Aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Marburg
Geschäftsführender Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. S. Ruchholtz
Medizinische Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med S. Fuchs-Winkelmann

---

„Ökonomische Analyse der akut stationären Behandlungskosten geriatrischer Patienten mit Frakturen des oberen Sprunggelenkes“

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Benedikt Wilke
aus Marburg

Marburg, 2024

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
10.12.2024

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin

Dekanin: Frau Prof. Dr. D. Hilfiker-Kleiner
Referent: Herr Prof. Dr. R. Aigner
1. Korreferent/in: Herr PD Dr. K. Ehlenz

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis und Symbole i
Abbildungsverzeichnis ii
Tabellenverzeichnis iii
1 Einleitung 5
1.1 Problemstellung und Zielsetzung 5
2 Hintergrund 8
2.1 Anatomie des Sprunggelenks 8
2.1.1 Knöcherner Aufbau und Mechanik 8
2.1.2 Ligamentäre Strukturen 10
2.2 Die Sprunggelenksfraktur 12
2.2.1 Ätiopathogenese 12
2.2.2 Klassifikation 13
2.2.3 Diagnostik 16
2.2.3.1 Anamnese und körperliche Untersuchung 16
2.2.3.2 Röntgenologische Untersuchung 17
2.2.3.3 Computertomographische Untersuchung 19
2.2.4 Therapie 20
2.2.4.1 Konservative Therapie 20
2.2.4.2 Operative Therapie 21
2.3 Grundlagen der DRGs 23
3 Studiendesign und Methoden 25
3.1 Patientenkollektiv/-charakteristiken 25
3.2. Parameter des stationären Aufenthalts 26
3.3. Kostenanalyse 27
3.4. Statistik 37
4. Ergebnisse 38
4.1. Gesamtkosten, Einnahmen und Gewinn/Verlust 38
4.2. Alter 39
4.3. Geschlecht 40
4.4. ASA-Score und CCI 41
4.5. Präoperative Gefäßdiagnostik 44
4.6. Komplikationen 44
4.7. Frakturklassifikation nach Weber 45
4.8. Malleolenbeteiligung 46
4.9. Aufenthaltsdauer 47
4.10. OP-Dauer 48

4.11. Intensivaufenthalt 49
4.12. Fixateur externe 50
4.13. Transfusionen 51
4.14. Plattentyp 52
4.15. Multivariate Analyse 52
5 Diskussion 55
5.1 Diskussion der Ergebnisse 55
5.2 Methodische Stärken und Limitationen 64
5.3 Ausblick 65
6 Zusammenfassung 68
7 Englische Zusammenfassung (Summary) 69
8 Quellenverzeichnis 70
9 Anhang 81
9.1 Verzeichnis der akademischen Lehrer 83
9.2 Danksagung 84

Abkürzungsverzeichnis und Symbole

&	und
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens (im Englischen: activities of daily living)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASA	American Society of Anesthesiologists
BNP	brain natriuretic peptide
bzw.	beziehungsweise
CCI	Charlson-Komorbiditäts-Index (im Englischen: Charlson Comorbidity Index)
cm	Centimeter
CT	Computertomographie
DKG-NT	Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaft
DRG	Diagnosis related groups
ED	emergency department
EKG	Elektrokardiographie
et al.	et alii / et aliae / et alia (aus dem Lateinischen für „und andere“)
HSA	Hochschulambulanz
HWS	Halswirbelsäule
IBLV	Innerbetriebliche Leistungsverrechnung
ICD	International statistical classification of diseases
ICU	Intermediate care unit
KG	Krankengymnastik
KM	Kontrastmittel
Lig.	Ligament
M.	Musculus
MiBi	Mikrobiologie
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
NST	Normalstation
OP	Operation
OSG	Oberes Sprunggelenk
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
SD	Standardabweichung
T3/T4	Trijodthyronin/Tetrajodthyronin
TSH	Thyreoidea-stimulierendes Hormon
Viro	Virologie
Vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
ZNA	zentrale Notaufnahme

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Muskeln der Sprunggelenke 10
Abbildung 2 – Rechter Fuß in der Ansicht von medial (a) und lateral (b)..... 12
Abbildung 3 – Schematische Darstellung der 4 Frakturtypen der Lauge-Hansen-Klassifikation 13
Abbildung 4 – Einteilung der Frakturen des oberen Sprunggelenks 16
Abbildung 5 – Ottawa Ankle Rules 18
Abbildung 6 – Landmarken zur Beurteilung eines Röntgenbilds des OSG..... 19
Abbildung 7 – Prozentuale Anteile der einzelnen Komponenten an den gesamten Kosten..... 39
Abbildung 8 – Altersverteilung in Hinblick auf Gesamtkosten, DRGs und Gewinn; Mittelwerte, * zeigt Signifikanz mit p< 0,05 40
Abbildung 9 – Verteilung der Patienten, Gesamtkosten und Gewinn/Verlust anhand des ASA-Scores Mittelwerte 42
Abbildung 10 – Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. des ASA-Scores Mittelwerte, * zeigt Signifikanz mit p< 0,05 43
Abbildung 11 – Landesbasisfallwerte 2011 81
Abbildung 12 – Charlson Komorbiditäts-Index 82
Abbildung 13 – ASA-Klassifikationsschema 83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Liste der Kostenfaktoren (Aufnahme in die ZNA, Verweildauer auf Station, Medikamente, Laborwerte, Mikrobiologie, Virologie, Physiotherapie, Radiologie, Blutbank, Sonstiges, Operation) *29*
Tabelle 2 – Aufenthalt im Krankenhaus errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG-NT) 2011 ..... *30*
Tabelle 3 - Medikamente errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *31*
Tabelle 4 – Laborwerte errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *32*
Tabelle 5 – Mikrobiologie errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *32*
Tabelle 6 – Virologie errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *32*
Tabelle 7 – Blutbank errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *32*
Tabelle 8 – Sonstige Leistungen errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *32*
Tabelle 9 – Physiotherapie errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *34*
Tabelle 10 – Radiologie errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *34*

Tabelle 11 – Angiologische Behandlung errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011 ..... *35*
Tabelle 12 – Operationen: Personal- und Betriebsaufwand errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011..... *36*
Tabelle 13 – Operationen: Materialaufwand errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011..... *36*
Tabelle 14 – Auflistung Gesamtkosten, DRG-Erläse, Gewinne sowie Verteilung der Gesamtkosten (Mittelwerte und Standardabweichung (SD) in Euro, Gesamtspanne von Minimum bis Maximum) *38*
Tabelle 15 - Gesamtkosten, DRGs und Gewinn in Bezug auf Geschlechterverteilung Mittelwerte, Standardabweichungen, Stichprobengrößen und 95% Konfidenzintervall *52*
Tabelle 16 - Abhängige Variable: „Gesamtkosten“; bezogen auf die Koeffizienten „Alter“, „ASA“, „CCI mit Cut Off 3“, „Komplikation“, „Weber“, „Malleolen“, „Fix.-Ext.“, „ICU“, „Transfusion“, „OP-Dauer“ und „Plattentyp“..... *53*
Tabelle 17 - Abhängige Variable: „Einnahmen“; bezogen auf die Koeffizienten „Alter“, „ASA“, „CCI mit Cut Off 3“, „Komplikation“, „Weber“, „Malleolen“, „Fix.-Ext.“, „ICU“, „Transfusion“, „OP-Dauer“ und „Plattentyp“..... *54*
Tabelle 18- Abhängige Variable: „Gewinn/Verlust“; bezogen auf die Koeffizienten „Alter“, „ASA“, „CCI mit Cut Off 3“, „Komplikation“, „Weber“, „Malleolen“, „Fix.-Ext.“, „ICU“, „Transfusion“, „OP-Dauer“ und „Plattentyp“..... *54*

1 Einleitung

Frakturen des Sprunggelenks sind häufig, in den meisten Fällen treten sie aufgrund von Sportverletzungen bei jüngeren Menschen oder Stürzen bei älteren Menschen auf [136]. Dabei stellt die Sprunggelenksfraktur die dritthäufigste Fraktur der Extremitäten bei älteren Patienten dar [146]. Die genauen angegebenen Inzidenzen bei Erwachsenen variieren in der Literatur, am häufigsten finden sich Zahlen im Bereich von 120-180 Fällen pro 100.000 Menschen [34, 47, 80, 83, 84, 155].

Die chirurgische Intervention mit offener Reposition und osteosynthetischer Stabilisierung stellt die Standardbehandlung von dislozierten Sprunggelenksfrakturen dar und bietet gute funktionelle Ergebnisse [45, 98].

Aufgrund des demografischen Wandels und des zunehmenden Aktivitätsniveaus älterer Menschen hat die Inzidenz geriatrischer Sprunggelenksfrakturen zugenommen und wird voraussichtlich weiter zunehmen in den kommenden Jahren [33, 83, 146, 154].

Die optimalen Behandlungsalgorithmen bei geriatrischen Personen sind weiterhin umstritten, der höhere funktionelle Anspruch führt aber zu einer Tendenz zu mehr chirurgischen Interventionen [15, 42]. Darüber hinaus erweitert die Verfügbarkeit von winkelstabilen Platten die operativen Indikationen bei geriatrischen, osteoporotischen Verhältnissen [4, 6].

Dabei wird die wachsende Anzahl an geriatrischen Patienten die behandelnden Ärzte vor Herausforderungen stellen. Die chirurgische Behandlung von Sprunggelenksfrakturen weist bei älteren Patienten höhere Komplikationsraten auf [144, 169]. Das höhere Alter erhöht die Prävalenz von Komorbiditäten, die einen Risikofaktor für peri- und postoperative Komplikationen bei diesen Patienten darstellen [3].

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die steigende Inzidenz von Sprunggelenksfrakturen in der älteren Bevölkerung in Verbindung mit dem demographischen Wandel bedeutet nicht zuletzt auch eine zunehmende Belastung des Gesundheitssystems. Dadurch werden in diesem Zusammenhang die ökonomischen Aspekte interessant.

In der Literatur finden sich bereits Studien über Kostenfaktoren bei chirurgischen Patienten [10, 14, 156]. Andere Autoren bewerteten die Erlössituationen und die Notwendigkeit einer Reform der Diagnosis related groups [35, 134].

Es wurden bereits zahlreiche Studien publiziert, die Verletzungen des Sprunggelenkes in Verbindung mit der finanziellen Dimension setzen.
Zwei Studien aus den Vereinigten Staaten [148, 160] und eine aus Kanada [115] verglichen die Kosten und möglichen Ersparnisse von ambulanter versus stationärer Versorgung von Sprunggelenksfrakturen.
Hinsichtlich der operativen Versorgung gibt es Arbeiten, welche die Kosten untersuchen in Bezug auf operatives versus konservatives Vorgehen [82] oder auf den Zeitpunkt der operativen Versorgung [78, 120].

Einige Studien haben bereits mögliche Kostenfaktoren analysiert und deren Einfluss auf die Gesamtkosten untersucht. Dabei lag der Schwerpunkt aber entweder auf der Epidemiologie [159] oder die Daten wurden nur auf Bundesstaatsebene und nicht auf Patientenebene erhoben [99]. Ein Problem aller Veröffentlichungen ist, dass für die Kostenerhebung nur die Zahlungen an die Gesundheitsdienstleister herangezogen wurden, damit den Erlösen des Dienstleisters gleichgesetzt wurden und somit auch keine Informationen zu Gewinnen oder Verlusten ermittelt werden können.

Auf europäischer Ebene gibt es eine nordirische Studie, welche allerdings ein sehr junges Patientenklientel untersuchte [107]. Eine Arbeit aus den Niederlanden ermittelte die Kosten der Versorgung auf einer ganzheitlichen Ebene mit Einbeziehung von ambulanten Besuchen, häuslicher Pflege und Physiotherapie [22]. Der stationäre Aufenthalt wird allerdings nicht gesondert betrachtet und nur mit Einheitskosten pro Tag berechnet. Eine ähnliche Vorgehensweise zeigte eine norwegische Studie, welche die Kosten des stationären Aufenthalts sehr detailliert aufgeschlüsselt hat, die Gesamtkosten allerdings für das gesamte erste Jahr nach der Operation berechnete, keine Information über die Erlössituation bietet und keine geriatrische Untersuchungsgruppe vorweist [74].

Keine Studie hat bisher die Kosten des stationären Aufenthalts bei operativ versorgten Sprunggelenksfrakturen detailliert erhoben und dabei die ökonomische Gewinn- und Verlust Situation analysiert.
Eine publizierte Arbeit aus Deutschland hat ein ähnliches Vorgehen in Bezug auf Hüftfrakturen gewählt [5].

Die vorliegende Studie stellt eine sehr detaillierte Kostenanalyse der tatsächlichen Krankenhauskosten von geriatrischen Patienten mit Frakturen des oberen Sprunggelenkes dar. Anschließend wird der Einfluss verschiedener Patientencharakteristika auf die berechneten Krankenhauskosten evaluiert.
Dabei wird untersucht, ob geriatrische Patienten mit OSG Frakturen kostendeckend behandelt werden können. Dafür wurden die Kosten für das Krankenhaus als Gesundheitsdienstleister während der gesamten stationären Versorgung retrospektiv detailliert erfasst und mit den Erlösen verglichen. Eine genauere Betrachtung erfolgte für die Operationskosten (Anästhesie, Operationsdauer, Wahl der Osteosynthese), die Verweildauer auf den Stationen und weiteren medizinischen Leistungen der Radiologie, Physiotherapie oder Labormedizin.
Abschließend sollen Faktoren identifiziert werden, die entscheidenden Einfluss auf Kosten und Erlöse haben und folgende Fragen geklärt werden:

- Was sind im Rahmen des Aufenthalts die entscheidenden Faktoren im Hinblick auf die Gesamtkosten, Erlöse und Gewinne?
- Haben die unabhängigen Voraussetzungen wie Geschlecht, Alter und Morbidität der Patienten signifikanten Einfluss auf die Kosten oder Erlössituation?
- Welche Rolle spielt die Entscheidung für eine Osteosynthese mittels einer klassischen Drittelrohrplatte im Vergleich zur winkelstabilen Platte?
- Inwiefern beeinflussen etwaige auftretende Komplikationen die Gesamtkosten?

2 Hintergrund

2.1 Anatomie des Sprunggelenks

Um Sprunggelenksverletzungen inklusive Pathomechanismus und die operative Versorgung effektiv adressieren zu können, ist ein detailliertes Verständnis der Anatomie des Sprunggelenks und seiner biomechanischen Eigenschaften erforderlich [17, 44, 104]. Weber betonte bereits 1966 die Wichtigkeit der anatomisch exakten Wiederherstellung der ligamentären und knöchernen Strukturen [164]. Diese korrekte Reposition und Stabilisierung ist dabei eine der Hauptvoraussetzungen für ein langfristig gutes funktionelles Ergebnis [17].

2.1.1 Knöcherner Aufbau und Mechanik

An das Sprunggelenk, als Verbindung zwischen Unterschenkel und Fuß, sind besondere Anforderungen gestellt. Einerseits muss es ausreichend Stabilität bieten, um das gesamte Körpergewicht zu tragen. Andererseits muss genügend Beweglichkeit vorhanden sein, um den sicheren menschlichen Gang, insbesondere bei Neigung und Unebenheiten zu ermöglichen [12].

Proximal am Unterschenkel besteht zwischen dem Condylus lateralis tibiae und dem Caput fibulae als Articulatio tibiofibularis eine Amphiarthrose, welche nur minimale Beweglichkeit der Tibia und Fibula gegeneinander zulässt. An den Diaphysen, genauer den Margines interossei sind die Unterschenkelknochen durch die Membrana interossea cruris bindegewebig, straff verbunden. Am distalen Ende fixiert die Syndesmosis tibiofibularis, verstärkt durch die Ligamenti tibiofibularia anterius et posterius, die Malleolengabel [138]. Der mediale und laterale Malleolus, als distale Enden der Tibia und Fibula bilden schließlich zusammen mit der Trochlea tali das obere Sprunggelenk [140].

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen einem oberen Sprunggelenk, dem Articulatio talocruralis und dem unteren Sprunggelenk, den Articulationes subtalaris et talocalcaneonavicularis [140]. Am in beiden Gelenken artikulierenden Talus setzen keine Muskeln an, weshalb beide Gelenke eine funktionelle Einheit bilden [12].

Das untere Sprunggelenk soll an dieser Stelle nur kurz angeschnitten werden, da es nicht zentraler Teil dieser Arbeit ist. Das untere Sprunggelenk besteht aus

zwei vollständig getrennten Teilgelenken mit einer vorderen und einer hinteren Gelenkkammer. Dabei artikuliert der Talus im unteren Sprunggelenk mit Calcaneus, respektive Os naviculare [52, 116, 140]. Es ermöglicht als einachsiges Gelenk eine Inversion von 20° und Eversion von 10° des Calcaneus gegenüber dem Unterschenkel. Damit wird je nach altersentsprechender Beweglichkeit und Beübung eine Pronation bis 30° und eine Supination von 50-60° des gesamten Vorfuß gegen das Sprungbein und Unterschenkel erreicht. [12, 138].

Das obere Sprunggelenk ist die gelenkige Verbindung des Sprungbeins des Fußes mit den, in der Malleolengabel gekoppelten, Unterschenkelknochen. Es funktioniert als Scharniergelenk mit einem Freiheitsgrad und ermöglicht eine Dorsalextension von 20-30° und eine Plantarflexion von 30-50°. [52, 116, 138].

Die distalen Enden der Tibia und Fibula, die Malleoli mediales et laterales artikulieren mit der Facies superior der Gelenkrolle des Talus als distaler Gelenkkörper. Dabei ist die Trochlea tali ventral 4-5 mm breiter als dorsal, weshalb das Gelenk bei maximaler Dorsalextension durch das Hineinpressen des Talus in die Malleolengabel, besonders fest verschlossen ist [12, 138].

Es folgt eine Übersicht der beteiligten Muskeln an den Funktionen des oberen und unteren Sprunggelenks.

Bewegung	Muskel
oberes Sprunggelenk	
Plantarflexion	M. gastrocnemius M. soleus M. flexor hallucis longus M. tibialis posterior M. flexor digitorum longus M. fibularis longus M. fibularis brevis
Dorsalextension	M. tibialis anterior M. extensor digitorum longus M. extensor hallucis longus M. fibularis tertius
unteres Sprunggelenk	
Supination	M. gastrocnemius M. soleus M. tibialis posterior M. tibialis anterior M. flexor digitorum longus M. flexor hallucis longus
Pronation	M. fibularis longus M. fibularis brevis M. extensor digitorum longus M. fibularis tertius M. tibialis anterior* M. extensor hallucis longus
* M. tibialis anterior kann in Abhängigkeit von der Stellung supinieren und pronieren; in Normalstellung überwiegt seine Supinationswirkung	

Abbildung 1 – Muskeln der Sprunggelenke [138]

2.1.2 Ligamentäre Strukturen

An den Sprunggelenken wirken zahlreiche Bänder, welche die Gelenkkapsel verstärken. Die Kapsel ist an der Knochen-Knorpel-Grenze fest verwachsen. Am ventralen Bereich ist diese nicht sehr stark ausgeprägt, weshalb bei Verletzungen

die Ergüsse neben den Muskelsehnen der Extensoren hervorquellen können. An dieser Stelle verwächst die Kapsel mit den Sehnenscheiden der Extensoren [12]. Als distale Bandverbindung der Malleolen und Fortsetzung der Membrana interossea cruris gilt die Syndesmosis tibiofibularis beziehungsweise die Articulatio tibiofibularis superior. Dazu zählen die Ligamenti tibiofibulare anterius und posterius, sowie das Ligamentum transversum inferius. Die befestigen das Rollendach der Tibia lateral mit der Vorder- und Hinterkante des Malleolus lateralis der Fibula. [17, 140]

Weiterhin bestehen sowohl medial als auch laterale kräftige Kollateralbänder. Das größte ist hierbei das Ligamentum collaterale mediale bzw. Ligamentum deltoideum. Dieses besteht als bindegewebige Platte aus vier Anteilen. Die Pars tibionavicularis zieht von der Tibia zum Os naviculare und bedeckt die Pars tibiotalaris anterior, die zum Collum tali gelangt. Die Pars tibiocalcanea verbindet die Tibia und das Sustentaculum tali. Der letzte Anteil, die Pars tibiotalaris posterior läuft nach dorsal zur Innenseite und zum Tuberkel des Talus. Auf der lateralen Seite des Sprunggelenks strahlen drei Bänder vom Außenknöchel aus. Das Ligamentum calcaneofibulare verbindet den Apex des lateralen Malleolus mit der Lateralseite des Calcaneus. Die Ligamenti talofibulare anterius et posterius ziehen zum Collum tali beziehungsweise zum Processus posterior tali [121].

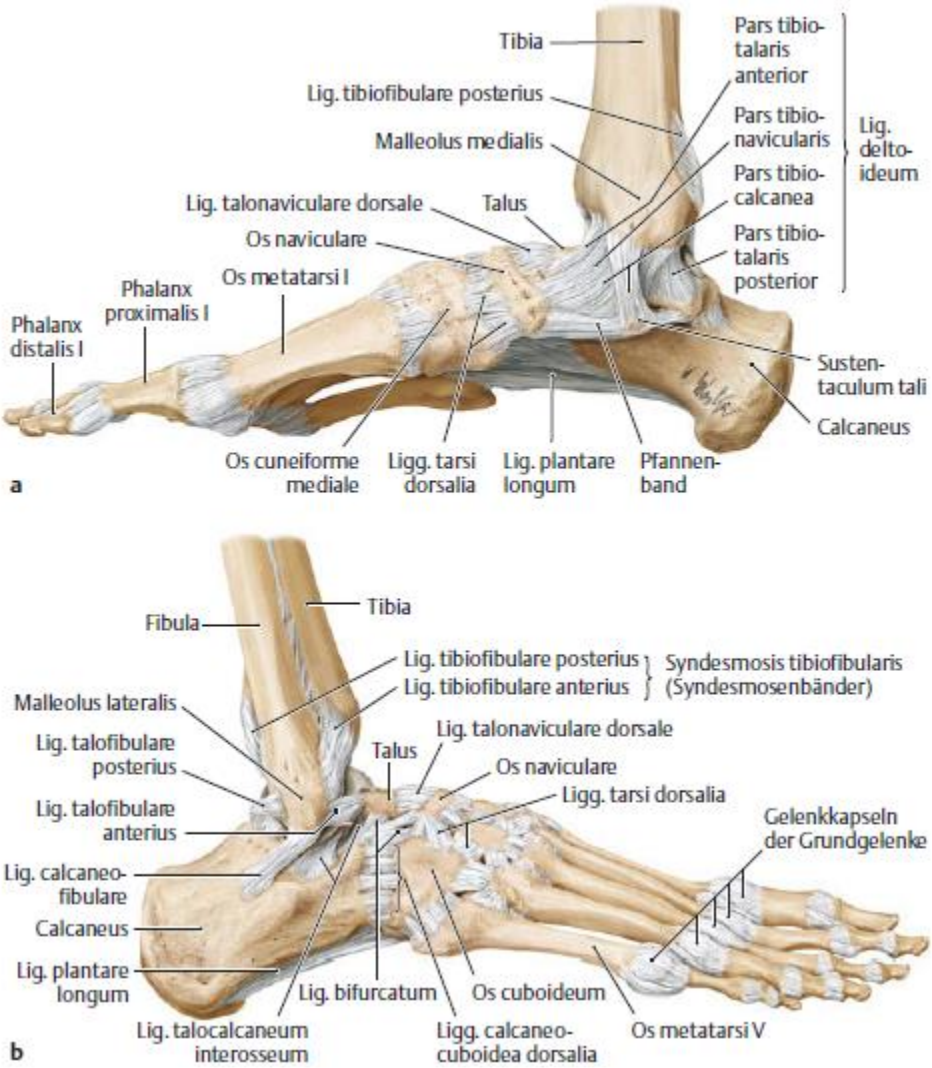

Abbildung 2 – Rechter Fuß in der Ansicht von medial (a) und lateral (b) [12]

2.2 Die Sprunggelenksfraktur

2.2.1 Ätiopathogenese

Eine Verletzung beziehungsweise Fraktur des oberen Sprunggelenks entsteht typischerweise durch ein indirektes Trauma im Rahmen einer Verdreh-Verletzung, in über 80% durch Ausrutschen oder Stürzen. Hochrasanztraumata als Ursache werden in etwa 10% der Fälle beschrieben und direkte Anprallverletzungen sind sehr selten und zu vernachlässigen [54, 126, 130].

Der Unfallmechanismus findet insbesondere in der Klassifikation von Sprunggelenksfrakturen von Lauge-Hansen Berücksichtigung und wird deshalb im folgenden Kapitel erläutert und vertieft.

2.2.2 Klassifikation

Eine erste genaue Beschreibung von Sprunggelenksfrakturen erfolgte 1758 durch Sir Percival Pott. Er unterschied drei Arten von Frakturen des Sprunggelenks, uni-, bi- und trimalleolär, schenkte der Stabilität der Verletzung aber keine Beachtung und bot nur grundlegende anatomische Beschreibungen, weshalb sich diese Klassifikation nicht etablieren konnte [46, 122, 142, 151]. Allerdings gibt es Autoren, welche diskutieren, ob dieser damals nicht eher Frakturen des tibialen Schaftes untersuchte [46].

Klassifikation nach Lauge-Hansen

Dies war der Anstoß für die Arbeit von Niels Lauge-Hansen, welcher in den 1940er ein Klassifizierungssystem auf Grundlage der Rotationsmechanismen der Verletzung schuf [151]. Dabei basiert die Klassifikation auf der Fußposition zum Zeitpunkt des Traumas (Supination oder Pronation) und der Richtung der deformierenden Kräfte (Abduktion, Adduktion oder Außenrotation) [92].

