fracture malreduction on load transmission across the hip joint. *J Orthop Trauma* 12:90-100.
37. Harley JD, Mack LA, Winquist RA. 1982. CT of acetabular fractures: comparison with conventional radiography. *AJR Am J Roentgenol* 138:413-417.
38. Helfet DL, Borrelli J, Jr., DiPasquale T, Sanders R. 1992. Stabilization of acetabular fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am* 74:753-765.
39. Herath SC, Holstein JH, Pizanis A, Pohlemann T. 2014. [Fractures of the acetabulum: complications and joint replacement]. *Z Orthop Unfall* 152:399-413.
40. Herath SC, Pott H, Rollmann MFR, Braun BJ, Holstein JH, Hoch A, Stuby FM, Pohlemann T. 2019. Geriatric Acetabular Surgery: Letournel's Contraindications Then and Now-Data From the German Pelvic Registry. *J Orthop Trauma* 33 Suppl 2:S8-S13.
41. Herscovici D, Jr., Lindvall E, Bolhofner B, Scaduto JM. 2010. The combined hip procedure: open reduction internal fixation combined with total hip arthroplasty for the management of acetabular fractures in the elderly. *J Orthop Trauma* 24:291-296.

42. Hessmann MH, Nijs S, Rommens PM. 2002. [Acetabular fractures in the elderly. Results of a sophisticated treatment concept]. *Unfallchirurg* 105:893-900.
43. Hinz A, Klaiberg A, Brahler E, König HH. 2006. [The Quality of Life Questionnaire EQ-5D: modelling and norm values for the general population]. *Psychother Psychosom Med Psychol* 56:42-48.
44. Holstein JH, Pizanis A, Kohler D, Pohlemann T, Working Group Quality of Life After Pelvic F. 2013. What are predictors for patients' quality of life after pelvic ring fractures? *Clin Orthop Relat Res* 471:2841-2845.
45. Hufner T, Pohlemann T, Gansslen A, Assassi P, Prokop M, Tscherne H. 1999. [The value of CT in classification and decision making in acetabulum fractures. A systematic analysis]. *Unfallchirurg* 102:124-131.
46. Jain R, Basinski A, Kreder HJ. 2003. Nonoperative treatment of hip fractures. *Int Orthop* 27:11-17.
47. 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* 46:1615-1646.
48. Kopp I, Albert U-S, Lorenz W. 2002. Gesamtergebnis diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen in der Medizin (Outcome). *Gynäkologie* 35:1073–1077.
49. Kopp I, W. M, Lorenz W. 2003. 8. Rundbrief: Die zentrale Rolle von Outcome in Leitlinien und Disease-Management Programmen. Leitlinien für Diagnostik und Therapie, Guidelines for diagnostics and therapy.
50. Kreder HJ, Rozen N, Borkhoff CM, Laflamme YG, McKee MD, Schemitsch EH, Stephen DJ. 2006. Determinants of functional outcome after simple and complex acetabular fractures involving the posterior wall. *J Bone Joint Surg Br* 88:776-782.
51. Krüger D, Parchmann I, Schecker H, 2014. Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Page 399. Berlin: Springer.
52. Laflamme GY, Hebert-Davies J. 2014. Direct reduction technique for superomedial dome impaction in geriatric acetabular fractures. *J Orthop Trauma* 28:e39-43.
53. Laird A, Keating JF. 2005. Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Br* 87:969-973.
54. Letournel E. 1961. [Fractures of the cotyloid cavity, study of a series of 75 cases]. *J Chir (Paris)* 82:47-87.
55. Letournel E. 1980. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res*:81-106.
56. Letournel E. 1993. The treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. *Clin Orthop Relat Res*:62-76.

