

Aus dem Medizinischen Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

Direktor: Universitätsprofessor Doktor Steffen Ruchholtz  
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

In Zusammenarbeit mit dem  
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,  
Standort Marburg

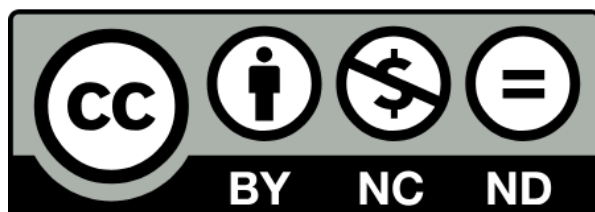
# **Einfluss des Operationszeitpunktes auf den klinischen Verlauf sowie die Mortalität bei Acetabulumfrakturen geriatrischer Patienten**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin  
(Dr. med.)

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg vorgelegt von

**Franziska Alexandra Imruck**  
**aus Mainz**

**Marburg, 2024**



Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:  
31.01.2024

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin

Dekanin: Prof. Dr. Denise Hilfiker-Kleiner

Referent: Prof. Dr. Michael Frink

1. Korreferent: PD Dr. Klaus Ehlenz

Meinen Freunden aus dem Studium.

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	VII
Abbildungsverzeichnis .....	VIII
Tabellenverzeichnis .....	IX
1 Einleitung .....	2
1.1 Anatomische Grundlagen .....	3
1.1.1 Gefäßversorgung .....	5
1.2 Klassifikation .....	5
1.3 Verletzungsmechanismus und relevante Frakturtypen .....	7
1.3.1 Frakturen der vorderen Wand.....	8
1.3.2 Frakturen des vorderen Pfeilers .....	8
1.3.3 Frakturen der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur.....	9
1.3.4 Zwei-Pfeiler-Frakturen.....	9
1.4 Diagnostik .....	10
1.4.1 Klinisch.....	10
1.4.2 Radiologisch.....	10
1.5 Therapie.....	13
1.5.1 Konservativ .....	14
1.5.2 Operativ .....	14
1.6 Operative Zugänge zum Acetabulum .....	15
1.6.1 Ilioinguinaler Zugang (nach Letournel) .....	16
1.6.2 Kocher-Langenbeck-Zugang .....	17
1.6.3 Intrapelviner Zugang („Stoppa-Zugang“).....	17
1.6.4 Zwei-Inzisions-Zugang („Two Inzision Minimal Invasive“, TIMI) .....	18
1.7 Nachbehandlung .....	19
1.8 Komplikationen/Prognose .....	20
2 Fragestellung .....	21
3 Material und Methoden .....	21
3.1 Methoden und Patientenauswahl .....	21

3.2	Datenerhebung und -erfassung, Statistik .....	24
3.3	Instrumente .....	26
3.3.1	Charlson Comorbidity Index .....	26
3.3.2	Gap/Step .....	26
4	Ergebnisse .....	27
4.1	Patientenkollektiv .....	27
4.1.1	Alter, Geschlecht .....	27
4.1.2	Charlson Comorbidity Index .....	28
4.2	Aufenthaltsdauer .....	29
4.3	Klinischer Verlauf .....	31
4.3.1	Operation .....	31
4.3.2	Gesamtkomplikationsrate .....	33
4.3.3	Komplikationen, die mit einer früheren Versorgung assoziiert sind .....	33
4.3.4	Komplikationen, die mit einer späteren Versorgung assoziiert sind .....	34
4.3.5	Weitere klinische Verlaufparameter .....	35
4.3.6	Mortalität .....	38
4.4	Art der Versorgung und operativer Zugangsweg .....	39
4.4.1	Chirurgische Komplikationen .....	40
4.4.2	Gap/Step .....	42
5	Diskussion .....	43
5.1	Patientenkollektiv .....	43
5.1.1	Alter, Geschlecht .....	44
5.1.2	Geschlecht und Unfallmechanismus .....	45
5.1.3	Charlson Comorbidity Index .....	47
5.2	Aufenthaltsdauer .....	47
5.2.1	Gesamtaufenthaltsdauer .....	47
5.2.2	Aufenthaltsdauer auf der ITS und IMC .....	49
5.3	Klinischer Verlauf .....	50
5.3.1	Operation .....	50
5.3.2	Gesamtkomplikationsrate .....	52

5.3.3	Komplikationen, die mit einer früheren Versorgung assoziiert sind.....	55
5.3.4	Komplikationen, die mit einer späteren Versorgung assoziiert sind .....	56
5.3.5	Weitere klinische Verlaufparameter .....	62
5.3.6	Mortalität .....	66
5.4	Art der operativen Versorgung .....	70
5.4.1	Zugangsweg.....	73
5.4.2	Chirurgische Komplikationen.....	73
5.4.3	Gap/Step.....	75
5.5	Fazit und Ausblick:.....	76
6	Zusammenfassung .....	78
7	Summary .....	80
8	Literatur .....	82
9	Anhang .....	89
9.1	Verwendete Scores.....	
9.2	Wertetabellen.....	
9.3	Verzeichnis der akademischen Lehrer/-innen.....	90
9.4	Danksagung.....	94

## Abkürzungsverzeichnis

3D.....	<i>dreidimensional</i>
A.....	<i>Arteria</i>
a.p. ....	<i>anterior-posterior</i>
AF.....	<i>Acetabulumfraktur</i>
AO.....	<i>Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen</i>
ASA.....	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
AZ.....	<i>Allgemeinzustand</i>
CCI.....	<i>Charlson Comorbidity Index</i>
CT.....	<i>Computertomographie</i>
EK.....	<i>Erythrozytenkonzentrat</i>
FK.....	<i>„Frühe Komplikationen“</i>
GI-Blutung .....	<i>Gastrointestinale Blutung</i>
Gr.....	<i>Gruppe</i>
HE-Trauma.....	<i>Hochrasanztrauma</i>
HF.....	<i>Hüftfraktur</i>
HWI.....	<i>Harnwegsinfekt</i>
IMC.....	<i>Intermediate Care Station</i>
ISG.....	<i>Iliosakralgelenk</i>
ITS.....	<i>Intensivstation</i>
LE-Trauma.....	<i>Niedrigrasanztrauma</i>
Lig.....	<i>Ligamentum</i>
OP.....	<i>Operation</i>
ORIF.....	<i>Open Reduction and Internal Fixation</i>
R.....	<i>Ramus</i>
SK.....	<i>„Späte Komplikationen“</i>
Std.....	<i>Stunden</i>
THA.....	<i>Total Hip Arthroplasty</i>
TIMI.....	<i>Two Inzision Minimal Invasive</i>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pfeilerstruktur des Acetabulums .....	4
Abbildung 2: Frakturtypen nach Judet und Letournel .....	6
Abbildung 3: Pathomechanik der Frakturtypen.....	8
Abbildung 4: Kennlinien Beckenübersichtsaufnahme.....	11
Abbildung 5: Kennlinien Ala-Aufnahme .....	12
Abbildung 6: Kennlinien Obturator-Aufnahme .....	13
Abbildung 7: Ilioinguinaler Zugang .....	16
Abbildung 8: Schematische Darstellung TIMI-Zugang.....	18
Abbildung 9: Retraktionssystem intraoperativ .....	19
Abbildung 10: Bildung der Kategorien „Frühe Komplikationen I und II“ und „Späte Komplikationen“ .....	24
Abbildung 11: Alter bei Trauma.....	27
Abbildung 12: Geschlechterverteilung.....	28
Abbildung 13: CCI bei Aufnahme .....	28
Abbildung 14: Stationäre Aufenthaltsdauer insgesamt .....	29
Abbildung 15: Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation insgesamt.....	29
Abbildung 16: Aufenthaltsdauer auf der Intermediate Care Station insgesamt.....	30
Abbildung 17: Wiederaufnahme auf die IMC oder ITS .....	30
Abbildung 18: Schnitt-Naht-Zeit der Operation.....	31
Abbildung 19: Intraoperative Komplikationen .....	32
Abbildung 20: Blutverlust .....	32
Abbildung 21: Gesamtkomplikationsrate .....	33
Abbildung 22: Harnwegsinfekt .....	34
Abbildung 23: Pleuraerguss .....	35
Abbildung 24: (Sub-) Ileus .....	36
Abbildung 25: Nierenversagen.....	36
Abbildung 26: Sepsis .....	37
Abbildung 27: Mortalität .....	38
Abbildung 28: Art der operativen Versorgung .....	39
Abbildung 29: Wundinfekt .....	40
Abbildung 30: Revision während des stationären Aufenthaltes .....	41
Abbildung 31: Gap nach operativer Versorgung.....	42
Abbildung 32: Step nach operativer Versorgung .....	42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Parameter .....	21
Tabelle 2: Parameter „Frühe Komplikationen I“ und „Frühe Komplikationen II“ .....	23
Tabelle 3: Parameter „Späte Komplikationen“ .....	23
Tabelle 4: Gruppeneinteilung nach der Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen) .....	25
Tabelle 5: Geschlechterverteilung und Unfallstatistik im Vergleich .....	44
Tabelle 6: Übersicht Gesamtaufenthaltsdauer .....	48
Tabelle 7: Selektive Literaturübersicht: Weitere Faktoren mit Einfluss auf die Mortalität.....	69
Tabelle 8: Übersicht Chirurgische Komplikationen .....	74
Tabelle 9: Übersicht Gap/Step .....	75
Tabelle 10: CCI – Wertung der Nebenerkrankungen, die zum Index-Wert beitragen .....	
Tabelle 11: CCI – 1-Jahres-Mortalität nach Index-Wert.....	
Tabelle 12: Werte Gesamtaufenthaltsdauer .....	
Tabelle 13: Werte Aufenthaltsdauer ITS .....	
Tabelle 14: Werte Aufenthaltsdauer IMC .....	
Tabelle 15: Werte Parameter: Schnitt-Naht-Zeit, Blutverlust, EK-Gabe.....	

## **Gender-Hinweis**

Zugunsten der besseren Lesbarkeit und des textlichen Verständnisses wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Alle Formulierungen sprechen gleichermaßen alle Geschlechteridentitäten an, soweit die Aussagen dies erfordern.

## 1 Einleitung

Mit einer Inzidenz von 3 Patienten/100 000/Jahr sind Acetabulumfrakturen eher seltene Frakturen [45]. Sie entstehen meist durch ein Hochrasanztrauma („high energy trauma“, HE-Trauma) im Rahmen eines Verkehrsunfalls im Sinne einer „Dashboard“-Verletzung [20, 24]. Bei einer „Dashboard“-Verletzung prallt der Patient bei einem Auffahrunfall mit den Knien an das vor ihm befindliche Armaturenbrett („Dashboard“), wodurch die wirkenden Kräfte über den Oberschenkelknochen in die Hüftpfanne geleitet werden. Dadurch kann es zu einer Luxation oder Fraktur der Hüfte kommen.

Die Inzidenz von Acetabulumfrakturen zeigt sich über die Jahre unverändert, es ist jedoch ein Anstieg des Anteils an geriatrischen Acetabulumfrakturen um das 2,4-Fache festzustellen [20, 36, 54]. Im Gegensatz zum jungen Patientenkollektiv ist bei geriatrischen Patienten eher ein niederenergetisches Trauma („low energy trauma“, LE-Trauma), wie z.B. ein Sturz aus dem Stand auf den Trochanter major, ursächlich für die Fraktur [8, 20, 24, 26].

Durch den demographischen Wandel, eine höhere Lebenserwartung und das erhöhte Aktivitätslevel der älteren Bevölkerung ist mit einem weiteren Anstieg der Inzidenz von Acetabulumfrakturen zu rechnen [8, 36, 54]. Die Therapie geriatrischer Acetabulumfrakturen bedarf einem hohen Maß an Expertise. Ursächlich hierfür ist das hohe Alter der Patienten, das oft mit Komorbiditäten einschließlich der Osteoporose einhergeht [26, 32, 36, 63].

Acetabulumfrakturen werden den Beckenfrakturen zugeordnet. Daher liegt es nahe, sich bei deren Behandlung an den Empfehlungen für Beckenfrakturen zu orientieren.

Frühzeitige operative Eingriffe (im Sinne eines „second hit“-Traumas) könnten zu einer vermehrten immunologischen Aktivierung führen und eine lebensbedrohliche Verstärkung der Entzündungsreaktionen verursachen [29]. Daher erfolgt die Versorgung komplexer Beckenfrakturen in der Regel ab dem fünften bis zum zehnten Tag nach Trauma [7, 60]. Dieser Zeitraum wird als „window of opportunity“ bezeichnet, da sich der Organismus bis zu diesem Zeitpunkt soweit stabilisiert hat, dass Folgeeingriffe möglich sind [7, 29, 60]. Aus immunologischer Sicht sind in dieser Phase günstige Voraussetzungen für geplante Eingriffe gegeben [7, 29].

Da sich die Behandlungsempfehlungen jedoch meist auf Hochrasanztraumata im Rahmen eines Verkehrsunfalls oder Stürzen aus großen Höhen beziehen, weicht der Unfallmechanismus, der meist zu geriatrischen Acetabulumfrakturen führt, von dem der „üblichen“ Beckenfrakturen ab. Der Unfallmechanismus bei geriatrischen Acetabulumfrakturen (Niedrigrasanztrauma) ähnelt eher dem der proximalen

Femurfrakturen geriatrischer Patienten. Daher ist zu überlegen, ob man sich bei der Behandlung von geriatrischen Acetabulumfrakturen auch an den Behandlungsempfehlung aus den Leitlinien für proximale Femurfrakturen orientieren sollte.

Die Leitlinien „perthrochantäre Oberschenkelfrakturen“ und „Schenkelhalsfraktur des Erwachsenen“ empfehlen die operative Versorgung der Fraktur innerhalb von 24 Stunden (Std), wenn der Allgemeinzustand (AZ) des Patienten dies zulässt. Laut Leitlinien ist bei einer Versorgung nach 24 Stunden mit einer höheren Mortalität und Morbidität, einer Verschlechterung der Chance auf eine erfolgreiche Osteosynthese, erhöhten Raten an Dekubitalulcera und erhöhter Inzidenz von thromboembolischen Ereignissen wie einer Venenthrombose oder Lungenembolie zu rechnen [15, 19]. Neben den Raten an thromboembolischen Ereignissen und Dekubitalulcera steigt durch lange Immobilisation ebenfalls das Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse, pulmonale Komplikationen (z.B. Pneumonie), Harnwegsinfekte (HWI) und Obstipation [17, 23, 33, 36, 77].

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse stellt sich die Frage, ob diesen Komplikationen durch eine frühe operative Versorgung geriatrischer Acetabulumfrakturen nach Trauma (und anschließender zügiger Mobilisation) entgegengewirkt werden kann.

### **1.1 Anatomische Grundlagen**

Das Acetabulum ist der vom Becken gebildete knöcherne Anteil des Hüftgelenks. Es handelt sich um eine annähernd halbkugelige Gelenkpfanne, die sich aus Darmbein (Os ilium), Sitzbein (Os ischii) und Schambein (Ramus superior ossis pubis) zusammensetzt [24]. Die Gelenkpfanne weist einen horizontalen Pfannenneigungswinkel von ca. 42° und einen sagittalen Pfannenneigungswinkel von ca. 10-15° auf [1].

In der Fötalzeit treffen die drei Knochenanteile des Os coxae in der Wachstumszone des Acetabulums, der sog. Y-Fuge, zusammen. So liegt die Y-Fuge im Boden des Acetabulums. Diese verschmilzt zwischen dem 14.-16. Lebensjahr [1].

Der Boden des Acetabulums wird zentral von der nicht überknorpelten Fossa acetabuli gebildet. Ihr dünner Boden bildet vom kleinen Becken aus gesehen einen großen Teil der sogenannten quadrilateralen Fläche. In der Fossa acetabuli befindet sich das Pulvinar acetabulare. Hierbei handelt es sich um Synovia produzierendes, reichlich vaskularisiertes Fettgewebe, das nur locker am Periost angeheftet ist [24].

Die eigentliche Gelenkfläche wird von der Facies lunata gebildet. Sie ist überknorpelt und legt sich halbmondförmig um die Fossa acetabuli herum [1]. Sie überträgt das Gewicht des Rumpfes auf den Oberschenkelknochen [78]. An ihr kann ein Vorder- und ein Hinterhorn unterschieden werden, wobei das vordere schmaler ist als das hintere [1].

Die Gelenkpfanne wird von einem knöchernen Pfannenrand, dem Limbus acetabuli, umgeben. Er bildet die sogenannte Pfanneneingangsebene [24]. Anterokaudal findet sich eine Unterbrechung des Knochenrandes, die Incisura acetabuli. Über sie spannt sich ein Eigenband des Os coxae, das Ligamentum (Lig.) transversum acetabuli. Dem Limbus acetabuli und dem Lig. transversum acetabuli sitzt eine kreisförmig geschlossene Gelenkklippe auf, die als Labrum acetabulare bezeichnet wird. Diese ist im Querschnitt dreieckig [1].

Fossa acetabuli und Caput femoris werden durch das Lig. capitis femoris miteinander verbunden. Es befindet sich intraartikulär, extrasynovial und entspringt dreiwurzlig. Die vordere Wurzel entspringt am Vorderhorn der Facies lunata, der mittlere Teil vom Lig. transversum acetabuli und der hintere Teil vom Hinterhorn der Facies lunata. Durch das Band zieht die Arteria (A.) capitis femoris [1, 24].

Die rein anatomische Betrachtungsweise wurde durch Arbeiten von Rouvière ergänzt, der den Aufbau des Os coxae aus „2 Pfeilern“ angibt [46, 78]. Die Pfeiler haben die Form eines umgekehrten „Y“, wobei die beiden Schenkel des „Y“ im Bereich des Acetabulums zusammentreffen [24].

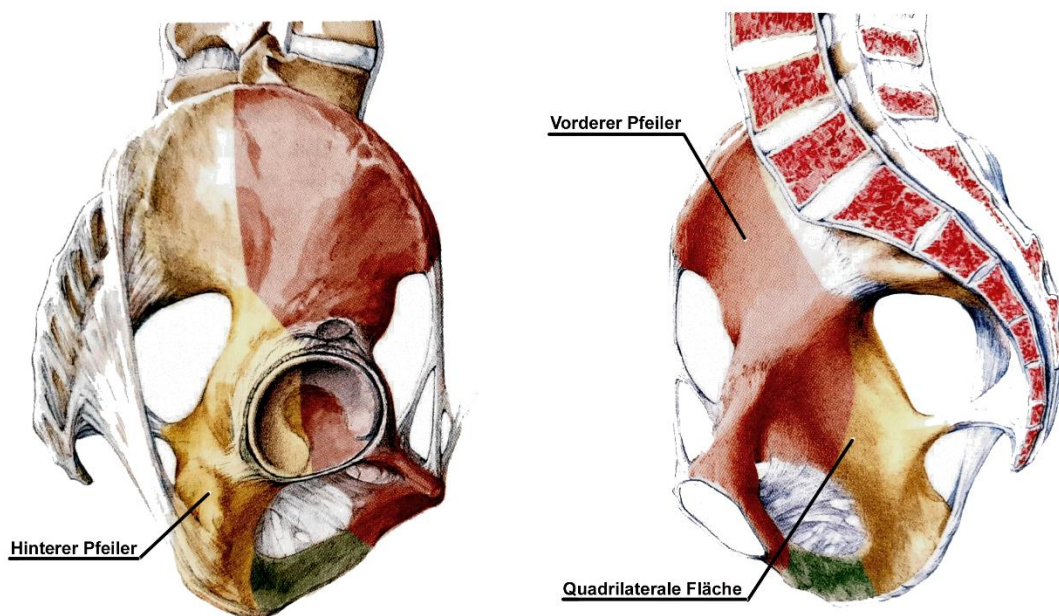


Abbildung 1: Pfeilerstruktur des Acetabulums, (modifiziert nach [78] S. 279)

Der hintere Pfeiler setzt sich aus Teilen des Os ilium und dem Os ischii zusammen und ist im Vergleich zum vorderen Pfeiler kürzer. Er besteht aus dichter, sehr kräftiger Knochensubstanz und ist wesentlich an der Gewichtsübertragung vom Acetabulum auf das Iliosakralgelenk (ISG) beteiligt. Der gelenkbildende Anteil des hinteren Pfeilers wird als „hintere Wand“ bezeichnet [78].

Der vordere Pfeiler besteht aus dem Os pubis und größeren Anteilen des Os ilium. In seiner Ausdehnung reicht er vom Scheitelpunkt der Crista iliaca über die Spina iliaca anterior superior und den Ramus superior ossis pubis bis zur Symphysis pubica [24].

### **1.1.1 Gefäßversorgung**

Das Acetabulum wird durch einen Gefäßkranz versorgt, an dessen Bildung die A. glutea superior, A. glutea inferior, A. pudenda interna und A. obturatoria beteiligt sind [24].

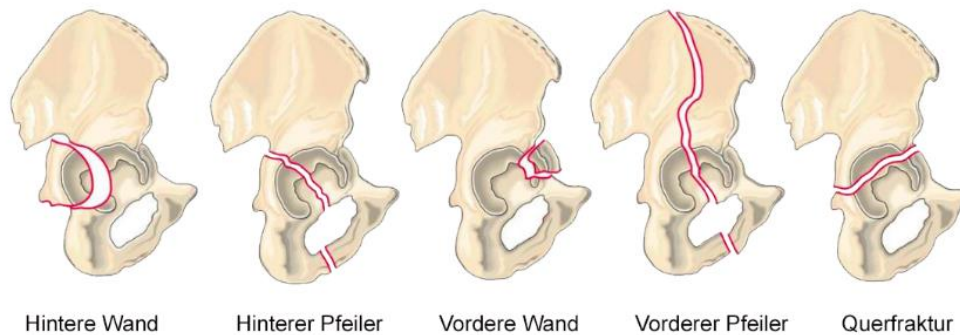
Die A. glutea superior gibt einen Ramus (R.) inferior ab, der sich in einen R. acetabularis und einen R. supraacetabularis teilt. Die A. glutea inferior und die A. pudenda interna geben Äste zur Versorgung des hinteren Pfeilers und der hinteren Acetabulumwand ab. Die A. glutea inferior anastomosiert im Bereich des posterior-superioren Acetabulumdaches mit der A. glutea superior. Die A. obturatoria ist an der Versorgung der quadrilateralen Fläche an der Innenseite des Beckens beteiligt und gibt einen R. acetabularis ab, der durch die Incisura acetabuli in die Fossa acetabularis zieht. Dort versorgt dieser den Pfannenboden und gibt einen Ast in das Lig. capitis femoris ab [24].

### **1.2 Klassifikation**

Die Einteilung der Acetabulumfrakturen erfolgt nach der Klassifikation von Judet und Letournel [24, 78].

Basierend auf der Pfeilerstruktur des Acetabulums werden zehn Frakturtypen unterschieden, die in fünf einfache und fünf komplexe Frakturtypen unterteilt sind. Bei den einfachen Frakturtypen ist eine Hauptfrakturlinie zu finden. Bei den komplexen Frakturtypen handelt es sich um aus den elementaren Frakturtypen zusammengesetzte Frakturtypen. Zu den einfachen Frakturtypen zählen Frakturen der hinteren Wand oder des hinteren Pfeilers, Frakturen der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers und Querfrakturen. Als komplexe Fraktur werden Frakturen der hinteren Wand und des hinteren Pfeilers, Frakturen der hinteren Wand mit Querfraktur, T-Frakturen, Frakturen der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur und Zweipfeiler-Frakturen gezählt. [46]

## Einfache Frakturtypen



## Komplexe Frakturtypen

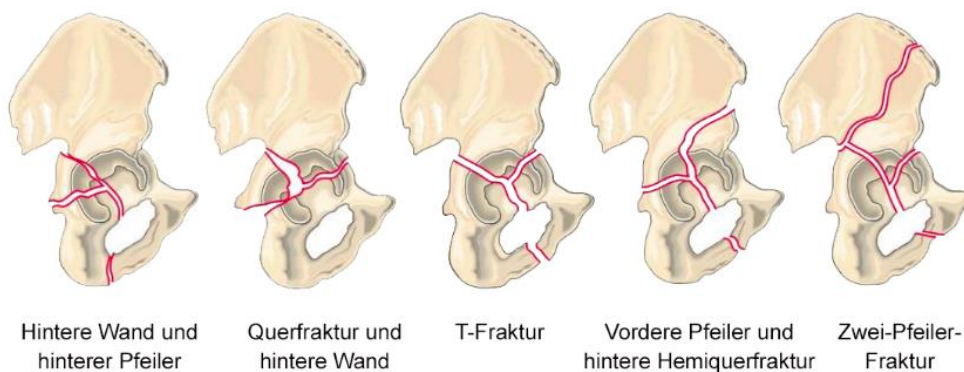


Abbildung 2: Frakturtypen nach Judet und Letournel, (modifiziert nach [24] S. 47)

Eine weitere Klassifikation für Acetabulumfrakturen kommt von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO). Ziel dieser Klassifikationen ist die Standardisierung aller Frakturklassifikationen. Die AO-Klassifikation für Acetabulumfrakturen unterteilt Frakturen in partiell artikuläre Frakturen (Typ A), Frakturen mit Querkomponente (Typ B) und komplett artikuläre Frakturen (Typ C). Darüber hinaus erfolgt eine weitere Einteilung in 3 Frakturtypen (A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3). Ist keine Zuordnung zu einer der Gruppen möglich, wird die Fraktur mit D klassifiziert. Diese werden dann nochmals in 3 Subgruppen (A1.1-C3.3) untergliedert. Ist keine Zuordnung zu einer der Gruppen möglich, wird die Fraktur mit 4 klassifiziert. [24]

Zur Beschreibung weiterer Eigenschaften der Fraktur werden sogenannte Qualifikatoren benannt. Diese sieben Qualifikatoren sind: genauere Definition und zusätzliche Informationen zur hauptsächlichen Läsion, Anzahl an acetabulären Fragmenten, Gelenkversatz, Vorkommen von einem Knorpelschaden des Acetabulums, Hüftkopfverletzungen und/oder intraartikulären Fragmente. Durch Einbeziehung dieser Zusatzverletzungen wird eine Aussage über die Prognose der Fraktur möglich. [24]



### 1.3 Verletzungsmechanismus und relevante Frakturtypen

Acetabulumfrakturen entstehen durch die Einleitung von Kräften über den Femurkopf in das Acetabulum oder eine direkte Krafteinwirkung über das hintere Becken [46].

Letournel und Judet geben vier verschiedene Strukturen an, über die es zu einer Krafteinleitung in das Acetabulum kommen kann [46]:

- Trochanter major
- Knie (bei gebeugtem Gelenk)
- Fuß (bei gestrecktem Knie)
- Dorsales Becken

Der Kraftvektor, der parallel zur Schenkelhalsachse verläuft, übt die größte Kraft auf das Acetabulum aus. Abhängig von der Gelenkstellung zum Zeitpunkt der Krafteinwirkung können verschiedene, für den jeweiligen Mechanismus typische, Frakturmuster entstehen. [78]

Im Gegensatz zum jungen Patientenkollektiv, bei denen der häufigste Grund für eine Acetabulumfraktur ein Hochrasanztrauma im Rahmen eines Verkehrsunfalls ist, ist bei geriatrischen Patienten eher ein Niedrigrasanztrauma ursächlich für die Fraktur [20]. Der Pathomechanismus, der zur Fraktur führt, unterscheidet sich somit in den beiden Patientenkollektiven erheblich.

Im jungen Patientenkollektiv kommt es durch die meist sitzende Position (Flexion im Kniegelenk) eher zu Frakturen der hinteren Anteile des Acetabulums im Sinne einer „Dashboard“-Verletzung [24].

Bei geriatrischen Patienten ist in der Hälfte der Fälle ein einfacher Sturz aus dem Stand auf den Trochanter major Ursache für die Fraktur [20, 24, 26]. Daher wird im Folgenden näher auf die Auswirkungen einer Krafteinwirkung auf den Trochanter major eingegangen.

Bei Krafteinleitung über den Trochanter major hängt der Frakturtyp von der Stellung des Gelenkes im Moment des Anpralls ab. Befindet sich das Gelenk bei Anprall in Neutralstellung ist mit einer Fraktur des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur zu rechnen. Ein Sturz bei leicht außenrotiertem Bein führt häufig zu einer Fraktur des vorderen Pfeilers. Ist das Bein stärker außenrotiert, kommt es neben Frakturen des vorderen Pfeilers zunehmend zu Frakturen der vorderen Wand. Eine leichte Innenrotation bei Sturz kann zu Quer-, T- und Zwei-Pfeiler-Frakturen führen. Bei starker

Innenrotation ist mit Querfrakturen und Querfrakturen mit zusätzlicher dorsaler Frakturkomponente zu rechnen. [24, 46]

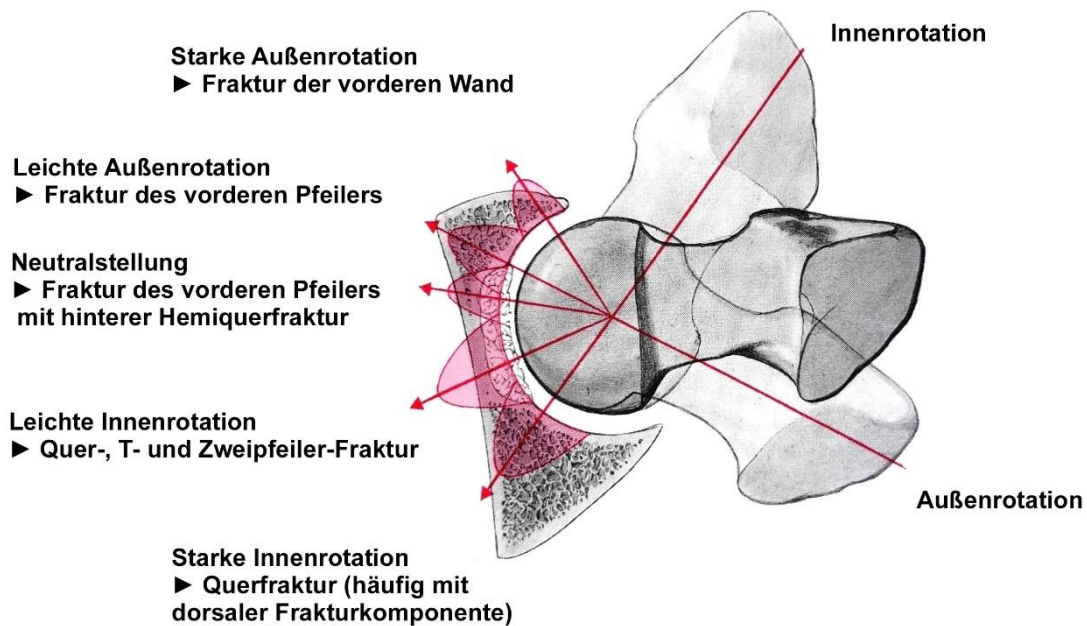


Abbildung 3: Pathomechanik der Frakturtypen, (modifiziert nach [78] S.289, [24, 46])

Diese Vorstellung der Frakturstehung stimmt mit den häufigsten Frakturtypen im Alter überein. Zu diesen zählen Frakturen der vorderen Wand, des vorderen Pfeilers, der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur und Zweipfeiler-Frakturen [20, 21, 62].

### 1.3.1 Frakturen der vorderen Wand

Bei Frakturen der vorderen Wand handelt es sich um partiell artikuläre Frakturen. Sie sind durch den Ausbruch der vorderen Gelenkfläche des Acetabulums gekennzeichnet. Das ausgebrochene Fragment ist trapezförmig und kann Anteile des Pfannendachs und des oberen Schambeinastes enthalten. Die Frakturlinie beginnt distal der Spina iliaca anterior inferior und kann bis zum oberen Schambeinast verlaufen. [24]

### 1.3.2 Frakturen des vorderen Pfeilers

Frakturen des vorderen Pfeilers werden zu den partiell artikulären Frakturen gezählt. Die Frakturlinie verläuft von den mittleren Anteilen des unteren Schambeinastes durch das Acetabulum hindurch nach kranial bis zum Scheitelpunkt der Crista iliaca. Frakturen des

vorderen Pfeilers können in sehr tiefe, tiefe, mittelhohe und hohe Frakturen eingeteilt werden. [24]

Bei sehr tiefen Frakturen ist nur der unterste Anteil der vorderen Acetabulumwand und die zugehörige Gelenkfläche betroffen. Die Frakturlinie tiefer Frakturen endet distal der Spina iliaca anterior inferior. Teile des Acetabulumdaches verbleiben am Fragment. Mittelhohe Frakturen enden zwischen der Spina iliaca anterior superior und inferior. Von dort aus verläuft die Frakturlinie nach medial und kreuzt die Linea terminalis wenige Zentimeter distal des Iliosakralgelenks. Im weiteren Verlauf durchzieht sie die quadrilaterale Fläche bis zum Foramen obturatum und dem unteren Schambeinast. Hohe Frakturen verlaufen von einem variablen Punkt am Beckenkamm nach distal, kreuzen die Linea terminalis nahe des ISG, durchziehen die quadrilaterale Fläche bis zum Foramen obturatum und dem unteren Schambeinast. Es kommt zur Abtrennung des vorderen Teils der Beckenschaufel und eines großen Teils des vorderen Pfeilers inklusive der vorderen Wand sowie großen Teilen der Gelenkfläche und des Acetabulumdaches. [46]

### **1.3.3 Frakturen der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur**

Dieser Frakturtyp zählt zu den partiell artikulären Frakturen mit Querkomponente. Die Fraktur setzt sich aus einer typischen Fraktur der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers und einer dorsalen Fraktur, die dem hinterem Anteil einer Querfraktur („Hemiquerfraktur“) entspricht, zusammen. Die Frakturlinien treffen im rechten Winkel aufeinander. [24, 78]

### **1.3.4 Zwei-Pfeiler-Frakturen**

Zwei-Pfeiler-Frakturen zählen zu den komplett artikulären Frakturen. Die beiden Pfeiler sind voneinander getrennt und die Gelenkfläche hat keinen Kontakt mehr zum Stammskelett.