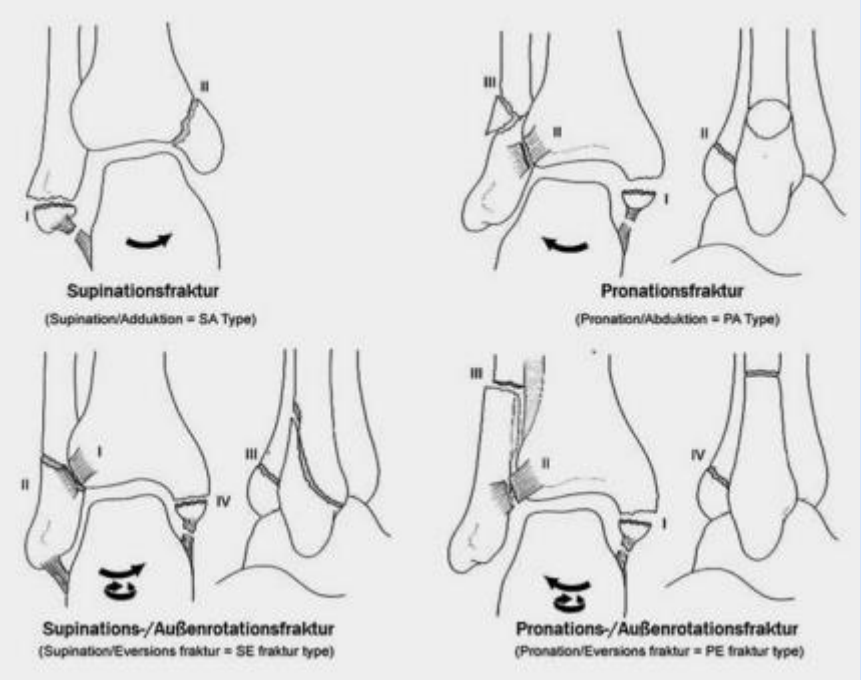

Abbildung 3 – Schematische Darstellung der 4 Frakturtypen der Lauge-Hansen-Klassifikation [166]

Diese Klassifizierung ermöglicht ein Verständnis für das biomechanische Verletzungsmuster und die Schwere des osteoligamentären Traumas. Dadurch hilft sie bei der Wahl der richtigen Operationsstrategie und ist wichtig für die korrekte (geschlossene) Reposition [166]. Die Lauge-Hansen Klassifizierung bleibt deshalb eine der am häufigsten verwendeten und gelehrten Klassifikationen von Sprunggelenksfrakturen. Sie versucht den Pathomechanismus dieser Verletzung zu definieren und wird somit ihre Wichtigkeit behalten [142].

Klassifikation nach Danis-Weber

Danis hat 1948 eine streng pathologisch-anatomische Klassifikation hervorgebracht. Er orientierte sich an der Höhe der Fraktur der Fibula in Bezug zur Syndesmose [36].

Den selben Bezug stellt Weber in seiner Klassifikation 1966 her und unterteilt die Sprunggelenksfraktur darauf basierend in etwas anderer Darstellung und modifizierter Form [164]. Anhand des Röntgenbilds wird dabei, fokussiert auf die Fibula und Syndemose, eine anatomisch-pathologische Einteilung vorgenommen. Weber betrachtet die Fraktur des fibularen Malleolus und schließt ausgehend davon auf die Stabilität der Syndesmose. Weber-A-Frakturen sind distal der Syndesmose oder infrasyndesmal und gehen nie mit einer Läsion der Syndesmose einher. B-Frakturen sind auf Höhe der Syndesmose oder transsyndesmal. Hierbei ist die Syndesmose vielleicht lädiert. Bei Weber C liegt die Fraktur proximal der Syndesmose oder suprasyndesmal und die Syndesmose ist immer geschädigt [164, 166].

AO-Klassifikation

Im klinischen Alltag hat sich heute zusätzlich die AO Klassifikation etabliert [128]. Diese basiert weitgehend auf der Einteilung nach Weber, es wurden jedoch in Abhängigkeit von Begleitverletzungen und Schweregrade verschiedene Untergruppen entwickelt [150].

Das AO System verwendet einen systematischen Ansatz mit alphanumerischen Kodierung und klassifiziert alle Röhrenknochenfrakturen nach Lokalisation, Frakturmuster, Zertrümmerung Bruchfragmente, Bruchausdehnung und

Topographie. Nach AO werden Sprunggelenksfrakturen in drei Gruppen eingeteilt: Infra-syndesmotisch (entspricht Danis-Weber-Typ-A-Verletzungen), trans-syndesmotisch (korreliert mit Danis-Weber-Typ-B-Verletzungen) oder supra-syndesmotisch (korreliert mit Danis-Weber-Typ-C-Verletzungen), mit weiterer Untergruppierung des Frakturmusters basierend auf Vorhandensein oder Fehlen von Verletzungen des medialen Knöchels oder der distalen Tibia. Bei Beteiligung des medialen Malleolus spricht man von einer bimalleolären Fraktur, bei zusätzlicher Fraktur der dorsalen Tibia von trimalleolär [106]. Das dorsale Tibiakantenfragment wird als sogenanntes Volkmann-Dreieck oder auch posteriorer Malleolus bezeichnet [70]. Durch Zug der Syndemose kann ebenfalls ein anteriores Fragment entstehen, welches Tubercule de Chaput genannt wird. Vollständigkeitshalber, aber nicht als Teil dieser Arbeit sind noch zwei Sonderformen der Sprunggelenksfraktur zu nennen. Zum einen die Maisoneuve-Fraktur, welche eine hohe Weber-C Fraktur an der proximalen Fibula darstellt. Zum anderen die Pilon-tibiale-Fraktur, welche eine komplexe Stauchungsfraktur der distalen Gelenkfläche der Tibia beschreibt. [110]. Die folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Arten der oberen Sprunggelenksfraktur. Die Pfeile stellen die Krafteinwirkung dar, A-C repräsentieren Weber A-C, D zeigt eine Pilon-tibiale-Fraktur und E eine Maisoneuve-Fraktur (siehe Abb. 4).

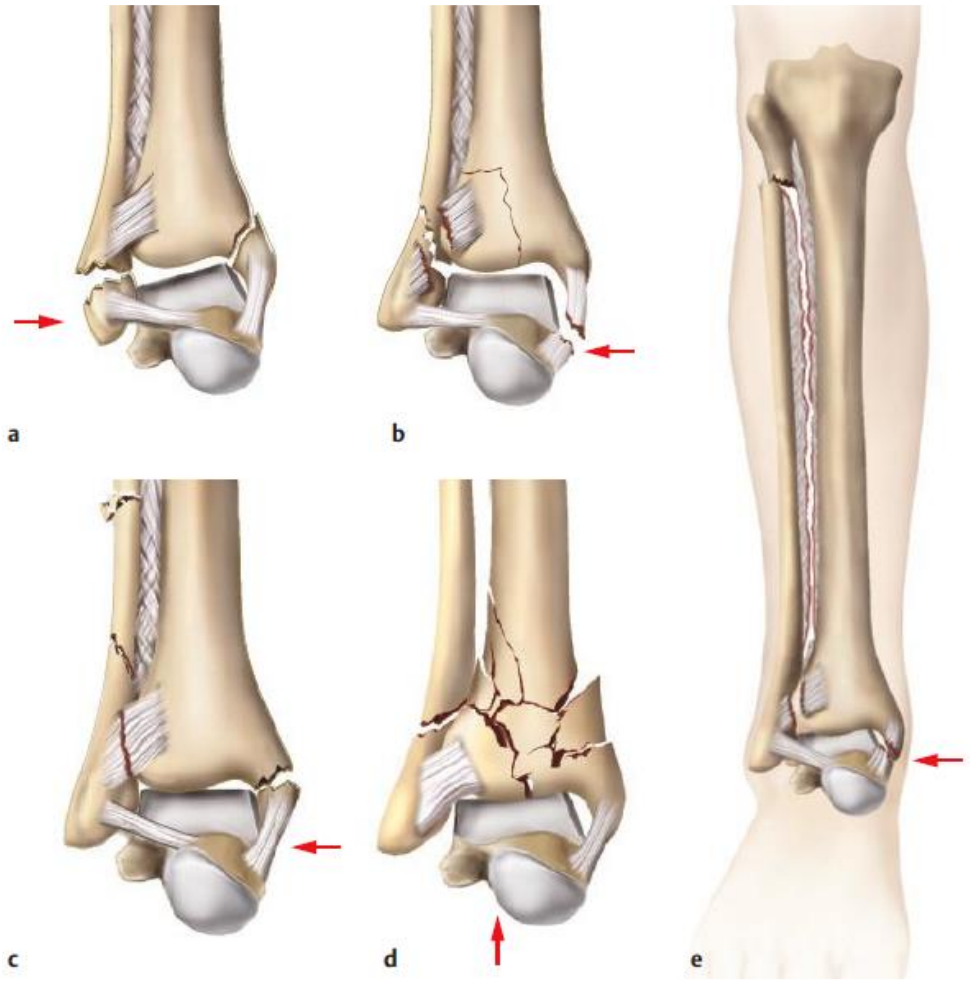

Abbildung 4 – Einteilung der Frakturen des oberen Sprunggelenks [110]

2.2.3 Diagnostik

2.2.3.1 Anamnese und körperliche Untersuchung

In den vorherigen Kapiteln wurde bereits ausgeführt, wie bedeutsam das Nachvollziehen und Verständnis des Unfallmechanismus ist. Aufgrund dessen ist die ausführliche Anamneseerhebung mit Fokus auf den Ablauf des Traumas besonders wichtig [130].

Bei der sich anschließenden körperlichen Untersuchung präsentiert sich zumeist eine lokale Schwellung mit Druckschmerzhaftigkeit über dem Innen- bzw. Außenknöchel. Dabei kann die Beweglichkeit schmerzhaft eingeschränkt sein und ein Belastungsdefizit bestehen [62, 162]. Bei begleitender Luxation kann eine Achsfehlstellung erkennbar sein, welche nach Diagnosestellung umgehend reponiert werden sollte um ausgedehntere Weichteilschäden zu vermeiden. Temporär ist dies beispielsweise in einer Vakuumschiene möglich [54].

Die klinische Untersuchung mit Inspektion und Palpation kann durch verschiedene Funktionstest komplettiert werden.
Beim Squeeze-Test wird distal am Unterschenkel die Fibula gegen die Tibia gedrückt. Wird dabei ein Schmerz über der Syndesmose bzw. interossären Membran provoziert, ist dieser positiv und eine Verletzung der Syndemose erscheint wahrscheinlich [76, 152]. Der Frick- oder Außenrotationstest bezeichnet eine passive Außenrotation im Sprunggelenk bei leichter Dorsalextension. Auch hier ist der Befund positiv, sollten Schmerzen über der Syndemose bzw. interossären Membran provoziert werden [56].
Beim Fibulatranslationstest wird bei fixierter Tibia eine Translation der Fibula nach anterior und posterior durchgeführt. Bei schmerzhafter Translation oder vermehrter Beweglichkeit im Vergleich zur gesunden Seite ist der Test positiv für eine Syndesmosenverletzung [163]. Zuletzt bezeichnet der Cotton-Test die vermehrte laterale Verschieblichkeit der Fibula gegenüber der fixierten Tibia als Zeichen einer Instabilität der Malleolengabel [32].

2.2.3.2 Röntgenologische Untersuchung

Der weitere diagnostische Weg erfordert in der Regel einen Frakturausschluss mittels Röntgendiagnostik. Aufgrund der Tatsache, dass nur etwa 15% aller Röntgenaufnahmen des Sprunggelenks knöcherne Verletzungen zeigen, wurden die Ottawa Ankle Rules entwickelt [147]. Mit Hilfe dieses Instruments kann unter Berücksichtigung der Befunde Druckschmerz mit Lokalisation und Fähigkeit Aufzutreten, die Wahrscheinlichkeit einer Fraktur und damit die Indikation für eine Röntgenaufnahme gestellt werden [54]. Bachmann et al. zeigten in einer Auswertung von mehr als 15.000 Patienten, dass die Ottawa Ankle Rules für den Frakturausschluss des Knöchels und Mittelfußes eine Sensitivität von annähernd 100% haben und die Verwendung die Anzahl unnötiger Röntgenaufnahmen um 30-40% reduzieren [13].

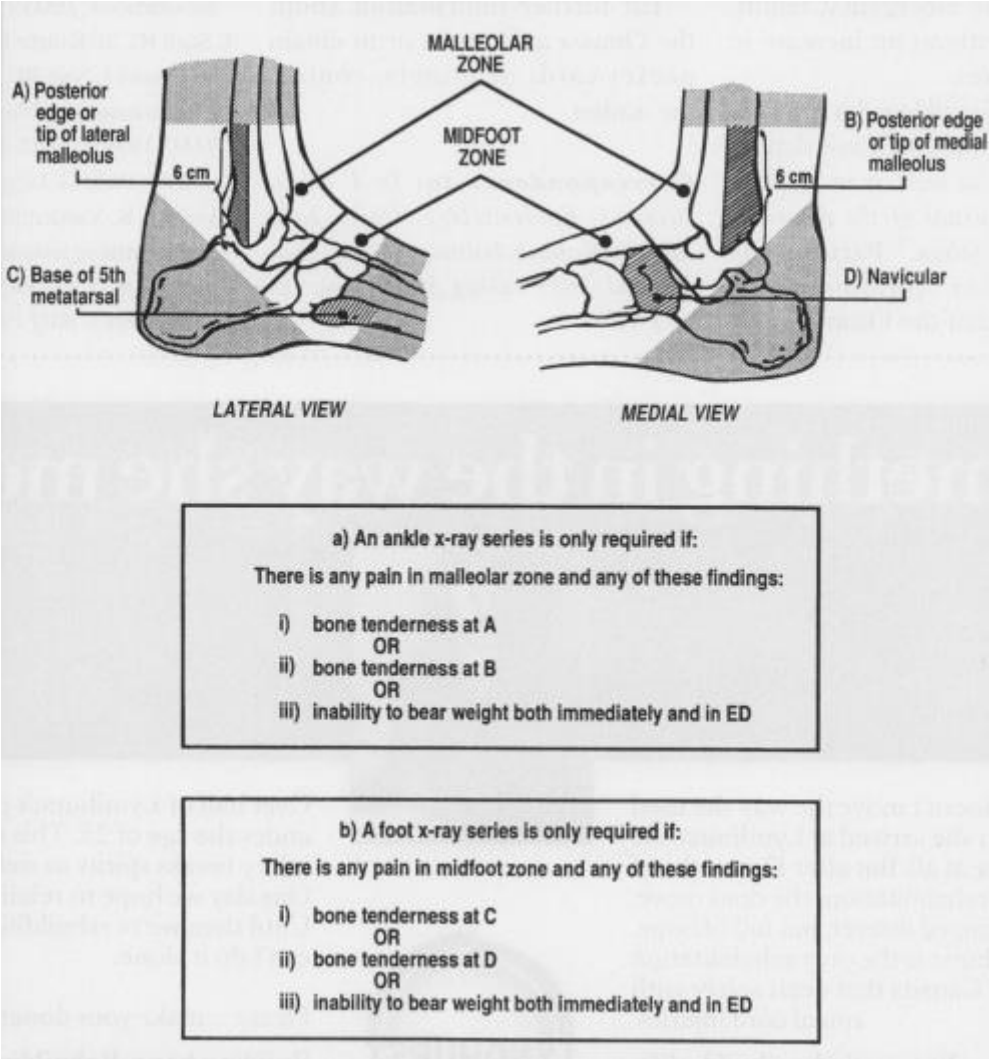

Abbildung 5 – Ottawa Ankle Rules [147]

Wird sich für eine röntgenologische Untersuchung entschieden, setzt sich diese aus einer streng seitlichen Aufnahme, sowie einer sogenannten Gabelaufnahme, auch mortise view genannt, zusammen. Diese beschreibt eine Aufnahme mit anterior-posterioren Strahlengang bei Innenrotation des Unterschenkels um 15-20 Grad. Dadurch gelingt eine freie Projektion des Gelenkspalts zu Außen- und Innenknöchel [54, 162]. Zur Darstellung von Begleitverletzungen sollten Aufnahmen des gesamten Unterschenkels unterlassen werden. Bei Verdacht auf eine proximale Fraktur der Tibia sollte ein gesondertes Röntgenbild angefertigt werden [96]

Abgesehen von den knöchernen Strukturen dienen die Röntgenaufnahmen dazu nach Pathologien der Syndesmose und des ligamentären Apparats zu suchen. In der nachfolgenden Abbildung sind die spezifischen Landmarken zur

Beurteilung eines Röntgenbilds hinsichtlich einer Sprunggelenksfraktur aufgezeigt.

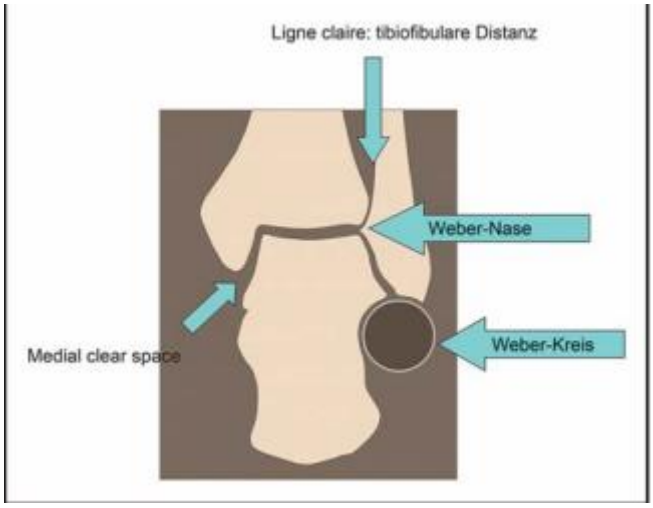

Abbildung 6 – Landmarken zur Beurteilung eines Röntgenbilds des OSG [166]

Die Ligne claire bezeichnet den tibiofibularen Abstand 1cm über dem Tibiaplafond. Dabei wird die Distanz zwischen dem Tuberculum tibialis posterior und dem medialen Rand der distalen Fibula gemessen. Werte größer als 5-6 mm gelten als pathologisch und geben Hinweis auf eine Instabilität der Syndesmose [54, 66]. Der medial clear space als Abstand zwischen Malleolus medialis und Talus gilt bei Werten ab 4-5 mm nach externer Rotationsbelastung als Zeichen für Instabilität [60]. Die sogenannte Weber-Nase ist die Projektion der Gelenkfläche der Fibula auf das Tibiaplafond. Sie dient, genauso wie der Weber-Kreis als Fortsetzung der Fibulaspitze auf den Processus lateralis des Talus, als radiologische Kenngröße für eine korrekte Fibulalänge und damit intakte Stellung des Sprunggelenks [96, 125].

2.2.3.3 Computertomographische Untersuchung

Eine computertomographische Untersuchung ist kein Standard bei Sprunggelenksfrakturen, kann aber in bestimmten Fällen notwendig sein. Für die präoperative Planung komplexer Frakturen bietet sie sich an, da die Gelenkverhältnisse und Begleitverletzungen genauer betrachtet werden können [162]. Insbesondere bei Talusfrakturen, freien Gelenkkörpern oder Volkmann-Fragmenten empfiehlt sich die CT-Diagnostik [65, 96]. Bereits 1998 konnten

Ebraheim et al. in einer Kadaverstudie zeigen, dass CT-Scans bei zweifelhaften Zustand der Syndemose deutlich sensitiver für die Beurteilung der Integrität der distalen tibiofibularen Syndemose auch bei geringfügigen Verletzungen sind [43].

2.2.4 Therapie

Die Notfallbehandlung beginnt mit einer sofortigen klinischen Untersuchung der gesamten, unbekleideten unteren Extremität, die eine Beurteilung des Zustands der Weichteile, des Durchblutungsstatus und möglicher Nervenverletzungen ermöglicht. Bei offensichtlicher Fehlhaltung ist eine sofortige Reposition angezeigt. Diese muss durch Zug entlang der Längsachse unter angemessener Analgesie erfolgen, um Schmerzen zu minimieren. Darüber hinaus muss das Bein hinsichtlich des Weichteildrucks, der peripheren Durchblutung sowie der motorischen und sensorischen Funktion beurteilt werden, um ein mögliches Kompartmentsyndrom auszuschließen. Bei Verdacht auf eine Fraktur, z. B. wenn das Gelenk schmerzt und in seiner Beweglichkeit eingeschränkt ist, ist eine Stabilisierung des Gelenks mit einer Schiene obligatorisch, bis eine Fraktur ausgeschlossen ist [61].
Ist eine Fraktur nicht retinierbar oder liegt ein höhergradiger Weichteilschaden vor, kann eine temporäre Stabilisierung mittels eines Fixateur externe oder perkutanen Spickdrähten erfolgen, bis die lokalen Gegebenheiten eine definitive Versorgung zulassen [150, 166].

2.2.4.1 Konservative Therapie

Isolierte, nicht-dislozierte Weber A Frakturen sowie stabile, nicht-dislozierte Weber B Frakturen mit intakter Syndesmose erlauben eine konservative Therapie [54]. Die Literatur zeigt, dass bei diesen Formen der Verletzung ein konservatives Vorgehen funktionell gute Ergebnisse liefern kann [18, 38, 114].
Dabei ist der Ausschluss einer Instabilität der Syndemose und ein intakter medialer Malleolus sowie Deltaband zentral für die Indikationsstellung. Stress- oder Belastungsaufnahmen können bei der Differenzierung helfen. [54, 130, 166].

Die Fraktur wird in einer Orthese supinationsgehemmt ruhiggestellt und schmerzadaptiert funktionell belastet. Obligatorisch ist eine regelmäßige röntgenologische Verlaufskontrolle, um eine etwaige sekundäre Dislokation zu detektieren. Weiterhin sollte eine adäquate Analgesie erfolgen sowie eine Thromboseprophylaxe bis zur Vollmobilisation [150].

2.2.4.2 Operative Therapie

Operationszeitpunkt

Bereits 1966 forderte Weber, dass eine Fraktur des Sprunggelenks so zeitnah wie möglich nach dem Unfall versorgt werden sollte, weil das Knochen- und Weichteilgewebe noch weitestgehend unverändert ist und um das Risiko einer Kontamination mit Keimen zu reduzieren [164]. Neuere Literatur bestätigt seine Annahme, auch mit dem Hinweis auf erhöhte Kosten durch verspätete Operationen und konsekutiv längeren Krankenhausaufenthalten [96, 150, 162, 166]. Beispielsweise kann das Risiko einer Wundinfektion steigen, je später die operative Versorgung erfolgt [75, 137]. Allerdings scheint eine verzögerte Therapie um bis zu 6 Tage nach dem Trauma den Behandlungserfolg nicht zu verschlechtern. Insbesondere hinsichtlich postoperativer Funktionalität und Komplikationsrate gibt es nach Naumann et al. keine signifikanten Unterschiede, weshalb beispielsweise bei starker Weichteilschwellung ein Abwarten des Abschwellens sinnvoll erscheint [108].

Lagerung

Die Operation einer Sprunggelenksfraktur findet routinemäßig in Rückenlage statt. Je nach Verletzung und Innenknöchel- oder Volkmannbeteiligung ist auch eine Seiten- oder Bauchlagerung angezeigt [127]. Um den Außenknöchel durch Innenrotation besser zu präsentieren, kann ein Kissen unter das ipsilaterale Gesäß platziert werden. Die Höhe der sterilen Abdeckung wird durch die Höhe der fibularen Verletzung bestimmt, immer weiter proximal der Unterschenkelmitte und in der Regel oberhalb des Kniegelenks. Falls erforderlich, kann eine Blutsperre am Oberschenkel angebracht werden [96, 150, 162].

Zugangswege

Die Fibula wird über einen geraden Längsschnitt über den lateralen Malleolus bis zur Spitze dargestellt. Dabei hängen Länge und Lokalisation von der Lokalisation und Schwere der Fibulafraktur ab. Am kranial-ventralen Bereich des Hautschnitts muss auf den subkutan verlaufenden Nervus fibularis superficialis geachtet werden. Bei Frakturierung der Tibia erfolgt der Zugang anteromedial des medialen Malleolus mittels eines bogenförmigen Schnitts nach vorne. Dabei muss die Vena saphena magna bzw. der Nervus saphenus geschont werden [48].

Liegt eine Beteiligung des Volkmann-Dreiecks vor, wird dieses entweder über den lateralen oder einen separaten Zugang an der medialen Tibiahinterkante von anterior verschraubt. Ein postero-lateraler Zugangsweg zwischen Achillessehne und Fibula mit dorsaler Verschraubung ist ebenfalls möglich und bietet den Vorteil einer guten Weichteildeckung der Platte [21, 96].

Osteosynthese

Die Versorgung der knöchernen Strukturen beginnt zumeist an der Fibula, es folgt die Versorgung des Innenknöchels und eines etwaigen Volkmann-Dreiecks. Abschließend erfolgt die Versorgung einer eventuellen, intraoperativ zu testenden Syndesmoseinstabilität [150].

Bei Frakturen der Fibula wird nach offener Reposition eine interfragmentäre Zugschraube senkrecht zur Frakturlinie eingebracht, um Kompression auf die Fragmente zu bringen. In der Regel wird dann die Fraktur mit einer dorsolateralen Plattenosteosynthese und meist je 3 distalen und proximalen Kortikalisschrauben stabilisiert [48, 62, 166]. Bei komplexeren Frakturen können 2 oder mehr Zugschrauben notwendig sein und insbesondere bei mehrfragmentären oder osteoporotischen Frakturen sind überbrückende ggf. winkelstabile Rekonstruktionsplatten sinnvoll [96, 166].

Der mediale Malleolus wird nach Reposition in Abhängigkeit von Knochenqualität und Fragmentierung standardmäßig mittels Zuggurtungsosteosynthese oder Schraubenosteosynthese versorgt [150, 162]. Insbesondere bei Situationen mit senkrechten Frakturverlauf eignen sich besonders von medial eingebrachte, horizontale Kleinfragmentschrauben [96].