57. Levine RG, Renard R, Behrens FF, Tornetta P, 3rd. 2002. Biomechanical consequences of secondary congruence after both-column acetabular fracture. *J Orthop Trauma* 16:87-91.
58. Lin C, Caron J, Schmidt AH, Torchia M, Templeman D. 2015. Functional outcomes after total hip arthroplasty for the acute management of acetabular fractures: 1- to 14-year follow-up. *J Orthop Trauma* 29:151-159.
59. Lubovsky O, Kreder M, Wright DA, Kiss A, Gallant A, Kreder HJ, Whyne CM. 2013. Quantitative measures of damage to subchondral bone are associated with functional outcome following treatment of displaced acetabular fractures. *J Orthop Res* 31:1980-1985.
60. Manson TT, Reider L, O'Toole RV, Scharfstein DO, Tornetta P, 3rd, Gary JL, Major Extremity Trauma Research C. 2016. Variation in Treatment of Displaced Geriatric Acetabular Fractures Among 15 Level-I Trauma Centers. *J Orthop Trauma* 30:457-462.
61. Matta JM. 1996a. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *J Bone Joint Surg Am* 78:1632-1645.
62. Matta JM. 1996b. The goal of acetabular fracture surgery. *J Orthop Trauma* 10:586.
63. Matta JM, Anderson LM, Epstein HC, Hendricks P. 1986. Fractures of the acetabulum. A retrospective analysis. *Clin Orthop Relat Res*:230-240.
64. Mears DC. 1999. Surgical treatment of acetabular fractures in elderly patients with osteoporotic bone. *J Am Acad Orthop Surg* 7:128-141.
65. Mears DC, Velyvis JH. 2002. Acute total hip arthroplasty for selected displaced acetabular fractures: two to twelve-year results. *J Bone Joint Surg Am* 84:1-9.
66. Mears DC, Velyvis JH, Chang CP. 2003. Displaced acetabular fractures managed operatively: indicators of outcome. *Clin Orthop Relat Res*:173-186.
67. Meena UK, Tripathy SK, Sen RK, Aggarwal S, Behera P. 2013. Predictors of postoperative outcome for acetabular fractures. *Orthop Traumatol Surg Res* 99:929-935.
68. Miller AN, Prasarn ML, Lorich DG, Helfet DL. 2010. The radiological evaluation of acetabular fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Br* 92:560-564.
69. Moroni A, Caja VL, Sabato C, Zinghi G. 1995. Surgical treatment of both-column fractures by staged combined ilioinguinal and Kocher-Langenbeck approaches. *Injury* 26:219-224.
70. Murphy D, Kaliszzer M, Rice J, McElwain JP. 2003. Outcome after acetabular fracture. Prognostic factors and their inter-relationships. *Injury* 34:512-517.
71. Nakagawa T. 2017. Psychisches Wohlbefinden bei älteren Menschen. *Angewandte Gerontologie Appliquée* 2/17 9-10.