Es gibt zwei Hauptfrakturlinien. Die Frakturlinie des hinteren Pfeilers verläuft von der Incisura ischiadica major durch den dorsokraniellen Bereich der Gelenkfläche bis zum Foramen obturatum. Der untere Schambeinast kann ebenfalls frakturiert sein. Die Frakturlinie des vorderen Pfeilers beginnt üblicherweise am Beckenkamm und trifft die Frakturlinie des hinteren Pfeilers oberhalb des Acetabulums. [24, 78]

## **1.4 Diagnostik**

### **1.4.1 Klinisch**

Durch die klinische Untersuchung kann man sich ein erstes Bild vom Zustand des Patienten verschaffen. Das Erfragen des Unfallhergangs macht eine erste Abschätzung der Krafteinwirkung möglich, sowie die Unterscheidung, ob es sich um ein HE- oder LE-Trauma handelt [66]. Neben dem Unfallhergang sind Schmerzen in der Hüfte und Belastungsunfähigkeit wegweisend [79, 81]. In der Untersuchung ist auf eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung, eine fehlende Fixation des Beines im Hüftgelenk, eine durch dorsale oder zentrale Luxation bedingte Beinlängendifferenz und eine auffällige Rotationsfehlstellung zu achten [66, 79, 81]. Ebenfalls ist die Funktion des N. ischiadicus zu überprüfen, da es durch dorsale Luxation zu Druck auf den Nerven und somit zu seinem Ausfall kommen kann [79].

Da die klinische Symptomatik von Acetabulumfrakturen im Allgemeinen jedoch unspezifisch ist und diese Symptome bei einer Vielzahl von Verletzungen auftreten können, steht die bildgebende Diagnostik im Vordergrund [2].

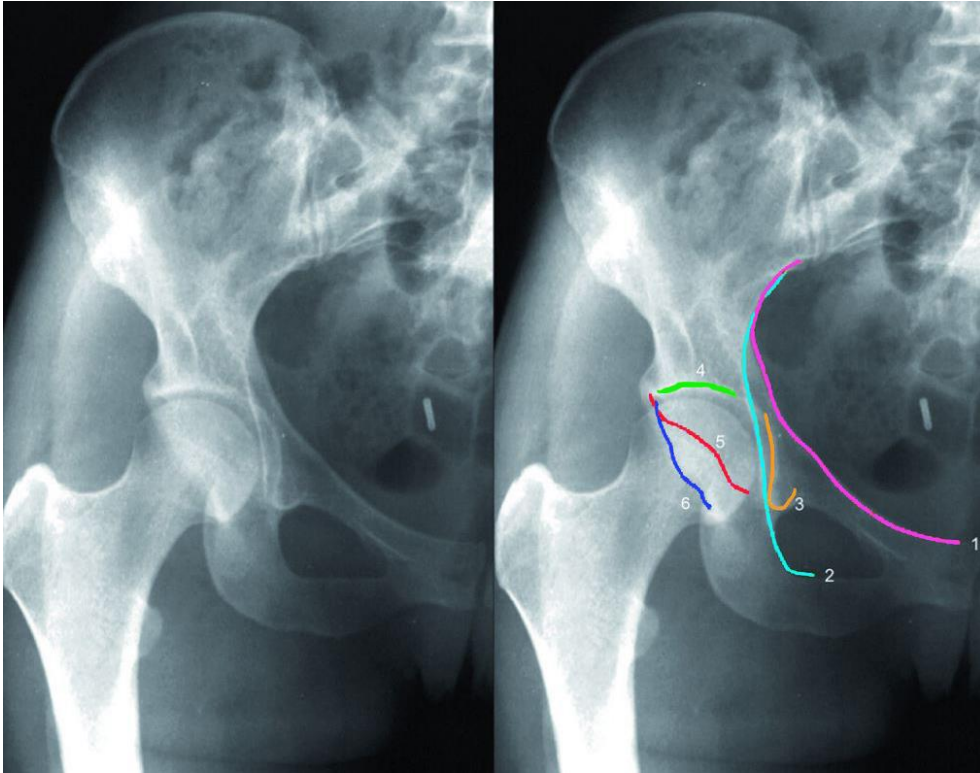
### **1.4.2 Radiologisch**

Die Standarddiagnostik bei Acetabulumfrakturen beinhaltet eine Beckenübersichtsaufnahme (anterior-posteriore Projektion, a.p.-Projektion) und die Schrägaufnahmen nach Judet (Ala- und Obturatoraufnahme). Zur genaueren Frakturdarstellung kann zusätzlich eine Computertomographie (CT) und ggf. eine dreidimensionale (3D) Rekonstruktion erfolgen. [24, 66]

Die Arbeiten von Judet und Letournel sind Grundlage für die radiologische Diagnostik von Acetabulumfrakturen [24]. Zur Interpretation der Aufnahmen bedarf es einer genauen Kenntnis der Röntgenanatomie und Kennlinien der einzelnen Aufnahmen, da die Beurteilung durch die ungleichmäßige Gestalt des Hüftknochens und Überlagerungen erschwert werden kann [78].

#### **1.4.2.1 Röntgen**

Die Beckenübersichtsaufnahme ist als Standarddiagnostik bei Acetabulumfrakturen zu betrachten. Folgende sechs Kennlinien bzw. Leitstrukturen können beurteilt werden: Linea iliopectinea, Linea ilioischadica, die vordere und hintere Wand des Acetabulums, das Pfannendach sowie die Tränenfigur. [24]



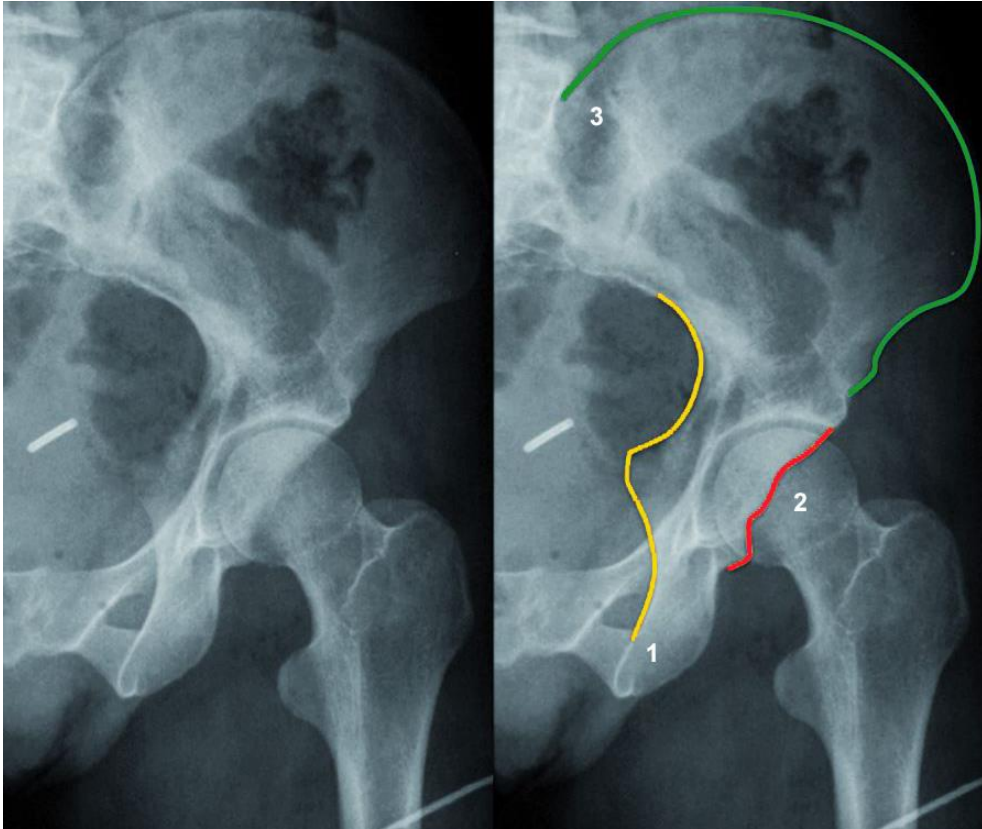
**Abbildung 4: Kennlinien Beckenübersichtsaufnahme, (modifiziert nach [24] S. 31)**

1 = Linea iliopectinea, 2 = Linea ilioischiadica, 3 = Tränenfigur, 4 = Pfannendach, 5 = vorderer Pfannenrand / Vorderwand, 6 = hinterer Pfannenrand / Hinterwand

Die symphysennahen  $\frac{3}{4}$  der Linea iliopectinea entsprechen dem medialen Rand des vorderen Acetabulumpfeilers. Der mittlere und untere Teil der Linea ilioischiadica entsprechen dem hinteren Pfeiler. Die Linie der hinteren Wand ist auf der Aufnahme als die laterale Begrenzung des Acetabulums zu erkennen. Die Kennlinie der vorderen Wand ist oftmals schwer zu beurteilen. Sie hat einen S-förmigen Verlauf und verläuft medial der Kontur der hinteren Wand. Veränderungen der Pfannendachlinie können Hinweise auf eine Beteiligung der superioren Anteile des Gelenks geben. Auffälligkeiten der Tränenfigur können für eine Beteiligung der quadrilateralen Fläche sprechen. [24]

Die Anfertigung der Schrägaufnahmen nach Judet erfordert eine Kippung des Patienten um seine Körperlängsachse. Für die Ala-Aufnahme wird die gesunde Seite des Patienten um  $45^\circ$  angehoben. Zur Anfertigung der Obturatoraufnahme wird die verletzte Seite um  $45^\circ$  angehoben. [78]

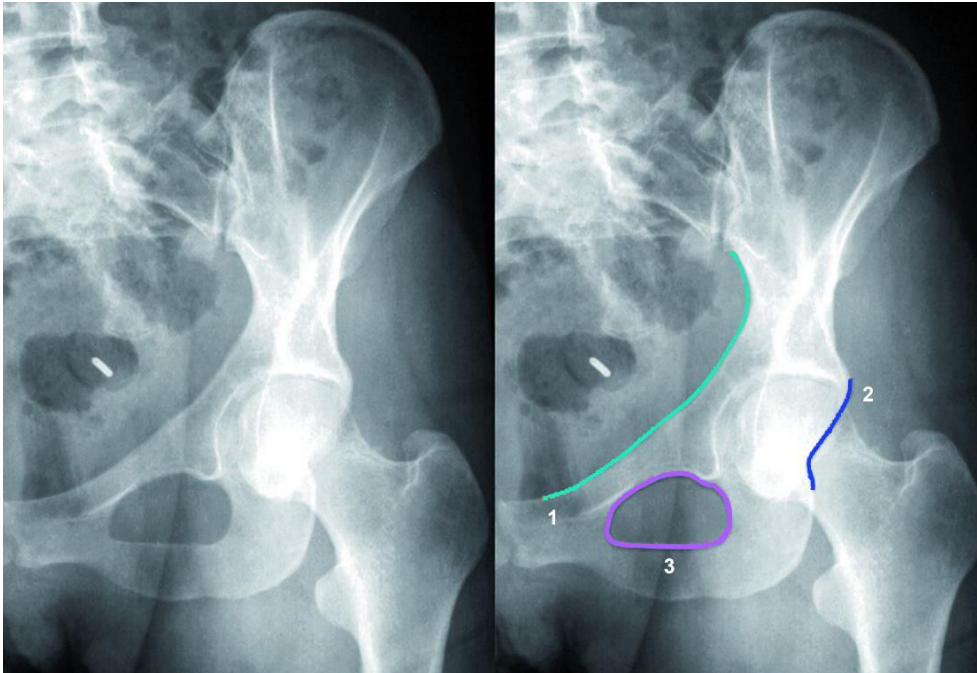
Die Ala-Aufnahme ermöglicht eine Beurteilung des vorderen Pfannenrandes und der Vorderwand, des hinteren Pfeilers, sowie der Beckenschaufel [24].



**Abbildung 5: Kennlinien Ala-Aufnahme, (modifiziert nach [24] S. 34)**

1 = hinterer Pfeiler, 2 = vordere Wand, 3 = Beckenschaufel

Die Obturatoraufnahme erlaubt die Beurteilung der Linea terminalis und des vorderen Pfeilers, sowie der hinteren Wand und des Foramen obturatum [24].



**Abbildung 6: Kennlinien Obturator-Aufnahme, (modifiziert nach [24] S. 36)**

1 = vorderer Pfeiler, 2 = hintere Wand, 3 = Foramen obturatum

Es empfiehlt sich die jeweiligen Aufnahmen als Übersichtsaufnahmen anzufertigen, da diese einen Vergleich mit der gesunden Seite zulassen [81].

#### **1.4.2.2 Computertomografie**

Die CT gilt als Standarddiagnostik zum Nachweis einer Acetabulumfraktur. Sie ermöglicht eine detaillierte Frakturdarstellung und das Erkennen von intraartikulären Fragmenten, Impressionszonen, Weichteilschäden oder Verletzungen des Hüftkopfes. Die dreidimensionale Rekonstruktion wird zur präoperativen Planung genutzt und erleichtert die räumliche Vorstellung und Klassifikation der Fraktur. [24]

Postoperative CT-Aufnahmen werden zur Beurteilung des Repositionsergebnisses herangezogen, da mögliche Stufen- oder Spaltbildung und intraartikulär gelegene Schrauben erkannt werden können [10, 38, 55, 55].

### **1.5 Therapie**

Die Therapie von Acetabulumfrakturen im Alter stellt eine Herausforderung dar. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit einer konservativen sowie einer operativen

Therapie. Häufig befinden sich geriatrische Patienten in einem reduzierten Allgemeinzustand. Durch eine Vielzahl von Komorbiditäten, verminderte Knochenqualität und eine hohe Variabilität und Komplexität der Frakturen gestaltet sich die Behandlung komplex. Diverse Vorerkrankungen erhöhen das Narkose- und Operationsrisiko, weshalb bei Patienten mit eingeschränkter Operationsfähigkeit eine Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen muss. [5, 24, 36, 81]

Da kein einheitliches Therapiekonzept für Acetabulumfrakturen im Alter existiert, bedarf es der Erstellung eines individuellen Therapieplans durch ein erfahrenes Team [5, 36, 63].

Mögliche Therapieoptionen sind die konservative Therapie, die minimalinvasive (navigierte) perkutane Verschraubung, die offene Reposition mit osteosynthetischer Versorgung („Open Reduction and Internal Fixation“, ORIF) und die primäre totale Hüftarthroplastik („Total Hip Arthroplasty“, THA) ggf. kombiniert mit Osteosynthese. [24]

### **1.5.1 Konservativ**

Eine konservative Therapie der Acetabulumfraktur ist selten indiziert, da ein großes Risiko für die Entstehung einer posttraumatischen Arthrose besteht. Sie kommt lediglich bei nicht oder nur gering dislozierten Frakturen, Frakturen mit unversehrter Hauptbelastungszone, Frakturen ohne Luxationstendenz und Patienten in schlechtem Allgemeinzustand, für die eine Narkose ein zu hohes Risiko bergen würde, infrage. [2, 8]

Im Wesentlichen erfolgt eine Mobilisation unter Ent- oder Teilbelastung. Eine Thromboseprophylaxe sollte für mindestens 6 Wochen erfolgen, ebenso sollten regelmäßige radiologische Kontrollen zum Ausschluss einer sekundären Dislokation durchgeführt werden. Bei zunehmender Frakturheilung kann bis zur Vollbelastung gesteigert werden. [2]

### **1.5.2 Operativ**

Eine Indikation zur operativen Versorgung sind dislozierte Frakturen mit einem Versatz (>2mm) im Bereich der Hauptbelastungszone, komplexe Frakturen nach Judet und Letournel, Frakturen mit intraartikulären Fragmenten und starker Zerstörung der Gelenkfläche. [66]

Auch beim geriatrischen Patientenkollektiv stellt die ORIF die Standardtherapie dar. Die Wahl des operativen Zugangswegs richtet sich nach der Frakturmorphologie. [2, 24]



Grundsätzlich orientiert sich das Vorgehen bei operativer Versorgung an folgender Vorgehensweise:

- Säuberung und Darstellung des Frakturverlaufs und der Frakturspalten
- Reposition mithilfe von Spezialzangen
- Fixation mittels Zugschrauben
- Stabilisierung durch Kleinfragment-Rekonstruktionsplatten oder anatomisch vorgebogene Platten [66]

Bei starker Zerstörung der Gelenkfläche stellt der primär endoprothetische Gelenkersatz eine alternative Therapieoption dar [2]. Dafür muss der Beckenknochen um das Acetabulum herum zuerst durch osteosynthetische Verfahren stabilisiert werden [2]. Dies gewährleistet eine sichere Fixierung der neuen Gelenkpfanne im Knochen und führt zu einer Verminderung des Knochenverlustes bei Implantation der künstlichen Pfanne [2, 11]. Bei der Planung des Eingriffs müssen auch die Nachteile, die eine primäre THA mit sich bringt, beachtet werden [2]. Diese sind eine längere Operationsdauer, ein höherer Blutverlust und ein erheblicher Weichteilschaden durch ausgedehnte operative Zugänge [2].

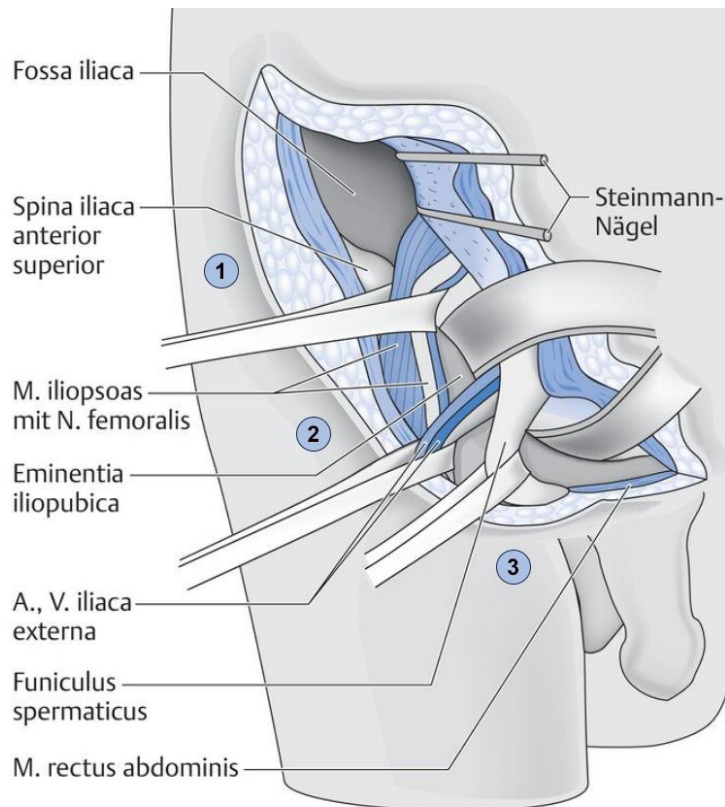
Die minimalinvasive (navigierte) perkutane Verschraubung stellt eine weniger invasive Alternative zur ORIF und der primären THA bei gering oder nicht dislozierten Acetabulumfrakturen geriatrischer Patienten dar [25, 68, 70]. Dieses Verfahren ermöglicht die Versorgung von Patienten, für die eine ausgedehnte Operation (OP) mit hohem Blutverlust und beträchtlichem Weichteilschaden aufgrund ihres Allgemeinzustandes nicht infrage kommt [2, 28]. Ein minimalinvasiver Zugang geht jedoch auch mit beschränkten Expositionsmöglichkeiten einher, was eine anatomische Rekonstruktion des Gelenks erschwert [8].

### **1.6 Operative Zugänge zum Acetabulum**

Bei der Wahl des operativen Zugangsweges müssen Frakturklassifikation, Zeitpunkt der operativen Versorgung sowie Expositions- und Repositionsmöglichkeiten des jeweiligen Zugangs berücksichtigt werden [24]. Bei den „einfachen“ Zugangswegen kann jeweils nur ein Pfeiler unter Sicht exponiert werden [47, 78]. Erweiterte Zugänge ermöglichen eine gleichzeitige Darstellung von Außen- und Innenseite des Beckens und eine hohe Rate an anatomischer Gelenkrekonstruktion [24, 78]. Jedoch geht mit erweiterten Zugängen ein erhöhtes Risiko für intra- und postoperative Komplikationen einher [8, 24, 78].

### 1.6.1 Ilioinguinaler Zugang (nach Letournel)

Der ilioinguinale Zugang wurde 1960 von Letournel eingeführt und bis 1965 weiterentwickelt [46]. Die Präparation dreier anatomischer Fenster ermöglicht die Darstellung des gesamten vorderen Pfeilers von ISG bis zur Symphyse und Teilen der quadrilateralen Fläche [24, 78]. Da die Gelenkfläche über diesen Zugang jedoch nicht eingesehen werden kann, muss sich bei der indirekten Reposition an allen einsehbaren und tastbaren Frakturlinien orientiert werden [24, 78].



**Abbildung 7: Ilioinguinaler Zugang, (modifiziert nach [81] S. 651)**

1. Fenster: Darstellung der Fossa iliaca bis zum ISG; 2. Fenster: Darstellung der Eminentia iliopubica, Zugang zur quadrilateralen Fläche; 3. Fenster: Darstellung des oberen Schambeinastes bis zur Symphyse

Der Zugang findet hauptsächlich bei Frakturen des vorderen Pfeilers sowie Frakturen mit Querkomponente Anwendung. Hierzu zählen Frakturen der vorderen Wand und des vorderen Pfeilers, Frakturen des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur, Zwei-Pfeiler-Frakturen mit großem gering dislozierten Hinterer-Pfeiler-Fragment und bestimmten T- und Quer-Frakturen. Der Eingriff erfolgt in Rückenlage. [24]

Die Inzision beginnt am Übergang des hinteren Drittels zum mittleren Drittel der Crista iliaca und wird bis zur Spina iliaca anterior superior fortgeführt. Von dort aus wird der

Schnitt entlang des Leistenbandes bis zwei Finger breit über der Symphyse fortgesetzt. [46, 78]

### **1.6.2 Kocher-Langenbeck-Zugang**

Der Kocher-Langenbeck-Zugang findet bei der operativen Versorgung von Frakturen im Bereich des dorsalen Acetabulums Anwendung. Über ihn können der gesamte hintere Pfeiler und die gesamte hintere Wand des Acetabulums sowie Teile des Pfannendaches dargestellt werden. Durch das Foramen ischiadicum major ist die Palpation der Innenfläche des Os coxae möglich. Der Zugang ermöglicht eine Reposition unter Sicht, ist jedoch mit einer höheren Zugangsmorbidität assoziiert. Indikationen für den Kocher-Langenbeck-Zugang sind Frakturen der hinteren Wand und des hinteren Pfeilers, kombinierte Frakturen der hinteren Wand und des hinteren Pfeilers, Zwei-Pfeiler-Frakturen mit multifragmentärer Fraktur des hinteren Pfeilers und bestimmte T- und Quer-Frakturen. Der Eingriff kann in Bauch- oder Seitenlage erfolgen [24].

Die Inzision wird entlang der Verbindungslinie zwischen Spina iliaca posterior superior und Trochanter major begonnen und folgt dann dem Verlauf des Oberschenkelknochens nach distal bis zu seinem Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel [24, 78].

### **1.6.3 Intrapelviner Zugang („Stoppa-Zugang“)**

Dieser Zugang ermöglicht eine intrapelvine Darstellung und indirekte Reposition von Acetabulumfrakturen [24]. Durch ihn kann der Bereich vom kleinen Becken bis zum ISG eingesehen und erreicht werden [78]. Indikationen für den intrapelvinen Zugang sind Frakturen der vorderen Wand und des vorderen Pfeilers, Frakturen des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur, Zwei-Pfeiler-Frakturen mit einem großen Fragment des hinteren Pfeilers, T- Frakturen und isolierte Frakturen der Tränenfigur oder der quadrilateralen Fläche. Der Eingriff erfolgt in Rückenlage [24].

Als Zugangsmöglichkeit kann zwischen einem Längsschnitt vom Umbilikus bis zur Symphyse oder einem Pfannenstielschnitt zwei Querfinger proximal der Symphyse gewählt werden [24]. Bei der Präparation ist auf eine mögliche Anastomose zwischen der A. obturatoria und der A. iliaca externa bzw. A. epigastrica inferior zu achten, die typischerweise auf dem oberen Schambeinast verläuft. Diese Anastomose wird auch Corona mortis genannt, da es bei versehentlicher Durchtrennung zu einer lebensbedrohlichen Blutung kommen kann. Um dies zu verhindern wird sie bei Vorhandensein ligiert, geklippt oder koaguliert [6, 24].

#### 1.6.4 Zwei-Inzisions-Zugang („Two Inzision Minimal Invasive“, TIMI)

Der Zwei-Inzisions-Zugang wird im Folgenden genauer beschrieben, da dieser am Universitätsklinikum Marburg in der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie entwickelt wurde. Der TIMI-Zugang stellt eine weichteilschonende Alternative zum ilioinguinalen Zugang dar. Über seinen lateralen und symphysennahen Zugang können Frakturen des vorderen Pfeilers und des vorderen Pfeilers mit hinterer Hemiquerfraktur operativ versorgt werden. [65]

Zur Eröffnung des lateralen Zugangs wird ein ca. 4-8cm langer Hautschnitt über der Frakturregion gemacht. Das Subkutangewebe wird getrennt und die seitliche Bauchmuskulatur im Faserverlauf (Wechselschnitt) gespalten. Es erfolgt die Präparation nach retroperitoneal auf den M. iliopsoas. Medial sind die Gefäße zu tasten. Das Gewebe wird mit einem Langenbeckhaken retrahiert, um die Fascia iliopectinea darstellen zu können. Die Iliakalgefäße werden nach medial mobilisiert und anschließend die Fascia iliopectinea in Richtung Schambein eingeschnitten. Dann werden der M. iliopsoas und der N. femoralis bei gebeugter Hüfte gemeinsam nach lateral mobilisiert. [65]

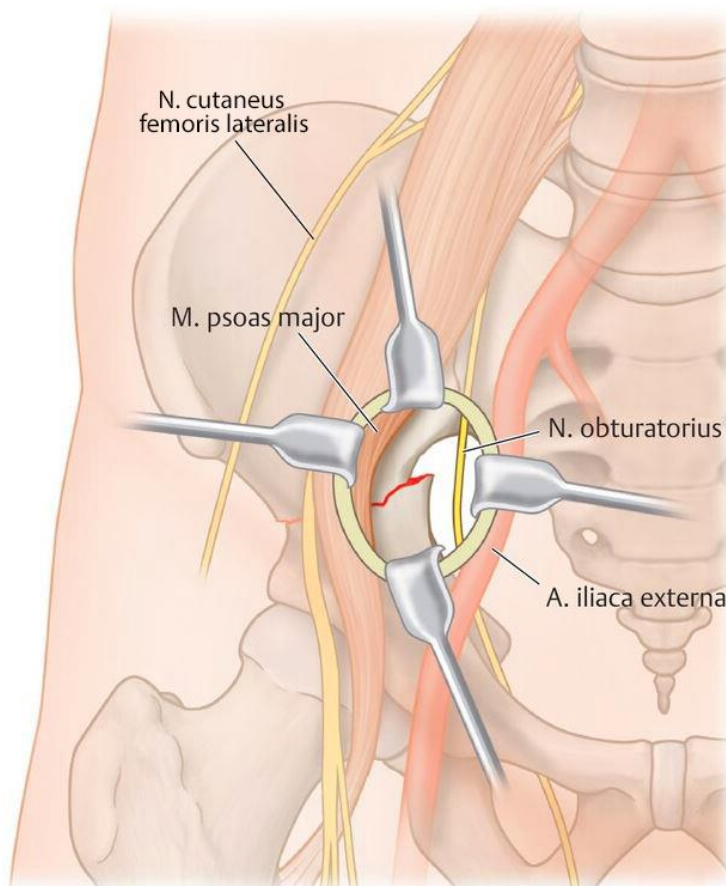
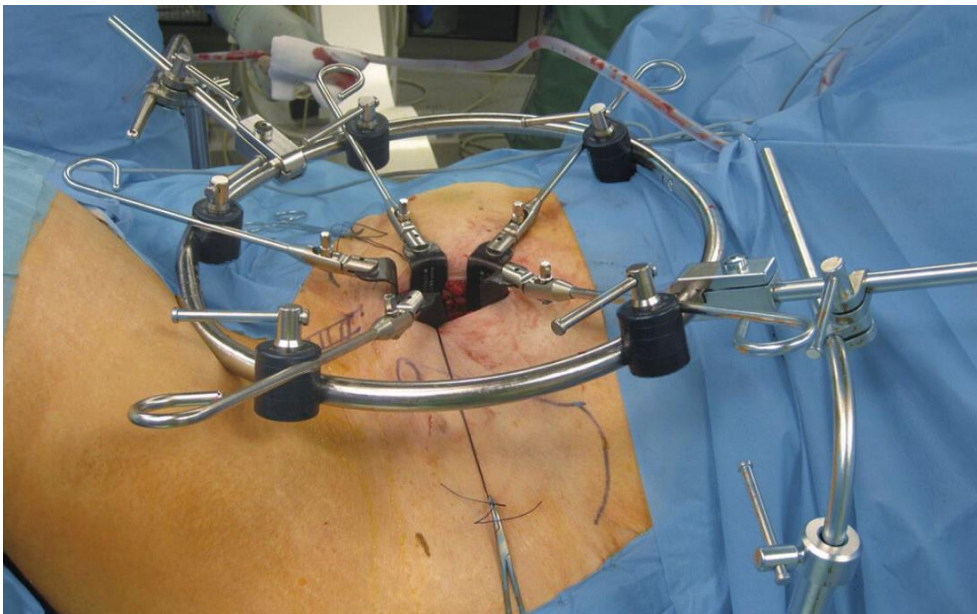


Abbildung 8: Schematische Darstellung TIMI-Zugang, (modifiziert nach [2] S. 302)

Der Zugang zum Schambein erfolgt über einen Hautschnitt ca. 3cm über der Symphyse. Die Faszie des M. rectus abdominis wird nahe der Symphyse gespalten und der Muskel selbst an seinem Ansatz medialseitig eingekerbt. Dann wird er nach lateral gehalten, um Symphyse und Schambein gut darstellen zu können. [65]

Das Gefäßbündel im Spatium retropubicum wird unterfahren, dabei kann mit Hilfe einer Overholt-Klemme eine Schlinge um die Weichteilbrücke zwischen den Zugängen geschlungen werden. Dann erfolgt das Anbringen des Retraktionssystems über dem lateralen Zugang. Über 3-5 Spatel wird das Gewebe über der Frakturregion zurückgehalten, um diese darstellen und säubern zu können. [65]



**Abbildung 9: Retraktionssystem intraoperativ, (modifiziert nach [2] S. 302)**

### **1.7 Nachbehandlung**

Das Schema der Nachbehandlung richtet sich nach dem Frakturtyp und der erfolgten Therapie [2]. Postoperativ sollten eine adäquate Schmerztherapie und eine ausreichende Thromboseprophylaxe erfolgen [63].

Im Anschluss an eine Osteosynthese wird der Patient nach Möglichkeit am ersten oder zweiten postoperativen Tag aus dem Bett mobilisiert [65]. Diese Mobilisierung erfolgt unter 10kg-Teilbelastung für 6-12 Wochen [2]. In diesem Zeitraum sollten regelmäßige Röntgenkontrollen zum Ausschluss einer sekundären Dislokation durchgeführt werden [2]. In einigen Fällen ist nach einer primären THA direkt eine Vollbelastung möglich [2].

## **1.8 Komplikationen/Prognose**

Aufgrund der verringerten Reserven bei geriatrischen Patienten ist die Vermeidung von Komplikationen von großer Wichtigkeit [2, 54, 63].

Intraoperativ kann es durch ausgedehnte Zugänge und Gefäßverletzung zu einem erhöhten Blutverlust kommen [63]. Durch übermäßige Traktion können iatrogene Nervenschädigungen verursacht werden [47, 81]. Darüber hinaus besteht ein nicht unerhebliches Narkoserisiko für Patienten mit diversen Begleit- und Vorerkrankungen [2, 67]. Zu den früh postoperativen Komplikationen zählen Nachblutungen und Hämatome sowie Lymphödeme [2, 81]. Ebenfalls kann es zu Wundinfekten und thromboembolischen Ereignissen wie Bein-Becken-Thrombosen oder Lungenembolien kommen [24, 47, 63].

Die Entstehung einer sekundären Coxarthrose oder einer Hüftkopfnekrose ebenso wie die einer heterotropen Ossifikation werden zu den spät postoperativen Komplikationen gezählt [47, 81]. Zu Hüftkopfnekrosen kommt es durch traumatische oder iatrogene Schädigung der A. circumflexa femoris lateralis [2]. Heterotrope Ossifikationen entstehen am häufigsten nach Versorgung über einen dorsalen Zugang wie den Kocher-Langenbeck-Zugang [2, 24, 81]. Als Ossifikationsprophylaxe kommen die Radiotherapie und die medikamentöse Therapie mit Indomethacin zum Einsatz [24, 66].