Das Volkmann-Dreieck, als meist knöcherner Ausriss des Ligamentum tibiofibulare posterius, sollte ab einer Größe von mehr als ¼ der Gelenkfläche in

der seitlichen Aufnahme operativ versorgt werden [166]. In vielen Fällen geht es mit einer Syndesmoseninstabilität einher und die Versorgung dieses kann damit zur tibiofibularen Stabilität beitragen [71]. Selten ist ein direkter dorsaler Zugang notwendig [150].

Nach osteosynthetischer Versorgung der Fibula und Tibia muss die intraoperative Beurteilung der Stabilität der Syndesmose erfolgen [150]. Hierzu wird unter Röntgenkontrolle durch Hakenzug nach lateral und dorsal die Beweglichkeit der Fibula untersucht. Sollte sich eine Verbreiterung der ligne claire über 2 mm oder eine dorsale Translation von mehr als 5 mm zeigen, besteht die Indikation zur Stabilisierung [54].

Eine Stabilisierung der Syndesmose mittels Stellschraube stellt hierbei den Goldstandard dar [25, 88, 101, 118]. Eine Alternative zur Stellschraube bietet die operative Versorgung über Fadenzugsysteme [63]. Im geriatrischen Patientenkollektiv können bei osteoporotischen Knochenverhältnissen auch mehrere quere „Tibia-pro-Fibula“-Schrauben eingebracht werden [172].

Nachbehandlung

Nach adäquater postoperativer Schmerztherapie, radiologischer Kontrolle und physiotherapeutischer Anleitung erfolgt die Entlassung. Bei stabiler Syndesmose kann der Patient in der Regel schmerzorientiert vollbelasten, alternativ ist beginnend eine Teilbelastung angezeigt [11]. Sollte die Implantation einer Stellschraube notwendig gewesen sein, erfolgt erst nach Entfernung dieser nach 6 Wochen eine schrittweise Aufbelastung, um einen Materialbruch zu verhindern [96]. Eine Thromboseprophylaxe im ambulanten Rahmen ist individuell zu entscheiden

2.3 Grundlagen der DRGs

Diagnosis related groups sind ein System um stationäre Aufenthalte nach verschiedenen Kriterien zu Fällen zuzuordnen, welche dann pauschal unabhängig ihrer Verweildauer abgerechnet werden können. Zentrales Ziel ist dabei eine gerechte Allokation der Vergütung auf möglichst kostenhomogene Patientenfälle [93].

Jeder Fall bekommt eine eigene DRG. Dazu wird der Patient zuerst einer Hauptkategorie zugeordnet. Diese bezieht sich weitestgehend auf Organe bzw. Organsysteme oder Krankheitsursachen wie Krebsleiden oder Infektionen. Diese Hauptdiagnose wird von der ICD-Codierung abgeleitet. Ferner werden weitere Variablen wie Alter, Intensivaufenthalte, Beatmung oder Entlassungsart einbezogen [132, 165, 167].

Zur Kalkulation des Erlöses werden die Fallgruppen dann, abhängig von der im Durchschnitt bestehenden ökonomischen Schwere mit relativen Cost-Weights beziffert [165]. Dieser Wert wird nun mit dem Landesbasisfallwert multipliziert, um den tatsächlichen Erlös zu ermitteln. Diese werden von den Verbänden der Krankenkassen und den Krankenhausgesellschaften auf Grundlage der Ausgaben und Leistungen jedes Jahr vereinbart [90].

3 Studiendesign und Methoden

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine detaillierte ökonomische Analyse der akut stationären Behandlungskosten von geriatrischen Sprunggelenksfrakturen zu erstellen.

Es besteht die Fragestellung, welche Kosten ein stationärer Aufenthalt für das Krankenhaus erzeugt. Dabei soll untersucht werden wo die Kostenschwerpunkte innerhalb der Behandlung liegen und welche Risikofaktoren für erhöhte Kosten bestehen. Den Kosten der einzelnen Aufenthalte wird dann die Erstattung über die DRG-Fallpauschale gegenübergestellt.

3.1 Patientenkollektiv/-charakteristiken

In die vorliegende Arbeit wurden 345 Patienten eingeschlossen, die im Zeitraum zwischen dem August 2004 und Dezember 2018 im Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Marburg im Rahmen einer Fraktur des oberen Sprunggelenks behandelt und operiert wurden. Die ursprünglich betrachtete Gruppe an Patienten mit Sprunggelenksfrakturen war 34 Patienten größer. Diese Patienten erfüllten nicht die benötigten Kriterien und wurden deshalb aus der Studie ausgeschlossen. Kriterien für die nicht erfolgte Berücksichtigung waren in erster Linie, dass die Patienten keine isolierte Sprunggelenksfraktur vorwiesen, sondern polytraumatisiert waren mit multiplen Verletzungen und Frakturen. Weiterhin gab es einige wenige Patienten, die primär wegen einer internistischen Pathologie im Krankenhaus waren und die vorliegende Fraktur nur konsiliarisch behandelt wurde. Die dazugehörige DRG und anfallenden Kosten für die Therapie können in diesen Fällen nicht isoliert auf die Sprunggelenksfraktur zurückgeführt werden und lassen deshalb keinen sinnvollen Vergleich mit dem Rest des Patientenkollektivs zu.

Einschlusskriterien:	**Ausschlusskriterien:**
Fraktur des oberen Sprunggelenkes	Versorgung einer anderen Verletzung im selben stationären Aufenthalt
Alter > 65 Jahre	Stationärer Aufenthalt aufgrund anderer Grunderkrankung
Operative Versorgung im UKGM Marburg	Isolierte Pilon-tibiale-Fraktur

Dabei wurden die Daten retrospektiv auf Grundlage der elektronischen Patientenakten des Krankenhausinformationssystems erfasst.

3.2. Parameter des stationären Aufenthalts

Es wurden insgesamt 111 Parameter erhoben, davon sind 100 quantitativ kostenverursachend. 11 Parameter sind Daten wie Patientenidentifikationsnummer, Geburtsdatum oder OP-Termin.

Zunächst wurden demographische Daten erfasst und Parameter, welche die Frakturart, die operative Versorgung und den stationären Aufenthalt wiedergeben und möglicherweise auf den Therapieverlauf und das Ergebnis Einfluss nehmen können. Dazu zählen das Alter, das Geschlecht, Komorbiditäten, Frakturtyp, Komplikationen und Art der Versorgung.

Dabei wurden Geschlecht und Alter, der Frakturtyp und die individuellen Komorbiditäten im Vorfeld dokumentiert. Der Frakturtyp wurde nach Weber klassifiziert [124]. Die Komorbiditäten wurden anhand des Charlson Komorbiditäts-Index (CCI) und des ASA-Scores der American Society of Anaesthesiologists [8, 27].

Aufgetretene Komplikationen im Rahmen der Versorgung und des Aufenthalts wurden dokumentiert und anhand Clavien-Dindo-Klassifikation eingeteilt [73].

Hinsichtlich der Art der Versorgung wurden zwei verschiedene Plattensysteme für die distale Fibula angewendet. Die Osteosynthese mittels Drittelrohrplatte

oder mittels winkelstabiler Platte (Variax, Fa. Stryker) mit jeweils dazugehörigen Schrauben.

Anschließend wurde ermittelt, welchen direkt kostenverursachenden Parametern, im Controlling ein monetärer Aufwand hinterlegt ist. Dies betrifft das prä-, peri- und postoperative Management des Krankenhausaufenthalts. Dies sind die Liegedauern auf Normal- und Intensivstation, die Kosten für Medikamente, Konsile und Therapien, OP-Kosten für Fixateur externe und definitive Versorgung, sowie Kosten für Labor, Mikrobiologie, Virologie, Blutbank, Radiologie, Physiotherapie und Sonstiges.

3.3. Kostenanalyse

Um den finanziellen Aufwand jedes einzelnen Patienten zu berechnen, wurden mit Unterstützung des hausinternen Controllings alle Kostenfaktoren retrospektiv individuell kalkuliert und ausgewertet.

Ziel war eine detaillierte Erfassung möglichst aller Kosten verursachenden Faktoren von der Aufnahme bis zur Entlassung und damit eine möglichst genaue Annäherung an die tatsächlichen entstandenen Kosten auf der Ebene jedes individuellen Patienten.

Die Kosten bilden sich dabei aus der stationären Aufnahme über die zentrale Notaufnahme, dem Aufenthalt auf der Normal- bzw. Intensivstation, dem Verbrauch an Medikamenten, der eventuellen Fixateur-externe-Anlage, der definitiven operativen Versorgung, angiologischen Konsilen mit eventueller Intervention, laborchemische-, mikrobiologische- oder virologische Untersuchungen, radiologische Aufnahmen, physiotherapeutische Behandlungen und sonstigen erbrachten Leistungen.

Dabei wurden für jeden Patienten die exakten Faktoren einzeln erhoben, beispielsweise jedes Röntgenbild oder jede im OP verbrachte Minute. Gegenübergestellt wurden den Kosten des Patienten im Anschluss die Erlöse, die sich aus der jeweiligen Fallpauschale und etwaigen Zusatzentgelten errechnen.

Die genaue Zusammenstellung der Kostenfaktoren mit jeweiligen Komponenten zeigt sich wie folgt.

Hauptkomponente	Untergruppe
Aufnahme in die ZNA	-
Aufenthalt auf Station	Verweildauer auf Normalstation bzw. Intensivstation
Medikamente	-
Laborwerte	Genaue Auflistung ist Tabelle 4 zu entnehmen
Mikrobiologie	- Bakterienkultur - Identifizierende Untersuchung - Urinsediment
Virologie	- Hepatitis A- Diagnostik - Hepatitis B- Diagnostik - Hepatitis C- Diagnostik
Physiotherapie	- Mobilisation - Gangschule - Krankengymnastik - ADL-Training - Manuelle Lymphdrainage - Atemtherapie - Vorbereitung von Hilfsmitteln - Dokumentation, Visite, Patientengespräch - Ausgefallene Behandlungen, Behandlungsversuche
Radiologie	- Röntgen-Untersuchungen - CT- Untersuchungen - MRT- Untersuchungen
Angiologische Untersuchungen	- Konsil - CT Angio - Digitale Subtraktionsangiographie - Intervention

Blutbank	- Antikörper-Suchtest - ABO-Merkmale - Serologische Verträglichkeitsprobe - Erythrozytenkonzentrat - Fresh frozen plasma
Sonstiges	- Archivierung von Fremdaufnahmen - Sozialdienst - Beratung - EKG - HSA-Pauschale - Anfertigung von Röntgenbildkopien - Sonographie - Konsile
Operation (Fixateur und definitive Versorgung	- Anästhesiegesamtpräsenz - Operationsdauer - Lagerung - OP-Pflege - Sieb-Anzahl - Implantatkosten (Platte und Schrauben) - OP-Saal- Vorhaltungsdauer

Tabelle 1 – Liste der Kostenfaktoren
(Aufnahme in die ZNA, Verweildauer auf Station, Medikamente, Laborwerte, Mikrobiologie, Virologie, Physiotherapie, Radiologie, Blutbank, Sonstiges, Operation)

Es folgen die detaillierten Zahlen der Kostenfaktoren in den Tabellen 2-13.

Die Aufnahme der Patienten erfolgte in jedem Fall über die zentrale Notaufnahme und dafür wurde eine Pauschale von 178,40€ angewendet, in denen die Kosten für das Personal und sonstige Aufwendungen im Rahmen der Einweisung eingerechnet sind. Für den Aufwand der Gipsanlage wurde ein Betrag von 49,20€ angewendet, der sich aus Material- und Personalaufwand berechnet.

Die Kosten für den Aufenthalt auf der Normal- bzw. Intensivstation setzen sich aus den Personalkosten für pflegerisches und ärztliches Personal und den Hotelkosten zusammen. Für den Aufenthalt auf Normalstation wurde ein Betrag von 208,96€ pro Tag kalkuliert, während für den Aufenthalt auf Intensivstation 867,30€ pro Tag errechnet wurden.

Aufenthalt im Krankenhaus	**Kosten**

Zentrale Notaufnahme (ZNA)	178,40€/ Aufenthalt
Normalstation (NST)	208,96 €/ Tag
Intensivstation (ITS)	867,30 €/ Tag
Zusammensetzung:	
ZNA	
Personalkosten	98,40 €
Betriebskosten	80,00 €
Gips-Personalkosten	49,20€
NST	
Pflegedienst	73,55 €/ Tag
Sonstiger Bedarf	7,30 €/ Tag
Hotelkosten	61,05 €/ Tag
Arztkosten (2 Ärzte)	33,48 €/ Tag
ITS	
Pflegedienst	344,77 €/ Tag
Sonstiger Bedarf	108,23 €/ Tag
Hotelkosten	111,10 €/ Tag
Arztkosten (2x 1 Arzt)	197,14 €/ Tag
Medikamente	94,23 €/ Tag
Blut/ Plasma	11,83 €/ Tag

Tabelle 2 – Aufenthalt im Krankenhaus
errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG-NT) 2011

Bei Kalkulation des Medikamentenverbrauchs jedes einzelnen Patienten wurde ebenfalls eine Pauschale geschätzt. Dabei wurden die Ausgaben für Arzneimittel und Antibiotika im Jahre 2011 auf einer unfallchirurgischen Station durch die Aufenthaltstage aller Patienten in diesem Jahr geteilt und ein gerundeter Wert von 6,55€ pro Tag errechnet.

Medikamente	
Anzahl der Pflegetage aller Patienten im Jahr 2011 auf einer unfallchirurgischen Normalstation	11.456 Tage
Kosten für Arzneimittel inklusive Antibiotika im Jahr 2011 einer unfallchirurgischen Normalstation	75.014,66 €
Gesamtbetrag/ Kosten der Medikamente und Antibiotika pro Tag auf einer unfallchirurgischen Normalstation im Jahr 2011	6,54806739 €/ Tag

Tabelle 3 - Medikamente
errechnet aus der Innerbetrieblichen Leistungsverrechnung (IBLV) und dem Nebenkostentarif der Deutschen Krankenhausgesellschaf (DKG-NT) 2011

Bei den Kosten für die laborchemischen, mikrobiologischen und virologischen Untersuchungen, sowie für Physiotherapie, Blutbank sowie sonstige Leistungen konnten die Zahlen direkt aus dem hausinternen kaufmännischen Controlling erhoben werden. Dabei wurde, mit Ausnahme der Laboruntersuchungen, jede Leistung bzw. Untersuchung für jeden Patienten einzeln gezählt und aufaddiert. Bei den Laboruntersuchungen wurden für die häufigsten Laborwerte im Rahmen von Aufnahme-, Standard- und Intensivlabor kombiniert zusammengerechnet, alle restlichen Laborwerte wurden einzeln abgerechnet.

Laborwerte
Aufnahmelabor
Intensivlabor
Standardlabor
Gerinnung
Urinstatus
Anti-Xa-Aktivität
TSH
T3+T4
Cholecalciferol
Troponin I
Kleines Blutbild
Fibrinogen
D-Dimere
Digoxinspiegel
Parathormon
Ferritin/Transferrin
Myoglobin
Albumin
BNP
Ethanolspiegel
Elektrophorese
Antikörper-Differenzierung

Tabelle 4 – Laborwerte

Mikrobiologie
Bakterienkultur
Identifizierung
Urinsediment

Tabelle 5 – Mikrobiologie

Virologie
Hepatitis.A
Hepatitis.B
Hepatitis.C

Tabelle 6 – Virologie

Blutbank
Antikörper-Suchtest
AB0-Merkmale
Serologische Verträglichkeitsprobe
Erythrozytenkonzentrat
Fresh frozen plasma

Tabelle 7 – Blutbank

Sonstige Leistungen
Archivierung Fremdaufnahmen
Sozialdienst
Beratung
EKG
HSA-Pauschale
Anfertigung von Röntgenbildkopien
Konsiliardienst
Sonographie

Tabelle 8 – Sonstige Leistungen

Innerhalb der physiotherapeutischen Behandlung wurden verschiedene Leistungen erbracht. Dazu gehören unter anderem Mobilisation, Gangschule, Krankengymnastik, ADL, manuelle Lymphdrainage, Atemtherapie und die Vorbereitung von Hilfsmitteln. Auch administrative und kommunikative Aufgaben wie Visite, Patientengespräche und Dokumentation wurden gezählt und einberechnet. Da Behandlungsversuche und ausgefallene Behandlungen in den internen Leistungen des Controllings berücksichtigt werden, wurden diese ebenfalls hinzugefügt. Dabei werden für die jeweiligen Kosten eine Personalkostenpauschale von 7,39€ pro 10-minütiger Sitzung pro Therapeut angewendet. Jede ausgefallene oder versuchte Behandlung wird im Controlling-System ebenfalls als 10-minütige Leistung gezählt. Innerhalb der Abrechnung wird weiterhin nicht zwischen fertig-ausgebildeten Therapeuten oder Physiotherapieschüler unterschieden, weshalb eine Therapie von einem Schüler ebenfalls voll zählt. Die Dokumentation und Visite ist für eine Länge von 5 Minuten angelegt, weshalb diese günstiger sind, für Visiten werden zusätzlich leicht höhere Kosten von 3,7€ für 5 Minuten berechnet.

Für 87 Patienten konnte im Krankenhausinformationssystem keine Daten für Physiotherapiebehandlungen gefunden werden. Es wurde deshalb aus den restlichen 258 Patienten ein Mittelwert von 12,82€ pro Tag Aufenthalt Physiotherapiekosten gebildet und als Pauschale angewendet.

Physiotherapie
Mobilisation
Gangschule
Krankengymnastik (KG)
ADL
Manuelle Lymphdrainage
Atemtherapie
Vorbereitung von Hilfsmitteln
Patientengespräch
Dokumentation
Visite
Behandlungsversuch

Ausgefallene Behandlung

Tabelle 9 – Physiotherapie

Radiologie
Röntgen OSG
CT OSG
Röntgen Knie
CT Knie
Röntgen ganzer Fuß
Röntgen Unterschenkel
Röntgen Thorax
Röntgen Hüfte axial
Röntgen Beckenübersicht
Röntgen Schultergelenk
Röntgen Schulterblatt
Röntgen Abdomen
Röntgen BWS/LWS
Röntgen Sonstige
CT HWS/WS nativ
CT Neurokranium
CT Serienangiographie Becken
CT Aorta
CT Sonstige
MRT Schädel KM

Tabelle 10 – Radiologie

Die Leistungen innerhalb der angiologischen Behandlung teilen sich auf in das eigentliche Konsil, die CT-Angiographie, die digitale Subtraktionsangiographie und die Intervention bzw. Dilatation von Arterien. Dabei ist anzumerken, dass erst ab November 2014 bei Patienten mit einer OSG-Fraktur präoperativ regelmäßig bzw. routinemäßig ein angiologisches Konsil gemacht wird. Insgesamt haben nur 104 Patienten ein Konsil erhalten und davon wurden auch nur bei wenigen die aufgeführten weiteren Leistungen wie CT, DSA oder Intervention erbracht.

Angiologische Behandlung
Angiologisches Konsil
CT Angiographie
Digitale Subtraktionsangiographie
Intervention/Dilatation

Tabelle 11 – Angiologische Behandlung

Abschließend sind noch die Kosten für die Operationen aufgeführt. Dabei erfolgte bei manchen Patienten sowohl eine operative Fixateur-externe-Anlage als auch die definitive Versorgung mit Plattenosteosynthese. Diese unterscheiden sich nicht hinsichtlich der angelegten Kosten für das Personal, sondern nur durch den unterschiedlichen Materialaufwand. Die Operationskosten setzen sich aus der Anästhesiegesamtpräsenz, der reinen Operationszeit, der Lagerung sowie der Präsenz der Pflege bzw. OP-Saal-Vorhaltedauer zusammen. Dabei wurden die genauen Zeiten aus den individuellen OP-Protokollen erhoben. Die Operationszeit bezieht sich auf die Dauer zwischen erstem Hautschnitt und Ende der letzten Naht. Für die Operationszeit und die Lagerungszeit wurde eine Pauschale von 1,07€ pro Minute pro Arzt berechnet. In die Kosten für die OP-Pflege fließen sowohl die Kosten für den Betrieb, Vorhaltung, Abbau und Reinigung des Saales, sowie der Personalaufwand für 2 OP-Pfleger.

Der Materialaufwand errechnet sich bei der Fixateur-Anlage aus der Aufbereitung des OP-Siebs und den Kosten für die Pins, für die pauschal vier pro Operation verwendet wurden. Für die definitive Versorgung wurde entweder eine Drittelrohrplatten- oder eine winkelstabile Plattenosteosynthese mit dazugehörigen Schrauben, welche sich preislich unterscheiden. Die Anzahl der Nägel wurde vereinfacht durch die Frakturart (uni-, bi- oder trimalleolär) bestimmt, da die Anzahl dieser in den OP-Protokollen nicht konstant angegeben war. Das Gleiche gilt für die Implantation einer Stellschraube in Abhängigkeit von Schaden an der Syndesmose. Die Information der Kosten für das gesamte Material konnte vom internen Controlling gegeben werden.

Operationen: Personal- und Betriebsaufwand
Anästhesiegesamtpräsenz
OP-Dauer
Lagerung
OP-Pflege

Tabelle 12 – Operationen: Personal- und Betriebsaufwand

Operationen: Materialaufwand
Kosten für Siebaufbereitung (definitive Versorgung + Fixateur-Anlage)
Fixateur-Pins
Drittelrohrplatte
Schraube für Drittelrohrplatte
Winkelstabile Platte
Schraube für winkelstabile Platte
Stellschraube

Tabelle 13 – Operationen: Materialaufwand

Die Kosten für die unterschiedlichen genannten Parameter wurden normiert auf Basis der tatsächlich in 2011 entstandenen Kosten berechnet.

Für die Erlössituation wurde die jeweilige DRG-Gewichtung des Patientenfalles mit dem Landesbasisfallwert für Hessen aus 2011 (2959,65€) multipliziert [72]. Bei 3 Patienten konnte ein Zusatzentgelt hinzugefügt werden.

3.4. Statistik

Die Patientendaten wurden aus dem Krankenhausinformationssystem ORBIS KIS der Agfa HealthCare GmbH erhoben und in einer Microsoft ® Excel ® Tabelle dokumentiert sowie bereits deskriptiv statistisch ausgewertet. Mit Hilfe der „Predictive Analyses Software version 22.0“ (SPSS Inc.,Chicago, IL, USA) konnte die explorative Statistik berechnet werden.

Dabei wurden die Daten hinsichtlich Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Minimum und Maximum untersucht. Im Rahmen der explorativen Statistik wurden Mittelwerte und ein 95%-Konfidenzintervall verwendet. Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests wurden die Daten auf Normalverteilung getestet. Die Mittelwerte wurden mittels T-Test oder nicht parametrischen Tests verglichen. Die Korrelationen der Variablen wurden nach Spearman-Rho und Pearson untersucht.

Im Anschluss wurden die erhobenen Daten multivariat analysiert um unabhängige Prädiktoren für Gesamtkosten, Einnahmen und Gewinn bzw. Verlust zu identifizieren. Dafür wurden die Faktoren Alter, ASA-Score, Charlson-Comorbidity-Index mit einem Cut-off bei ‚3‘, aufgetretene Komplikationen, die Frakturart nach Weber, die Malleolenbeteiligung, Fixateur-externe-Anlage, Intensivaufenthalt, Transfusion, OP-Dauer und der Plattentyp herangezogen. Die Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlust wurden als abhängige Variablen definiert und die erhobenen Parameter als mögliche Prädiktoren untersucht. Ein p-Wert von unter 0,05 wurde als statistisch signifikant angesehen.

4. Ergebnisse

4.1. Gesamtkosten, Einnahmen und Gewinn/Verlust

Die Gesamtkosten lagen im Mittel bei 5082,43€ [M= 5082,43 ± 2602,14] und zwischen 1432,25€ und 32093,89€. Dabei beliefen sich die Erlöse durch die DRGs im Mittel bei 5132,54€ [M= 5132,54 ± 2781,75] bei einer Verteilung zwischen 2787,99€ bis 24790,03€. Nach Gegenüberstellung von Kosten und Einnahmen bleibt im Mittel ein gewinnbringender Betrag von 50,11€ [± 1972,42] bei einer maximalen Spanne zwischen -7569,49€ und 8865,02€. Über das gesamte Patientenkollektiv konnte in 46,67% der Fälle ein Gewinn erzielt werden, in 53,33% wurde ein Verlust angezeigt.