72. O'Toole RV, Hui E, Chandra A, Nascone JW. 2014. How often does open reduction and internal fixation of geriatric acetabular fractures lead to hip arthroplasty? *J Orthop Trauma* 28:148-153.
73. Ochs BG, Marintschev I, Hoyer H, Rolauffs B, Culemann U, Pohlemann T, Stuby FM. 2010. Changes in the treatment of acetabular fractures over 15 years: Analysis of 1266 cases treated by the German Pelvic Multicentre Study Group (DAO/DGU). *Injury* 41:839-851.
74. Pagenkopf E, Grose A, Partal G, Helfet DL. 2006. Acetabular fractures in the elderly: treatment recommendations. *HSS J* 2:161-171.
75. Pantazopoulos T, Mousafirios C. 1989. Surgical treatment of central acetabular fractures. *Clin Orthop Relat Res*:57-64.
76. Pape HC. 2012. Classification of patients with multiple injuries--is the polytrauma patient defined adequately in 2012? *Injury* 43:127-128.
77. Peterson BE, Jiwanlal A, Della Rocca GJ, Crist BD. 2015. Orthopedic Trauma and Aging: It Isn't Just About Mortality. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 6:33-36.
78. Pohlemann T, Mörsdorf P, U.Culemann, Pizanis A. 2012. Behandlungsstrategie bei Azetabulumfraktur. *Trauma Berufskrankh* 14:125-134.
79. R.Seitz, R.Leidl, E.Jacobi. 1999. Die psychometrischen Eigenschaften des EuroQol bei Rehabilitanden mit Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates. *Z Gesundheitswiss.* 7:210-232.
80. Ranawat A, Zelken J, Helfet D, Buly R. 2009. Total hip arthroplasty for posttraumatic arthritis after acetabular fracture. *J Arthroplasty* 24:759-767.
81. Relman AS. 1988. Assessment and accountability: the third revolution in medical care. *N Engl J Med* 319:1220-1222.
82. Rollmann MF, Holstein JH, Pohlemann T, Herath SC, Histing T, Braun BJ, Schmal H, Putzeys G, Marintschev I, Aghayev E. 2018. Predictors for secondary hip osteoarthritis after acetabular fractures-a pelvic registry study. *Int Orthop*.
83. Rüter A, Trentz O, Wagner M. 2004. *Unfallchirurgie*. Urban & Fischer.  
Senkowski CK, McKenney MG. 1999. Trauma scoring systems: a review. *J Am Coll Surg* 189:491-503.
84. Shirkhoda A, Brashear HR, Staab EV. 1980. Computed tomography of acetabular fractures. *Radiology* 134:683-688.
85. Sierra RJ, Mabry TM, Sems SA, Berry DJ. 2013. Acetabular fractures: the role of total hip replacement. *Bone Joint J* 95-B:11-16.
86. Starr AJ, Reinert CM, Jones AL. 1998. Percutaneous fixation of the columns of the acetabulum: a new technique. *J Orthop Trauma* 12:51-58.

87. Szende A, Janssen B, Cabases J. Self-Reported Population Health: An International Perspective based on EQ-5D.
88. Tannast M, Najibi S, Matta JM. 2012. Two to twenty-year survivorship of the hip in 810 patients with operatively treated acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Am* 94:1559-1567.
89. Tornetta P, 3rd. 1999. Non-operative management of acetabular fractures. The use of dynamic stress views. *J Bone Joint Surg Br* 81:67-70.
90. Valdes AM, Doherty SA, Muir KR, Wheeler M, Maciewicz RA, Zhang W, Doherty M. 2013. The genetic contribution to severe post-traumatic osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 72:1687-1690.
91. Verbeek DO, van der List JP, Tissue CM, Helfet DL. 2018. Long-term patient reported outcomes following acetabular fracture fixation. *Injury* 49:1131-1136.
92. Visutipol B, Chobtangsinn P, Ketmalasiri B, Pattarabanjird N, Varodompun N. 2000. Evaluation of Letournel and Judet classification of acetabular fracture with plain radiographs and three-dimensional computerized tomographic scan. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 8:33-37.
93. Ware J, Jr., Kosinski M, Keller SD. 1996. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care* 34:220-233.
94. Weber M, Berry DJ, Harmsen WS. 1998. Total hip arthroplasty after operative treatment of an acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 80:1295-1305.

## **8. Danksagung**

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. Tim Pohlemann, Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Hilfe bei der Verwirklichung der Arbeit.

Außerdem möchte ich Frau Dr. Mika Rollmann für die unermüdliche, geduldige Durchsicht des Manuskriptes und die wertvolle Unterstützung danken.

Für die Hilfe bei der Auswertung möchte ich Frau Diplom - Statistikerin Gudrun Wagenpfeil danken.

## **9. Tabellarischer Lebenslauf**

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht

# 10. Anhang

## 10.1 SF-12 Fragebogen

### SF-12 Fragebogen zum Gesundheitszustand

Version 2.0

**Anweisungen**

- Benutzen Sie einen weichen #2 Bleistift zur Markierung.
- Textantworten sind online auszufüllen.
- Bitte beantworten Sie alle Fragen.
- Felder sind komplett auszufüllen.

