

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

**„Alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug
auf Therapie und Outcome bei Beckenringfrakturen“**

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

2023

vorgelegt von:
Dominic Ditsch
geb. am: 10.09.1992 in Mannheim

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung / Summary	1
1.1 Zusammenfassung	1
1.2 Summary	3
2 Einleitung	4
2.1 Beckenregister der Arbeitsgemeinschaft Becken der Deutschen-Gesellschaft für Unfallchirurgie	7
2.2 Anatomie des Beckens	8
2.2.1 Knöcherne Anatomie des Beckens	8
2.2.2 Bandapparat des Beckens	9
2.2.3 Muskulatur des Beckenringes	10
2.2.4 Gefäße und Nerven des Beckens	11
2.3 Einteilung und Klassifikation der Beckenringfrakturen	12
2.3.1 Typ-A Frakturen	14
2.3.2 Typ-B Frakturen	15
2.3.3 Typ-C Frakturen	16
2.3.4 Beckenringfrakturen im Kindesalter	18
2.4 Diagnostik	18
2.4.1 Apparative Diagnostik	19
2.4.2 Der „Injury Severity Score“ (ISS)	21
2.5 Therapie von Beckenringfrakturen	22
2.5.1 Allgemeine Akutmaßnahmen und Schockraum-Algorithmus	22
2.5.2 Konservative Therapie	25
2.5.3 Angioembolisation	25
2.5.4 Supraacetabulärer Fixateur externe	25
2.5.5 Beckenzwinge	27
2.5.6 Schrauben und Plattenosteosynthese	28
3 Material, Patienten und Methodik	31
3.1 Studiendesign und Zusammensetzung des Patientenkollektiv	31
3.2 Bearbeitung der Daten	31
3.3 Auswertung der Daten	32
4 Ergebnisse	34
4.1 Gesamter Beobachtungszeitraum (1991-2013)	34
4.2 Zeitraum t1 (1991-1993)	35
4.2.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t1	35
4.2.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen	35

4.3 Beobachtungszeitraum t2-t4 (1997-2013)	37
4.3.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t2-t4	37
4.3.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen	42
4.4 Zeitraum t2 (1997-2000)	44
4.4.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t2	44
4.4.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen	49
4.5 Zeitraum t3 (2001-2008)	51
4.5.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t3	51
4.5.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen	56
4.6 Zeitraum t4 (2009-2013)	58
4.6.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t4	58
4.6.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen	63
5 Diskussion	68
6 Schlussfolgerung	75
7 Literaturverzeichnis	76
8 Abbildungsverzeichnis	82
9 Danksagung	84
10 Lebenslauf	85

1 Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung

Hintergrund: Frakturen des Beckens sind seltene, jedoch schwerwiegende Verletzungen. Bei jungen Patienten entstehen diese in aller Regel im Rahmen von hochenergetischen Traumata und sind in einer Vielzahl mit weiteren schweren Verletzungen vergesellschaftet. Durch fortwährende Anstrengungen in der Verkehrssicherheit und Unfallverhütung ist die Anzahl und Letalität von schweren Unfällen über die letzten Jahre gesunken. Auch die Verletzungsmuster und das Outcome nach Beckenverletzungen haben sich hierbei stark verändert. Ziel der vorliegenden Dissertation ist es, Zusammenhänge zwischen Alter (<60 Jahren), Geschlecht, Therapie, Frakturentität und Krankenhausverweildauer hinsichtlich des Outcome (Überleben) bei Beckenringfrakturen über die letzten 22 Jahre zu erfassen.

Material, Patienten und Methodik: Hierzu wurden die Daten aus dem Beckenregister der „Arbeitsgemeinschaft Becken der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)“ analysiert. Die erfassten Daten wurden prospektiv und multizentrisch über einen Zeitraum von 22 Jahren erhoben. Der Gesamtzeitraum wurde in vier Untergruppen unterteilt, wobei die Zeitgruppe t1 den Zeitraum von 1991-1993, die Zeitgruppe t2 1997-2000, die Zeitgruppe t3 2001-2008 und die Zeitgruppe t4 den Zeitraum 2009-2013 umfassen.

Es wurden 4755 Patientendaten erfasst und analysiert. Eingeschlossen wurden Patienten <60 Jahren mit einer Beckenringfraktur ohne gleichzeitige Acetabulumfraktur, die im Beckenregister der DGU im Zeitraum von 1991 bis 2013 eingeschlossen wurden.

Ergebnisse: Über den Beobachtungszeitraum ließ sich eine signifikante Abnahme der relativen Anzahl von Typ A-Frakturen von 41,7% auf 29,9% beobachten, während die relative Anzahl von Typ B-Frakturen (von 31,5% auf 39,9%) und von Typ C-Frakturen (von 26,7% auf 30,2%) anstieg. Die durchschnittliche Mortalität nahm von 7,7% auf 4,3% ab, während der mediane Injury Severity Score (ISS) von 13 auf zeitweise 18 (in t3) anstieg.

Das Verhältnis zwischen Männern und Frauen betrug ca. 60% zu 40% und blieb über den Beobachtungszeitraum konstant. Während das Geschlecht, der Frakturtyp, die Krankenhausverweildauer und die Wahl der Therapieform (operativ vs. konservativ) einen signifikanten Einfluss auf das Outcome zeigten, zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter (0-60) und Outcome.

Schlussfolgerung: Die Mortalität von Patienten nach Beckenringfrakturen ist über die letzten 22 Jahre signifikant gesunken, während die relative Anzahl an B- und C-Frakturen

zugenommen hat. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Frakturgrad und Mortalität, Geschlecht und Mortalität, Therapieverfahren und Mortalität sowie Krankenhausverweildauer und Mortalität. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und Mortalität. Über den beobachteten Zeitraum von 22 Jahren stellten wir eine Gender Bias zu Ungunsten des weiblichen Geschlechtes fest.

1.2 Summary

Background: Pelvic ring fractures are rare but severe injuries. In younger patients they typically occur due to high energy traumata and are associated with other severe injuries example given a polytrauma. Due to an improvement in traffic safety and accident prevention, the number of severe traumata and death decreased during the last years. In addition the injury pattern and outcome of pelvic ring fractures has substantially changed. The aim of the following thesis is to analyze the correlation between age (<60), sex, therapy, type of pelvic ring fracture and duration of hospital stay with regard to outcome (survival) of pelvic ring fractures in the period from 1991 to 2013.

Material, Patients and Methods: Hence we retrospectively analyzed the data of the „German Pelvic Trauma Registry“ of the „Arbeitsgemeinschaft Becken der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)“.

The data was collected prospectively and multicentric over a period of 22 years. The observation period was separated in four subgroups according to changes in the registry. Subgroup t1 ranged from 1991-1993, subgroup t2 reached from 1997-2000, subgroup t3 covered the years 2001-2008 and subgroup t4 ranged from 2009-2013.

Results: The data of 4755 patients was collected and analyzed. We included patients aged <60 with a pelvic ring fracture who were registered in the „German Pelvic Trauma Registry“ of the „DGU“ from 1991 to 2013. Patients with a concomittant fracture of the acetabulum were excluded.

During the observation period we found a significant decrease in the proportion of type A pelvic ring fractures from 41,7% to 29,9% while the proportion of type B (from 31,5% to 39,9%) and C (from 26,7% to 30,2%) fractures increased during the observation period. The mortality decreased from 7,7% to 4,3% while the mean Injury Severity Score (ISS) increased from 13 to 18 (in subgroup t3).

The ratio between male and female was 60% to 40% in all subgroups.

While sex, type of fracture, length of hospital stay and therapy (operative vs conservative) was clearly related to the outcome, there was no relation between age (0-60) and outcome.

Conclusion: The mortality of patients after pelvic ring fractures decreased significantly within the last 22 years, while the relative numbers of type B- and C-fractures increased. There is a significant correlation between type of pelvic ring fracture and mortality, sex and mortality, therapy and mortality and duration of hospital stay and mortality. There is no significant correlation between age and mortality. Within the last 22 years we recorded a gender bias against the female gender.

2 Einleitung

Beckenfrakturen stellen mit einem Anteil von 0,3%-8% aller Frakturen eine eher seltene Frakturart dar (1–3). Sie entstehen zumeist durch äußere, direkte Gewalteinwirkung (2), in ca. 20-30% im Rahmen eines Polytraumas (1,4). Während Beckenfrakturen bei jüngeren Patienten in der Regel häufig durch eine große äußere Gewalteinwirkung im Sinne eines Hochenergietraumas auftreten, entstehen die allermeisten Beckenfrakturen im Alter durch geringere Gewalteinwirkungen, sogenannte Niedrigenergietraumata (3). Als Polytrauma wird eine gleichzeitig entstandene Verletzung mehrerer Körperregionen bzw. Organsysteme verstanden, wobei mindestens eine oder mehrere der Verletzungen potentiell lebensbedrohlich ist. Im Allgemeinen wird ein Polytrauma bzw. eine Schwerverletzung als ein Vorliegen eines „Injury-Severity-Scores“ (ISS) von mindestens 16 verstanden. Liegt eine Beckenfraktur im Rahmen eines Polytraumas vor, so steigt die Mortalität signifikant (4–7). Die Angaben zur Mortalität insgesamt schwanken je nach Literatur und werden, abhängig von der Verletzungsschwere sowie vorliegenden Begleitverletzungen, mit 5% bis hin zu 60%, zum Beispiel im Rahmen komplexer Beckenringfrakturen mit begleitendem hämorrhagischen Schock/pelviner Massenblutung, angegeben (8–12). Im Mittel beträgt die Mortalität jedoch rund 7% (2,13,14). Im Gegensatz zu älteren Patienten ist eine isolierte Beckenringfraktur ohne Vorliegen einer Begleitverletzung bei jungen Patienten als selten anzusehen (14). In ca. 60% der Fälle gehen Beckenringverletzungen mit begleitenden Weichteil- bzw. Organverletzungen einher, in rund 12 % handelt es sich hierbei um eine Komplexverletzung, worunter Frakturen mit Begleitverletzungen des Haut-Muskel-Mantels sowie Blutungen aus zerrissenen Beckenvenen des prä-sacralen Plexus verstanden werden (15).

Die häufigsten Begleitverletzungen sind Verletzungen des Thorax, Schädelhirntraumata (10) sowie intraabdominelle Organverletzungen. Mit einem Anteil von 16% (16) sind hier vor allem Verletzungen des Darms, der ableitenden Harnwege (17) sowie Gefäß- und Nervenverletzungen zu nennen. Letztere treten gehäuft bei höhergradigen Verletzungen auf. Die häufigste Todesursache bei schweren Beckenringverletzungen ist die Exsanguinatio mit rund 30-60% (6,18,19), die in der Mehrzahl der Fälle durch venöse Blutungen verursacht wird.

Während stabile Beckenfrakturen bei jungen Patienten häufig durch geringe Krafteinwirkung, beispielsweise Sportverletzungen, häusliche Stürze und Anpralltraumata, entstehen, handelt es sich bei instabilen Beckenringfrakturen häufig um Hochenergietraumata, vor allem im Rahmen von Verkehrsunfällen oder Stürzen aus großer Höhe (1,7,15,20).

Obwohl die Anzahl der Verkehrstoten seit Jahren stetig sinkt, scheint sich die Anzahl der Schwerstverletzten kaum merklich zu ändern. Dies wird in Abbildung (Abb.) 1 und 2 visualisiert (Abb.1, Abb. 2). Auch das Verhältnis von Männern zu Frauen zeigt sich in allen Altersgruppen und über einen längeren Zeitraum gleichbleibend (Tabelle 1 (Tab.1)).

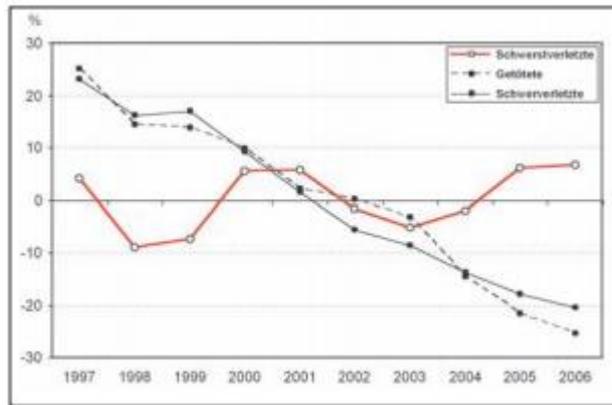


Abbildung 1: Relative Veränderung der Anzahl Schwerstverletzter (rot) im Vergleich zur amtlichen Statistik von im Straßenverkehr Getöteten und Schwerverletzten im 10-Jahres Zeitraum von 1997-2006. X-Achse: Zeit in Jahren. Y-Achse: relative Anzahl in % (95)

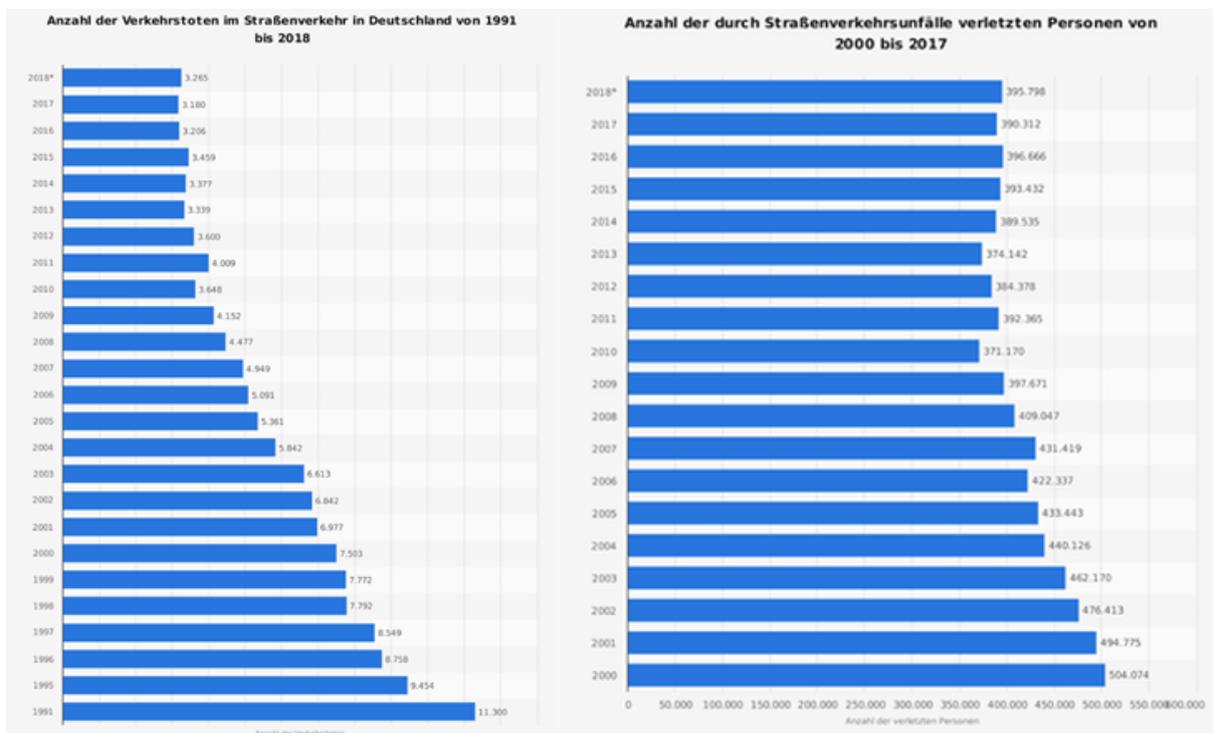


Abbildung 2: Links: Anzahl der Verkehrstoten im Straßenverkehr in Deutschland 1991-2018. Rechts: Anzahl der durch Straßenverkehrsunfälle verletzten Personen in Deutschland 2000-2018 (94). Y-Achse: Jahreszahl. X-Achse: Absolute Anzahl der Verkehrstoten (links) bzw. Verkehrsverunfallten (rechts)

Alter in Jahren	Männlich	Weiblich
Über 65	49.248	25.617
55-65	53.149	25.974
45-55	69.108	36.882
35-45	55.178	31.408
25-35	64.726	38.463
21-25	26.807	16.793
18-21	22.712	14.184
Unter 18	21.818	10.139

Tabelle 1: Anzahl der Beteiligten an Verkehrsunfällen mit Personenschaden in Deutschland im Jahr 2017 nach Altersgruppen und Geschlecht (96)

2.1 Das Beckenregister der AG Becken der DGU - die Geschichte des Beckenregisters

Aufgrund der bis dato geringen Datenlage über Beckenringfrakturen schlossen sich im Jahr 1991 Zehn Universitäten und Trauma-Zentren (siehe Tabelle 2) zur „German Multicenter Pelvic Study Group“ unter der Leitung von Prof. Dr. Tim Pohlemann (1983-2001 Medizinische Hochschule Hannover; seit 2001 Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes, Homburg; 2011 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie sowie Präsident der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie; 2016 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie) zusammen.

Klinikum	Chefarzt Traumatologie	Gesellschaftsmitglieder
Medizinische Hochschule Hannover	Prof. Dr. H. Tscherne	Prof. Dr. T. Pohlemann, Prof. Dr. U. Bosch, A. Gänsslen
Universitätsklinikum Augsburg	Prof. Dr. A. Rüter	Dr. E. Mayr
Städtisches Klinikum Braunschweig	Prof. Dr. H. Reilmann	Dr. A. M. Weinberg, Dr. T. Wachtel
Universitätsklinikum Freiburg	Prof. Dr. E. Kuner	PD Dr. W. Schlickewei
Universitätsklinikum Kiel	Prof. Dr. D. Havemann	PD Dr. H. J. Egbers, Dr. F. Draijer
Universitätsklinikum Marburg	Prof. Dr. L. Gotzen	PD Dr. F. Baumgärtel, Dr. Feld
Ludwig-Maximilian-Universität München	Prof. Dr. L. Schweiberer	PD Dr. E. Euler
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen	Prof. Dr. Dr. h.c. mult S. Weller	PD Dr. F. Maurer
Allgemeines Krankenhaus Celle	Prof. Dr. H. J. Oestern	Dr. W. Quirini
Freie Universität Berlin	Prof. Dr. R. Rahmzadeh	Prof. Dr. A. Meißner, Dr. M. Fell

Tabelle 2: Die 10 Gründungsmitglieder der „German Multicenter Pelvic Study Group“

Im ersten Arbeitsjahr der Gruppe wurden vor allem Definitionen und Klassifikationen zu einem gemeinsamen und einheitlichen Verständnis von Beckenringfrakturen erarbeitet, aber auch eine beachtliche Anzahl an Daten zu Beckenringverletzungen erhoben (70).

Mittlerweile beteiligen sich 36 Kliniken aus 4 Ländern: Deutschland (31 Kliniken), Belgien (3 Kliniken), Schweden (1 Klinik), Vereinigte Arabische Emirate (1 Klinik) (Stand 2013) am Beckenregister und arbeiten mit einer internetbasierten Plattform zur Verschlüsselung von Daten, welche allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe frei zugänglich ist. Es werden kontinuierlich und prospektiv Daten erfasst und ausgewertet. Seit 2012 ist ein überarbeitetes Datenmodul auch auf Englisch verfügbar, dies soll künftig eine europaweite Integration weiterer Kliniken

ermöglichen. Anfragen aus Kliniken in Großbritannien, Frankreich, Schweiz und Österreich liegen laut dem Tätigkeitsbericht von 2013 bereits vor. Ziel ist die Schaffung eines europäischen bzw. internationalen Beckenregisters.

2.2 Anatomie des Beckens

2.2.1 Knöcherne Anatomie des Beckens

Das Becken ist das Bindeglied zwischen Wirbelsäule und unterer Extremität und dient der Gewichtsübertragung des Oberkörpers auf den Unterkörper (27). Durch seinen ausgeprägten Bandapparat ist es sehr stabil und in sich nur begrenzt beweglich. Darüber hinaus fungiert es als Muskelursprung beziehungsweise Muskelansatz für die Muskulatur der unteren Extremität und Teilen des Rumpfes.

Das knöcherne Becken setzt sich aus den beiden Hüftbeinen (Os coxae) und dem Kreuzbein (Os sacrum) zusammen. Kaudal an das Kreuzbein schließt sich das Steißbein (Os coccygis) knöchern an. Entwicklungsgeschichtlich entsteht das Hüftbein aus dem Darmbein (Os ilium), dem Sitzbein (Os ischii) und dem Schambein (Os pubis). Der gemeinsame Schnittpunkt dieser drei knöchernen Anteile befindet sich im Acetabulum und wird als Y-Fuge bezeichnet. Diese stellt die Wachstumsfuge innerhalb des Acetabulums dar und verknöchert zwischen dem 16. und 20. Lebensjahr (93). Das Acetabulum artikuliert mit dem Femurkopf und bildet so die gelenkige Verbindung zur unteren Extremität (11,27,28).

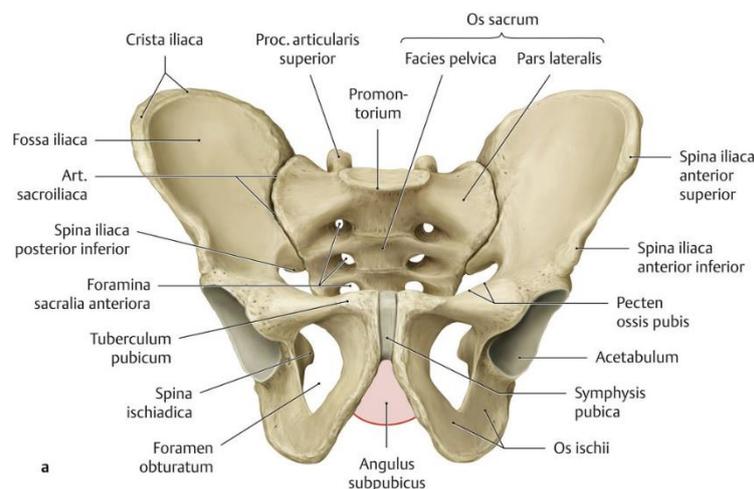


Abbildung 3: Knöcherne Anatomie des Beckens von ventral (97)

Das Kreuzbein ist die kaudale Verlängerung der Wirbelsäule und besteht in der Regel aus fünf miteinander verknöcherten Sakralwirbeln, an die sich die rudimentären Wirbelkörper des Steißbeins anschließen. Die beiden Schambeine vereinen sich ventral durch die Schambeinfuge (Symphysis pubica), eine gelenkige Verbindung aus Faserknorpel. Dies bildet

den ventralen Bogen des Beckenringes. Dorsal artikulieren die beiden Schaufelbeine mit dem Kreuzbein. Diese gelenkige Verbindung, die *Articulatio sacroiliaca*, stellt eine Amphiarthrose dar und ist durch einen straffen Bandapparat gesichert. Es fungiert als dorsaler Bogen des Beckenringes.

2.2.2 Bandapparat des Beckens

Während der ventrale Beckenring durch das *Ligamentum pubicum superius*, welches fest mit der *Symphysis pubica* verwachsen ist, und das *Ligamentum arcuatum pubis* nur leicht stabilisiert wird, ist der dorsale Beckenring als Amphiarthrose stark ligamentär gesichert und dadurch nur wenig beweglich (28). Hier bilden die *Ligamenta sacroiliaca ventralia*, die *Ligamenta sacroiliaca interossea* und die *Ligamenta sacroiliaca dorsalia* einen massiven Bandapparat, der für die Gewichtsübertragung des Oberkörpers über den Beckenring auf die unteren Extremitäten von immenser Wichtigkeit ist. Zudem erzeugen die *Ligg. sacroiliaca dorsalia et interossea* aufgrund ihres horizontalen Faserverlaufes eine erhöhte horizontale Stabilität für das *Articulatio sacroiliaca* (28).

Das Kreuzbein wird darüber hinaus mit der *Spina ischidica* über das *Ligamentum sacrospinale* und mit dem Sitzbein über das *Ligamentum sacrotuberale* verbunden und bildet das *Foramen ischiadicum minus* und das *Foramen ischiadicum majus*. Hier verhindern die äußerst starken und festen Bänder ein Abkippen des Kreuzbeines nach ventro- kaudal, welches durch die Gewichtsübertragung der Wirbelsäule auf das *Promontorium* begünstigt würde.

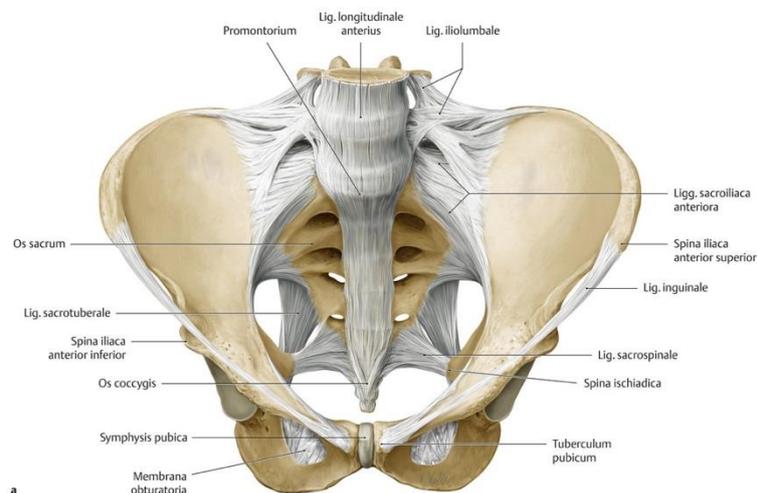


Abbildung 4: Bandapparat des Beckens von ventral (98)

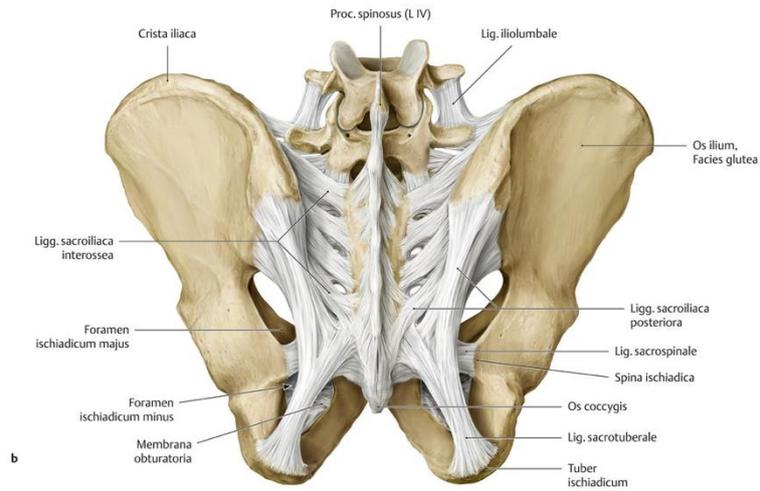


Abbildung 5: Bandapparat des Beckens von dorsal (99)

2.2.3 Muskulatur des Beckenrings

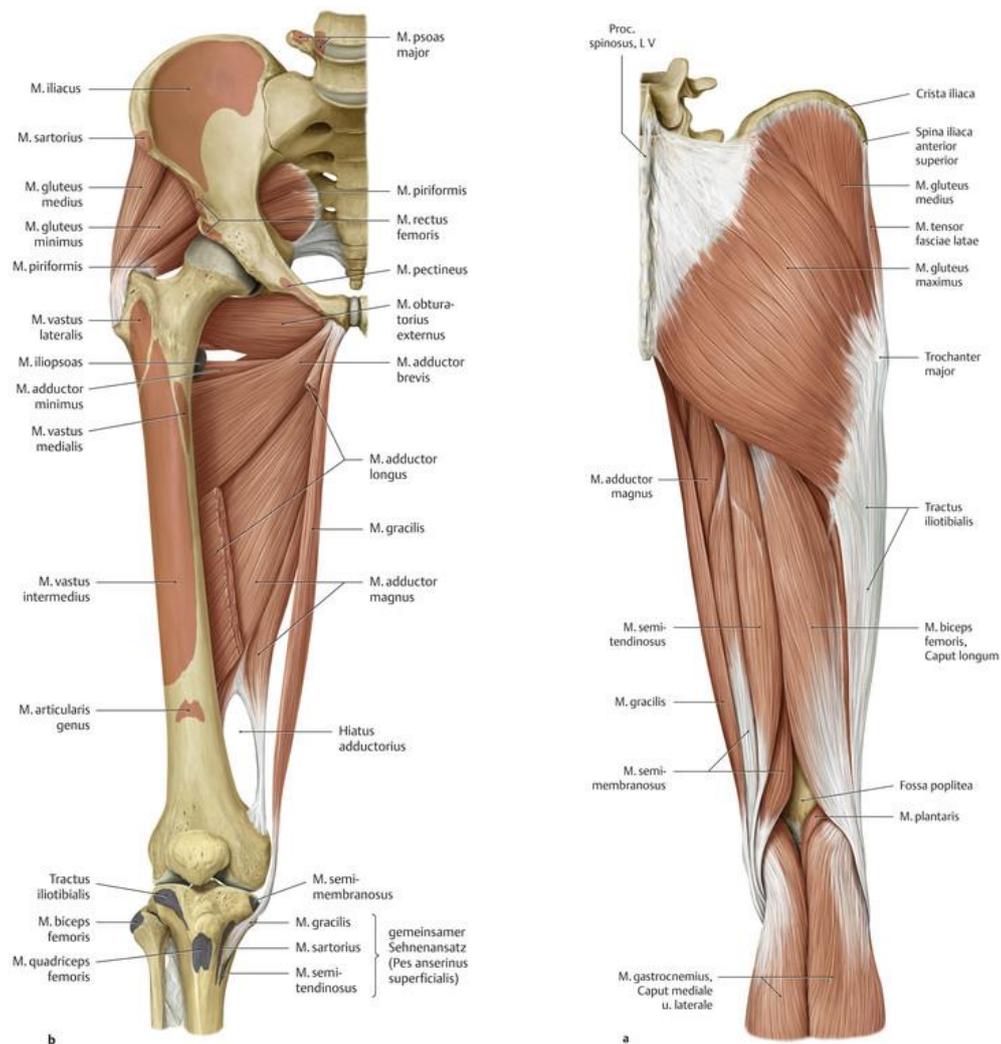


Abbildung 6: Muskulatur des Beckenringes. Links: Ansicht von ventral, rechts: Ansicht von dorsal (100)

Wie bereits erwähnt dient das Becken der Kraftübertragung auf die unteren Extremitäten. Hierzu entspringen dem Becken verschiedene Muskelgruppen, die sich anhand ihrer Funktion und Lokalisation in fünf Gruppen unterteilen lassen (27):

1. *Gesäßmuskulatur*: Die Musculi (Mm.) glutei minimi, mediales und maximi entspringen fächerförmig von der dorsalen Seite des Schaufelbeins und inserieren am proximalen lateralen Femur. Sie dienen der Extension, Außenrotation und Abduktion im Hüftgelenk.
2. *Außenrotatoren*: Die Muskelgruppe der Außenrotatoren umfassen den Musculus (M.) piriformis, Mm. gemelli superiores und inferiores, M. quadratus femoris sowie M. obturatorius externus und internus. Sie alle inserieren am Trochanter major bzw. der Fossa intertrochanterica und entspringen dem Kreuzbein bzw. dem Hüftbein.
3. *Adduktoren*: Die Mm. Adductor longus, brevis und magnus sowie der M. pectineus und der M. gracilis entspringen dem Foramen obturatorium und inserieren an der Linea aspera am medialen proximalen Femur. Neben der Adduktion unterstützt diese Muskelgruppe zudem die Extension und die Innenrotation im Hüftgelenk.
4. *Flexoren*: In die Gruppe der Flexoren zählen neben dem M. iliopsoas, welcher am Trochanter minor des Femurs ansetzt und der stärkste Hüftbeuger ist, die Mm. quadriceps femoris, sartorius und gracilis, welche das Kniegelenk überspannen und am Pes anserinus superficialis bzw. an der Tuberositas tibia inserieren. Somit übernehmen sie funktionell die Hüftbeugung sowie eine Extension (M. quadriceps femoris) und Flexion (M. sartorius, M. gracilis) im Kniegelenk. Der M. tensor fascia latae spannt den Tractus iliotibialis auf und inseriert über diesen an der lateralen Tibia. Der Ursprung dieser Muskelgruppe liegt Großteils an den spinae iliaca anteriores superiores und inferiores.
5. *Ischiocrurale Muskulatur*: Diese dorsal gelegene Muskelgruppe entspringt dem Tuber ischiadicum und besteht aus dem M. semitendinosus, dem M. semimembranosus und dem M. biceps femoris. Sie sind für die Extension im Hüftgelenk verantwortlich und durch ihren Ansatz an der Tibia bzw. Fibula bewirken sie zudem eine Flexion im Kniegelenk.