	Mittelwert in €	**(± SD in €)**	**Minimum**	**Maximum**
Gesamtkosten	5082	± 2602	1432	31809
DRG-Erlöse	5115	± 2727	2788	24790
Gewinn	50	± 1972	-7569	8865
I_IMC	128	± 815	0	11275
Normalstation	2730	± 1374	418	10448
ZNA	179	± 14	178	357
Angio Konsil	35	± 134	0	879
Medikamente	86	± 43	13	328
OP	1173	± 472	491	4765
Fixateur	196	± 342	0	2192
Labor	109	± 115	19	1122
MiBi	15	± 53	0	833
Viro	2	± 14	0	156
Blut	39	± 47	0	515
Physio	173	± 142	0	983
Radio	147	± 162	0	1227
Sonstiges	21	± 34	0	236
Zusatzentgelt	18	± 202	0	2678

Tabelle 14 – Auflistung Gesamtkosten, DRG-Erläse, Gewinne sowie Verteilung der Gesamtkosten
(Mittelwerte und Standardabweichung (SD) in Euro, Gesamtspanne von Minimum bis Maximum)

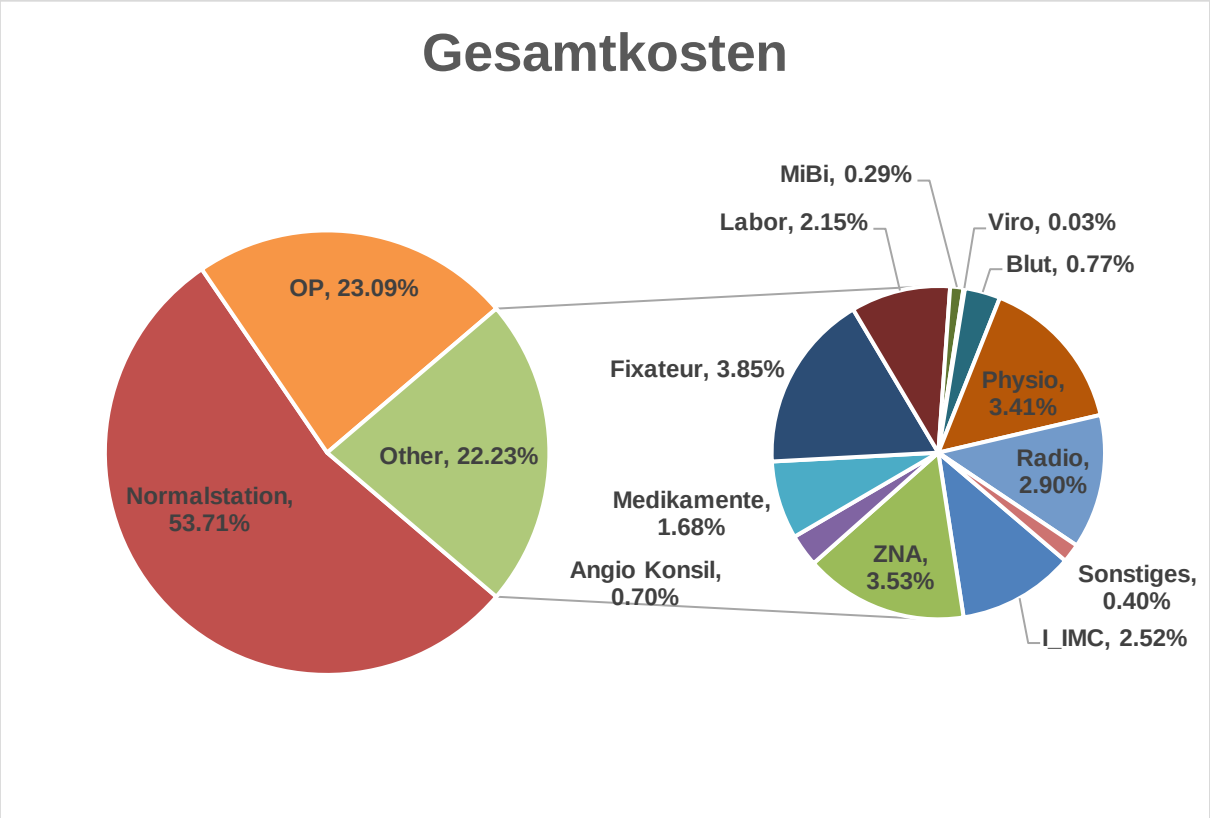

Abbildung 7 – Prozentuale Anteile der einzelnen Komponenten an den gesamten Kosten

4.2. Alter

Von 345 in die Studie eingeschlossenen Patienten waren 286 zwischen 65 und 79 Jahren alt und respektive 59 Patienten über 79 Jahre alt.

Im Hinblick auf das Alter stellte sich heraus, dass Patienten die 80 Jahre oder älter waren zwar höhere Gesamtkosten verursachten [M= 6364,18 ± 4073,12 versus M= 4818,01 ± 2094,36; p= 0,000], allerdings auch höhere Erlöse erzielten [M= 5957,28 ± 4108,11 versus M= 4962,40 ± 2394,93; p= 0,051]. Dabei verursachte die ältere Altersgruppe im Mittel aber negative Gewinnbeiträge [M= -406,89 ± 2587,25 versus M= 144,39 ± 1811,47; p= 0,05]. Der positive

Zusammenhang zwischen höherem Alter und höheren Gesamtkosten zeigte sich auch mittels Korrelationskoeffizienten [r=.250; p= .000].

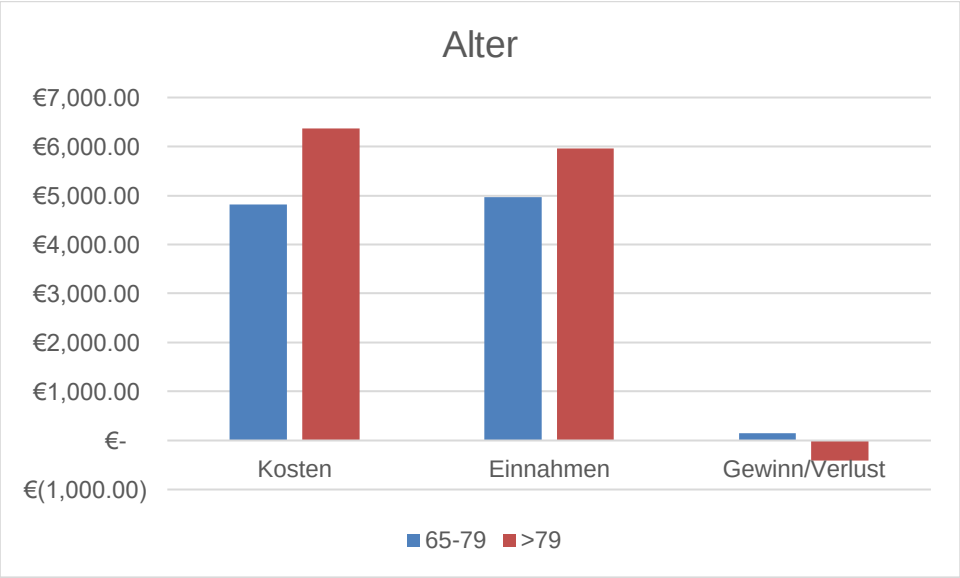

Abbildung 8 – Altersverteilung in Hinblick auf Gesamtkosten, DRGs und Gewinn; Mittelwerte

4.3. Geschlecht

Von den 345 in die Studie eingeschlossenen Patienten waren 239 weiblich und 106 männlich.

Im Hinblick auf die Gesamtkosten, DRG Erlöse und den Gewinn bzw. Verlust haben im Mittel die männlichen Patienten höhere Kosten verursacht als die weiblichen Patienten [M= 5182,48 ± 3448,70 versus M= 5038,06 ± 2129,15; p= 0,652] erzielten höhere Einnahmen [M= 5187,77 ± 3119,18 versus M= 5108,05 ± 2624,93; p= 0,793] als die Frauen, erwirtschafteten allerdings einen geringeren Gewinn [M= 5,29 ± 1963,22 versus M= 69,99 ± 1980,28; p= 0,982].

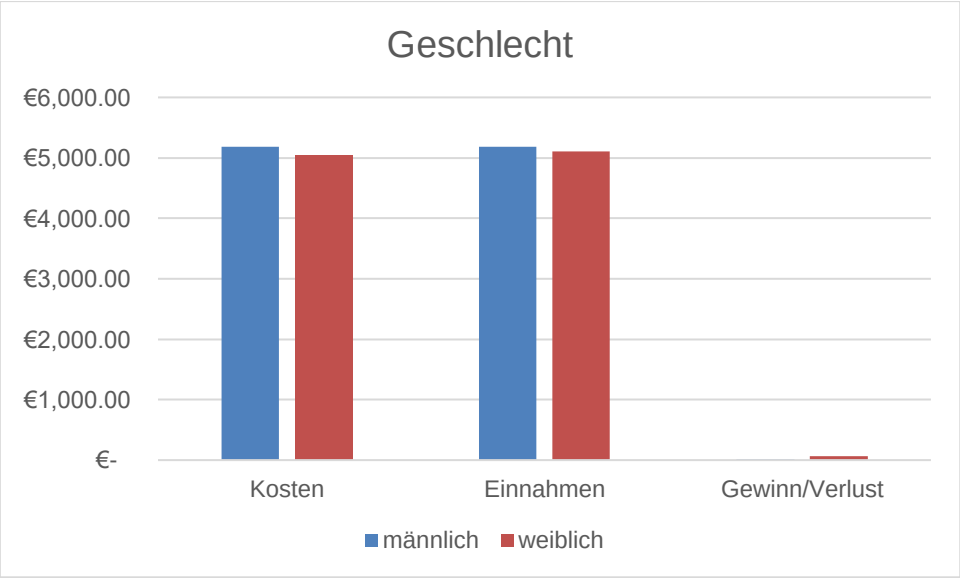

Abbildung 9 - Verteilung der Patienten, Gesamtkosten und Gewinn/Verlust anhand des ASA-Scores
Mittelwerte

4.4. ASA-Score und CCI

Der ASA Score wurde bei 329 Patienten bestimmt, bei 16 Patienten konnte dieser retrospektiv nicht mehr erhoben werden. Ein ASA Score von ‚1' wurde 13-mal bestimmt, der Großteil der Patienten erhielt einen Wert von ‚2' (157) und ‚3' (143). Ein Wert von ‚4' wurde 16-mal vergeben, während ein Wert von ‚5' im Patientenkollektiv nicht vertreten war.

Bei der Gegenüberstellung der ASA-Scores und der Gesamtkosten zeigte sich, dass mit höherem ASA Score im Mittel auch höhere Gesamtkosten einhergehen. Die Gesamtkosten steigen ab einem Wert von ‚1' [M= 3396,64 ± 1613,28] und nehmen im Verlauf über die Scores ‚2' [M= 4604,37 ± 1936,40] und ‚3' [M= 5699,62 ± 3068,82] bis ‚4' zu [M= 6497,81 ± 3253,02]. Dies führt auch zu einer linearen Abnahme des Gewinnes bis zu Verlustbeträgen bei steigenden ASA-Scores. Bei einem Score von ‚1' [M= 440,88 ± 1200,04] und ‚2' [M= 437,69 ± 1878,90] konnten im Schnitt noch Gewinne erzielt werden, bei einem Score von ‚3' [M= -265,30 ± 2026,95] und ‚4' [M= -1496,37 ± 2340,31] wurden jedoch Verluste verzeichnet. Bei den Einnahmen konnte diese Linearität nicht gezeigt werden, ab einem Score von ‚1' [M= 3837,53 ± 1170,15] über ‚2' [M= 5042,06 ± 2602,87] bis ‚3' [M= 5434,31 ± 3053,36] steigen diese mit an, fallen bei einem Score von ‚4' allerdings wieder leicht ab [M= 5001,44 ± 3467,75].

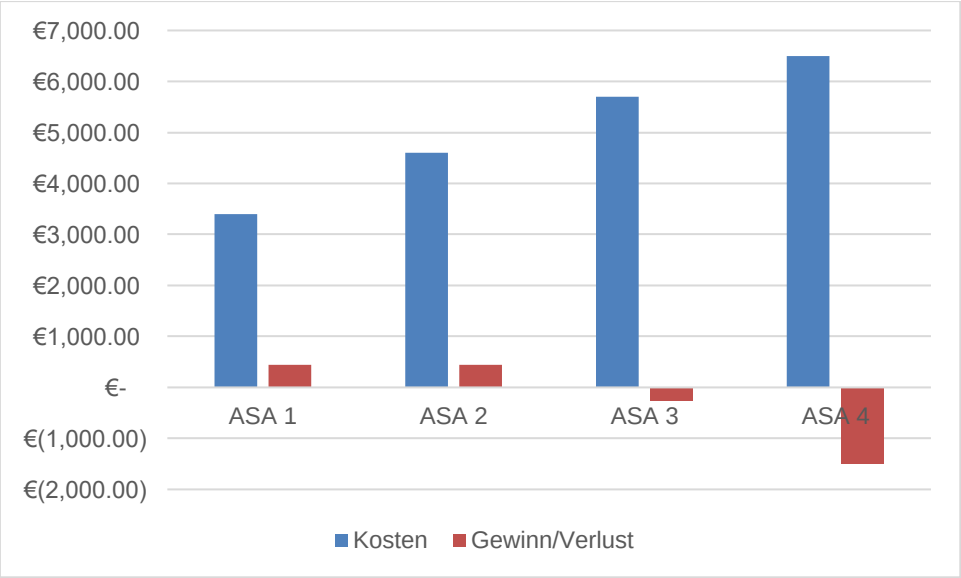

Abbildung 10 – Verteilung der Patienten, Gesamtkosten und Gewinn/Verlust bzgl. des ASA-Scores
Mittelwerte

Es zeigten sich sowohl bei den Gesamtkosten [p= 0,000], den Einnahmen [p= 0,023], als auch dem Gewinn [p= 0,000] signifikante Unterschied zwischen den einzelnen ASA-Score-Gruppen.

Zur weiteren Objektivierung wurde ein Grenzwert bei einem ASA-Score von ‚<3' bzw. >2' angelegt, welcher die Patienten in zwei Gruppen einteilte. Es wurde bei 186 Patienten ein Score von ‚kleiner 3' und bei 159 Patienten ein Score von ‚3 und größer' festgestellt. Die neue Einteilung bestätigte das Ergebnis der vorherigen Untersuchung. Die Patientengruppe mit der höheren ASA Klassifizierung verursachte mehr Gesamtkosten [M= 5779,94 ± 3086,62 versus M= 4486,17 ± 1918,03; p= 0,000] und höhere Einnahmen [M= 5390,75 ± 3088,30 versus M= 4911,81 ± 2477,27; p= 0,059] als bei den Patienten mit einem Score von ‚1-2'. Dabei erzielte diese Gruppe aber weniger Gewinn bzw. verursachte Verlust [M= -389,18 ± 2085,78 versus M= 425,64 ± 1791,92; p= 0,000].

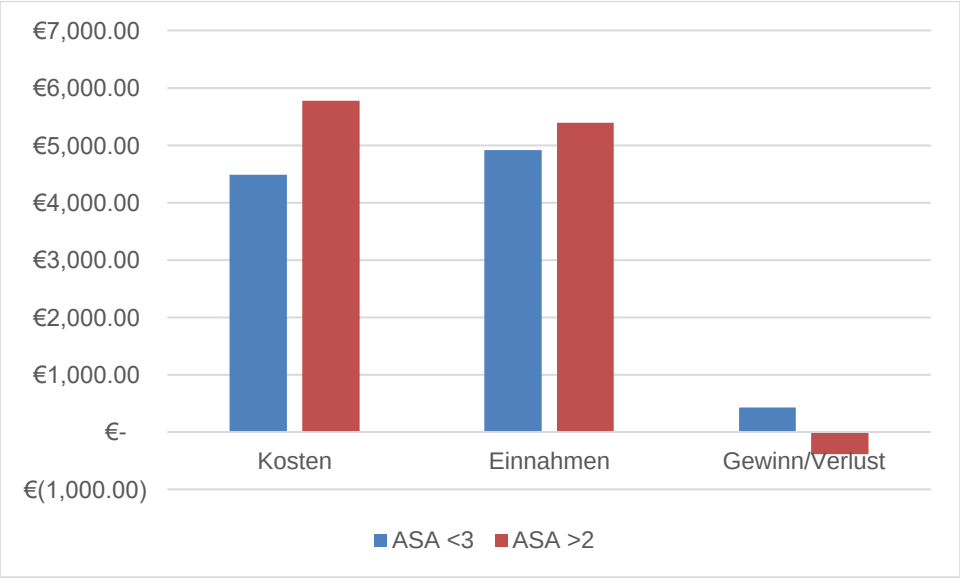

Abbildung 11 – Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. des ASA-Scores
Mittelwerte

Der Charlson-Comorbidity-Index (CCI) wurde in zwei Gruppen aufgeteilt. 301 Patienten wiesen Index-Werte von ‚<3' auf und respektive 44 Patienten Index-Werte ‚größer 2'.

Die Behandlung war in der Gruppe mit den höheren CCIs teurer [M= 6255,74 ± 2647,03 versus M= 4910,92 ± 2555,10; p= 0,000] und erwirtschaftete im Schnitt mehr Erlöse [M=5327,70 ± 2608,22 versus M= 5104,01 ± 2809,20; p= 0,513]. Die Behandlung der Patienten mit den niedrigeren CCI-Werten allerdings Gewinne [M= 193,10 ± 1922,98 versus M= -928,04 ± 2050,01; p= 0,000].

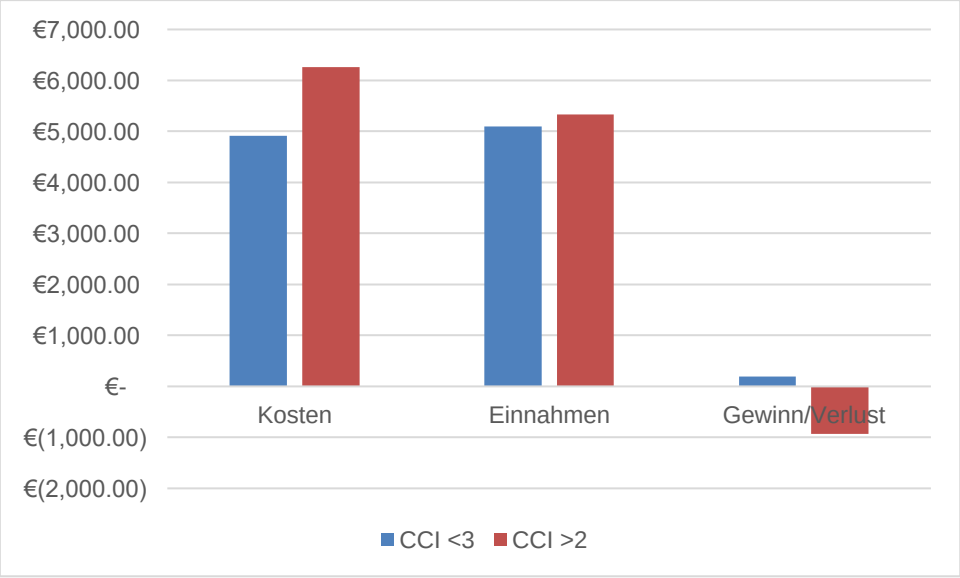

Abbildung 12 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. des CCI
Mittelwerte

4.5. Präoperative Gefäßdiagnostik

Von den 345 Patienten innerhalb dieser Studie wurden 104 Patienten präoperativ angiologisch konsiliarisch untersucht und gegebenenfalls therapiert.

Patienten, die im Rahmen ihres Krankenhausaufenthalts wegen ihrer Sprunggelenksfraktur, angiologisch untersucht wurden, verursachten höhere Gesamtkosten [M= 5503,08 ± 3261,06 versus M= 4900,90 ± 2243,11; p= 0,031], erzielten höhere Einnahmen [M= 5710,63 ± 3520,63 versus M= 4883,08 ± 2358,94; p= 0,457] und erwirtschafteten höhere bzw. positive Gewinnbeträge [M= 207,54 ± 2111,01 versus M= -17,83 ± 1910,09; p= 0,584].

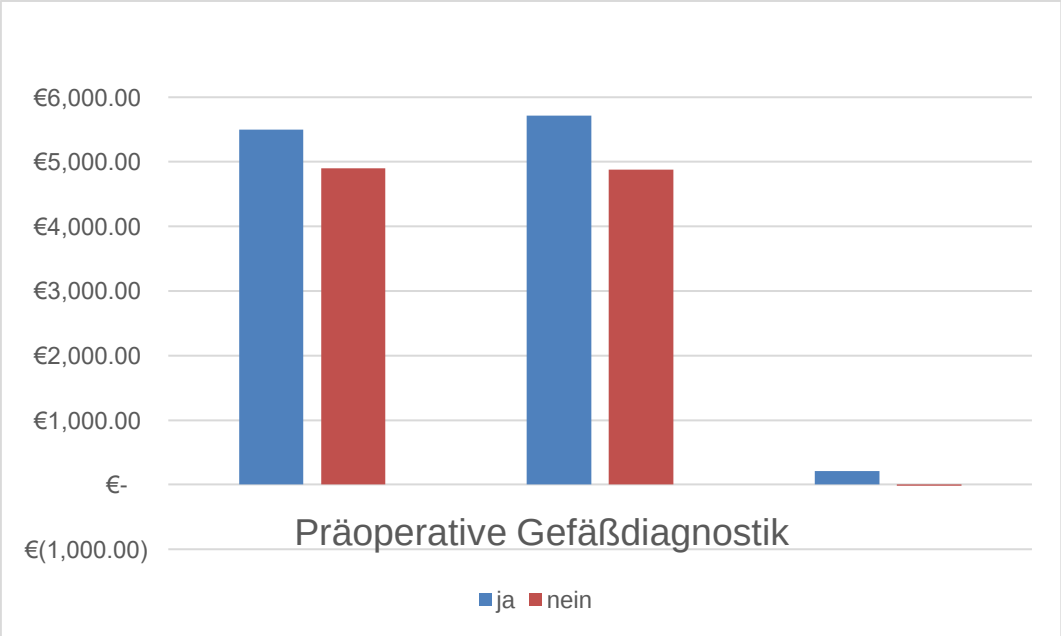

Abbildung 13 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. präoperativer Gefäßdiagnostik
Mittelwerte

4.6. Komplikationen

In dieser Studie verzeichneten 79 von 345 Patienten eine oder mehrere Komplikationen. Bei Patienten mit Komplikationen wurden deutlich höhere Gesamtkosten [M= 6959,43 ± 3954,84 versus M= 4524,98 ± 1680,41; p= 0,000] und Einnahmen [M= 6266,93 ± 3857,04 versus M= 4795,63 ± 2273,46; p= 0,000] gemessen, wobei diese kombiniert im Mittel zu deutlichen Verlusten versus

positiven Gewinnbeiträgen führten [M= -692,50 ± 2617,10 versus M= 270,66 ± 1679,59; p= 0,000]. Die aufgetretenen Komplikationen wurden nachträglich nach der Einteilung nach Clavien-Dindo klassifiziert [73]. 20 Patienten wiesen eine Komplikation „ Grad 2“ auf, 20 Patienten „Grad 2“, 35 Patienten „Grad 3“ und 4 Patienten „Grad 4“ auf.

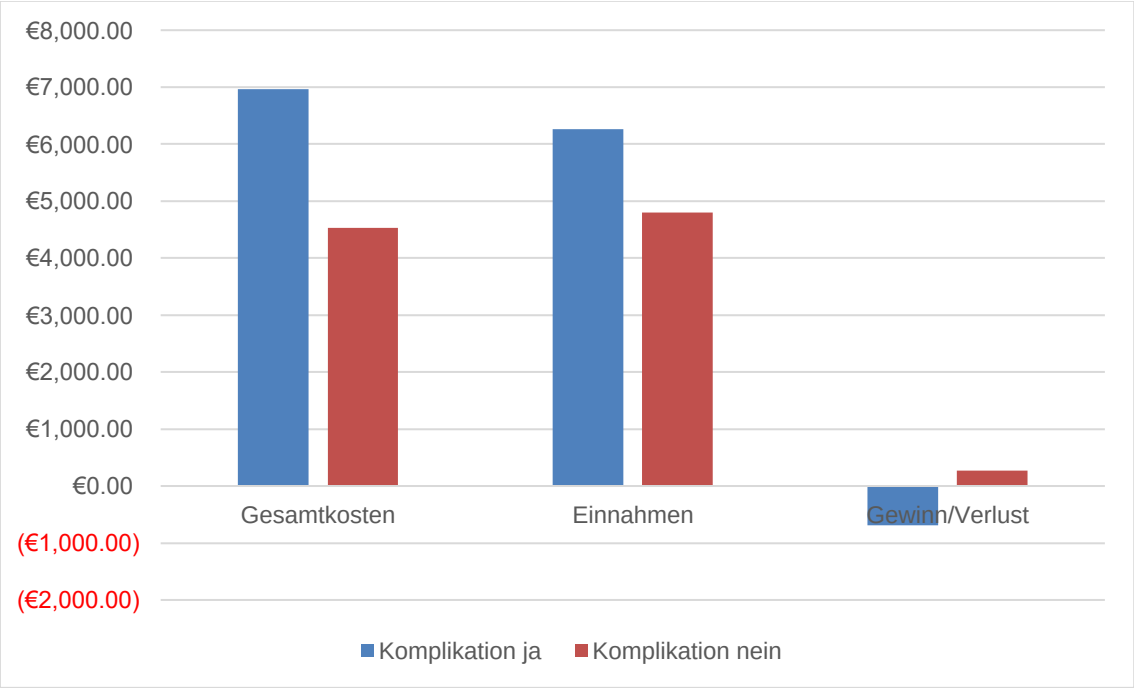

Abbildung 14 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Komplikationen
Mittelwerte

4.7. Frakturklassifikation nach Weber

Insgesamt wurden in dieser Studie zwei Patienten mit einer Weber A Fraktur, 227 Patienten mit einer Weber B Fraktur und 111 Patienten mit einer Weber C Fraktur eingeschlossen. Dabei steigen die Gesamtkosten analog zur Klassifikation, von Weber A [M= 4002,89 ± 816,32], über Weber B [M= 4682,64 ± 2689,25] bis Weber C [M= 5942,39 ± 2257,09]. Die Einnahmen lagen bei den Weber A Frakturen im Mittel höher [M= 5635,18 ± 1469,13] als bei Weber B Frakturen [M= 4754,04 ± 2663,18]. Bei Weber C Frakturen wurden die höchsten Einnahmen erzielt [M= 5928,36 ± 2892,39]. Hinsichtlich Gewinnen und Verlusten erzielten Weber A Frakturen [M= 1632,29 ± 652,82] und Weber B Frakturen [M= 71,39 ± 1801,70] Überschüsse, während Weber C Frakturen im Mitte leichte Verluste verzeichneten [M= -14,03 ± 2288,86].

Die Frakturart nach Weber hat signifikanten Einfluss auf die Gesamtkosten [p= 0,000] und Einnahmen [p= 0,000] hat. In Hinsicht auf die Gewinne und Verluste konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden [p= 0,295].