## 2 Fragestellung

Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss des Operationszeitpunktes auf den klinischen Verlauf sowie die Mortalität bei Acetabulumfrakturen geriatrischer Patienten zu untersuchen.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Methoden und Patientenauswahl

Anhand der Daten wurde eine retrospektive statistische Untersuchung durchgeführt.

Patienten der Unfallchirurgie des UKGM Marburg wurden vom DV-Koordinator nach folgenden Kriterien aus dem Kliniksystem identifiziert:

Als Einschlusskriterien galten:

- Acetabulumfraktur (ICD S32.4)
- Alter zum Unfallzeitpunkt > 60 Jahre
- Niedrigrasanztrauma
- Versorgung der Fraktur im Uniklinikum Marburg zwischen 01/2006 und 02/2020

Ausschlusskriterien waren:

- Relevante Begleitverletzungen (wie z.B. lebensbedrohliche Verletzungen oder Polytrauma)
- Hochrasanztrauma

Die Patientenakten wurden durchgesehen und geprüft, ob sie den obengenannten Kriterien entsprechen. Im Anschluss wurden folgende Parameter aus den entsprechenden Patientenakten erfasst:

**Tabelle 1: Erhobene Parameter**

a = Vorkommen des Parameters wurde als Komplikation gewertet

Patient	<ul style="list-style-type: none"><li>– Alter bei Trauma</li><li>– Geschlecht</li><li>– Charlson Comorbidity Index (CCI) [12]</li></ul>
Stationärer Aufenthalt	<ul style="list-style-type: none"><li>– Dauer zwischen Sturz und Operation</li><li>– Dauer des gesamten stationären Aufenthalts</li><li>– Aufenthaltsdauer auf Intensivstation (ITS)</li><li>– Aufenthaltsdauer auf Intermediate Care Station (IMC)</li><li>– Wiederaufnahme auf die Intensivstation</li></ul>

Operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnitt-Naht-Zeit bei OP</li> <li>– Intraoperativer Blutverlust</li> <li>– Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EK)</li> <li>– Komplikationen intraoperativ<sup>a</sup></li> <li>– Art der operativen Versorgung</li> <li>– Operativer Zugang</li> </ul>
Klinischer Verlauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mortalität<sup>a</sup></li> <li>– Gabe von Erythrozytenkonzentraten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Notwendigkeit von EKs</li> <li>– Anzahl EKs 24 Std postoperativ</li> <li>– Anzahl EKs insgesamt</li> </ul> </li> <li>– Harnwegsinfekt<sup>a</sup></li> <li>– Lungenödem<sup>a</sup></li> <li>– Pleuraerguss<sup>a</sup></li> <li>– Pneumonie<sup>a</sup></li> <li>– Myokardinfarkt<sup>a</sup></li> <li>– (Sub-)Ileus<sup>a</sup></li> <li>– Leberversagen<sup>a</sup></li> <li>– Gastrointestinale Blutung (GI-Blutung)<sup>a</sup></li> <li>– Sepsis<sup>a</sup></li> <li>– Nierenversagen<sup>a</sup></li> <li>– Thrombose<sup>a</sup></li> <li>– Dekubitus (≥ II°)<sup>a</sup> [59]</li> <li>– Delir<sup>a</sup></li> <li>– Wundinfekt<sup>a</sup></li> <li>– Wundheilungsstörungen<sup>a</sup></li> <li>– Implantatversagen<sup>a</sup></li> <li>– Reanimation<sup>a</sup></li> <li>– Re-OP/Revision während des stationären Aufenthaltes<sup>a</sup></li> <li>– Gap/Step [46, 52, 53]</li> </ul>

Darüber hinaus wurden einzelne Parameter in übergeordneten Kategorien zusammengefasst.

Parameter, die mutmaßlich mit einer frühen operativen Versorgung assoziiert sind, wurden unter „Frühe Komplikationen I“ (FK I) und „Frühe Komplikationen II“ (FK II) zusammengefasst.

Um der Kategorie „Frühe Komplikationen I“ zugeordnet zu werden, wurde überprüft, ob Patienten intraoperativ oder 24 Std postoperativ EKs erhalten haben, es Komplikationen intraoperativ gab, der Patient intra- oder postoperativ reanimiert werden musste oder die Schnitt-Naht-Zeit der Operation überdurchschnittlich war (Bsp.: durchschnittliche



Schnitt-Naht-Zeit = 100min → eine Schnitt-Naht-Zeit > 100min wurde unter „FK I“ erfasst).

Um Kategorie „Frühe Komplikationen II“ zugeordnet zu werden, wurden exakt die gleichen Parameter überprüft. Unterschied zur „FK I“ war, dass die Schnitt-Naht-Zeit der Operation  $\geq 130\%$  der durchschnittlichen Schnitt-Naht-Zeit sein musste (Beispiel: durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit = 100min;  $100\text{min} + 30\text{min} = 130\text{min}$  → eine Schnitt-Naht-Zeit  $\geq 130\text{min}$  wurde unter „FK II“ erfasst). Diese Dauer wurde willkürlich vor Erfassung der Parameter in den Kategorien festgelegt.

Alle Parameter, die unter „FK II“ zusammengefasst wurden, wurden auch unter „FK I“ erfasst, mit dem Unterschied, dass unter „FK I“ jede überdurchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit als Komplikation erfasst wurde. In „FK II“ wurde jedoch nur eine Schnitt-Naht-Zeit  $\geq 130\%$  der durchschnittlichen Schnitt-Naht-Zeit als Komplikation gewertet.

Um die Vorgehensweise bei der Bildung der Gruppen „FK I“ und „FK II“ besser nachvollziehen zu können siehe Tabelle 2 sowie Abbildung 10.

**Tabelle 2: Parameter „Frühe Komplikationen I“ und „Frühe Komplikationen II“**

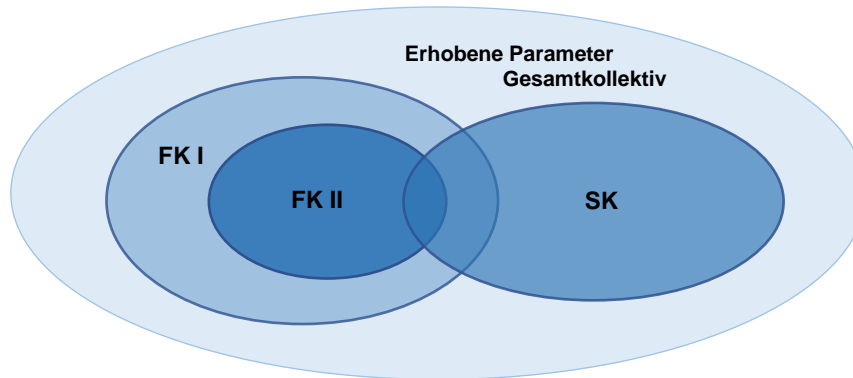
Bezeichnung der Kategorie	Der Kategorie zugeordnete Parameter
Frühe Komplikationen I	EK Gabe intraoperativ und 24 Std postoperativ, Komplikationen intraoperativ, Reanimation intra- oder postoperativ, Schnitt-Naht-Zeit der OP überdurchschnittlich
Frühe Komplikationen II	EK Gabe intraoperativ und 24 Std postoperativ, Komplikationen intraoperativ, Reanimation intra- oder postoperativ, Schnitt-Naht-Zeit der OP $\geq$ durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit + 30% der durchschnittlichen Schnitt-Naht-Zeit

Komplikationen, die häufiger bei einer späteren operativen Versorgung und einer damit verbundenen längeren Liegedauer zu erwarten sind, wurden unter der Kategorie „Späte Komplikationen“ (SK) zusammengefasst. Hierzu wurde überprüft, ob Harnwegsinfekt, Lungenödem, Pneumonie, Thrombose, Dekubitus  $\geq \text{II}^\circ$  und Delir vorhanden waren.

**Tabelle 3: Parameter „Späte Komplikationen“**

Bezeichnung der Kategorie	Der Kategorie zugeordnete Parameter
Späte Komplikationen	HWI, Lungenödem, Pneumonie, Thrombose, Dekubitus $\geq \text{II}^\circ$ , Delir

Sobald mindestens einer dieser Parameter, der zu der Kategorie „FK I“ oder „FK II“ zählt, festzustellen war, wurde dieser in der entsprechenden Kategorie erfasst. Genauso wurde im Falle mindestens eines Parameters, der in die Kategorie „SK“ fällt, dieser unter „SK“ erfasst. Dabei können die jeweiligen Parameter eines Patienten, sowohl der Kategorie „FK“ als auch der Kategorie „SK“ zugehörig sein.



**Abbildung 10: Bildung der Kategorien „Frühe Komplikationen I und II“ und „Späte Komplikationen“**

Für die Durchführung der Studie erteilte die Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg ein positives Votum (AZ: RS 22/66).

### **3.2 Datenerhebung und -erfassung, Statistik**

Die Erhebung der Daten erfolgte von 09/2019 bis 05/2020. Die Daten wurden aus Patientenakten und dem ORBIS-System des UKGM Marburg herausgesucht und in einer Tabelle in Microsoft® Excel® (Microsoft 365® für Microsoft Windows) dokumentiert.

Nach Datenerhebung wurde jedem Patienten eine studienspezifische Identifikationsnummer zugeordnet. Anschließend wurde eine Anonymisierung vorgenommen, die keine Rückschlüsse auf die Identität des Patienten zulässt.

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde die Statistiksoftware IBM® SPSS® Statistics (Version 27 für Microsoft Windows) verwendet.

Die Patienten wurden nach dem Operationszeitpunkt in drei Gruppen eingeteilt und hinsichtlich des klinischen Verlaufs und Mortalität untersucht.

Gruppe 1 wurden alle Patienten zugeteilt, die innerhalb der ersten zwei Tage nach Aufnahme operativ versorgt wurden. Patienten, die am dritten und vierten Tag versorgt

worden sind, wurden Gruppe 2 zugeteilt. Patienten, deren Versorgung nach mehr als vier Tagen erfolgte, wurden Gruppe 3 zugeordnet.

**Tabelle 4: Gruppeneinteilung nach der Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)**

Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)	
Gruppe 1	0-2
Gruppe 2	3-4
Gruppe 3	>4

Die drei Gruppen unterscheiden sich im Chi-Quadrat-Test nach Pearson nicht signifikant in Bezug auf das Geschlecht ( $\chi^2(2)=5,13$ ;  $p=0,077$ ). Hinsichtlich des Alters und des Charlson Comorbidity Index ergaben sich im Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Unterschiede in den drei Gruppen (Alter:  $H(2)=1,54$ ;  $p=0,464$ ; CCI:  $H(2)=1,45$ ;  $p=0,485$ ).

Zur Überprüfung der Parameter auf Normalverteilung wurde ein Shapiro-Wilk- und Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt.

Nominalskalierte Daten und deren relative und absolute Häufigkeiten wurden in Kreuztabellen und Grafiken dargestellt. Anschließend wurde ein Chi-Quadrat oder exakter Test nach Fischer angewendet, um die Variablen auf Unabhängigkeit zu überprüfen. Der exakte Test nach Fisher wurde bei Tabellen mit kleinen Zellbesetzungen genutzt [22, 56].

Intervallskalierte Daten wurden mittels Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, 25. Perzentile, 50. Perzentile (Median) und 75. Perzentile dargestellt. Um zu überprüfen, ob sich die zentralen Tendenzen der Gruppen voneinander unterscheiden, wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Bei einem signifikanten Ergebnis wurden anschließend die zentralen Tendenzen der Gruppen paarweise durch einen Mann-Whitney-U-Test verglichen und ausgewertet.

Zur Darstellung kontinuierlicher Daten wird einheitlich Median (MD), Interquartilsabstand (IQR), Minimum (Min) und Maximum (Max) berichtet.

Als statistisch signifikant wurde ein  $p<0,05$  gewertet.

Entsprechend des explorativen Charakters der Arbeit und der aufgrund der relativ kleinen Fallzahlen in den Gruppen ohnehin schon geringen Teststärke (Power) wurde auf eine Korrektur des Alphafehlerniveaus für multiples Testen verzichtet.

### **3.3 Instrumente**

#### **3.3.1 Charlson Comorbidity Index**

Um die Komorbiditäten der Patienten in den drei Gruppen vergleichen zu können, wurde der Charlson Comorbidity Index verwendet. Der CCI dient zur Einschätzung der Morbidität und Mortalität von Patienten anhand 19 prognostisch bedeutsamer Nebenerkrankungen. Für jede Nebenerkrankung wird eine bestimmte Punktzahl vergeben. Durch das Addieren der Punkte erhält man den Index-Wert. Anhand dieses Wertes kann die 1-Jahres-Mortalität des Patienten abgeschätzt werden. [12]

Die genaue Wertung der unterschiedlichen Nebenerkrankungen sowie die Bedeutung der Index-Werte finden sich in Tabelle 10 und Tabelle 11 im Anhang.

#### **3.3.2 Gap/Step**

Zur Beurteilung der operativen Rekonstruktion wurden anhand der postoperativen CT-Bilder verbliebene Gelenkspalten (Gap) und Gelenkstufen (Step) vermessen.

Als anatomische Rekonstruktion wird eine postoperative Gelenkstufe bzw. ein postoperativer Gelenkspalt von maximal 1mm gewertet. Bei einem Versatz von maximal 2-3mm spricht man von einem zufriedenstellenden Ergebnis. Stufen bzw. Spalten von mehr als 3mm werden als unzureichend gewertet [46, 52, 53].

Die CT-Bilder der Patienten, die im Rahmen der operativen Versorgung eine Hüfttotalendoprothese erhielten, wurden nicht vermessen.

## 4 Ergebnisse

Es wurden 124 Patienten ausgewählt, die den o.g. Einschlusskriterien entsprachen. Davon mussten nachträglich 19 Patienten ausgeschlossen werden. Gründe hierfür waren: doppelte Auflistung eines Patienten, Wiederaufnahme bei Implantatversagen oder Indikation zur Revision bei bereits erfolgter Behandlung und Entlassung.

### 4.1 Patientenkollektiv

#### 4.1.1 Alter, Geschlecht

Zweiundfünfzig (49,5%) der Patienten waren weiblich, 53 (50,5%) waren männlich. Das Medianalter aller Patienten lag bei 83,06 Jahren (IQR=10,75; Min=62,14; Max=99,21).

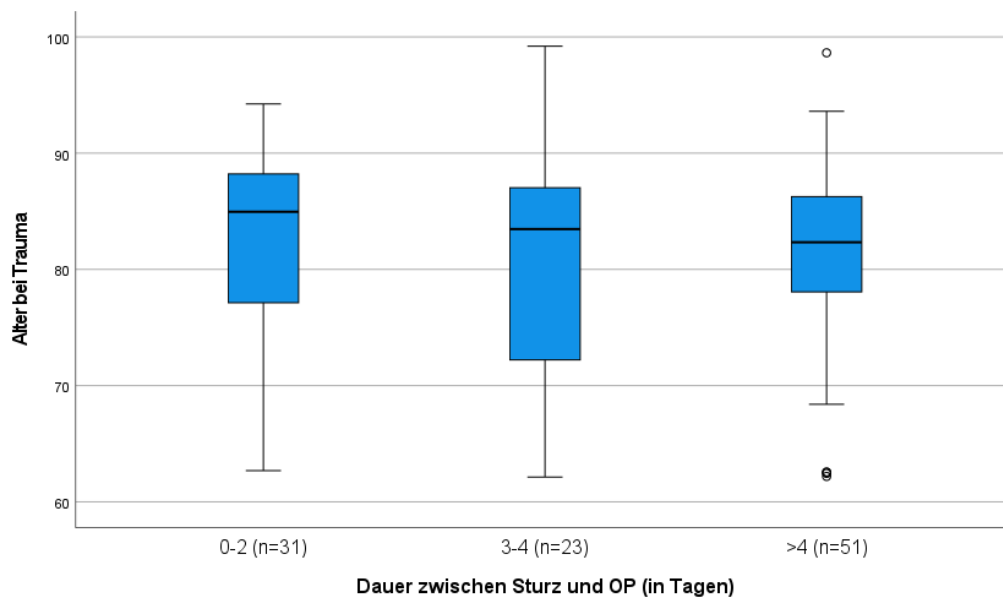


Abbildung 11: Alter bei Trauma

In Gruppe 1 waren 31 Patienten, davon 15 weiblich, 16 männlich. In Gruppe 2 waren insgesamt 23 Patienten, davon 7 weiblich, 16 männlich. In Gruppe 3 waren es 51 Patienten, von denen 30 weiblich und 21 männlich waren.

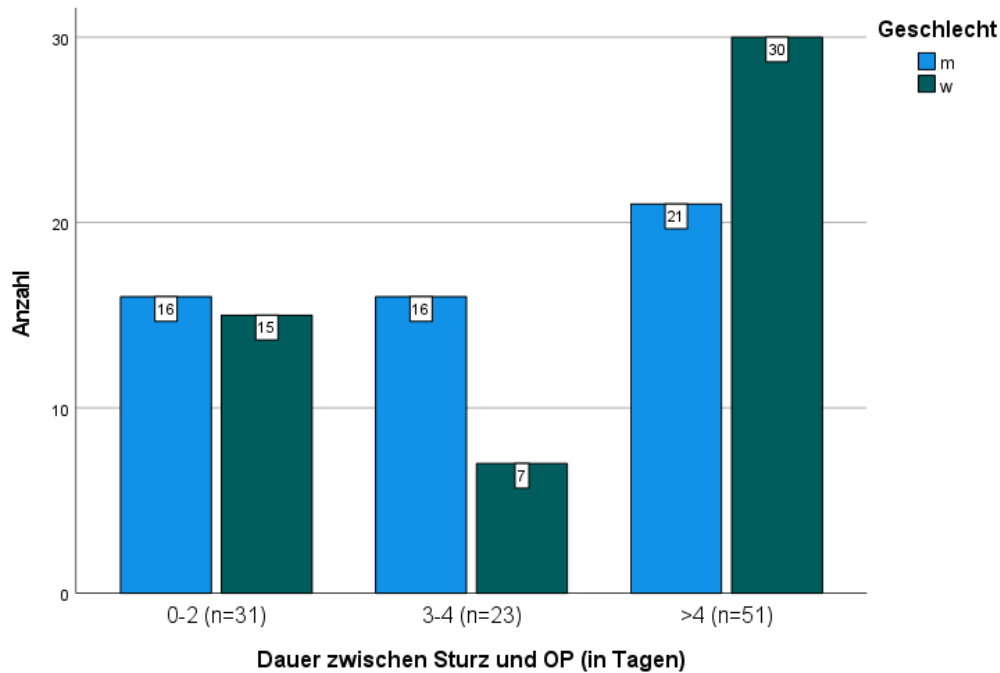


Abbildung 12: Geschlechterverteilung

#### 4.1.2 Charlson Comorbidity Index

Hinsichtlich des CCI konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den 3 Gruppen festgestellt werden.

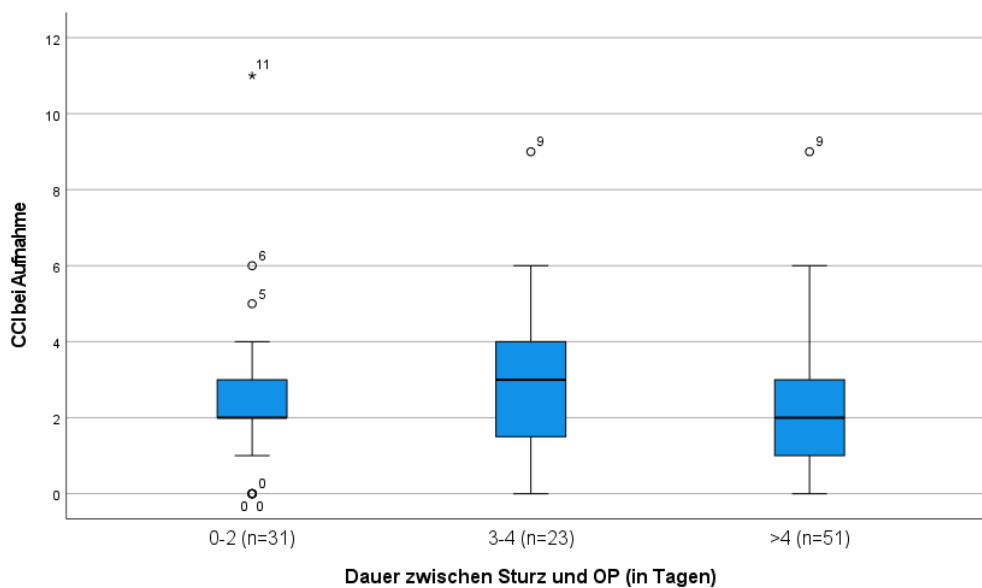


Abbildung 13: CCI bei Aufnahme

## 4.2 Aufenthaltsdauer

Die mediane Aufenthaltsdauer insgesamt betrug 17 Tage (IQR=8; Min=4; Max=98). Die Gesamtdauer des stationären Aufenthaltes in den drei Gruppen unterschied sich nicht signifikant ( $H(2)=0,38$ ;  $p=0,826$ ).

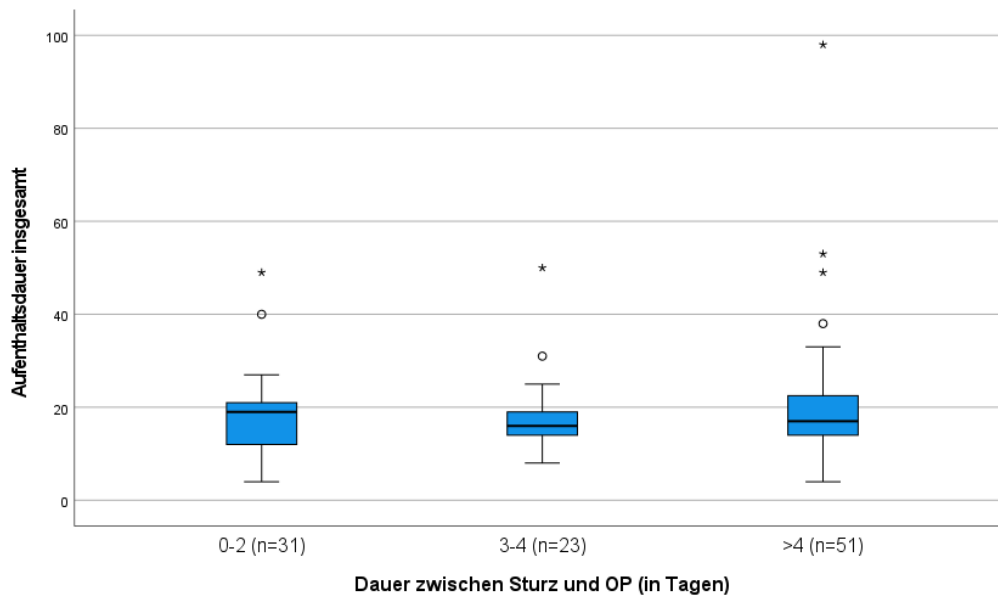


Abbildung 14: Stationäre Aufenthaltsdauer insgesamt

Bezüglich der Gesamtaufenthaltsdauer auf der ITS zeigten sich keine signifikanten Unterschiede ( $H(2)=0,86$ ;  $p=0,651$ ). Dies gilt ebenfalls für die prä- als auch postoperative Aufenthaltsdauer (präop:  $H(2)=0,45$ ;  $p=0,798$ ; postop:  $H(2)=0,23$ ;  $p=0,89$ ) auf dieser Station.

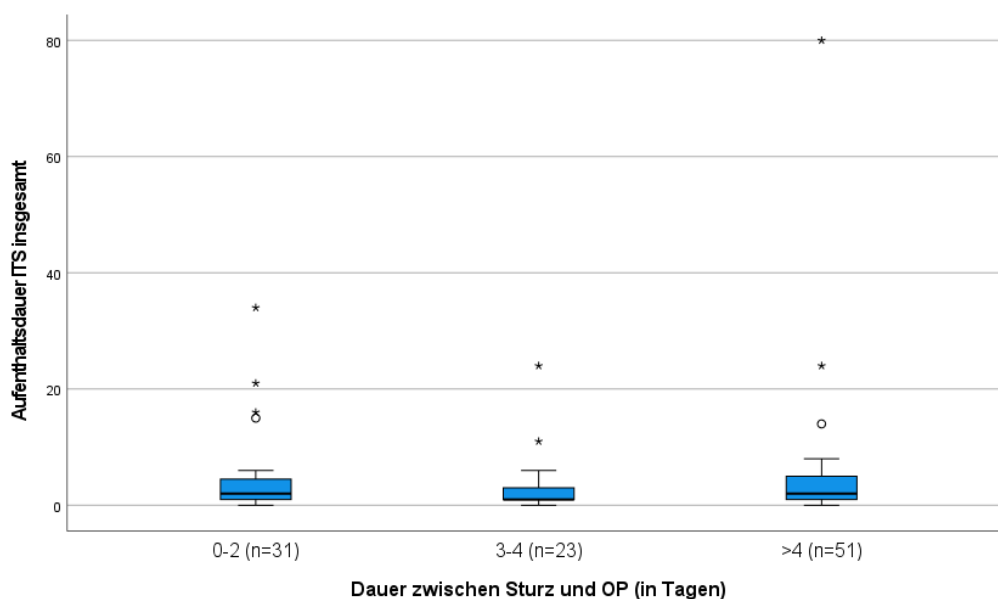


Abbildung 15: Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation insgesamt

Die Gesamtverweildauer auf der IMC ( $H(2)=1,12$ ;  $p=0,572$ ) war bei allen Gruppen vergleichbar. Die Dauern der prä- und postoperativen Aufenthalte auf der IMC (präop:  $H(2)=0,32$ ;  $p=0,852$ ; postop:  $H(2)=1,26$ ;  $p=0,533$ ) unterschieden sich ebenfalls nicht.

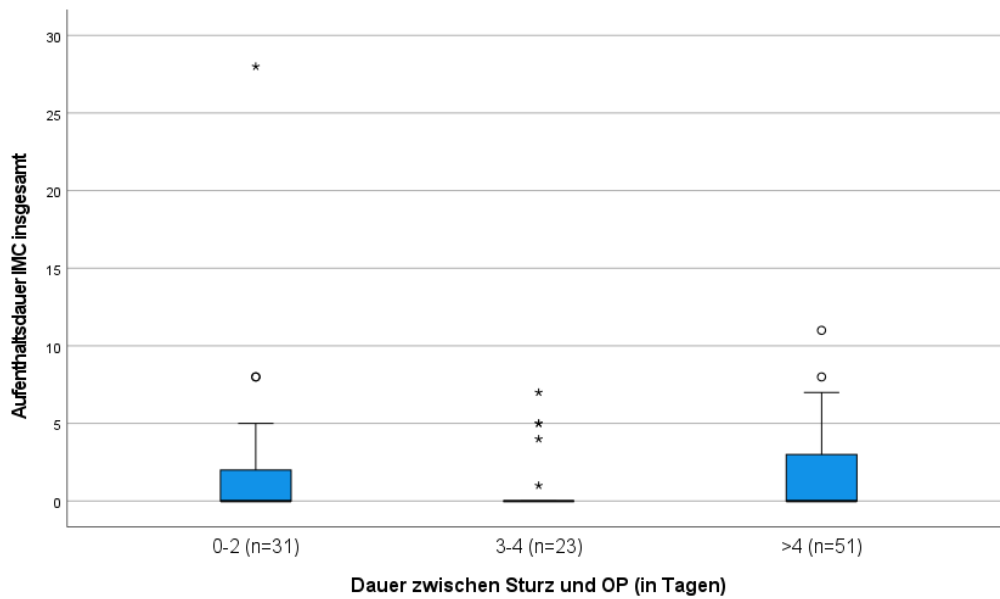


Abbildung 16: Aufenthaltsdauer auf der Intermediate Care Station insgesamt

Ferner konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Wiederaufnahme auf die IMC oder ITS ( $\chi^2(2)=5,18$ ;  $p=0,075$ ) nachgewiesen werden.

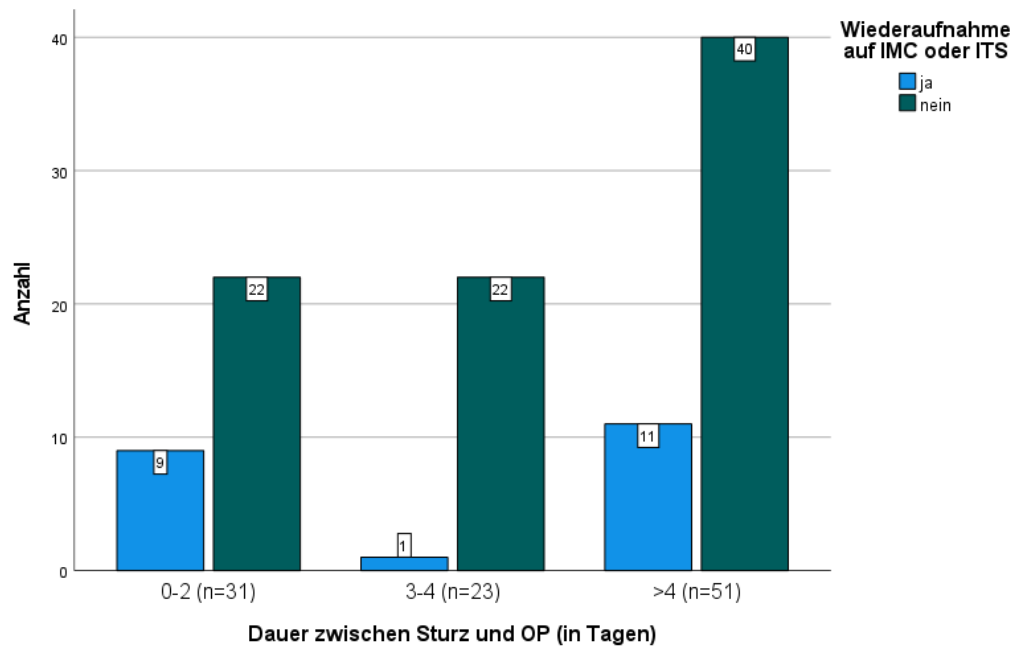


Abbildung 17: Wiederaufnahme auf die IMC oder ITS



Bei der Aufenthaltsdauer auf der ITS im Verlauf zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 ( $U=264,5$ ;  $Z=-2,61$ ;  $p=0,009$ ). Zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3 ( $U=685,0$ ;  $Z=-1,5$ ;  $p=0,134$ ) und Gruppe 2 und Gruppe 3 ( $U=506,0$ ;  $Z=-1,85$ ;  $p=0,064$ ) waren jedoch keine Differenzen festzustellen.

Das Behandlungsintervall auf der IMC im Verlauf ( $H(2)=1,1$ ;  $p=0,576$ ) war zwischen allen Gruppen vergleichbar.

Die exakten Werte können den Tabellen 12-14 im Anhang entnommen werden.

### 4.3 Klinischer Verlauf

#### 4.3.1 Operation

Die Schnitt-Naht-Zeit der OP war zwischen den Gruppen vergleichbar ( $H(2)=5,23$ ;  $p=0,073$ ).

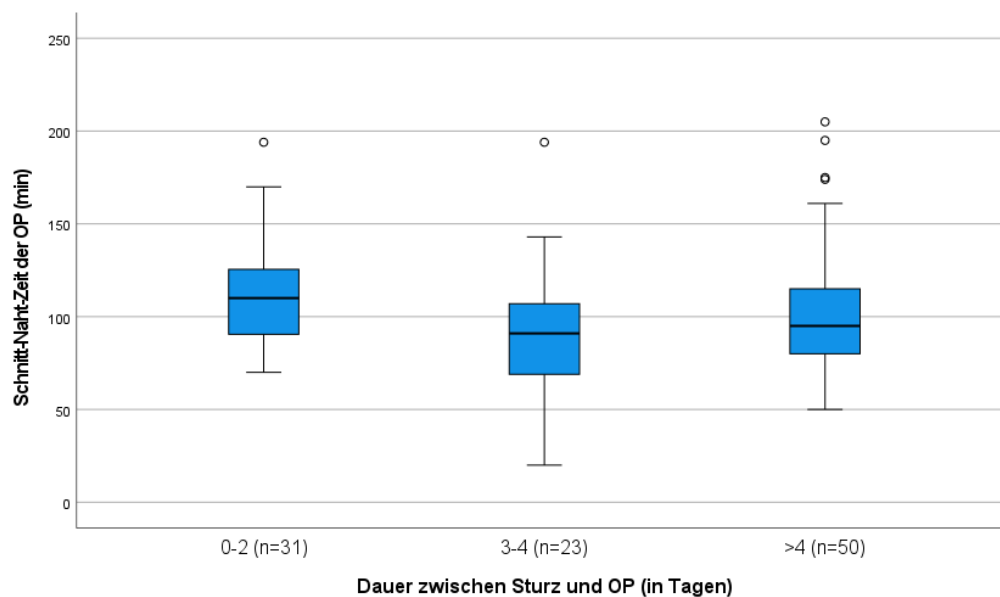


Abbildung 18: Schnitt-Naht-Zeit der Operation; in Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient nicht operativ versorgt worden ist

Auch bei der Inzidenz von intraoperativen Komplikationen ( $\chi^2(2)=1,96$ ;  $p=0,34$ ) waren keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen nachzuweisen.