2.2.4 Gefäße und Nerven des Beckens

Die Blutversorgung des Beckengürtels wird vor allem durch die Arteria iliaca interna gewährleistet. Diese entspringt mit der Arteria iliaca externa zusammen der Arteria iliaca communis, welche paarig ca. auf Höhe des vierten Lendenwirbelkörpers der Aorta abdominalis entstammen. Die Aorta abdominalis selbst setzt sich als Arteria sacralia mediana ventral des

Os sacrum fort. Die Arteria iliaca interna ist aufgrund ihrer Lokalisation an der Linea terminalis bei Verletzungen, vor allem des hinteren Beckenringes, besonders gefährdet. Sie legt sich medial der Vena iliaca interna an, welche den venösen Abfluss des kleinen Beckens darstellt. Der venöse Plexus sacralis ist bei hämodynamisch wirksamen Blutungen im Beckenbereich zu 80% als Blutungsquelle ursächlich (27,29,30).

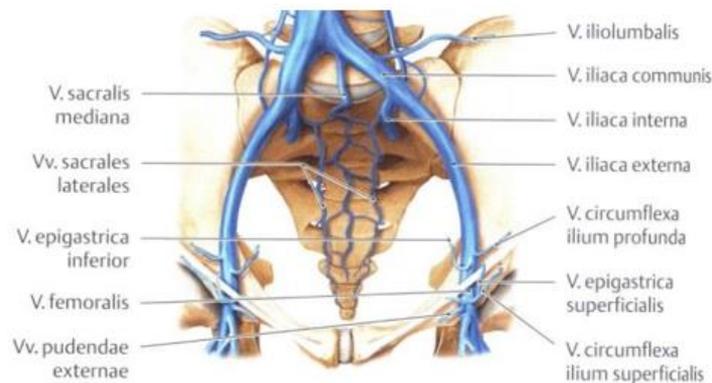


Abbildung 7: Venöse Versorgung des Beckens (101)

Aus den Foramina sacralia ventralia und dorsalia verlassen die Nerven des Plexus lumbosacralis, welcher sich aus den Rückenmarkssegmenten L1-S4 zusammensetzt, den Wirbelkanal und gewährleisten die nervale Innervation des Beckens und der unteren Extremitäten.

2.3 Einteilung und Klassifikation der Beckenringfrakturen

Der vordere Beckenring setzt sich aus den oberen und unteren Schambeinästen und den Sitzbeinen zusammen. Der hintere Beckenring besteht aus dem Kreuzbein mit seiner paarigen gelenkigen Verbindung, dem Iliosakralgelenk. Die Verbindung zwischen vorderem und hinterem Beckenring stellt das Acetabulum dar. Die Stabilität des gesamten Beckenringes wird überwiegend durch den hinteren Anteil des Ringes gewährleistet (126, 127). Eine Instabilität in diesem Bereich geht somit mit einer größeren Verletzungsschwere einher.

In der vorliegenden Studie wurde die Frakturklassifikation der AO/OTA nach Tile verwendet (Abb. 8), in der jede anatomische Region durch eine Nummer codiert wird. In dieser erhält das Becken den Code 61. Der nachstehende Buchstabe beschreibt den Frakturgrad, wobei die Verletzungsschwere bzw. Frakturstabilität von A nach C zunimmt (siehe unten). Die Zahl

hinter dem Buchstaben beschreibt die Lokalisation innerhalb des Beckens. A-Frakturen werden in „unbedeutende (nicht den Beckenring betreffende) Knochenanteile bzw. Avulsion“ (61-A1), „Beckenschauelfraktur“ (61-A2) und „Querfrakturen des Os sacrum und Os coccygis“ (61-A3) unterteilt. B-Frakturen werden in „unilaterale Unterbrechung des dorsalen Beckenringes, Außenrotation“ (61-B1), „unilaterale Unterbrechung des dorsalen Beckenringes, Innenrotation“ (61-B2) sowie „bilaterale Unterbrechung des dorsalen Beckenringes“ (61-B3) eingeteilt. C-Frakturen werden in „unilaterale komplette Unterbrechung des dorsalen Beckenringes“ (61-C1), „bilaterale, ipsilateral komplett und kontralaterale inkomplette Unterbrechung des dorsalen Beckenringes“ (61-C2) sowie „bilaterale komplette Unterbrechung bzw. Sprengung des Beckenringes, Mitbeteiligung des Acetabulums“ (61-C3) unterteilt. Diese seit 2007 verwendete Klassifikation verbindet die AO („Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese“ = „Comprehensive Classification of Fractures“) Klassifikation langer Röhrenknochen, welche erstmals 1990 vorgestellt wurde, und die 1996 erschienene OTA („Orthopaedic Trauma Association“) Klassifikation für Wirbelsäule, Becken, Hand, Fuß und Schädel (17,31,32). Sie bietet gegenüber anderen Systemen, wie z.B. dem Pennal-Sutherland-Klassifikationssystem, den Vorteil einer genaueren Einschätzung der Stabilität bzw. Instabilität der Fraktur.

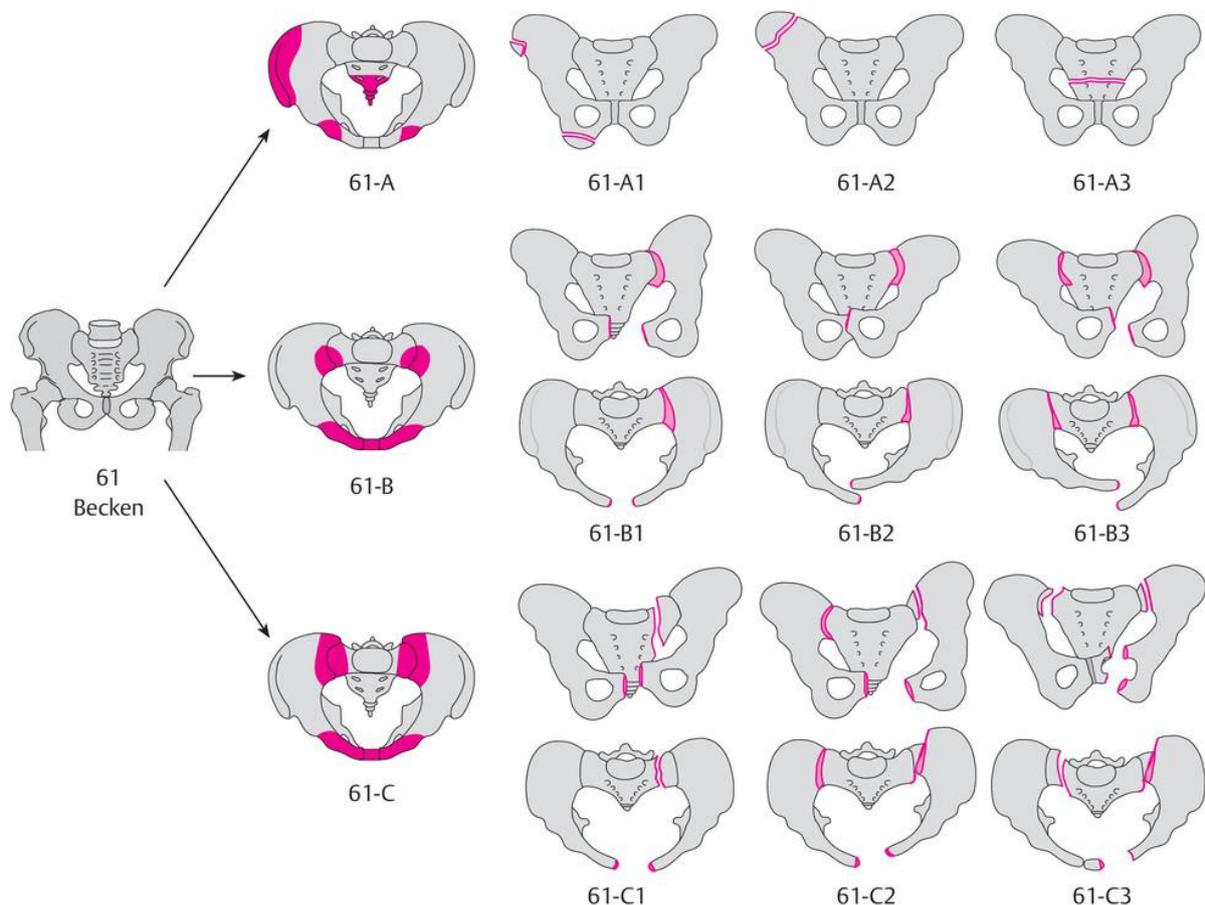


Abbildung 8: Übersicht über die Einteilung von Beckenringfrakturen nach AO/OTA (102)

Die Klassifizierung erfolgt in der Regel durch einen Unfallchirurgen und basiert, neben der klinischen Untersuchung, auf konventionellen Röntgenbildern in zwei Ebenen oder, falls vorhanden, auf CT-Bildern. Die CT-Diagnostik stellt mit einer Sensitivität von 93% den Goldstandard in der Bildgebung für Beckenringverletzungen dar (33–35).

2.3.1 Typ A-Frakturen

Frakturen vom Typ A sind durch eine erhaltene Stabilität im Beckenring gekennzeichnet. Sowohl der vordere, als auch der hintere Beckenring bleiben hierbei intakt.

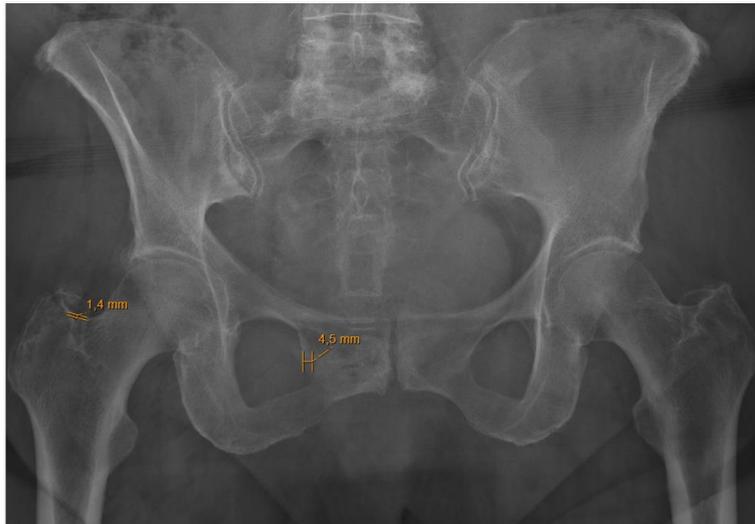


Abbildung 9: Röntgen Beckenübersicht im anterior-posterioren (a.p.) Strahlengang: Becken-A-Verletzung (transpubisch rechts) sowie Abriss Trochanter major rechts bei Z.n. Stollersturz (103)

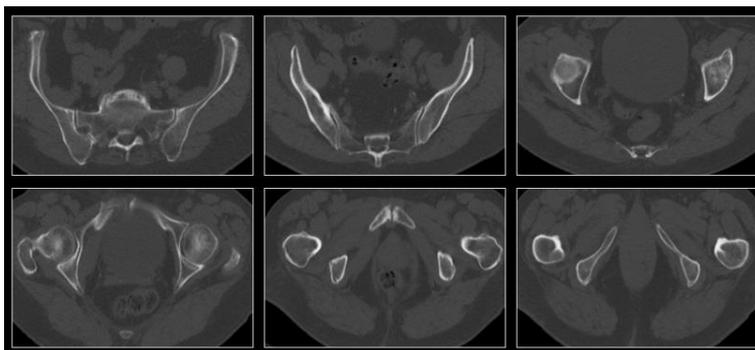


Abbildung 10: Repräsentative CT-Schnitte des Beckens axial: Becken-A-Verletzung (transpubisch rechts) sowie Abriss Trochanter major rechts bei Z.n. Stollersturz (104)

Wie in Abb. 8 dargestellt kann für alle Frakturtypen eine weitere Unterteilung in drei weitere Unterpunkte durchgeführt werden (z.B. 61-A1, 61-A2, 61-A3). Hierbei handelt es sich im Falle der A-Fraktur um Beckenrandverletzungen oder Abrissfrakturen (A1) sowie um vordere

Beckenringfrakturen mit intakten dorsalen Strukturen (A2). Als Sonderform sei hier die Duverney Fraktur erwähnt, bei der es sich um eine Beckenschaufelfraktur durch direkte Krafteinwirkung (A2) handelt. Des Weiteren sind hier die Querfrakturen des Os sacrum und des Os coccygis zusammengefasst (A3).

2.3.2 Typ B-Frakturen

Dieser Frakturtyp ist durch eine rotatorische Instabilität definiert. Durch eine inkomplette Unterbrechung des hinteren Beckenrings wird eine pathologische Rotation in der Horizontalen möglich.



Abbildung 11: Röntgen Beckenübersicht: Becken B-Fraktur (oberer Schambeinast links) (105)

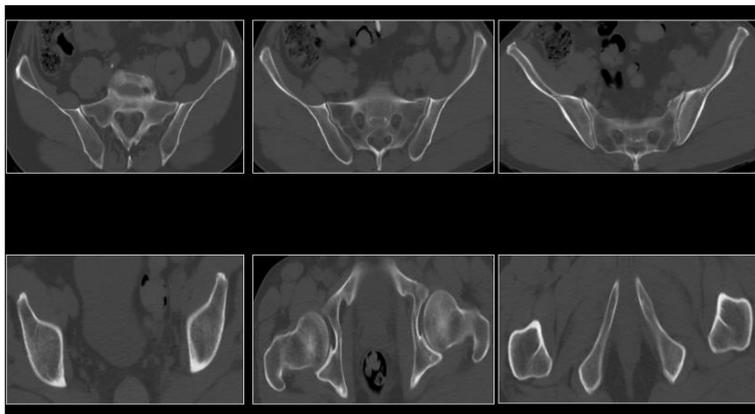


Abbildung 12: Repräsentative CT-Schnitte des Beckens axial: Becken B-Fraktur (oberer Schambeinast links) (106)

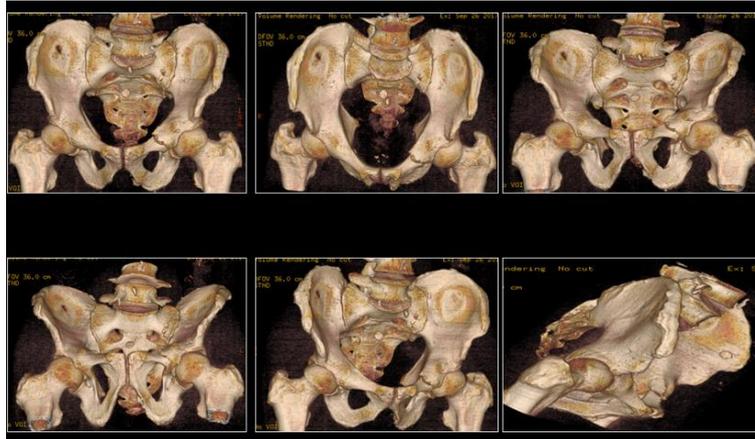


Abbildung 13: CT-3D Rekonstruktion des Beckens: Becken B-Fraktur (oberer Schambeinast links) (107)

Im Falle einer B-Fraktur handelt es sich um einseitige Fraktur durch außenrotatorische Kraftübertragung mit Symphysensprengung (B1), die sogenannte „open-book“-Verletzung. Um eine B2 Fraktur handelt es sich bei einer einseitigen Innenrotationsverletzung durch Krafteinwirkung von lateral nach ventral, in der Regel ebenfalls mit Symphysensprengung, wobei sich die beiden vorderen Beckenringanteile überlagern. Unter B3 wird eine beidseitige B-Verletzung verstanden.

2.3.3 Typ C-Frakturen

Bei einer Typ C-Fraktur liegt eine komplette rotatorische sowie translationale Instabilität vor, d.h. der Beckenring weist sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen eine abnorme Beweglichkeit auf.



Abbildung 14: Röntgen Beckenübersicht a.p.: Beckenringfraktur Typ C (transpubisch rechts, transiliacal bds.) (108)

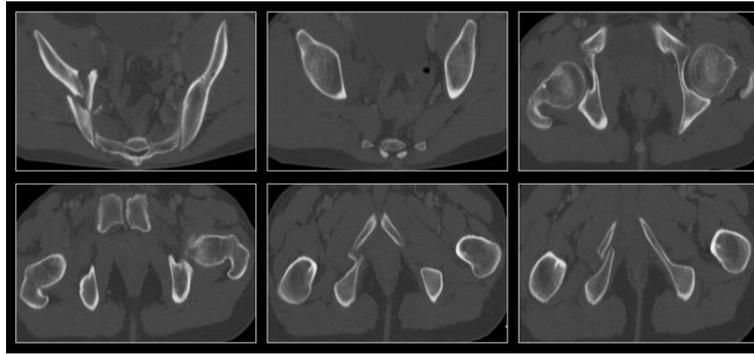


Abbildung 15: Beckenringfraktur Typ C (transpubisch rechts, transiliacal bds.) (109)



Abbildung 16: Beckenringfraktur Typ C (transpubisch rechts, transiliacal bds.), 3D-Rekonstruktion des in Abb.15 dargestellten CT-Befundes (110)

Im Falle einer C-Fraktur wird unterschieden in eine Symphysensprengung und einseitig komplette Unterbrechung des hinteren Beckenrings (sogenannte „Malgaigne“- Fraktur, C1), in eine einseitig komplette Unterbrechung des hinteren Beckenrings mit kontralateral inkompletter Unterbrechung und Symphysensprengung (C2) sowie in eine beidseitig vollständige Unterbrechung des hinteren Beckenrings und Symphysensprengung (C3).

Für die schwersten Formen der Beckenverletzungen gibt die S3-Leitlinie für Polytrauma- und Schwerverletzten-Behandlung drei Definitionen an (21):

1. *Komplextrauma des Beckens bzw. Acetabulum*: Frakturen mit Begleitverletzungen des Haut-Muskel-Mantels, des Urogenitalsystems, des Darms, der großen Gefäße und/oder der großen Nervenbahnen. Die Modifikation nach Pohlemann et al. (13,22) beinhaltet die Blutungen aus den zerrissenen Beckenvenen bzw. des venösen präsakralen Plexus, welche zu ca. 80% die Blutungsursache darstellen.

Komplextraumata des Beckens machen rund 12% der Beckenringverletzungen aus (15).

2. *Traumatische Hemipelvektomie*: ein- oder beidseitiger Abriss des knöchernen Hemipelvis in Kombination mit der Zerreißung der großen intrapelvinen Nerven- und Gefäßbahnen sowie die pelvinbedingte Kreislaufinstabilität (Bedeutung des initialen Blutverlusts, z.B. >2000 ml nach Bone) (23). Die traumatische Hemipelvektomie ist mit einem Anteil von ca. 0,6 % der Beckenringverletzung sehr selten (24).
3. *„In extremis“-Beckenverletzung*: pelvine Massenblutung, wie z.B. bei traumatischer Hemipelvektomie oder „Crushverletzungen“, wie sie beispielsweise im Rahmen eines schweren berrolltraumas vorkommen. „In extremis“ Verletzungen machen ca. 1-2% aller Beckenringverletzungen aus.

2.3.4 Beckenringfrakturen im Kindesalter

Beckenringfrakturen im Kindesalter sind glücklicherweise selten und daher wenig in der Literatur beschrieben.

Allenfalls existierende Unterschiede in Bezug auf den Mechanismus einer Beckenringfraktur im Kindesalter im Vergleich zur Fraktur des Erwachsenen werden kontrovers diskutiert (2,25,26). Obwohl eine Indikation zur operativen Versorgung zurückhaltender gestellt zu werden scheint, wurde bisher kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Mortalität im Vergleich zum Erwachsenen festgestellt (2,25).

2.4 Diagnostik

Neben der Anamnese zum Unfallmechanismus, welche bei höhergradigen Frakturen aufgrund der Schwere der Verletzung und der Begleitverletzungen häufig nur als Fremdanamnese möglich ist, ist die klinische Untersuchung des Patienten bereits richtungsweisend (4,21,36). Konturvernderungen sowie Asymmetrien im Beckenbereich, Beinlängendifferenzen sowie Rotationsfehlstellungen und Prellmarken geben wichtige Hinweise auf das Vorliegen einer Verletzung des Beckenringes. Im Falle von Asymmetrien der Beckenkontur sollte bereits ein potentiell lebensbedrohlicher Blutverlust bedacht und entsprechend gezielt frühzeitig diagnostiziert und therapiert werden. Blutungen aus der Harnröhre bzw. Blutungen aus dem Rektum können zusätzlich Hinweise auf vorliegende Begleitverletzungen sein.

Bei der manuellen Untersuchung des Beckenringes kann ein anterior-posteriorer Druck auf die Spinae iliacae anteriores superiores („Open-book-Phänomen“) oder die seitliche Kompression der Beckenschaufeln bereits erste klinische Hinweise auf das Vorliegen einer knöchernen

Instabilität liefern, wobei die klinische Testung des „Open-book-Phänomens“ aufgrund einer geringen Sensitivität und Spezifität (37) sowie der Risiken (insbesondere Blutungen) zunehmend kritisch betrachtet wird (21,30,36). Eine digital rektale Untersuchung und bei Frauen eine vaginale Tastuntersuchung sind obligat. Hierbei können Sphinktertonus und Blutrückstände beurteilt werden und auf zusätzlich vorliegende Plexus-, Darm- und Harnwegsverletzungen hinweisen (38–40).

2.4.1 Apparative Diagnostik

In der apparativen Diagnostik erfolgt zunächst bereits im Schockraum die sonographische Untersuchung des Thorax und Abdomen nach dem „Focused assessment with sonography for trauma“ („FAST“) bzw. „eFAST“ („extended FAST“) Algorithmus (4). Hierbei kann das Vorliegen von intraabdomineller Flüssigkeit bereits eine Indikation zur Notfall-Laparotomie darstellen. Auch ohne Vorliegen freier Flüssigkeit sollte eine erneute sonographische Untersuchung nach 4-6 Stunden erfolgen.

In der Röntgendiagnostik stellt die Beckenübersichtsaufnahme (siehe Abb. 17) den Standard zur Diagnostik von Beckenringverletzungen dar. Es handelt sich hierbei um eine anteroposteriore (a.p.) Aufnahme, bei der die Beckeneingangsebene zu ca. 45° zur Körperebene geneigt ist (sogenannte „JUDET“-Aufnahmen). Obwohl sie eine schnell verfügbare radiologische Möglichkeit bietet, um stabile und instabile Beckenfrakturen in Kombination mit einer klinischen Untersuchung zu differenzieren, weist sie allein dennoch nur eine ungenügende bildgebende Diagnostik mit geringer Sensitivität auf. Gerade Frakturen im Bereich des hinteren Beckenringes werden nur zu ca. 66% diagnostiziert (33).

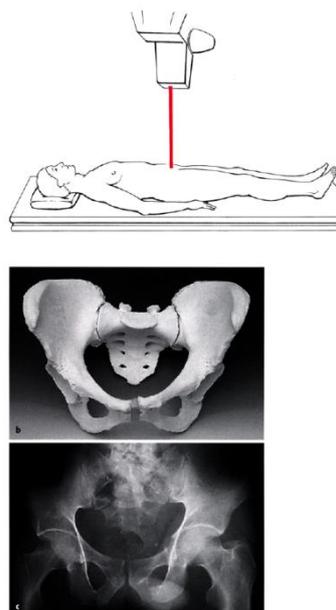


Abbildung 17: Darstellung Röntgen Beckenübersicht im a.p. Strahlengang (111)

Bei dringendem Verdacht auf eine Beckenringfraktur sollten daher zusätzliche Inlet- und Outlet Aufnahmen nach Pennal erfolgen. Die Inlet-Projektion erfolgt beim auf dem Rücken gelagerten Patienten senkrecht auf die Beckeneingangsebene in einem Einstellwinkel von ca. 40-60° zum Röntgenfilm. Die Outlet-Projektion wird ebenfalls beim auf dem Rücken liegenden Patienten senkrecht auf die ventrale Kortikalis des Os sacrum eingestellt, entsprechend einem Winkel von ca. 30-40° (siehe Abb. 18).

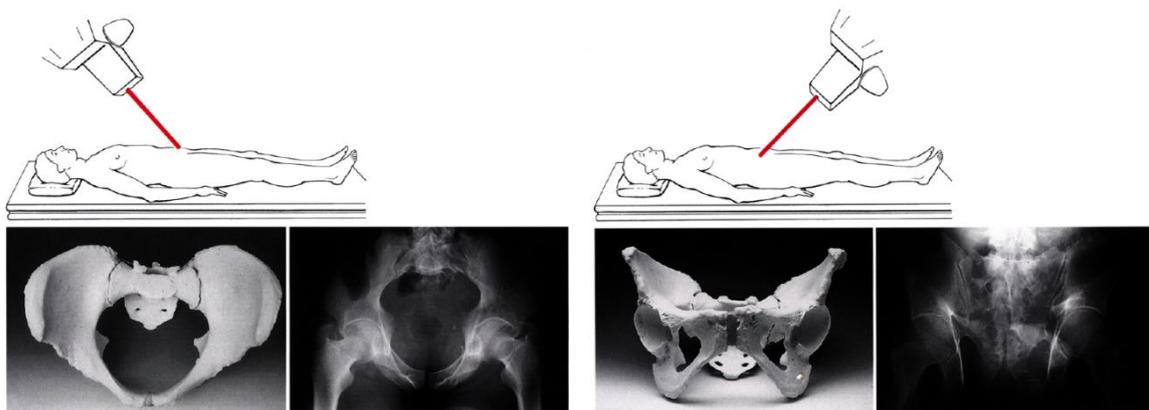


Abbildung 18: Links: Inlet-Projektion. Rechts: Outlet-Projektion (112)

Unter Zusammenschau aller drei Aufnahmen erhöht sich die Sensitivität auf rund 94% (33,34), wobei undislozierte Frakturen des Os sacrum häufig aufgrund von Überlagerungen der knöchernen Strukturen weiterhin nicht detektiert werden können. Wegen der schnellen Verfügbarkeit stellt die Röntgendiagnostik dennoch weiterhin in vielen Kliniken den Standard in der Übersichtsdiagnostik dar. Sie dient der Indikationsstellung und erleichtert die Entscheidung des therapeutischen Verfahrens.

Die Computertomographie (CT) hat sich jedoch als die bildgebende (Detail-) Diagnostik der Wahl etabliert. Innerhalb weniger Minuten erlaubt die Computertomographie eine exakte Darstellung der knöchernen Läsionen sowie eine 3-D-Darstellung des Verletzungsausmaßes. Die Sensitivität liegt hier bei >93%, in Kombination mit oben genannter Röntgendiagnostik bei >96% (35).

Die Angiographie wird im Rahmen von Beckenringfrakturen derzeit kontrovers diskutiert (18,41–43). Einerseits scheint es eine effektive Methode darzustellen, um arterielle Blutungen suffizient zu diagnostizieren und ggf. zu embolisieren, andererseits benötigt sie deutlich länger als das operative notfallmäßige „pelvic packing“ (Erklärung hierzu siehe Seite 23) und eine primäre operative Stabilisierung (42,44). Zudem machen arterielle Blutungen nur ca. 20% der hämodynamisch relevanten Blutungen aus. Nur hier ist eine Angiographie mit Embolisation möglich. Dank der „arteriellen und venösen Phase“ ist im „Trauma Scan“ (CT-Spirale) eine erste Aussage über das Vorliegen einer venösen oder arteriellen Blutung möglich. Ob eine

angiographische Darstellung erfolgen sollte oder nicht, scheint eine äußerst individuelle Entscheidung aufgrund der Gesamtschwere der Verletzung, dem Vorliegen eines nicht kontrollierbaren hämorrhagischen Schocks und des Gesamtzustands des Patienten darzustellen (42–45).

2.4.2 Der „Injury Severity Score“ (ISS)

Zur Einschätzung der Gesamtschwere der Verletzung, insbesondere beim polytraumatisierten Patienten, kann der Injury Severity Score (ISS) verwendet werden. Dieser nutzt als Grundlage die Verletzungsskala „Abbreviated Injury Scale“ (AIS) für definierte Einzelverletzungen (47,48):

1. *Kopf und Hals:* Hierunter fallen ebenso knöcherne Verletzungen des Schädels (ausgenommen des Gesichtsschädels) und der Halswirbelsäule wie Verletzungen der Medulla oblongata und des Groß- und Kleinhirns. Auch das Ersticken wird hierzu gezählt.
2. *Gesicht:* Hierbei zählen sämtliche Gesichtsverletzungen inklusive des Gesichtsschädels.
3. *Thorax:* Verletzungen des Thorax sowie der thorakalen Organe, einschließlich des Diaphragmas. Ertrinken fällt ebenso unter Verletzungen des Thorax.
4. *Abdomen/Becken:* Verletzungen der abdominalen Organe, sowie Organe des großen und kleinen Beckens und der Lendenwirbelsäule.
5. *Extremitäten/Beckengürtel:* sämtliche Verletzungen der Extremitäten sowie Verletzungen des knöchernen Beckens.
6. *Äußerliche Verletzungen:* Verletzungen der Dermis, Epidermis und Subkutis, sowie Verletzungen durch Temperatur und Strom.

Die AIS wurde 1969 erstmals von John D. States vorgestellt und seitdem mehrfach überarbeitet. Aktuell dient als Berechnungsgrundlage für den ISS die überarbeitete Fassung von 1990 bzw. 1998 ("AIS90/98").

Anhand des AIS wird die jeweilige Einzelverletzung in 7 bzw. 8 Abstufungen eingeschätzt, wobei in die Berechnung des ISS lediglich 6 bzw. 7 Abstufungen einbezogen werden. Die vereinfachten Verletzungsgrade lauten wie folgt:

0. Unverletzt, nicht als Verletzung klassifizierbar
1. Gering
2. Moderat
3. Ernst
4. Schwer

5. Kritisch
6. Maximal, nicht mit dem Leben vereinbar
9. Verletzung und Verletzungsschwere unbekannt

Der ISS errechnet sich aus der Summe der Potenz der drei am schwersten betroffenen Einzelverletzungen. Die Werte liegen hierbei zwischen 0 und 75 Punkten.

$$\text{ISS} = (\text{AIS}_a)^2 + (\text{AIS}_b)^2 + (\text{AIS}_c)^2$$

(a, b, c: die drei am schwersten verletzten Körperregionen; AIS_{a, b, c}: jeweils höchster AIS-Schweregrad der betreffenden Region).

Wird eine Einzelverletzung als dem Schweregrad 6 (nicht mit dem Leben vereinbar) entsprechend eingeschätzt, so entspricht der ISS definitionsgemäß 75.

Ursprünglich wurde der ISS bei verkehrsverunfallten Patienten angewendet. Er eignet sich nicht als Entscheidungshilfe für therapeutische Konsequenzen, sondern soll der Einschätzung der Verletzungsschwere sowie der Standardisierung für Verletzungsschweren im Rahmen klinischer/statistischer Studien dienen.

Ab einem ISS ≥ 16 wird per definitionem von einer Schwerverletzung ausgegangen (48–50).