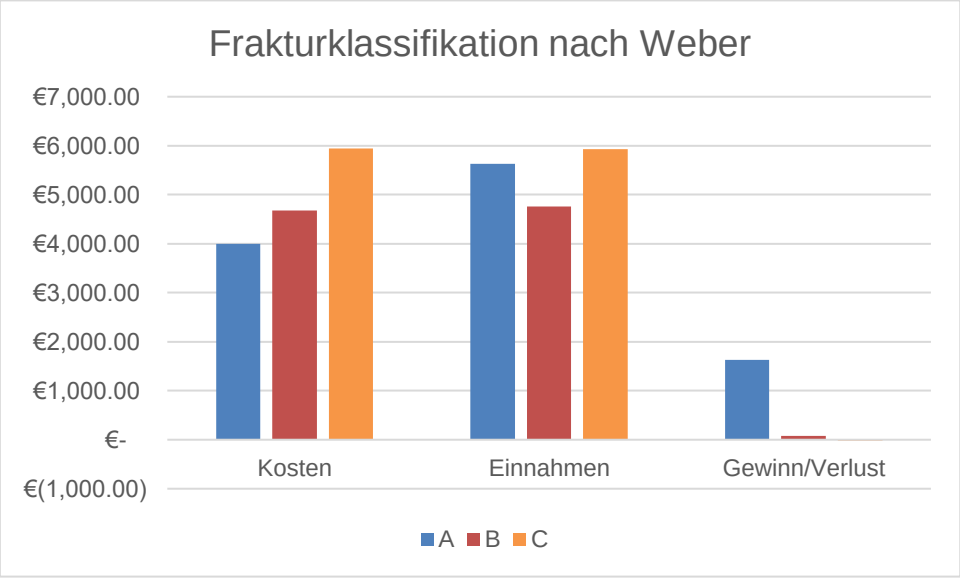

Abbildung 15 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Weber-Klassifikation
Mittelwerte

4.8. Malleolenbeteiligung

Insgesamt wurden in dieser Studie 164 Patienten mit einer isolierten distalen Fibulafraktur, 82 mit einer bimalleolären und 99 mit einer trimalleolären Verletzung aufgenommen.

Die Gesamtkosten und Einnahmen nahmen mit Komplexität der Verletzung zu. Bei den Gewinnen und Verlusten zeigte sich ein wechselndes Bild. Isolierte Fibula Frakturen verursachten im Mittel Kosten von 4096,12€ ± 2644,40] und erzielten Einnahmen von 4088,33€ ± 2207,26. Bimalleoläre Frakturen wiesen höhere Gesamtkosten [M= 5217,66 ± 2179,25] und Einnahmen [M= 4997,11 ± 2658,81] auf. Trimalleoläre Frakturen führten zu den höchsten Gesamtkosten [M= 6604,32 ± 2056,40] demgegenüber stehen aber auch die höchsten Einnahmen [M= 6974,52 ± 2819,30]. Hinsichtlich der Gesamtkosten [p= 0,000] und Einnahmen [p= 0,000] konnten zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede gezeigt werden.

Aufgerechnet erzeugten Patienten mit isolierter distaler Fibulafraktur leichte Verluste [M= -7,79 ± 1474,87]. Die Verluste waren bei bimalleolärem

Verletzungsmuster noch deutlicher [M= -220,55 ± 2170,34]. Einzig bei trimalleolären Frakturen konnten Gewinne verzeichnet werden [M= 370,21 ± 2444,31]. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren diesbezüglich allerdings nicht signifikant [p= 0,090].

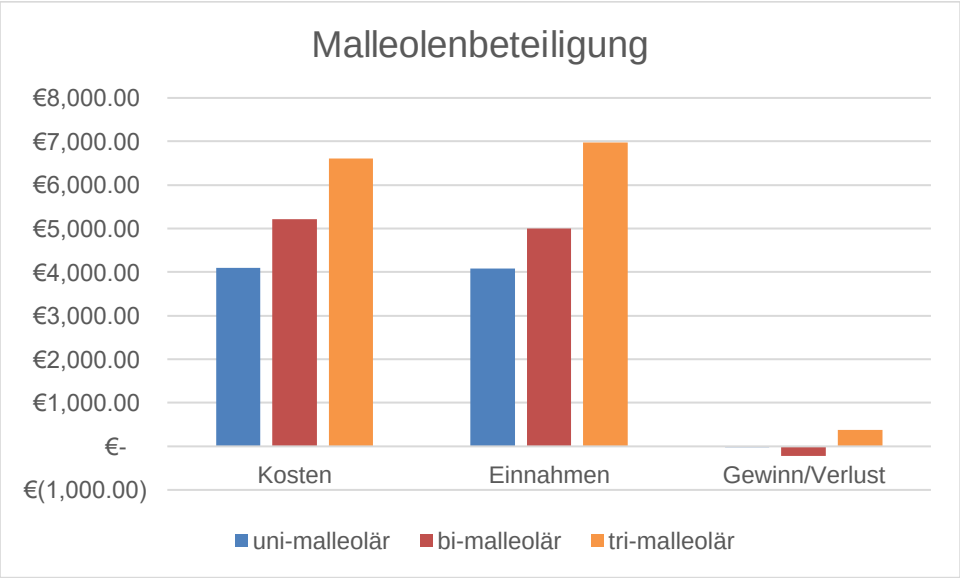

Abbildung 16 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Malleolenbeteiligung
Mittelwerte

4.9. Aufenthaltsdauer

Die Dauer des stationären Aufenthalts der Patienten wurde den Gesamtkosten, Einnahmen und den Gewinnen bzw. Verlusten gegenübergestellt.

Zwischen Aufenthaltsdauer und Gesamtkosten [r= 0,919; p= 0,000] sowie Aufenthaltsdauer und Einnahmen [r= 0,641; p= 0,000] konnte ein starker positiver, hoch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Je länger der stationäre Aufenthalt eines Patienten war, desto höher waren also die Gesamtkosten und Einnahmen. Hinsichtlich der Aufenthaltsdauer und den erwirtschafteten Gewinnen bzw. Verlusten konnte ebenfalls ein hoch signifikanter Zusammenhang gezeigt werden [p= 0,000]. Dieser war allerdings stark negativ [r= -0,309], was bedeutet, dass der stationäre Aufenthalt je länger er dauert, zu geringeren Gewinnen bis zu wirtschaftlichen Verlust führt.

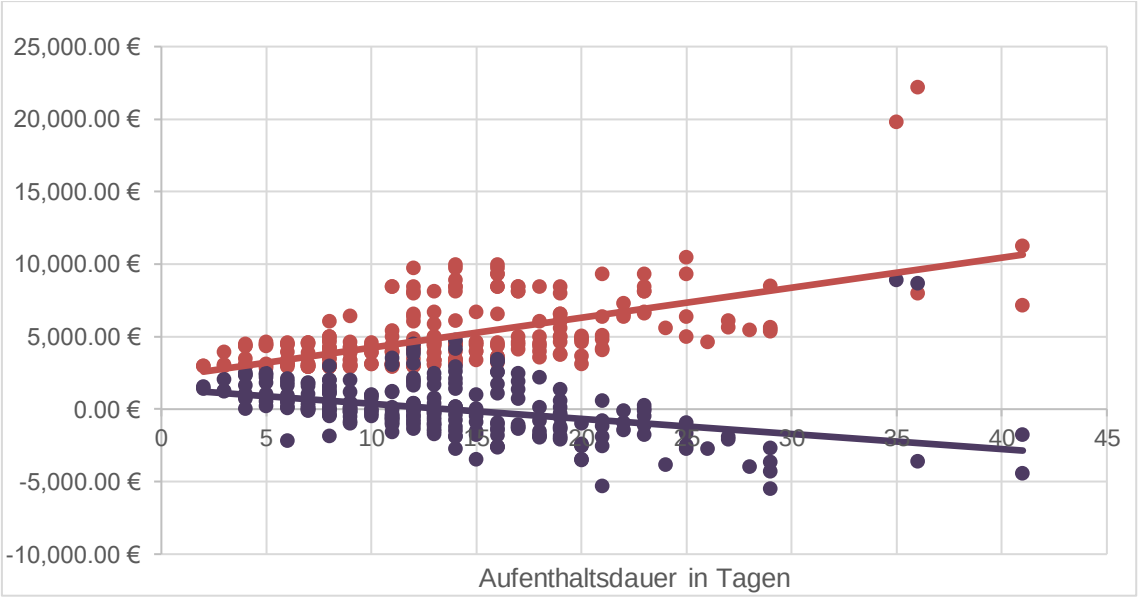

Abbildung 17- Verteilung der Kosten und Gewinn/Verlusts bzgl. Aufenthaltsdauer
Mittelwerte

4.10. OP-Dauer

Die Dauer der Operation der definitiven Versorgung betrug im Mittel 71,96 ± 39,01 Minuten. 158 Patienten wurden innerhalb von 60 Minuten operiert, bei 187 Patienten dauerte die Operation länger als eine Stunde.

Das länger operierte Patientenkollektiv verursachte höhere Gesamtkosten [M= 5947,06 ± 2879,50 versus M= 4059,11 ± 1751,80; p= 0,000], erzielte höhere Erlöse [M= 6043,62 ± 3186,94 versus 4054,23 ± 1662,36; p= 0,000] und erwirtschaftete im Gegensatz zur anderen Gruppe einen positiven Gewinnbetrag [M= 96,57 ± 2259,72 versus -4,87 ± 1571,35; p= 0,999].

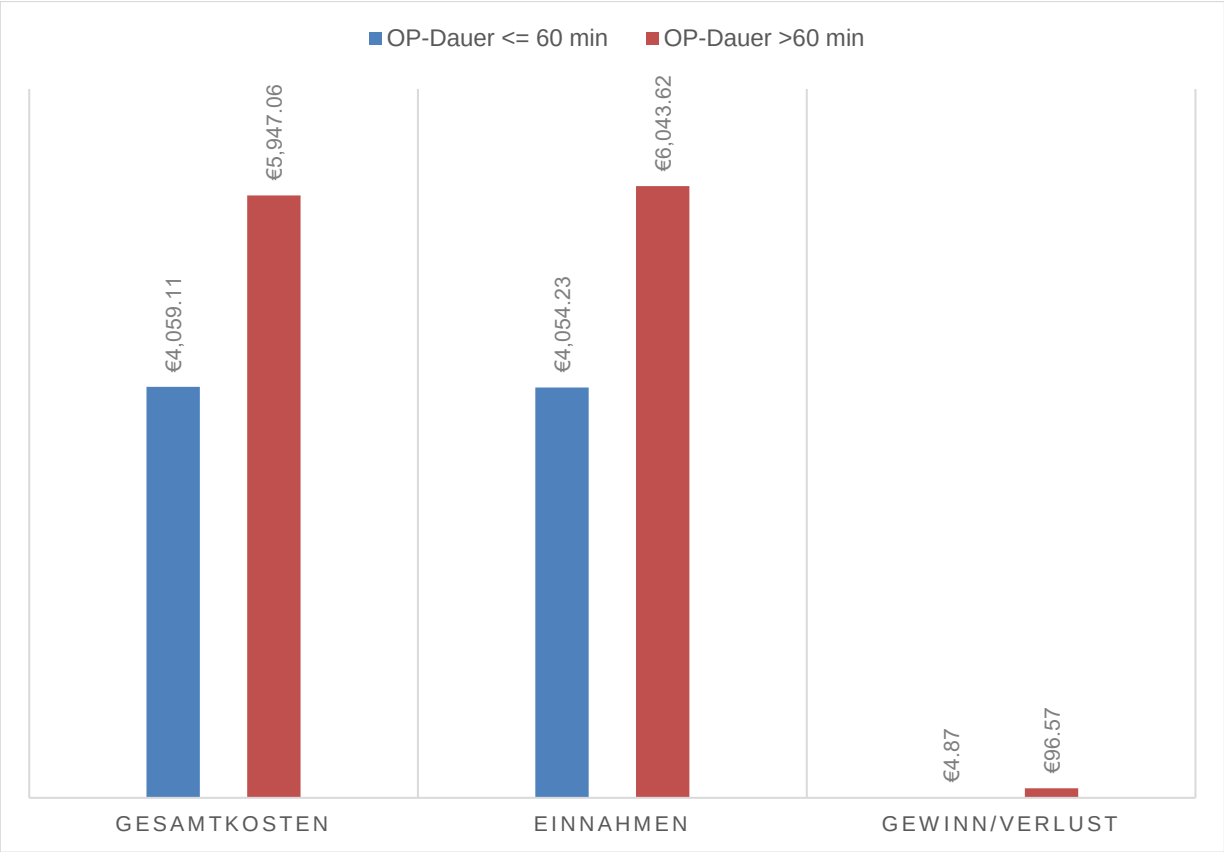

Abbildung 18 – Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. OP-Dauer
Mittelwerte

4.11. Intensivaufenthalt

Insgesamt wurden 19 Patienten im Rahmen ihrer Verletzung und des stationären Aufenthalts auf der Intensivstation behandelt.

Die Patienten, welche nicht auf der Intensivstation versorgt wurden, verursachten geringere Gesamtkosten [M= 4826,34 ± 1961,26 versus M= 9476,31 ± 6195,67; p= 0,000], erzielten geringere Einnahmen [M= 5039,24 ± 2484,84 versus M= 6733,37 ± 5791,32; p= 0,147] und erwirtschafteten im Mittel leichte Gewinne, welchen deutliche Verluste gegenüberstehen [M= 212,90 ± 1820,14 versus M= -2742,95 ± 2412,44; p= 0,000].

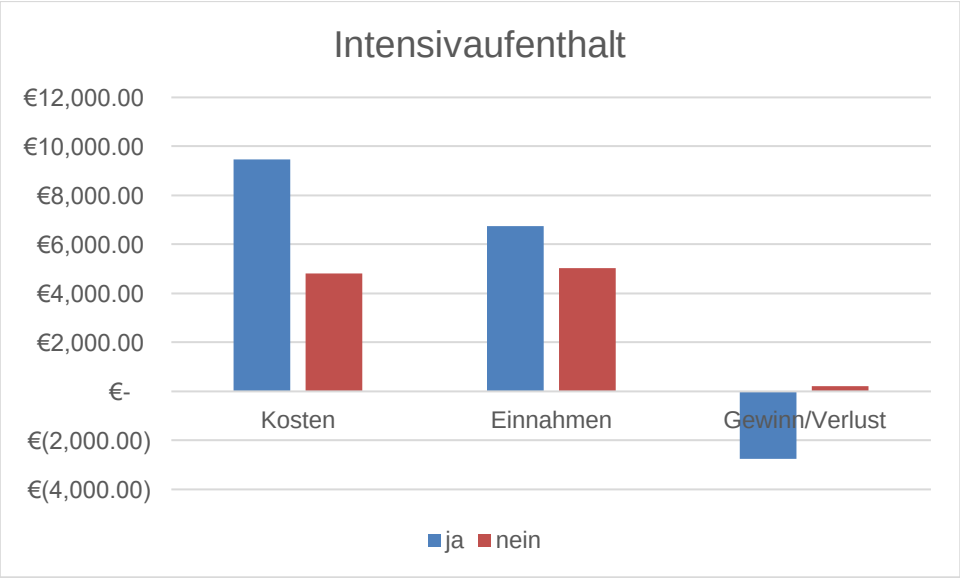

Abbildung 19 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Intensivaufenthalt
Mittelwerte

4.12. Fixateur externe

Bei 98 Patienten wurde vor der definitiven Therapie zur temporären Ruhigstellung ein Fixateur externe angebracht.

Patienten, welche zur initialen temporären Ruhigstellung mittels Fixateur externe versorgt wurden verursachten höhere Gesamtkosten [M= 7145,90 ± 2060,24 versus 4263,73 ± 2329,31; p= 0,000] und erzielten höhere Einnahmen [M= 7993,20 ± 2840,69 versus 3997,52 ± 1756,54; p= 0,000]. Hinsichtlich des Gewinnes und Verlustes zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zugunsten der Fixateur Gruppe [M= 847,30 ± 2766 versus M= -266,18 ± 1438,20; p= 0,000].

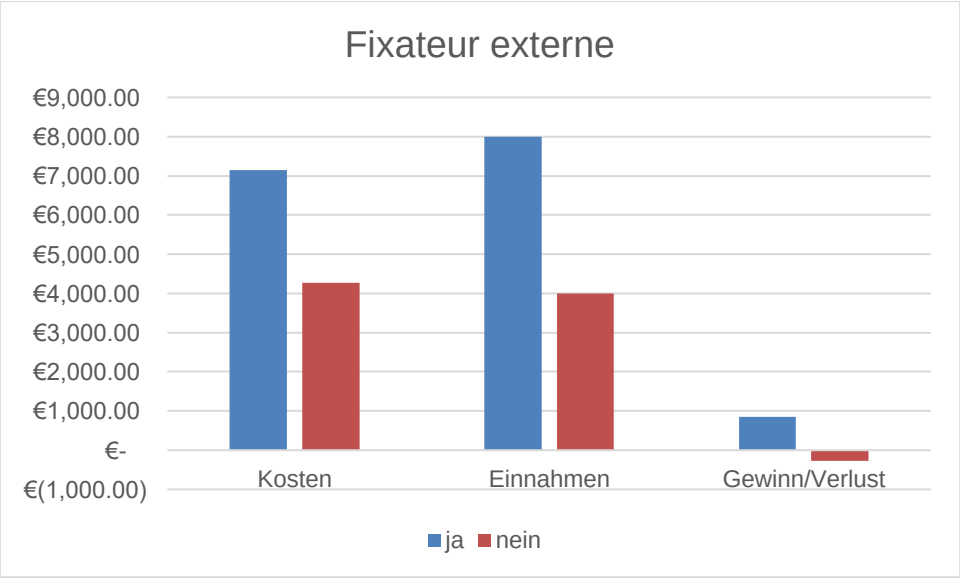

Abbildung 20 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Fixateur externe
Mittelwerte

4.13. Transfusionen

Bei 8 Patienten wurden im Rahmen ihrer Sprunggelenksverletzung eine Bluttransfusion durchgeführt. 337 Patienten benötigten diese nicht.

Patienten, bei denen eine Bluttransfusion notwendig war, verursachten im Mittel höhere Kosten [M= 12571,47 ± 8076,13 versus M= 4904,65 ± 2050,96; p= 0,000], erwirtschafteten höhere Einnahmen [M= 9793,56 ± 7389,73 versus M= 5021,89 ± 2501,03; p= 0,001], führten aber insgesamt zu deutlichen wirtschaftlichen Verlusten [M= -2777,91 ± 2774,35 versus M= 117,24 ± 1904,68; p= 0,004].

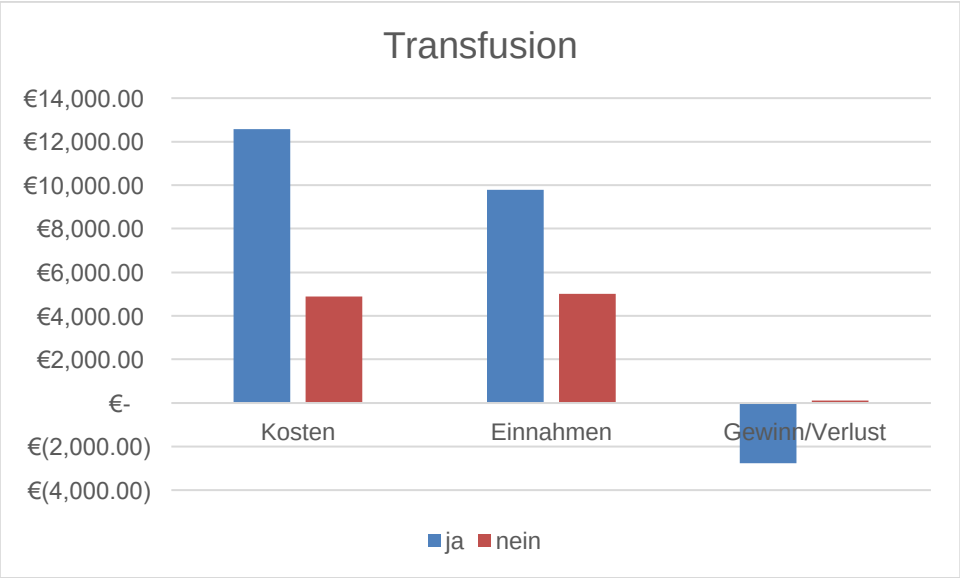

Abbildung 21 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Transfusion
Mittelwerte

4.14. Plattentyp

Bei der osteosynthetischen Versorgung der Fibulafraktur kamen zwei unterschiedliche Plattentypen zur Anwendung. Bei 255 wurden Drittelrohrplatten verwendet, bei 90 Patienten eine winkelstabile Platte.

Die Versorgung mit winkelstabiler Platte war im Vergleich teurer [M= 5582,45 ± 2259,57 versus 4905,05 ± 2694,72; p= 0,003], wurde aber besser vergütet [M= 5681,97 ± 2723,56 versus 4938,62 ± 2781,39; p= 0,072] und führte zu einem leicht höheren Überschuss [M= 99,52 ± 2082,92 versus 32,67 ± 1935,87; p= 0,778].

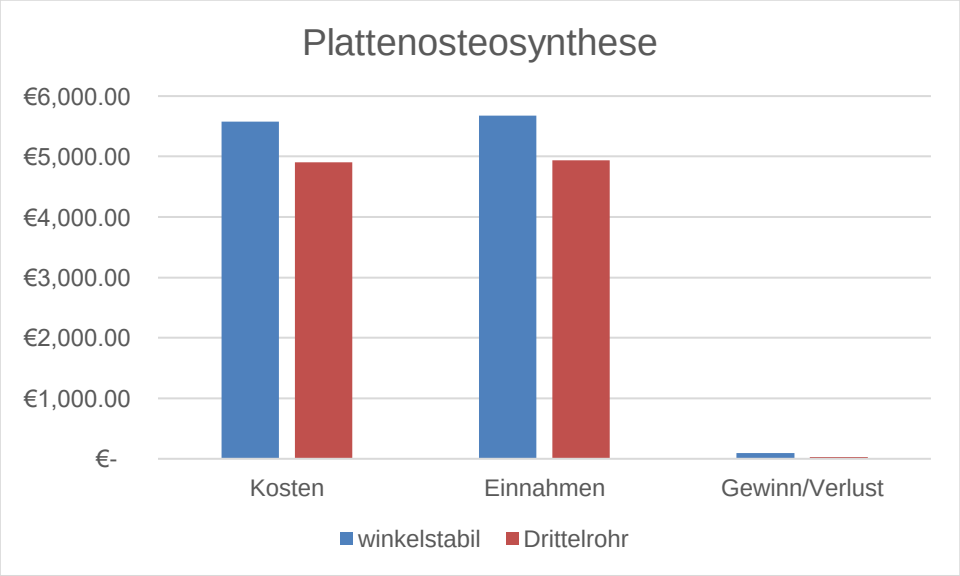

Abbildung 22 - Verteilung der Kosten, Einnahmen und Gewinn/Verlusts bzgl. Plattentyp
Mittelwerte

4.15. Multivariate Analyse

Für die Gesamtkosten konnten in der Regression [R=,808; R-Quadrat=,653] signifikante Regressionskoeffizienten für „Alter“ [p=,002], „Komplikation“ [p=,001], „Fixateur-externe-Anlage“ [p=,000], „ICU“ [p=,000], „Transfusion“ [p=,000] und „OP-Dauer“ [p=,000] gefunden werden. Das Alter, Komplikationen, eine Fixateur-externe-Anlage, ein Intensivaufenthalt, eine notwendige

Transfusion und die OP-Dauer wurden als unabhängige Prädiktoren für höhere Gesamtkosten (siehe Tabelle 16) identifiziert.

Bei den Einnahmen als abhängige Variable haben sich in der Regression [R=,722; R-Quadrat=,521] für die Variablen „Fixateur-externe“ [p=,000], „Transfusion“ [p=,000] und „OP-Dauer“ [p=,000] signifikante Koeffizienten gezeigt. Eine Fixateur-externe-Anlage, eine Transfusion und die OP-Dauer wurden somit als unabhängige Prädiktoren für höhere Einnahmen identifiziert (siehe Tabelle 17).

Für die Erzielung von Gewinnen zeigten sich in der Regression [R=,526; R-Quadrat=,277] ebenfalls die Variablen „Fixateur-externe“ [p=,000], „Transfusion“ [p=,040], „OP-Dauer“ [p=,019] sowie „ICU“ [p=,000] als signifikante Koeffizienten (siehe Tabelle 18). Eine Fixateur-externe-Anlage, eine Transfusion, die OP-Dauer und ein Intensivaufenthalt eignen sich als unabhängige Prädiktoren für höhere erzielte Gewinne.

Modell	Regressionskoeffizient B	Beta	Signifikanz
(Konstante	-1349,131		,230
Alter	44,714	,114	,002
ASA	197,688	,049	,238
CCI mit Cut Off 3	37,203	,019	,631
Komplikation	788,786	,125	,001
Weber	19,565	,004	,920
Malleolen	,494	,000	,997
Fix.-Ext.	1772,642	,305	,000
ICU	2567,579	,223	,000
Transfusion	4608,551	,271	,000
OP-Dauer	22,967	,341	,000
Plattentyp	53,920	,009	,801

Tabelle 15 - Abhängige Variable: „Gesamtkosten“; bezogen auf die Koeffizienten „Alter“, „ASA“, „CCI mit Cut Off 3“, „Komplikation“, „Weber“, „Malleolen“, „Fix.-Ext.“, „ICU“, „Transfusion“, „OP-Dauer“ und „Plattentyp“

(p < 0,05 gilt als signifikant)

Modell	Regressionskoeffizient B	Beta	Signifikanz
(Konstante	1488,319		,292
Alter	27,440	,066	,132
ASA	-57,662	-,013	,784
CCI mit Cut Off 3	-4,261	-,002	,965
Komplikation	360,227	,054	,219
Weber	-209,142	-,036	,390
Malleolen	-61,775	-,019	,732
Fix.-Ext.	3441,806	,554	,000
ICU	287,679	,023	,597
Transfusion	3234,579	,178	,000
OP-Dauer	16,048	,223	,000
Plattentyp	326,981	,051	,223

Tabelle 16 - Abhängige Variable: „Einnahmen"; bezogen auf die Koeffizienten „Alter", „ASA", „CCI mit Cut Off 3", „Komplikation", „Weber", „Malleolen", „Fix.-Ext.", „ICU", „Transfusion", „OP-Dauer" und „Plattentyp"

(p < 0,05 gilt als signifikant)

Modell	Regressionskoeffizient B	Beta	Signifikanz
(Konstante	2837,449		,021
Alter	-17,275	-,058	,274
ASA	-255,350	-,084	,163
CCI mit Cut Off 3	-41,464	-,028	,623
Komplikation	-428,559	-,090	,092
Weber	-228,707	-,056	,279
Malleolen	-62,269	-,027	,691
Fix.-Ext.	1669,164	,380	,000
ICU	-2279,900	-,262	,000
Transfusion	-1373,972	-,107	,040
OP-Dauer	-6,919	-,136	,019
Plattentyp	273,061	,060	,241

Tabelle 17- Abhängige Variable: „Gewinn/Verlust"; bezogen auf die Koeffizienten „Alter", „ASA", „CCI mit Cut Off 3", „Komplikation", „Weber", „Malleolen", „Fix.-Ext.", „ICU", „Transfusion", „OP-Dauer" und „Plattentyp"

(p < 0,05 gilt als signifikant)

5 Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es eine ökonomische Beurteilung der Versorgung und des akutstationären Aufenthalts geriatrischer Sprunggelenksfrakturen zu schaffen. Diese Arbeit stellt eine erste detaillierte Kosten- und Erlösanalyse der Behandlung geriatrischer Sprunggelenksfrakturen dar. Insgesamt wurden über die Jahre 2004 bis 2018 345 Patienten eingeschlossen. In dieser vorliegenden sehr detaillierten Analyse wurden alle Kosten verursachenden Parameter berücksichtigt und auf individueller Patientenebene kalkuliert.