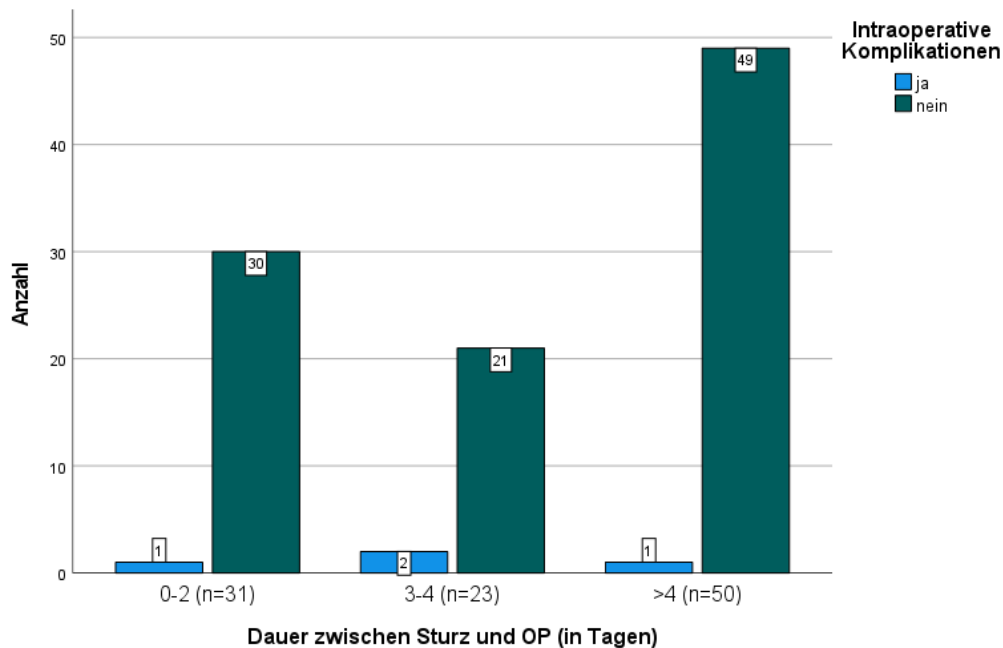


Abbildung 19: Intraoperative Komplikationen; in Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient nicht operativ versorgt worden ist

Der intraoperative Blutverlust ( $H(2)=1,75$ ;  $p=0,417$ ) war bei allen Gruppen vergleichbar.

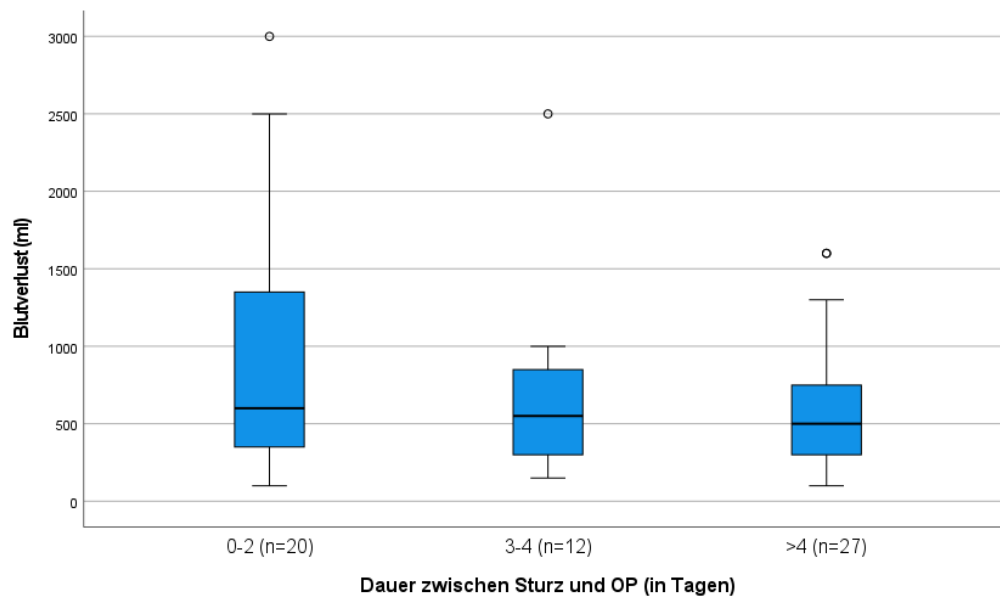


Abbildung 20: Blutverlust; die Anzahl der Werte weicht von der eigentlichen Patientenanzahl in den Gruppen ab, da bei einigen Patienten der Blutverlust nicht ermittelt werden konnten

Ebenfalls konnte kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentraten intraoperativ ( $H(2)=0,15$ ;  $p=0,929$ ), 24 Stunden postoperativ

( $H(2)=1,43$ ;  $p=0,488$ ) und während des stationären Aufenthaltes insgesamt ( $H(2)=0,74$ ;  $p=0,692$ ) festgestellt werden.

Dies gilt auch für die Reanimationen intra- und postoperativ ( $\chi^2(2)=1,85$ ;  $p=0,474$ ).

Die exakten Werte für Schnitt-Naht-Zeit, Blutverlust und EK-Gabe können Tabelle 15 im Anhang entnommen werden.

#### 4.3.2 Gesamtkomplikationsrate

Bei insgesamt 84 Patienten (80%) traten Komplikationen auf. Die Häufigkeiten, mit denen Komplikationen in den drei Gruppen aufgetreten sind, waren vergleichbar.

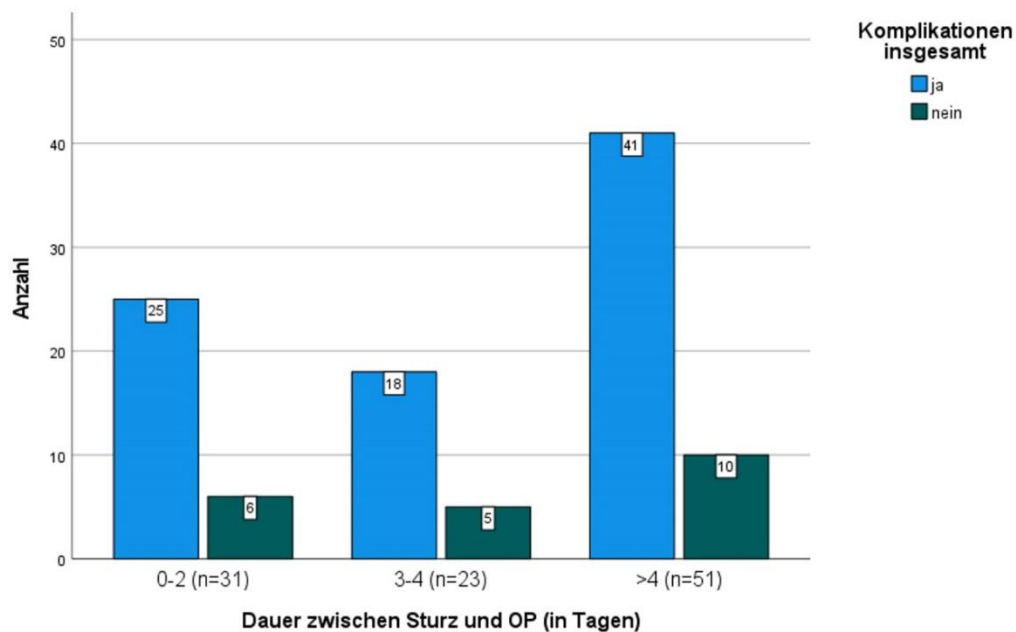


Abbildung 21: Gesamtkomplikationsrate

#### 4.3.3 Komplikationen, die mit einer früheren Versorgung assoziiert sind

Komplikationen, die mutmaßlich mit einer früheren operativen Versorgung assoziiert sind, wurden unter „Frühe Komplikationen I“ und „Frühe Komplikationen II“ zusammengefasst.

Unter „FK I“ wurden folgende Parameter zusammengefasst: EK Gabe intraoperativ und 24 Stunden postoperativ, Komplikationen intraoperativ, Reanimation intra- oder postoperativ, überdurchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit der OP.

In „FK II“ wurden exakt die gleichen Parameter erfasst, mit dem Unterschied, dass die Schnitt-Naht-Zeit der Operation  $\geq$  die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit der Operation + 30% der durchschnittlichen Schnitt-Naht-Zeit betragen musste.

Die Auswertung der unter „FK I“ ( $\chi^2(2)=0,18$ ;  $p=0,916$ ) und „FK II“ ( $\chi^2(2)=0,74$ ;  $p=0,692$ ) zusammengefassten Parameter ergab keine signifikanten Unterschiede.

#### 4.3.4 Komplikationen, die mit einer späteren Versorgung assoziiert sind

Die Analyse der Parameter Lungenödem ( $\chi^2(2)=0,54$ ;  $p=0,763$ ), Pneumonie ( $\chi^2(2)=4,87$ ;  $p=0,98$ ), Thrombose ( $\chi^2(2)=0,28$ ;  $p=0,846$ ), Dekubitus ( $\chi^2(2)=0,59$ ;  $p=0,745$ ) und Delir ( $\chi^2(2)=0,1$ ;  $p=0,954$ ) zeigte keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen.

Jedoch wurde ein Unterschied in Bezug auf die Inzidenz von Harnwegsinfekten zwischen den Gruppen nachgewiesen ( $\chi^2(2)=6,2$ ;  $p=0,045$ ).

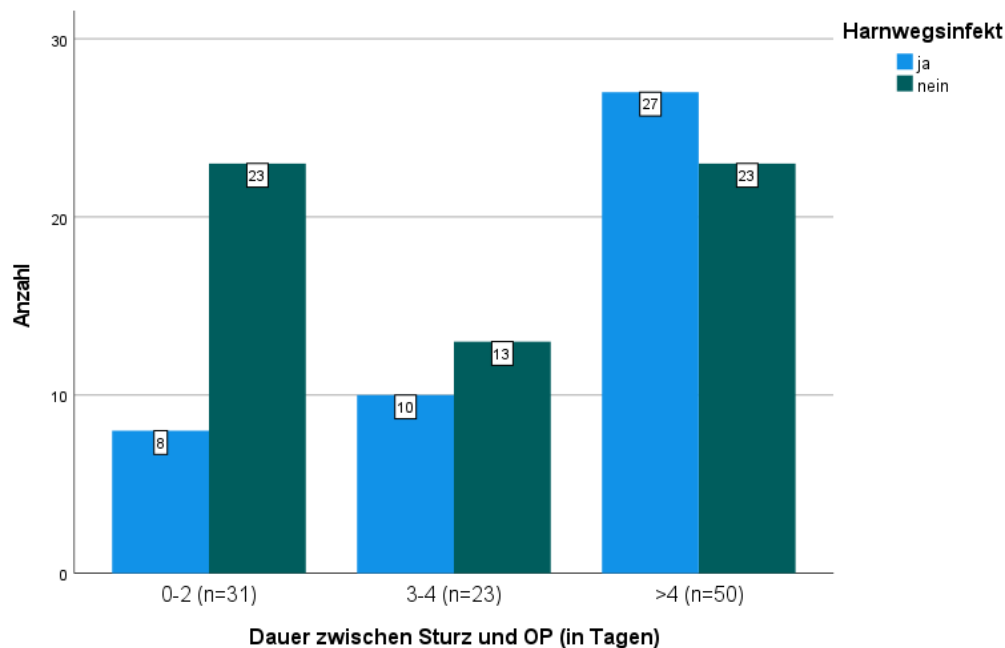


Abbildung 22: Harnwegsinfekt; Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient aufgrund eines chronischen Harnwegsinfektes aus der Auswertung ausgeschlossen wurde

Komplikationen, die mit einer späteren operativen Versorgung und einer damit verbundenen längeren Liegedauer assoziiert sind (Harnwegsinfekt, Lungenödem, Pneumonie, Thrombose, Dekubitus  $\geq$  II° und Delir), wurden nochmals unter „Späte Komplikationen“ zusammengefasst und ausgewertet. Zwischen den Gruppen zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede ( $\chi^2(2)=0,68$ ;  $p=0,712$ ).

#### 4.3.5 Weitere klinische Verlaufparameter

In der Auswertung der klinischen Verlaufparameter Pleuraerguss ( $\chi^2(2)=5,8$ ;  $p=0,055$ ) und (N)STEMI ( $\chi^2(2)=2,14$ ;  $p=0,312$ ) zeigten sich keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen.

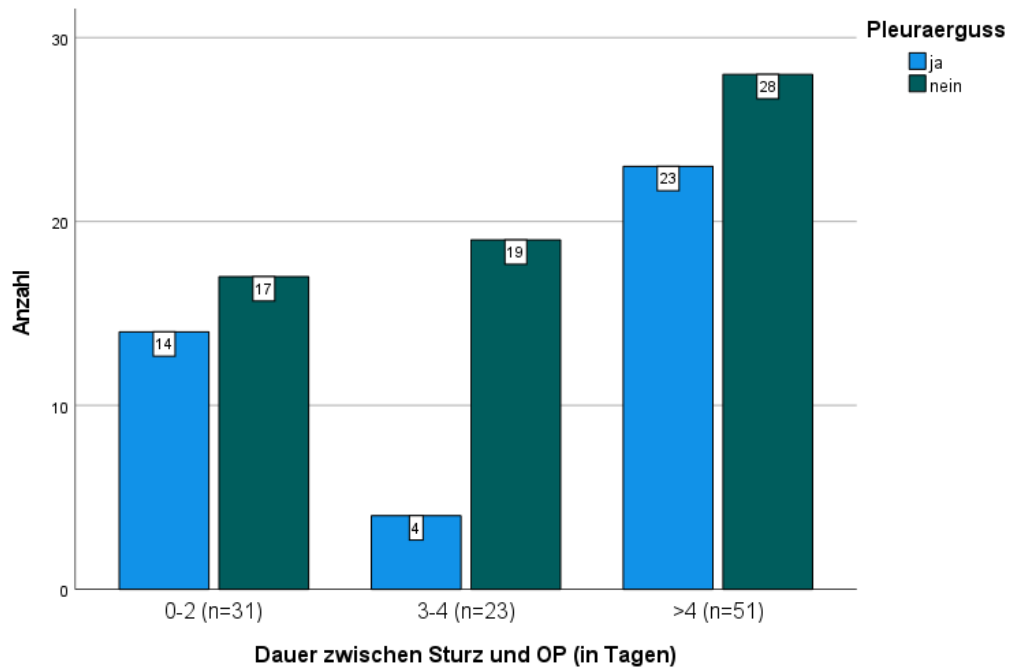


Abbildung 23: Pleuraerguss

Die Analyse der weiteren Verlaufsparemeter (Sub-) Ileus ( $\chi^2(2)=0,9$ ;  $p=1,0$ ), Leberversagen ( $\chi^2(2)=2,16$ ;  $p=0,71$ ) und GI-Blutungen ( $\chi^2(2)=2,16$ ;  $p=0,71$ ) ergab keine statistisch signifikanten Differenzen.

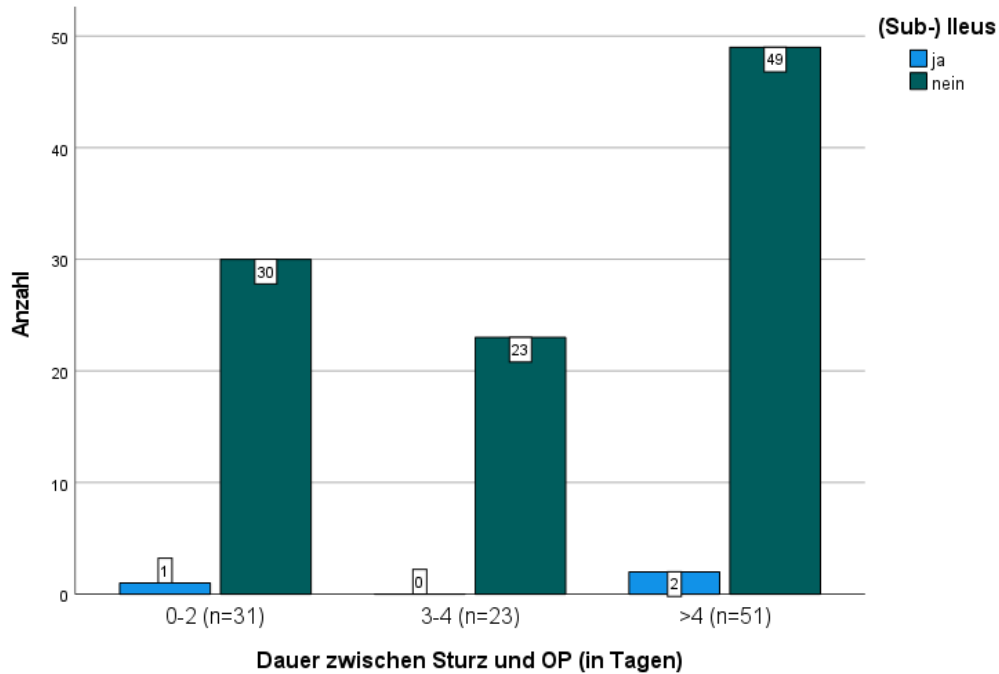


Abbildung 24: (Sub-) Ileus

Ebenfalls zeigten sich keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen hinsichtlich der Häufigkeit von Nierenversagen ( $\chi^2(2)=1,29$ ;  $p=0,556$ ).

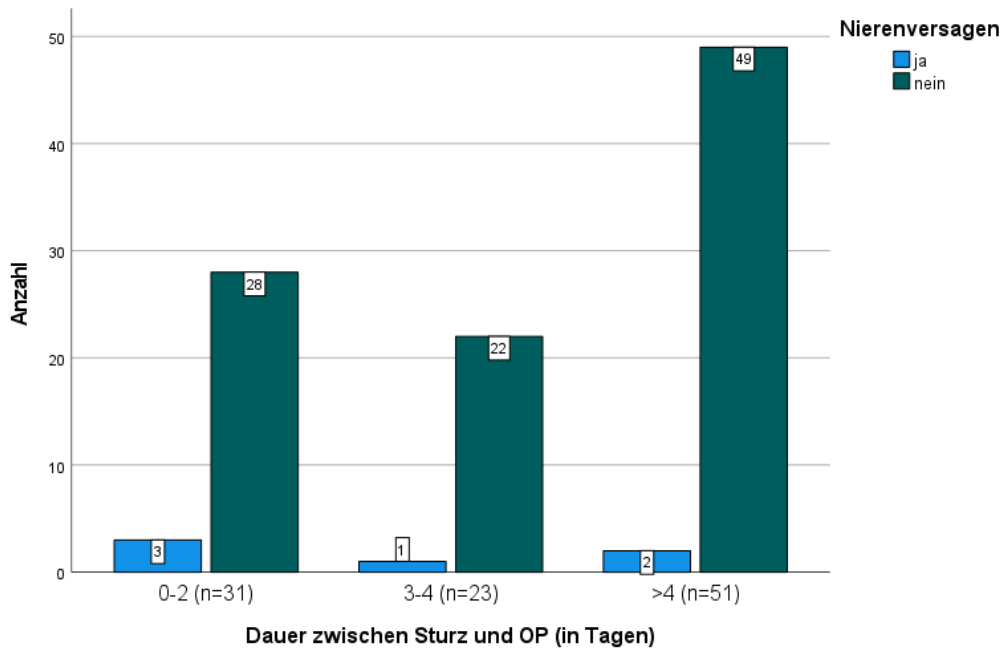


Abbildung 25: Nierenversagen

Gleiches galt für das Auftreten einer Sepsis ( $\chi^2(2)=2,27$ ;  $p=0,439$ ).

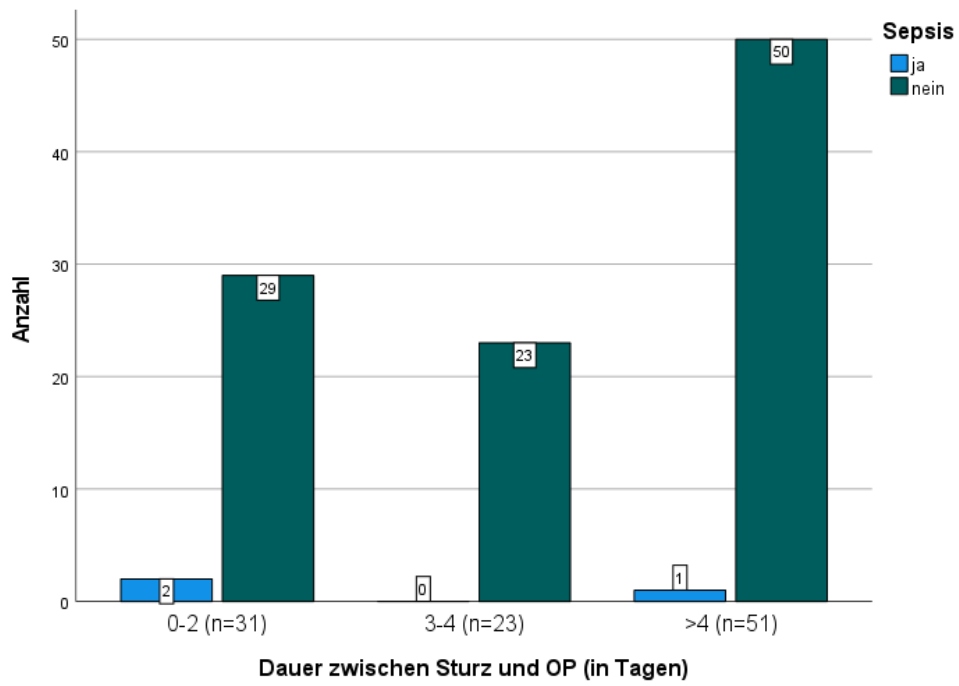


Abbildung 26: Sepsis

### 4.3.6 Mortalität

Acht der 105 Patienten verstarben während des stationären Aufenthaltes in der Klinik. Daraus ergibt sich eine Gesamtmortalität von 7,6%.

In der Auswertung zeigte sich eine Vergleichbarkeit der drei Gruppen hinsichtlich der Mortalität ( $\chi^2(2)=3,2$ ;  $p=0,239$ ).

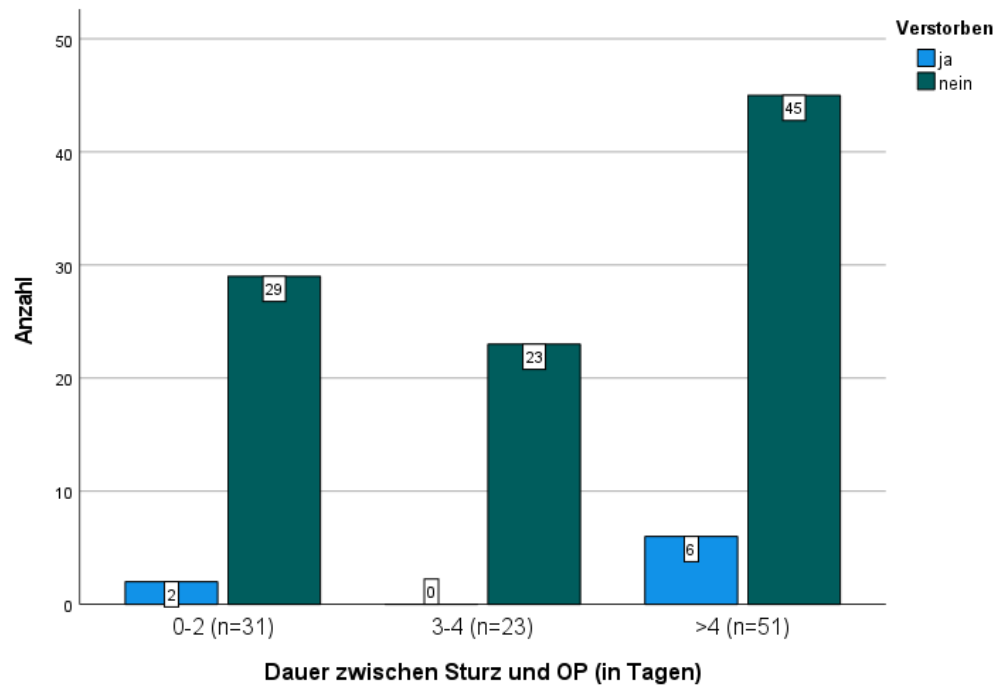


Abbildung 27: Mortalität



#### 4.4 Art der Versorgung und operativer Zugangsweg

Bei der Analyse zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen in der Art der Versorgung ( $\chi^2(8)=12,99$ ;  $p=0,025$ ).

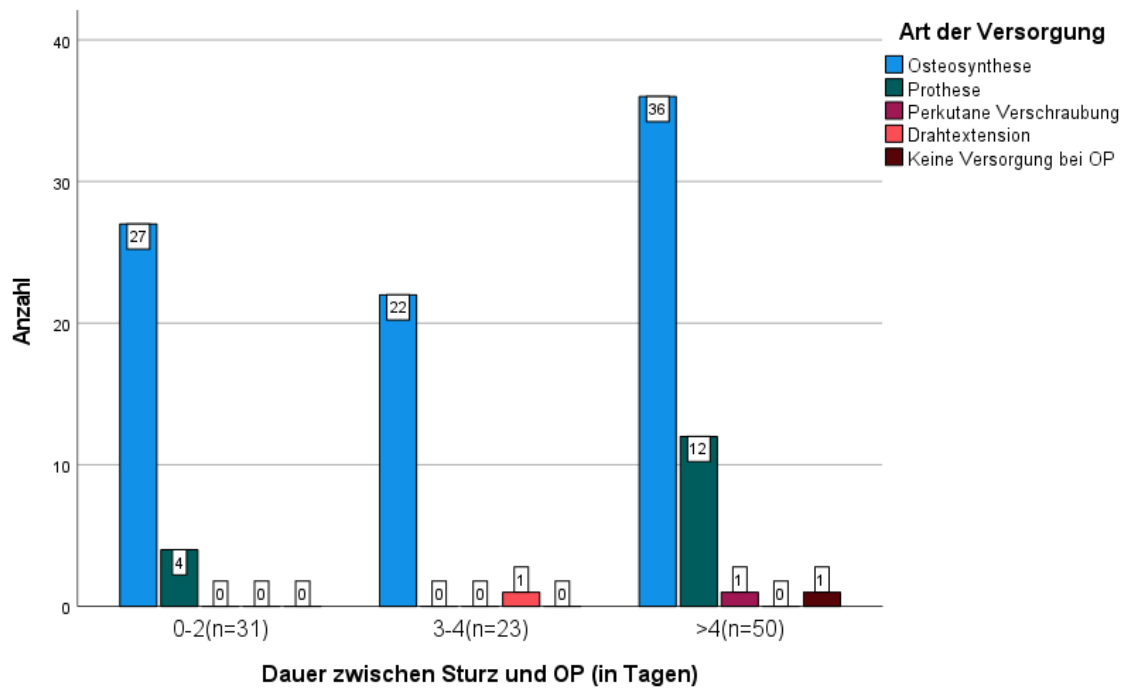


Abbildung 28: Art der operativen Versorgung; in Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient nicht operativ versorgt worden ist

Die Häufigkeiten der gewählten operativen Zugangswege in den drei Gruppen unterschieden sich nicht ( $\chi^2(10)=14,93$ ;  $p=0,062$ ).

#### 4.4.1 Chirurgische Komplikationen

Als chirurgische Komplikationen wurden Implantatversagen, die Notwendigkeit einer Revision, Wundheilungsstörungen und Wundinfekte gezählt.

In keiner der drei Gruppen kam es signifikant häufiger zu Implantatversagen ( $\chi^2(2)=1,24$ ;  $p=0,557$ ).

Hinsichtlich der Häufigkeiten von Wundheilungsstörungen ( $\chi^2(2)=2,38$ ;  $p=0,519$ ) oder Wundinfekten ( $\chi^2(2)=3,83$ ;  $p=0,206$ ) waren ebenfalls keine Unterschiede festzustellen.

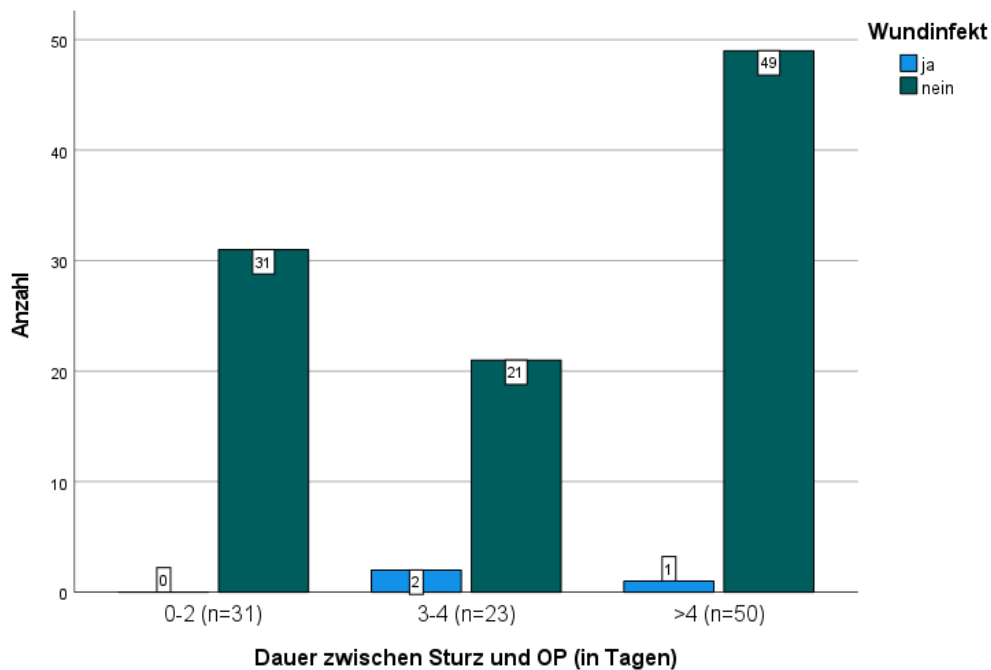


Abbildung 29: Wundinfekt; in Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient nicht operativ versorgt worden ist

Auch in der Notwendigkeit der Revisionen während des stationären Aufenthaltes ( $\chi^2(2)=1,97$ ;  $p=0,376$ ) zeigten sich keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den drei Gruppen.

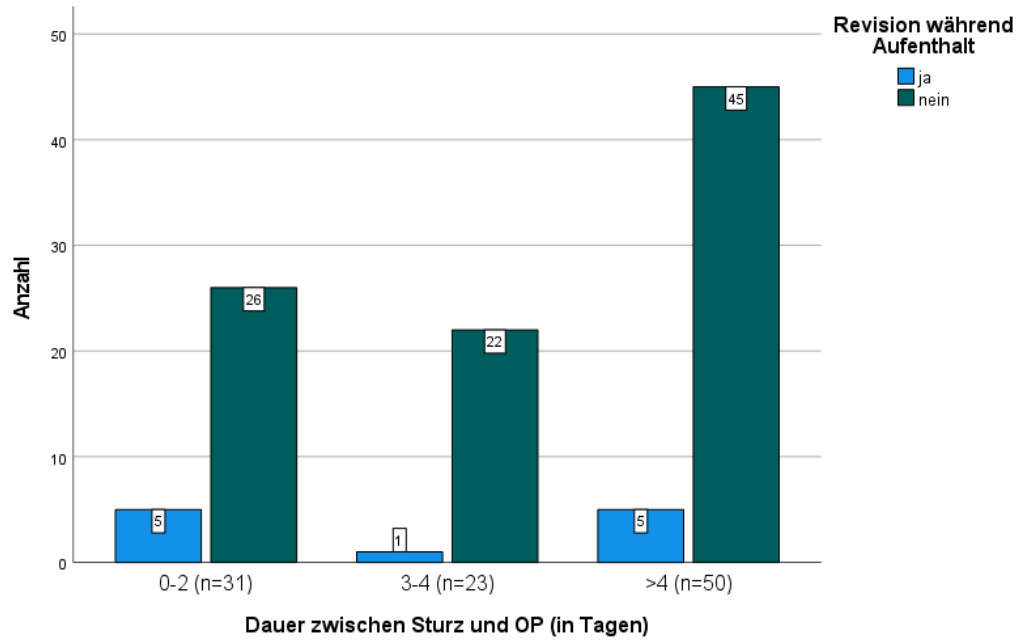


Abbildung 30: Revision während des stationären Aufenthaltes; in Gruppe >4 Tage n=50, da ein Patient nicht operativ versorgt worden ist

#### 4.4.2 Gap/Step

Die Werte der postoperativen CT-Bilder für Gap ( $H(2)=0,33$ ;  $p=0,849$ ) und Step ( $H(2)=6$ ;  $p=0,051$ ) unterschieden sich nicht signifikant.