2.5 Therapie von Beckenringfrakturen

2.5.1 Allgemeine Akutmaßnahmen und Schockraum-Algorithmus

Die primäre Versorgung sollte bereits im präklinischen Rahmen erfolgen und zielt auf eine frühzeitige Stabilisierung des Patienten sowie auf die Verhinderung von Komplikationen, in erster Linie Blutungen, ab (4,22,30,51,52). Die frühzeitige Intubation zur Verringerung der Sauerstoffschuld und der damit einhergehenden Azidose gilt hierbei als anerkannt (53–55). Die Anlage eines Beckengurtes oder Beckentuches zur Stabilisierung sowie externen Gefäßkompression und Verringerung des intrapelvinen Volumens ist bis zur weiteren Versorgung als präklinische Therapie geeignet (23,56,57). Sie ist als Akutmaßnahme empfohlen und kann eine Reduktion des Transfusionsbedarfs bewirken (39,56,58,59). Alternativ bzw. wenn kein Beckengurt zur Verfügung steht kann die Anlage einer Tuschlinge erfolgen. Beide Therapieoptionen stellen keine definitive Behandlungsmethode dar.

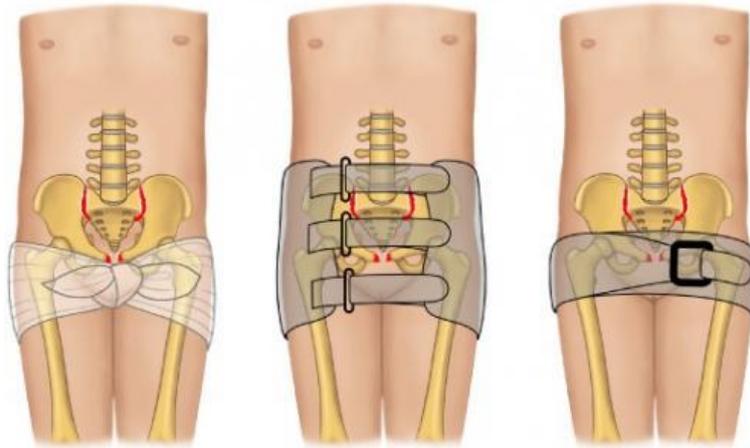


Abbildung 19: Darstellung Tuchschlinge (links) und Beckengurt (mittig und rechts) (114)

Nach einem raschen Transport in die nächste geeignete Klinik erfolgt die Reevaluation und weitere Therapieplanung.

Bereits präklinisch und vor dem Transport sollte frühzeitig die Anlage von mindestens 2 großlumigen Venenverweilkanülen gemäß dem Algorithmus für Schwerverletzte zur raschen und suffizienten Volumensubstitution (21).

Schockraum-Algorithmus der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung:

Bei Vorliegen einer Beckenringfraktur und oder einer beckenringfrakturbedingten hämodynamisch relevanten Blutung sollten zunächst drei grundlegende Fragen, respektive Maßnahmen innerhalb der ersten 30 Minuten nach Eintreffen des Patienten im Schockraum erfolgen (21):

1. Liegt eine extrapelvine hämodynamisch relevante Blutung vor? Im Rahmen eines Polytraumas kann eine ausgeprägte Weichteilverletzung (zum Beispiel im Rahmen einer komplexen Beckenringverletzung) und damit eine massive Blutung vorliegen, welche eine umgehende operative Blutstillung erforderlich macht. Liegt diese Situation nicht vor, sollte:
2. Bei kreislaufinstabilem Patienten eine ausgiebige Volumensubstitution erfolgen und durch eine CT die Ursache der Kreislaufinstabilität eruiert werden. Liegt diese im Becken bzw. ist auf die Beckenringfraktur zurückzuführen sollte, neben der Maximaltherapie des akuten Schocks, auch die Anlage einer Beckenzwinge bei Instabilität des hinteren Beckenringes oder die Anlage eines Fixateur externe bei Instabilität des vorderen Beckenringes erfolgen. Liegt auch nach maximaler Volumensubstitution und primärer operativer Versorgung weiterhin eine

Kreislaufinstabilität vor, welche auf eine Blutung im Bereich des Beckens zurückzuführen ist sollte:

- Die notfallmäßige Laparotomie mit austamponieren des Beckens mittels Bauchtüchern zur Blutstillung mittels Kompression („pelvic packing“) bzw. eine offene operative Blutstillung in Betracht gezogen werden. (4,21,30)

Behandlungs-Algorithmus des komplexen Beckentraumas

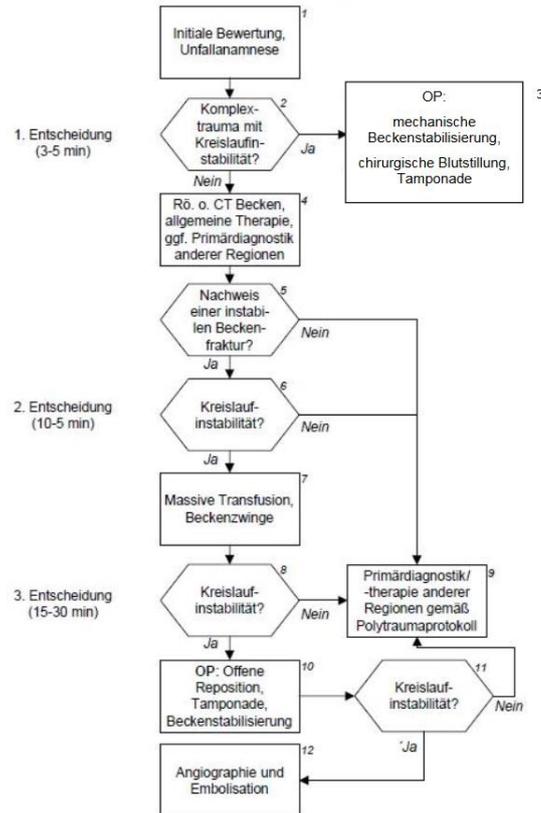


Abbildung 20: Algorithmus zur Behandlung von Schwerverletzten bei Beckentrauma (113)

Die notfallmäßige primäre operative Versorgung dient vor allem der Blutstillung, der Verringerung des volumenfassenden Raumes des Beckens sowie der Stabilisierung des Beckenring-Komplexes und sollte nach dem Prinzip der „damage-control“ erfolgen, wobei der Weichteilschaden und die Operationszeit so gering wie möglich zu halten sind. Ist der Volumenverlust auf die Beckenringfraktur zurückzuführen, so liegen in 80% der Fälle eine Blutung des präsakralen Venenplexus sowie Blutungen aus frakturierten Knochenoberflächen vor (4).

2.5.2 Konservative Therapie

Die konservative Therapie aller Beckenringverletzungen erfolgt funktionell und unter adäquater Schmerztherapie. Nach Mobilisation sollte eine radiologische Verlaufskontrolle zum Ausschluss einer sekundären Frakturdislokation erfolgen. Während der konservativen Therapie sind regelmäßige klinische und radiologische Verlaufskontrollen indiziert.

Vor allem bei älteren Patienten sowie bei weiblichen Patienten sollte eine osteoporotische Grunderkrankung abgeklärt und gegebenenfalls therapiert werden.

2.5.3 Angioembolisation

Eine therapeutische Möglichkeit im Falle einer hämodynamischen Instabilität, ist die Embolisation, welche jedoch nur bei arteriellen Blutungen und unter speziellen Voraussetzungen erfolgen sollte (9,60). Bei hämodynamisch relevanten Blutungen, welche weder auf Flüssigkeitssubstitution noch auf Katecholamingabe oder Kompression des Beckenringes ansprechen, bietet eine Angiographie mit Embolisation, trotz eines im Allgemeinen verlängerten Intervalls bis zur Intervention (pelvic packing ca. 45 min versus Angiographie mit Embolisation ca. 130 min), den Vorteil eines wesentlich geringeren postoperativen transfusionspflichtigen Blutverlustes (9,43–45). Insbesondere bei älteren, multimorbiden Patienten kann dies einen Vorteil darstellen. Vor allem bei pädiatrischen Patienten scheint die Angioembolisation eine effektive Maßnahme darzustellen (61).

2.5.4 Supraacetabulärer Fixateur externe

Der supraacetabuläre Fixateur externe ist ein schnell durchführbares und weitläufig verfügbares operatives Verfahren zur Stabilisierung des Beckens. Nach üblicher präoperativer Vorbereitung erfolgt die Anlage eines externen Fixateurs in der Notfallsituation über das Einbringen jeweils eines Metallstiftes („Pin“) in die Spina iliaca anterior superior sowie in die Crista iliaca beidseits in einem Winkel von ungefähr 45° zueinander unter Durchleuchtung. Anschließend werden die Pins jeweilig über eine anteriore Stange verbunden und komprimiert. Dies dient vorrangig der Stabilisierung des vorderen Beckenringes. Horizontal instabile Beckenringfrakturen vom Typ B können durch die Anlage eines supraacetabulären Fixateurs sogar definitiv versorgt werden (62). Eine ausreichende posteriore Kompression im Falle einer Blutung oder ausreichende Haltekräfte zur definitiven Frakturversorgung werden durch den Fixateur nicht gewährleistet (29,63). Er dient somit vor allem der primären operativen Versorgung von Verletzungen des vorderen Beckenringes (64).

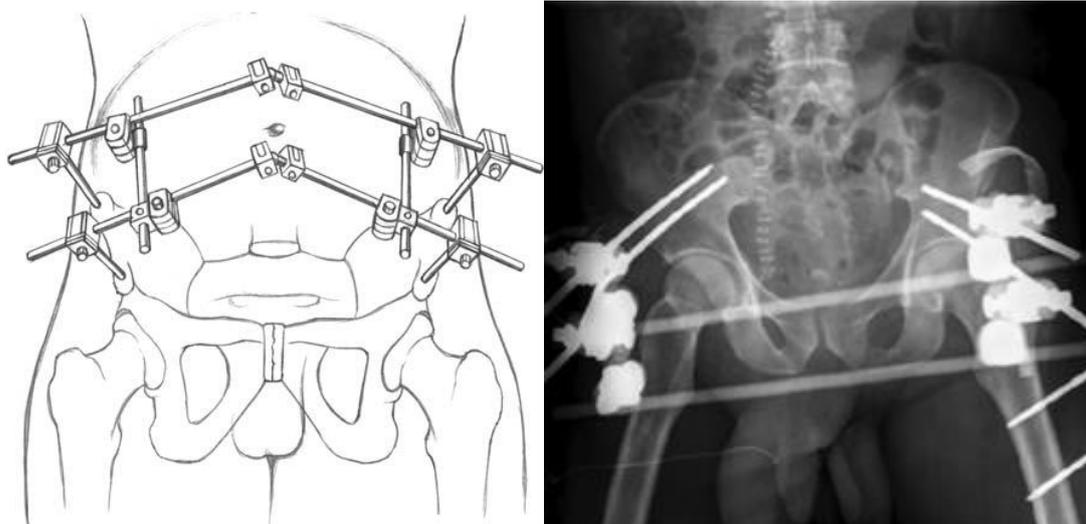


Abbildung 21: Links: schematische Darstellung der Positionierung eines supraacetabulären Fixateur externe (115); rechts: Röntgen Becken a.p. nach Anlage eines supraacetabulären Fixateur externe (116)

Darüber hinaus existieren Ein-Stangen-Systeme für den Fixateur externe. Diese bieten den Vorteil einer schnelleren Anlage, da nur zwei anstatt vier Pins supraacetabulär eingebracht werden. Dies geht mit einem niedrigeren Gewicht des Stangensystems und somit einer höheren Mobilität für den Patienten einher.

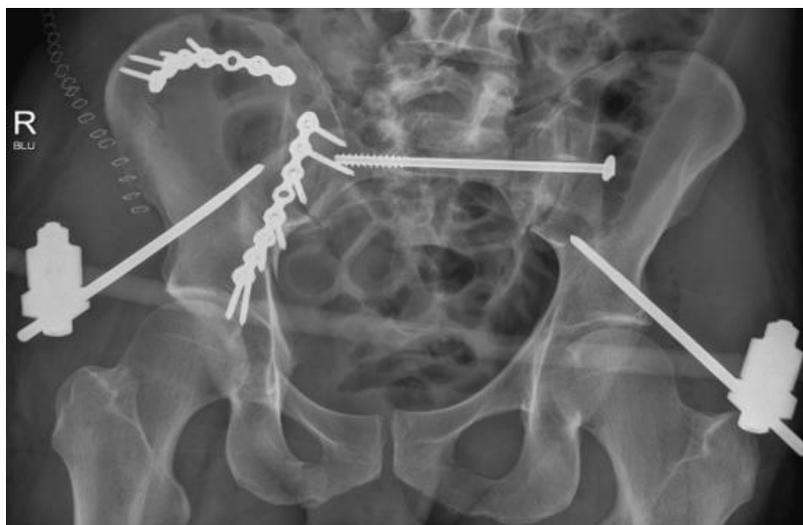


Abbildung 22: Röntgen Beckenübersicht: Ein-Stangen-System Fixateur externe bei Becken C-Fraktur (117)

2.5.5 Beckenzwinge

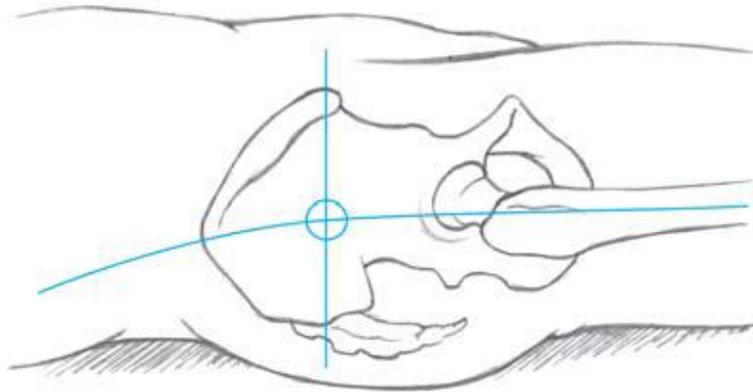


Abbildung 23: Schematische Darstellung der Schnittpunkte zum Einbringen der Pins bei Anlage einer Beckenzwinge (118)

Im Falle einer Beckenringfraktur vom Typ-C kann eine zusätzliche oder auch isolierte Anlage einer Beckenzwinge zur Stabilisierung des hinteren Beckenringes erfolgen. Dies dient primär der Stabilisierung des hinteren Beckenringes sowie der Blutstillung bei hämodynamisch wirksamen Blutungen aus dem venösen Plexus sacralis. Eine anatomische Rekonstruktion kann hierdurch nicht gewährleistet werden. Hierzu wird jeweils ein Pin in die Beckenschaufel am Schnittpunkt der senkrechten Linie durch die Spina iliaca anterior superior und der horizontalen Linie durch den Trochanter major in Verlängerung zum Femurschaft eingebracht (siehe Abb. 23 und Abb. 24) (52,57,64). Die Beckenzwinge ist gemäß Studienlage dem externen Fixateur zur Kompression von hämodynamisch wirksamen Blutungen aus dem venösen Plexus sacralis überlegen (29,64). Eine absolute Kontraindikation stellt hierbei die transiliacale Fraktur dar, da ein sicheres Anlegen und Verankern der Beckenzwinge hier nicht möglich ist und die Gefahr einer Nerven- oder Gefäß Einklemmung im Bereich des Plexus sacralis besteht. Eine relative Kontraindikation stellt die Sacrumfraktur und eine hochgradige Osteoporose dar (65).

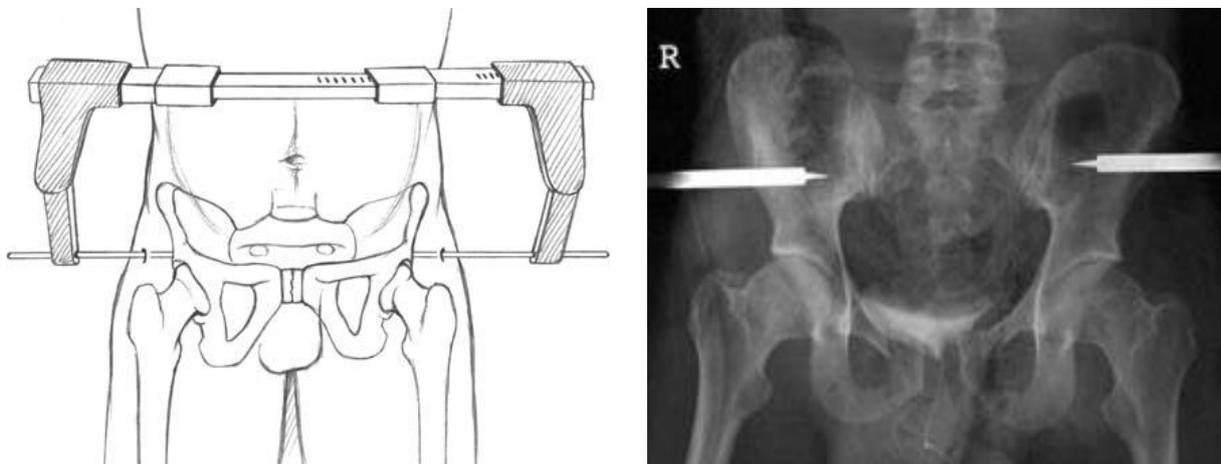


Abbildung 24: Links: schematische Darstellung der Positionierung einer Beckenzwinge (119); rechts: Becken a.p. nach Anlage einer Beckenzwinge (120)

2.5.6 Schrauben- und Plattenosteosynthese



Abbildung 25: Symphysensprengung mit einfacher Plattenosteosynthese in Inlet -und Outlet-Aufnahme, fünf Tage postoperativ (121)

Im Falle einer Beckenringverletzung vom Typ B im Sinne einer Symphysensprengung stellt neben der klinischen Symptomatik, wobei die Schmerzintensität als führend anzusehen ist, das Ausmaß der Ruptur der Symphyse eine Indikation zur operativen Versorgung dar (66). Während eine Diastase kleiner 2,5 cm in der Regel konservativ therapiert werden kann, erfolgt bei einer Diastase größer 2,5 cm eine Symphysiodese durch einen Fixateur, eine Plattenosteosynthese oder eine Doppelplattenosteosynthese. Darüber hinaus kann das Ergebnis in Bezug auf das funktionelle biomechanische Outcome durch eine anatomische Reposition verbessert werden (67,68). Da bei einfacher Osteosynthese häufiger Plattenbrüche durch auftretende Scherkräfte bei Mobilisation auftreten, ist die Doppelplattenosteosynthese hier unter Umständen vorzuziehen. Die plattenosteosynthetische Versorgung stellt hier häufig die direkte einzeitige rekonstruktive Therapie dar.

Bei einer iliosacralen Sprengung kann darüber hinaus eine transiliosacrale Verschraubung mittels einer oder zwei Sacroiliacal-Schrauben (SI-Schrauben) erfolgen. Über zwei kleine Hautinzisionen wird das Os ilium mit einem bzw. zwei Sakralwirbeln verschraubt. Dies geschieht unter Röntgentechnik nach Matta. Diese konnte die Fehlplatzierungsrate der SI-Schrauben von 17% auf 8% senken (92). Bei der Röntgentechnik nach Matta werden die korrekten Eintrittsstellen der Schrauben durch die Projektion eines auf der Haut aufgelegten Kirschnerdrahtes in Inlet- und Outlet-Position auf den Pedikel des ersten Sakralwirbels ausgerichtet und mit einem sterilen Faserstift auf der Haut eingezeichnet. Anschließend werden die Kreuzungen der Hautmarkierungen in einer streng seitlichen Röntgenaufnahme überprüft. Diese Operationstechnik bietet den Vorteil eines geringen OP-Traumas und kann sowohl in Rücken-, als auch in Bauchlage durchgeführt werden.



Abbildung 26: Plattenosteosynthese iliacal/iliosacral rechts sowie Schraubenosteosynthese iliosacral links bei Z.n. Becken-C-Fraktur (122)

Zur elektiven rekonstruktiven operativen Versorgung stehen je nach Frakturart verschiedene Operationsverfahren zur Wahl. Diese erfolgen in der Regel zweizeitig.

Bei Frakturen des hinteren Beckenringes besteht die Möglichkeit zur Schraubenosteosynthese mit SI-Schrauben zur Wiederherstellung der Integrität des hinteren Beckenringes (siehe Abb. 26). Darüber hinaus existieren Beckenrekonstruktionsplatten (siehe Abb. 26) sowie transiliacale Schraubensysteme (siehe Abb. 27).



Abbildung 27: Mini-Open Schraubenosteosynthesen Os ilium links bei Z.n. Becken-C-Fraktur (123)

Eine plattenosteosynthetische Versorgung kann prinzipiell bei Symphysenruptur, Sitz- sowie Schambeinastfraktur, Frakturen des Os iliums sowie bei dislozierten Frakturen des Os sacrum und des Iliosakralgelenkes erfolgen. Ob hierbei eine ein- oder zweizeitige Versorgung erfolgt, hängt im Wesentlichen von der Gesamtheit der Verletzungen sowie dem Allgemeinzustand des Patienten ab.

Verletzung	Verfahren
Symphyse	- Doppelplattenosteosynthese
Transpubische Frakturen	- Fixateur - Bei Dislokation auch Plattenosteosynthese - Schrauben
Iliumfrakturen	- Ventrale Plattenosteosynthese
ISG-Verletzungen	- Transiliosacrale Verschraubung oder - Ventrale Plattenosteosynthese
Sacrumfrakturen	- Zugschrauben (einfache Frakturen) - Stellschrauben (Mehrfragmentfrakturen) - Plattenosteosynthesen

Abbildung 28: Mögliche operative Verfahren nach Verletzung (124)

Die Behandlung nach operativer Therapie richtet sich nach der jeweiligen Frakturversorgung. Sie umfasst eine frühfunktionelle Physiotherapie mit umgehender Vollbelastung, zum Beispiel bei operativer Versorgung einer Symphysenruptur durch Plattenosteosynthese, oder langsames schrittweise Aufbelasten, zum Beispiel im Falle einer transiliosacralen Osteosynthese. Die physiotherapeutische Behandlung sollte bei allen Patienten, insbesondere alterstraumatologischen Patienten, zudem eine Atemtherapie zur Prophylaxe von Pneumonien beinhalten. Darüber hinaus erfolgt eine Infekt-, sowie Dekubitus- und Thromboseprophylaxe, letzteres bis zur vollständigen Mobilisation.

Des Weiteren finden regelmäßige klinische und radiologische Verlaufskontrollen nach einer Woche, nach sechs Wochen sowie im Abstand von drei, sechs und zwölf Monaten zur Überwachung der Frakturheilung und, im Falle einer osteosynthetischen Versorgung, zur Kontrolle des Osteosynthesematerials statt.

Ein Entfernen des Osteosynthesematerials ist nicht zwingend notwendig. Die Indikation sollte, wie bei allen Implantatentfernungen, streng gestellt werden. Bei Bewegungssegment überbrückender Osteosynthese, zum Beispiel der Symphyse oder des Iliosakralgelenkes, sollte die Implantatentfernung, insbesondere bei jungen Patienten, nach sechs bis zwölf Monaten erwogen werden, um das Bewegungssegment wieder frei zu geben. Dies ist stets eine individuelle Entscheidung, die aufgrund des Patientenwunsches und einer eventuell vorliegenden Komplikation des einliegenden Materials (zum Beispiel Schmerzen, Implantat-Infektion, Bewegungseinschränkungen etc.) getroffen wird (69).

3 Material, Patienten und Methodik

3.1 Studiendesign und Zusammensetzung des Patientenkollektiv

Die Daten von 4755 Patienten, die im Zeitraum von 1991 bis 2013 aufgrund einer Beckenringfraktur behandelt und in das Beckenregister der AG Becken der DGU prospektiv und multizentrisch erfasst wurden, wurden in der vorliegenden Arbeit retrospektiv analysiert.

Einschlusskriterien waren ein Alter < 60 Jahre und eine nach AO/OTA klassifizierte Beckenringfraktur vom Typ A, B und C.

Ausgeschlossen wurden Patienten mit einem Alter größer gleich 60 Jahren. Patienten mit gleichzeitig vorliegender Acetabulumfraktur wurden nicht in die Studie eingeschlossen. Patienten mit fehlerhafter oder fehlender sowie unklarer Verschlüsselung für eine oder mehrerer der untersuchungsrelevanten Variablen wurden aus dem erhobenen Patientengut ausgeschlossen.

Eine Stratifizierung erfolgte anhand des Geschlechts, des Alters (in vier Altersgruppen: 0-12 Jahre, 13-19 Jahre, 20-39 Jahre, 40-59 Jahre), des Frakturgrades nach AO/OTA in A, B und C, der Behandlung (konservativ vs. operativ) sowie des Outcomes (Überleben vs. Versterben).

Wir nahmen in der Altersgruppe 0-12 Jahre die Zeit der Kindheit und Adoleszenz an, in der Altersgruppe der 13-19jährigen gingen wir von Jugend und jungem Erwachsenenalter aus. Die Zeitgruppe der 20-39jährigen repräsentiert das Erwachsenenalter. Ab der Altersgruppe der 40-59jährigen gingen wir von ersten natürlichen biologischen Alterserscheinungen (z.B. Menopause) aus, welche mit einem erhöhten Risiko von alterstypischen Begleiterkrankungen einhergehen können. Ab einem Alter von 60 steigt das Risiko osteoporotischer Frakturen an (128). Insgesamt erfolgte die Einteilung der Altersklassen willkürlich und war im Wesentlichen an biologische Überlegungen geknüpft. Es existieren in der Literaturrecherche keine (vergleichbaren) detaillierten Stratifizierungen der Altersklassen.

3.2 Bearbeitung der Daten

Wir unterteilten den Beobachtungszeitraum von 22 Jahren auf die Zeiträume t1 (1991-1993), t2 (1997-2000), t3 (2001-2008) und t4 (2009-2013). Die Kohorte wurde in „männlich“ und „weiblich“ unterteilt. Die Codierung für männliche Patienten wurde als „1“ angegeben, für weibliche Patienten als „0“. Anschließend wurden die geschlechtergetrennten Patientengruppen in die oben genannten verschiedenen Altersklassen stratifiziert.

Eine weitere Stratifizierung erfolgte anhand der Therapie. Patienten, welche ausschließlich, also sowohl in der Primär- als auch in der Sekundärtherapie, konservativ behandelt wurden erhielten die Codierung „0“. Die Anlage eines Beckentuches oder eines Beckengurtes wurde als konservative Therapie gewertet. Patienten, welche entweder in der primären oder in der sekundären Therapie operativ versorgt wurden, erhielten die Codierung „1“.

Als operative Versorgungstechniken wurden die Anlage eines Fixateur externe, einer Beckenzwinge, einer sacroiliacalen Verschraubung, einer transpubischen operativen Versorgung, einer sacralen operativen Versorgung, einer operativen Versorgung des Iliums oder einer operativen Versorgung der Symphyse sowie einer als „allgemeine Notfalloperation“ bezeichneten operativen Therapie, bei welcher nicht genauer bezeichnete Operationen zusammengefasst wurden, gewertet.

Im Anschluss wurde in jeder Therapiegruppe die Anzahl der dokumentierten Todesfälle eruiert. Ein eingetretener Todesfall erhielt die Codierung „1“. Lediglich Todesfälle in der Zeitdauer der Hospitalisation wurden registriert. Des Weiteren wurde die Krankenhausverweildauer in Tagen jedes Patienten erfasst. Da es sich hierbei um keine Normalverteilung handelte wurden die Anzahl in Tagen als Median und Interquartile Range (IQR) errechnet. Zudem wurde der Injury Severity Score (ISS) deskriptiv für die einzelnen Zeiträume analysiert. Wie auf Seite 20 und 21 beschrieben wird dieser auf der Grundlage des „Abbreviated Injury Scale“ (AIS) für definierte Einzelverletzungen berechnet und umfasst eine Punktzahl von 0-75 (47,48). Da es sich hierbei ebenfalls um keine Normalverteilung handelte, wurde der Median und die Interquartile Range (IQR) errechnet.

Es erfolgte eine multiple lineare Regressionsanalyse mit dem Parameter „Outcome“ (=verstorben) als abhängige Variable sowie den Parametern Geschlecht („männlich“ und „weiblich“), Alter, Therapie („konservativ“ und „operativ“), Frakturgrad (A, B, C nach AO/OTA) sowie „Krankenhausverweildauer“ (in Tagen) als unabhängige Variablen. Die Signifikanz wurde mittels t-Test errechnet, als Signifikanzniveau wurde $p < 0.05$ mit einem Konfidenzintervall von 95% definiert.

3.3 Auswertung der Daten

Die explorative und deskriptive Auswertung der Daten erfolgte mit dem Softwareprogramm IBM SPSS Statistics 24.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) ausgewertet. Anhand der untersuchungsrelevanten Variablen „Alter“, „Outcome“, „Geschlecht“, „Frakturgrad“, „Krankenhausverweildauer“ in Tagen und „Therapie“ wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse für die jeweiligen Probandendaten der Zeitgruppen t2, t3 und t4 sowie für den gesamten Datensatz (t2-t4) durchgeführt.

Hierbei wurde das Outcome als abhängige Variable gewählt, die Parameter Geschlecht, Alter, Frakturgrad, Therapie und Krankenhausverweildauer als unabhängige Variable. Des Weiteren erfolgte eine deskriptive Datenanalyse. Hierbei wurde für jede Subgruppe sowie für den Gesamtdatensatz das Durchschnittsalter im Mittelwert mit Standardabweichung, die Verteilung der Frakturgrade, die Verteilung operativer bzw. konservativer Therapie, die mediane Krankenhausverweildauer mit Angabe der Interquartile Range sowie das Geschlechterverhältnis ermittelt. Ebenfalls wurde innerhalb der einzelnen Zeitgruppen t2-t4 sowie innerhalb der einzelnen Altersgruppen die männliche und die weibliche Kohorte hinsichtlich der Therapie (konservativ vs. operativ) sowie der Mortalität in den jeweiligen Therapiemodalitäten (konservativ vs. operativ) stratifiziert. Signifikanzen, welche nicht bereits in der multiplen linearen Regressionsanalyse mittels t-Test ermittelt wurden, wurden mittels Chi-Quadrat Test errechnet.

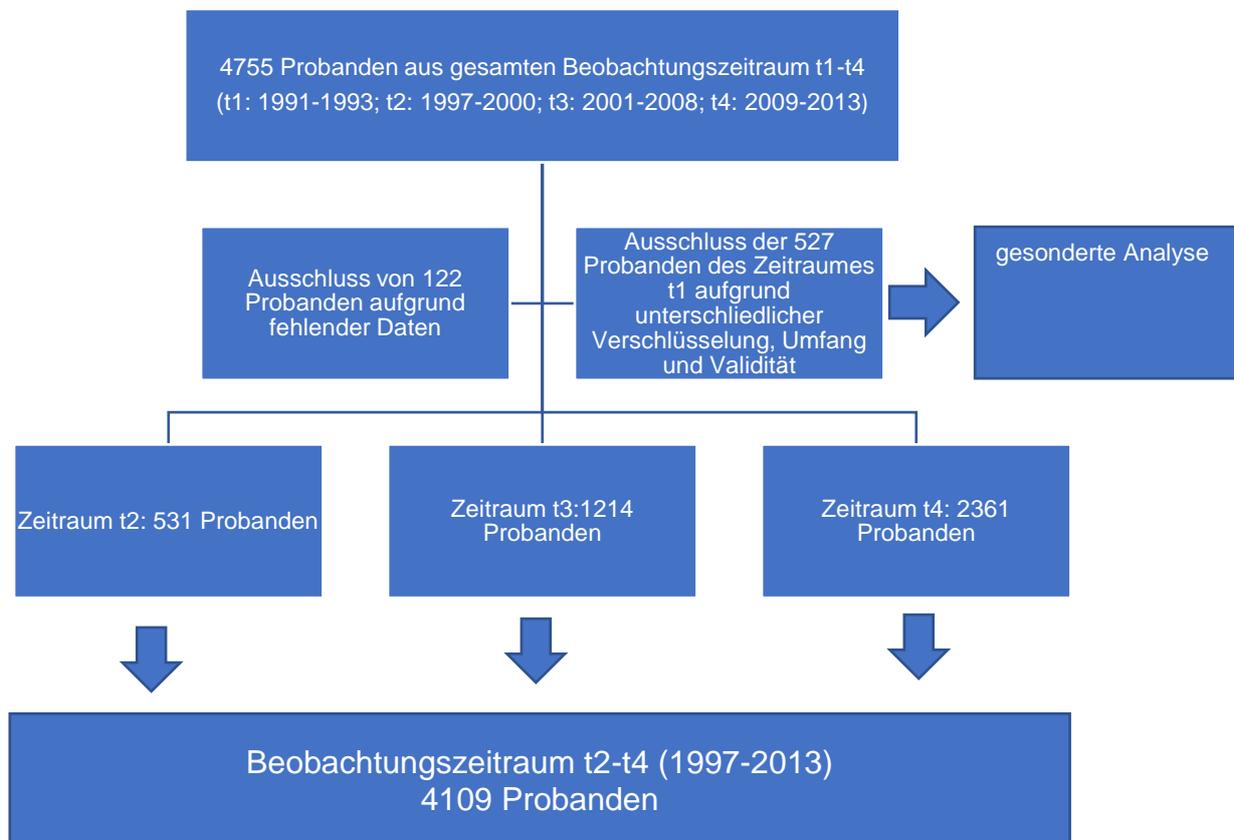
Daten des Zeitraumes t1 (1991-1993) unterschieden sich von den folgenden Daten des Zeitraumes t2-t4 (1997-2013) hinsichtlich Verschlüsselung, Umfang und Validität, sodass die Daten des Zeitraumes t1 (1991-1993) gesondert analysiert und weder in die deskriptive noch in die lineare Regressionsanalyse des Gesamtbeobachtungszeitraumes miteinbezogen wurden.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamter Beobachtungszeitraum (1991-2013)

In Zusammenschau aller erhobenen Daten über den Beobachtungszeitraum 1991 bis 2013, welcher in die Zeitperioden t1-t4 (t1: 1991-1993; t2: 1997-2000; t3: 2001-2008; t4: 2009-2013) unterteilt wurde, konnten 4755 Probanden erhoben werden.