Dabei zeigte die statistische Auswertung, dass das Alter, Komplikationen, eine Fixateur-externe-Anlage, ein Intensivaufenthalt, Transfusion und eine verlängerte OP-Dauer unabhängige Prädiktoren für erhöhte Gesamtkosten darstellten. Für höhere Erlöse konnten ebenfalls die Fixateur-externe-Anlage, Transfusion und eine verlängerte OP-Dauer als Prädiktoren identifiziert werden. Für die Gewinn- und Verlustsituation wurde die Fixateur-externe-Anlage als Prädiktor für Gewinne und ein Intensivaufenthalt, Transfusion und verlängerte OP-Dauer für Verluste beobachtet.

Zum aktuellen Zeitpunkt ist in der Literatur keine vergleichbar detaillierte Analyse der von Sprunggelenksfrakturen zu finden, insbesondere keine mit rein geriatrischen Patientenklientel. Deshalb bietet diese Studie einen Anstoß und Grundlage für neue und weiterführende Studien zu diesem Thema.

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Die Gesamtkosten setzen sich mehrheitlich aus zwei zentralen Faktoren zusammen, den OP-Kosten und die Kosten für den Aufenthalt auf Normalstation. Die OP-Kosten betrugen im Schnitt 1.173,43€ und machten dabei einen Anteil von 23,09% aus. Die stationären Kosten auf Normalstation beliefen sich auf durchschnittlich 2.729,80€ und machen damit mit 53,71% den Löwenanteil der Gesamtkosten aus. Bei vergleichbaren Studien zu Frakturen der Hüfte konnte ebenfalls gezeigt werden, dass sich die Gesamtkosten zum Großteil aus den Kosten für den stationären Aufenthalt und die operative Versorgung zusammensetzte [5, 94, 168].

Zwischen der Aufenthaltsdauer der Patienten und der entstehenden Gesamtkosten und Einnahmen konnte ein stark positiver, hoch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Je länger ein Patient stationär behandelt wurde, desto höher waren die entstandenen Kosten, als auch die über die DRGs berechneten Erlöse. Die höheren Erlöse kompensieren aber nicht die höheren Kosten bei längerem Aufenthalt, es konnte ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer und wirtschaftlichen Verlust gezeigt werden. Das DRG-System erfüllt hier sein ökonomisches Ziel einen Anreiz für kürzere Hospitalisierungszeiten zu schaffen [16]. Die Literatur bestätigt in vergleichbaren Studien, dass ein verlängerter Krankenhausaufenthalt zu höheren Kosten und geringerer Profitabilität führt. Kates und Vallier et al. konnten zeigen, dass bei geriatrischen Patienten mit Becken- oder Acetabulumfrakturen ein verlängerter Aufenthalt zu signifikanten höheren Versorgungskosten führt [86, 156]. Fakhry et al. betont, dass bei erwachsenen traumatologischen Patienten der Großteil des Gewinns von Patienten mit kürzerem stationären Aufenthalt erzielt wird. Ein verlängerter Aufenthalt führe zu eskalierenden Kosten und damit geringerer Profitabilität [51]. Zwei weitere Studien führen dabei gleichzeitig an, dass sich längere Aufenthalt und eine erhöhten Wahrscheinlichkeit von Komplikationen gegenseitig bedingen und damit zu höheren Kosten führt [100, 156]

Dieser Zusammenhang von aufgetretenen Komplikationen und der ökonomischen Dimension wurde in der vorliegenden Studie ebenfalls untersucht. Im Rahmen dieser Arbeit erfolgte keine detaillierte Erfassung der einzelnen Komplikationen. 79 von den 345 untersuchten Patienten entwickelten im Rahmen ihres Aufenthalts eine oder mehrere Komplikationen. Dabei führte dies im Mittel zu deutlich höheren Kosten, höheren Erlösen, aber auch deutlichen Verlusten, während die Vergleichsgruppe ohne Komplikationen im Mittel einen positiven Gewinnbetrag aufwies. Diese Zusammenhänge waren statistisch hoch signifikant. Auch in der multivariaten Statistik zeigten sich die Komplikationen als unabhängiger Prädiktor für erhöhte Gesamtkosten.

Ein Ansatzpunkt zur Verringerung von Komplikationen und damit Verkürzung des Aufenthalts und Reduktion von Kosten ist der Zeitpunkt der operativen Versorgung. Die Literatur zeigt, dass eine zeitnahe operative Versorgung von Sprunggelenksfrakturen Komplikationen reduziert und den stationären Aufenthalt

verkürzen kann [1, 23, 26, 75, 78, 120, 133, 137, 149]. Dabei werden insbesondere Wundheilungsstörungen und Wundinfektionen genannt, welche in der vorliegenden Studie den Großteil der Komplikationen ausmachte und auch in einer anderen Arbeit über Komplikationen bei geriatrischen Sprunggelenksfrakturen bestätigt wurde [145]. Eine chinesische Arbeitsgruppe bestätigt den signifikanten Einfluss des Operationszeitpunkt auf Wundkomplikationen. Eine Operation bei Sprunggelenksfraktur zwischen 4 und 9 Tagen nach der Verletzung hatte hier das geringste Infektionsrisiko. Allerdings ist anzumerken, dass diese in der Regel nicht innerhalb von 24 Stunden operieren und die potenziellen Vorteile der sofortigen Versorgung nicht erfassen konnten [170]. Naumann et al. schreiben ebenfalls, dass eine verzögerte Therapie um bis zu 6 Tage nach dem Trauma den Behandlungserfolg nicht zu verschlechtern scheint. Insbesondere hinsichtlich postoperativer Funktionalität und Komplikationsrate gebe es keine signifikanten Unterschiede, weshalb beispielsweise bei starker Weichteilschwellung ein Abwarten des Abschwellens sinnvoll erscheint [108].

Interessant ist der Zusammenhang zwischen operativer Versorgung, verlängertem Aufenthalt und damit erhöhten Kosten. James et al. schreibt, dass eine Operation später als 24h den Aufenthalt verlängert und damit im Schnitt pro Patient erhöhte Kosten von 990 Pfund pro Patient verursacht [78]. Pietzik et al. beschreiben einen im Schnitt um 4,1 Tage verlängerten Aufenthalt von Patienten, welche erst nach 48h operiert wurden im Vergleich zur früheren Versorgung [120]. Sukeik et al. beziffern den verlängerten Aufenthalt sogar auf 4,78 Tage bei einer Operation später als 24h [149]. Bei allgemein traumatologischen Patienten konnte eine Autorengruppe eine starke Assoziation von Komplikationen mit einem exzessiv verlängerten Krankenhausaufenthalt feststellen, jeder zusätzliche Tag erhöhe die Wahrscheinlichkeit für eine Komplikation um 5% [100]. Dieser aufgezeigte Zusammenhang wirft nun die Frage auf, wie man eine früh- bzw. rechtzeitige Versorgung sicherstellen kann. Vallier et al. konnten für Frakturen des Femurs, Beckens und Acetabulums ein multidisziplinäres standardisiertes Protokoll entwickeln, welches eine frühzeitige operative Versorgung etablieren soll [157, 158]. Aufbauend darauf konnte durch die Etablierung des Protokolls die Komplikationsraten gesenkt, der Krankenhausaufenthalt verkürzt und explizit die Krankenhauskosten reduziert

werden [29]. Für Sprunggelenksfrakturen, speziell bei geriatrischen Patienten existiert diesbezüglich kein standardisiertes Vorgehen. Pflüger et al. fordern für die wachsende Anzahl älterer Patienten mit osteoporotischen Frakturen und relevanten Komorbiditäten, bei welchen die Vorgehensweise eine besondere Herausforderung darstellt, weitere Forschung und Erkenntnisse um die Versorgung zu spezifizieren [119]. Bei geriatrischen Hüftfrakturen konnte schon ausführlich gezeigt werden, dass alterstraumatologische Zentren beziehungsweise ein multidisziplinäres Vorgehen mit Geriatern und orthopädischen Chirurgen zu verbesserten kurz- und langfristigen Ergebnissen, niedrigere Mortalität, weniger Komplikationen und profitablerer Versorgung führt [53, 57, 58, 85, 86, 139]. Ein kombiniert geriatrisch-orthopädischer Ansatz wird bei Sprunggelenksfrakturen erst in jüngerer Zeit untersucht. Die Vorteile bei Hüftfrakturen scheinen aber auch für Sprunggelenksfrakturen zu gelten und die Mortalität und Kosten reduzieren [81]. Bei aber sehr begrenzter Studienlage und Uneinigkeit der Autoren sind weitere Untersuchungen in dieser Richtung erforderlich. Im Rahmen eines orhtogeriatrischen Co-Management wird einerseits die Standardisierung der Behandlung gefordert [91], andererseits werden individuelle Konzepte empfohlen [171]. Weitere wichtige zukünftige Aspekte der geriatrisch-chirurgischen Medizin sind die Verbesserung der Personalsituation und Finanzierung, um bessere Versorgungsmodelle für ältere Menschen zu etablieren [50, 153].

Nicht nur der Zeitpunkt der operativen Versorgung, sondern auch die Dauer der Operation kann ein Ansatzpunkt zur Verringerung von Kosten und Komplikationen sein. Eine amerikanisch-kanadische Forschungsgruppe hat festgestellt, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen verlängerter Operationszeit und einer Infektion an der Operationsstelle gibt und fordern im Hinblick auf Versorgungsqualität und Wirtschaftlichkeit des Gesundheitswesens eine Konzentration auf die Verkürzung der Operationsdauer [28]. Eine Studie über die operative Versorgung von distalen Radiusfrakturen kommt zu dem Ergebnis, dass eine längere Operationsdauer mit einer vermehrten Nachfrage von postoperativer medizinischer Versorgung und (Wund-)Komplikationen korreliert [141]. Weitere Autorengruppen zeigten den Zusammenhang von verlängerter Operationsdauer und dem Auftreten von Komplikationen bei Frakturen des Tibiaplateus [30] und Calcaneus [39]. Bezüglich Frakturen des

Sprunggelenks konnten Aigner et al. in einer retrospektiven Analyse zeigen, dass bei geriatrischen Sprunggelenksfrakturen die Operationsdauer der einzige unabhängige Risikofaktor für die Entwicklung von Komplikationen oder der Notwendigkeit einer Revision war. Eine andere Studie zeigte in ihrer multivariaten Analyse, dass eine Operationsdauer von länger als 90 Minuten bei Sprunggelenksfrakturen einen unabhängigen Risikofaktor für Infektionen darstellt [113]. Um den Ergebnissen der Literatur eine ökonomische Dimension zu geben, war in der multivariaten Analyse der vorliegenden Arbeit die Operationsdauer ein unabhängiger Risikofaktor für erhöhte Gesamtkosten, erhöhte Einnahmen und erhöhten wirtschaftlichen Verlust. Es zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der Gesamtkosten und Einnahmen zwischen den Patienten die kürzer und länger als 60 Minuten lang operiert wurden. Eine Verkürzung der Operationsdauer erscheint somit sowohl aus medizinischer als auch ökonomischer Perspektive sinnvoll, welche möglicherweise durch erfahrene Chirurgen erreicht werden kann. Insbesondere ein geriatrisches Patientenkollektiv erfordert spezialisierte und erfahrene Chirurgen, die die besonderen Bedürfnisse und komplexen Komorbiditäten adressieren können [123].

Einen weiteren interessanten Aspekt stellen die zwei verschiedenen Plattensysteme der Fibulafraktur dar, welche bei Patienten dieser Studie zur Anwendung kamen. In der Literatur finden sich zahlreiche Studien zu Vergleichen zwischen der winkelstabilen und Drittelrohr-Platten Osteosynthese bei Frakturen der distalen Fibula. In einer Metaanalyse aus den Niederlanden konnte hinsichtlich der Komplikationsrate oder der Anzahl von Metallentfernungen kein Unterschied festgestellt werden und es wurde kein Vorteil in der klinischen Anwendung von winkelstabilen Platten gesehen [68]. Zwei Arbeiten mit einem biomechanischen Ansatz sehen zumindest bei fehlender Trümmerfraktur und normaler Knochenstruktur ebenfalls keinen Vorteil von winkelstabilen Platten [40, 109]. Diese Studienlage ist im Kontext der vorliegenden Arbeit insofern besonders interessant, da hinsichtlich der Kosten der beiden Osteosynthesesysteme große Unterschiede bestehen. Bei 255 Patienten wurden klassische Drittelrohrplatten verwendet, bei 90 Patienten winkelstabile Platten. Die Zahlen des hausinternen Controllings zeigen, dass die winkelstabilen Platten mehr als zehn Mal so teuer (245,04€ vs. 22,46€) sind und die dazugehörigen

Schrauben etwa vier Mal (21,05€ vs. 5,05€). Das spiegelt sich in den errechneten Gesamtkosten wieder, welche bei dem Patientengut mit winkelstabiler Osteosynthese signifikant höher waren. Weitere Publikationen bestätigen diese Ergebnisse. Während hinsichtlich Komplikationen und Reoperationsraten keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, spricht eine amerikanische Autorengruppe von sechs Mal höheren Kosten der winkelstabilen Systeme [97]. Eine britische Studie konnte ebenfalls keine erhöhten Komplikationsraten feststellen und beziffert den Kostenunterschied sogar auf über 800 Pfund pro Patient [105]. Beide Arbeiten sprechen der winkelstabilen Platte aber ihre Vorteile nicht ab. Insbesondere bei instabilen Frakturen oder Osteoporose ermöglicht diese eine Erweiterung des Portfolios. Aus klinischen und ökonomischen Gesichtspunkten stellt sich allerdings insbesondere bei unkomplizierten Weber-B-Frakturen die Drittel-Rohr-Platte weiterhin als gute Option dar [2]. Eine retrospektive Fall-Kontroll-Studie von Aigner et al. an einem deutschen Universitätskrankenhaus kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass winkelstabile Platten für schwere Knöchelfrakturen bei Patienten mit relevanten Komorbiditäten eine geeignete Behandlungsoption darstellen [4]. Eine prospektive, randomisierte Studie zu der Fragestellung, ob diese bei geriatrischen Patienten überlegen sind, läuft aktuell.

In der univariaten Analyse konnte gezeigt werden, dass die Komorbiditäten der Patienten in Form vom Charlson Comorbidity Index und der ASA-Score signifikant mit erhöhten Kosten korrelieren. In einer detaillierten ökonomischen Analyse von proximalen Femurfrakturen konnten Aigner et al. ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Komorbiditäten und Kosten aufzeigen [5]. Eine vorliegende Multimorbidität und die Schwere der einzelnen Komorbiditäten wurde in der vorliegenden Arbeit in ihrer Gesamtheit mittels des CCI und ASA-Scores dargestellt. Diese Klassifikationen eignen sich sehr gut um die Morbidität eines Patienten präoperativ quantifizieren zu können. Andere Autoren bescheinigen dem ASA-Score eine sehr gute Eigenschaft als Prädiktor für Komplikationen, Wiederaufnahme und Kosten bei Frakturen des Sprunggelenks bzw. der unteren Extremität [64, 87, 102, 135]. Kay et al. zeigten, dass der ASA-Score der stärkste Prädiktor für einen verlängerten postoperativen Aufenthalt bei Sprunggelenksfrakturen ist und ein ASA-Score Anstieg um einen Punkt zu einem verlängerten Aufenthalt von 1,11 Tagen und erhöhten Kosten von 9.747$ führt

[87]. Eine andere Autorengruppe aus den USA spricht bei Sprunggelenksfrakturen sogar von einem verlängerten Aufenthalt von 3,42 Tagen und erhöhten Kosten von 15.490$ pro Punkt Anstieg des ASA-Scores [102]. Über den CCI gibt es in der Literatur einige Studien, die bestätigen, dass dieser als geeigneter Prädiktor bezüglich der Komplikationen, Wiederaufnahme und Gesamtkosten bei traumatologischen Patienten dienen kann [64, 79, 95]. Es gibt diesbezüglich keine Studie die einen gezielten Zusammenhang zu isolierten Sprunggelenksfrakturen stellt. Die präoperative Konstitution und Nebendiagnosen eines Patienten können also wegweisend für kosteneffiziente Behandlungsstrategien sein. Pearce et al. fordern, dass die Vorgehensweise bei geriatrischen Sprunggelenksfrakturen an die Komorbiditäten des Patienten angepasst werden müssen [117]. Damit erscheint es als interessant, Komorbiditäten im Vorfeld einer Operation zu identifizieren, welche die Aufenthaltsdauer des Patienten verlängern, Komplikationen wahrscheinlicher machen und die Gesamtkosten erhöhen könnten. Um künftig Kosten im Zusammenhang mit der stationären Versorgung von geriatrischen Sprunggelenksfrakturen zu reduzieren, sollten Therapien und eventuell Prävention an den individuellen Gesundheitszustand angepasst werden. Ob die Komplikationsrate analog zum Kollektiv geriatrischer Patienten mit proximalen Femurfrakturen etwa durch orthopädisch-geriatrischer Behandlungskonzepte gesenkt werden kann, muss auch aus ökonomischer Perspektive Gegenstand zukünftiger Studien sein.

Ein Aspekt, der im Rahmen von Prävention relevant erscheint, ist die Durchführung von präoperativer Diagnostik und Therapie von peripherer arterieller Verschlusskrankheit. Die Beeinträchtigung der Durchblutung der Extremitäten spielt als präoperative Komorbidität eine große Rolle bei der Entwicklung von peri- und postoperativen Komplikationen [20, 113, 143]. Nach Aigner et al. wird die pAVK bei geriatrischen Patienten mit Sprunggelenksfrakturen unterdiagnostiziert. Die Bedeutung der Perfusion sei bedeutsam für eine funktionierende Wundheilung. Die Autorengruppe konnte bei standardisierter angiologischer Diagnostik und gegebenenfalls Therapie eine signifikant reduzierte Komplikationsrate feststellen [3]. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden 104 der 345 analysierten Patienten präoperativ konsiliarisch angiologisch untersucht. Hinsichtlich der Gesamtkosten zeigten sich

signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit und ohne Konsil, allerdings nicht bei den Einnahmen oder Gewinnen. Ein angiologisches Konsil erscheint also laut der Literatur für medizinisch sinnvoll und führt zu einer niedrigeren Komplikationsrate. Aus ökonomischer Sicht verursacht die zusätzliche Diagnostik und Therapie allerdings signifikant höhere Kosten, führt aber im untersuchten Patientenkollektiv nicht zu signifikant höheren Verlusten.

Interessanterweise zeigten sich in der multivariaten Analyse, dass die Anlage eines Fixateurs externe im Vorfeld der definitiven Versorgung ein unabhängiger Prädiktor für höhere Kosten, höhere Einnahmen, aber auch höhere Gewinne. Aus medizinischer Sicht ist eine externe Fixierung bei geriatrischen Patienten eine valide Behandlungsmöglichkeit, insbesondere bei kompromittierten Weichteilverhältnissen und dislozierten oder offenen Frakturen [9, 103, 111]. Die ökonomische Dimension wurde in der Literatur bisher noch nicht ausgiebig beschrieben. Eine Autorengruppe konnte zur Nutzung von Fixateur-externe-Systemen bei Tibiaplateau-Frakturen aufzeigen, dass es große Kostenunterschiede bei der Auswahl der Komponenten geben kann [69]. Albright et al. beschrieben weiterhin, dass die externe Fixierung am meisten zu den Kosten einer Behandlung von bikondylären Tibiaplateaufrakturen beiträgt [7]. Vorschläge zur wirtschaftlichen Optimierung bestehen in der standardisierten Auswahl der Komponenten und Verringerung der Variation. Des Weiteren erscheint die Wiederverwendung der Fixateur-Komponenten als ideal um Kosten zu sparen [77], ohne dass es zu vermehrten Revisionen oder Komplikationen kommt [41]. Anhand der erhobenen Ergebnisse lässt sich zumindest ökonomisch sagen, dass eine Fixateur-externe-Anlage einen positiven Einfluss auf Gewinnbeitrag leistet. Die Patienten mit Fixateur erwirtschafteten im Mittel einen Gewinn von 847,30€, während die Patienten ohne einen durchschnittlichen Verlust von 266,18€ verursachten. In der univariaten Analyse war sowohl dieser Unterschied als auch der Unterschied in den Kosten und Einnahmen signifikant. Die wahrscheinlichste Erklärung dafür lautet, dass die DRG-Vergütung überproportional besser wird, sobald die zusätzliche externe Fixierung durchgeführt wird und diese die erhöhten Kosten überkompensieren. Es bedarf diesbezüglich aber weiterer Forschung, um die genaueren Zusammenhänge genauer zu beleuchten.

Zuletzt zeigte die multivariate Analyse, dass sowohl ein Intensivaufenthalt, als auch erhaltene Blutransfusionen unabhängige Prädiktoren für erhöhte Kosten, Einnahmen und Verluste darstellen. Auch univariat wurde gezeigt, dass Patienten auf Intensivstation oder mit erhaltener Transfusion signifikant höhere Kosten verursachten, höhere Einnahmen erzielten, aber auch deutlichere Verluste verzeichneten, als die Patienten ohne Intensivaufenthalt oder Transfusion. Zahlreiche Autoren beschreiben höhere Raten von Komplikationen und verlängerten Aufenthalten bei transfusions-bedürftigen orthopädisch-unfallchirurgischen Patienten, allerdings im Rahmen von Hüft- oder Kniegelenksersatz-Operationen [24, 37, 59, 67]. Eine britische retrospektive Studie über Bluttransfusionen bei Sprunggelenksarthroplastiken sagt ebenfalls, dass Patienten, die eine Bluttransfusion erhalten haben, einen längeren Krankenhausaufenthalt haben und durchschnittlich deutlich kostenintensiver sind und fordert die sorgfältige präoperative Beurteilung der Patienten und Berücksichtigung soziodemographischer Risikofaktoren [49]. Insgesamt unterstützen die Daten dieser Arbeit die genannten Beobachtungen, allerdings erscheinen Bluttransfusionen bei Sprunggelenksfrakturen eher selten benötigt zu werden, in dieser Studie bedurften lediglich 8 von 347 Patienten eine oder mehr Bluttransfusionen. Um diesbezüglich stärkere Aussagen treffen zu können, sind größere, möglicherweise nationale Studien nötig.

Der Einfluss eines Intensivaufenthalts auf Kosten, Einnahmen und Verlust war auf Basis der untersuchten Daten wie bereits beschrieben, signifikant. Ein Intensivaufenthalt verursacht also deutlich höhere Kosten, die höheren Einnahmen scheinen diese allerdings nicht vollständig zu kompensieren, sodass durchschnittlich hohe Verluste verzeichnet werden. Die Literatur bestätigt diese Ergebnisse. Zwei amerikanische und eine türkische Autorengruppe stellten ebenfalls fest, dass ein Intensivaufenthalt im Mittel in einem finanziellen Verlust resultiert [19, 31, 89]. Die Schaffung von zusätzlichen DRGs und damit einer angemesseneren Vergütung der Versorgung von Intensivpatienten kann eine Möglichkeit sein die Situation zu verbessern [31]. Vergleichbar mit den Bluttransfusionen, ergibt sich auch hier im Rahmen dieser Arbeit die Limitation, dass bei 19 Patienten ein Intensivaufenthalt bei Sprunggelenksfrakturen eher selten nötig scheint, sich daraus nur begrenzte Aussagekraft ableiten lässt und größer angelegte Studien nötig machen.

In der vorliegenden Arbeit konnten hinsichtlich der Gesamtkosten, Einnahmen und Gewinne signifikante Unterschiede zwischen den analysierten Kostenfaktoren ermittelt werden. Die Arbeit bietet damit einen detaillierten Einblick in die Kosten- und Einnahmenstruktur bei geriatrischen Sprunggelenksfrakturen. Die aufgetretenen Komplikationen, die Operationsdauer und die Fixateur-externe-Anlage konnten als unabhängige, signifikante Prädiktoren für erhöhte Kosten identifiziert werden. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich eine mittlere Gewinnerzielung von 50,11€ im Rahmen des stationären Aufenthalts von operierten geriatrischen Sprunggelenken, was für ein Gleichgewicht zwischen Gesamtkosten und DRG-Einnahmen spricht. Franz et al. beschreiben die Kostenerstattung im deutschen DRG-System für gewöhnliche unfallchirurgische Fälle als angemessen, was unsere Ergebnisse bestätigt [55]. In Zukunft sind zusätzliche Untersuchungen notwendig um weitere Möglichkeiten zu finden um die ermittelten Kostenfaktoren zu optimieren und andere Kostenfaktoren zu identifizieren. Erste Lösungsansätze zur Kostenreduktion haben sich bereits herauskristallisiert. Wenn es der Lokalbefund zulässt, kann eine frühzeitige operative Versorgung von Sprunggelenksfrakturen die Aufenthaltsdauer und die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen reduzieren [1, 23, 26, 75, 78, 120, 133, 137, 149]. Die ganzheitlich geriatrisch-orthopädische Behandlung [81, 91, 171] und eine Verkürzung der Operationsdauer [28, 113, 141] sind weitere Verbesserungsansätze.