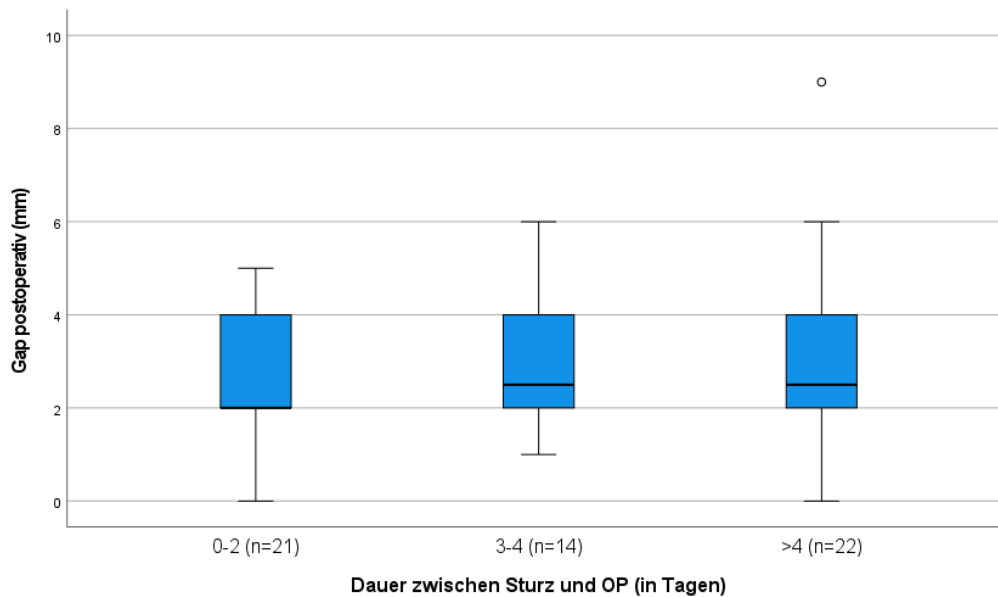


Abbildung 31: Gap nach operativer Versorgung; die Anzahl der Werte weicht von der eigentlichen Patientenanzahl in den Gruppen ab, da eine Ausmessung aufgrund nicht vorhandener postoperativer CT-Bilder oder einer primären Versorgung mittels THA nicht möglich waren

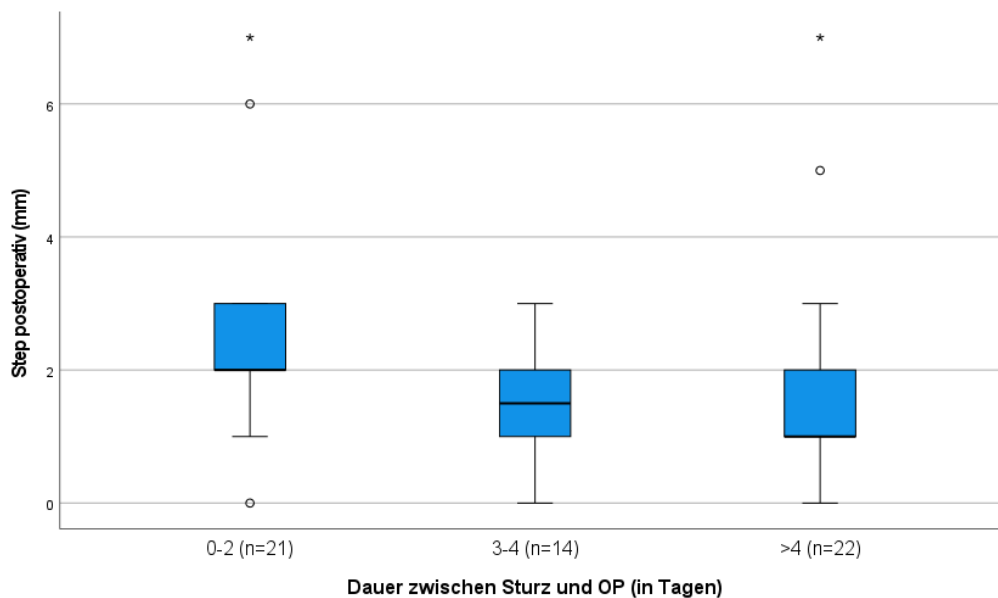


Abbildung 32: Step nach operativer Versorgung; die Anzahl der Werte weicht von der eigentlichen Patientenanzahl in den Gruppen ab, da eine Ausmessung aufgrund nicht vorhandener postoperativer CT-Bilder oder einer primären Versorgung mittels THA nicht möglich waren

## **5 Diskussion**

Bei der Analyse der Daten zeigte sich ein Anstieg der Inzidenz von HWI mit zunehmender Dauer zwischen Sturz und OP. Ebenfalls zeigte sich, dass Patienten, deren operative Versorgung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte, häufiger mittels Prothese versorgt wurden.

Ferner war ein Unterschied in der Verweildauer auf der ITS im Verlauf (ungeplante Aufnahme auf ITS nach postoperativer Behandlung auf Normalstation) zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 festzustellen. Das Behandlungsintervall auf der ITS im Verlauf war bei Patienten der Gruppe 1 signifikant länger als bei Patienten der Gruppe 2.

Darüber hinaus konnte kein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die stationäre Aufenthaltsdauer insgesamt und die Gesamtdauer der Notwendigkeit einer Behandlung auf ITS oder IMC, die operative Behandlung, die perioperativen Komplikationen oder die Mortalität nachgewiesen werden.

### **5.1 Patientenkollektiv**

Trotz der steigenden Inzidenz geriatrischer Acetabulumfrakturen, sind diese mit 3 Patienten/100 000/Jahr nach wie vor seltene Verletzungen [45].

Die Altersgrenze der meisten Studien, die sich mit geriatrischen Acetabulumfrakturen befassen, liegt bei > 60 oder > 65 Jahren [5, 16, 20, 21, 30, 35, 36, 42]. Capone et al. haben eine Altersgrenze von > 55 Jahren festgelegt [9]. In diesen Studien wurden sowohl Patienten mit nieder- als auch hochenergetischem Unfallmechanismus eingeschlossen.

Die niedrige Inzidenz und die festgelegte Altersgrenze von > 60 bzw. > 65 Jahren stellen eine Herausforderung dar, wenn es darum geht, ausreichend viele Patientendaten zu erheben, um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen. Daher finden sich im Vergleich zu anderen Frakturen eher kleine Fallzahlen in den vorliegenden Publikationen.

Für unsere Studie wurde die Altersgrenze ebenfalls bei > 60 Jahre festgelegt, jedoch wurden nur Patienten eingeschlossen, die sich die Fraktur im Rahmen eines niederenergetischen Traumas zugezogen hatten. Aufgrund dieser zusätzlichen Einschränkung ist unsere Fallzahl (n=105) im Vergleich zu den Fallzahlen anderer Studien eher gering.

Betrachtet man die Fallzahlen der Publikationen, deren Einschlusskriterien ebenfalls ein Alter von > 60 Jahren und ein Niedrigrasanztrauma als Ursache für die Fraktur waren, liegen wir mit unserer Fallzahl im oberen Bereich. In den Studien von Dyskin et al. und

Kim et al. wurden die Studienpopulationen nach nieder- und hochenergetischen Traumata aufgeteilt. Somit stellen diese Patienten aufgrund der gleichen Kriterien gute Vergleichskollektive zu dem unseren dar [16, 42]. Dyskin et al. zählen in ihrer LE-Gruppe 64 Patienten. Die Fallzahl der LE-Gruppe von Kim et al. beträgt 56 Patienten.

**Tabelle 5: Geschlechterverteilung und Unfallstatistik im Vergleich**

a = Sturz als Ursache, keine Angabe aus welcher Höhe; b = Stürze aus < 1m Höhe wurden als LE gezählt; c = pathologische Frakturen, keine näheren Angaben; d = Fraktur nach Anteil am Kollektiv: 76% Acetabulumfrakturen und 24% Beckenringfrakturen

	n	Altersgrenze (in Jahren)	Alter (Mittelwert, in Jahren)	Geschlecht (in %)		Niedrigrasanz- trauma (in %)	Hochrasanz- trauma (in %)	Sonstige <sup>c</sup> (in %)
				m	w			
Eigenes Kollektiv	105	> 60	81,46	50,5	49,5	100	0	0
Firoozabadi et al. [21]	156	> 65	77,5	72	28	31	66,5	2,4
Helfet et al. [35]	18	> 60	67	k.A	k.A	50 <sup>a</sup>	50	0
Anglen et al. [5]	48	> 60	71,6	87,5	12,5	10,4	89,6	0
Hessmann et al. [36]	27	> 65	72,5	74	26	70,4	22,2	7,4
Dyskin et al. (LE) [16]	64	> 65	80,7	56	44	98,5	0	1,5
Dyskin et al. (HE) [16]	45	> 65	74,6	76	24	0	100	0
Kim et al. (LE) [42]	56	> 60	74,9	60,7	39,3	100 <sup>b</sup>	0	0
Kim et al. (HE) [42]	130	> 60	68,2	75,4	24,6	0	100	0
Capone et al. [9]	354	> 55	71,6	70	30	54	46	0
Gary et al. [26]	454	> 60	74	67	33	49,1	45,4	5,5
Glogovac et al. [30]	183	> 65	76	66	34	55	45	0
Ferguson et al. [20]	235	> 60	70	68	32	49,8 <sup>a</sup>	48,9	1,3

Ferguson et al. [20]	1074	< 60	36	70	30	17,7	80,1	2,2
Harrison et al. [34] <sup>d</sup>	70	> 65	76,1	61	39	56	44	0

Um die Ergebnisse der Studien deutlicher voneinander unterscheiden zu können, werden die Ergebnisse der entsprechenden Studien im Folgenden in Unterkapiteln nach Acetabulumfraktur (AF) und Hüftfraktur (HF; synonym mit proximalen Femurfrakturen) aufgeteilt und diskutiert.

### 5.1.1 Alter, Geschlecht

Das durchschnittliche Alter der Patienten in unserer Studie lag bei 81,5, der Median bei 83 Jahren.

#### 5.1.1.1 Alter in der Literatur zu geriatrischen AF

In den Publikationen zu geriatrischen Acetabulumfrakturen liegt das Durchschnittsalter bei ca. 74 Jahren. Somit waren die Patienten in unserem Kollektiv im Durchschnitt älter als die Patienten anderer Studienkollektive. Lediglich das durchschnittliche

Patientenalter der Studie von Dyskin et al., mit einem durchschnittlichen Alter von 80,7 Jahren, war ähnlich zu dem unserer Patienten [16]. Eine mögliche Erklärung für das niedrigere Durchschnittsalter in anderen Publikationen könnte sein, dass in diese Studien sowohl Patienten mit nieder- als auch hochenergetischem Unfallmechanismus eingeschlossen worden sind. In der Studie von Dyskin et al. und Kim et al. zeigte sich, dass die Patienten, die sich die Acetabulumfraktur aufgrund eines HE-Traumas zugezogen hatten, signifikant jünger waren, als die Patienten der LE-Gruppen [16, 42].

#### **5.1.1.2 Alter in der Literatur zu geriatrischen HF**

Das Durchschnittsalter unseres Patientenkollektivs ist mit dem Durchschnittsalter der Patienten anderer Studien zu geriatrischen Hüftfrakturen vergleichbar (ca. 81 Jahre).

Es ist zu vermuten, dass das durchschnittliche Alter der Patienten mit geriatrischen Hüftfrakturen vergleichbar zum Durchschnittsalter unseres Kollektivs ist, da der Unfallmechanismus, der zur Fraktur führt, ähnlich ist [17, 24, 43].

#### **5.1.2 Geschlecht und Unfallmechanismus**

In unserer Studie waren die beiden Geschlechter gleichhäufig verteilt (M=50,5%, W=49,5%).

##### **5.1.2.1 Geschlecht und Unfallmechanismus in der Literatur zu geriatrischen AF**

In den Untersuchungen, die unserer als Vergleich dienten, wurde jedoch meist ein höherer Anteil an männlichen Patienten festgestellt [5, 9, 16, 20, 21, 26, 30, 36, 42]. Lediglich Dyskin et al. ermittelten in ihrer LE-Gruppe eine ähnliche Geschlechterverteilung (M=56%, W=44%) zu der in unserem Kollektiv [16]. In den Studien von Hessmann et al., Kim et al. und Glogovac et al. findet man für die Anteile an männlichen Patienten Angaben von 61-74%. In diesen Studien waren überwiegend Niedrigrasanztraumata ursächlich für die Fraktur. [30, 36, 42]

In der Studie von Anglen et al. war der Anteil an männlichen Patienten mit 87,5% wesentlich höher als in den anderen Studien. Jedoch betrug der Anteil an HE-Traumata in der Population 89,6%, der an LE-Traumata nur 10,4% [5].

Betrachtet man die Geschlechterverteilung in den verschiedenen Publikationen, fällt auf, dass bei einem hohen Anteil an HE-Mechanismen auch der Anteil an Männern erhöht ist. Dyskin et al. stellten in ihrer Studie einen höheren Anteil an Männern in ihrer HE-Gruppe im Vergleich zu der LE-Gruppe fest (76% vs. 56%;  $p=0,1$ ) [16]. In der Untersuchung von Kim et al. wurde ein signifikant höherer Anteil an Frauen in der LE-

Gruppe im Vergleich zur HE-Gruppe nachgewiesen (39% vs. 25%;  $p=0,043$ ) [42]. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass sich ältere männliche Patienten häufiger in Situationen begeben, in denen man sich eine Acetabulumfraktur im Rahmen eines hochenergetischen Traumas zuziehen kann [20].

Ferguson et al. berichten von einer konstanten, vom Alter unabhängigen, Geschlechterverteilung bei Acetabulumfrakturen [20]. Dies scheint im ersten Moment ungewöhnlich, da man, wenn man den Unfallmechanismus bedenkt, eigentlich einen höheren Anteil an männlichen Patienten in jüngeren Patientenkollektiven (Fraktur überwiegend im Rahmen eines HE-Traumas) vermuten würde. Und ähnlich zu anderen geriatrischen Hüftfrakturen mit einem höheren Anteil an weiblichen Patienten in geriatrischen Patientenkollektiven (Fraktur aufgrund eines LE-Traumas wie z.B. einem Sturz aus dem Stand) rechnen würde. [17, 23, 24, 43]

Insgesamt zeichnet sich ab, dass der Anteil an Männern mit geriatrischen Acetabulumfrakturen höher ist als der der Frauen. Die Gründe hierfür sind unklar und konnten auch in anderen Studien (noch) nicht geklärt werden. [5, 9, 20, 21, 26, 36, 42]

#### **5.1.2.2 Geschlecht und Unfallmechanismus in der Literatur zu geriatrischen HF**

In den Kollektiven mit geriatrischer Hüftfraktur finden sich im Vergleich zu denen mit Acetabulumfraktur deutlich höhere Anteile an weiblichen Patienten. Die Angaben variieren von 69%-81%. [18, 37, 44, 57, 64, 69, 71, 76, 83]

Geriatrische Patienten mit einer Hüftfraktur ziehen sich ihre Fraktur oft im Rahmen eines Niedrigrasanztraumas zu [17, 43]. Vor allem bei weiblichen Patienten reicht aufgrund häufig bestehender Osteoporose eine geringe Krafteinwirkung aus, um eine Fraktur zu verursachen [15, 43]. Dies würde den höheren weiblichen Anteil in den Patientenkollektiven geriatrischer Hüftfrakturen erklären.

Ferguson et al. stellten folgende These als mögliche Erklärung für die Abweichung der Geschlechterverteilung bei Acetabulumfrakturen im Vergleich zu anderen geriatrischen hüftnahen Frakturen auf: Patienten, die sich einen solche Fraktur zuziehen, verfügen über eine bessere Knochenqualität und eine stärkere Kortikalis. Beim Sturz bleibt der proximale Femur somit intakt und die Kraft wird ins Acetabulum geleitet. [20]



### **5.1.3 Charlson Comorbidity Index**

Mit einem durchschnittlichen CCI des Patientenkollektivs von 2,66 (Median=2) sind unsere Ergebnisse vergleichbar zu denen der LE-Gruppen von Dyskin et al. (LE-Gruppe=2,16) und Kim. et al. (LE-Gruppe=1,98).

Sowohl Dyskin et al. als auch Kim. et al. berichteten einen signifikanten Unterschied zwischen den Indizes der LE- und der HE-Gruppen. Dyskin et al. ermittelten einen durchschnittlichen CCI von 2,16 in ihrer LE-Gruppe, in der HE-Gruppe betrug der durchschnittliche CCI 1,29 ( $p < 0,01$ ). Der durchschnittliche CCI in der LE-Gruppe von Kim. et al. war 1,98, in der HE-Gruppe 0,95 ( $p < 0,001$ ). [16, 42]

Dieser Unterschied lässt sich darin begründen, dass Patienten, die sich ihre Fraktur im Rahmen eines hochenergetischen Traumas zuziehen, häufig jünger sind, einen aktiveren Lebensstil haben und sich in einem besseren Gesundheitszustand befinden als Patienten, die ihre Fraktur aufgrund eines niederenergetischen Sturzes erleiden [16, 42]. Patienten, die ihre Frakturen im Rahmen eines LE-Traumas erleiden, haben in der Regel mehr vorbestehende Komorbiditäten [42].

In der Studie von Gary et al. wurde von einem durchschnittlichen CCI von 3,4 berichtet [26]. Bei Patienten, deren operative Versorgung in einer perkutanen Verschraubung oder ORIF bestand, betrug der durchschnittliche CCI 2,9 [26]. Dieser Wert ist ähnlich zu dem durchschnittlichen CCI unseres Kollektivs, in dem insgesamt 86 der 105 Patienten (82%) mittels ORIF oder perkutaner Verschraubung versorgt wurden. Für Patienten, die konservativ oder mittels Prothese versorgt wurden, gaben Gary et al. einen durchschnittlichen CCI von 4 an [26].

Die Indizes in den Studien von Glogovac et al. und Harrison et al. waren deutlich höher als die in unserer Untersuchung. Der durchschnittliche CCI in der Untersuchung von Glogovac et al. betrug 4,43 (OP <48 Std=4,42; OP >48 Std=4,43) [30]. In der Studie von Harrison et al. betrug der CCI im Schnitt 4,6 (OP <72 Std=4,4; OP >72 Std=5) [34]. Aus den Studien gehen keine ersichtlichen Gründe für diese Unterschiede hervor.

## **5.2 Aufenthaltsdauer**

### **5.2.1 Gesamtaufenthaltsdauer**

In unserer Studie zeigte sich kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die stationäre Aufenthaltsdauer. Verglichen mit anderen Studien zu geriatrischen Acetabulum- und Hüftfrakturen ist sowohl die durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer in unserem Kollektiv als auch die Aufenthaltsdauer in den einzelnen Gruppen überdurchschnittlich lang.

**Tabelle 6: Übersicht Gesamtaufenthaltsdauer**

	Durchschnittliche Liegedauer (in Tagen)	Median (in Tagen)
Insgesamt	19,4	17
Gruppe 1	18,4	19
Gruppe 2	18,1	16
Gruppe 3	20,6	17

### 5.2.1.1 Gesamtaufenthaltsdauer in der Literatur zu geriatrischen AF

Übereinstimmend mit den Ergebnissen unserer Studie, zeigte sich in der Studie von Glogovac et al. ebenfalls kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Aufenthaltsdauer [30]. Im Gegensatz dazu war ein solcher in der Studie von Harrison et al. festzustellen. Die Verweildauer von Patienten, deren operative Versorgung nach 72 Stunden erfolgte, war signifikant länger als die der Patienten, deren Operation innerhalb von 72 Stunden stattgefunden hatte ( $p=0,002$ ) [34]. Eine mögliche Erklärung für das unterschiedliche Ergebnis von Harrison et al. könnte die Tatsache sein, dass sich das Kollektiv nicht ausschließlich aus Patienten mit Acetabulumfraktur zusammensetzt, sondern 24% der Patienten eine Beckenringfraktur hatten.

Wie eingangs erwähnt, ist sowohl die durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer in unserem Kollektiv als auch die Aufenthaltsdauer in den einzelnen Gruppen überdurchschnittlich lang im Vergleich zu anderen geriatrischen Kollektiven mit Acetabulumfraktur. Lediglich in der Studie von Harrison et al. sind ähnlich lange Verweildauern mit durchschnittlich 21,7 Tagen zu finden. Das durchschnittliche Alter ist mit 76,1 Jahren ähnlich zu dem unseres Kollektivs. Darüber hinaus erfolgte bei allen Patienten des Kollektivs von Harrison et al. eine operative Versorgung [34].

In anderen Studien sind wesentlich kürzere Aufenthaltsdauern (8,4-14 Tage) bei operativ versorgten Patienten zu finden [5, 21, 26, 30, 35, 41]. Darüber hinaus zeigte sich in den Studien von Gary et al. und Firoozabadi et al., dass Patienten, die operativ versorgt wurden, teilweise signifikant längere Aufenthalte hatten, als Patienten, deren Fraktur konservativ behandelt wurde [21, 26]. Die Dauer des Aufenthaltes von Patienten mit konservativer Therapie wurde in diesen Studien mit 8,2 bzw. 11,1 Tagen angegeben [21, 26]. Die hohe Rate an operativ versorgten Patienten in unserer Studie (98%) wäre ein möglicher Erklärungsansatz für die längere Liegedauer. Darüber hinaus können die Unterschiede bei der Aufenthaltsdauer durch unterschiedliche Strukturen in den Gesundheitssystemen der Herkunftsländer der Studien sowie durch unterschiedliche Strukturen in der Rehabilitation bedingt sein.

### **5.2.1.2 Gesamtaufenthaltsdauer in der Literatur zu geriatrischen HF**

In den Studien von Morrissey et al., Hommel et al. und Saul et al. wurde ein möglicher Einfluss des OP-Zeitpunktes auf die Aufenthaltsdauer untersucht [37, 57, 69]. In der Untersuchung von Morrissey et al. deutete sich bei Patienten, die später operiert wurden, eine längere Aufenthaltsdauer an. Das Ergebnis war statistisch jedoch nicht signifikant ( $p > 0,05$ ) [57]. Hommel et al. stellten einen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Dauer des Aufenthaltes zwischen Patienten, die innerhalb von 24 Std bzw. nach 24 Std operiert wurden, fest ( $p < 0,001$ ) [37]. Saul et al. stellten ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltsdauer von Patienten, die innerhalb von 24 Std operativ versorgt wurden und der Aufenthaltsdauer derjenigen, deren Versorgung nach 24 Std stattfand, fest ( $p = 0,0374$ ). Saul et al. schlussfolgerten, dass eine frühzeitige operative Versorgung die Dauer des Krankenhausaufenthaltes reduziert. [69]

Die Angaben für die Aufenthaltsdauern der Patienten mit geriatrischer Hüftfraktur, die fast alle ausschließlich operativ versorgt wurden, sind ähnlich zu den Angaben für die Liegedauer in den operativ versorgten Kollektiven mit Acetabulumfraktur. Die Dauer des Aufenthaltes von Patienten mit geriatrischer Hüftfraktur wird mit 11,3-13 Tagen angegeben [37, 57, 64]. Lediglich in der Studie von Saul et al. ist die Aufenthaltsdauer operativ versorgter Patienten ähnlich lang zu denen in unserer Studie (Osteosynthese=16,1 Tage, Prothese=21,3 Tage) [69]. Eine mögliche Erklärung für die überwiegend kürzeren Krankenhausaufenthalte von Patienten mit geriatrischer Hüftfraktur könnte sein, dass Patienten mit einer solchen Fraktur unmittelbar nach der operativen Versorgung wieder zur Vollbelastung übergehen dürfen [2, 18, 30, 41, 43]. Die Patienten können somit schneller vollständig mobilisiert werden und früher nach Hause oder in die Rehabilitation entlassen werden. Mit dieser Begründung ließe sich auch erklären, wieso der Operationszeitpunkt bei geriatrischen Patienten mit Hüftfraktur einen größeren Einfluss auf die Liegedauer hat als bei geriatrischen Patienten mit Acetabulumfraktur.

### **5.2.2 Aufenthaltsdauer auf der ITS und IMC**

Die Analyse unserer Daten zeigte keinen Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Gesamtverweildauer auf der ITS oder IMC. Die mediane Verweildauer auf der ITS betrug zwei Tage (Mittelwert=4,3 Tage). Die durchschnittliche Verweildauer auf der IMC betrug 1,6 Tage (Median=0 Tage).

Darüber hinaus konnten keine Unterschiede zwischen den prä- als auch den postoperativen Behandlungsintervalle auf der jeweiligen Station festgestellt werden. In keiner der Gruppen kam es signifikant häufiger zur Wiederaufnahme auf eine der genannten Stationen.

Ebenfalls waren die Behandlungsintervalle auf der IMC im Verlauf zwischen den Gruppen vergleichbar. Bezüglich der Behandlungsintervalle auf der ITS im Verlauf zeigte sich ein Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2. Eine Erklärung dieses Ergebnisses über die demographischen Daten oder Komorbiditäten ist nicht möglich, da eine Vergleichbarkeit der Gruppen hinsichtlich dieser Parameter Voraussetzung für die statistische Analyse war. Denkbar wäre, dass es während der postoperativen Behandlung auf Normalstation in irgendeiner Form zu Komplikationen gekommen ist, die die Aufnahme auf ITS im Verlauf notwendig machten. Man könnte das Ergebnis als Hinweis für (vermehrte) Komplikationen bei früher operativer Versorgung deuten, jedoch ist keine eindeutige Erklärung möglich, da der genaue Verlauf im Einzelfall nicht nachvollziehbar ist. Zu sagen ist jedoch, dass postoperative Nachblutungen nicht zu den möglichen Komplikationen, die zu einer Aufnahme auf ITS geführt haben, zählen.

Lediglich in der Studie zu geriatrischen Acetabulum- und Beckenringfrakturen von Harrison et al. waren Vergleichswerte zu finden. Harrison et al. konnten in ihrer Studie ebenfalls keinen Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Gesamtaufenthaltsdauer auf der ITS feststellen. Die durchschnittliche Verweildauer auf ITS wurden mit 2,84 Tagen angegeben. Darüber hinaus waren keine vergleichbaren Werten zu finden.

## **5.3 Klinischer Verlauf**

### **5.3.1 Operation**

#### **5.3.1.1 Schnitt-Naht-Zeit**

In unserer Untersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen in Bezug auf die Schnitt-Naht-Zeit festgestellt werden. Die durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit betrug in Gruppe 1 111,2 min, in Gruppe 2 94,3 min und in Gruppe 3 102,8 min.

In der Literatur zu geriatrischen Acetabulumfrakturen werden wesentlich längere Schnitt-Naht-Zeiten angegeben. In den Studien von Firoozabadi et al., Anglen et al. und Khoshbin et al. werden die durchschnittlichen Schnitt-Naht-Zeiten mit 145,1-221 min angegeben [5, 21, 41]. Die Patienten dieser Studien wurden ausschließlich mittels ORIF versorgt. Dyskin et al. berichten eine durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit von 258,2 min. In diesem Kollektiv wurden 75% der Frakturen osteosynthetisch versorgt [16]. Die

durchschnittliche OP-Dauer in der Untersuchung von Capone et al. zählt 209,3 min. Für eine osteosynthetische Versorgung wurden im Schnitt 236,6 min benötigt, für die Implantation einer Prothese 178,4 min ( $p < 0,001$ ) [9].

Die kürzeren Schnitt-Naht-Zeiten in unserer Untersuchung sind vermutlich durch die Art des operativen Zugangsweges zu erklären. In unserer Untersuchung wurden 85 Patienten mittels Osteosynthese versorgt, bei 69 dieser Patienten wurde der in Marburg etablierte TIMI-Zugang gewählt. Für diesen wurde eine kürzere OP-Dauer im Vergleich zu den klassischen ventralen Zugängen berichtet [3, 65].

### **5.3.1.2 Intraoperativer Blutverlust**

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen hinsichtlich des intraoperativen Blutverlusts. Der durchschnittliche Blutverlust in Gruppe 1 betrug 905 ml, in Gruppe 2 waren es im Schnitt 712,5 ml und in Gruppe 3 597,3 ml.

In der Literatur zu geriatrischen Acetabulumfrakturen finden sich ähnliche Werte für den intraoperativen Blutverlust. Anglen et al., Firoozabadi et al. und Dyskin et al. geben Werte von 595-856ml für den intraoperativen Blutverlust an [5, 16, 21]. In der Studie von Helfet et al. wurde ein vergleichsweise hoher Wert für den intraoperativen Blutverlust berichtet. Im Schnitt verloren die Patienten 1628ml Blut, von denen jedoch durchschnittlich 620 ml durch Autotransfusion retransfundiert wurden [35]. In den genannten Studien wurden die Patienten überwiegend bzw. ausschließlich mittels ORIF versorgt. Capone et al. gaben den durchschnittlichen Blutverlust insgesamt mit 823ml an. Bei der Auswertung derer Daten zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Blutverlust bei einer Versorgung mittels ORIF (707ml) im Vergleich zu einer Versorgung mittels Prothese (974ml) ( $p < 0,001$ ) [9].

Im Gegensatz zu diesem Ergebnis zeigte sich in unserer Studie in Gruppe 3, in der der Anteil an Patienten, die eine Prothese erhielten, vergleichsweise am größten war, mit 597,3 ml der geringste Blutverlust. Der Blutverlust in Gruppe 1 und Gruppe 2 war mit 905ml (Gr.1) und 712,5ml (Gr.2) höher, obwohl hier ein größerer Anteil an Patienten osteosynthetisch versorgt wurde. Hier ist nochmals zu betonen, dass es sich um nicht signifikante Unterschiede handelt. Möglicherweise ist dieser Unterschied durch die größere Zeitspanne zwischen Trauma und Operation bei den Patienten aus Gruppe 3 zu erklären. Dadurch, dass einige Tage zwischen Trauma und Operation vergingen, konnten sich Parameter dem physiologischen Zustand nähern, was sich positiv auf die Blutungssituation während der OP ausgewirkt haben könnte [7, 14, 39].

Ebenfalls ist durch eine längere präoperative Verweildauer mehr Zeit für die optimale Vorbereitung des Patienten auf die Operation gegeben. Eine solche Vorbereitung kann einen reibungslosen und komplikationsarmen Operationsablauf begünstigen und sich dadurch positiv auf den Blutverlust auswirken [30, 58, 69, 74].

### **5.3.2 Gesamtkomplikationsrate**

Wir ermittelten in unserer Studie bei insgesamt 84 Patienten (80%) Komplikationen. Es konnte kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen insgesamt nachgewiesen werden. Verglichen mit anderen Studien ist die Gesamtrate an Komplikationen in unserer Untersuchung hoch.

#### **5.3.2.1 Gesamtkomplikationsrate in der Literatur zu geriatrischen AF**

Anglen et al. stellten bei insgesamt 66% ihrer Patienten Komplikationen fest. Dazu zählten: Anämie, pulmonale Komplikationen, Tachykardie, Perikarditis, HWI, Verschlechterung bei chronischer Niereninsuffizienz, Elektrolytstörung, Ileus, Beinvenenthrombose, Dekubitus, intraoperativer Apoplex, Lungenembolie und Pneumothorax [5]. Ähnlich zu unserer Untersuchung handelt es sich in dieser Studie um eine detaillierte Aufführung bzw. Erhebung der Parameter, die als Komplikationen gewertet wurden. Möglicherweise ist die Komplikationsrate der Studie von Anglen et al. deswegen ebenfalls höher im Vergleich zu den Raten weiterer Studien.

Capone et al. und Helfet et al. ermittelten mit 31,5% bzw. 33% ähnliche Anteile an Patienten mit Komplikationen [9, 35]. Genauere Angaben zu den erhobenen Parametern wurden nicht gemacht. Bei beiden Studien könnte das niedrigere Durchschnittsalter des Kollektivs ein möglicher Grund für die niedrigere Komplikationsrate sein. Ein höheres Alter ist mit einem vermehrten Auftreten von Komorbiditäten assoziiert [58]. Auch die Tatsache, dass sich ca. die Hälfte der Patienten des jeweiligen Kollektivs die Acetabulumfraktur aufgrund eines HE-Traumas zugezogen hat, könnte eine mögliche Erklärung für die niedrigere Rate an Komplikationen sein. Patienten, die sich die Fraktur im Rahmen eines HE-Traumas zuziehen, befinden sich tendenziell in einem besseren Gesundheitszustand [16, 42]. Wenige Komorbiditäten gehen mit einem geringeren Risiko für perioperative Komplikationen einher [64].

In der Studie von Khoshbin et al. wurde für die Patienten mit Acetabulumfraktur eine Komplikationsrate von 18,4% angegeben. Folgende Parameter wurden als Komplikationen gewertet: Thrombose, Lungenembolie, Pneumonie, Myokardinfarkt, Schlaganfall, Wundinfekt und Tod. Bei den Frakturen handelt es sich um

Fragilitätsbrüche. Das Durchschnittsalter des Kollektivs ist mit 78,6 Jahren vergleichbar zu dem in unserer Studie. Auch war der überwiegende Anteil an Patienten nicht unerheblich vorerkrankt (ASA III-IV) [4, 41]. Somit stellt ich die Frage, wieso die Komplikationsrate in der Studie von Khoshbin et al. trotz der Vergleichbarkeit der Kollektive sehr viel niedriger ist als die in unserer Studie.

In den anderen genannten Studien zu Acetabulumfrakturen wurde der Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen nicht untersucht.

### **5.3.2.2 Gesamtkomplikationsrate in der Literatur zu geriatrischen HF**

In der Literatur zu geriatrischen Hüftfrakturen finden sich hingegen Studien, in denen der Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersucht wurde.

Zuckerman et al. konnten in ihrer Studie keinen Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen nachweisen [83]. Dieses Ergebnis stimmt mit dem unserer Untersuchung überein. Die angegebene Rate an postoperativen Komplikationen ist im Vergleich zu anderen Studien mit 5% sehr niedrig [83]. In der Studie wurde zwar ein ausschließlich geriatrisches Kollektiv untersucht, jedoch wurden nur Patienten eingeschlossen, die gehfähig und kognitiv nicht beeinträchtigt waren, daheim lebten und höchstens ASA-Klasse I oder II zugeordnet waren [4, 83]. Diese Selektion der Patienten könnte eine Erklärung für die niedrige Komplikationsrate sein. Gesunde Patienten und Patienten mit leichter Systemerkrankung sind weniger anfällig für postoperative Komplikationen als Patienten mit multiplen Vorerkrankungen [64].