Wie bereits beschrieben unterschieden sich die Daten des Zeitraumes t1 (1991-1993) (n=527) den folgenden Daten des Zeitraumes t2-t4 (1997-2013), sodass wir diese Zeitgruppe separat analysierten. Entsprechend handelt es sich im Folgenden beim gesamten Beobachtungszeitraum um die Zeiträume t2 (1993-1998), t3 (2003-2008) und t4 (2009-2013), welche 4228 Probanden umfassen. 122 Probanden konnten aufgrund fehlender Daten nicht in die Analyse mit einbezogen werden. Hierbei handelte es sich bei 117 Fällen um fehlende Daten zur Frakturklassifikationen, in vier Fällen um fehlende Daten zum Kriterium „verstorben“ und in einem Fall zum Kriterium „Geschlecht“. Nach Ausschluss dieser wurden letztlich die Daten von 4109 Patienten ausgewertet und analysiert.



4.2 Zeitraum t1 (1991-1993)

4.2.1 Deskriptive Analyse des Zeitraumes t1

In der Datengruppe des Zeitraumes t1 (1991-1993) wurden insgesamt 527 Probanden erfasst. Es erfolgte eine Analyse hinsichtlich der Geschlechterverteilung. Von 527 erfassten Probanden waren 211 (40%) weiblich und 316 (60%) männlich. Die Frakturverteilung ergab 220 A-Frakturen (41,7%), 166 B-Frakturen (31,5%), 141 C-Frakturen (26,8%) (siehe Tab. 3). Es verstarben 41 Probanden (7,8%).

Hier zeigte sich eine reduzierte Anzahl an B- und C-Verletzungen mit einer entsprechend höheren relativen Zahl an A-Verletzungen von 11,9% (41,7% vs. 29,8%) im Vergleich zum Beobachtungszeitraum t2-t4.

Frakturtyp nach AO/OTA	Anzahl (Probanden)	Anzahl in %
A	n=220	41,7
B	n=166	31,5
C	n=141	26,8
Gesamt	n=527	100,0

Tabelle 3: Frakturverteilung nach AO/OTA im Zeitraum t1

Im nächsten Schritt wurde eine Analyse bezüglich der Therapie durchgeführt. In der Subkohorte des Zeitraumes t1 wurden 399 Probanden konservativ (75,7%) versorgt wohingegen 128 Probanden (24,3%) operativ versorgt wurden. Das Durchschnittsalter betrug 28,8 Jahre mit einer Standardabweichung von 13,1 Jahren. Zudem wurde der erfasste Injury Severity Score (ISS) analysiert. Dieser betrug im Median 13 mit einer Interquartile Range (IQR) von 20.

4.2.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen

Es erfolgte eine Analyse der einzelnen Altersgruppen (0-12 Jahre, 13-19 Jahre, 20-39 Jahre, 40-59 Jahre) für den Zeitraum t1.

In der Altersgruppe von 0-12 Jahren wurden 38 Probanden eingeschlossen, davon waren 21 (55,3%) männlich und 17 (44,7%) weiblich. Es lagen 22 A-Frakturen (57,9%), elf B-Frakturen (28,94%) und fünf C-Frakturen (13,15%) vor. Es verstarben 5 Probanden (13,15%). Hier findet sich eine signifikant ($p < 0.05$) erhöhte Zahl an A-Frakturen verglichen mit der des Gesamtzeitraumes t2-t4 bei signifikant ($p < 0.05$) verminderter Zahl an C-Frakturen. Dennoch ist die Mortalität mit 13,2% fast doppelt so hoch verglichen mit der Mortalität der Gesamtkohorte des Zeitraumes t1 und mehr als dreimal so hoch wie die Mortalität des Beobachtungszeitraumes t2-t4.

In der Altersgruppe von 13-19 Jahren wurden 95 Probanden eingeschlossen, davon waren 56 (58,9%) männlich und 39 (41,1%) weiblich. Es lagen 44 A-Frakturen (46,3%), 31 B-Frakturen (32,6%) und 20 C-Frakturen (21,1%) vor. Verglichen mit dem Gesamtzeitraum t2-t4 liegt auch hier eine signifikant höhere Zahl an A-Frakturen vor ($p < 0.05$). Es verstarben acht Probanden (8,4%). Damit liegt die Mortalität im Bereich des Durchschnittwertes des Zeitraumes t1 (7,8%).

In der Altersgruppe der 20-39-Jährigen wurden 281 Probanden erfasst, davon waren 163 (58%) männlich und 118 (42%) weiblich. Die Frakturverteilung belief sich auf 101 A-Frakturen (35,9%), 86 B-Frakturen (30,6%) und 94 C-Frakturen (33,5%). Es verstarben 22 Probanden (7,8%). In der Altersgruppe der 20-39-Jährigen kam es somit zu einer Zunahme der C-Verletzungen von 6,7% im Vergleich zur gesamten Subkohorte t1 (C-Frakturen: 26,8%) bei gleichzeitiger Abnahme von A-Verletzungen. Gleichzeitig liegt im Vergleich zur Gruppe der 20-39jährigen über den Gesamtzeitraum immer noch eine deutlich höhere Zahl an A-Frakturen (20-39jährigen im Gesamtzeitraum: 27,5% A-Frakturen) und eine deutlich niedrigere Zahl an C- und vor allem B-Frakturen vor (37,4% im Gesamtzeitraum für 20-39jährige). Die Mortalität entsprach 7,8%.

In der Altersgruppe von 40-59 Jahren wurden 113 Probanden erfasst, davon waren 76 (67,3%) männlich und 37 (32,7%) weiblich. Hier kam es zu einer deutlichen Verschiebung in der Geschlechterverteilung hin zu einer Zunahme der männlichen Patienten. Es lagen 53 A-Frakturen (46,9%), 38 B-Frakturen (33,6%) und 22 C-Frakturen (19,5%) vor. Verglichen mit der Gruppe der 40-59-Jährigen Patienten über den Zeitraum t2-t4 (A-Frakturen: 29,7%, B-Frakturen 41,3%, C-Frakturen 28,9%) liegt hier eine unterschiedliche Verteilung der Fraktorentitäten vor.

Es verstarben sechs Patienten (5,3%). In dieser Altersgruppe gab es, im Unterschied zur Gruppe der 20-39-Jährigen, eine Verschiebung der Fraktorentitäten hin zu A-Verletzungen bei verminderter Zahl an B- und C-Verletzungen.

Da der Zeitraum t1 den ersten erhobenen Datensatz der Arbeitsgemeinschaft Becken darstellt und sich im Aufbau und Umfang von den folgenden Zeiträumen t2-t4 unterscheidet, konnte in dieser zeitlichen Kohorte keine Regressionsanalyse durchgeführt werden. Vor allem in Bezug auf die jeweiligen Therapieverfahren fielen missverständliche und daher nicht sicher interpretierbare Verschlüsselungen auf.

4.3 Beobachtungszeitraum t2-t4 (1997-2013)

4.3.1 Deskriptive und explorative Analyse des Zeitraumes t2-t4

Zunächst erfolgte eine Analyse des Beobachtungszeitraumes (t2-t4) hinsichtlich der Geschlechterverteilung. Hierbei handelte es sich bei 1612 (39,2%) um weibliche Probanden, bei 2497 (60,8%) um Männliche (siehe Abb. 29). Dieses Verhältnis zeigte sich über alle Zeiträume und Altersgruppen konstant.

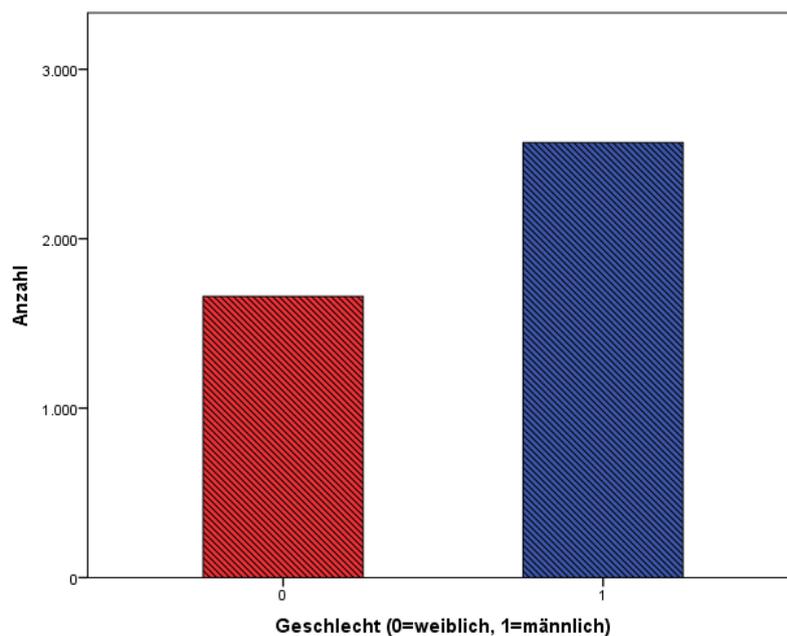


Abbildung 29: Geschlechterverteilung über den gesamten Beobachtungszeitraum t2-t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Geschlecht. Rot= weiblich, blau= männlich.

Des Weiteren erfolgte eine Analyse der Frakturverteilung. Hierbei ergaben sich 1226 (29,8%) A-Frakturen, 1613 (39,2%) B-Frakturen und 1270 (30,9%) C-Frakturen (Abb. 30).

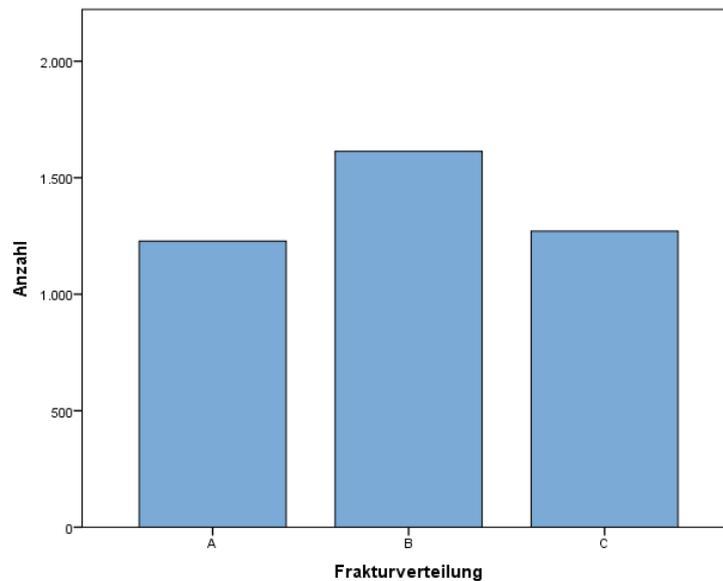


Abbildung 30: Frakturverteilung über den gesamten Beobachtungszeitraum t2-t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse Frakturgrad nach AO/OTA

Dann wurden das gewählte Therapieverfahren sowie die Gesamtmortalität analysiert. Im gesamten Beobachtungszeitraum (t2-t4) wurden 2055 (50,1%) Probanden konservativ behandelt, bei 2054 (49,9%) Probanden erfolgte die operative Versorgung. Insgesamt verstarben 202 (4,9%) Probanden.

Das Durchschnittsalter der Probanden lag bei 35,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 14,2 Jahren (Abb. 31). Hier zeigte sich ein angedeutet zweigipfliger Verlauf (siehe Abb. 31) mit einem Höhepunkt bei 20 Jahren sowie einem zweiten kleineren Höhepunkt bei 55 Jahre. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 16 Tage mit einer IQR von 22 Tagen. Insgesamt kam es zu einer sehr großen Verteilungsbreite hinsichtlich der Verweildauer in Tagen von 0 bis >900 Tage.

Als letztes wurde der ISS über den Gesamtzeitraum 1997-2013 deskriptiv analysiert. Dieser lag im Median bei 17 mit einer IQR von 20.

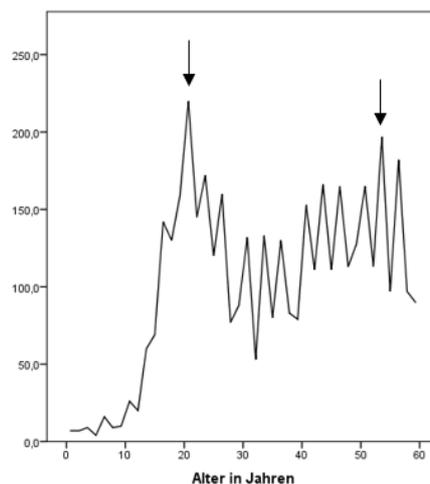


Abbildung 31: Altersverteilung über den Zeitraum t2-t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Probandenalter in Jahren

Geschlecht	Frakturtyp nach AO/OTA	Operative Versorgung/(%)	Konservative Versorgung/(%)	Gesamt/(%)
männlich	A	n=133 (17,1%) *	n=645 (82,9%)	n=778 (100%)
	B	n=515 (54,9%) *	n=423 (45,1%)	n=938 (100%)
	C	n=676 (86,4%)	n=106 (13,6%)	n=781 (100%)
Gesamt:		n=1324 (53,0%)	n=1174 (47,0%)	n=2498 (100%)
weiblich	A	n=47 (10,5%) *	n=401 (89,5%)	n=448 (100%)
	B	n=276 (40,9%) *	n=399 (59,1%)	n=675 (100%)
	C	n=408 (83,4%)	n=81 (16,6%)	n=489 (100%)
Gesamt:		n=731 (45,3%)	n=881 (54,7%)	n=1612 (100%)

*Über den Zeitraum t2-t4 geschlechterspezifische Verteilung der Frakturentitäten und der Therapie.
p<0.05. Operative und konservative Versorgung in absoluter Anzahl der Probanden, prozentualer Anteil in Klammern.

In der weiblichen Kohorte erfolgte in 54,7% eine konservative und in 45,3% eine operative Therapie. Es verstarben 66 Probanden (4,1%), wovon 44 Probanden konservativ und 22 Probanden operativ behandelt worden waren. Die Mortalität für die konservative Therapie lag somit bei 5,0%, die Mortalität für die operative Therapie bei 3,0%.

Demgegenüber erfolgte in der männlichen Kohorte in 47% eine konservative und in 53% eine operative Therapie. Die Gesamtmortalität in der männlichen Kohorte lag bei 5,4%, wobei die Mortalität der konservativen Therapie 7% und die der operativen Therapie 4% betrug. In beiden Geschlechtern gab es eine ähnliche Rate an A- und B-Frakturen, wobei Frauen bei beiden Frakturentitäten deutlich häufiger konservativ therapiert wurden (operative Versorgung der B-Frakturen bei Frauen 40,9% vs. 54,9% bei Männern). Bei beiden Geschlechtern war die Mortalität bei B-Frakturen im Rahmen einer konservativen Therapie signifikant ($p<0.05$) höher als bei der operativen Therapie. Bei Vorliegen einer C-Fraktur erfolgte bei beiden Geschlechtern eine vergleichbare Therapie, jedoch lag die Mortalität in der männlichen Kohorte signifikant höher ($p<0.05$), dies sowohl in der konservativen als auch in der operativen Frakturversorgung.

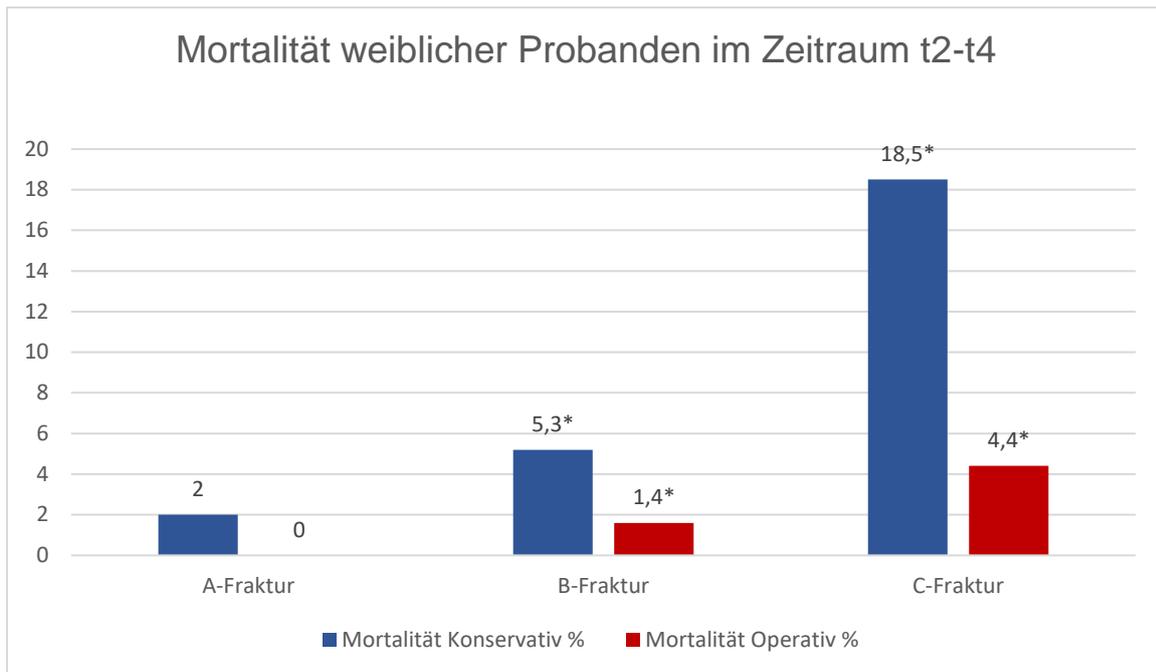


Abbildung 32: Mortalität weiblicher Probanden im Zeitraum t2-t4. *p<0.05. Y-Achse: Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA.

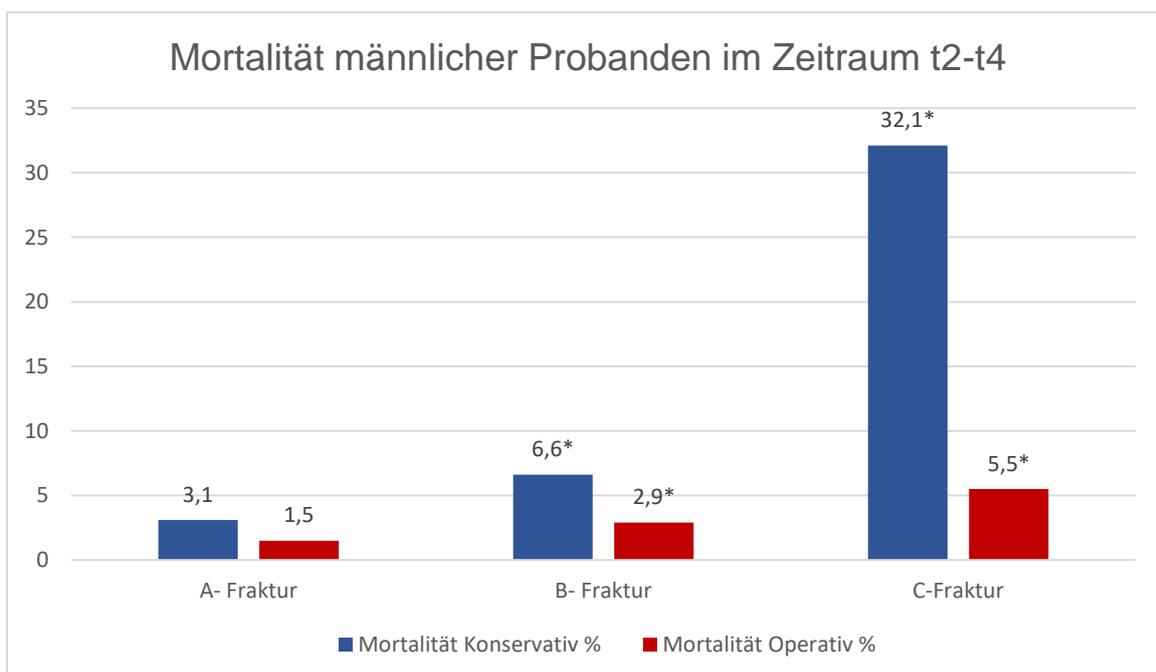


Abbildung 33: Mortalität männlicher Probanden im Zeitraum t2-t4. *p<0.05. Y-Achse: Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA.

Schließlich erfolgte eine Regressionsanalyse, bei der das Verhältnis zwischen der abhängigen Variablen „Outcome“ respektive „verstorben“ und den unabhängigen Variablen „Alter“, „Geschlecht“, „Frakturgrad (A, B, C nach AO/OTA)“, „Therapie (konservativ versus operativ)“ und „Krankenhausverweildauer“ analysiert wurde.

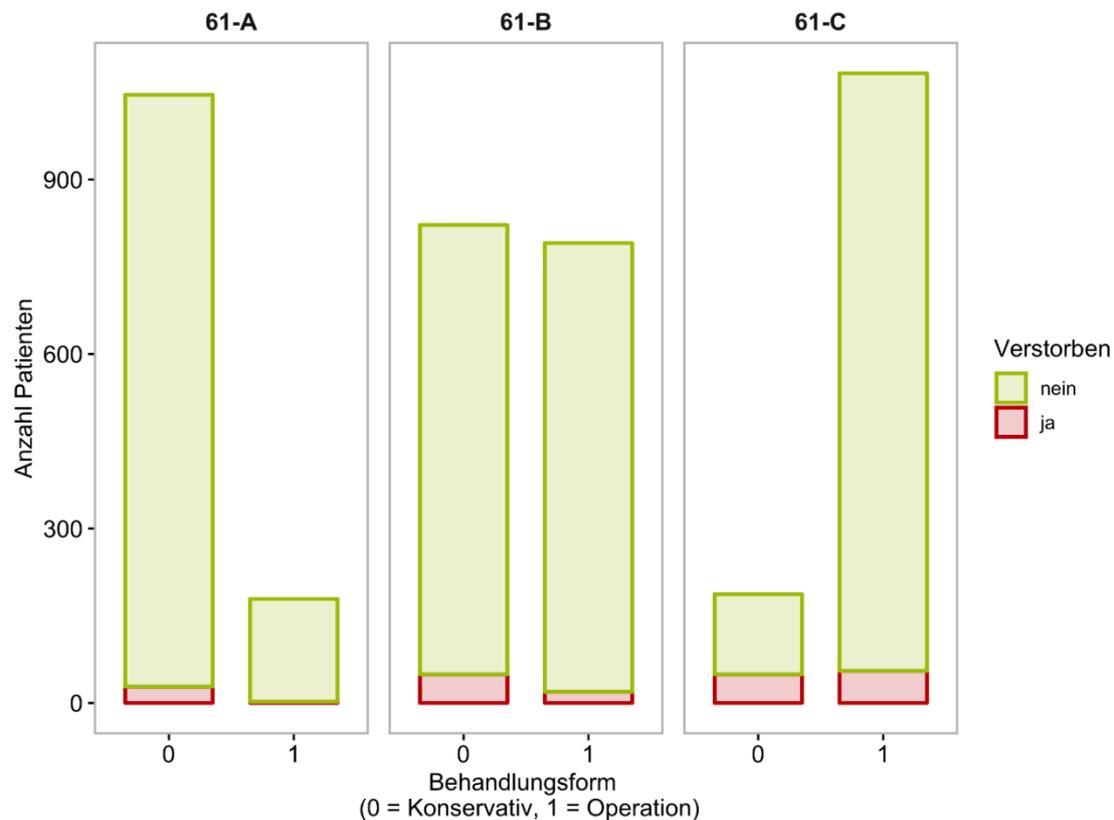


Abbildung 34: Im Zeitraum t2-t4 erfasste Frakturen (A, B, C nach AO/OTA), Therapieverfahren (0=konservativ; 1=operativ) und Outcome respektive „verstorben“ (grün= nicht verstorben, rot =verstorben)

Über den beobachteten Zeitraum t2-t4 zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf Outcome und Alter ($p > 0.05$). Jedoch ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Mortalität und Frakturgrad, Geschlecht, Therapie sowie Krankenhausverweildauer zeigen ($p < 0.05$) (Tab. 4). Die operative Therapie war der konservativen Therapie im Hinblick auf die Mortalität, vor allem bei instabileren Frakturentitäten (Typ B und C) überwiegend signifikant ($p < 0.05$) überlegen. Insgesamt lag die Mortalität für die konservative Therapie bei 6%, für die operative Therapie 3,5%. Wie aus Abbildung 34 zu entnehmen stieg mit dem Grad der Instabilität der Fraktur auch der Anteil an operativ versorgten Probanden, der prozentuale Anteil der Verstorbenen war in der Gruppe der konservativ versorgten C-Frakturen signifikant ($p < 0.05$) höher. Das männliche Geschlecht hatte, auch hier vor allem in den höheren Frakturentitäten (Typ B/C), eine signifikant ($p < 0.05$) höhere Mortalität als das weibliche Geschlecht. So betrug die Mortalität bei C-Frakturen in der weiblichen Kohorte 6,7%, in der männlichen Kohorte 9,1%. Doch auch bei den stabileren Frakturentitäten (Typ A) war die Mortalität in der männlichen Kohorte höher (A-Frakturen: 1,8% in der weiblichen versus 2,8% in der männlichen Kohorte). Ebenso stieg mit höherer Verweildauer auch die Mortalität.

	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Signifikanz
Geschlecht	,487	,160	,002
Alter	-,007	,005	,216
A-Fraktur			,000
B-Fraktur	-2,670	,245	,000
C-Fraktur	-1,469	,186	,000
Behandlung (0=konservativ;1=operativ)	-1,280	,184	,000
Krankenhausverweildauer	-,038	,006	,000

Tabelle 4: Regressionsanalyse für den gesamten Beobachtungszeitraum 1997-2013

4.3.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen

Nun erfolgte die Analyse der einzelnen Altersgruppe (0-12 Jahre, 13-19 Jahre, 20-39 Jahre, 40-59 Jahre) für den gesamten Zeitraum 1997-2013.

Hierbei zeigte sich, dass in der Subgruppe der 0-12-jährigen Probanden überwiegend niedrigere Frakturentitäten vorlagen (50,9% A- Frakturen, 31,8% B- Frakturen) und deutlich häufiger eine konservative Therapie gewählt wurde (73,6% konservative Therapie). Die Mortalität lag bei 4,5%. Das Durchschnittsalter in dieser Altersgruppe lag bei 7,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 3,6 Jahren, die mediane Krankenhausverweildauer betrug 12 Tage mit einer IQR von 16. Trotz einer höheren Rate an konservativ versorgten Patienten bei einer vergleichbaren Mortalität lag die Verweildauer somit unter dem Median der gesamten Untersuchungsgruppe.

In der Altersgruppe von 13-19-Jährigen glich sich die Verteilung der Frakturentitäten der Verteilung des Gesamtschnittes an. Ebenso stieg die Rate an operativen Versorgungen, anders als in der Gruppe der 0-12-Jährigen, auf 48,4%. Die Mortalität lag bei 6,6%, wobei die Mortalität in der männlichen Kohorte leicht höher lag als in der weiblichen Kohorte (Weiblich 5,6% vs. Männlich 6,7%). Auch in dieser Altersgruppe zeigte sich eine, bei beiden Geschlechtern vorliegende, steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen.

Das durchschnittliche Alter lag bei 17,1 Jahren mit einer Standardabweichung von 1,8 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag bei 14 Tagen mit einer IQR von 20.

In der Altersgruppe von 20-39 Jahre lag ein dem Gesamtbild entsprechendes Verhältnis der Geschlechterverteilung, der Frakturentitäten, der Therapieverteilung der Mortalität vor. Auch hier zeigte sich eine höhere Rate an operativen Versorgungen bei niedrigeren Frakturentitäten (operative Versorgung bei B-Frakturen in der weiblichen Kohorte 44,3% vs. 53,7% in der

männlichen Kohorte) sowie eine leicht erhöhte Gesamtmortalität in der männlichen Kohorte (Männlich 5,8% vs. Weiblich 4,6%). Auch in dieser Altersgruppe zeigte sich eine, bei beiden Geschlechtern vorliegende, steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen.

Das durchschnittliche Alter lag bei 28,5 Jahren mit einer Standardabweichung von 5,9 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag bei 17 Tagen mit einem IQR von 23.

In der Altersgruppe von 40-59 Jahren wurden 1836 Patientendaten erfasst, hiervon waren 683 Probanden weiblich (37,2%) und 1153 Probanden männlich (62,8%). Bezüglich der Frakturverteilung lagen 546 A-Frakturen (29,7%), 759 B-Frakturen (41,3%) und 531 C-Frakturen (28,9%) vor. Hier liegt eine leichte Verschiebung hin zu B-Frakturen vor, wobei eine gleichermaßen minimal geringere Anzahl an A- und C-Verletzungen vorliegt. Bezüglich der Therapieverteilung und der Mortalität lag ein dem Gesamtbild entsprechendes Verhältnis vor. Wie auch in den vorigen Altersgruppen zeigte sich eine, bei beiden Geschlechtern vorliegende, steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen sowie eine signifikant höhere Rate an operativen Versorgungen in der männlichen Kohorte bei A- und B-Frakturen.

Das durchschnittliche Alter lag bei 49,6 Jahren mit einer Standardabweichung von 5,6 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag ebenfalls bei 17 Tagen mit einer IQR von 23.

4.4 Zeitraum t2 (1997-2000)

4.4.1 Deskriptive und explorative Analyse des Zeitraumes t2

In der Untersuchungsgruppe des Zeitraumes t2 waren 209 (39,1%) Probanden weiblich und 322 (60,9%) Probanden männlich (Abb. 35). Dies entsprach dem Geschlechterverhältnis des Gesamtzeitraumes t2-t4.