5.2 Methodische Stärken und Limitationen

Eine Stärke der Studie ist die strenge Fokussierung auf geriatrische Patienten mit einem Alter von mehr als 65 Jahren. Dies erlaubt eine detaillierte Betrachtung der speziellen Vorrausetzungen von älteren Patienten, ohne dass jüngere Patienten durch geringere Morbidität und bessere Konstitution die Daten verändern. Viele Studien über Kostenaufstellungen bei Sprunggelenken beziehen alle Altersgruppen mit ein [22, 74] oder konzentrieren sich explizit auf jüngere Patienten [107].

Die Fallzahl dieser Studie ist insbesondere im Kontext der fokussierten Betrachtung von ausschließlich geriatrischen Patienten sehr groß und stellt damit

eine zentrale Stärke dar. Als Erweiterung dieser Arbeit bietet sich in Zukunft eine multizentrische Analyse mit einem noch größeren Patientenkollektiv an, um die Vergleichbarkeit zu verbessern und mögliche geographische Unterschiede festzustellen.

Ein weiterer Vorteil dieser Arbeit ist die sehr genaue Erhebung der tatsächlich angefallenen Kosten und der DRG-Erlöse auf Patientenebene und erlauben damit eine detaillierte Berechnung des Gewinnes. Im Vergleich wurde in der Literatur in einer Vielzahl gefundenen Studien für die Kosten einzig die abgerechneten Beträge der Versicherungen bzw. Finanzbuchhaltung herangezogen und damit den Erlösen gleichgesetzt [29, 78, 82, 99, 107, 115, 120, 159, 160].

Die physiotherapeutischen Leistungen wie abgebrochene Behandlungen und unvermeidbare Pflegemaßnahmen sowie die tatsächliche Kontaktzeit zwischen Arzt und Patient konnte nicht genau erhoben werden, wurde extrapoliert und abschließend mit einer Pauschale berechnet. Die gegebenen Medikamente konnten ebenfalls nur näherungsweise retrospektiv aus dem jährlichen Einkauf ermittelt werden. Nur bei 329 von 345 konnte der ASA-Score erhoben werden.

Eine wichtige Einschränkung im Rahmen der Analyse der Kosten von Sprunggelenksfrakturen ist, dass nur die akuten Kosten während des stationären Aufenthalts erhoben wurden. Zum Gesamtbild zählt natürlich noch die Aufwendungen im Anschluss an die Behandlung wie ambulante Physiotherapie und Arztbesuche, sowie eventuelle Rehabilitationsaufenthalte. De Boer et al. haben diesbezüglich gezeigt, dass insbesondere in älteren Patientengruppen die Kosten für Rehabilitation und hausärztliche Nachbetreuung bei Sprunggelenksfrakturen die Kosten für den stationären Aufenthalt übertreffen können [22]. Andere Autoren beziehen deshalb die ersten drei [160], respektive sechs [107] postoperativen Monate in ihre Kostenkalkulation mit ein.

5.3 Ausblick

Aufgrund des demografischen Wandels und des zunehmenden Aktivitätsniveaus älterer Menschen wird die Häufigkeit von Sprunggelenksfrakturen innerhalb geriatrischer Bevölkerungsgruppen voraussichtlich zunehmen [33, 83, 146, 154]. Bei zunehmender Ökonomisierung des deutschen Gesundheitssystems und Kostendrucks gewinnt die ökonomische Dimension in Zukunft wesentlich an Bedeutung.

Aktuell finden sich in der Literatur einige ökonomische Studien zu Patienten mit Sprunggelenksfrakturen [78, 120]. Dabei wurden beispielsweise ambulante und stationäre Vorgehensweisen verglichen, verschiedene Zeitpunkte der operativen Versorgung untersucht oder epidemiologische Zusammenhänge analysiert. Unter den genannten Studien gibt es wenige europäische und keine einzige deutsche Studie. Weiterhin wurde kein einheitlich geriatrisches Patientenkollektiv untersucht. Nicht zuletzt wurden für die jeweiligen Kosten und Kostenfaktoren, die Zahlungen beziehungsweise Erlöse der Versicherungsträger herangezogen. Keine Studie hat bisher die individuell auf Patientenebene anfallenden Kosten des stationären Aufenthalts bei operativ versorgten geriatrischen Sprunggelenksfrakturen detailliert erhoben und dabei gleichzeitig eine Antwort auf die Gewinn- und Verlustsituation gegeben.

In der vorliegenden Studie stellten die Kosten für die Operationen und der stationäre Aufenthalt auf Normalstation die Hauptanteile der Gesamtkosten dar. Die Faktoren, welche die Kosten bei allen Patienten am stärksten beeinflussten waren Komplikationen und die Operationsdauer. Das bedeutet, dass in Zukunft bei Versorgung von geriatrischen Sprunggelenksfrakturen eine Prävention von Komplikationen und eine Reduzierung der Operationsdauer effiziente Möglichkeiten darstellen könnten, Kosten zu reduzieren.

Die vorliegende Arbeit bietet eine sehr detaillierte Kostenanalyse der operativen Versorgung von geriatrischen Sprunggelenksfrakturen. Sie bietet durch den Einblick in die individuelle Kosten-, als auch die entsprechende Erlössituation auf Patientenebene Informationen über die ökonomische Dimension mit Gewinn und Verlust.

Um zusätzliche Kostenfaktoren oder ökonomisch kritische Bereiche zu erfassen sollten in Zukunft weitere Studien durchgeführt werden. Dabei bieten sich vor allem multizentrische Studien an, welche auf nationaler Ebene verglichen werden

sollten, da sich die Kosten für Gesundheit selbst innerhalb Europas stark unterscheiden können [129].

Verschiedene Studien beziehen den postoperativen Zeitraum in ihre Kostenkalkulation mit ein, während sich in dieser Studie auf die akut stationären Kosten konzentriert worden ist. In zukünftigen Studien, sollte man diese zusätzliche Dimension aufgrund des großen Beitrags an den Gesamtkosten der Versorgung in die Bewertung miteinbeziehen [22, 99].

In der demographisch bedingten, älter werdenden Gesellschaft in Deutschland werden ökonomische Fragestellungen in Zukunft immer relevanter. Während die Krankenversicherungsbeiträge weniger werden, wird medizinische Versorgung vermehrt nachgefragt werden. Høiness et al. schreiben dass die Gesundheitsdienstleister den Spagat zwischen Effizienz und Produktivität sowie gleichzeitiger qualitativer und sicherer Patientenversorgung schaffen müssen [74].

Dafür bedarf es insbesondere mehr detaillierte Informationen über die Gesamtkosten und Erlössituation sowie kostentreibende Faktoren verschiedener Versorgungsbereiche. Diese Studie betont die Wichtigkeit von weiteren Untersuchungen hinsichtlich dieser sozioökonomischen Aspekte von medizinischer Versorgung und der Notwendigkeit von kosteneffektiven Strategien in der Zukunft.

6 Zusammenfassung

Frakturen des oberen Sprunggelenks bei geriatrischen Patienten werden im Hinblick auf eine alternde Gesellschaft in Zukunft zunehmen. In einem unter starken Kostendruck stehenden Gesundheitssystem wird die ökonomische Dimension medizinischer Behandlungen immer wichtiger. Die vorliegende Studie stellt eine detaillierte Analyse der Kosten der operativen Versorgung und des stationären Aufenthalts dar. Die Faktoren, welche untersucht wurden, sind Alter, Geschlecht, Komorbiditäten, Aufenthaltsdauer, Operationsdauer und Komplikationen. Insgesamt wurde eine retrospektive Untersuchung von 345 Patienten über einen Zeitraum von 14 Jahren durchgeführt. Im Mittelpunkt des Interesses stand der Einfluss der Faktoren auf die verursachten Gesamtkosten, die Erlöse sowie der Gewinn bzw. Verlust auf individueller Patientenebene. Der Großteil der Kosten entstand durch die operative Versorgung (23,09%) und den Aufenthalt auf Normalstation (53,71%). Als unabhängige Prädiktoren für die Gesamtkosten zeigten sich das Alter, auftretende Komplikationen, eine Fixateur-externe-Anlage, ein Intensivaufenthalt, Transfusion und eine verlängerte OP-Dauer. Für höhere Erlöse konnten ebenfalls die Fixateur-externe-Anlage, Transfusion und eine verlängerte OP-Dauer als Prädiktoren identifiziert werden. Für die Gewinn- und Verlustsituation wurde die Fixateur-externe-Anlage als Prädiktor für Gewinne und ein Intensivaufenthalt, Transfusion und verlängerte OP-Dauer für Verluste beobachtet werden. In der Literatur findet sich keine vergleichbar detaillierte Kostenanalyse zu Sprunggelenkfrakturen, insbesondere keine mit einem rein geriatrischen Patientenkollektiv. Im Mittel konnte pro Patient ein Gewinn von 50,11€ erzielt werden. Die Ökonomisierung der Medizin mit der Notwendigkeit einer effizienten Ressourcenallokation wird zukünftig dafür sorgen, dass wirtschaftliche Aspekte zunehmend an Interesse gewinnen. In Verbindung mit der sich verändernden Demographie wird die geriatrische Traumatologie besonders davon betroffen sein. Da sich Komplikationen in Verbindung mit der zunehmenden Morbidität der Patienten in dieser Arbeit als signifikanter Risikofaktor für verlängerten Aufenthalt und Kostenzunahme herausgestellt hat, könnte ein standardisierter orthopädisch-geriatrischer Versorgungsansatz bei Patienten mit Sprunggelenksfrakturen eine geeignete Verbesserungsstrategie darstellen.

7 Englische Zusammenfassung (Summary)

Fractures of the upper ankle joint in geriatric patients will increase in the future in consideration of an aging society. In a health care system under strong cost pressure, the economic dimension of medical treatments becomes more and more important. The present study presents a detailed analysis of the costs of surgical care and inpatient stay. The factors that were investigated were age, gender, comorbidities, length of stay and complications (ANGIO; OP DAUER). A total of 345 patients were retrospectively studied over a 14-year period. The focus of interest was the impact of factors on total costs incurred, revenue, and profit or loss at the individual patient level. The majority of costs were due to surgery (23.09%) and stay in normal ward (53.71%). Independent predictors of total costs were age, complications, external fixator, intensive care unit stay, transfusion, and prolonged duration of surgery. External fixator, transfusion, and prolonged duration of surgery were also identified as predictors of higher revenues. For the profit and loss situation, the external fixator was observed as a predictor for profits, and an intensive care stay, transfusion, and prolonged surgery duration for losses. No comparably detailed cost analysis on ankle fractures can be found in the literature, especially none with a purely geriatric patient population. On average, a profit of 50.11€ could be achieved per patient. The economization of medicine with the need for an efficient allocation of resources will ensure that economic aspects will gain increasing interest in the future. In conjunction with changing demographics, geriatric traumatology will be particularly affected. Since complications associated with increasing patient morbidity have been shown in this work to be a significant risk factor for prolonged stay and cost increase, a standardized orthopedic geriatric care approach for patients with ankle fractures may represent a suitable improvement strategy.

8 Quellenverzeichnis

[1] Adamson, S., Trickett, R. W., Hodgson, P. D., and Mohanty, K. 2009. Ankle fractures: Impact of timing of surgery. *Injury Extra* 40, 224.

[2] Ahn, J. H., Cho, S. H., Jeong, M., and Kim, Y.-C. 2021. One-Third Tubular Plate Remains a Clinically Good Option in Danis-Weber Type B Distal Fibular Fracture Fixation. *Orthopaedic surgery* 13, 8, 2301–2309.

[3] Aigner, R., Lechler, P., Boese, C. K., Bockmann, B., Ruchholtz, S., and Frink, M. 2018. Standardised pre-operative diagnostics and treatment of peripheral arterial disease reduce wound complications in geriatric ankle fractures. *International orthopaedics* 42, 2, 395–400.

[4] Aigner, R., Lechler, P., Boese, C. K., Ruchholtz, S., and Frink, M. 2019. Operative treatment of geriatric ankle fractures with conventional or locking plates. A retrospective case-control study. *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons* 25, 6, 766–770.

[5] Aigner, R., Meier Fedeler, T., Eschbach, D., Hack, J., Bliemel, C., Ruchholtz, S., and Bücking, B. 2016. Patient factors associated with increased acute care costs of hip fractures: a detailed analysis of 402 patients. *Archives of osteoporosis* 11, 1, 38.

[6] Aigner, R., Salomia, C., Lechler, P., Pahl, R., and Frink, M. 2017. Relationship of Prolonged Operative Time and Comorbidities With Complications After Geriatric Ankle Fractures. *Foot & ankle international* 38, 1, 41–48.

[7] Albright, P., Only, A., Parikh, H. R., McCreary, D. L., Hayek, K., Siljander, B., Kibble, K., and Cunningham, B. P. 2022. External Fixation Characteristics Drive Cost of Care for High-Energy Tibial Plateau Fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 36, 4, 189–194.

[8] American Society of Anesthesiologists. *ASA Physical Status Classification System*. https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system.

[9] Andruszkow, H., Pfeifer, R., Horst, K., Hildebrand, F., and Pape, H.-C. 2015. External fixation in the elderly. *Injury* 46, S7-S12.

[10] Aprato, A., Joeris, A., Tosto, F., Kalampoki, V., Stucchi, A., and Massè, A. 2016. Direct and indirect costs of surgically treated pelvic fractures. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 136, 3, 325–330.

[11] Arbeitskreis Traumarehabilitation - Sektion Physikalische Therapie und Rehabilitation der DGOU. 2020. *Nachbehandlungsempfehlungen*.

[12] Aumüller, G., Aust, G., Engele, J., and Kirsch, J. 2020. *Anatomie*, Stuttgart.

[13] Bachmann, L. M., Kolb, E., Koller, M. T., Steurer, J., and Riet, G. ter. 2003. Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *BMJ (Clinical research ed.)* 326, 7386, 417.

[14] Bail, K., Draper, B., Berry, H., Karmel, R., and Goss, J. 2018. Predicting excess cost for older inpatients with clinical complexity: A retrospective cohort study examining cognition, comorbidities and complications. *PLOS ONE* 13, 2, e0193319.

[15] Bariteau, J. T., Hsu, R. Y., Mor, V., Lee, Y., DiGiovanni, C. W., and Hayda, R. 2015. Operative versus nonoperative treatment of geriatric ankle fractures: a Medicare Part A claims database analysis. *Foot & ankle international* 36, 6, 648–655.

[16] Bartkowski, R. 2012. Length of hospital stay due to DRG reimbursement. *Therapeutische Umschau. Revue therapeutique* 69, 1, 15–21.

[17] Bartoníček, J. 2003. Anatomy of the tibiofibular syndesmosis and its clinical relevance. *Surgical and Radiologic Anatomy* 25, 5, 379–386.
[18] Baumann, A. 2021. Konservative Therapie bei Frakturen des oberen Sprunggelenks. *Der Unfallchirurg* 124, 3, 175–180.
[19] Bekes, C., Fleming, S., and Scott, W. E. 1988. Reimbursement for intensive care services under diagnosis-related groups. *Critical care medicine* 16, 5, 478–481.
[20] Belmont, P. J., JR, Davey, S., Rensing, N., Bader, J. O., Waterman, B. R., and Orr, J. D. 2015. Patient-Based and Surgical Risk Factors for 30-Day Postoperative Complications and Mortality After Ankle Fracture Fixation. *Journal of orthopaedic trauma* 29, 12, e476-82.
[21] Boack, D.-H. 2004. Fraktur des oberen Sprunggelenks. *Trauma und Berufskrankheit* 6, 4, S396-S407.
[22] Boer, A. S. de, Schepers, T., Panneman, M. J. M., van Beeck, E. F., and Van Lieshout, Esther M M. 2014. Health care consumption and costs due to foot and ankle injuries in the Netherlands, 1986-2010. *BMC musculoskeletal disorders* 15, 128.
[23] Breederveld, R. S., van Straaten, J., Patka, P., and van Mourik, J. C. 1988. Immediate or delayed operative treatment of fractures of the ankle. *Injury* 19, 6, 436–438.
[24] Browne, J. A., Adib, F., Brown, T. E., and Novicoff, W. M. 2013. Transfusion rates are increasing following total hip arthroplasty: risk factors and outcomes. *The Journal of arthroplasty* 28, 8 Suppl, 34–37.
[25] Burns, W. C. 2., Prakash, K., Adelaar, R., Beaudoin, A., and Krause, W. 1993. Tibiotalar joint dynamics: indications for the syndesmotic screw--a cadaver study. *Foot & Ankle* 14, 3, 153–158.
[26] Carragee, E. J., Csongradi, J. J., and Bleck, E. E. 1991. Early complications in the operative treatment of ankle fractures. Influence of delay before operation. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 73, 1, 79–82.
[27] Charlson, M. E., Pompei, P., Ales, K. L., and MacKenzie, C. R. 1987. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of chronic diseases* 40, 5, 373–383.
[28] Cheng, H., Chen, B. P.-H., Soleas, I. M., Ferko, N. C., Cameron, C. G., and Hinoul, P. 2017. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. *Surgical infections* 18, 6, 722–735.
[29] Childs, B. R. and Vallier, H. A. 2014. Cost savings associated with a multidisciplinary protocol that expedites definitive fracture care. *American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)* 43, 7, 309–315.
[30] Colman, M., Wright, A., Gruen, G., Siska, P., Pape, H.-C., and Tarkin, I. 2013. Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures. *Injury* 44, 2, 249–252.
[31] Cooper, L. M. and Linde-Zwirble, W. T. 2004. Medicare intensive care unit use: analysis of incidence, cost, and payment. *Critical care medicine* 32, 11, 2247–2253.
[32] Cotton, F. J. 1910. *Dislocations and Joint-fractures*. W.B. Saunders.
[33] Court-Brown, C. M. and Caesar, B. 2006. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 37, 8, 691–697.
[34] Court-Brown, C. M., McBirnie, J., and Wilson, G. 1998. Adult ankle fractures--an increasing problem? *Acta orthopaedica Scandinavica* 69, 1, 43–47.
[35] Curtis, K., Lam, M., Mitchell, R., Dickson, C., and McDonnell, K. 2014. Major trauma: the unseen financial burden to trauma centres, a descriptive multicentre

analysis. *Australian health review : a publication of the Australian Hospital Association* 38, 1, 30–37.
[36] Danis, R. Les fractures malleolaires. In *Theorie et pratique de l'Osteosynthese*, 133–165.
[37] Danninger, T., Rasul, R., Poeran, J., Stundner, O., Mazumdar, M., Fleischut, P. M., Poultsides, L., and Memtsoudis, S. G. 2014. Blood transfusions in total hip and knee arthroplasty: an analysis of outcomes. *TheScientificWorldJournal* 2014, 623460.
[38] Dietrich, A., Lill, H., Engel, T., Schönfelder, M., and Josten, C. 2002. Conservative functional treatment of ankle fractures. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 122, 3, 165–168.
[39] Ding, L., He, Z., Xiao, H., Chai, L., and Xue, F. 2013. Risk factors for postoperative wound complications of calcaneal fractures following plate fixation. *Foot & ankle international* 34, 9, 1238–1244.
[40] Dingemans, S. A., Lodeizen, O. A. P., Goslings, J. C., and Schepers, T. 2016. Reinforced fixation of distal fibula fractures in elderly patients; A meta-analysis of biomechanical studies. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)* 36, 14–20.
[41] Dirschl, D. R. and Smith, I. J. 1998. Reuse of external skeletal fixator components: effects on costs and complications. *The Journal of trauma* 44, 5, 855–858.
[42] Donken, Christian C M A, Al-Khateeb, H., Verhofstad, M. H. J., and van Laarhoven, Cornelis J H M. 2012. Surgical versus conservative interventions for treating ankle fractures in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*, 8, CD008470.
[43] Ebraheim, N. A., Lu, J., Yang, H., Mekhail, A. O., and Yeasting, R. A. 1997. Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmotic diastasis: a cadaver study. *Foot & ankle international* 18, 11, 693–698.
[44] Ebraheim, N. A., Taser, F., Shafiq, Q., and Yeasting, R. A. 2006. Anatomical evaluation and clinical importance of the tibiofibular syndesmosis ligaments. *Surgical and Radiologic Anatomy* 28, 2, 142–149.
[45] Egol, K. A., Tejwani, N. C., Walsh, M. G., Capla, E. L., and Koval, K. J. 2006. Predictors of short-term functional outcome following ankle fracture surgery. *JBJS* 88, 5, 974–979.
[46] Ellis, H. 2012. Percival Pott; Pott's fracture, Pott's disease of the spine, Pott's paraplegia. *Journal of perioperative practice* 22, 11, 366–367.
[47] Elsoe, R., Ostgaard, S. E., and Larsen, P. 2018. Population-based epidemiology of 9767 ankle fractures. *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons* 24, 1, 34–39.
[48] Ewerbeck, V., Ed. 2007. *Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie*. *12 Tabellen*. Thieme, Stuttgart.
[49] Ewing, M. A., Huntley, S. R., Baker, D. K., Smith, K. S., Hudson, P. W., McGwin, G., Ponce, B. A., and Johnson, M. D. 2018. Blood Transfusion During Total Ankle Arthroplasty Is Associated With Increased In-Hospital Complications and Costs. *Foot & Ankle Specialist* 12, 2, 115–121.
[50] Fagard, K., Deschodt, M., Geyskens, L., Willems, S., Boland, B., Wolthuis, A., and Flamaing, J. 2023. Geriatric care for surgical patients: results and reflections from a cross-sectional survey in acute Belgian hospitals. *European geriatric medicine*, 1–11.
[51] Fakhry, S. M., Couillard, D., Liddy, C. T., Adams, D., and Norcross, E. D. 2010. Trauma center finances and length of stay: identifying a profitability inflection point. *Journal of the American College of Surgeons* 210, 5, 817-21, 821-3.