Saul et al. konnten ebenfalls keinen Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen feststellen [69]. Die Gesamtkomplikationsrate wurde mit 33,5% angegeben. Es deutete sich an, dass nicht-chirurgische Komplikationen am häufigsten auftraten, wenn die Patienten innerhalb von 24 Std operiert wurden. Saul et al. schlussfolgerten, dass eine längere präoperative Vorbereitung und Stabilisierung des Patienten zu einer Senkung der Rate an nicht-chirurgischen Komplikationen führen kann [69]. Ein Aufschub der operativen Versorgung würde somit nicht wie bisher angenommen überwiegend mit Nachteilen und dem vermehrten Auftreten von Komplikationen verbunden sein, vor allem ältere multimorbide Patienten könnten sogar von einer intensiven präoperativen Vorbereitung profitieren [69].

Jedoch finden sich in der Literatur zu geriatrischen Hüftfrakturen auch Studien, in denen ein Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von postoperativen Komplikationen nachgewiesen werden konnte.

Smektala et al. konnten in ihrer Studie zu medialen Schenkelhalsfrakturen einen solchen Einfluss nachweisen. Bei Patienten, die zu einem späteren Zeitpunkt operiert wurden, fanden sich signifikant mehr nicht-chirurgische Komplikationen als bei Patienten, deren operative Versorgung zu einem früheren Zeitpunkt erfolgte. In der Untersuchung gab es Hinweise darauf, dass Patienten, die zu einem späteren Zeitpunkt operiert wurden, meist älter und kränker waren. Der Aufschub der OP wurde genutzt, um die Patienten mit ihren Komorbiditäten optimal auf die Operation vorzubereiten. Des Weiteren zeigte die Analyse, dass bei Patienten, deren Operation sich aufgrund nicht-medizinischer Gründe verzögerte, mit einer vermehrten Rate an Komplikationen zu rechnen war. Smektala et al. schlussfolgerten, dass ein zeitlicher Verzug der Operation bei jungen und stabilen Patienten zu einer erhöhten Rate an postoperativen Komplikationen führen kann und frühes Operieren somit durchaus von Vorteil sei. [74]

In der Studie von Kostuj et al. wurden bei insgesamt 19% der Patienten Komplikationen während des stationären Aufenthaltes festgestellt. Davon waren 14,6% allgemeine Komplikationen, welche sich aus kardiovaskulären Komplikationen, Pneumonie, Lungenembolie, Beinvenenthrombose und sonstigen Komplikationen zusammensetzten [44]. Wie auch in der Studie von Smektala et al. zeigte sich ein signifikanter Anstieg in der Anzahl an Komplikationen bei Patienten, deren Versorgung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte [44, 74]. Kostuj et al. sahen in ihren Ergebnissen eine Bestärkung der Forderung der Leitlinie für Schenkelhalsfrakturen nach einer frühen operativen Versorgung [44].

Vergleicht man die Gesamtkomplikationsrate unserer Untersuchung mit denen anderer Studien zu geriatrischen Acetabulumfrakturen und Hüftfrakturen, stellt sich die Frage wieso hier eine vergleichsweise hohe Rate ermittelt wurde. Möglicherweise liegt die Begründung in der Vielzahl an erhobenen Parametern, die in unserer Arbeit als Komplikationen gewertet wurden. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient einen dieser Parameter aufweist (und somit eine Komplikation entwickelte) höher, als wenn nur eine geringe Anzahl an Parametern als Komplikation gewertet wird.

Ein weiterer Erklärungsansatz für die abweichenden Ergebnisse könnten unterschiedliche Kriterien für die Bewertung und Erhebung von Parametern bzw. Komplikationen sein. In unserer Studie wurden alle dokumentierten Parameter erhoben. In anderen Studien könnten nur Parameter als Komplikationen gewertet worden sein, die symptomatisch oder potenziell lebensbedrohlich waren oder generell einer Behandlung bedurften.



Jedoch wäre es auch möglich, dass die Rate an Komplikationen bei geriatrischen Patienten mit Acetabulumfraktur tatsächlich höher ist als bisher angenommen. Sollte dies der Fall sein, müsste weiterführend untersucht werden, welche (der von uns erhobenen) Parameter bzw. Komplikationen womöglich spürbare Auswirkungen auf den klinischen Verlauf, die Liegedauer, das Outcome und die Mortalität haben.

### **5.3.3 Komplikationen, die mit einer früheren Versorgung assoziiert sind**

Unter der Kategorie „Komplikationen, die mit einer frühen operativen Versorgung assoziiert sind“, wurden die Parameter EK Gabe intraoperativ und 24 Std postoperativ, Komplikationen intraoperativ, Reanimation intra- oder postoperativ (und eine überdurchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit der Operation zusammengefasst).

#### **5.3.3.1 Gabe von Erythrozytenkonzentraten**

Die statistische Auswertung zeigte keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen in der Anzahl an intraoperativ und 24 Std postoperativ transfundierten Erythrozytenkonzentraten. Gleiches gilt für die Gesamtzahl an verabreichten Erythrozytenkonzentraten.

In der Studie zu geriatrischen Acetabulumfrakturen von Firoozabadi et al. erhielten 30% der Patienten intraoperativ durchschnittlich zwei Erythrozytenkonzentrate (Spanne 1-5 EKs) [21]. Diese durchschnittliche Anzahl an intraoperativ verabreichten EKs ist doppelt so hoch wie die in den jeweiligen Gruppen unserer Studie. Jedoch war die maximale Anzahl an intraoperativ verabreichten EKs in unserer Studie in Gruppe 2 (Mittelwert = 0,95; Max. = 8) und Gruppe 3 (Mittelwert = 0,93; Max. = 10) höher. Für einen endgültigen Vergleich fehlen jedoch Angaben zur Gesamtzahl an transfundierten EKs bzw. zur Anzahl an postoperativ verabreichten EKs. Nimmt man an, dass die durchschnittliche Anzahl an transfundierten EKs anhand der Anzahl an EKs ermittelt wurde, die den oben genannten 30% der Patienten verabreicht wurden (anstatt die durchschnittliche Anzahl an transfundierten EKs im Gesamtkollektiv zu betrachten), wäre das eine mögliche Erklärung für die höhere Anzahl an transfundierten EKs.

In der Studie zu geriatrischen Acetabulumfrakturen von Helfet et al. wurden Patienten intraoperativ durchschnittlich 535ml Blut transfundiert [35]. Geht man davon aus, dass 500ml Blut einem Konzentrat entsprechen, würde es sich in der Studie von Helfet et al. im Schnitt um ein verabreichtes Erythrozytenkonzentrat intraoperativ handeln. Diese Menge ist vergleichbar zu der in unserer Studie.

### **5.3.3.2 Intraoperative Komplikationen**

Intraoperative Komplikationen traten mit 3,8% selten auf. Bei jeweils einem Patienten aus jeder Gruppe kam es intraoperativ zu einer Gefäßverletzung. Der betroffene Patient aus Gruppe 3 wurde intraoperativ zusätzlich reanimationspflichtig. In Gruppe 2 kam es bei einem weiteren Patienten im Rahmen der Operation zu einer Tachykardie, die in eine absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern überging. In keiner der drei Gruppen traten intraoperative Komplikationen signifikant häufiger auf. In der Literatur ließen sich keine Vergleichswerte finden.

### **5.3.3.3 Reanimation**

Auch mussten keine Patienten einer bestimmten Gruppe signifikant häufiger intra- oder postoperativ reanimiert werden. In den vorliegenden Studien zu geriatrischen Acetabulumfrakturen oder geriatrischen Hüftfrakturen, die den Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersuchten, finden sich keine Daten, die sich zum Vergleich eignen.

### **5.3.4 Komplikationen, die mit einer späteren Versorgung assoziiert sind**

Bei der Analyse der Komplikationen, die mit einer späteren operativen Versorgung und einer damit verbundenen längeren Liegedauer assoziiert sind (Lungenödem, Pneumonie, Thrombose, Dekubitus  $\geq$  II° und Delir), zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Jedoch zeigte sich ein signifikanter Anstieg in der Zahl an Patienten mit HWI mit zunehmender Dauer zwischen Sturz und Operation.

#### **5.3.4.1 Lungenödem**

In allen drei Gruppen unserer Untersuchung entwickelte ca. ein Drittel der Patienten ein Lungenödem. In Gruppe 1 waren elf Patienten (35,5%) von einem Lungenödem betroffen. In Gruppe 2 entwickelten sechs Patienten (26,1%) ein Lungenödem, in Gruppe 3 waren es 16 Patienten (31,4%). In der Literatur zu geriatrischen Acetabulumfrakturen, in welcher der Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersucht wird, wird das Lungenödem nicht explizit als eigenständige Komplikation aufgeführt bzw. als entsprechender Parameter erhoben. Somit finden sich keine Werte zum Vergleich. Möglicherweise wird das Lungenödem in anderen Studien in der Kategorie nicht-chirurgische oder pulmonale Komplikationen miterfasst.

Pulmonale Komplikationen bei geriatrischen Patienten mit Hüftfraktur werden in der Studie von Saul et al. mit 4,88% angegeben [69]. Einen ähnlichen Anteil an pulmonalen Komplikationen gaben Müller-Mai et al. mit 5,6% an [58]. In diese Kategorie zählen jedoch auch mögliche Komplikationen wie Pneumonie, Pleuraerguss und Lungenembolie.

#### **5.3.4.2 Pneumonie**

Hinsichtlich der Häufigkeiten von Pneumonien konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. In Gruppe 1 war bei einem Patienten (3,2%) eine Pneumonie festzustellen. In Gruppe 2 und Gruppe 3 entwickelten jeweils fünf der Patienten eine Pneumonie. In Gruppe 3 entspricht dies 9,8%, in Gruppe 2 21,7%. Dieser Anteil an Patienten mit Pneumonie in Gruppe 2 ist bezogen auf die Gesamtanzahl an Patienten in der Gruppe vergleichsweise hoch. Ein eindeutiger Grund für diesen hohen Anteil war nicht zu erkennen.

##### **5.3.4.2.1 Pneumonie in der Literatur zu geriatrischen AF**

Khoshbin et al. ermittelten bei Patienten mit Acetabulumfraktur eine Rate an Pneumonien von 3,6% [41]. Diese Rate ist vergleichbar zu der Rate an Pneumonien in Gruppe 1 unserer Studie. Hessmann et al. geben die Häufigkeit an Pneumonien bei geriatrischen Patienten mit Acetabulumfraktur mit 7,4% an [36]. Diese Rate ist vergleichbar zu der von uns ermittelten Rate in Gruppe 3.

##### **5.3.4.2.2 Pneumonie in der Literatur zu geriatrischen HF**

Roche et al. berichten ein ähnliches Vorkommen von Pneumonien bei Patienten mit geriatrischer Hüftfraktur von 8,8% [64]. In den Studien zu Schenkelhalsfrakturen von Kostuj et al. und Eiskjaer & Østgård werden etwas niedrigere Raten an Pneumonien mit 1,3% und 2% angegeben [18, 44].

#### **5.3.4.3 Thrombose**

Bei der Analyse unserer Daten zeigten sich keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen in Bezug auf die Häufigkeit von Thrombosen. In Gruppe 1 und Gruppe 3 entwickelten jeweils zwei Patienten (Gr. 1 = 6,5%, Gr. 3 = 3,9%) eine Thrombose. In Gruppe 2 war ein Patient (4,3%) von einer Thrombose betroffen.

#### **5.3.4.3.1 Thrombose in der Literatur zu geriatrischen AF**

Die berichteten Häufigkeiten von Thrombosen von Anglen et al. und Hessmann et al. von 4,2% bzw. 7,4% sind ähnlich zu unseren [5, 36]. Khoshbin et al. ermittelten bei Patienten mit Acetabulumfraktur eine niedrigere Rate an Thrombosen von 1,3% [41].

Glogovac et al. hingegen ermittelten in ihrem Kollektiv deutlich höhere Raten an Thrombosen. In der Gruppe, deren Patienten innerhalb von 48 Std operativ versorgt worden sind, lag der Anteil an Patienten mit Thrombose bei 21%. Von den Patienten, die nach 48 Std versorgt wurden, entwickelten 17% eine Thrombose. In der Studie konnte kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von Thrombosen festgestellt werden ( $p = 0,712$ ). Aus der Studie ist nicht ersichtlich, wieso die Raten an Thrombosen deutlich höher sind als die anderer geriatrischer Kollektive mit Acetabulumfraktur.

#### **5.3.4.3.2 Thrombose in der Literatur zu geriatrischen HF**

In der Literatur zu geriatrischen Hüftfrakturen finden sich überwiegend geringere Häufigkeiten von thromboembolischen Ereignissen. In der Studie von Roche et al. wurde bei 1,7% der Patienten eine tiefe Beinvenenthrombose festgestellt. In der Studie von Kostuj et al. wurde die Häufigkeit von tiefen Bein- und Beckenvenenthrombosen lediglich mit 0,2% angegeben [44]. In der Studie von Smejtala et al. betrug die Rate an thromboembolischen Ereignissen 0,6% [73]. Müller-Mai et al. berichteten in ihrer Studie zu geriatrischen Schenkelhalsfrakturen mit einer Rate an thromboembolischen Ereignissen von 4,2% einen ähnlichen Wert zu dem unserer Studie [58].

Eine mögliche Erklärung für die geringeren Raten an thromboembolischen Ereignissen könnte die Tatsache sein, dass Patienten nach operativer Versorgung einer proximalen Femurfraktur zügiger vollständig mobilisiert werden und früher zur Vollbelastung übergehen dürfen [3, 18, 26, 30, 41, 43].

#### **5.3.4.4 Dekubitus**

In unserer Untersuchung entwickelte sich bei insgesamt 23 der 105 Patienten (24,7%) ein Dekubitus  $\geq$  II°. In Gruppe 1 war dies bei acht Patienten (28,6%) der Fall. In Gruppe 2 waren vier Patienten (19%) betroffen, in Gruppe 3 waren es elf Patienten (24,7%). Ein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Häufigkeit von Dekubiti konnte nicht nachgewiesen werden.

In der Literatur zu geriatrischen Acetabulumfrakturen sind kaum Informationen zu finden, die sich zum direkten Vergleich eignen. Die Häufigkeiten von Dekubiti sind häufig in den

allgemeinen bzw. nicht-chirurgischen Komplikationen mit inbegriffen, was den direkten Vergleich erschwert.

#### **5.3.4.4.1 Dekubitus in der Literatur zu geriatrischen HF**

Betrachtet man im Vergleich die Literatur zu Schenkelhalsfrakturen finden sich niedrigere Raten an Dekubiti als in unserer Untersuchung. Smektala et al. berichten in ihrer Studie von einer Rate an Dekubitalulzera von 3,3% bei Patienten, die innerhalb von 48 Std operiert worden sind. Patienten, die nach 48 Std operiert worden sind, wiesen eine Rate von 4,1% auf. Dieser Unterschied zeigt sich in der statistischen Auswertung signifikant ( $p < 0,001$ ). Einschlusskriterium für die Studie von Smektala et al. war ein Mindestalter von 20 Jahren. Bezüglich des Unfallmechanismus' wurden keine Einschränkungen gemacht [74]. Diese Faktoren stellen eine mögliche Erklärung für die niedrigeren Raten an Dekubiti dar. Möglicherweise hatten diese Faktoren einen positiven Einfluss auf die postoperative Mobilisation und haben somit die Zeit der Bettruhe und das Dekubitusrisiko verringert.

Jedoch zeigen sich in der Studie von Müller-Mai et al. mit einem Patientenkollektiv > 60 Jahre und einem durchschnittlichen Alter von 81 Jahren ähnlich niedrige Raten an Dekubitalulzera. Im Erhebungszeitraum zeigten sich Raten von 1,4% bis 3,4 %. [58]

Die niedrigeren Raten an Dekubiti in Kollektiven mit Schenkelhalsfrakturen könnten durch ein Mehr an erlaubter Belastung nach der Operation bis hin zur zeitnahen Vollbelastung zu erklären sein [3, 18, 26, 30, 41, 43]. Dieser Umstand verkürzt die Dauer der Bettlägerigkeit und senkt somit das Risiko für Dekubitalulzera [33, 72].

Darüber hinaus könnte die Art der Datenerhebung eine mögliche Erklärung für die hohen Raten an Dekubiti in unserer Untersuchung sein. In unserer Studie wurden die Patientenakten inklusive der Dokumentation der Intensivstation durchgeschaut und die entsprechenden Daten erhoben. Da die Dokumentation des Zustandes der Haut vor allem in den Papierakten der Intensivstation besonders genau erfolgt, war es uns somit möglich das Auftreten von Ulzerationen genau erfassen zu können. In den meisten anderen Studien zu geriatrischen Hüftfrakturen wurde (nur) das digitale Krankenhaus-Informationssystem zur Datenerhebung herangezogen.

Der hohe Anteil an Patienten mit Dekubiti in unserer Studie könnte als möglicher Anreiz gesehen werden, Dekubiti in weiteren Studien als separaten Parameter zu erheben, um das Auftreten gezielt untersuchen zu können.

Zusammenfassend zeigte sich kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Häufigkeiten der vorgenannten Komplikationen (Lungenödem, Pneumonie, Thrombose, Dekubitus).

#### **5.3.4.5 Harnwegsinfekt**

Die Auswertung unserer Daten zeigte allerdings einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen in Bezug auf das Vorkommen von Harnwegsinfekten ( $p = 0,045$ ). Dies ist der einzige Parameter, der mit einer späteren Versorgung assoziiert ist, bei dem ein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden konnte.

Das Auftreten von HWI nahm mit zunehmender Dauer zwischen Sturz und Operation zu. In Gruppe 1 wurden bei acht der Patienten (25,8%) ein HWI nachgewiesen. In Gruppe 2 waren es zehn Patienten (43,5%) und 27 (54%) in Gruppe 3.

##### **5.3.4.5.1 Harnwegsinfekte in der Literatur zu geriatrischen AF**

In der Literatur zu geriatrischen Acetabulumfrakturen sind nur wenige Angaben zur Inzidenz von HWI zu finden. In den meisten Studien werden HWI zusammen mit anderen peri- oder postoperativen Komplikationen zusammengefasst und insgesamt als Rate an Komplikationen angegeben. Das erschwert den direkten Vergleich von Daten.

Anglen et al. berichten in ihrer Studie von einem Anteil von 2,1% an Patienten mit HWI [5]. Dieser Anteil ist wesentlich geringer als der Anteil an Patienten mit HWI in unserer Studie. Aus der Studie geht kein ersichtlicher Grund für diesen Unterschied hervor. In unserer Untersuchung wurde ein Nitrit-positiver U-Stix als HWI gewertet. Möglicherweise wurden in der Studie von Anglen et al. ausschließlich symptomatische oder behandlungsbedürftige HWI erfasst.

##### **5.3.4.5.2 Harnwegsinfekt in der Literatur zu geriatrischen HF**

In der Studie zu geriatrischen Hüftfrakturen von Roche et al. traten bei insgesamt 4% der Patienten HWI auf [64]. Dieser Wert ist im Vergleich zu der von uns ermittelten Rate niedrig. In der Untersuchung zu Schenkelhalsfrakturen von Eiskjaer & Østgård entwickelten insgesamt 37% der Patienten einen HWI [18]. Dieser Wert ist vergleichbar zu den Werten in unserer Studie. Jedoch wurde auch hier, wie in der Studie von Roche et al., kein möglicher Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von HWI untersucht.

Ein solcher Einfluss wurde in den Studien von Müller-Mai et al. und Smektala et al. untersucht [58, 73]. In beiden Studien konnte kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von HWI nachgewiesen werden. In der Studie von Smektala et al. zeigte sich beim Vergleich der Daten lediglich ein Trend, dass die Häufigkeit an HWI mit zunehmender Dauer zwischen Trauma und Operation steigt [73]. Der Anteil an Patienten mit HWI betrug in der Studie von Müller-Mai et al. 4,2% [58]. Smektala et al. berichteten einen Anteil von 8% [73].

In unserer Studie wurde ein Nitrit positiver U-Stix im Labor als HWI gewertet. In einigen Studien wurden nur symptomatische oder behandlungsbedürftige HWI erfasst, in anderen Studien wurden keine genauen Angaben zu den Erhebungskriterien für HWI gemacht. Daher ist es denkbar, dass die geringeren Inzidenzen von HWI in anderen Studien durch unterschiedliche Erhebungskriterien bedingt sind.

#### **5.3.4.6 Delir**

In die Analyse zu den Häufigkeiten eines Delirs konnten 93 Patienten eingeschlossen werden. Zwölf der Patienten wurden aufgrund nicht eindeutiger Dokumentation aus der Auswertung ausgeschlossen.

Bei insgesamt 20 der 93 Patienten (21,5%) trat postoperativ ein Delir auf. In Gruppe 1 waren sechs Patienten (21,4%) von einem Delir betroffen. In Gruppe 2 waren es fünf Patienten (23,8%) und in Gruppe 3 neun Patienten (20,5%). In keiner der Gruppen traten Delirien signifikant häufiger auf.

In nur wenigen Studien, die den Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von postoperativen Komplikationen wie z.B. das Delir untersuchen, sind Angaben zur Häufigkeit von Delirien bei geriatrischen Patienten mit hüftnaher Fraktur während des stationären Aufenthaltes zu finden. Vereinzelt wurde das Delir als eigenständiger Parameter erfasst. Vielmehr wird es mit anderen Komplikationen zusammengefasst und insgesamt als Rate an peri- oder postoperativen Komplikationen angegeben. Dies erschwert den direkten Vergleich von Daten.

##### **5.3.4.6.1 Delir in der Literatur zu geriatrischen HF**

In der Studie zu proximalen Femurfrakturen von Saul et al. betrug der Anteil an Patienten mit Delir 3,6% [69]. Dieser Wert ist niedrig im Vergleich zu der detektierten Rate in unserer Studie. Unterschiedliche Kriterien für die Erhebung eines Delirs könnten ursächlich für die unterschiedlichen Werte sein. In unserer Studie wurde vermerkt, dass

ein Patient ein Delir entwickelt hatte, wenn in der Akte eine Gabe von Haloperidol zu finden war. Möglicherweise erfolgte die Dokumentation von Delirien bei Patienten in der Studie von Saul et al. nach anderen Kriterien.

In der Studie von Saul et al. zeigte sich, dass Patienten, die innerhalb der ersten 24 Std nach Trauma operiert wurden, am häufigsten von einem Delir betroffen waren. Da das Delir in der Studie von Saul et al. bei der Analyse der Daten hinsichtlich des Einflusses des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von postoperativen Komplikationen mit anderen nicht-chirurgische Komplikationen zusammengefasst wurde, lässt sich keine Aussage über die Signifikanz des Ergebnisses treffen. [69]

In den Studien von Yang et al., Smith et al. und Marcantonio et al. wurde explizit das Auftreten von postoperativen Delirien bei geriatrischen Patienten nach Hüftoperationen untersucht [51, 75, 82]. In den Studien werden ähnliche Häufigkeiten zu denen in unserer Studie berichtet. Yang et al. geben den Anteil an Patienten mit postoperativem Delir mit 24% an [82]. In der Studie von Smith et al. wurde eine Häufigkeit von 31,2% ermittelt [75]. Marcantonio et al. führen Raten an Patienten mit postoperativem Delir von 35%-65% an [51]. Yang et al. untersuchten in ihrer Studie den Einfluss des Operationszeitpunkt auf die Entstehung eines Delirs. Ebenso wie bei der Auswertung unserer Daten, konnte ein solcher Einfluss nicht festgestellt werden ( $p = 0,252$ ) [82].

Da ein postoperatives Delir mit einer längeren Liegedauer, einer erschwerten Wiederherstellung der Mobilität und einer höheren Mortalität assoziiert ist, ist es wichtig Patienten mit einem hohen Risiko für die Entstehung eines postoperativen Delirs frühzeitig zu identifizieren, um dementsprechend präventive Maßnahmen ergreifen zu können [31, 48, 50]. Zu den Risikofaktoren für die Entwicklung eines postoperativen Delirs bei geriatrischen Patienten nach Hüft-OP zählen ein hohes Alter, das Vorhandensein von Komorbiditäten bzw. ein schlechter allgemeiner Gesundheitszustand und eine bereits vor der OP vorhandene kognitive Beeinträchtigung [51, 75, 82]. Angesichts der hohen Raten an postoperativen Delirien bei geriatrischen Patienten nach Hüftoperation, erscheint es sinnvoll, postoperative Delirien in weiteren Studien als eigenständigen Parameter zu erheben, um die Häufigkeiten genauer zu untersuchen.

### **5.3.5 Weitere klinische Verlaufsparemeter**

Zu den weiteren klinischen Verlaufsparemetern wurden in unserer Untersuchung Pleuraerguss, Myokardinfarkt, Ileus, Leberversagen, GI-Blutung, Nierenversagen und Sepsis gezählt. Der Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Studien wird



dadurch erschwert, dass Komplikationen dieser Art oftmals entweder nicht erhoben worden sind oder mit anderen peri- oder postoperativen Komplikationen zusammengefasst und als Rate an Komplikationen insgesamt angegeben wurden.

Bei keinem der genannten Parameter konnte ein Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten der Komplikationen nachgewiesen werden.

#### **5.3.5.1 Pleuraerguss**

In unserer Untersuchung wurde bei insgesamt 41 der Patienten (39%) ein Pleuraerguss festgestellt. In Gruppe 1 waren es 14 Patienten (45,2%), in Gruppe 2 vier Patienten (17,4%) und in Gruppe 3 23 Patienten (45,1%).

In den Studien zu Acetabulumfrakturen oder hüftnahen Frakturen bei geriatrischen Patienten, die den Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersuchen, waren keine exakten Daten zum Vergleich zu finden. Es wäre möglich, dass ein Pleuraerguss in der Kategorie nicht-chirurgische bzw. pulmonale Komplikationen miterfasst wurde. Pulmonale Komplikationen werden in der Studie zu geriatrischen Patienten mit Hüftfraktur von Saul et al. mit 4,88% angegeben [69]. Einen ähnlichen Anteil an pulmonalen Komplikationen ermittelten Müller-Mai et al. in ihrer Studie zu Schenkelhalsfrakturen bei Patienten über 60 Jahren mit 5,6% [58]. In diese Kategorie zählen jedoch auch mögliche Komplikationen wie Pneumonie, Lungenödem und Lungenembolie.

#### **5.3.5.2 Myokardinfarkt**

Acht der 105 Patienten (7,6%) unserer Untersuchung erlitten während des stationären Aufenthaltes einen Myokardinfarkt. In Gruppe 1 und Gruppe 2 waren jeweils drei Patienten betroffen (Gr. 1 = 9,7%, Gr. 2 = 13%). In Gruppe 3 waren es zwei Patienten (3,9%).

##### **5.3.5.2.1 Myokardinfarkt in der Literatur zu geriatrischen AF**

In der Studie von Khoshbin et al. erlitten 1,3% der Patienten mit Acetabulumfraktur einen Myokardinfarkt [41].

#### **5.3.5.2.2 Myokardinfarkt in der Literatur zu geriatrischen HF**

Roche et al. beschreiben mit einem Prozent einen ähnlichen Anteil an Patienten mit geriatrischer Hüftfraktur, die einen Myokardinfarkt erlitten [64]. In den Studien von Kostuj et al. und Smektala et al. wird die Rate an kardiovaskulären Ereignissen etwas höher mit 3,3% bzw. 3,6% angegeben [44, 73]. Müller-Mai et al. und Saul et al. ermittelten in ihrem Kollektiv einen wiederum höheren Anteil an Patienten mit kardiovaskulären Komplikationen von 7% bzw. 7,32% [58, 69]. Aufgrund einer fehlenden Differenzierung der Komplikationen ist ein direkter Vergleich nicht möglich, jedoch sind die angegebenen Werte für kardiovaskuläre Komplikationen ähnlich zu denen für Myokardinfarkt in unserer Studie.

#### **5.3.5.3 (Sub-)Ileus**

Insgesamt konnte bei drei (2,9%) der Patienten ein (Sub-)Ileus festgestellt werden. In Gruppe 1 war ein Patient (3,2%) betroffen, in Gruppe 3 waren es zwei betroffene Patienten (3,9%).

##### **5.3.5.3.1 (Sub-)Ileus in der Literatur zu geriatrischen AF**

Anglen et al. beschreiben mit 10% einen wesentlich größeren Anteil an Patienten mit Ileus. Aus den Studiendaten gehen keine Gründe für diese Differenz hervor [5].

##### **5.3.5.4 (Sub-)Ileus in der Literatur zu geriatrischen HF**

In der Studie von Müller-Mai et al. lag der Anteil an Patienten mit Ileus bei 0,2% [58]. Da 78,2% der Patienten der Studie von Müller-Mai et al. mittels Prothese versorgt wurden, kann man vermuten, dass die Patienten schneller vollständig mobilisiert und somit die negativen Auswirkungen einer Immobilisation reduziert werden konnten [58].

#### **5.3.5.5 Leberversagen**

Insgesamt entwickelten zwei Patienten ein Leberversagen (1,9%). Diese zwei Patienten (3,9%) waren Gruppe 3 zugeordnet. Bei einem Patienten kam es im Rahmen einer Sepsis nach Pneumonie zum Leberversagen. Die andere Patientin wurde nach Verletzung der Iliakalgefäße intraoperativ reanimations- und anschließend katecholaminpflichtig. Im Verlauf entwickelte die Patientin dann ein Leberversagen.

In den Studien zu Acetabulumfrakturen oder hüftnahen Frakturen bei geriatrischen Patienten, die den Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersuchten, sind keine Vergleichswerte beschrieben.

#### **5.3.5.6 Gastrointestinale Blutung**

Bei insgesamt zwei Patienten kam es zu einer Blutung des Gastrointestinaltrakts (1,9%). Diese zwei Patienten (3,9%) waren Gruppe 3 zugehörig.

##### **5.3.5.6.1 Gastrointestinale Blutung in der Literatur zu geriatrischen AF**

Helfet et al. berichten in ihrer Studie bei 5,55% der Patienten in vergleichbarer Frequenz eine GI-Blutung [35].

##### **5.3.5.6.2 Gastrointestinale Blutung in der Literatur zu geriatrischen HF**

Roche et al. ermittelten mit einem Anteil an Patienten mit GI-Blutung von 0,8% eine geringere Rate [64].

#### **5.3.5.7 Nierenversagen**

Bei insgesamt sechs der 105 Patienten (5,7%) trat während des stationären Aufenthaltes ein Nierenversagen auf. In Gruppe 1 waren drei Patienten (9,7%) betroffen. In Gruppe 2 war es ein Patient (4,3%) und in Gruppe 3 waren zwei Patienten (3,9%) von einem Nierenversagen betroffen.

##### **5.3.5.7.1 Nierenversagen in der Literatur zu geriatrischen AF**

Anglen et al. berichteten in ihrer Untersuchung von einem Patienten (2,1%), bei dem es während des stationären Aufenthaltes zu einer Verschlechterung eines bereits bestehenden chronischen Nierenversagens kam [5]. In unserer Studie war ebenfalls bei fünf der sechs Patienten, bei denen es zum Nierenversagen kam, eine Niereninsuffizienz bekannt.

#### **5.3.5.8 Sepsis**

Drei der Patienten (2,9%) unseres Kollektivs entwickelten im Verlauf eine Sepsis. In Gruppe 1 waren zwei Patienten betroffen (6,5%), in Gruppe 3 war es ein Patient (2%).

In den Studien zu Acetabulumfrakturen oder hüftnahen Frakturen bei geriatrischen Patienten, die den Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von Komplikationen untersuchen, sind keine Vergleichswerte beschrieben.

### **5.3.6 Mortalität**

Während des stationären Aufenthaltes verstarben acht der 105 Patienten. Daraus ergibt sich eine Gesamtmortalität von 7,6%. In Gruppe 1 verstarben zwei Patienten (6,5%), in Gruppe 3 waren es sechs Patienten (11,8%). In Gruppe 2 verstarb keiner der Patienten während des stationären Aufenthaltes. Bei der Auswertung der Daten konnte kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Mortalität nachgewiesen werden.

#### **5.3.6.1 Mortalität in der Literatur zu geriatrischen AF**

Die Mortalitätsrate während des stationären Aufenthaltes in der Studie zu geriatrischen Acetabulumfrakturen von Kim et al. von 5,3% im LE-Kollektiv ist etwas niedriger als die Rate unserer Untersuchung [42]. Möglicherweise ist die geringere Rate mit einem niedrigeren Durchschnittsalter der Patienten von 74,9 Jahren zu erklären, das zum Vergleich in unserer Studie bei 81,46 Jahren lag. Auch war der durchschnittliche CCI im Kollektiv von Kim et al. mit 1,98 niedriger als der unserer Studie (CCI = 2,66). [42]

Harrison et al. und Glogovac et al. geben die 30-Tages-Mortalität mit 3% bzw. 5% an. In keiner der Studien konnte ein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Mortalität nachgewiesen werden [30, 34]. Die Unterschiede zwischen den Sterblichkeitsraten unserer Untersuchung und der von Harrison et al. und Glogovac et al. ermittelten Sterblichkeitsraten können möglicherweise durch die Unfallmechanismen, die zur Fraktur geführt haben, erklärt werden. In der Studie von Harrison et al. und Glogovac et al. zogen sich nur knapp über die Hälfte der Patienten die Fraktur im Rahmen eines niederenergetischen Traumas zu. Patienten, die sich ihre Fraktur im Rahmen eines Hochrasanztraumas zuziehen, befinden sich tendenziell in einem besseren Gesundheitszustand [16, 42]. Daher ist bei diesen Patienten im Vergleich zu Patienten mit multiplen Vorerkrankungen von einem geringeren Mortalitätsrisiko auszugehen [64]. Desweiteren waren die Patienten der beiden Kollektive mit durchschnittlich 76 Jahren etwas jünger als die Patienten in unserem Kollektiv [30, 34].