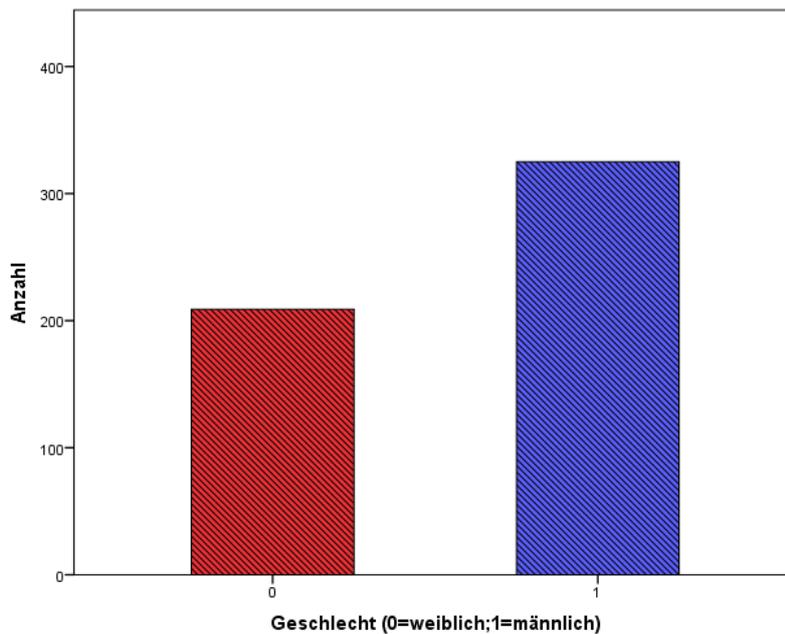


Abbildung 35: Geschlechterverteilung im Zeitraum t2. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Geschlecht. Rot= weiblich, blau= männlich

Bezüglich der Frakturverteilung lag im Vergleich zum Gesamtzeitraum eine leicht verminderte Zahl an C-Frakturen (t2: 27,5% vs. Gesamtzeitraum t2-t4: 30,9%) und B-Frakturen (t2: 36,3% vs. Gesamtzeitraum t2-t4: 39,2%) zugunsten einer Zunahme an A-Frakturen vor.

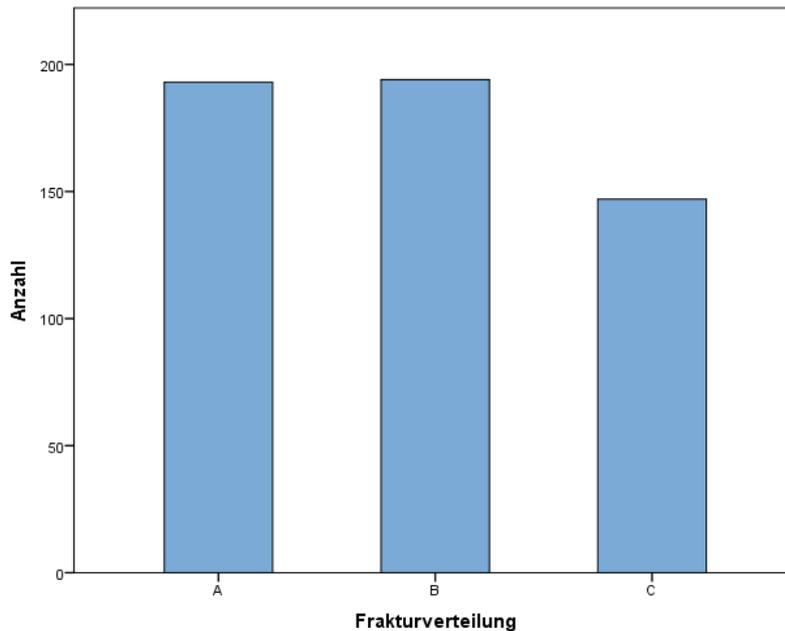


Abbildung 36: Frakturverteilung im Zeitraum t2. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Frakturgrade nach AO/OTA.

In 43,1% erfolgte eine konservative Therapie, in 56,9% eine operative Therapie (Abb. 37). Hier zeigte sich also eine deutliche Zunahme der operativen Versorgungen gegenüber dem gesamten Beobachtungszeitraum (t2-t4: 50%) trotz insgesamt geringerer Zahl an höheren Frakturentitäten.

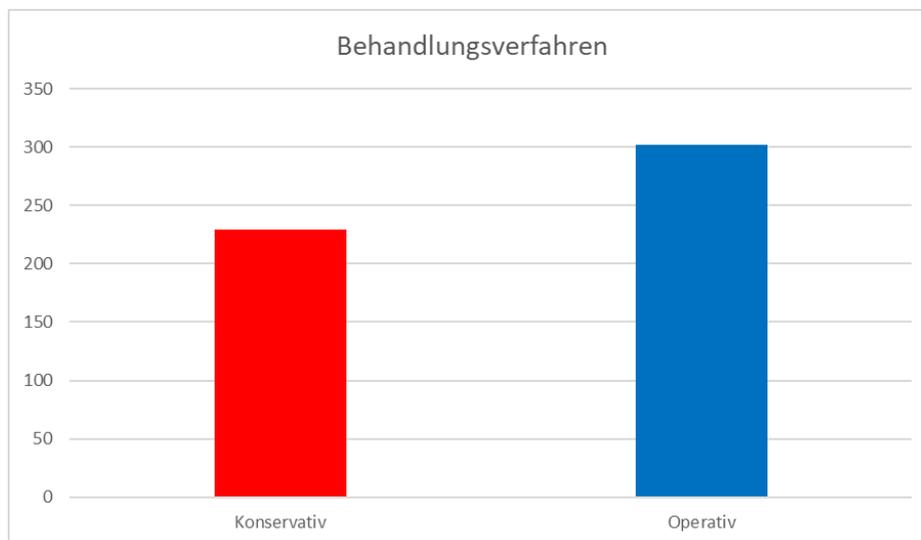


Abbildung 37: Therapieverteilung im Zeitraum t2. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Behandlungsverfahren. Rot=konservativ, blau=operativ.

Insgesamt verstarben im Zeitraum t2 40 Probanden (7,5%). Die Mortalität lag somit, bei niedrigerer Rate an höheren Frakturentitäten und dennoch höherer Rate an operativen Versorgungen, signifikant ($p < 0.05$) über der des Gesamtzeitraumes (gesamt: 4,8%).

Das Durchschnittsalter lag bei 33,3 Jahren mit einer Standardabweichung von 13,8 Jahren (Abb. 38). Auch im Zeitraum t2 lässt sich graphisch ein zweigipfliger Verlauf darstellen, jedoch mit einer leichten Linksverschiebung des zweiten Gipfels, hier um die 40 Jahren.

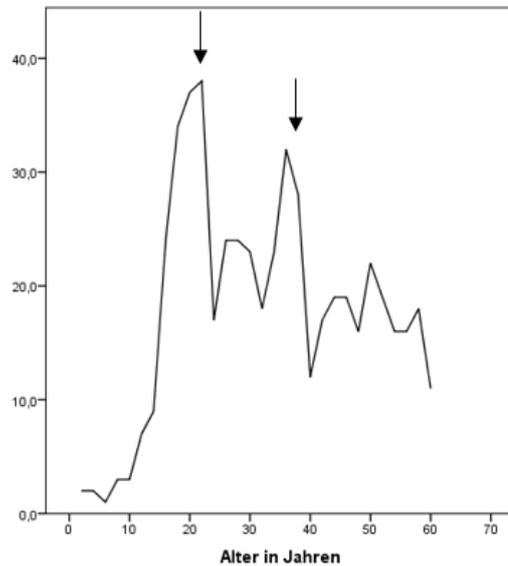


Abbildung 38: Altersverteilung im Zeitraum t2. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Probandenalter in Jahren.

Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 18 Tage mit einem IQR von 27 und lag somit 2 Tage über der medianen Verweildauer über den Gesamtzeitraum. Der ISS im Zeitraum t2 betrug im Median 16 mit einem IQR von 19.

Geschlecht	Frakturgrad nach AO/OTA	Operative Versorgung/(%)	Konservative Versorgung/(%)	Gesamt/(%)
männlich	A	n=55 (49,5%)	n=56 (50,5%)	n=111 (100%)
	B	n=61 (51,3%)	n=58 (48,7%)	n=119 (100%)
	C	n=75 (81,5%)	n=17 (18,5%)	n=92 (100%)
Gesamt:		n=191(59,3%)	n=131 (40,7%)	n=322 (100%)
weiblich	A	n=32 (40,0%)	n=48 (60,0%)	n=80 (100%)
	B	n=37 (49,3%)	n=38 (50,7%)	n=75 (100%)
	C	n=42 (77,8%)	n=12 (22,2%)	n=54 (100%)
Gesamt:		n=111 (53,1%)	n=98 (46,9%)	n=209 (100%)

Geschlechterspezifische Verteilung der Frakturentitäten und der Therapie im Zeitraum t2. Operative und konservative Versorgung in absoluter Anzahl der Probanden, prozentualer Anteil in Klammern.

In der weiblichen Kohorte erfolgte in 46,9% eine konservative Therapie, in 53,1% eine operative. In der konservativen Therapiegruppe verstarben insgesamt acht Probanden (8,1%), in der operativen Therapiegruppe fünf Probanden (4,5%). Die Mortalität in der weiblichen Kohorte in diesem Zeitraum lag bei 6,2%.

In der männlichen Kohorte erfolgte in 40,7% eine konservative Versorgung, in 59,3% eine operative Versorgung. In der konservativen Therapiegruppe verstarben 18 Probanden (13,7%), in der Operativen verstarben neun Probanden (4,7%). Insgesamt lag die Mortalität bei 8,4% und somit deutlich jedoch nicht signifikant ($p>0.05$) über der Mortalität der weiblichen Kohorte.

Bezüglich der Frakturverteilung im Zeitraum t2 lag im Wesentlichen eine ähnliche Verteilung bei beiden Geschlechtern vor. Im Vergleich zu den folgenden Zeiträumen t3 und t4 sowie im Vergleich mit der Gesamtgruppe erfolgte im Zeitraum t2 jedoch eine sehr hohe Zahl an operativen Versorgungen bei A-Frakturen (Männlich: 49,6% vs. Weiblich: 40%). und B-Frakturen (Männlich: 51,2% vs. Weiblich: 49,4%) sowohl in der männlichen als auch in der weiblichen Kohorte vor. Die Mortalität bei A- und B-Frakturen war bei beiden Geschlechtern gleich, wobei die Mortalität bei B-Frakturen jeweils höher lag als bei A-Frakturen. Die Mortalität bei C-Frakturen war bei beiden Geschlechtern hoch, bei Männern deutlich jedoch nicht signifikant ($p>0.05$) höher als bei Frauen (17,4% vs. 11,1%). Die operative Versorgung bei C-Frakturen war bei beiden Geschlechtern ähnlich, bei Männern leicht jedoch nicht signifikant erhöht.

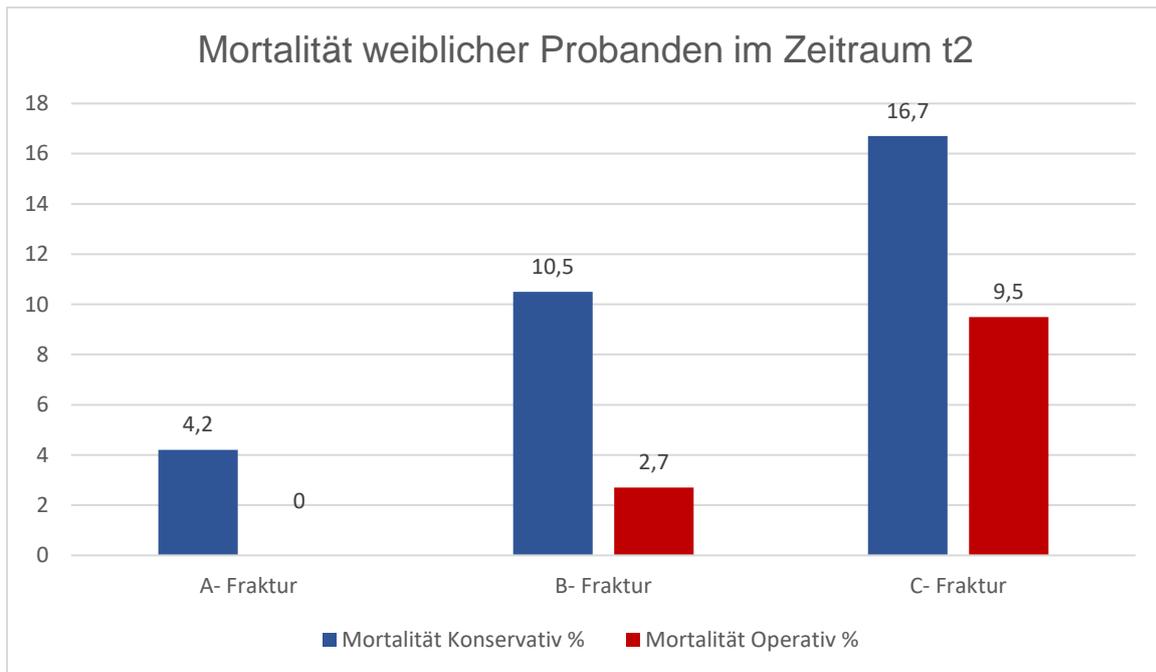


Abbildung 39: Mortalität weiblicher Probanden im Zeitraum t2. * $p < 0.05$. Y-Achse: Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA.

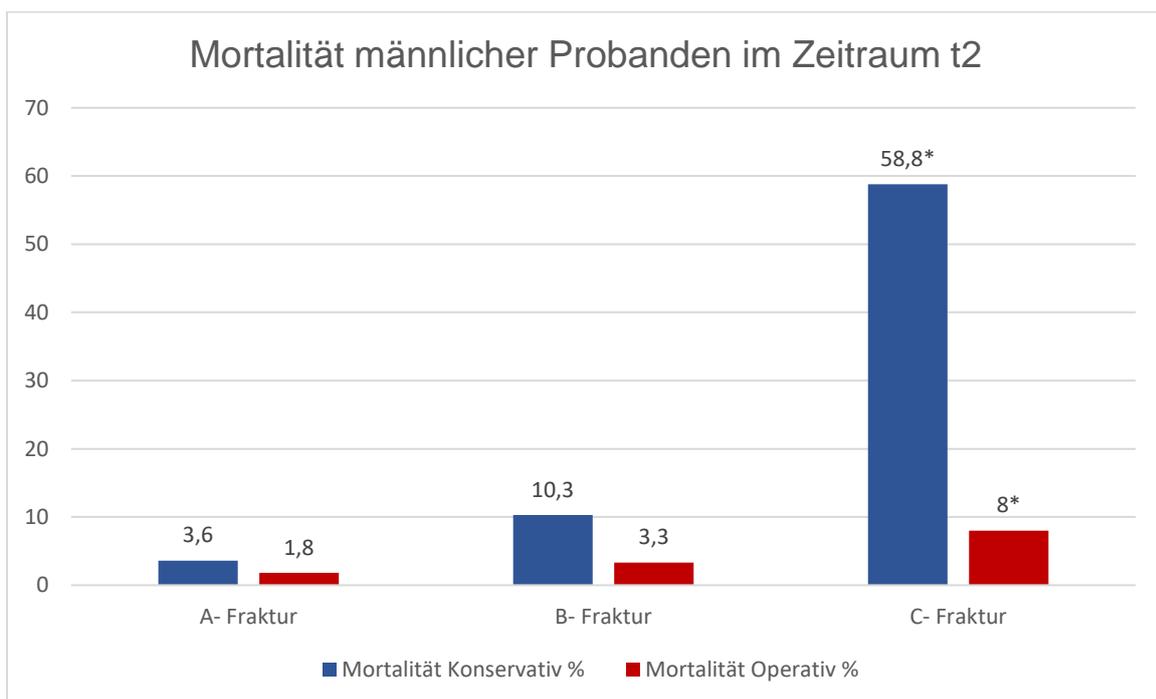


Abbildung 40: Mortalität männlicher Probanden im Zeitraum t2. * $p < 0.05$. Y-Achse: Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA.

Im Anschluss erfolgte eine Regressionsanalyse, bei der das Verhältnis zwischen der abhängigen Variable „Outcome“, respektive „verstorben“, und den unabhängigen Variablen „Alter“, „Geschlecht“, „Frakturentität (A, B, C nach AO/OTA)“, „Therapie (konservativ versus operativ)“ und „Krankenhausverweildauer“ analysiert wurde.

	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Signifikanz
Geschlecht	,367	,389	,346
Alter	,010	,014	,462
A-Fraktur			,000
B-Fraktur	-3,252	,576	,000
C-Fraktur	-1,687	,453	,000
Behandlung (0=konservativ;1=operativ)	-1,210	,434	,005
Krankenhausverweildauer	-,073	,016	,000

Tabelle 5: Regressionsanalyse für den Beobachtungszeitraum t2

Über den Zeitraum t2 zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf das Outcome hinsichtlich des Geschlechts ($p > 0.05$) und des Alters ($p > 0.05$). Jedoch ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Frakturgrad und Mortalität (jeweils $p < 0.05$), sowie für Therapie und Mortalität ($p < 0.05$) und Krankenhausverweildauer und Mortalität zeigen ($p < 0.05$) (Tab. 5). Mit höherer Frakturentität sowie mit steigender Krankenhausverweildauer stieg die Mortalität. Eine operative Therapie war einer konservativen Therapie, vor allem bei Vorliegen einer höheren Frakturentität überlegen.

4.4.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen

Nun folgte die Analyse der einzelnen Altersgruppen (0-12 Jahre, 13-19 Jahre, 20-39 Jahre, 40-59 Jahre) für den gesamten Zeitraum t2 (1997-2000). Wie auch in der Analyse der Altersgruppe der 0-12-Jährigen über den Zeitraum t2-t4 lag hier eine deutlich höhere Zahl an A- und B-Frakturen (A-Frakturen 50%, B-Frakturen 27,8%) bei gleichem Geschlechterverhältnis vor. Wie bereits oben beschrieben erfolgte häufiger eine operative Versorgung (55,6% vs. 26,4% im Gesamtzeitraum t2-t4). Die Gesamtmortalität lag bei 5,6%. In der weiblichen Kohorte lag die Zahl an operativen Versorgungen mit 62,5% sogar noch höher als in der männlichen Kohorte (30%), was wir jedoch auf die kleine Zahl der Kohorte zurückführten.

Das Durchschnittsalter betrug 8,2 Jahre mit einer Standardabweichung von 3,5 Jahren, die mediane Krankenhausverweildauer betrug 13,5 Tage mit einer IQR von 16.

In der Altersgruppe von 13-19 Jahre lag eine dem Gesamtschnitt entsprechende Geschlechterverteilung vor. Bezüglich der Frakturverteilung gab es eine, wie im Allgemeinen im Zeitraum t2 beobachtete, Verschiebung der C-Frakturen (t2: 27,5%; gesamt 30,9%) hin zu A- und B-Verletzungen. In 37,2% erfolgte eine konservative, in 52,8% eine operative Therapie, wobei es hier signifikante ($p < 0.05$) Unterschiede in den beiden Geschlechtern gab (operative Therapie bei männlichen Patienten: 60,3% vs. 42,9% bei weiblichen Patienten). Die Mortalität lag bei 7,9% und war in der weiblichen Kohorte höher als in der Männlichen (11,4% vs. 7,5%). Insgesamt zeigte sich eine bei beiden Geschlechtern vorliegende steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen. Das Durchschnittsalter lag bei 17 Jahren mit einer Standardabweichung von 1,7 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag bei 10 Tagen mit einer IQR von 21 und somit deutlich unter der medianen Verweildauer sowohl des gesamten Zeitraumes t2 (18) als auch unter der medianen Verweildauer der 13-19jährigen Patienten über den gesamten Beobachtungszeitraum (14).

In der Altersgruppe der 20-39-Jährigen lag ein dem Gesamtbild entsprechendes Verhältnis der Geschlechterverteilung und der Frakturentitäten. Bei der Therapie zeigte sich bei gleichem Verhältnis der Frakturentitäten mit 60,7% eine signifikant höhere Zahl an operativer Versorgung verglichen mit der Alterskohorte im Gesamtzeitraum t2-t4 (50%) sowie mit der Gesamtkohorte über den Gesamtzeitraum t2-t4 (operativ 48,6%). Auch hier konnten wir erneut eine höhere operative Versorgung bei A-Frakturen in der männlichen Kohorte (40,7% vs. 53,3%) feststellen. Bei den B-Frakturen zeigte sich hier jedoch eine höhere operative Versorgung in der weiblichen Kohorte (56,4% vs. 51%). Die Gesamtmortalität lag bei 6,1%, wobei die höchste Mortalität bei C-Frakturen vorlag, hier mit einer nochmals höheren Mortalität in der männlichen Kohorte (20,3% vs. 17,2% weibliche Kohorte). Das Durchschnittsalter in dieser Patientenuntergruppe lag bei 29,1 Jahren mit einer Standardabweichung von 5,9 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag bei 20 Tagen mit einer IQR von 30. Die mediane Verweildauer lag somit doppelt so hoch wie die Verweildauer der 0-12jährigen im Zeitraum t2.

In der Gruppe der 40-59-Jährigen lag ein dem Gesamtbild entsprechendes Geschlechterverhältnis vor. Erneut kam es zu einer Verschiebung der C-Frakturen hin zu A-Frakturen.

Trotz der vergleichsweise hohen Zahl an stabilen Frakturentitäten (Vergleich mit den 40-59jährigen über den Gesamtzeitraum t2-t4: A: 29,7%, B 41,3%, C 28,%) lag die Zahl der operativen Versorgungen mit 53,9% hoch (40-59 Jährige über den Gesamtzeitraum t2-t4: 48,2%, Gesamtkohorte über den Gesamtzeitraum t2-t4: 50%). Wie auch schon in der Gruppe der 20-39-jährigen Probanden im Zeitraum t2 war auch hier die Mortalität mit 7,8% erhöht. Erneut stellten wir eine signifikant ($p < 0.05$) höhere operative Versorgung in der männlichen

Kohorte fest (58,7% vs. 46,6%). Wie auch in den vorigen Altersgruppen zeigte sich eine, bei beiden Geschlechtern vorliegende, steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen sowie eine signifikant höhere Rate an operativen Versorgungen in der männlichen Kohorte bei A- und B-Frakturen. Besonders bei C-Frakturen war die Mortalität in der männlichen Kohorte stark erhöht (19,2%) und signifikant höher als in der weiblichen Kohorte, da hier kein einziger Todesfall dokumentiert wurde. Dies könnte jedoch auf die Größe der Kohorte zurückzuführen sein.

Das Durchschnittsalter dieser Probandengruppe betrug 49,6 Jahre mit einer Standardabweichung von 5,7 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer lag bei 19 Tagen mit einer IQR 30.

4.5 Zeitraum t3 (2001-2008)

4.5.1 Deskriptive und explorative Analyse des Zeitraumes t3

In der Untersuchungsgruppe des Zeitraumes t3 wurden insgesamt 1217 Probanden erfasst. Zunächst erfolgte wieder eine Analyse hinsichtlich der Geschlechterverteilung. Hierbei konnten 467 weibliche (38,4%) und 750 männliche (61,6%) Probanden ermittelt werden (Abb. 41).

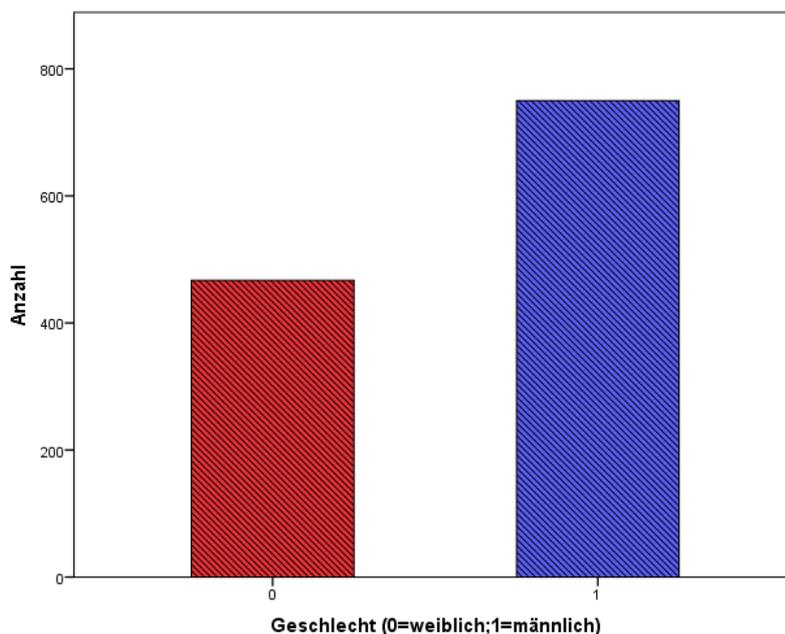


Abbildung 41: Geschlechterverteilung im Zeitraum t3. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Geschlecht. Rot= weiblich, blau= männlich

Hinsichtlich der Frakturverteilung (Abb. 42) bemerkten wir im Vergleich zum Zeitraum t2 eine Abnahme der A- und eine Zunahme der B-, vor allem aber der C-Frakturen. Eine mögliche Erklärung hierfür wird in der Diskussion ausgeführt.

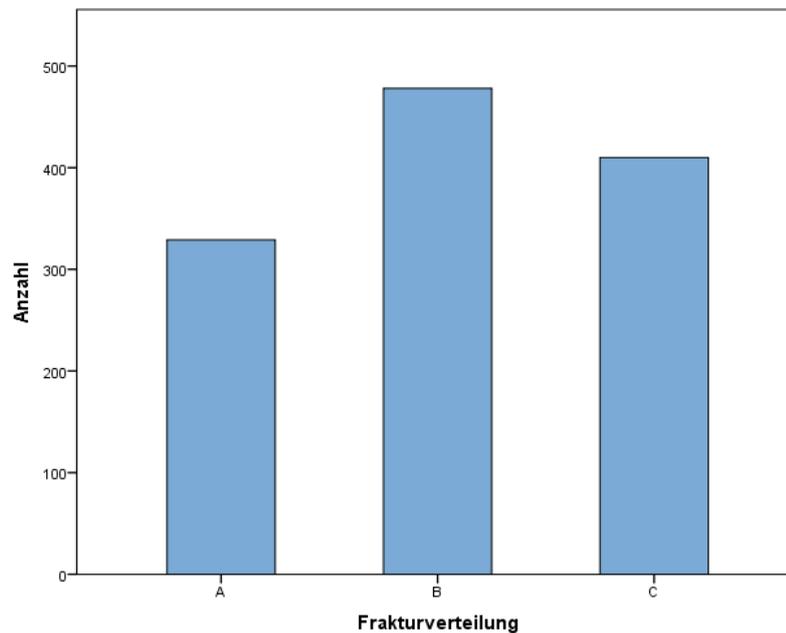


Abbildung 42: Frakturverteilung im Zeitraum t3. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Frakturgrade nach AO/OTA.

In 47,9% erfolgte eine konservative und in 52,1% eine operative Therapie (Abb. 39). 58 Patienten verstarben (4,8%). Im Zeitraum t3 lag die Rate der operativ versorgten Probanden also, entsprechend einer höheren Rate an C-Frakturen, ein wenig über der Rate des Gesamtdurchschnitts (48,6%) bei annähernd gleicher Mortalität.

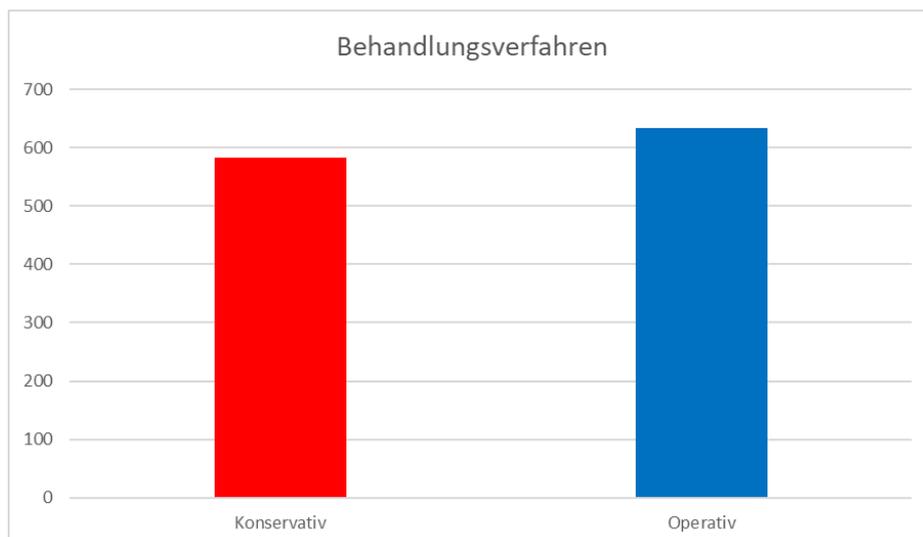


Abbildung 43: Behandlungsverteilung im Zeitraum t3. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Behandlungsverfahren. Rot=konservativ, blau=operativ.

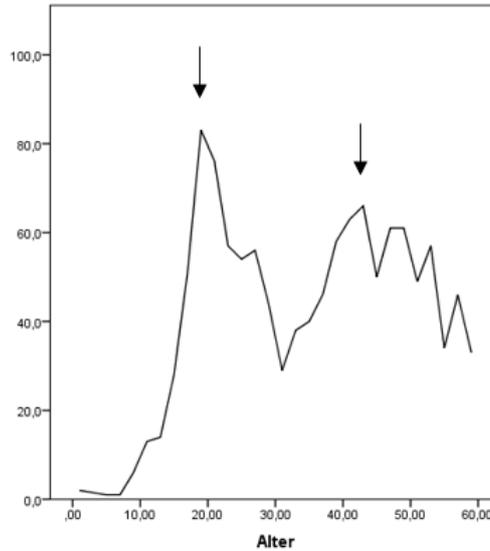


Abbildung 44: Altersverteilung im Zeitraum t3. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Probandenalter in Jahren.

Das Durchschnittsalter der Probanden lag insgesamt bei 35,6 Jahren mit einer Standardabweichung von 13,5 Jahren (Abb. 44) und entspricht somit dem Gesamtschnitt. Graphisch lässt sich erneut ein zweigipfliger Verlauf darstellen (Abb. 44), vergleichbar mit der Darstellung des Zeitraumes t2-t4 (Abb. 31). Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 20 Tage mit einem IQR von 26 und lag somit über der medianen Verweildauer sowohl des Zeitraumes t2-t4 als auch des Zeitraumes t2. Dies möglicherweise aufgrund einer Zunahme höherer Frakturentitäten und operativer Versorgung.

Der ISS lag im Median bei 18 mit einer IQR von 22. Er lag gegenüber dem Zeitraum t1 und t2 somit deutlich höher.

Geschlecht	Frakturgrad nach AO/OTA	Operative Versorgung/(%)	Konservative Versorgung/(%)	Gesamt/(%)
männlich	A	n=28 (12,6%)*	n=193 (87,4%)	n=221 (100%)
	B	n=165 (60,2%)*	n=109 (39,8%)	n=274 (100%)
	C	n=221 (86,7%)	n=34 (13,3%)	n=255 (100%)
Gesamt:		n=414 (55,2%)	n=336 (44,8%)	n=750 (100%)
weiblich	A	n=3 (2,8%)*	n=105 (97,2%)	n=108 (100%)
	B	n=88 (43,1%)*	n=116 (56,9%)	n=204 (100%)
	C	n=129 (83,2%)	n=26 (16,8%)	n=155 (100%)
Gesamt:		n=220 (47,1%)	n=247 (52,9%)	n=467 (100%)

Geschlechterspezifische Verteilung der Frakturentitäten und der Therapie im Zeitraum t3. *p<0.05. Operative und konservative Versorgung in absoluter Anzahl der Probanden, prozentualer Anteil in Klammern.