Nachname		Vorname		Geschlecht
Strasse			M.R.N.	
Postleitzahl		Wohnort		
Beruf	Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)		Telefon	

**Untersuchungsdatum**

Tag  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31

Monat  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12

Jahr  06  07  08  09  10  11  12  13  14  15  16

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

**Intervall**

vor Eingriff

6 Wochen nachher     1 Jahr nachher     5 Jahre nachher     9 Jahre nachher     13 Jahre nachher

3 Monate nachher     2 Jahre nachher     6 Jahre nachher     10 Jahre nachher     14 Jahre nachher

6 Monate nachher     3 Jahre nachher     7 Jahre nachher     11 Jahre nachher     15 Jahre nachher

9 Monate nachher     4 Jahre nachher     8 Jahre nachher     12 Jahre nachher     >15 Jahre nachher .....

- Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?
 

Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
<input type="checkbox"/>				
- Im folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?
 

	ja, stark	ja, etwas	nein, überhaupt nicht
2.a mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.b mehrere Treppenabsätze steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?
 

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
3.a Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>				
3.b Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	<input type="checkbox"/>				
- Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?
 

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
4.a Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>				
4.b Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	<input type="checkbox"/>				
- Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?
 

Überhaupt nicht	Etwas	Mässig	Ziemlich	Sehr
<input type="checkbox"/>				
- In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...
 

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
6.a ... ruhig und gelassen?	<input type="checkbox"/>				
6.b ... voller Energie?	<input type="checkbox"/>				
6.c ... entmutigt und traurig?	<input type="checkbox"/>				
- Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?
 

Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
<input type="checkbox"/>				

22.09.06

10.2EQ-5D-Fragebogen

**Gesundheitsfragebogen EQ-5D**

Bitte geben Sie an, welche Aussagen Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten beschreiben, indem Sie ein Kreuz (☒) in ein Kästchen jeder Gruppe machen.

**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, Familien- oder Freizeitaktivitäten)**

- 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

Bitte markieren Sie das entsprechende Kästchen.

## 10.3 Hüftfragebogen nach Pohlemann.

Feld-Bezeichnung	Labelvalue	Labeltext	Frage
1. Verletzung	1	links	Auf welcher Seite war die Hüftpfanne bei Ihnen verletzt?
1. Verletzung	2	rechts	Auf welcher Seite war die Hüftpfanne bei Ihnen verletzt?
2. TEP	1	ja	Haben Sie zwischenzeitlich auf der betroffenen Seite ein künstliches Hüftgelenk bekommen?
2. TEP	2	nein	Haben Sie zwischenzeitlich auf der betroffenen Seite ein künstliches Hüftgelenk bekommen?
3. 2.1. OP-Monat	Monat (Zahl)	01 - 12	Wann wurde die OP vorgenommen?
4. 2.2. OP-Jahr	Jahr	19.. - 20..	Wann wurde die OP vorgenommen?
5. 3.1. Behandlungsende Mon.	Monat (Zahl)	01 - 12	Wann war die Behandlung abgeschlossen?
6. 3.2. Behandlungsende Jahr	Jahr	19.. - 20..	Wann war die Behandlung abgeschlossen?
7. 4. Behandlung Wiederaufn.	1	ja	Mußte die Behandlung wieder aufgenommen werden?
7. 4. Behandlung Wiederaufn.	2	nein	Mußte die Behandlung wieder aufgenommen werden?
8. 4.1. Wann?	Jahr	19.. - 20..	Wann mußte die Behandlung wieder aufgenommen werden?
9. 5. Zustand Hüfte	1	keine Probleme	Welche Aussage beschreibt den Zustand ihrer Hüfte am besten?
9. 5. Zustand Hüfte	2	nach größerer Anstrengung Probleme	Welche Aussage beschreibt den Zustand ihrer Hüfte am besten?
9. 5. Zustand Hüfte	3	Körperliche Aktivitäten sind eingeschränkt	Welche Aussage beschreibt den Zustand ihrer Hüfte am besten?
9. 5. Zustand Hüfte	4	ständig Beschwerden	Welche Aussage beschreibt den Zustand ihrer Hüfte am besten?