### **5.3.6.2 Mortalität in der Literatur zu geriatrischen HF**

Die Mortalitätsraten während des stationären Aufenthaltes in den Studien von Saul et al. und Smektala et al. sind mit 6,2% bzw. 6,4% vergleichbar zu der von uns ermittelten Mortalität in Gruppe 1 und der Gesamtsterblichkeitsrate [69, 74]. Wie auch in den Studien von Harrison et al. und Glogovac et al. sowie in unserer Studie zeigte sich kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Mortalität [30, 34, 69, 74]. Ein möglicher Grund für die ähnlichen Ergebnisse von Saul et al. könnte die Vergleichbarkeit der Studienpopulationen hinsichtlich Alter, Geschlechterverteilung und Anteil an operativ versorgten Patienten sein [69]. In der Studie von Smektala et al. wurden keine Angaben zum Durchschnittsalter des Patientenkollektivs gemacht. Als Einschlusskriterium für die Studie wurde lediglich ein Mindestalter von 20 Jahren genannt [74].

Zuckerman et al. ermittelten in ihrer Studie zu geriatrischen Hüftfrakturen eine Sterblichkeitsrate während des Aufenthaltes im Krankenhaus von 4% [83]. Diese Rate ist niedriger im Vergleich zu der Mortalitätsrate in unserer Untersuchung. Eine mögliche Erklärung hierfür könnten die Einschlusskriterien der Studie von Zuckerman et al. liefern. In die Studie wurden nur Patienten eingeschlossen, die daheim lebten, gehfähig und kognitiv nicht beeinträchtigt waren. Aufgrund dieser Kriterien kann man davon ausgehen, dass es sich bei dem Kollektiv in der Studie um Patienten in einem relativ guten Gesundheitszustand handelt und das Mortalitätsrisiko dementsprechend geringer ist [83]. Bei der Auswertung der Daten erwies sich eine Verzögerung der operativen Versorgung als signifikanter Prädiktor für die Mortalität innerhalb der ersten zwölf Monate nach Trauma [83]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Shiga et al. in ihrer Studie zu Hüftfrakturen [71]. Shiga et al. stellten ebenfalls fest, dass eine Verzögerung der Operation von mehr als 48 Std mit einer erhöhten Mortalität bei älteren Patienten assoziiert ist. Sie kamen zu dem Schluss, dass vor allem stabile ältere Patienten mit niedrigem Operationsrisiko und junge Patienten von einer frühen operativen Versorgung profitieren [71].

Smektala et al. nennen als möglichen Grund für nicht signifikante Ergebnisse in den Studien die Beendigung der Beobachtung der Patienten mit Abschluss der Behandlung und des stationären Aufenthaltes. Dadurch könnten die Auswirkungen einer frühen bzw. späten operativen Versorgung auf den Verlauf und die Mortalität nicht vollständig beurteilt werden. Sie führten an, dass in Studien, in denen Patienten mit Schenkelhalsfraktur in den ersten Jahren nach Abschluss der Behandlung beobachtet worden sind, Auswirkungen erkennbar waren. [72]

Die These, dass die Auswirkungen einer frühen bzw. späten operativen Versorgung erst nach längerem Follow-up nach Beendigung des stationären Aufenthaltes zu erkennen

sind, wäre eine mögliche Erklärung wieso sowohl in unserer als auch in mehreren anderen Studien kein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Mortalität nachgewiesen werden konnte. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass das Ergebnis von der Altersstruktur der Studienpopulationen und dem Vorhandensein von Vorerkrankungen beeinflusst wird. Dies wäre somit auch eine mögliche Erklärung, wieso in mehreren Studien kein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die Mortalität festgestellt wurde. [71, 73, 83]

So stützen die Ergebnisse der Studien von Zuckerman et al., Weller et al., Gdalevich et al. und Novack et al. die These, dass die Auswirkungen einer frühen bzw. späten operativen Versorgung erst nach einem längeren Nachbeobachtungszeitraum zu erkennen sind. In allen Studien konnte ein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die 1-Jahres-Mortalität nachgewiesen werden [27, 61, 80, 83]. Darüber hinaus zeigte sich, dass vor allem junge Patienten und Patienten ohne Komorbiditäten von einer früheren operativen Versorgung profitieren [80]. Jedoch finden sich auch Studien, in denen auch im Rahmen eines längeren Follow-up's keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Mortalität festzustellen waren [18, 73].

Der Einfluss des Versorgungszeitpunkt auf den klinischen Verlauf und die Mortalität nach Acetabulum- oder hüftnaher Fraktur bei geriatrischen Patienten bleibt kontrovers.

Firoozabadi et al. deuten in ihrer Studie an, dass die Diskrepanzen zwischen den Mortalitätsraten in den verschiedenen Studien durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Faktoren wie z.B. dem Alter, vorhandenen Komorbiditäten und Begleitverletzungen sowie der Komplexität und dem Schweregrad der Verletzung bedingt sein können [21]. Studien geben Hinweise darauf, dass sich bei der Therapieentscheidung nicht ausschließlich an der Mortalität orientiert werden sollte [26]. Daher wurden in einigen Studien neben dem Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Mortalität bei geriatrischen Acetabulum- und hüftnahen Frakturen noch weitere Faktoren untersucht, die möglicherweise Einfluss auf die Mortalität haben könnten.

In Tabelle 7 sind einige Studien aufgeführt, in denen weitere Faktoren mit (möglichem) Einfluss auf die Mortalität genannt wurden.

**Tabelle 7: Selektive Literaturübersicht: Weitere Faktoren mit Einfluss auf die Mortalität**

AF = Acetabulumfraktur, HF = Hüftfraktur, ASA-Klasse = nach ASA-Klassifikation [4], 30-T-M = 30-Tage-Mortalität, 1-J-M = 1-J-Mortalität; a = 30-T-M LE-Kollektiv, b = 1-J-M ORIF, c = 1-J-M THA, d= 1-J-M, e = 30-T-M, f = kein reines AF-Kollektiv: 76% der Patienten hatten eine AF, 24% der Patienten eine Beckenringfraktur

		Mortalitätsrate (in %)	Ergebnis/Schlussfolgerung
Literatur AF	Dyskin et al. [16]	3,1 <sup>a</sup>	Versorgung in akuter posttraumatischer Phase hat größten Einfluss auf Überleben
	Capone et al. [9]	22,6 <sup>b</sup> / 8,8 <sup>c</sup>	Bei Versorgung mittels Prothese signifikant niedrigere Mortalität im Vergleich zu Osteosynthese
	Gary et al. [26]	16 <sup>d</sup>	Alter und CCI haben signifikanten Einfluss auf Mortalität
	Hessmann et al. [36]	14,8 <sup>e</sup>	Durch Immobilisation und Bettlägerigkeit bedingte Komplikationen sind mit erhöhter Mortalität assoziiert
	Glogovac et al. [30]	5 <sup>e</sup> / 15 <sup>d</sup>	Ein höheres Alter ist mit einem höheren Mortalitätsrisiko assoziiert
	Harrison et al. [34] <sup>f</sup>	3 <sup>e</sup> / 20 <sup>d</sup>	Höheres Alter, CCI und präoperative Mobilität sind Prädiktoren für Mortalität
Literatur HF	Roche et al. [64]	9,6 <sup>e</sup> / 33 <sup>d</sup>	Höheres Alter, männliches Geschlecht, ≥ 3 Komorbiditäten erhöhen Mortalitätsrisiko
	Stappaerts et al. [76]	7 <sup>e</sup>	Präoperativer Status der Patienten als größten Einflussfaktor auf Mortalität
	Morrissey et al. [57]	6,1 <sup>e</sup>	Höheres Alter, männliches Geschlecht, ≥ ASA-Klasse II haben signifikanten Einfluss auf Mortalität
	Kenzora at al. [40]	14,3 <sup>d</sup>	≥ 4 Komorbiditäten, Operation innerhalb des ersten Tages nach Trauma erhöhen Mortalitätsrisiko
	Zuckerman et al. [83]	4 <sup>e</sup> / 14 <sup>d</sup>	Alter, männliches Geschlecht, ≥ 2 Komorbiditäten als Prädiktoren für die Mortalität
	Eiskjaer & Østgård [18]	28 <sup>d</sup>	OP-Dauer, Geschlecht, kardiale und pulmonale Vorerkrankungen, Patienten aus Pflegeeinrichtung sind Faktoren, die signifikanten Einfluss auf Sterblichkeit haben

Es zeichnet sich ab, dass vor allem ein höheres Alter und das Vorhandensein von (multiplen) Vorerkrankungen das Mortalitätsrisiko erhöhen [18, 26, 30, 34, 57, 64, 76, 83]. Auch konnte nachgewiesen werden, dass das Risiko (nach einer Hüftfraktur) zu versterben für Männer höher ist als für Frauen [57, 64, 83].

Demgegenüber steht jedoch eine Anzahl an Studien, die keinen Einfluss einiger der in der Tabelle genannten Faktoren auf die Sterblichkeit nachweisen konnten [18, 34, 40, 69].

Aus den vorliegenden Studien lässt sich kein einheitliches Ergebnis ableiten. Gründe dafür könnten sein, dass die Patienten nach Entlassung nicht lange genug nachbeobachtet wurden, dass das Ergebnis von der Demographie des Kollektivs abhängig ist oder dass ein Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf die Mortalität nur bei jungen und fitten Patienten nachzuweisen ist und deshalb ein solcher in geriatrischen Kollektiven mit multiplen Vorerkrankungen nicht festzustellen ist.

Studien geben Hinweise darauf, dass man sich bei der Therapieentscheidung nicht ausschließlich an der Mortalität orientieren sollte [26]. Ferner wird darauf hingewiesen, dass nicht der Zeitpunkt der Versorgung allein ausschlaggebend für den klinischen

Verlauf und die Mortalität ist. Viele andere Faktoren spielen eine wichtige Rolle. Die Frage wie stark der Einfluss einzelner Faktoren auf die Mortalität ist, ist umstritten. Wie Firoozabadi et al. in ihrer Studie andeuten, kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Faktoren wie z.B. das Alter, vorhandene Komorbiditäten und Begleitverletzungen sowie die Komplexität und der Schweregrad der Verletzung Einfluss auf die Mortalität haben [21].

#### **5.4 Art der operativen Versorgung**

Im Patientenkollektiv unserer Untersuchung wurden 102 der 105 Patienten operativ versorgt (97,1%). Ein Patient verstarb (1%) bevor er einer operativen Versorgung zugeführt werden konnte, bei einem Patienten (1%) kam es während der Operation zu einer Verletzung der Iliakalgefäße, woraufhin der Patient reanimationspflichtig wurde und nicht mit der Versorgung fortgefahren werden konnte. Der dritte Patient (1%) wurde konservativ mittels Drahtextension behandelt. Von den 102 operativ versorgten Patienten wurde ein Patient (1%) mittels perkutaner Verschraubung versorgt, 16 Patienten (15,4%) erhielten eine Prothese und 85 (81,7%) der Patienten wurden osteosynthetisch versorgt. Die Analyse der Daten zeigte einen signifikanten Unterschied in der Art der Versorgung zwischen den drei Gruppen.

Die offene Reposition mit anschließender interner Fixation gilt als Verfahren der Wahl bei Acetabulumfrakturen [2, 24]. Auch in unserer Untersuchung zeigt sich, dass der überwiegende Anteil an Patienten mittels ORIF versorgt wurde. In Gruppe 2 war dieser Anteil am höchsten: 22 (95,7%) der 23 Patienten wurden osteosynthetisch versorgt. In Gruppe 1 wurden 27 (87,1%) der 31 Patienten mittels ORIF versorgt, die restlichen vier Patienten (12,9%) erhielten eine Prothese. In Gruppe 3 wurden nur 36 (72%) der 50 Patienten osteosynthetisch versorgt, die anderen 12 Patienten (24%) erhielten eine Prothese.

In den meisten Studien zu geriatrischen Acetabulumfrakturen wurde der überwiegende Anteil an Patienten (am Anteil an operativ versorgten Patienten) ebenfalls mittels Osteosynthese versorgt. Die Anteile an osteosynthetisch versorgten Patienten wurden mit 60-80% angegeben [9, 16, 21, 26, 36, 42]. Diese Werte sind ähnlich zu den von uns ermittelten 81,7%. Anders als in den meisten Studien, wurden 70% der Patienten des Kollektivs von Harrison et al. mittels Prothese versorgt, nur 32% erhielten eine Osteosynthese [34].

Insgesamt fällt auf, dass der Anteil an Patienten, die operativ versorgt wurden, in den meisten Studien wesentlich geringer ist als der in unserer Studie. In den Studien von



Kim et al., Dyskin et al. und Firoozabadi et al. wurden die Anteile an operativ versorgten Patienten mit 31-44% angegeben [16, 21, 42]. In der Studie von Gary et al. wurden 64% der Patienten einer Operation zugeführt [26]. Von den Patienten der Studie von Hessmann et al. erhielten 85% der Patienten eine operative Therapie [36]. Dieser Wert kommt unserem Wert mit 97,1% am nächsten.

Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede in der Anzahl an konservativ bzw. operativ versorgten Patienten in den verschiedenen Studien können unterschiedliche Behandlungskonzepte und therapeutische Vorgehensweisen in den Herkunftsländern der Studien sein. Die hohe Rate an operativ versorgten Patienten in der Studie von Hessmann et al. aus Deutschland stützt diese Annahme.

In der Studie zu geriatrischen Acetabulumfrakturen von Gary et al. erfolgte eine Aufteilung des Patientenkollektivs nach der Art der Versorgung. Je nach Art der Versorgung wurden die Patienten folgenden vier Subgruppen zugeordnet: konservative Therapie, perkutane Verschraubung, Osteosynthese, Prothese. Die statistische Auswertung zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den vier Gruppen bezüglich der präoperativen Verweildauer ( $p < 0,001$ ). [26]

Eine Osteosynthese wurde im Schnitt nach 4 Tage (Median = 2 Tage) durchgeführt, bei Versorgung mittels Prothese wurde die OP nach durchschnittlich 9,7 Tagen (Median = 5 Tage) durchgeführt [26]. Vor allem die Median-Werte sind sehr ähnlich zu den festgelegten Zeitintervallen unserer Untersuchung. Die meisten Patienten in unserer Studie, die eine Prothese erhielten, wurden nach 4 Tagen operiert. Der Anteil an Patienten, die eine Osteosynthese erhielten, war in Gruppe 1 und 2 größer als in Gruppe 3. Ebenso zeigte sich in der Studie von Capone et al., dass eine Versorgung mittels Prothese mit einem späteren Operationszeitpunkt assoziiert war [9].

Möglicherweise wurde bei den Patienten aus unserer Gruppe 3, die mittels Prothese versorgt wurden, mehr Zeit für die exakte Analyse der Fraktur und somit für die optimale Therapieentscheidung benötigt. Darüber hinaus wäre es denkbar, dass diese Patienten prognostisch ungünstige (radiologische) Anzeichen (für eine Versorgung mittels Osteosynthese) wie z.B. eine Beteiligung bzw. Zertrümmerung des Pfannendachs, eine Impression des Femurkopfes oder eine Luxation aufwiesen, weshalb sich dann für eine Versorgung mittels Prothese entschieden wurde [8, 9, 20].

Im Einklang dazu halten Ferguson et al. eine anatomische Rekonstruktion und stabile Fixierung der Fragmente einer solch komplexen Fraktur mittels Osteosynthese für technisch sehr anspruchsvoll falls nicht sogar unmöglich [20]. In einer solchen Situation

kann der primäre Gelenkersatz eine bessere Lösung darstellen [20]. Aufgrund der Komplexität der Fraktur kann die Therapieplanung mehr Zeit in Anspruch nehmen.

Darüber hinaus könnten die von Capone et al. genannten patientenbezogenen Faktoren wie höheres Alter und Osteoporose eine Rolle in der Therapieentscheidung gespielt haben [9]. Capone et al. kamen aufgrund ihrer Ergebnisse zu dem Schluss, dass der primäre Gelenkersatz in der Versorgung von hochbetagten Patienten mit komplexen Frakturen von Bedeutung sein könnte, da dieser mit einer kürzeren OP-Dauer und einer niedrigeren Mortalität assoziiert sei [9]. Neben der Komplexität der Fraktur könnte auch der allgemeine Gesundheitszustand der Patienten einen Einfluss auf den Versorgungszeitpunkt und die Art der Versorgung gehabt haben [8, 26]. Bei multimorbiden Patienten kann es durch eine optimale Vorbereitung und Stabilisierung der Patienten für die Operation zu einem zeitlichen Verzug von einigen Tagen kommen [17]. In der Studie von Gary et al. zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Subgruppen (für die Art der Versorgung) für die Werte des CCI ( $p < 0,001$ ) [26]. Patienten, die mittels Osteosynthese versorgt wurden, hatten einen durchschnittlichen CCI von 2,9. Patienten, die eine Prothese erhielten, hatten im Schnitt einen CCI von vier. [26]

Geht man davon aus, dass kränkere Patienten und Patienten in einem schlechteren Allgemeinzustand häufiger mittels Prothese anstatt Osteosynthese versorgt werden, wäre dies eine mögliche Erklärung für den durchschnittlich späteren Operationszeitpunkt. Dies ist jedoch aufgrund des retrospektiven Designs der Studie nicht genau nachvollziehbar.

Auch in der Literatur zu geriatrischen proximalen Femurfrakturen zeigt sich, dass spät operierte Patienten meist älter und kränker waren und die Tage vor der Operation für eine intensive Vorbereitung des vorerkrankten Patienten genutzt wurden [58, 74]. Müller-Mai et al. wiesen in ihrer Studie einen signifikanten Einfluss der ASA-Klasse auf den Versorgungszeitpunkt nach ( $p = 0,000$ ). Patienten mit ASA-Klasse 4 oder 5 wurden vermehrt zwischen dem fünften und vierzehnten Tag operiert. [58]

Wie auch bei der Schenkelhalsfraktur bringt der primäre Gelenkersatz den Vorteil mit sich, dass die Belastungsstabilität sofort wieder hergestellt ist und somit eine zügige postoperative Mobilisierung erfolgen kann [36, 63]. Dies ist vor allem bei älteren multimorbiden Patienten indiziert, um das Risiko für zusätzliche, durch Immobilisation bedingte, Komplikationen zu senken [23, 35, 36, 72, 76].

#### **5.4.1 Zugangsweg**

Bei 77 der 103 operativ versorgten Patienten (74,8%) wurde ein ventraler Zugang als operativer Zugangsweg gewählt. In Gruppe 2, in der am meisten Patienten eine Osteosynthese erhielten, ist der Anteil an ventralen Zugängen am höchsten (95,5%). In Gruppe 1 und Gruppe 3, in denen größere Anteile der Patienten mittels Prothese versorgt wurden, ist der Anteil an ventralen Zugängen dementsprechend geringer (Gr 1 = 77,4%, Gr. 3 = 64%). Demzufolge sind in diesen beiden Gruppen die Anteile an lateralen und dorsalen Zugängen größer (laterale Zugänge: Gr 1 = 9,7%, Gr 3 = 24%; dorsale Zugänge: Gr 1 = 9,7%, Gr 3 = 6%).

Diese Verteilung der operativen Zugangswege erklärt sich durch die unterschiedlichen Arten der Versorgung. Für eine Versorgung mittels Prothese eignen sich laterale und dorsale Zugangswege [49]. Für die Versorgung geriatrischer Acetabulumfrakturen mittels Osteosynthese werden aufgrund des typischen Unfallmechanismus und den daraus resultierenden Frakturen (der vorderen Wand und des vorderen Pfeilers) häufig ventrale Zugänge gewählt [36]. Bei 70 der 77 Patienten mit ventralem Zugangsweg handelte es sich um den TIMI-Zugang.

Auch in den Studien von Hessmann et al. und Helfet et al. zog sich ein großer Anteil an Patienten ihre Fraktur im Rahmen eines LE-Traumas zu. Dementsprechend war der Anteil an ventralen Zugangswegen in beiden Studien mit 72% relativ hoch [35, 36]. Betrachtet man hingegen den Anteil an ventralen Zugangswegen in der Studie von Anglen et al., in der 90% der Patienten ihre Fraktur im Rahmen eines HE-Traumas erlitten, fällt auf, dass dieser mit 17% deutlich geringer ausfällt [5]. Dafür beträgt der Anteil an dorsalen Zugängen 67% [5]. Dieser Anteil lässt sich durch die typischen aus einem HE-Trauma resultierenden Frakturen, bei denen eher die dorsalen Anteile des Acetabulums betroffen sind, erklären [24].

#### **5.4.2 Chirurgische Komplikationen**

Als chirurgische Komplikationen wurden Implantatversagen, die Notwendigkeit einer Revision, Wundheilungsstörungen und Wundinfekte gezählt.

Bei der Auswertung der Daten zu Implantatversagen, Revision, Wundheilungsstörung und Wundinfekt zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

In Gruppe 1 kam es am häufigsten zu Implantatversagen. Ebenfalls war in dieser Gruppe am häufigsten die Notwendigkeit zur Revision gegeben. Darüber hinaus zählte der einzige Patient, der eine Wundheilungsstörung entwickelte, zu Gruppe 1. In Gruppe 2

hatten zwei Patienten einen Wundinfekt, in Gruppe 3 war es nur ein Patient. Keiner der Patienten aus Gruppe 1 entwickelte einen Wundinfekt.

**Tabelle 8: Übersicht Chirurgische Komplikationen**

	<b>Gruppe 1 Anzahl (%)</b>	<b>Gruppe 2 Anzahl (%)</b>	<b>Gruppe 3 Anzahl (%)</b>	<b>Anzahl insgesamt (%)</b>
<b>Implantatversagen</b>	3 (9,7%)	1 (4,3%)	2 (4%)	6 (5,8%)
<b>Revision</b>	5 (16,1%)	1 (4,3%)	5 (10%)	11 (10,6%)
<b>Wundheilungsstörung</b>	1 (3,2%)	0	0	1 (1%)
<b>Wundinfekt</b>	0	2 (8,7%)	1 (2,0%)	3 (2,9%)

Diese Komplikationen wurden in anderen Studien häufig als chirurgische Komplikationen zusammengefasst, was den direkten Vergleich von Daten erschwert.

#### **5.4.2.1 Chirurgische Komplikationen in der Literatur zu AF**

In der Studie von Koshbin et al. wurden bei 2% der Patienten mit Acetabulumfraktur ein Wundinfekt festgestellt [41]. Dieser Wert ist identisch zu dem Wert in Gruppe 3 unserer Untersuchung und ähnlich zur Gesamtrate an Patienten mit Wundinfekt. Das Durchschnittsalter im Kollektiv von Khoshbin et al. ist mit 78,2 Jahren vergleichbar zu dem in unserer Studie. Ebenfalls handelt es sich bei den Acetabulumfrakturen dieser Studie um Fragilitätsbrüche [41]. Somit können die ähnlichen Ergebnisse mit der Vergleichbarkeit der Kollektive begründet werden.

In keiner der Studien zu geriatrischen Acetabulumfrakturen wurde der Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Auftreten von chirurgischen Komplikationen untersucht.

#### **5.4.2.2 Chirurgische Komplikationen in der Literatur zu HF**

Saul et al. konnten in ihrer Studie zu geriatrischen Hüftfrakturen ebenfalls keinen Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von chirurgischen Komplikationen nachweisen. Jedoch gab es Hinweise darauf, dass chirurgische Komplikationen am häufigsten bei Patienten auftraten, die innerhalb von sechs Stunden operiert wurden. [69] Auch in der Studie von Smektala et al. zeigte sich kein solcher Einfluss [73]. Jedoch kam es bei früh operierten Patienten häufiger zu postoperativen Blutungen und implantatbezogenen Komplikationen als bei Patienten, deren Versorgung zu einem späteren Zeitpunkt stattfand [73]. Die Daten von Smektala et al. eignen sich jedoch aufgrund der unterschiedlichen präoperativen Zeitintervalle (<12, 12-36, >36 Std) nur bedingt zum Vergleich.

Was sich in den Studien von Smektala et al. und Saul et al. schon andeutete, konnte in der Studie zu geriatrischen Schenkelhalsfrakturen von Müller-Mai et al. nachgewiesen werden. Müller-Mai et al. stellten in ihrer Studie zu geriatrischen Schenkelhalsfrakturen fest, dass das Risiko, chirurgische Komplikationen zu entwickeln, bei Patienten, die innerhalb des ersten Tages operiert wurden, 1,12-1,25-fach höher war, als bei den spät operierten Patienten. Darüber hinaus war das Risiko für Revisionen bei Patienten, die zwischen dem zweiten und fünften Tag operiert wurden, signifikant kleiner. [58]

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Müller-Mai et al., stellten Smektala et al. in ihrer Studie intra- und postoperative chirurgische Komplikationen signifikant häufiger bei Patienten fest, deren Versorgung nach 48 Std erfolgte ( $p < 0,001$ ) [74].

Die widersprüchlichen Ergebnisse der Studien geben Anreiz für die Durchführung gezielterer Studien mit dem Ziel den Einfluss des Versorgungszeitpunktes auf das Auftreten von chirurgischen Komplikationen nach operativer Versorgung geriatrischer Acetabulumfrakturen zu untersuchen.

### 5.4.3 Gap/Step

Bei 57 Patienten (54,3%) konnten die Werte für Gap und Step jeweils anhand der postoperativen CT-Bilder ausgemessen werden. Bei einem Teil des Kollektivs war eine Auswertung nicht möglich, da keine postoperativen CT-Aufnahmen vorhanden waren bzw. nicht sinnvoll, da die Patienten mittels Prothese versorgt wurden.

Die Werte für Gap und Step waren zwischen den Gruppen vergleichbar.

**Tabelle 9: Übersicht Gap/Step**

	Anzahl	Gap (in mm)	Step (in mm)
<b>Gruppe 1</b>	21	2,67	2,38
<b>Gruppe 2</b>	14	3	1,36
<b>Gruppe 3</b>	22	3,05	1,68
<b>Insgesamt</b>	57	2,89	1,86

Glogovac et al. konnten in ihrer Studie zu geriatrischen Acetabulumfrakturen ebenfalls keinen Einfluss des Operationszeitpunktes auf das Ergebnis der Rekonstruktion feststellen. Glogovac et al. untersuchten in ihrer Studie ein rein geriatrisches Kollektiv, von dem sich der überwiegende Anteil der Patienten die Fraktur im Rahmen eines Niedrigrasanztraumas zuzog. [30]

Jedoch gibt es auch Studien, die darauf hinweisen, dass eine frühzeitige operative Versorgung zu einer besseren Qualität der Rekonstruktion führt [13, 52].

In der Studie von Dailey et al. zeigte sich, dass bei Patienten, deren operative Versorgung frühzeitig erfolgte, bessere Repositionsergebnisse erzielt wurden als bei Patienten, die zu einem späteren Versorgungszeitpunkt operiert wurden. Die Ergebnisse von Dailey et al. sind jedoch nur bedingt mit den unseren vergleichbar, da das durchschnittliche Patientenalter 44 Jahre beträgt und es sich überwiegend um Hochrasanztraumata handelt. [13]

Des Weiteren stellten Dailey et al. fest, dass die Qualität der operativen Versorgung mit dem Alter der Patienten korreliert. Patienten mit anatomischer Rekonstruktion waren im Schnitt signifikant jünger als Patienten mit zufriedenstellendem oder unzureichendem Ergebnis [13]. Somit wäre das unterschiedliche Patientenalter eine Begründung für die abweichenden Ergebnisse der vorliegenden Studien.

### **5.5 Fazit und Ausblick:**

Gemäß der Leitlinie würde eine Beckenfraktur und damit eine Acetabulumfraktur im „window of opportunity“ (5.-10. Tag nach Trauma) operiert werden. Da sich geriatrische Acetabulumfrakturen von den „klassischen“ Beckenfrakturen durch den Unfallmechanismus unterscheiden und damit eher den proximalen Femurfrakturen (geriatrischer Patienten) ähneln, wollten wir in dieser Arbeit untersuchen, ob man sich bei der Behandlung geriatrischer Acetabulumfrakturen an den Leitlinien für proximale Femurfrakturen orientieren kann. Wir konnten zeigen, dass geriatrische Patienten mit Acetabulumfraktur ohne höhere Komplikationsrate frühzeitig nach Trauma operativ versorgt werden können.

Im Einklang mit den Leitlinien für die Behandlung hüftnaher Frakturen geriatrischer Patienten ist die frühzeitige operative Versorgung geriatrischer Acetabulumfrakturen empfehlenswert. Eine spätere Versorgung erhöht das Risiko für Komplikationen, die mit einer längeren Immobilisation assoziiert sind.

Neben dem Zeitpunkt der operativen Versorgung sollten ebenfalls Faktoren wie beispielsweise Allgemeinzustand und Komorbiditäten in die Entscheidungsfindung mit einbezogen werden, da diese gegebenenfalls eine Verzögerung des Operationszeitpunktes erforderlich machen können.

Die Limitierungen der vorliegenden Studie ergeben sich aus dem retrospektiven Design. So war es uns nicht möglich Daten zum funktionellen Outcome oder der Lebensqualität der Patienten nach Frakturversorgung im Rahmen eines Follow-up's zu erheben.

Die Gruppeneinteilung mit dem Ziel einer Vergleichbarkeit der Gruppen erfolgte mittels CCI. Möglicherweise könnte man die Vergleichbarkeit der Gruppen durch Hinzuziehen weiterer Scores oder Parameter verbessern und somit die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen. Geeignete Parameter wären z.B. Mobilität und Selbstständigkeit bzw. Pflegebedürftigkeit der Patienten vor OP oder eine womöglich bestehende Osteoporose.

Entsprechend des explorativen Charakters der Arbeit und der aufgrund der relativ kleinen Fallzahlen in den Gruppen ohnehin schon geringen Teststärke (Power) wurde auf eine Korrektur des Alphafehlerniveaus für multiples Testen verzichtet. Daher sind signifikante Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren.

Entsprechend der Limitierungen der vorliegenden Studie und der aktuellen Datenlage in der Literatur, erscheint es sinnvoll in zukünftigen prospektiven Studien folgende Aspekte zu berücksichtigen, die die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen können.

Hierzu zählen

- rein geriatrische Studienkollektive
- Beschränkung auf Frakturen, die im Rahmen eines niederenergetischen Traumas entstanden
- Gruppeneinteilung mit dem Ziel einer besseren Vergleichbarkeit
- Festlegung einheitlicher Bewertungskriterien für die verschiedenen perioperativen Komplikationen

Basierend auf unseren Ergebnissen und den Daten aus der Literatur zu geriatrischen Hüftfrakturen sollte das Delir als eigenständiger Parameter erhoben und untersucht werden.

## 6 Zusammenfassung

Die Inzidenz von Acetabulumfrakturen zeigt sich über die Jahre unverändert. Jedoch ist ein Anstieg des Anteils an geriatrischen Patienten mit Acetabulumfraktur um das 2,4-Fache festzustellen.

Der niederenergetische Unfallmechanismus, der zu Acetabulumfrakturen geriatrischer Patienten führt, unterscheidet sich maßgeblich vom Hochrasanztrauma, im Rahmen dessen sich junge Patienten meist eine solche Fraktur zuziehen.

Die Empfehlungen zur Behandlung von Beckenfrakturen beziehen sich auf die „klassischen“ Beckenfrakturen, die auf ein Hochrasanztrauma zurückzuführen sind. Als geeigneter Zeitpunkt für die operative Versorgung der Frakturen wird das „window of opportunity“ (5.-10. Tag nach Trauma) angegeben, da sich der Organismus zu diesem Zeitpunkt stabilisiert hat. Da der Unfallmechanismus geriatrischer Acetabulumfrakturen jedoch eher dem proximaler Femurfrakturen (geriatrischer Patienten) ähnelt, war es Ziel dieser Arbeit, zu untersuchen, ob man sich bei der Behandlung von geriatrischen Acetabulumfrakturen an den Leitlinien für proximale Femurfrakturen, die eine frühzeitige operative Frakturversorgung nach Trauma empfehlen, orientieren kann.

Im Zeitraum von 09/2019 bis 05/2020 erfolgte die Erhebung der Daten, anhand derer anschließend eine retrospektive statistische Untersuchung durchgeführt wurde. Es wurden nur Patienten in die Auswertung eingeschlossen, die sich ihre Fraktur im Rahmen eines Niedrigrasanztraumas zuzogen. Die Patienten wurden nach dem Operationszeitpunkt in drei miteinander vergleichbare Gruppen eingeteilt und hinsichtlich des klinischen Verlaufs und Mortalität untersucht.

Zweiundfünfzig (49,5%) der 105 Patienten waren weiblich, 53 (50,5%) waren männlich. Das Medianalter aller Patienten lag bei 83,06 Jahren.