In der weiblichen Kohorte erfolgte in 52,9% eine konservative Therapie und in 47,1% eine operative Therapie. Die Gesamtmortalität lag bei 3,4% wobei die Mortalität bei A-Frakturen mit 1,8% am niedrigsten und bei C-Frakturen mit 5,1% am höchsten lag. Im Vergleich zur männlichen Kohorte erfolgte erneut eine wesentlich niedrigere operative Versorgung (47,1%

vs. 55,2%). Im Zeitraum t3 stellten wir mit 23,1% eine niedrigere Rate an A-Frakturen in der weiblichen Kohorte verglichen mit der männlichen Kohorte (29,4%) bei gleichzeitig höherer Anzahl an B-Frakturen (43,7% weibliche Kohorte vs. 32,9% männliche Kohorte) fest. Hier zeigte sich auch die größte Differenz in der Rate an operativen Versorgungen (siehe Tabelle oben). Auch im Zeitraum t3 zeigte sich eine höhere Mortalität in der männlichen Kohorte, vor allem bei Vorliegen von B- und C-Frakturen.

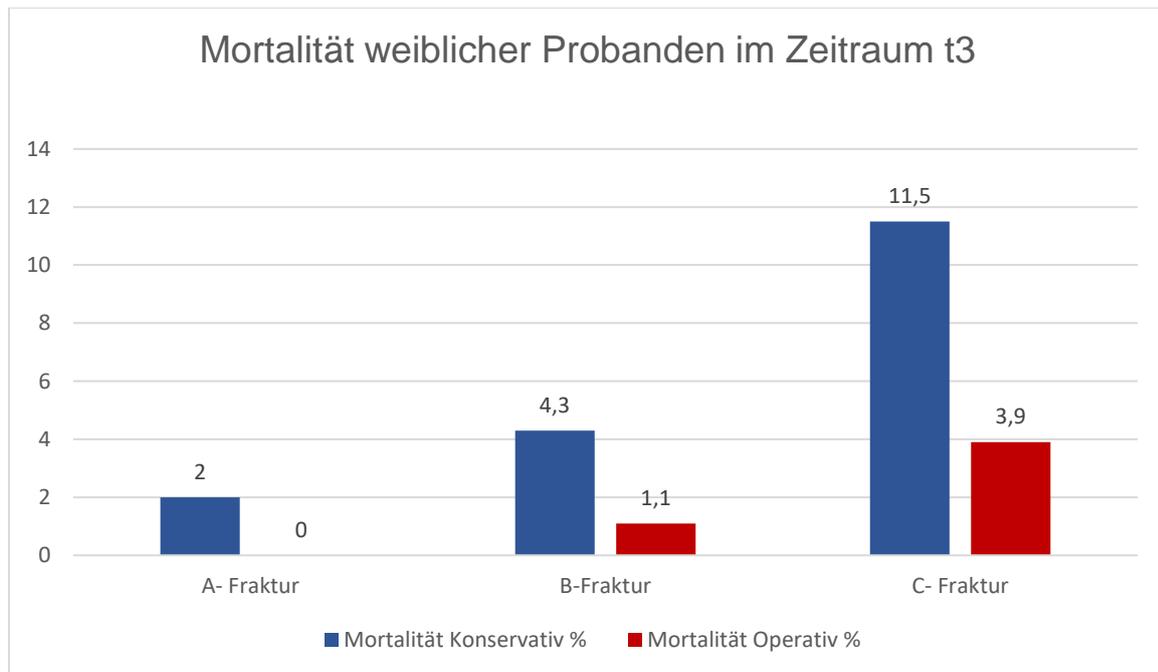


Abbildung 45: Mortalität weiblicher Probanden im Zeitraum t3. * $p < 0.05$. Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA

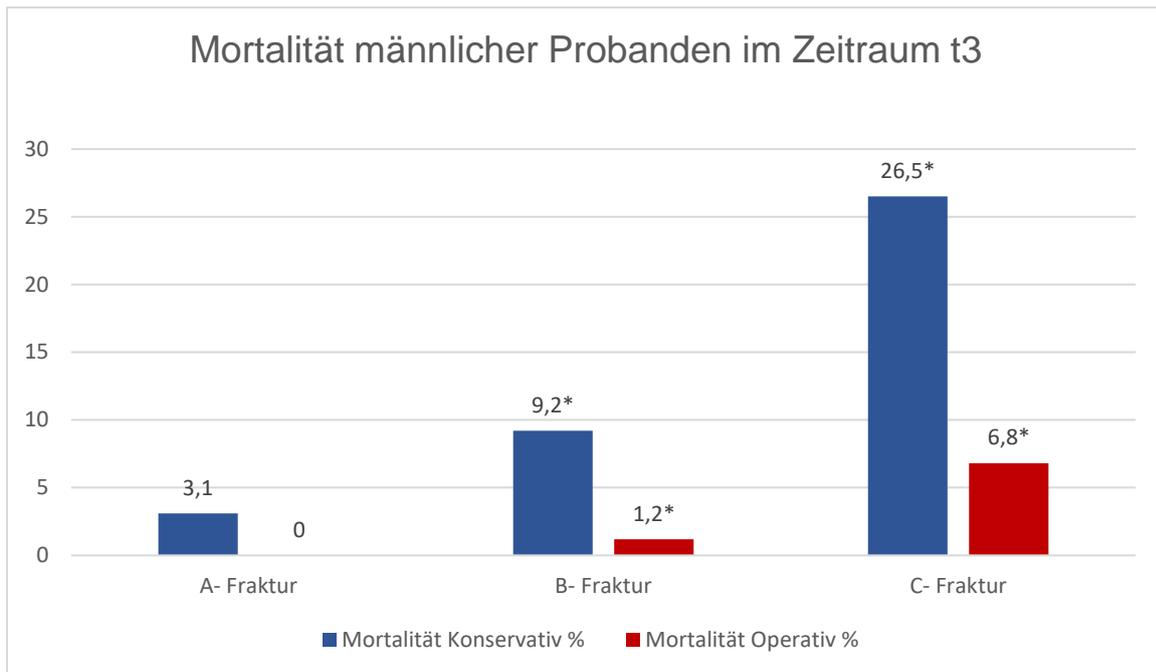


Abbildung 46: Mortalität männlicher Probanden im Zeitraum t3. * $p < 0.05$. Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA

Erneut erfolgte eine Regressionsanalyse, bei der das Verhältnis zwischen den abhängigen Variablen „Outcome“, respektive „verstorben“, und den unabhängigen Variablen „Alter“, „Geschlecht“, „Frakturintensität (A, B, C nach AO/OTA)“, „Therapie (konservativ versus operativ)“ und „Krankenhausverweildauer“ analysiert wurde.

	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Signifikanz
Geschlecht	,745	,311	,017
Alter	-,013	,011	,205
A-Fraktur			,000
B-Fraktur	-2,541	,464	,000
C-Fraktur	-1,364	,339	,000
Behandlung (0=konservativ;1=operativ)	-1,531	,328	,000
Dauer	-,010	,007	,132

Tabelle 6: Regressionsanalyse für Beobachtungszeitraum t3

Über den Zeitraum t3 zeigte sich, wie bereits im Zeitraum t2, kein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf das Outcome und Alter ($p > 0.05$) sowie Geschlecht und Outcome ($p > 0.05$). Darüber hinaus zeigte sich, im Gegensatz zum Zeitraum t2, t4 sowie dem Beobachtungszeitraum t2-t4 kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer und Outcome ($p > 0.05$). Jedoch ließ sich ein signifikanter Zusammenhang

zwischen Frakturgrad und Mortalität (jeweils $p < 0.05$) sowie für Therapie und Mortalität zeigen ($p < 0.05$) (Tab. 6). Eine höhere Fraktorentität ging auch mit einer höheren Mortalität einher. Eine operative Therapie war einer konservativen Therapie, vor allem bei Vorliegen einer höheren Fraktorentität überlegen.

4.5.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen

Es erfolgte die deskriptive Analyse der einzelnen Altersgruppen für den Zeitraum t3.

Für die Altersgruppe 0-12 Jahre blieb das Verhältnis männlich zu weiblich interessanterweise trotz der kleinen Kohorte ($n=24$) konstant. Wie bereits im Zeitraum t1 und t2 kam es auch hier zu einer nicht dem Gesamtdurchschnitt entsprechenden Verteilung der Fraktorentitäten mit einer auffallenden Verschiebung vor allem hin zu A-Frakturen, was einerseits erneut auf die kleine Kohorte, andererseits auf das junge Probandenalter zurückzuführen sein kann. Auch verglichen mit der Gruppe der 0-12-Jährigen über den Gesamtzeitraum ist die Zunahme an A-Frakturen auffällig (0-12-Jährige über den Gesamtzeitraum t2-t4: A-Frakturen 50,9% vs. 58,3% im Zeitraum t3).

17 Probanden wurden ausschließlich konservativ (70,8%) und sieben Probanden operativ (29,2%) therapiert. Hier findet sich eine niedrigere Rate an operativ versorgten Probanden verglichen mit der gleichen Alterskohorte aus dem Zeitraum t2 (OP 55,6%). Verglichen mit der Alterskohorte über den Gesamtzeitraum t2-t4 entspricht dies jedoch dem Verhältnis der Therapieverteilung (0-12 Jahre: 73,6% konservativ, 26,4% operativ). Die Mortalität lag bei 8,3%. Das Durchschnittsalter in dieser Altersgruppe lag bei 9,2 Jahren mit einer Standardabweichung von 3,1 Jahren. Die mediane Aufenthaltsdauer im Krankenhaus lag bei 10,5 Tagen mit einer IQR und betrug somit fast die Hälfte der medianen Verweildauer des Zeitraumes t3.

In der Altersgruppe von 13-19 Jahre handelte es sich in 44,5% um weibliche und 55,5% um männliche Probanden. Die Verteilung der Fraktorentitäten war sowohl im Zeitraum t3 als auch dem Gesamtzeitraum t2-t4 als auch der Alterskohorte über dem Gesamtzeitraum t2-t4 entsprechend. Die Mortalität betrug 6,5%, wobei die Mortalität mit 7% in der männlichen Kohorte leicht höher lag als in der weiblichen Kohorte (5,8%). Das Durchschnittsalter lag bei 17,1 Jahren mit einer Standardabweichung von 1,8 Jahren, die mediane Krankenhausverweildauer betrug 15 Tage mit einer IQR von 22.

In dieser Altersgruppe registrierten wir eine auffällige Differenz in der Frakturverteilung zwischen den Geschlechtern: Während in der weiblichen Kohorte in 18,8% eine A-Fraktur vorlag, war es in der männlichen Kohorte 45,3%. In der weiblichen Kohorte kam es in 46,4% zu B-Frakturen, in der männlichen Kohorte in 31,4%. Vor allem bei den B-Frakturen stellten wir erneut eine signifikant ($p < 0.05$) höhere Rate an operativer Versorgung in der männlichen Kohorte fest (40,6% vs. 63%). Auch die Rate an C-Frakturen waren ungewöhnlich verteilt: In

der weiblichen Kohorte kam es in 34,8% zu eine C-Fraktur, in der männlichen Kohorte in 32,2%. Hier lag auch die Mortalität in der weiblichen Kohorte mit 8,3% vs. 5% in der männlichen Kohorte höher. Im Gegensatz dazu lag die Mortalität bei A- und B-Frakturen in der männlichen Kohorte signifikant höher.

In der Altersgruppe der 20-39-jährigen Probanden lag ein dem Gesamtschnitt entsprechendes Geschlechterverhältnis vor. Bezüglich der Frakturverteilung kam es auch hier zu einer Verschiebung der A-Verletzungen hin zu höheren Fraktorentitäten, also B- und C-Verletzungen.

47,5% der Probanden wurden konservativ und 52,5% operativ versorgt. Zwar entspricht dieses Verhältnis dem Durchschnitt des Zeitraumes t3, jedoch bei durchschnittlich deutlich höherer Zahl an B- und vor allem C-Verletzungen. Auch im Vergleich zur gleichen Alterskohorte aus dem Zeitraum t2 findet sich eine deutlich höhere Zahl an konservativen Therapiemaßnahmen (t2: 39,3%) bei ähnlicher Verteilung der Fraktorentitäten. Im Vergleich der beiden Alterssubgruppen in den Untersuchungszeiträumen t2 und t3 fällt, bei vergleichbarer Verteilung der Fraktorentitäten, eine deutliche Differenz in Bezug auf die Versorgung auf. Während im Zeitraum t2 60,7% der Probanden operativ versorgt wurden, waren es im Zeitraum t3 lediglich 52,1%. In der Alterskohorte des Gesamtzeitraumes wurden 49,3% konservativ, 50,7% operativ versorgt. Die Mortalität lag im Zeitraum t3 bei 5,6%, im Zeitraum t2 bei 6,1%. Zu beachten gilt zusätzlich, dass die Alterskohorte der 20-39-jährigen Probanden im Zeitraum t2 247 Probanden umfasste, im Zeitraum t3 waren es mit 503 Probanden mehr als doppelt so viele.

Auch in dieser Altersgruppe gab es eine deutliche Differenz in der Frakturverteilung zwischen den beiden Geschlechtern. Wie in der Gruppe 13-19 Jahre kam es zu deutlich mehr A-Frakturen in der männlichen Kohorte (17,1% vs. 29,1%) bei gleichzeitig deutlich weniger B-Frakturen (43,8% vs. 34,5%). Auch hier erfolgte in der männlichen Kohorte eine häufigere operative Versorgung (49,8% vs. 54,1%), was sich signifikant ($p < 0.05$) vor allem bei B-Frakturen zeigte (operative Therapie männliche Kohorte: 57,8% vs. 41,5% in der weiblichen Kohorte). Hier war die Mortalität in der männlichen Kohorte mit 4,6% auch signifikant gegenüber der weiblichen Kohorte mit 2,4% erhöht.

Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 28,6 Jahre mit einer Standardabweichung von 6,1 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 20 Tage mit einer IQR von 25 und entspricht somit dem Median des Zeitraumes t3.

In der Altersgruppe von 40-59 Jahren decken sich die Zahlenverhältnisse bezüglich Geschlechterverteilung, Frakturverteilung und Therapie mit dem Zahlenverhältnis des Zeitraumes t3 sowie des Gesamtzeitraumes. Die Mortalität lag mit 3,4% in dieser Kohorte so niedrig wie in sonst keiner anderen und betrug weniger als die Hälfte als im Zeitraum t2 (7,8%).

Zu beachten gilt jedoch auch hier, dass die Altersgruppe der 40-59-jährigen Probanden im Zeitraum t2 180 Probanden umfasste, im Zeitraum t3 535 Probanden. In dieser Altersgruppe zeigte sich eine annähernd gleiche Verteilung der Frakturtypen. Jedoch lag erneut, vor allem bei A-Frakturen (1,8% vs. 12%) und B-Frakturen (46,6% vs. 61,5%) eine signifikant ($p < 0.05$) höhere Rate an operativen Versorgungen in der männlichen Kohorte vor. Die Gesamtmortalität war in der männlichen Kohorte mit 4,5% dreimal so hoch wie in der weiblichen Kohorte (1,5%), wobei die größte Differenz bei C-Frakturen zu sehen war mit einer Mortalität von 0% in der weiblichen und von 9,5% in der männlichen Kohorte.

Das Durchschnittsalter in dieser Gruppe lag bei 48,7 Jahren mit einer Standardabweichung von 5,7 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 22 Tage mit einer IQR von 29 und lag somit über dem Median des Zeitraumes t3 und so hoch wie in sonst keiner anderen Subgruppe sowohl in den einzelnen Zeiträumen als auch über den Gesamtzeitraum t2-t4.

4.6 Zeitraum t4 (2009-2013)

4.6.1 Deskriptive und explorative Analyse des Zeitraumes t4

Für den Zeitraum t4 wurden 2477 Probanden in die Analyse eingeschlossen. Hiervon waren 984 (39,7%) weiblich und 1493 (60,3%) männlich (Abb. 47). Auch hier lag somit ein dem Gesamtzeitraum (t2-t4) entsprechendes Geschlechterverhältnis vor.

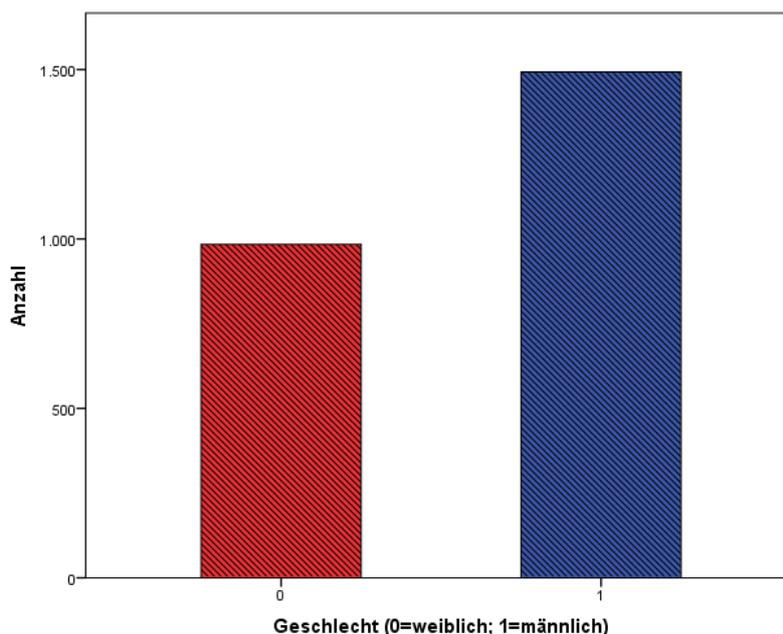


Abbildung 47: Geschlechterverteilung im Zeitraum t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Geschlecht. Rot= weiblich, blau= männlich

Die Verteilung der Frakturen entsprach dem Verhältnis der Frakturentitäten des gesamten Zeitraumes, was sicherlich auch durch die Menge der Probanden des Zeitraumes t4 erklärbar ist. Diese machen mit 2477/ 4109 60% der gesamten Daten aus.

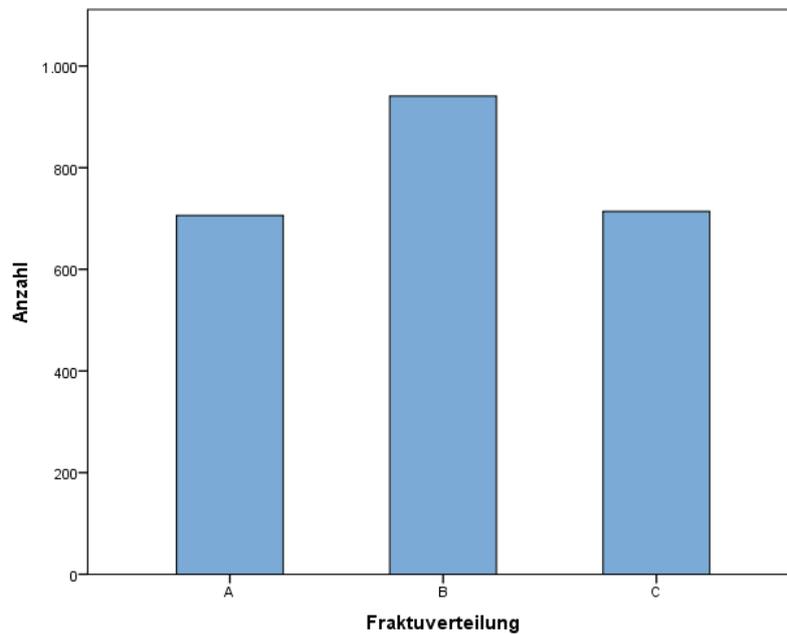


Abbildung 48: Frakturverteilung im Zeitraum t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Frakturgrade nach AO/OTA.

54,9% der Probanden wurden konservativ therapiert, bei 45,1% der Probanden erfolgte die operative Versorgung (Abb. 49). Im Zeitraum t4 verstarben 107 Probanden, die Gesamtmortalität im Zeitraum t4 lag somit bei 4,3%. Diese Zahlen entsprechen den Zahlen des Gesamtzeitraumes t2-t4.

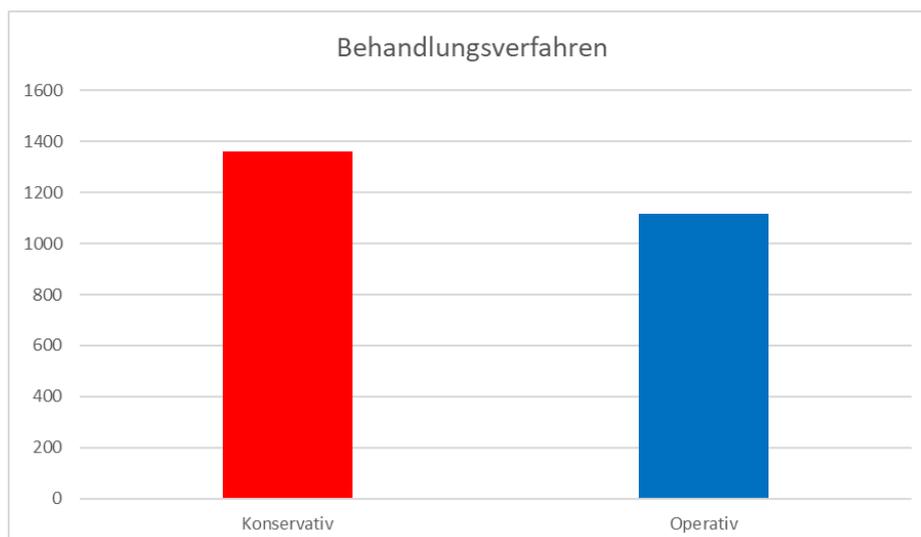


Abbildung 49: Therapieverteilung im Zeitraum t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Behandlungsverfahren. Rot=konservativ, blau=operativ.

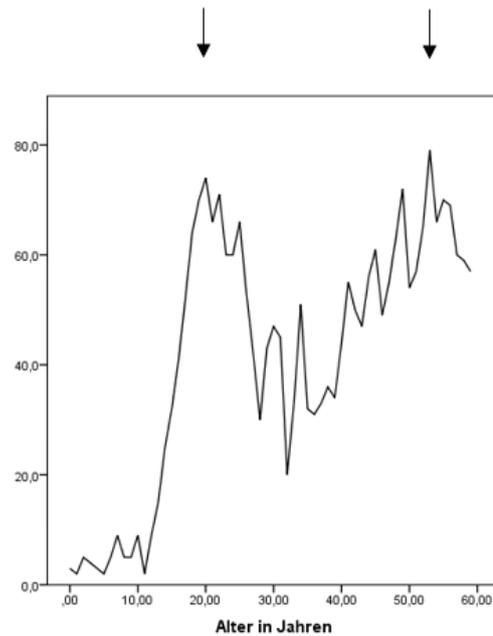


Abbildung 50: Altersverteilung im Zeitraum t4. Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. X-Achse: Probandenalter in Jahren.

Das Durchschnittsalter lag bei 36,6 Jahren mit einer Standardabweichung von 14,5 Jahren (Abb. 50). Auch im Zeitraum t4 lässt sich graphisch ein zweigipfliger Altersverteilung aufzeigen mit einem Gipfel im 20. und im 50. Lebensjahr.

Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 15 Tage mit einer IQR von 19 und war somit die niedrigste mediane Verweildauer. Der ISS betrug im Median 17 mit einer IQR von 20. Im Vergleich zum Zeitraum t3 lag hier ein leicht rückläufiger ISS vor.

Geschlecht	Frakturgrad nach AO/OTA	Operative Versorgung/(%)	Konservative Versorgung/(%)	Gesamt/(%)
männlich	A	n=50 (11,2%) *	n=396 (88,8%)	n=446 (100%)
	B	n=289 (53%) *	n=256 (47%)	n=545 (100%)
	C	n=379 (87,3%)	n=55 (12,7%)	n=434 (100%)
Gesamt:		n=718 (50,4%)	n=707 (49,6%)	n=1425 (100%)
weiblich	A	n=12 (4,6%) *	n=248 (95,4%)	n=260 (100%)
	B	n=151 (38,1%) *	n=245 (61,9%)	n=396 (100%)
	C	n=237 (84,6%)	n=43 (15,4%)	n=280 (100%)
Gesamt:		n=400 (42,7%)	n=536 (57,3%)	n=936 (100%)

Geschlechterspezifische Verteilung der Frakturtypen und der Therapie im Zeitraum t4. * $p < 0.05$. Operative und konservative Versorgung in absoluter Anzahl der Probanden, prozentualer Anteil in Klammern.

In der weiblichen Kohorte erfolgte in 57,3% eine konservative Therapie, in 42,7% eine operative Therapie. Die Gesamtmortalität in der weiblichen Kohorte lag bei 4%, wobei 26 Probanden konservativ versorgt worden waren (4,9%) und elf Probanden operativ (2,8%).

Demgegenüber erfolgte in der männlichen Kohorte in 49,6% eine konservative Therapie und in 50,4% eine operative Therapie. Es zeigte sich erneut eine deutlich höhere Rate an operativen Versorgungen in der männlichen Kohorte vor allem bei A- und B-Frakturen (siehe Tabelle.). Die Mortalität in der männlichen Kohorte lag bei 4,7%, wobei die Mortalität bei der konservativen Therapie 5,5% und in der operativen Therapie 3,9% betrug. Die einzige signifikante Differenz in der Mortalität zwischen den beiden Geschlechtern ließ sich bei C-Frakturen feststellen (weiblich 6,8% vs. Männlich 8,2%). Wie in den vorangegangenen Zeitgruppen zeigte sich eine steigende Mortalität mit vorliegen höherer Frakturentitäten.

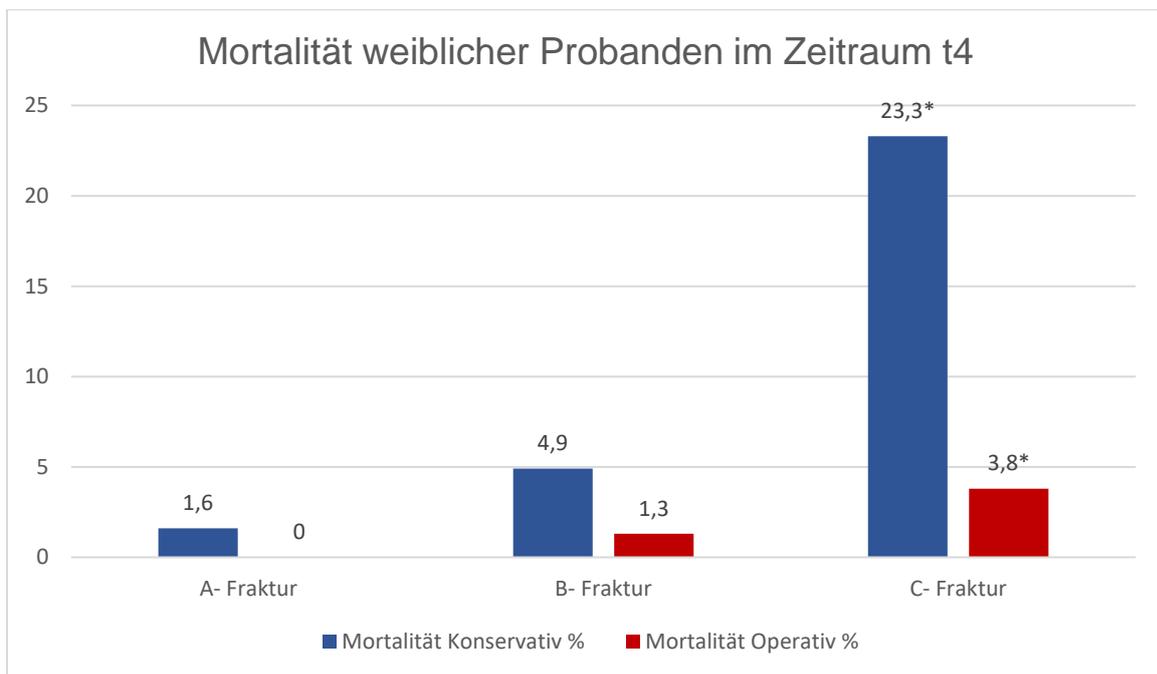


Abbildung 51: Mortalität weiblicher Probanden im Zeitraum t4. * $p < 0.05$. Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA

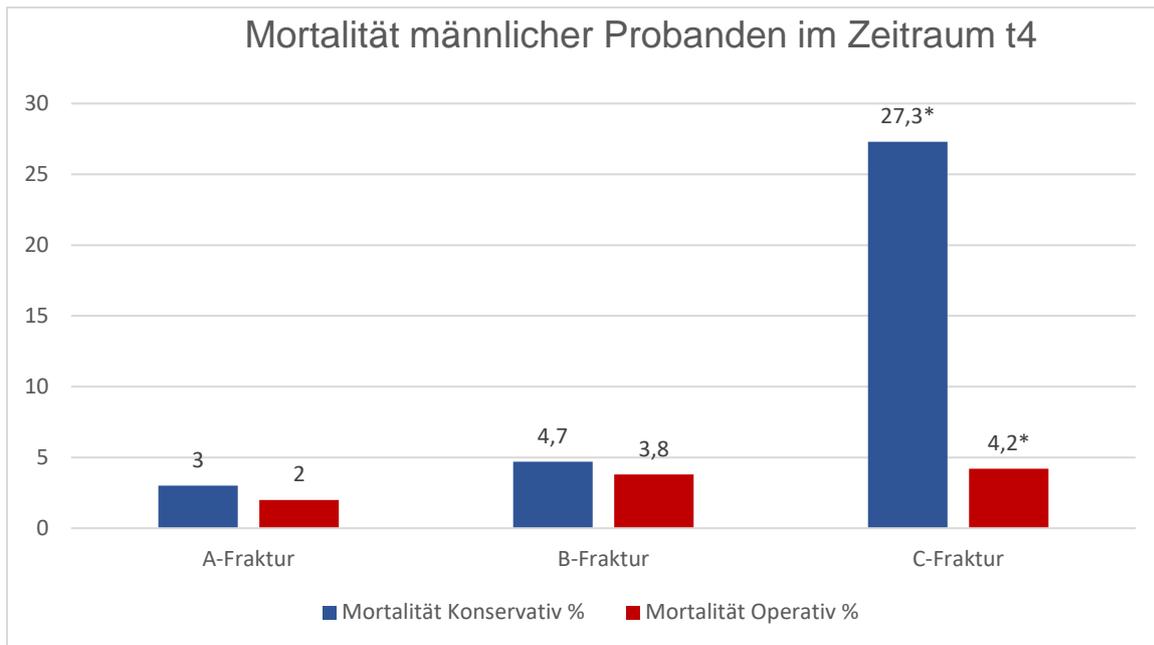


Abbildung 52: Mortalität männlicher Probanden im Zeitraum t4. * $p < 0.05$. Relative Anzahl in Prozent. X-Achse: Frakturgrad nach AO/OTA

In der männlichen Kohorte erfolgte bei 707 Probanden eine konservative Therapie (49,6%), bei 718 Probanden eine operative Therapie (50,4%). Erneut zeigt sich hier gegenüber der weiblichen Kohorte eine deutlich höhere Zahl an operativen Versorgungen. 67 Probanden verstarben (4,7%). Hiervon waren 39 Probanden konservativ versorgt worden (5,5%) und 28 Probanden operativ (3,9%). Die Mortalität lag sowohl insgesamt als auch in den jeweiligen Therapiemodalitäten leicht höher als in der weiblichen Kohorte im gleichen Zeitraum.

In 446 Fällen lag eine A-Fraktur vor (31,3%), wovon 396 Probanden konservativ versorgt wurden (88,8%) und 50 Probanden operativ (11,2%). Hier zeigte sich erneut eine deutlich höhere Rate an operativer Versorgung im Vergleich zur weiblichen Kohorte. Es verstarben 13 Probanden (2,9%). Von

Im Anschluss erfolgte eine Regressionsanalyse, bei der das Verhältnis zwischen der abhängigen Variable „Outcome“, respektive „verstorben“, und den unabhängigen Variablen „Alter“, „Geschlecht“, „Fraktorentität (A, B, C nach AO/OTA)“, „Therapie (konservativ versus operativ)“ und „Krankenhausverweildauer“ analysiert wurde.

	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Signifikanz
Geschlecht	,408	,218	,062
Alter	-,004	,007	,563
A-Fraktur			,000
B-Fraktur	-2,599	,341	,000
C-Fraktur	-1,404	,261	,000
Behandlung (0=konservativ;1=operativ)	-,942	,268	,000
Krankenhausverweildauer	-,071	,012	,000

Tabelle 7: Regressionsanalyse für den Beobachtungszeitraum t4

Im Zeitraum t4 zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf das Outcome hinsichtlich des Geschlechts ($p > 0.05$) und des Alters ($p > 0.05$). Jedoch ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Frakturgrad und Mortalität, sowie für Therapie und Mortalität und Krankenhausverweildauer und Mortalität zeigen ($p < 0.05$) (Tab. 7)

Mit höherer Fraktorentität sowie mit steigender Krankenhausverweildauer stieg die Mortalität. Eine operative Therapie war einer konservativen Therapie, vor allem bei Vorliegen einer höheren Fraktorentität überlegen.

4.6.2 Analyse der einzelnen Altersgruppen

Es erfolgte die Analyse der einzelnen Altersgruppen für den Zeitraum t4.

In der Altersgruppe der 0-12-jährigen Probanden lag ein dem Gesamtschnitt entsprechendes Geschlechterverhältnis vor. Bezüglich der Frakturverteilung sahen wir erneut eine überwiegende Zahl an niedrigeren Fraktorentitäten (A- und B-Frakturen). Es erfolgte eine deutlich überwiegende konservative Therapie mit 83,3%. Die Gesamtmortalität lag bei 3,3% und war zwischen den Geschlechtern nicht signifikant unterschiedlich. Die Mortalität war im Zeitraum t4 für die Altersgruppe der 0-12-jährigen Probanden somit die niedrigste Mortalität (t2: 5,6%, t3: 8,3%, Gesamtzeitraum t2-t4: 4,5%) bei gleichzeitig höchster Rate an konservativer Therapie.

In der Altersgruppe von 13-19 Jahren entsprach das Geschlechterverhältnis, die Frakturverteilung, die Therapie und Mortalität sowohl den Zahlen des Gesamtzeitraumes t2-t4 als auch den Zahlen des Zeitraums t4. Auffällig war hier jedoch eine signifikant ($p < 0.05$) höhere Mortalität in der männlichen Kohorte (6,6%) gegenüber der weiblichen Kohorte (3,4%). Die größten Differenzen zeigten sich bei B- und C-Frakturen mit einer Mortalität von 9,4% (B-Frakturen) bzw. 11,1% (C-Frakturen) in der männlichen und lediglich 5,3% (B-Frakturen) bzw. 2,9% (C-Frakturen) in der weiblichen Kohorte ($p < 0.05$). Das Durchschnittsalter lag bei 16,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 1,8 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 13 Tage.

In der Altersgruppe von 20-39 Jahren lag ein dem Gesamtbild entsprechendes Geschlechterverhältnis vor. Ebenso zeigte sich eine dem Gesamtbild entsprechende Verteilung der Frakturen und der Therapie. Wir registrierten vor allem bei B-Frakturen eine deutlich höhere Rate an operativen Versorgungen in der männlichen Kohorte (52,4% vs. 42% in der weiblichen Kohorte). Wie auch in den vorigen Altersgruppen zeigte sich eine, bei beiden Geschlechtern vorliegende, steigende Mortalität mit steigender Frakturentität sowie signifikant erhöhte Mortalität bei konservativer Therapie bei B- und C-Frakturen. Die Verteilung der Frakturen lag bei 249 A-Frakturen (28,3%), 329 B-Frakturen (37,3%) und 303 C-Frakturen (34,4%). Dies entspricht dem Verhältnis der Frakturentitäten der gleichen Alterskohorte über den Gesamtzeitraum.

Das Durchschnittsalter in dieser Probandensubgruppe lag bei 27,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 5,9 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 15 Tage und lag somit 5 Tage unter der medianen Verweildauer der gleichen Altersgruppe in den Zeiträumen t2 und t3.

In der Altersgruppe von 40-59 Jahren wurden 1137 Probanden erfasst. Hierbei handelte es sich um 418 weibliche (36,8%) und 719 männliche (63,2%) Probanden. Die Frakturverteilung entsprach der Verteilung der Frakturentitäten in der gleichen Alterskohorte über den Gesamtzeitraum t2-t4. In 53% erfolgte eine konservative Therapie, in 47% erfolgte eine operative. Die Gesamtmortalität lag bei 3,9% und lag somit unter der durchschnittlichen Mortalität des Zeitraumes t4 als auch des Gesamtzeitraumes t2-t4, jedoch vergleichbar mit der Mortalität in der Alterskohorte über den Gesamtzeitraum t2-t4 (4,1%). Wie bereits zuvor registrierten wir eine signifikant ($p < 0.05$) höhere Rate an operativer Versorgung in der männlichen Kohorte (51,7% vs. 38,8%), mit der größten Differenz bei A-Frakturen (operative Versorgung weiblichen Kohorte 3,9% vs. 8,3%) und B-Frakturen (operative Versorgung weibliche Kohorte 35,6% vs. 55,4%). Die Mortalität war bei beiden Geschlechtern bei A- und B-Frakturen nahezu gleich, jedoch zeigte sich bei den C-Frakturen in dieser Altersgruppe eine leicht höhere Mortalität in der weiblichen Kohorte (8,2% vs. 6,7%). Das durchschnittliche Alter

in dieser Gruppe betrug 49,9 Jahre mit einer Standardabweichung von 5,7 Jahren. Die mediane Krankenhausverweildauer betrug 16 Tage.

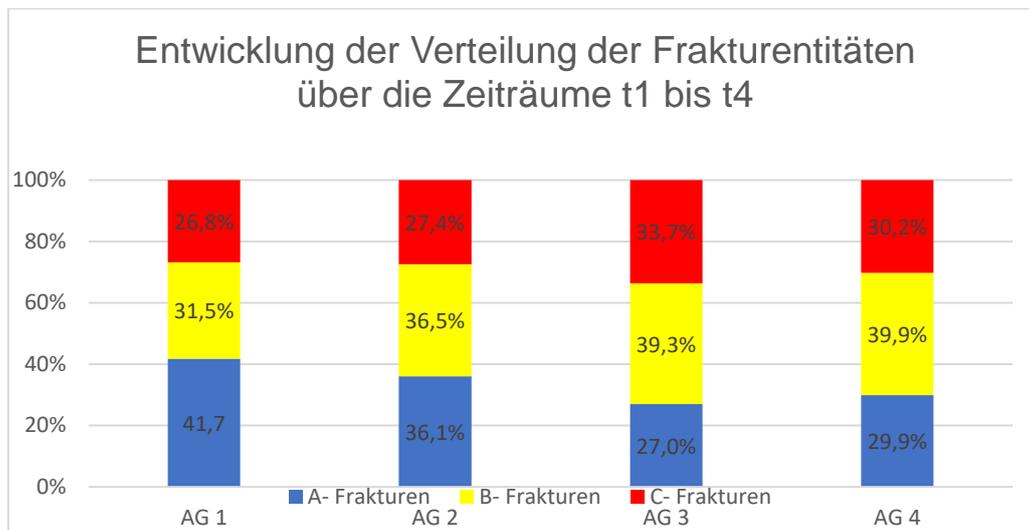


Abbildung 53: Die Entwicklung der Verteilung der Frakturtypen über die Zeiträume t 1 bis t4. Y-Achse: Häufigkeit in Prozent. X-Achse: Zeiträume t1-t4.

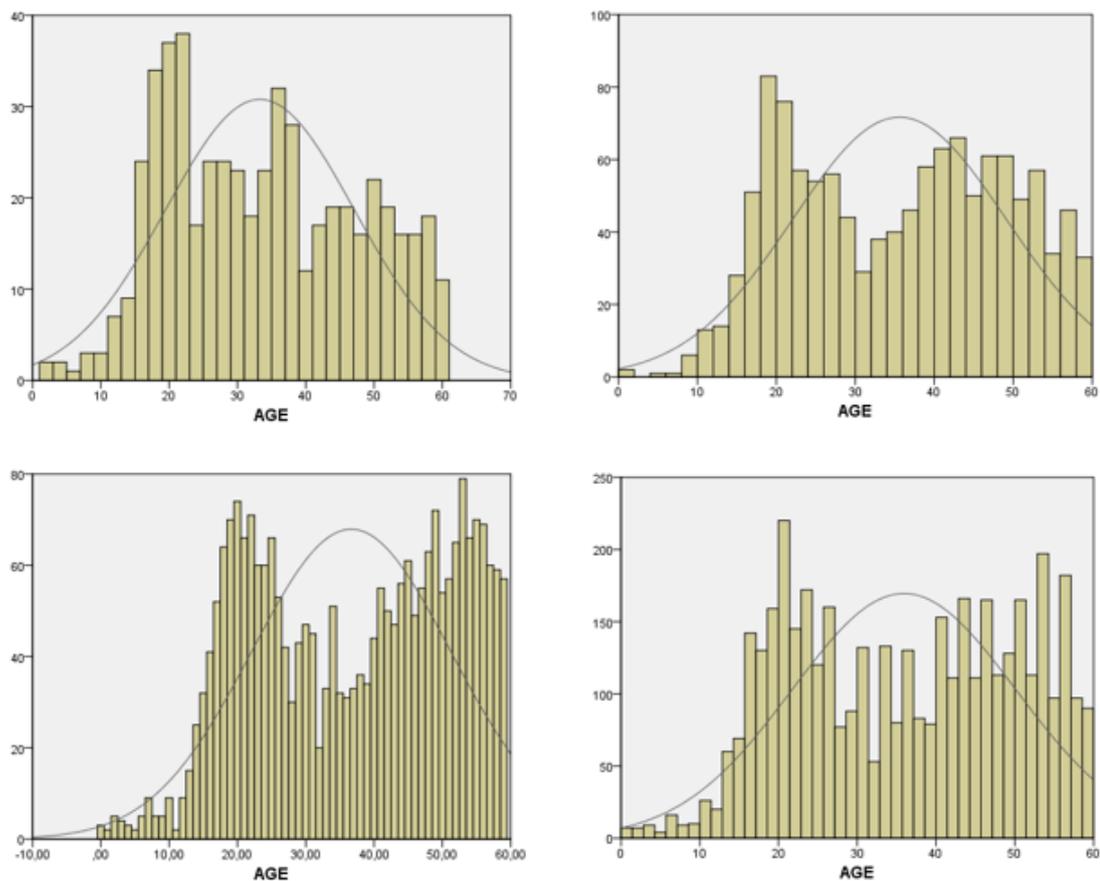


Abbildung 54: Überblick über die Altersverteilungen; oben links t2, oben rechts t3, unten links t4 unten rechts Zeiträume "Gesamt" (t2-t4). Jeweils auf der Y-Achse: Absolute Anzahl der Probanden. Auf der X-Achse: Alter in Jahren.

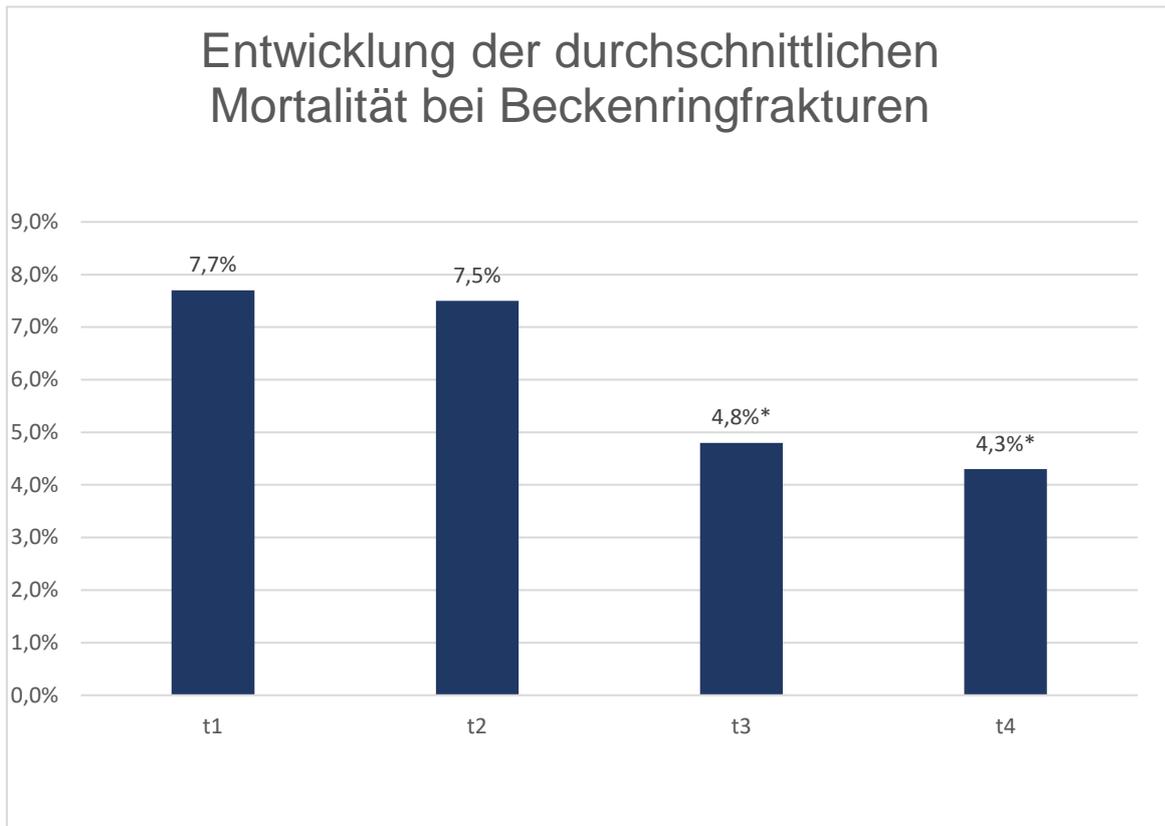


Abbildung 55: Entwicklung der durchschnittlichen Mortalität in Prozent (Y-Achse) über die Zeiträume t1-t4 (X-Achse) bei Beckenringfrakturen. Ausgehend von t1 signifikante Abnahme der Mortalität in t3 und t4. * $p < 0.05$.

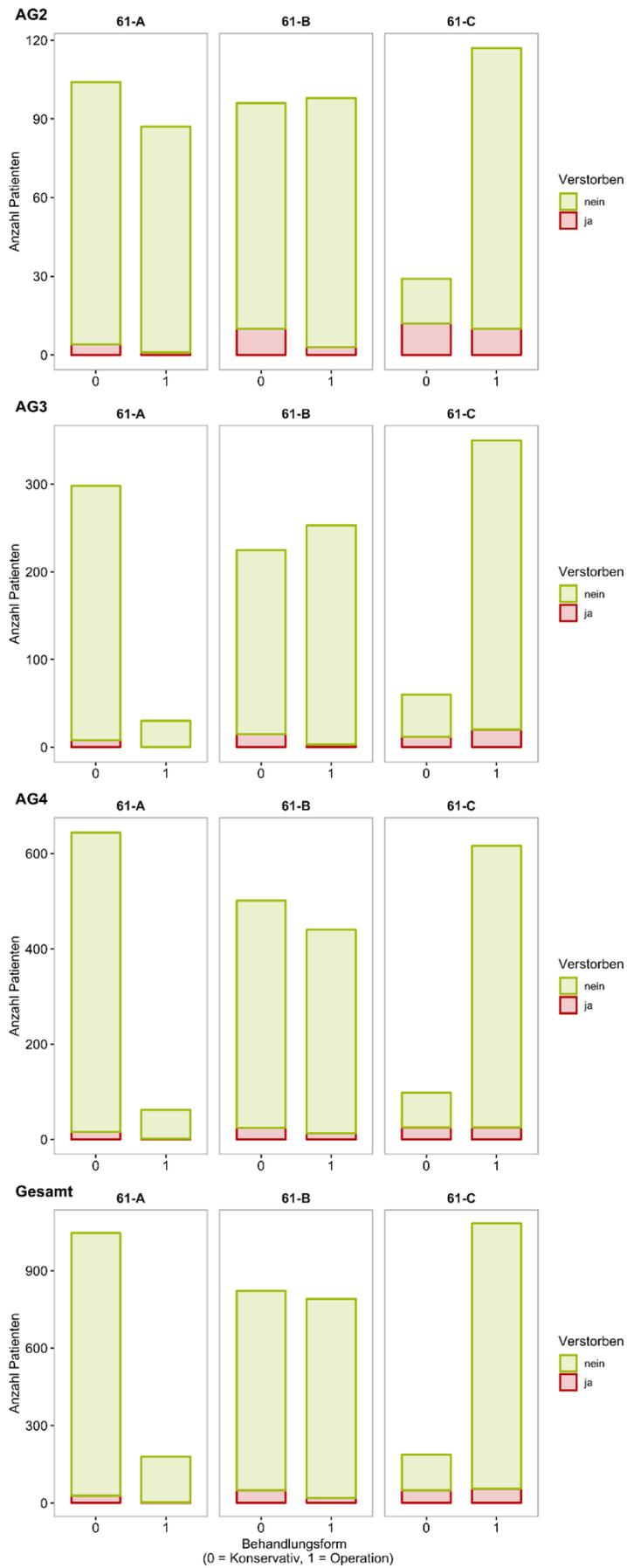


Abbildung 56: Im Zeitraum t2-t4 sowie über die Zeiträume t2, t3 und t4 erfasste Frakturen (A, B, C nach AO/OTA), Therapieverfahren (0=konservativ;1=operativ) und Outcome (rot=verstorben, grün=nicht verstorben)

5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden die Daten von 4755 Probanden mit einem Alter < 60 Jahren, die im Zeitraum von 1991 bis 2013 aufgrund einer Beckenringfraktur behandelt und in das Beckenregister der AG Becken der DGU prospektiv und multizentrisch erfasst wurden, retrospektiv hinsichtlich der Variablen Alter, Geschlecht, Outcome (=verstorben), Therapie (konservativ versus operativ) sowie Krankenhausverweildauer analysiert.

Über den beobachteten Zeitraum von 1991 bis 2013 lässt sich eine deutliche Zunahme von Typ-B und Typ C-Frakturen feststellen (siehe Abb. 53), welche in vergleichbaren Arbeiten ebenfalls beobachtet wird (68). Diese ist wahrscheinlich unter anderem auf eine zunehmend verbesserte und genauere Diagnostik mittels Schnittbildröntgen zurückzuführen. Besonders Frakturen des hinteren Beckenringes lassen sich durch eine schnell verfügbare und mittlerweile standardmäßig weit verbreitete Computertomographie mit einer deutlich höheren Sensitivität diagnostizieren als mit herkömmlichen Röntgen Aufnahmen (34–36).

Die Mortalität von Beckenringfrakturen hat im Allgemeinen im beobachteten Zeitraum von 1991 bis 2013 signifikant ($p < 0.05$) abgenommen. So betrug die durchschnittliche Mortalität im Zeitraum t1 (1991-1993) 7,7%, im Zeitraum t2 (1993-1998) 7,5%, im Zeitraum t3 (2001-2008) 4,8% und im Zeitraum t4 (2009-2013) 4,3%. Hierbei lagen jedoch große Schwankungen je nach Fraktorentität und Therapieform vor. So lag die Mortalität bei operativ behandelten A-Frakturen zum Teil bei 1-2% während die Mortalität bei operativ behandelten C-Frakturen bei >10%, bei konservativ behandelten C-Frakturen sogar bei >30% lag.

In anderen Studien wird die festgestellte Abnahme der Mortalität ebenfalls beobachtet (2,5). Dies mag sowohl auf die schneller verfügbare und qualitativ verbesserte Diagnostik (CT), aber auch auf optimierte Schockraum-Algorithmen und verbesserte operative und interventionelle Behandlungsmöglichkeiten zurückzuführen sein (69). 2006 wurde das Projekt „TraumaNetzwerk“ von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) gegründet (70–72). Bis heute sind 697 Kliniken in 53 Netzwerken in Deutschland, Österreich, Schweiz, Belgien und Luxemburg organisiert (72). Diese Netzwerke legen einen Ausstattungs-, Qualitäts- und Organisationsstandard zugrunde (73), der durch ein unabhängiges Zertifizierungsunternehmen (ehemals DIOcert, seit 2020 durch die Akademie der Unfallchirurgie GmbH AUC) mittels Auditierung und Re-Auditierung zertifiziert wird (74). Grundlage hierfür ist das „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“, welches zuletzt 2012 überarbeitet wurde. Darüber hinaus werden sämtliche behandlungsrelevanten Patientendaten vom Zeitpunkt der Aufnahme bis zur Entlassung erhoben und in einer Internetbasierten Plattform, dem „TraumaRegister“ gespeichert. Diese Daten werden und wurden für eine

Vielzahl von wissenschaftlichen Datenauswertungen, besonders zur Optimierung der Versorgung Schwerverletzter, genutzt. Die Bundesrepublik Deutschland zählt als flächenhaft mit Trauma-Zentren abgedeckt.

Der Injury-Severity-Score ISS lag in sämtlichen Zeiträumen im Median bei über 16, somit lag im Durchschnitt über alle Zeiträume beim Auftreten einer Beckenringfraktur eine Schwerverletzung vor. Ausnahme bildet hier der Zeitraum t1 mit einem Median von 13.

Interessanterweise lässt sich ein Anstieg des medianen ISS von 13 in t1, auf 16 in t2 und sogar 18 in t3 beobachten mit einer leichten Rückläufigkeit auf einen medianen ISS von 17 in t4. Dies steht im Kontrast zur abnehmenden Mortalität von 7,7% in t1, 7,5% in t2, 4,8% in t3 und 4,3% in t4. Eine ähnliche Beobachtung lässt sich auch in anderen Studien finden (68).

In der vorliegenden Arbeit zeigt sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang ($p < 0.05$) zwischen Therapie und Outcome (Überleben) sowohl über den gesamten Zeitraum als auch in der jeweiligen Subanalyse der einzelnen Zeiträume t2-t4. Eine operative Therapie scheint einer konservativen Therapie überlegen, dies wird zunehmend deutlich bei Frakturen mit größerem Instabilitätsgrad (Typ B und C) (siehe Abb. 48). Darüber hinaus ist festzustellen, dass die zum Teil extrem hohe Mortalität in den konservativen Therapiegruppen bei Becken-C-Frakturen von zum Teil >30-50% wahrscheinlich auf die Form der Verschlüsselung zurückzuführen ist. Wenn ein Patient mit C-Fraktur zum Beispiel aufgrund der Verletzungsschwere bei Eintreffen im Schockraum inoperabel oder bereits verstorben/reanimationspflichtig war bzw. keiner operativen Therapie mehr zugeführt werden konnte, erhielt er in der Verschlüsselung keine operative Therapie und fiel somit in den konservativen Therapiearm. Bei genauerer Betrachtung der konservativ behandelten C-Frakturen scheint dies überwiegend der Fall gewesen zu sein, da der Verschlüsselung entsprechend eine C-Fraktur vorlag, bei der keine operative Therapie durchgeführt wurde, der Patient verstarb und die Aufenthaltsdauer 0 Tage betrug. Die Mortalität war also hier wahrscheinlich geringer als zunächst angenommen.

Wie in Abbildung 56 graphisch dargestellt nahm die Rate an operativen Versorgungen vor allem bei A-Frakturen über die Zeit deutlich ab. Während im Zeitraum t2 fast 50% der A-Frakturen operativ versorgt wurden waren es im Zeitraum t3 und t4 nur noch ca. 10-15% (hier erneut signifikante Unterschiede zwischen der männlichen und der weiblichen Kohorte, Männer werden häufiger operativ versorgt). Bei den B-Frakturen ließ sich vom Zeitraum t2 zum Zeitraum t3 zunächst ein leichter Rückgang an konservativer Therapie feststellen, während im Zeitraum t4 die konservative Therapie wieder überwog. Während im Zeitraum t4 in der weiblichen Kohorte 61,4 % der Patientinnen mit B-Frakturen konservativ behandelt wurden, waren es in der männlichen Kohorte lediglich 47%.

Es ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Frakturgrad und Mortalität zeigen ($p < 0.05$): mit steigender Fraktorentität (Typ B und C) stieg auch die Mortalität. So lag die durchschnittliche Mortalität bei A-Frakturen im Zeitraum t2-t4 bei ca. 2,3%, für B-Frakturen ca. 4,1% und für C-Frakturen ca. 7,7%. Je höher der Frakturgrad, desto deutlicher ist die operative Versorgung der konservativen Therapie überlegen. Dies lässt sich wahrscheinlich auf ein höheres Blutungsrisiko sowie eine höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Begleitverletzungen bei höherer Frakturklassifikation zurückführen (bei Polytrauma mit Beckenringfraktur liegt der ISS im Schnitt > 16 und ist somit als Schwerverletzung zu werten) (10,75).

Des Weiteren zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Krankenhausverweildauer und Outcome ($p < 0.05$) mit Ausnahme im Zeitraum t3 ($p > 0.05$). Mit einer längeren stationären Liegedauer geht eine erhöhte Mortalität einher. Die mediane Aufenthaltsdauer betrug 16 Tage über den gesamten Beobachtungszeitraum und alle Altersgruppen mit starken Schwankungen innerhalb der einzelnen Altersgruppen sowie den unterschiedlichen Zeiträumen. Es lag eine sehr hohe Verteilungsbreite zwischen 0 bis über 900 Tage vor. Die hohe Streubreite ist sicherlich durch individuell variable Verläufe mit möglicherweise komplikationsreichen und intensivstationären Aufenthalten zu erklären. Möglicherweise wurden jedoch auch die Entlassungszeitpunkte teilweise nicht korrekt dokumentiert, sodass sich falsch lange Aufenthaltsdauern ergaben.

Der Zusammenhang zwischen Mortalität und verlängerter Krankenhausverweildauer kann auf generelle Risiken einer langen Krankenhausverweildauer, wie zum Beispiel ein erhöhtes Risiko für nosokomiale Infektionen sowie ein erhöhtes Thromboserisiko, zurückzuführen sein (76–80). Denkbar ist auch eine schlechtere „Ausgangssituation“, also ein zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme höherer ISS bzw. eine größere Verletzungsschwere oder auch das vermehrte Auftreten von Komplikationen, welche zu einer langen Krankenhausverweildauer mit möglicherweise langen intensivstationären Aufenthalten und einer insgesamt höheren Mortalität führt (6,7,42,81).

Über den beobachteten Gesamtzeitraum zeigte sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang in Bezug auf das Outcome hinsichtlich des Geschlechts (Gesamtzeitraum: $p < 0.05$). In der jeweiligen Regressionsanalyse der einzelnen Zeiträume t2-t4 (t2: $p = 0,346$; t3: $p = 0,017$; t4: $p = 0,062$) zeigte sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang. Da es sich um eine lineare Regressionsanalyse handelt waren die Untersuchungsgruppen in den einzelnen Zeiträumen möglicherweise zu klein, als dass sich eine statistische Signifikanz nachweisen ließ. Erst in der Gesamtheit mit > 4000 Daten war der Datensatz groß genug, dass sich die

Signifikanz zwischen Geschlecht und Outcome nachweisen ließ. Männliches Geschlecht ging hierbei mit einer höheren Mortalität einher. Die durchschnittliche Mortalität im Zeitraum t2-t4 in der weiblichen Kohorte lag bei 4,1%, wobei diese im Rahmen einer konservativen Therapie auf 5% (4,99%) stieg und im Rahmen einer operativen Therapie auf 3,0% fiel. In der männlichen Kohorte dagegen lag durchschnittliche Mortalität bei 5,4%. Diese stieg im Rahmen der konservativen Therapie auf 7% (6,98%) an und fiel im Rahmen einer operativen Therapie auf 4,1%. Auch auf die jeweiligen Frakturtypen lag die Mortalität in der männlichen Kohorte durchgehend höher. So lag die Mortalität bei A-Frakturen in der weiblichen Kohorte bei 1,8%, in der männlichen Kohorte bei 2,8%. Bei B-Frakturen lag die Mortalität in der weiblichen Kohorte bei 3,7%, in der männlichen Kohorte bei 4,6%. Im Bereich der C-Frakturen lag die Mortalität bei 6,7% in der weiblichen Kohorte, bei 9,1% in der männlichen Kohorte.

Männliches Geschlecht wird häufig als Risikofaktor für eine erhöhte Mortalität genannt (1,6,85). Bei Beckenringfrakturen in der Altersgruppe über 60 Jahren, bei der der Anteil der weiblichen Patienten deutlich höher liegt (68), ist die Mortalität bei männlichen Patienten signifikant erhöht (89). Dies ist möglicherweise auf ein stärkeres Vorliegen von Komorbiditäten zurückzuführen. Diese Erkenntnis reiht sich ein in eine bereits von anderen Autoren beschriebene höhere Mortalität männlicher Patienten bei z.B. Hüft- Frakturen (133, 134).

Besonders bei A- und B-Frakturen stellten wir eine signifikant höhere Rate an operativen Versorgungsmöglichkeiten in der männlichen Kohorte fest. Dies über alle Zeiträume und nahezu alle Altersgruppen, wobei vor allem die Altersgruppe 0-12 aufgrund der kleinen Kohorte mit Vorsicht zu betrachten gilt. Während über den Zeitraum t2-t4 über alle Frakturtypen betrachtet in der weiblichen Kohorte 54,7% der Patientinnen konservativ behandelt wurden, waren es in der männlichen Kohorte 47,0%. Besonders deutlich wurde dies bei den B-Frakturen. Hier betrug die Rate an operativen Versorgungsmöglichkeiten in der weiblichen Kohorte 40,9%, in der männlichen Kohorte 54,9%. Die größte Differenz in der Zahl an operativen Versorgungsmöglichkeiten fand sich im Zeitraum t4 bei den B-Frakturen. Hier betrug die Rate an konservativen Versorgungsmöglichkeiten in der weiblichen Kohorte 61,9 %, in der männlichen Kohorte lediglich 47,0%. Es lässt sich hier also eine klare Gender Bias über alle Zeiträume und alle Altersgruppen aufzeigen, welche bereits von anderen Autoren im Zusammenhang mit Beckenringfrakturen beschrieben wurde (68). Obwohl in diversen Studien eine im Allgemeinen höhere Schmerzwahrnehmung und höher wahrgenommene Schmerzintensitäten bei Frauen festgestellt wurden (129), lag die Rate an operativen Versorgungsmöglichkeiten bei A- und B-Frakturen in der weiblichen Kohorte niedriger. Dies obwohl (persistierende) immobilisierende Schmerzen eine wesentliche Operationsindikation bei A- und B-Frakturen darstellt. Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass bei elektiven chirurgischen Eingriffen Frauen weniger häufig und in einem späteren Krankheitsstadium operiert werden, obwohl der Leidensdruck

und die Therapiebereitschaft häufig höher ist als bei Männern (131,132). In einer großen Studie über geschlechterspezifische Unterschiede in der Behandlung chronischer Schmerzen konnte analog hierzu gezeigt werden, dass Frauen, obwohl sie häufiger und stärker von chronischen Schmerzen betroffen sind, weniger und weniger potente Analgesie erhalten (130). Hierbei konnte auch gezeigt werden, dass das Geschlecht des Behandlers ein möglicher Faktor im Gesamtkomplex der Gender Bias darstellen kann (130).

Es ließ sich kein signifikanter Zusammenhang hinsichtlich des Outcomes und des Alters herstellen. Dies über den gesamten Beobachtungszeitraum wie auch in der jeweiligen Analyse der einzelnen Zeiträume t2-t4. (Gesamt: $p=0,216$; t2: $p=0,462$; t3: $p=0,205$; t4: $p=0,563$). Betrachten wir die Alterskohorte der 0-12jährigen Patienten in den einzelnen Zeiträumen, fällt zwar vor allem im Zeitraum t1 eine hohe durchschnittliche Mortalität von $>13\%$ auf, wir interpretierten dies jedoch im Rahmen der geringen Größe der Kohorte.