Bei der Auswertung der Daten wurde ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der operativen Versorgung und dem Auftreten von HWI nachgewiesen. Es zeigte sich ein Anstieg der Inzidenz von HWI mit zunehmender Dauer zwischen Sturz und OP. Ebenfalls zeigte sich, dass Patienten, deren operative Versorgung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte, häufiger mittels Prothese versorgt wurden. Ferner war ein Unterschied in der Verweildauer auf der ITS im Verlauf (ungeplante Aufnahme auf ITS nach postoperativer Behandlung auf Normalstation) zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 festzustellen. Das Behandlungsintervall auf der ITS im Verlauf war bei Patienten der Gruppe 1 signifikant länger als bei Patienten der Gruppe 2.

Darüber hinaus konnte kein Einfluss des Operationszeitpunktes auf die stationäre Aufenthaltsdauer insgesamt und die Gesamtaufenthaltsdauer auf ITS und IMC, die



operative Behandlung, die perioperativen Komplikationen oder die Mortalität nachgewiesen werden.

In Hinblick auf die Fragestellung, ob man sich bei der Behandlung geriatrischer Acetabulumfrakturen an den Leitlinien für proximale Femurfrakturen (geriatrischer Patienten) orientieren kann, konnte gezeigt werden, dass geriatrische Patienten mit Acetabulumfraktur ohne höhere Komplikationsrate frühzeitig nach Trauma operativ versorgt werden können. Eine Versorgung zu einem späteren Zeitpunkt erhöht das Risiko für Komplikationen, die mit einer längeren Immobilisation assoziiert sind.

Im Einklang mit den Leitlinien für die Behandlung hüftnaher Frakturen geriatrischer Patienten ist die frühzeitige operative Versorgung geriatrischer Acetabulumfrakturen somit empfehlenswert.

## 7 Summary

The incidence of acetabular fractures has remained unchanged over the years. However, there has been a 2.4-fold increase in the proportion of geriatric patients with acetabular fracture.

The low-energy trauma mechanism leading to acetabular fractures in geriatric patients differs significantly from the high-energy trauma in which young patients usually sustain such a fracture.

The recommendations for the treatment of pelvic fractures refer to the "classic" pelvic fractures resulting from high-energy trauma. The „window of opportunity" (5th-10th day after trauma) is indicated as a suitable time for surgical treatment of the fractures, since the organism has stabilized at this time. However, since the trauma mechanism of geriatric acetabular fractures is more similar to that of proximal femoral fractures (in geriatric patients), the aim of this work was to investigate whether the treatment of geriatric acetabular fractures can be guided by the guidelines for proximal femoral fractures, which recommend early surgical fracture treatment after trauma.

Data collection took place from 09/2019 to 05/2020, which was then used to perform a retrospective statistical analysis. Only patients who sustained their fracture in the course of a low-energy trauma were included in the analysis. Patients were divided into three comparable groups according to the time of surgery and examined with respect to clinical course and mortality.

Fifty-two (49.5%) of the 105 patients were female, and 53 (50.5%) were male. The median age of all patients was 83.06 years.

Analysis of the data demonstrated an association between the timing of surgical care and the incidence of urinary tract infection. There was an increase in the incidence of urinary tract infection with increasing duration between fall and surgery. It was also found that patients whose surgical treatment was performed at a later time were more frequently treated by means of a prosthesis. In addition, there was a difference in the length of stay in the intensive care unit during the course (unplanned admission to intensive care unit after postoperative treatment in normal ward) between group 1 and group 2. The treatment interval in the intensive care unit during the course was significantly longer in patients of group 1 than in patients of group 2.

Furthermore, no influence of the time of surgery on the total length of stay and the length of stay in the intensive care unit and intermediate care unit, surgical treatment, perioperative complications, or mortality could be demonstrated.

With regard to the question of whether geriatric acetabular fractures can be treated according to the guidelines for proximal femoral fractures (in geriatric patients), it was shown that geriatric patients with acetabular fractures can be treated surgically early after trauma without a higher complication rate. Care at a later time increases the risk for complications associated with prolonged immobilization.

Thus, in accordance with the guidelines for the management of hip-related fractures in geriatric patients, early surgical treatment of geriatric acetabular fractures is recommended.

## 8 Literatur

1. Adolf S, Andruszkow J, Baecker H, Bail HJ, Betsch M, Biber R (2018) Hüfte. Expertise Orthopädie und Unfallchirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
2. Aigner R (2016) Alterstraumatologie, 1. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
3. 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(4):890–896. doi:10.1016/j.injury.2017.02.001
4. American Society of Anesthesiologist (2020) ASA Physical Status Classification System
5. 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(9):625–634. doi:10.1097/00005131-200310000-00005
6. Aumüller G (2007) Duale Reihe Anatomie. Duale Reihe. Thieme, Stuttgart
7. Berchtold R, Bruch H-P, Keller R (2008) Chirurgie. 335 Tabellen und 343 Praxisfragen ; [nach neuer AO ; plus DVD, 6. Aufl. Elsevier Urban & Fischer, München
8. Buller LT, Lawrie CM, Vilella FE (2015) A growing problem: acetabular fractures in the elderly and the combined hip procedure. *Orthop Clin North Am* 46(2):215–225. doi:10.1016/j.ocl.2014.11.009
9. Capone A, Peri M, Mastio M (2017) Surgical treatment of acetabular fractures in the elderly: a systematic review of the results. *EFORT Open Rev* 2(4):97–103. doi:10.1302/2058-5241.2.160036
10. Carmack DB, Moed Berton R., McCarroll K, Freccero D (2001) Accuracy of Detecting Screw Penetration of the Acetabulum with Intraoperative Fluoroscopy and Computed Tomography. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 83(9):1370–1375. doi:10.2106/00004623-200109000-00012
11. Chakravarty R, Toossi N, Katsman A, Cerynik DL, Harding SP, Johanson NA (2014) Percutaneous column fixation and total hip arthroplasty for the treatment of acute acetabular fracture in the elderly. *J Arthroplasty* 29(4):817–821. doi:10.1016/j.arth.2013.08.009
12. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR (1987) A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *Journal of Chronic Diseases* 40(5):373–383. doi:10.1016/0021-9681(87)90171-8

13. Dailey SK, Phillips CT, Radley JM, Archdeacon MT (2016) Achieving Anatomic Acetabular Fracture Reduction-When is the Best Time to Operate? *J Orthop Trauma* 30(8):426–431. doi:10.1097/BOT.0000000000000576
14. Devaney GL, Bulman J, King KL, Balogh ZJ (2020) Time to definitive fixation of pelvic and acetabular fractures. *J Trauma Acute Care Surg* 89(4):730–735. doi:10.1097/TA.0000000000002860
15. Dresing K (2015) Leitlinie - Pertrochantäre Oberschenkelfraktur (ICD-10 S72.10). Registernummer 012-002
16. Dyskin E, Hill BW, Torchia MT, Cole PA (2019) A Survey of High- and Low-Energy Acetabular Fractures in Elderly Patients. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 10:2151459319870426. doi:10.1177/2151459319870426
17. Egol KA, Strauss EJ (2009) Perioperative considerations in geriatric patients with hip fracture: what is the evidence? *J Orthop Trauma* 23(6):386–394. doi:10.1097/BOT.0b013e3181761502
18. Eiskjaer S, Ostgård SE (1991) Risk factors influencing mortality after bipolar hemiarthroplasty in the treatment of fracture of the femoral neck. *Clin Orthop Relat Res* (270):295–300
19. Felix Bonnaire AW (2014) Leitlinie - Schenkelhalsfraktur des Erwachsenen. Registernummer 012 - 001
20. 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. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 92(2):250–257. doi:10.1302/0301-620X.92B2.22488
21. Firoozabadi R, Cross WW, Krieg JC, Routt MLC (2017) Acetabular Fractures in the Senior Population- Epidemiology, Mortality and Treatments. *Arch Bone Jt Surg* 5(2):96–102
22. Fisher RA (1922) On the Interpretation of  $\chi^2$  from Contingency Tables, and the Calculation of P. *Journal of the Royal Statistical Society*, 85(1), 87. *Journal of the Royal Statistical Society* 85(1):87. doi:10.2307/2340521
23. Forsh DA, Ferguson TA (2012) Contemporary management of femoral neck fractures: the young and the old. *Curr Rev Musculoskelet Med* 5(3):214–221. doi:10.1007/s12178-012-9127-x
24. Gänsslen A, Müller M, Nerlich M (Hrsg) (2016) Azetabulumfrakturen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
25. Gary JL, VanHal M, Gibbons SD, Reinert CM, Starr AJ (2012) Functional outcomes in elderly patients with acetabular fractures treated with minimally invasive reduction

- and percutaneous fixation. *Journal of orthopaedic trauma* 26(5):278–283. doi:10.1097/BOT.0b013e31823836d2
26. Gary JL, Paryavi E, Gibbons SD, Weaver MJ, Morgan JH, Ryan SP, Starr AJ, O'Toole RV (2015) Effect of surgical treatment on mortality after acetabular fracture in the elderly: a multicenter study of 454 patients. *Journal of orthopaedic trauma* 29(4):202–208. doi:10.1097/BOT.0000000000000223
  27. Gdalevich M, Cohen D, Yosef D, Tauber C (2004) Morbidity and mortality after hip fracture: the impact of operative delay. *Arch Orthop Trauma Surg* 124(5):334–340. doi:10.1007/s00402-004-0662-9
  28. Giannoudis PV, Tzioupis CC, Pape H-C, Roberts CS (2007) Percutaneous fixation of the pelvic ring: an update. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 89(2):145–154. doi:10.1302/0301-620X.89B2.18551
  29. Giannoudis PV, Giannoudi M, Stavlas P (2009) Damage control orthopaedics: lessons learned. *Injury* 40 Suppl 4:S47-52. doi:10.1016/j.injury.2009.10.036
  30. Glogovac G, Le TT, Archdeacon MT (2020) Time to Surgery and Patient Mortality in Geriatric Acetabular Fractures. *J Orthop Trauma* 34(6):310–315. doi:10.1097/BOT.0000000000001717
  31. Gruber-Baldini AL, Zimmerman S, Morrison RS, Grattan LM, Hebel JR, Dolan MM, Hawkes W, Magaziner J (2003) Cognitive impairment in hip fracture patients: timing of detection and longitudinal follow-up. *J Am Geriatr Soc* 51(9):1227–1236. doi:10.1046/j.1532-5415.2003.51406.x
  32. Guerado E, Cano JR, Cruz E (2012) Fractures of the acetabulum in elderly patients: An update. *Injury* 43:S33-S41. doi:10.1016/S0020-1383(13)70177-3
  33. Harper CM, Lyles YM (1988) Physiology and complications of bed rest. *J Am Geriatr Soc* 36(11):1047–1054. doi:10.1111/j.1532-5415.1988.tb04375.x
  34. Harrison A, Ordas-Bayon A, Chimutengwende-Gordon M, Fortune M, Chou D, Hull P, Carrothers A, Rawal J (2021) Factors associated with mortality in older patients sustaining pelvic or acetabular fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. doi:10.1007/s00402-021-03873-5
  35. Helfet DL, Borrelli J, DiPasquale T, Sanders R (1992) Stabilization of acetabular fractures in elderly patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 74(5):753–765
  36. Hessmann MH, Nijs S, Rommens PM (2002) Acetabulumfrakturen im Alter Ergebnisse eines differenzierten Behandlungskonzeptes. *Der Unfallchirurg* 105(10):893–900. doi:10.1007/s00113-002-0437-0
  37. Hommel A, Ulander K, Bjorkelund KB, Norrman P-O, Wingstrand H, Thorngren K-G (2008) Influence of optimised treatment of people with hip fracture on time to

- operation, length of hospital stay, reoperations and mortality within 1 year. *Injury* 39(10):1164–1174. doi:10.1016/j.injury.2008.01.048
38. Joseph Borrelli Jr, William M Ricci, Karen Steger-May, William G Totty, Charles Goldfarb (2005) Postoperative radiographic assessment of acetabular fractures: a comparison of plain radiographs and CT scans. *J Orthop Trauma* (19):299–304. doi:10.1097/01.bot.0000157910.38315.0d
  39. Katsoulis E, Giannoudis PV (2006) Impact of timing of pelvic fixation on functional outcome. *Injury* 37(12):1133–1142. doi:10.1016/j.injury.2006.07.017
  40. Kenzora JE, McCarthy RE, Lowell JD, Sledge CB (1984) Hip fracture mortality. Relation to age, treatment, preoperative illness, time of surgery, and complications. *Clin Orthop Relat Res* (186):45–56
  41. Khoshbin A, Atrey A, Chaudhry H, Nowak L, Melo LT, Stavrakis A, Schemitsch EH, Nauth A (2020) Mortality Rate of Geriatric Acetabular Fractures Is High Compared With Hip Fractures. A Matched Cohort Study. *J Orthop Trauma* 34(8):424–428. doi:10.1097/BOT.0000000000001758
  42. Kim JW, Herbert B, Hao J, Min W, Ziran BH, Mauffrey C (2015) Acetabular fractures in elderly patients: a comparative study of low-energy versus high-energy injuries. *Int Orthop* 39(6):1175–1179. doi:10.1007/s00264-015-2711-0
  43. Klopfer T, Hemmann P, Ziegler P, Stöckle U, Bahrs C (2017) Proximale Femurfraktur und Insuffizienzfrakturen im Alter. *Trauma Berufskrankh* 19(S1):27–36. doi:10.1007/s10039-016-0203-0
  44. Kostuj T, Smektala R, Schulze-Raestrup U, Müller-Mai C (2013) Einfluss des Operationszeitpunkts und -verfahrens auf Mortalität und Frühkomplikationen der Schenkelhalsfraktur : Eine Analyse von 22.566 Fällen der verpflichtenden externen Qualitätssicherung. *Der Unfallchirurg* 116(2):131–137. doi:10.1007/s00113-011-2071-1
  45. Laird A, Keating JF (2005) Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 87(7):969–973. doi:10.1302/0301-620X.87B7.16017
  46. Letournel É, Judet R, Elson R (Hrsg) (1993) *Fractures of the acetabulum*, 2. Aufl. Springer, Berlin
  47. Letournel E (2019) Acetabulum Fractures: Classification and Management. *Journal of orthopaedic trauma* 33 Suppl 2:S1-S2. doi:10.1097/BOT.0000000000001424
  48. Lundström M, Edlund A, Bucht G, Karlsson S, Gustafson Y (2003) Dementia after delirium in patients with femoral neck fractures. *J Am Geriatr Soc* 51(7):1002–1006. doi:10.1046/j.1365-2389.2003.51315.x

49. Lüring C, Tingart M (Hrsg) (2015) Operative Zugangswege in Orthopädie und Unfallchirurgie. Springer-Verlag, s.l.
50. Marcantonio ER, Flacker JM, Michaels M, Resnick NM (2000) Delirium is independently associated with poor functional recovery after hip fracture. *J Am Geriatr Soc* 48(6):618–624. doi:10.1111/j.1532-5415.2000.tb04718.x
51. Marcantonio ER, Flacker JM, Wright RJ, Resnick NM (2001) Reducing delirium after hip fracture: a randomized trial. *J Am Geriatr Soc* 49(5):516–522. doi:10.1046/j.1532-5415.2001.49108.x
52. Matta JM (1996) Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 78(11):1632–1645
53. Matta JM, Anderson LM, Epstein HC, Hendricks P (1986) Fractures of the acetabulum. A retrospective analysis. *Clin Orthop Relat Res* (205):230–240
54. Mears DC (1999) Surgical treatment of acetabular fractures in elderly patients with osteoporotic bone. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 7(2):128–141. doi:10.5435/00124635-199903000-00006
55. Moed BR, Carr SEW, Gruson KI, Watson JT, Craig JG (2003) Computed Tomographic Assessment Of Fractures Of The Posterior Wall Of The Acetabulum After Operative Treatment. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 85(3):512–522. doi:10.2106/00004623-200303000-00018
56. Moore DS, Notz WI, Fligner MA (2015) *The basic practice of statistics*. W.H. Freeman and Company, New York
57. Morrissey N, Iliopoulos E, Osmani AW, Newman K (2017) Neck of femur fractures in the elderly: Does every hour to surgery count? *Injury* 48(6):1155–1158. doi:10.1016/j.injury.2017.03.007
58. Müller-Mai C, Schulze-Raestrup U, Ekkernkamp A, Smektala R (2006) Frühkomplikationen nach Versorgung der Schenkelhalsfraktur. Einfluss des Operationszeitpunktes -- Analyse von 30.254 Fällen der externen Qualitätssicherung in Westfalen-Lippe. *Chirurg* 77(1):61–69. doi:10.1007/s00104-005-1079-x
59. National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance, Emily Haesler, Cambridge Media: Osborne Park, Australia (2014) *Prävention und Behandlung von Dekubitus: Kurzfassung der Leitlinie*
60. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P (2017) *Orthopädie und Unfallchirurgie, 8. Aufl. Duale Reihe*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, Delhi



61. Novack V, Jotkowitz A, Etzion O, Porath A (2007) Does delay in surgery after hip fracture lead to worse outcomes? A multicenter survey. *Int J Qual Health Care* 19(3):170–176. doi:10.1093/intqhc/mzm003
62. 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(8):839–851. doi:10.1016/j.injury.2010.04.010
63. Pagenkopf E, Grose A, Partal G, Helfet DL (2006) Acetabular fractures in the elderly: treatment recommendations. *HSS J* 2(2):161–171. doi:10.1007/s11420-006-9010-7
64. Roche JJW, Wenn RT, Sahota O, Moran CG (2005) Effect of comorbidities and postoperative complications on mortality after hip fracture in elderly people: prospective observational cohort study. *BMJ* 331(7529):1374. doi:10.1136/bmj.38643.663843.55
65. Ruchholtz S, Taeger G, Zettl R (2013) Der Zwei-Inzisions-Zugang in der Versorgung von Acetabulumfrakturen. *Der Unfallchirurg* 116(3):277–282. doi:10.1007/s00113-013-2394-1
66. Ruchholtz S, Wirtz DC, Berdel P (2019) Orthopädie und Unfallchirurgie essentials. Intensivkurs zur Weiterbildung, 3. Aufl. essentials: Intensivkurs zur Weiterbildung
67. Rundshagen I (2015) Anästhesiologische Strategien bei Hochbetagten. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 53:534–545
68. Sanders MB, Starr AJ, Reinert CM, Ortega G (2006) Percutaneous screw fixation of acetabular fractures in elderly patients. *Current Opinion in Orthopaedics* 17(1):17–24. doi:10.1097/01.bco.0000192520.48411.fa
69. Saul D, Riekenberg J, Ammon JC, Hoffmann DB, Sehmisch S (2019) Hip Fractures: Therapy, Timing, and Complication Spectrum. *Orthop Surg* 11(6):994–1002. doi:10.1111/os.12524
70. Shahulhameed A, Roberts CS, Pomeroy CL, Acland RD, Giannoudis PV (2010) Mapping the columns of the acetabulum--implications for percutaneous fixation. *Injury* 41(4):339–342. doi:10.1016/j.injury.2009.08.004
71. Shiga T, Wajima Z'i, Ohe Y (2008) Is operative delay associated with increased mortality of hip fracture patients? Systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Can J Anaesth* 55(3):146–154. doi:10.1007/BF03016088
72. Smektala R, Grams A, Pientka L, Raestrup US (2008) Originalarbeit - Leitlinie oder Landrecht bei der Versorgung der Schenkelhalsfraktur? Eine Analyse der Versorgungssituation in Nordrhein-Westfalen. *Deutsches Ärzteblatt* 105(16):295–302

73. Smektala R, Endres HG, Dasch B, Maier C, Trampisch HJ, Bonnaire F, Pientka L (2008) The effect of time-to-surgery on outcome in elderly patients with proximal femoral fractures. *BMC Musculoskelet Disord* 9:171. doi:10.1186/1471-2474-9-171
74. Smektala R, Hahn S, Schröder P, Bonnaire F, Schulze Raestrup U, Siebert H, Fischer B, Boy O (2010) Mediale Schenkelhalsfraktur: Einfluss des Versorgungszeitpunkts auf die Ergebnisqualität. Ergebnisse der Daten der externen stationären Qualitätssicherung im Rahmen sekundärer Datennutzung. *Der Unfallchirurg* 113(4):287–292. doi:10.1007/s00113-009-1674-2
75. Smith TO, Cooper A, Peryer G, Griffiths R, Fox C, Cross J (2017) Factors predicting incidence of post-operative delirium in older people following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Geriatr Psychiatry* 32(4):386–396. doi:10.1002/gps.4655
76. Stappaerts KH, Deldycke J, Broos PL, Staes FF, Rommens PM, Claes P (1995) Treatment of unstable peritrochanteric fractures in elderly patients with a compression hip screw or with the Vandeputte (VDP) endoprosthesis: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma* 9(4):292–297. doi:10.1097/00005131-199509040-00004
77. Teasell R, Dittmer DK (1993) Complications of immobilization and bed rest. Part 2: Other complications. *Can Fam Physician* 39:1440-2, 1445-6
78. Tscherne H, Baumgaertel F (Hrsg) (1998) Becken und Acetabulum. Mit 30 Tabellen. Tscherne Unfallchirurgie, in 12 Bänden / Harald Tscherne, Hrsg. Springer, Berlin
79. Weigel B, Nerlich M (2007) Praxisbuch Unfallchirurgie (German Edition). Springer, Dordrecht
80. Weller I, Wai EK, Jaglal S, Kreder HJ (2005) The effect of hospital type and surgical delay on mortality after surgery for hip fracture. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 87(3):361–366. doi:10.1302/0301-620x.87b3.15300
81. Wirth CJ, Mutschler W-E, Kohn D, Pohlemann T (2014) Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie, 3. Aufl. Georg Thieme Verlag KG, s.l.
82. Yang Y, Zhao X, Dong T, Yang Z, Zhang Q, Zhang Y (2017) Risk factors for postoperative delirium following hip fracture repair in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin Exp Res* 29(2):115–126. doi:10.1007/s40520-016-0541-6
83. Zuckerman JD, Skovron ML, Koval KJ, Aharonoff G, Frankel VH (1995) Postoperative complications and mortality associated with operative delay in older patients who have a fracture of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* 77(10):1551–1556. doi:10.2106/00004623-199510000-00010

## 9 Anhang

## 9.1 Verwendete Scores

Tabelle 10: CCI – Wertung der Nebenerkrankungen, die zum Index-Wert beitragen

Bewertung	Erkrankung
1	Myokardinfarkt Herzinsuffizienz Periphere arterielle Verschlusskrankheit Zerebrovaskuläre Erkrankung Demenz Chronische Lungenerkrankung Kollagenose Ulkuskrankheit Leichte Lebererkrankung Diabetes mellitus (ohne Endorganschäden)
2	Hemiplegie Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung Diabetes mellitus mit Endorganschäden Tumorerkrankung Leukämie Lymphom
3	Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung
6	Metastasierter Tumor AIDS

Tabelle 11: CCI – 1-Jahres-Mortalität nach Index-Wert

Index-Wert	1-Jahres-Mortalität
0	12%
1-2	26%
3-4	52%
≥ 5	85%

## 9.2 Wertetabellen

Tabelle 12: Werte Gesamtaufenthaltsdauer

Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)		Gesamtaufenthaltsdauer
0-2	N	31
	Mittelwert	18,39
	Std.-Abweichung	8,785
	Median	19
	Minimum	4
	Maximum	49
	Perzentile	25
75		22
3-4	N	23
	Mittelwert	18,09
	Std.-Abweichung	8,479
	Median	16
	Minimum	8
	Maximum	50
	Perzentile	25
75		19
>4	N	51
	Mittelwert	20,55
	Std.-Abweichung	14,359
	Median	17
	Minimum	4
	Maximum	98
	Perzentile	25
75		23
Insgesamt	N	105
	Mittelwert	19,37
	Std.-Abweichung	11,744
	Median	17
	Minimum	4
	Maximum	98

**Tabelle 13: Werte Aufenthaltsdauer ITS**

Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)		Aufenthalt ITS präop (Tage)	Aufenthalt ITS postop (Tage)	Aufenthalt ITS im Verlauf (Tage)	Aufenthalt ITS insgesamt (Tage)
<b>0-2</b>	N	31	31	31	31
	Mittelwert	0,35	2,35	2,06	4,77
	Std.-Abweichung	0,798	3,895	5,916	7,334
	Median	0,00	1,00	0,00	2,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	3	21	30	34
	Perzentile	25	0,00	1,00	0,00
	75	0,00	2,00	2,00	5,00
<b>3-4</b>	N	23	23	23	23
	Mittelwert	0,30	2,83	0,00	3,13
	Std.-Abweichung	0,876	4,997	0,000	5,181
	Median	0,00	1,00	0,00	1,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	3	23	0	24
	Perzentile	25	0,00	1,00	0,00
	75	0,00	2,00	0,00	4,00
<b>&gt;4</b>	N	51	51	51	51
	Mittelwert	0,80	3,43	0,39	4,63
	Std.-Abweichung	1,970	10,763	1,133	11,517
	Median	0,00	1,00	0,00	2,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	9	76	5	80
	Perzentile	25	0,00	1,00	0,00
	75	0,00	2,00	0,00	5,00

**Tabelle 14: Werte Aufenthaltsdauer IMC**

Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)		Aufenthalt IMC präop (Tage)	Aufenthalt IMC postop (Tage)	Aufenthalt IMC im Verlauf (Tage)	Aufenthalt IMC insgesamt (Tage)
<b>0-2</b>	N	31	31	31	31
	Mittelwert	0,03	0,84	1,19	2,06
	Std.-Abweichung	0,180	1,715	5,082	5,304
	Median	0,00	0,00	0,00	0,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	1	8	28	28
	Perzentile	25	0,00	0,00	0,00
	75	0,00	1,00	0,00	3,00
<b>3-4</b>	N	23	23	23	23
	Mittelwert	0,04	0,61	0,30	0,96
	Std.-Abweichung	0,209	1,616	1,460	2,078
	Median	0,00	0,00	0,00	0,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	1	5	7	7
	Perzentile	25	0,00	0,00	0,00
	75	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>&gt;4</b>	N	51	51	51	51
	Mittelwert	0,06	0,78	0,69	1,53
	Std.-Abweichung	0,420	1,701	2,149	2,648
	Median	0,00	0,00	0,00	0,00
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	3	7	11	11
	Perzentile	25	0,00	0,00	0,00
	75	0,00	0,00	0,00	3,00

**Tabelle 15: Werte Parameter: Schnitt-Naht-Zeit, Blutverlust, EK-Gabe**

Dauer zwischen Sturz und OP (in Tagen)		Schnitt-Naht-Zeit OP (min)	Blutverlust Intra-operativ (ml)	EK-Gabe intra-operativ	EK-Gabe 24h post-operativ	EK-Gabe insgesamt
<b>0-2</b>	N	31	20	29	28	29
	Mittelwert	111,16	905,00	0,90	1,00	3,76
	Std.-Abweichung	29,362	776,277	1,345	2,211	4,172
	Median	110,00	600,00	0,00	0,00	3,00
	Minimum	70	100	0	0	0
	Maximum	194	3000	4	11	15
	Perzentile	25	90,00	325,00	0,00	0,00
	75	126,00	1425,00	2,00	1,75	6,50
<b>3-4</b>	N	23	12	21	21	21
	Mittelwert	94,35	712,50	0,95	0,67	2,81
	Std.-Abweichung	35,404	624,545	1,884	1,653	3,803
	Median	91,00	550,00	0,00	0,00	2,00
	Minimum	20	150	0	0	0
	Maximum	194	2500	8	6	16
	Perzentile	25	68,00	300,00	0,00	0,00
	75	108,00	925,00	2,00	0,50	4,50
<b>&gt;4</b>	N	50	27	44	44	47
	Mittelwert	102,82	597,30	0,93	0,70	3,04
	Std.-Abweichung	34,598	417,990	1,835	0,954	3,210
	Median	95,00	500,00	0,00	0,00	2,00
	Minimum	50	100	0	0	0
	Maximum	205	1600	10	3	14
	Perzentile	25	80,00	300,00	0,00	0,00
	75	116,25	800,00	1,75	2,00	5,00



### **9.3 Verzeichnis der akademischen Lehrer/-innen**

Meine akademischen Lehrenden in Marburg waren:

Dr. Jürgen Adamkiewicz

Prof. Dr. Detlef Bartsch

Prof. Dr. Stephan Bauer

Prof. Dr. Uta-Maria Bauer

Prof. Dr. Erika Baum

Prof. Dr. Annette Becker

Prof. Dr. Katja Becker

Prof. Dr. Stefan Becker

Prof. Dr. Michael Bette

Prof. Dr. Sven Bogdan

Dr. Kathrin Bolte

Dr. Gabriel Bonaterra

PD Dr. Alexander Breder

Prof. Dr. Alexander Brehm

Dr. Detlev Buttgerit

Prof. Dr. Yalcin Cetin

Prof. Dr. Ho-Ryun Chung

Dr. Christian Cramer

Prof. Dr. Frank Czubayko

Prof. Dr. Niels Decher

Prof. Dr. Carsten Denkert

Prof. Dr. Ulrike Denzer

Dr. Dimitar Divchev

Dr. Simon Duckheim

Dr. Beate Feuser

Prof. Dr. Carsten Eggers  
PD Dr. Barbara Fritz  
Prof. Dr. Susanne Fuchs-Winkelmann  
Prof. Dr. Christian Görg  
Prof. Dr. Thomas Mathias Gress  
Prof. Dr. Ivica Grgic  
Prof. Dr. Robert Grosse  
Dr. Kornelia Grundmann  
Prof. Dr. Max Geraedts  
Prof. Dr. Frank Günther  
PD Dr. Christian Haas  
Prof. Dr. Axel Hegele  
Prof. Dr. Michael Hertl  
Prof. Dr. Wulf Hildebrandt  
Prof. Dr. Uwe Homberg  
Prof. Dr. Joachim Hoyer  
Prof. Dr. Peter Herbert Kann  
Prof. Dr. Ralf Kinscherf  
Prof. Dr. Thilo Kircher  
Prof. Dr. Klaus-Jochen Klose  
Dr. Siegmund Köhler  
Dr. Beate Kolb-Niemann  
Prof. Dr. Johannes Kruse  
Prof. Dr. Roland Lill  
Prof. Dr. Michael Lohoff  
Prof. Dr. Andreas Mahnken

Prof. Dr. Rolf Felix Maier  
Dr. Marc Mathys  
Prof. Dr. Roland Moll  
Prof. Dr. Rolf Müller  
Prof. Dr. Andreas Neubauer  
Prof. Dr. Bernhard Neumüller  
Prof. Dr. Dominik Oliver  
Dr. Egbert Opitz  
Prof. Dr. Axel Pagenstecher  
Dr. David Pedrosa  
Prof. Dr. Christian Dominik Peterlein  
Prof. Dr. Wolfgang Pfützner  
Prof. Dr. Timothy David Plant  
PD Dr. Regina Preisig-Müller  
Dr. Thomas Pressel  
Prof. Dr. Ardawan Julia Rastan  
Prof. Dr. Jens-Peter Reese  
PD Dr. Katrin Reimann  
Dr. Vijay Renigunta  
Prof. Dr. Renz  
Dr. Birgit Rost  
Dr. Hans Onno Röttgers  
Prof. Dr. Steffen Ruchholtz  
Prof. Dr. Marco Rust  
Prof. Dr. Irmtraut Sahmland  
Prof. Dr. Schachtner

Prof. Dr. Bernhard Schieffer  
Prof. Dr. Gerhard Schratt  
Dr. Ulrike Schötz  
Prof. Dr. Stephan Schulze  
Prof. Dr. Johannes Schumacher  
Prof. Dr. Burkhard Schütz  
Prof. Dr. Boris Stuck  
Dr. Jörg Schwab  
PD Dr. Carola Seifart  
Prof. Dr. Walter Sekundo  
Dr. Stefan Steidl  
Prof. Dr. Birte Steiniger  
Dr. Axel Schunk  
Prof. Dr. Guntram Suske  
Prof. Dr. Kati Thieme  
Prof. Dr. Lars Timmermann  
Prof. Dr. Claus Franz Vogelmeier  
Prof. Dr. Sebastian Vogt  
Prof. Dr. Uwe Wagner  
Prof. Dr. Eberhard Weihe  
PD Dr. Reiner Westermann  
Prof. Dr. Beate Wilhelm  
Dr. Verena Wilhelmi  
Dr. Christian Wrocklage  
Prof. Dr. Hinnerk Wulf  
Dr. Philipp Yu

#### **9.4 Danksagung**

Mein Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Michael Frink für die Überlassung des Themas und die stets gute Betreuung während der Anfertigung der Arbeit.

Auch möchte ich mich für die gute Betreuung und Unterstützung bei meinem Betreuer Friedrich-Wilhelm Brandt bedanken.

Für die Beratung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung danke ich Herrn Johannes Herrmann.

Danken möchte ich außerdem meinen Mitstudentinnen Julia und Jessica Serina, die mehrere Versionen meiner Arbeit Korrektur gelesen haben, mich immer wieder motiviert und mich in meinem Vorhaben bestärkt haben.

Vielen Dank an meine Schwester, die mich bei der Bearbeitung der Abbildungen mit ihren außerordentlichen EDV-Kenntnissen unterstützt hat.

Ein großer Dank gilt natürlich auch meinen Eltern, die mich seit Beginn des Studiums zu jeder Zeit sowohl moralisch als auch finanziell unterstützt haben.