Eine mögliche Erklärung für den fehlenden signifikanten Zusammenhang ist, dass in der Altersgruppe 0-59 Jahre keine bzw. wenig typischen Komorbiditäten, die das Outcome entscheidend verschlechtern können (Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Osteoporose, abbauende körperliche Fitness), vorliegen. Während manche Autoren einen Zusammenhang zwischen Mortalität bei Beckenringfrakturen und Alter bereits unter 60 Jahren sehen (4,10,86) und sogar ein Alter über 60 als isolierten Risikofaktor in Betracht ziehen (75,81,87), konnte in ähnlichen Arbeiten auch ab einem Alter von größer gleich 60 das Kriterium „Alter“ nicht als isolierter Risikofaktor für eine erhöhte Mortalität festgestellt werden (68).

Über alle Zeitgruppen konnte ein konstanter Gipfel im 20. Lebensjahr sowie ein zweiter kleinerer Gipfel im 50. Lebensjahr, beziehungsweise in t2 und t3 im 40. Lebensjahr festgestellt und graphisch dargestellt werden (siehe Abb. 31, Abb. 38, Abb. 44, Abb. 50). Der Altersdurchschnitt hielt sich dabei konstant bei 33,3 Jahre in t2, 35,6 Jahre in t3 und 36,7 Jahre in t4. Der Anstieg im 20. Lebensjahr ist möglicherweise mit der Erlangung der Fahrerlaubnis zum 18. Lebensjahr hin erklärbar bei gleichzeitig fehlender Fahrerfahrungen (88). Denkbar ist auch eine höhere Risikobereitschaft sowie ein höheres Maß an (Risiko-) Aktivitäten.

Das Zahlenverhältnis von männlichen Patienten gegenüber weiblichen Patienten bleibt in dieser Arbeit über den beobachteten Zeitraum konstant und beträgt ca. 60% für Männer und 40% für Frauen. Versuchen wir mögliche Unfallursachen zu beleuchten, finden sich zum Teil sehr ähnliche geschlechterspezifische Zahlenverhältnisse. Betrachtet man die Zahlen des statistischen Bundesamtes für Autounfälle, welche als hauptsächlich ursächlich vor allem für höhergradige Beckenringfrakturen anzusehen sind, aus dem Jahr 2017, welches nach Alter und Geschlecht getrennt aufgelistet vorliegt, findet sich ein nahezu identisches Verhältnis.

Das Online Portal „Statistica“ veröffentlichte für Österreich den Anteil der angewandten Suizidmethoden für den Zeitraum 2015 bis 2017 nach Geschlechtern getrennt. Der „Sturz in die Tiefe“ wurde von Frauen zu 16-20% vollzogen, bei Männern 22-25%.

Wie die Zahlen des statistischen Bundesamtes für das Jahr 2016 zeigen, liegt die Suizidrate bei Männern deutlich höher als bei Frauen. Der Suizid durch Sturz in die Tiefe war in den Jahren 2012 bis 2016 die zweithäufigste Suizidmethode in der Bundesrepublik Deutschland wobei hier keine geschlechterspezifische Aufteilung erfolgte.

Ein junges Alter <13 schien zunächst mit einer höheren Mortalität einherzugehen. Dies wird in anderen Arbeiten nicht bestätigt (2,27,135). Betrachten wir die Alterskohorte der 0-12jährigen Patienten in den einzelnen Zeiträumen, fällt vor allem im Zeitraum t1 eine hohe durchschnittliche Mortalität von >13% auf. Wir interpretierten dies jedoch im Rahmen der Größe der Kohorte. In der Regressionsanalyse konnte sich weder für die einzelnen Zeiträume noch für den Gesamtzeitraum ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und Versterben nachweisen lassen ($p > 0.05$). Insgesamt scheint jedoch die Indikation zur operativen Versorgung in dieser sehr jungen Alterskohorte zurückhaltender gestellt zu werden. So liegt die Rate an konservativ versorgten Patienten über den Gesamtzeitraum in der Alterskohorte der 0-12jährigen bei ca. 75%. Auch in anderen Arbeiten wird dies beobachtet (82,83,135). Es sei jedoch erwähnt, dass sich die anatomischen Verhältnisse bei pädiatrischen und erwachsenen Patienten nicht vergleichen lassen. So wirken im Kindesalter wesentlich geringere Kräfte auf Bandstrukturen, Knochen, Knorpel und Weichteile (82,83). Zudem ist ein schweres Schädelhirntrauma als Begleitverletzung die Haupttodesursache bei Kindern mit Beckenringfrakturen und nicht wie beim Erwachsenen der hämorrhagische Schock (135).

Verbesserte Sicherheitssysteme im Straßenverkehr (ABS, ESP etc.) könnten bei konstant abnehmender jährlicher Anzahl an Todesfällen im Straßenverkehr eine Zunahme schwererer Verletzungen mit sich bringen. So verzeichnete das statistische Bundesamt eine Abnahme an Verkehrstoten von 2000 bis 2018 um rund 57% (seit 1991 sogar um rund 70%) (siehe Abb.1 und Abb.2), die Anzahl an den im Straßenverkehr verletzten Verkehrsteilnehmern verringerte sich jedoch nur um rund 21,5% (siehe Abb.1 und Abb.2). Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlichte 2009 im Heft M200 „Mensch und Sicherheit“ unter dem Titel „Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland“ eine Untersuchung, die sich auf Ergebnisse und Daten der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) stützt. Hiernach sei die Anzahl der Schwerstverletzten (Die Definition für „Schwerstverletzt“ galt damals jedoch bei ISS >9) im Untersuchungszeitraum von 1997 bis 2006 trotz stetiger Abnahme an Verkehrstoten und Verkehrsverletzten konstant geblieben. Darüber hinaus wurde aufgezeigt, dass eine abnehmende Letalitätsrate im

Untersuchungszeitraum mit ursächlich für eine Zunahme von Schwerstverletzten sei. Vereinfacht gesagt überleben heute die Verkehrstoten von gestern als Schwerstverletzte.

Des Weiteren lässt sich eine Zunahme von Extremsportarten bzw. Risikosportarten beobachten, welche einem breiteren Publikum zugänglich gemacht wird (Paragliding, Base-Jumping, Mountainbiken, Trailrunning, Klettern, Speed Flying, Free Riding, Free Climbing). So berichten verschiedene Portale und Sportpsychologen unabhängig voneinander über eine Zunahme von Anbietern und Teilnehmern, auch wenn hierzu bisher kaum bis gar keine Daten erhoben werden konnten. Große Sponsoren wie „RedBull“ übertragen Risikosportarten und Wettbewerbe zum Teil live oder machen sie den Massenmedien zugänglich, wodurch ein breiteres Publikum erreicht wird. Beispielhaft sei die jährlich stattfindende „Freeride World Tour“ genannt. Ob sich hier eine zusätzliche Ursache für die Zunahme an schweren Beckenringfrakturen finden lässt, bleibt jedoch nur zu vermuten. Beobachten lässt sich jedoch eine vergleichsweise Zunahme an C-Verletzungen vor allem in der Altersgruppe der 20-39jährigen. Dies könnte auf ein höheres Maß an (Risiko-) Aktivität zurückzuführen sein.

Natürlich gilt es einige Einschränkungen der vorliegenden Arbeit zu beachten: So wurden lediglich Patientendaten aus Kliniken erfasst, die am Beckenregister der DGU teilnehmen. Die Mehrheit dieser Kliniken sind Kliniken der Maximalversorgung, sodass die externe Validität möglicherweise beeinträchtigt wird. Darüber hinaus finden die Datenerhebung und die Frakturklassifikation durch die Kliniken selbst statt. Die im Beckenregister der DGU verwendete Klassifikation nach Tile hat eine lediglich moderate inter- und intra- Beobachter Reliabilität (90). Zudem kann bei Register Studien dieser Art eine fehlende Verifizierung der erhobenen Daten nicht ausgeschlossen werden (91).

Ein wesentliches Limit der Arbeit stellt die retrospektive Analyse an sich dar. Nicht in die Analyse der Daten einbezogen wurden funktionelle Ergebnisse sowie Langzeitkomplikationen von Beckenringverletzungen wie Inkontinenz, erektile Dysfunktion, Schmerzen, Nervenläsionen, Wachstumsstörungen speziell für Beckenringfrakturen im Kindesalter etc. Somit können hier keine Rückschlüsse gezogen werden, in wieweit eine operative Therapie einer konservativen Therapie diesbezüglich überlegen ist. Des Weiteren wurde aus der Verschlüsselung nicht ersichtlich, ob ein Patient in ein anderes Krankenhaus verlegt wurde und inwiefern Folgebehandlungen stattgefunden haben, oder der Patient möglicherweise nach Verlegung verstorben ist.

Viele für das Outcome (Überleben) wichtige Parameter wurden in der Analyse nicht berücksichtigt. Hierunter fallen vorliegende traumaassoziierte Begleitverletzungen oder

Erkrankungen, welche die Mortalität maßgeblich beeinflussen können, wie zum Beispiel Schädel-Hirn-Traumata, Verletzungen des Thorax, begleitender Blutverlust (84) aber auch Erkrankungen, Folgen und Komplikationen im Rahmen einer schweren Traumatisierung und einer längeren (intensiv-) medizinischen Betreuung, wie SIRS/Sepsis, Pneumonie, Thrombose etc. (85). Ebenso wurden keine vorliegenden Komorbiditäten berücksichtigt. (10,75)

6 Schlussfolgerung

Zusammenfassend können wir feststellen, dass die Mortalität bei Beckenringfrakturen über die letzten 22 Jahre signifikant gesunken ist. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich multifaktoriell und beinhaltet verbesserte Präventions- und Sicherheitsmaßnahmen z.B. im Straßenverkehr, eine flächendeckende medizinische Versorgung sowie verbesserte und schnellere diagnostische und therapeutische Möglichkeiten.

Gleichzeitig hat die Anzahl an B- und C-Frakturen zugenommen. Auch hier sind vermutlich verbesserte Sicherheitsmechanismen sowie eine verbesserte Diagnostik als ursächlich anzusehen.

Es existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen Frakturgrad und Mortalität. Je höher der Frakturgrad nach AO/OTA, desto höher ist die Mortalität. Darüber hinaus existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen Geschlecht und Mortalität. Die Mortalität bei Männern war höher als die Mortalität bei Frauen. Des Weiteren existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen Therapie und Mortalität, wobei eine operative Versorgung mit einer niedrigeren Mortalität vergesellschaftet ist. Zuletzt ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Krankenhausverweildauer und Mortalität nachweisen, wobei eine längere Krankenhausverweildauer mit einer höheren Mortalität assoziiert war. Kein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen Alter und Mortalität.

Wir registrierten eine Gender Bias zu Ungunsten des weiblichen Geschlechts bezüglich einer operativen Versorgung vor allem bei Vorliegen einer B-Fraktur.

7 Literaturverzeichnis

1. Pereira GJC, Damasceno ER, Dinhane DI, Bueno FM, Leite JBR, Ancheschi B da C. Epidemiology of pelvic ring fractures and injuries. Rev Bras Ortop (English Ed. 2017;
2. Hauschild O, Strohm PC, Culemann U, Pohlemann T, Suedkamp NP, Koestler W, et al. Mortality in patients with pelvic fractures: Results from the German pelvic injury register. J Trauma - Inj Infect Crit Care. 2008;
3. Fuchs T, Rottbeck U, Hofbauer · V, Raschke · M, Stange · R. Beckenringfrakturen im Alter. Unfallchirurg. 2011;
4. Mohanty K, Musso D, Powell JN, Kortbeek JB, Kirkpatrick AW. Emergent management of pelvic ring injuries: An update. Canadian Journal of Surgery. 2005.
5. Pohlemann T, Stengel D, Tosounidis G, Reilmann H, Stuby F, Stöckle U, et al. Survival trends and predictors of mortality in severe pelvic trauma: Estimates from the German Pelvic Trauma Registry Initiative. Injury. 2011;
6. Holstein JH, Culemann U, Pohlemann T. What are predictors of mortality in patients with pelvic fractures? Trauma. In: Clinical Orthopaedics and Related Research. 2012.
7. Ooi CK, Goh HK, Tay SY, Phua DH. Patients with pelvic fracture: What factors are associated with mortality? Int J Emerg Med. 2010;
8. Naam NH, Brown WH, Hurd R, Burdge RE, Kaminski DL. Major Pelvic Fractures. Arch Surg. 1983;
9. White CE, Hsu JR, Holcomb JB. Haemodynamically unstable pelvic fractures. Injury. 2009.
10. Giannoudis P V., Grotz MRW, Tzioupis C, Dinopoulos H, Wells GE, Bouamra O, et al. Prevalence of pelvic fractures, associated injuries, and mortality: The United Kingdom perspective. J Trauma - Inj Infect Crit Care. 2007;
11. Mahadevan V. Anatomy of the pelvis. Surgery (United Kingdom). 2018.
12. Bosch U, Pohlemann T, Haas N, Tscherne H. [Classification and management of complex pelvic trauma]. Unfallchirurg. 1992;
13. Pohlemann T, Paul C, Gansslen A, Regel G, Tscherne H. [Traumatic hemipelvectomy. Experiences with 11 cases]. Unfallchirurg. 1996;
14. G.V. P. Causes of mortality in patients with pelvic fractures. Orthopedics. 1994;
15. Gänsslen A, Pohlemann T, Paul C, Lobenhoffer P, Tscherne H. Epidemiology of pelvic ring injuries. Injury. 1996;
16. Mackersie RC, Tiwary AD, Shackford SR, Hoyt DB. Intra-abdominal Injury Following Blunt Trauma: Identifying the High-Risk Patient Using Objective Risk Factors. Arch Surg. 1989;
17. Isler B, Ganz R. [Classification of pelvic girdle injuries]. Unfallchirurg. 1990;

18. Ben-Menachem Y, Coldwell DM, Young JWR, Burgess AR. Hemorrhage associated with pelvic fractures: Causes, diagnosis, and emergent management. *American Journal of Roentgenology*. 1991.
19. Balogh Z, King KL, Mackay P, McDougall D, Mackenzie S, Evans JA, et al. The epidemiology of pelvic ring fractures: A population-based study. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2007;
20. Tile M. Acute Pelvic Fractures: I. Causation and Classification. *J Am Acad Orthop Surg*. 1996;
21. Kreimeier U, Waydhas C. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung. *Notfall und Rettungsmedizin*. 2011;
22. Pohlemann T, Culemann U, Gansslen A, Tscherne H. Severe pelvic injury with pelvic mass hemorrhage: determining severity of hemorrhage and clinical experience with emergency stabilization. *Unfallchirurg*. 1996;
23. Bonner TJ, Eardley WGP, Newell N, Masouros S, Matthews JJ, Gibb I, et al. Accurate placement of a pelvic binder improves reduction of unstable fractures of the pelvic ring. *Bone Joint J*. 2011;
24. Heineck J, Seifert S, Rammelt S, Biewener A, Grass R, Zwipp H. Traumatische hemipelvektomie. *Unfallchirurg*. 2006;
25. Seekamp A, Burkhardt M, Pohlemann T. Schockraummanagement bei Verletzungen des BeckensEmergency room management of pelvic injuries: a systematic review of the literature. *Unfallchirurg*. 2004;
26. Holden CP, Holman J, Herman MT. Pediatric pelvic fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2007.
27. Demetriades D, Karaiskakis M, Velmahos GC, Alo K, Murray J, Chan L. Pelvic fractures in pediatric and adult trauma patients: Are they different injuries? *J Trauma*. 2003;
28. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. 2011.
29. Paulsen F, Waschke J, Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen Band 1 : Allgemeine Anatomie und Bewegungsapparat. *Atlas der Anatomie des Menschen*. 2010.
30. Pohlemann T, Krettek C, Hoffmann R, Culemann U, Gansslen A. [Biomechanical comparison of various emergency stabilization measures of the pelvic ring]. *Unfallchirurg*. 1994;
31. Frink M, Lechler P, Debus F, Ruchholtz S. Polytrauma und Schockraummanagement. *Deutsches Arzteblatt International*. 2017.
32. Switzerland AO Foundation. AO/OTA Fracture and Dislocation Classification, Leaflet. Aotrauma, last accessed Feb. 24th 2018, 11.30pm,

<https://www.aofoundation.org/Structure/search-center/Pages/AOSearchResults.aspx?include=Top/anatomy/radius-ulna&k=fracture+classification>. 2014.

33. Marsh J, Slongo T, Agel J, Broderick J, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and Dislocation Classification Compendium - 2007. Orthopaedic Trauma Association Classification, Database and Outcomes Committee. *J Orthop Trauma*. 2007;
34. Edeiken-Monroe BS, Browner BD, Jackson H. The role of standard roentgenograms in the evaluation of instability of pelvic ring disruption. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;
35. Young JW, Burgess AR, Brumback RJ, Poka A. Pelvic fractures: value of plain radiography in early assessment and management. *Radiology*. 1986;
36. Berg EE, Chebuhar C, Bell RM. Pelvic trauma imaging: A blinded comparison of computed tomography and roentgenograms. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 1996;
37. Bouillon B, Probst C, Maegele M, Wafaisade A, Helm P, Mutschler M, et al. Schockraummanagement Polytrauma: ATLS® und S3-Leitlinie. *Chirurg*. 2013;
38. Shlamovitz GZ, Mower WR, Bergman J, Chuang KR, Crisp J, Hardy D, et al. How (Un)useful is the pelvic ring stability examination in diagnosing mechanically unstable pelvic fractures in blunt trauma patients? *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2009;
39. Nerlich M, Maghsudi M. Algorithms for early management of pelvic fractures. *Injury*. 1996;
40. Eckroth-Bernard K, Davis JW. Management of pelvic fractures. *Current Opinion in Critical Care*. 2010.
41. McCormack R, Strauss EJ, Alwattar BJ, Tejwani NC. Diagnosis and management of pelvic fractures. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2010;
42. Demetriades D, Karaiskakis M, Toutouzas K, Alo K, Velmahos G, Chan L. Pelvic fractures: Epidemiology and predictors of associated abdominal injuries and outcomes. *J Am Coll Surg*. 2002;
43. Suzuki T, Smith WR, Moore EE. Pelvic packing or angiography: Competitive or complementary? *Injury*. 2009.
44. MORAN M, SAMARJI R. The role of angiography in the management of haemorrhage from major fractures of the pelvis. *J Bone Joint Surg Br*. 2018;
45. Osborn PM, Smith WR, Moore EE, Cothren CC, Morgan SJ, Williams AE, et al. Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiography: A comparison of two management protocols for haemodynamically unstable pelvic fractures. *Injury*. 2009;
46. Costantini TW, Coimbra R, Holcomb JB, Podbielski JM, Catalano R, Blackburn A, et al. Current management of hemorrhage from severe pelvic fractures. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;
47. Baker SP, O'Neill B. The injury severity score: An update. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*.

- 1976;
48. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;
 49. Burkhardt M, Culemann U, Seekamp A, Pohlemann T. [Strategies for surgical treatment of multiple trauma including pelvic fracture. Review of the literature]. *Unfallchirurg*. 2005;
 50. Routt J, Simonian PT, Swiontkowski MF. Stabilization of pelvic ring disruptions. *Orthopedic Clinics of North America*. 1997.
 51. Wölfel CG, Gliwitzky B, Wentzensen A. Standardised primary care of multiple trauma patients : PPPrehospital Trauma Life Support und Advanced Trauma Life Support. *Unfallchirurg*. 2009;
 52. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2010;
 53. Dunham CM, Barraco RD, Clark DE, Daley BJ, Davis FE, Gibbs MA, et al. Guidelines for emergency tracheal intubation immediately after traumatic injury. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*. 2003.
 54. Pizanis A, Pohlemann T, Burkhardt M, Aghayev E, Holstein JH. Emergency stabilization of the pelvic ring: Clinical comparison between three different techniques. *Injury*. 2013;
 55. Keel M, Trentz O. (ii) Acute management of pelvic ring fractures. In: *Current Orthopaedics*. 2005.
 56. Flint LM, Brown A, Richardson JD, Polk HC. Definitive control of bleeding from severe pelvic fractures. *Ann Surg*. 1979;
 57. Scott I, Porter K, Laird C, Greaves I, Bloch M. The pre-hospital management of pelvic fractures: initial consensus statement. *J Paramed Pract*. 2014;
 58. Hamill J, Holden A, Paice R, Civil I. Pelvic fracture pattern predicts pelvic arterial haemorrhage. *Aust N Z J Surg*. 2000;
 59. Vo NJ, Althoen M, Hippe DS, Prabhu SJ, Valji K, Padia SA. Pediatric abdominal and pelvic trauma: Safety and efficacy of arterial embolization. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;
 60. Tile M. Acute Pelvic Fractures: II. Principles of Management. *J Am Acad Orthop Surg*. 1996;
 61. Yinger K, Scalise J, Olson SA, Bay BK, Finkemeier CG. Biomechanical comparison of posterior pelvic ring fixation. *J Orthop Trauma*. 2003;
 62. Jr. RMLC, P.T. S, M.F. S. Stabilization of pelvic ring disruptions. *Orthop Clin North Am*. 1997;
 63. Pohlemann T, Gänsslen A. Die operation der symphysen-sprengung. *Operative Orthopädie und Traumatologie*. 1999.

64. Wich M, Tober V, Vahrmeyer S, Ekkernkamp A. Operative interne Stabilisierung von Beckenringfrakturen in Abhängigkeit von der Klassifikation. Trauma und Berufskrankheit. 2003;
65. Maurer F, Weise K. Indikationsstellung und Verfahrenswahl bei Beckenringverletzungen. Trauma und Berufskrankheit. 2003;
66. Stuby FM, Gonser CE, Baron HC, Stöckle U, Badke A, Ochs BG. Implantatentfernung nach Beckenringfraktur. Unfallchirurg. 2012;
67. Pohlemann T, Tosounidis G, Bircher M, Giannoudis P, Culemann U. The German Multicentre Pelvis Registry: A template for an European Expert Network? Injury. 2007;
68. Rollmann MF, Herath SC, Kirchhoff F, Braun BJ, Holstein JH, Pohlemann T, et al. Pelvic ring fractures in the elderly now and then – a pelvic registry study. Arch Gerontol Geriatr. 2017;
69. Giannoudis P V. Fractures of the pelvic ring. In: Practical Procedures in Orthopaedic Trauma Surgery: A Trainee'S Companion. 2015.
70. Sturm J, Kühne CA, Ruchholtz S. Initiative traumanetzwerk: Qualitätssichernde maßnahmen bei der polytraumaversorgung. Trauma und Berufskrankheit. 2006.
71. Ruchholtz S, Kühne CA, Siebert H, Bouillon B, Grass R, Kühne C, et al. Das traumanetzwerk der Deutschen gesellschaft für unfallchirurgie. Zur einrichtung, organisation und qualitätssicherung eines regionalen traumanetzwerkes der DGU. Unfallchirurg. 2007.
72. Kühne CA, Mand C, Sturm J, Künzel A, Ruchholtz S, Lackner CK, et al. [The Trauma Network of the German Society for Trauma 2009.]. Unfallchirurg. 2009;
73. Kühne CA, Ruchholtz S, Sauerland S, Waydhas C, Nast-Kolb D. Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter. Unfallchirurg. 2004;
74. Künzel A, Bothorn K, Beck C. Das Zertifizierungsverfahren TraumaNetzwerkD DGU. Trauma und Berufskrankheit. 2011;
75. Chong K, DeCoster T, Osler T, Robinson B. Pelvic Fractures and Mortality. Iowa Orthop J. 1997;
76. Heit JA, Michael O'Fallon W, Petterson TM, Lohse CM, Silverstein MD, Mohr DN, et al. Relative impact of risk factors for deep vein thrombosis and pulmonary embolism: A population-based study. Arch Intern Med. 2002;
77. Cushman M. Epidemiology and Risk Factors for Venous Thrombosis. Semin Hematol. 2007;
78. Rodriguez JL, Gibbons KJ, Bitzer LG, Dechert RE, Steinberg SM, Flint LM. Pneumonia: Incidence, risk factors, and outcome in injured patients. J Trauma - Inj Infect Crit Care. 1991;

79. Torres A, Aznar R, Gatell JM, Jiménez P, González J, Ferrer A, et al. Incidence, Risk, and Prognosis Factors of Nosocomial Pneumonia in Mechanically Ventilated Patients. *Am Rev Respir Dis.* 1990;
80. Tello K, Richter MJ, Seeger W, Hecker M. Hospital-acquired pneumonia. *Medizinische Klin - Intensivmed und Notfallmedizin.* 2018;
81. Gustavo Parreira J, Coimbra R, Rasslan S, Oliveira A, Fregoneze M, Mercadante M. The role of associated injuries on outcome of blunt trauma patients sustaining pelvic fractures. *Injury.* 2000;
82. Hasler C. Frakturen im Bereich von Becken, Hüfte und Oberschenkel. In: *Kinderorthopädie in der Praxis.* 2006.
83. Fernandez F, Eberhardt O. Prinzipien der Frakturbehandlung beim Kind. *OP-JOURNAL.* 2018;
84. Paul C, Pohlemann T, Gänsslen A, Lobenhoffer P, Tscherne H. Epidemiology of pelvic ring injuries. *Injury.* 2004;
85. Arroyo W, Nelson KJ, Belmont PJ, Bader JO, Schoenfeld AJ. Pelvic trauma: What are the predictors of mortality and cardiac, venous thrombo-embolic and infectious complications following injury? *Injury.* 2013;
86. Starr AJ, Griffin DR, Reinert CM, Frawley WH, Walker J, Whitlock SN, et al. Pelvic ring disruptions: Prediction of associated injuries, transfusion requirement, pelvic arteriography, complications, and mortality. *J Orthop Trauma.* 2002;
87. O'Sullivan REM, White TO, Keating JF. Major pelvic fractures: identification of patients at high risk. *J Bone Joint Surg Br* 2005.
88. Masuri MG, Md Isa KA, Mohd Tahir MP. Children, Youth and Road Environment: Road traffic accident. *Asian J Environ Stud.* 2017;
89. Rollmann MF, Herath SC, Braun BJ, Holstein JH, Pohlemann T, Menger MD, et al. In-hospital mortality of pelvic ring fractures in older adults now and then: A pelvic registry study. *Geriatr Gerontol Int.* 2019;
90. Furey AJ, O'toole R V., Nascone JW, Sciadini MF, Copeland CE, Turen C. Classification of Pelvic Fractures: Analysis of Inter- and Intraobserver Variability Using the Young-Burgess and Tile Classification Systems. *Orthopedics.* 2009;
91. Galluccio F, Walker UA, Nihtyanova S, Moinzadeh P, Hunzelmann N, Krieg T, et al. Registries in systemic sclerosis: A worldwide experience. *Rheumatology.* 2011.
92. Doris Henne-Bruns, Bernd Kremer, Michael Dürig. *Duale Reihe Chirurgie, 3 Auflage.* 2008.
93. Carl Joachim Wirth, Ludwig Zichner. *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Becken und Hüfte. 1. Auflage.* 2004

8 Abbildungsverzeichnis

94. "Statistisches Bundesamt"
95. „Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft M200, April 2009“
96. Statistica 2019, Statistisches Bundesamt
97. - 101. Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher. Prometheus – Lernatlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssysteme, 4. Auflage, Thieme-Verlag
102. Baierlein S, Hrsg. Frakturklassifikationen. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2011
103. - 110. Bild aus PACS, Universitätsklinikum des Saarlandes, Unfallchirurgie
111. "Manuskript Beckenkurs" des Homburger Beckenkurses
112. "Manuskript Beckenkurs" des Homburger Beckenkurses
113. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Geschäftsstelle im Langenbeck-Virchow-Haus. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerstverletzten Behandlung; 2016
114. phemcast.co.uk;2015/11/05;podcast-episode-2-the-pelvic-binder
115. Joachim Pfeil, "Hüftchirurgie", Springer-Verlag, 1. Auflage, 2008
116. Bild aus PACS, Universitätsklinikum des Saarlandes, Unfallchirurgie
117. Bild aus PACS, Universitätsklinikum des Saarlandes, Unfallchirurgie
118. Joachim Pfeil, "Hüftchirurgie", Springer-Verlag, 1. Auflage, 2008
119. Joachim Pfeil, "Hüftchirurgie", Springer-Verlag, 1. Auflage, 2008
120. - 123. Bild aus PACS, Universitätsklinikum des Saarlandes, Unfallchirurgie
124. Priv.-Doz. Dr. Christian Müller-Mai. Prof. Dr. Axel Ekkernkamp. „Frakturen auf einen Blick“, Springer Verlag 2015
125. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. „Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland“, Heft M200, April 2009“
126. Tscherne, H.; Pohlemann, T., Tscherne Unfallchirurgie: Becken und Acetabulum. 1998, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
127. Tile, M., Pelvic ring fractures: should they be fixed? J Bone Joint Surg Br, 1988. 70(1): p. 1-12.
128. Ludwig Oberkircher , Steffen Ruchholtz, Pol Maria Rommens, Alexander Hofmann, Benjamin Bücking, Antonio Krüger. Osteoporotic Pelvic Fractures. Deutsches Ärzteblatt, Februar 2018
129. Roger B Fillingim , Christopher D King, Margarete C Ribeiro-Dasilva, Bridgett Rahim-Williams, Joseph L Riley 3rd. Sex, Gender, and pain: a review of recent clinical and experimental findings. The Journal of Pain 2009 May;10(5):447-85.

doi: 10.1016/j.jpain.2008.12.001

130. Anke Samulowitz, Ida Gremyr , Erik Eriksson, Gunnel Hensing. "Brave Men" and "Emotional Women": A Theory-Guided Literature Review on Gender Bias in Health Care and Gendered Norms towards Patients with Chronic Pain. *Pain research and management* 2018 Feb 25;2018:6358624.doi: 10.1155/2018/6358624
131. G A Hawker, J G Wright, P C Coyte, J I Williams, B Harvey, R Glazier, E M Badley. Differences between men and women in the rate of use of hip and knee arthroplasty. *The New England Journal of Medicine*. 2000 Apr 6;342(14):1016-22.
132. Cornelia M Borkhoff, Gillian A Hawker, James G Wright. Patient gender affects the referral and recommendation for total joint arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011 Jul;469(7):1829-37. doi: 10.1007/s11999-011-1879-x
133. H Sharma, P Vashishtha, R Sharma. Gender differences in patients with hip fracture: a greater risk of morbidity and mortality in men. *Journal of orthopaedic trauma*. May-Jun 2005;19(5):365-6; author reply 366.
134. Lois E Wehren, William G Hawkes, Denise L Orwig, J Richard Hebel, Sheryl I Zimmerman, Jay Magaziner. Gender differences in mortality after hip fracture: the role of infection.*Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society of Bone and Mineral research*. 2003 Dec;18(12):2231-7.
135. Theodoros H Tosounidis, Hassaan Sheikh, and Peter V Giannoudis. Pelvic Fractures in Paediatric Polytrauma Patients: Classification, Concomitant Injuries and Early Mortality. *The open orthopaedics Journal*. 31 Jul 2015.

9 Danksagung

Ich bedanke mich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. Tim Pohlemann für die Bereitstellung der vorliegenden Daten sowie für seinen jahrelangen Einsatz in der AG Becken, der DGU, der DGCH und als Chefarzt der Unfallchirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes.

Des Weiteren bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Frau PD Dr. Mika Rollmann für ihre Unterstützung, ihr Wissen und ihre große Geduld.

Danken möchte ich dem gesamten Team der Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Homburg für Ihre Arbeit und für die Bereitstellung von Bildmaterial.

Darüber hinaus danke ich allen teilnehmenden Kliniken, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, der AG Becken. Durch die stetige Erhebung, Auswertung und Analyse von Daten werden wichtige Erkenntnisse gewonnen und können entscheidend zu Verbesserungen, medizinisch, organisatorisch, infrastrukturell sowie gesellschaftlich beitragen.

Ich möchte mich ebenfalls bei meiner Familie, meinen Freunden und Kommilitonen und besonders bei meiner Freundin Lisa Fahrig bedanken, für die Motivation, die unermüdliche Geduld und den stetigen Zuspruch. Besonderer Dank gilt Jacqueline Weiland und Vincent Reichert für ihre Korrekturarbeit.

10 Lebenslauf

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

Tag der Promotion: 29.11.2023

Dekan: Univ. Prof. Dr.med. Michael D. Menger

Berichterstatter: Prof. Pohlemann
Prof. Landgraeber