[52] Faller, A. and Schünke, G. 2020. *Der Körper des Menschen : Einführung in Bau und Funktion*, Stuttgart.
[53] Fisher, A. A., Davis, M. W., Rubenach, S. E., Sivakumaran, S., Smith, P. N., and Budge, M. M. 2006. Outcomes for older patients with hip fractures: the impact of orthopedic and geriatric medicine cocare. *Journal of orthopaedic trauma* 20, 3, 172-8; discussion 179-80.
[54] Frank, M., Bauwens, K., and Ekkernkamp, A. 2009. Frakturen des oberen Sprunggelenkes. *Der Orthopäde* 38, 10, 981.
[55] Franz, D., Schemmann, F., Roeder, N., Siebert, H., and Mahlke, L. 2011. Financing of inpatient orthopaedics and trauma surgery in the 2011 G-DRG System. *Der Unfallchirurg* 114, 9, 829–836.
[56] Frick, H. 1978. The isolated tear of the tibio-fibular syndesmosis-mechanism, clinical observations, diagnosis and therapy (author's transl). *Unfallheilkunde* 81, 8, 542–545.
[57] Friedman, S. M., Mendelson, D. A., Bingham, K. W., and Kates, S. L. 2009. Impact of a comanaged Geriatric Fracture Center on short-term hip fracture outcomes. *Archives of internal medicine* 169, 18, 1712–1717.
[58] Friedman, S. M., Mendelson, D. A., Kates, S. L., and McCann, R. M. 2008. Geriatric co-management of proximal femur fractures: total quality management and protocol-driven care result in better outcomes for a frail patient population. *Journal of the American Geriatrics Society* 56, 7, 1349–1356.
[59] Frisch, N. B., Wessell, N. M., Charters, M. A., Yu, S., Jeffries, J. J., and Silverton, C. D. 2014. Predictors and complications of blood transfusion in total hip and knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty* 29, 9 Suppl, 189–192.
[60] Gibson, P. D., Ippolito, J. A., Hwang, J. S., Didesch, J., Koury, K. L., Reilly, M. C., Adams, M., and Sirkin, M. 2019. Physiologic widening of the medial clear space: What's normal? *Journal of clinical orthopaedics and trauma* 10, Suppl 1, S62-S64.
[61] Goost, H., Wimmer, M. D., Barg, A., Kabir, K., Valderrabano, V., and Burger, C. 2014. Fractures of the ankle joint: investigation and treatment options. *Deutsches Arzteblatt international* 111, 21, 377–388.
[62] Grifka, J. 2021. *Orthopädie Unfallchirurgie*, Berlin, Heidelberg.
[63] Gutsfeld, P. and Bühren, V. 2011. Rupturen der tibiofibularen Syndesmose. *Trauma und Berufskrankheit* 13, 3, 166–174.
[64] Hageman, Michiel G J S, Bossen, J. K. J., Smith, R. M., and Ring, D. 2014. Predictors of readmission in orthopaedic trauma surgery. *Journal of orthopaedic trauma* 28, 10, e247-9.
[65] Hamel, J. and Zwipp, H., Eds. 2016. *Sprunggelenk und Rückfuß*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
[66] Harper, M. C. and Keller, T. S. 1989. A Radiographic Evaluation of the Tibiofibular Syndesmosis. *Foot & Ankle* 10, 3, 156–160.
[67] Hart, A., Khalil, J. A., Carli, A., Huk, O., Zukor, D., and Antoniou, J. 2014. Blood transfusion in primary total hip and knee arthroplasty. Incidence, risk factors, and thirty-day complication rates. *JBJS* 96, 23, 1945–1951.
[68] Hasami, N. A., Smeeing, D. P. J., Pull Ter Gunne, Albert Frederik, Edwards, M. J. R., and Nelen, S. D. 2022. Operative Fixation of Lateral Malleolus Fractures With Locking Plates vs Nonlocking Plates: A Systematic Review and Meta-analysis. *Foot & ankle international* 43, 2, 280–290.
[69] Hayek, K. R., Parikh, H. R., McCreary, D. L., Westberg, J. R., Mirick, G., Baynard, T., Schmidt, A. H., and Cunningham, B. P. 2019. Cost Variation in

Temporizing External Fixation of Tibial Plateau Fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 33 Suppl 7, S5-S10.
[70] Heim, D. 2013. Der posteriore Malleolus bzw. das Volkmann-Dreieck. *Der Unfallchirurg* 116, 9, 781–788.
[71] Heim, U. 1982. Indications and technic for the stabilization of the posterior Volkmann's triangle in malleolar fractures. *Unfallheilkunde* 85, 9, 388–394.
[72] Hellriegel, M. *Landesbasisfallwerte 2011*. https://www.vdek.com/vertragspartner/Krankenhaeuser/landesbasisfallwerte.html.
[73] Hiess, M., Ponholzer, A., Lamche, M., Schramek, P., and Seitz, C. 2014. Die Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo am Beispiel der radikalen Prostatektomie. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 164, 15, 297–301.
[74] Høiness, P., Engebretsen, L., and Strømsøe, K. 2002. Cost of Surgical Treatment of Closed Ankle Fractures. *European Journal of Trauma* 28, 4, 258–262.
[75] Høiness, P. and Strømsøe, K. 2000. The influence of the timing of surgery on soft tissue complications and hospital stay. A review of 84 closed ankle fractures. *Ann Chir Gynaecol* 89, 1, 6–9.
[76] Hopkinson, W. J., St. Pierre, P., Ryan, J. B., and Wheeler, J. H. 1990. Syndesmosis Sprains of the Ankle. *Foot & Ankle* 10, 6, 325–330.
[77] Horwitz, D. S., Schabel, K. L. S., and Higgins, T. F. 2007. The economic impact of reprocessing external fixation components. *JBJS* 89, 10, 2132–2136.
[78] James, L. A., Sookhan, N., and Subar, D. 2001. Timing of operative intervention in the management of acutely fractured ankles and the cost implications. *Injury* 32, 6, 469–472.
[79] Johnson, D. J., Greenberg, S. E., Sathiyakumar, V., Thakore, R., Ehrenfeld, J. M., Obremskey, W. T., and Sethi, M. K. 2015. Relationship between the Charlson Comorbidity Index and cost of treating hip fractures: implications for bundled payment. *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology* 16, 3, 209–213.
[80] Juto, H., Nilsson, H., and Morberg, P. 2018. Epidemiology of Adult Ankle Fractures: 1756 cases identified in Norrbotten County during 2009-2013 and classified according to AO/OTA. *BMC musculoskeletal disorders* 19, 1, 441.
[81] Kadakia, R. J., Ahearn, B. M., Schwartz, A. M., Tenenbaum, S., and Bariteau, J. T. 2017. Ankle fractures in the elderly: risks and management challenges. *Orthopedic research and reviews* 9, 45–50.
[82] Kadakia, R. J., Ahearn, B. M., Tenenbaum, S., and Bariteau, J. T. 2017. Costs Associated With Geriatric Ankle Fractures:Operative Versus Nonoperative Management. *Foot & Ankle Specialist* 10, 1, 26–30.
[83] Kannus, P., Palvanen, M., Niemi, S., Parkkari, J., and Järvinen, M. 2002. Increasing number and incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics during 1970-2000 and projections for the future. *Bone* 31, 3, 430–433.
[84] Kannus, P., Palvanen, M., Niemi, S., Parkkari, J., and Järvinen, M. 2008. Stabilizing incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people Finnish statistics in 1970-2006 and prediction for the future. *Bone* 43, 2, 340–342.
[85] Kates, S. L. 2016. Geriatric fracture centers. Improved patient care and economic benefits. *Der Unfallchirurg* 119, 1, 18–21.
[86] Kates, S. L., Mendelson, D. A., and Friedman, S. M. 2011. The value of an organized fracture program for the elderly: early results. *Journal of orthopaedic trauma* 25, 4, 233–237.
[87] Kay, H. F., Sathiyakumar, V., Yoneda, Z. T., Lee, Y. M., Jahangir, A. A., Ehrenfeld, J. M., Obremskey, W. T., Apfeld, J. C., and Sethi, M. K. 2014. The

effects of American Society of Anesthesiologists physical status on length of stay and inpatient cost in the surgical treatment of isolated orthopaedic fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 28, 7, e153-9.

[88] Kaye, R. A. 1989. Stabilization of ankle syndesmosis injuries with a syndesmosis screw. *Foot & Ankle* 9, 6, 290–293.

[89] Kılıç, M., Yüzkat, N., Soyalp, C., and Gülhaş, N. 2019. Cost Analysis on Intensive Care Unit Costs Based on the Length of Stay. *Turkish journal of anaesthesiology and reanimation* 47, 2, 142–145.

[90] Klauber, J., Ed. 2008. *Krankenhausvergütung - Ende der Konvergenzphase? Mit Onlinezugang*. Krankenhaus-Report 2007. Schattauer, Stuttgart.

[91] Klos, K., Simons, P., Mückley, T., Karich, B., Randt, T., and Knobe, M. 2017. Fractures of the ankle joint in elderly patients. *Der Unfallchirurg* 120, 11, 979–992.

[92] LAUGE-HANSEN, N. 1950. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Archives of surgery (Chicago, Ill. : 1920)* 60, 5, 957–985.

[93] Lauterbach, K. 2000. Auswirkungen von DRGs auf die Krankenhausfinanzierung. *Der Internist* 41, 6, M134-M140.

[94] Lawrence, T. M., White, C. T., Wenn, R., and Moran, C. G. 2005. The current hospital costs of treating hip fractures. *Injury* 36, 1, 88-91; discussion 92.

[95] Leal, J., Gray, A. M., Prieto-Alhambra, D., Arden, N. K., Cooper, C., Javaid, M. K., and Judge, A. 2016. Impact of hip fracture on hospital care costs: a population-based study. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 27, 2, 549–558.

[96] Lehnert, M. and Marzi, I. 2017. Kapitel 11 - Oberes Sprunggelenk. In *Spezielle Unfallchirurgie*, I. Marzi and T. Pohlemann, Eds. Urban & Fischer, Munich, 403–413. DOI=10.1016/B978-3-437-23226-8.00011-8.

[97] Lyle, S. A., Malik, C., and Oddy, M. J. 2018. Comparison of Locking Versus Nonlocking Plates for Distal Fibula Fractures. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* 57, 4, 664–667.

[98] Lynde, M. J., Sautter, T., Hamilton, G. A., and Schuberth, J. M. 2012. Complications after open reduction and internal fixation of ankle fractures in the elderly. *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons* 18, 2, 103–107.

[99] Malik, A. T., Quatman, C. E., Ly, T. V., Phieffer, L. S., and Khan, S. N. 2020. Refining Risk-Adjustment of 90-Day Costs Following Surgical Fixation of Ankle Fractures: An Analysis of Medicare Beneficiaries. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* 59, 1, 5–8.

[100] Mathew, P. J., Jehan, F., Kulvatunyou, N., Khan, M., O'Keeffe, T., Tang, A., Gries, L., Hamidi, M., Zakaria, E.-R., and Joseph, B. 2018. The burden of excess length of stay in trauma patients. *American journal of surgery* 216, 5, 881–885.

[101] McBryde, A., Chiasson, B., Wilhelm, A., Donovan, F., Ray, T., and Bacilla, P. 1997. Syndesmotic Screw Placement: A Biomechanical Analysis. *Foot & ankle international* 18, 5, 262–266.

[102] McDonald, M. R., Sathiyakumar, V., Apfeld, J. C., Hooe, B., Ehrenfeld, J., Obremskey, W. T., and Sethi, M. K. 2014. Predictive factors of hospital length of stay in patients with operatively treated ankle fractures. *Journal of orthopaedics*

and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology 15, 4, 255–258.
[103] McKean, J., Cuellar, D. O., Hak, D., and Mauffrey, C. 2013. Osteoporotic ankle fractures: an approach to operative management. *Orthopedics* 36, 12, 936–940.
[104] Michelson, J. D. 1995. Fractures about the ankle. *JBJS* 77, 1.
[105] Moss, L. K., Kim-Orden, M. H., Ravinsky, R., Hoshino, C. M., Zinar, D. M., and Gold, S. M. 2017. Implant Failure Rates and Cost Analysis of Contoured Locking Versus Conventional Plate Fixation of Distal Fibula Fractures. *Orthopedics* 40, 6, e1024-e1029.
[106] Müller, M. E., Koch, P., Nazarian, S., and Schatzker, J. 1990. *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
[107] Murray, A. M., McDonald, S. E., Archbold, P., and Crealey, G. E. 2011. Cost description of inpatient treatment for ankle fracture. *Injury* 42, 11, 1226–1229.
[108] Naumann, M. G., Sigurdsen, U., Utvåg, S. E., and Stavem, K. 2017. Associations of timing of surgery with postoperative length of stay, complications, and functional outcomes 3-6 years after operative fixation of closed ankle fractures. *Injury* 48, 7, 1662–1669.
[109] Nguyentat, A., Camisa, W., Patel, S., and Lagaay, P. 2016. A Biomechanical Comparison of Locking Versus Conventional Plate Fixation for Distal Fibula Fractures in Trimalleolar Ankle Injuries. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* 55, 1, 132–135.
[110] Niethard, F. U., Pfeil, J., and Biberthaler, P., Eds. 2022. *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. Georg Thieme Verlag KG.
[111] Olsen, J. R., Hunter, J., and Baumhauer, J. F. 2013. Osteoporotic Ankle Fractures. *Orthopedic Clinics of North America* 44, 2, 225–241.
[112] Onkopedia. *Charlson Komorbiditäts-Index*. https://www.onkopedia.com/de/wissensdatenbank/wissensdatenbank/geriatrische-onkologie/CharlsonKomorbidittsindex.pdf. Accessed 17 March 2023.
[113] Ovaska, M. T., Mäkinen, T. J., Madanat, R., Huotari, K., Vahlberg, T., Hirvensalo, E., and Lindahl, J. 2013. Risk factors for deep surgical site infection following operative treatment of ankle fractures. *JBJS* 95, 4, 348–353.
[114] Özokyay, L., Muhr, G., and Kutscha-Lissberg, F. 2004. Anerkannte Indikationen zur konservativen Frakturbehandlung. *Trauma und Berufskrankheit* 6, 1, S76-S78.
[115] Pasic, N., Akindolire, J., Churchill, L., Ndoja, S., Del Balso, C., Lawendy, A.-R., Lanting, B., and Degen, R. M. 2022. Cost and safety of inpatient versus outpatient open reduction internal fixation of isolated ankle fractures. *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie* 65, 2, E259-E263.
[116] Paulsen, F. and Waschke, J., Eds. 2022. *Allgemeine Anatomie und Bewegungsapparat*. Sobotta Band 1. Elsevier, München.
[117] Pearce, O., Al-Hourani, K., and Kelly, M. 2020 Dec. *Ankle fractures in the elderly: Current concepts*, Netherlands. DOI=10.1016/j.injury.2020.10.093.
[118] Peter, R. E., Harrington, R. M., Henley, M. B., and Tencer, A. F. 1994. Biomechanical effects of internal fixation of the distal tibiofibular syndesmotic joint: comparison of two fixation techniques. *Journal of orthopaedic trauma* 8, 3, 215–219.
[119] Pflüger, P., Braun, K.-F., Mair, O., Kirchhoff, C., Biberthaler, P., and Crönlein, M. 2021. Current management of trimalleolar ankle fractures. *EFORT open reviews* 6, 8, 692–703.

[120] Pietzik, P., Qureshi, I., Langdon, J., Molloy, S., and Solan, M. 2006. Cost benefit with early operative fixation of unstable ankle fractures. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 88, 4, 405–407.
[121] Platzer, W., Ed. 2009. *Taschenatlas Anatomie - Bewegungsapparat*. Georg Thieme Verlag.
[122] Pott, P. 2007. THE CLASSIC: Some Few General Remarks on Fractures and Dislocations. *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 458.
[123] Quatman, C. E. and Switzer, J. A. 2017. Geriatric Orthopaedics: a New Paradigm for Management of Older Patients. *Current Geriatrics Reports* 6, 1, 15–19.
[124] Rammelt, S., Grass, R., Biewener, A., and Zwipp, H. 2004. Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Sprunggelenkfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit* 6, 4, S384-S392.
[125] Rammelt, S., Grass, R., and Zwipp, H. 2007. Frakturen des oberen Sprunggelenks. *Fuß & Sprunggelenk* 5, 2, 88–103.
[126] Rammelt, S., Zwipp, H., and Grass, R. 2008. Sprunggelenkfrakturen: operative Technik. *Der Unfallchirurg* 111, 6 (Jun. 2008), 439–447.
[127] Rammelt, S., Zwipp, H., and Mittlmeier, T. 2013. Therapie der Sprunggelenksluxationsfrakturen vom Pronationstyp. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 25, 3, 273–293.
[128] Raschke, M. J. and Stange, R. 2012. *Alterstraumatologie*. *Prophylaxe, Therapie und Rehabilitation*. Urban Fischer Verlag - Nachschlagewerke, s.l.
[129] Rechel, B., Brand, H., and McKee, M. 2013. Financing public health in europe. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Arzte des Offentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 75, 5, e28-33.
[130] Recum, J. von, Mayer, H., Wendl, K., Grützner, P. A., and Wentzensen, A. 2006. Frische Verletzung des OSG. *Trauma und Berufskrankheit* 8, 1, S14-S19.
[131] Reimbursement Institute. *ASA-Klassifikation*. https://reimbursement.institute/glossar/asa-klassifikation/. Accessed 17 March 2023.
[132] Rochell, B. and Roeder, N. 2002. DRGs als Grundlage der künftigen Krankenhausfinanzierung - Stand der Umsetzung und Einfluss auf die Rehabilitation. *Rehabilitation (Stuttg)* 41, 01, 1–9.
[133] Saithna, A., Moody, W., Jenkinson, E., Almazedi, B., and Sargeant, I. 2009. The influence of timing of surgery on soft tissue complications in closed ankle fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* 19, 7, 481–484.
[134] Samuel, A. M., Webb, M. L., Lukasiewicz, A. M., Basques, B. A., Bohl, D. D., Varthi, A. G., Lane, J. M., and Grauer, J. N. 2016. Variation in Resource Utilization for Patients With Hip and Pelvic Fractures Despite Equal Medicare Reimbursement. *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 474, 6, 1486–1494.
[135] Sathiyakumar, V., Molina, C. S., Thakore, R. V., Obremskey, W. T., and Sethi, M. K. 2015. ASA score as a predictor of 30-day perioperative readmission in patients with orthopaedic trauma injuries: an NSQIP analysis. *Journal of orthopaedic trauma* 29, 3, e127-32.
[136] Scheer, R. C., Newman, J. M., Zhou, J. J., Oommen, A. J., Naziri, Q., Shah, N. V., Pascal, S. C., Penny, G. S., McKean, J. M., Tsai, J., and Uribe, J. A. 2020. Ankle Fracture Epidemiology in the United States: Patient-Related Trends and Mechanisms of Injury. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* 59, 3, 479–483.
[137] Schepers, T., Vries, M. R. de, van Lieshout, E. M. M., and van der Elst, M. 2013. The timing of ankle fracture surgery and the effect on infectious complications; A

case series and systematic review of the literature. *International orthopaedics* 37, 3, 489–494.
[138] Schiebler, T. H. and Korf, H.-W. 2007. *Anatomie : Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie*, Heidelberg.
[139] Schnell, S., Friedman, S. M., Mendelson, D. A., Bingham, K. W., and Kates, S. L. 2010. The 1-year mortality of patients treated in a hip fracture program for elders. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation* 1, 1, 6–14.
[140] Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., and Wesker, K. H., Eds. 2022. *Prometheus LernAtlas - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Georg Thieme Verlag KG.
[141] Scollan, J. P., Ohliger, E., Emara, A. K., Grits, D., McConaghy, K., Ng, M., and Styron, J. 2022. Prolonged Operative Time Associated with Increased Healthcare Utilization after Open Reduction and Internal Fixation of Intra-Articular and Extra-Articular Distal Radial Fractures: An Analysis of 17,482 Cases. *Journal of wrist surgery* 11, 4, 307–315.
[142] Sharma, S., Mehta, N., Dhillon, M., and Kumar Sn, L. 2017. The Lauge-Hansen Classification for Ankle Fractures: Is it Relevant in 2017? *Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific)* 4, 53–56.
[143] Shivarathre, D. G., Chandran, P., and Platt, S. R. 2011. Operative fixation of unstable ankle fractures in patients aged over 80 years. *Foot & ankle international* 32, 6, 599–602.
[144] SooHoo, N. F., Krenek, L., Eagan, M. J., Gurbani, B., Ko, C. Y., and Zingmond, D. S. 2009. Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures. *JBJS* 91, 5, 1042–1049.
[145] Spek, R. W. A., Smeeing, D. P. J., van den Heuvel, L., Kokke, M. C., Bhashyam, A. R., Kelder, J. C., Verleisdonk, Egbert J M M, Houwert, R. M., and van der Velde, D. 2021. Complications After Surgical Treatment of Geriatric Ankle Fractures. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons* 60, 4, 712–717.
[146] Sporer, S. M., Weinstein, J. N., and Koval, K. J. 2006. The geographic incidence and treatment variation of common fractures of elderly patients. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 14, 4, 246–255.
[147] Stiell, I. 1996. Ottawa ankle rules. *Canadian family physician Medecin de famille canadien* 42, 478–480.
[148] Stull, J. D., Bhat, S. B., Kane, J. M., and Raikin, S. M. 2017. Economic Burden of Inpatient Admission of Ankle Fractures. *Foot & ankle international* 38, 9, 997–1004.
[149] Sukeik, M., Qaffaf, M., and Ferrier, G. 2010. Ankle fractures: impact of swelling on timing of surgery, length of hospital stay and the economic burden. *Injury Extra* 41, 12, 133–134.
[150] Szyszkowitz, R. 2003. *Tscherne Unfallchirurgie*. Springer, Berlin, Heidelberg.
[151] Tartaglione, J. P., Rosenbaum, A. J., Abousayed, M., and DiPreta, J. A. 2015. Classifications in Brief: Lauge-Hansen Classification of Ankle Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 473, 10, 3323–3328.
[152] Teitz, C. C. and Harrington, R. M. 1998. A biochemical analysis of the squeeze test for sprains of the syndesmotic ligaments of the ankle. *Foot & ankle international* 19, 7, 489–492.
[153] Thillainadesan, J., Hilmer, S., Close, J., Kearney, L., and Naganathan, V. 2019. Geriatric medicine services for older surgical patients in acute hospitals: Results from a binational survey. *Australasian journal on ageing* 38, 4, 278–283.

[154] Thur, C. K., Edgren, G., Jansson, K.-Å., and Wretenberg, P. 2012. Epidemiology of adult ankle fractures in Sweden between 1987 and 2004. *Acta orthopaedica* 83, 3, 276–281.
[155] Thur, C. K., Edgren, G., Jansson, K.-Å., and Wretenberg, P. 2012. Epidemiology of adult ankle fractures in Sweden between 1987 and 2004: a population-based study of 91,410 Swedish inpatients. *Acta orthopaedica* 83, 3, 276–281.
[156] Vallier, H. A., Cureton, B. A., and Patterson, B. M. 2013. Factors affecting revenue from the management of pelvis and acetabulum fractures. *Journal of orthopaedic trauma* 27, 5, 267–274.
[157] Vallier, H. A., Dolenc, A. J., and Moore, T. A. 2016. Early Appropriate Care: A Protocol to Standardize Resuscitation Assessment and to Expedite Fracture Care Reduces Hospital Stay and Enhances Revenue. *Journal of orthopaedic trauma* 30, 6, 306–311.
[158] Vallier, H. A., Moore, T. A., Como, J. J., Wilczewski, P. A., Steinmetz, M. P., Wagner, K. G., Smith, C. E., Wang, X.-F., and Dolenc, A. J. 2015. Complications are reduced with a protocol to standardize timing of fixation based on response to resuscitation. *Journal of orthopaedic surgery and research* 10, 155.
[159] Vanderkarr, M. F., Ruppenkamp, J. W., Vanderkarr, M., Parikh, A., Holy, C. E., and Putnam, M. 2022. Incidence, costs and post-operative complications following ankle fracture - A US claims database analysis. *BMC musculoskeletal disorders* 23, 1, 1129.
[160] Varacallo, M. A., Mattern, P., Acosta, J., Toossi, N., Denehy, K. M., and Harding, S. P. 2018. Cost Determinants in the 90-Day Management of Isolated Ankle Fractures at a Large Urban Academic Hospital. *Journal of orthopaedic trauma* 32, 7, 338–343.
[161] Verband der Ersatzkassen. 2011. *Landesbasisfallwerte*. https://www.vdek.com/vertragspartner/Krankenhaeuser/landesbasisfallwerte.html. Accessed 17 March 2023.
[162] Vetter, S. Y., Grützner, P. A., and Franke, J. 2012. Die Therapie der OSG-Fraktur. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 7, 06, 467–484.
[163] Walther, M., Hörterer, H., and Gottschalk, O. 2022. Syndesmosenverletzungen – Anatomie, Verletzungsmuster und Diagnostik. *Sportphysio* 10, 02, 59–65.
[164] Weber, B. G. 1972. *Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes* 3, Bern u.a. 3.
[165] Weber, R. 2003. *Vergleich einer DRG-bezogenen Leistungsabrechnung mit der Vergütung nach Tagespauschalen und deren Konsequenzen für die Universitäts-Hautklinik Freiburg*.
[166] Wichelhaus, A. and Mittlmeier, T. 2014. OSG-Frakturen Weber-B/C: was ist Standard? *OP-JOURNAL* 30, 02, 66–75.
[167] Wilke, M. H., Höcherl, E., Scherer, J., and Janke, L. 2001. Introducing the new DRG-based payment system in German hospitals: a difficult operation? *The European Journal of Health Economics (HEPAC)* 2, 2, 79–85.
[168] Wong, M. K., Arjandas, Ching, L. K., Lim, S. L., and Lo, N. N. 2002. Osteoporotic hip fractures in Singapore--costs and patient's outcome. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore* 31, 1, 3–7.
[169] Zaghloul, A., Haddad, B., Barksfield, R., and Davis, B. 2014. Early complications of surgery in operative treatment of ankle fractures in those over 60: a review of 186 cases. *Injury* 45, 4, 780–783.
[170] Zhao, H., Meng, J., Sun, T., Wan, Z., Qin, S., Zhang, F., and Hou, Z. 2022. Risk factors for deep surgical site infection following surgically treated peri-ankle fractures: a case–control study based on propensity score matching. *Journal of orthopaedic surgery and research* 17, 1, 542.

[171] Ziegler, P., Bahrs, C., Konrads, C., Hemmann, P., and Ahrend, M.-D. 2023. Ankle fractures of the geriatric patient: a narrative review. *EFORT open reviews* 8, 1, 1–10.
[172] Zwipp, H. and Amlang, M. 2014. Frakturversorgung des oberen Sprunggelenks im hohen Lebensalter. *Der Orthopäde* 43, 4, 332–338.

9 Anhang

Landesbasisfallwerte bundesweit 2011

Stand: 06.07.2011 LBFW 2011

Bundesland	Schiedsstellen	Verhandlungs-termin	LBFW 2011 ohne Ausgleiche	LBFW 2011 mit Ausgleichen	Bewertungs-relationen 2011 CM	Ausgabenvolumen 2011	Datum Genehmigungs-bescheid:
Sp. 1	Sp. 2	Sp. 3	Sp. 4	Sp. 5	Sp. 6	Sp. 7	Sp. 8
Bad.-Württemberg		11.01.2011	2.985,50	**2.970,00**	2.200.500	6.569.592.750	26.01.2011
Bayern	Vereinbarung vor der Schiedsstelle 09.12.2010	21.10.2010, gescheitert	2.982,60	**2.982,60**	2.825.000	8.425.845.000	27.12.2010
Berlin		01.06.2011	2.935,00	**2.935,00**	874.000	2.565.190.000	22.06.2011
Brandenburg		07.01.2011	2.900,00	**2.900,00**	553.500	1.605.150.000	24.02.2011
Bremen		06.12.2010	3.011,31	**3.004,85**	212.267	639.201.740	zum 01.01.2011 am 14.01.2011
Hamburg		17.11.2010	2.975,00	**2.955,00**	555.000	1.651.125.000	22.12.2010
Hessen		11.11.2010	2.977,15	**2.959,65**	1.295.000	3.855.409.250	17.12.2010
Mecklenburg-V.		11.11.2010	2.880,00	**2.863,00**	416.000	1.198.080.000	19.01.2011
Niedersachsen		02.11.2010	2.922,63	**2.905,00**	1.648.079	4.816.725.128	27.12.2010
NRW		13.01.2011	2.912,65	**2.912,65**	4.458.447	12.985.895.655	28.02.2011
Rheinland-Pfalz		20.10.2010	3.130,14	**3.130,14**	865.000	2.707.571.100	29.12.2010
Saarland		21.01.2011	3.059,91	**3.058,00**	277.847	850.186.092	28.02.2011
Sachsen		06.01.2011	2.884,00	**2.884,00**	1.053.000	3.036.852.000	25.02.2011
Sachsen-Anhalt		08.02.2011	2.899,50	**2.889,00**	602.400	1.746.658.800	24.02.2011
Schleswig-Holstein *		11.11.2010	2.884,86	**2.884,86**	570.020	1.644.427.897	zum 01.01.2011 am 06.01.2011
Thüringen		13.01.2011	2.884,00	**2.868,44**	604.000	1.741.936.000	28.02.2011

Abbildung 23 – Landesbasisfallwerte 2011 [161]

Charlson-Komorbiditäts-Index (CCI)

Charlson Komorbiditäts-Index

Erkrankung	**Bewertung**	**Punkte**
Herzinfarkt[1]	1	
Herzinsuffizienz[2]	1	
periphere arterielle Verschlußkrankheit[3]	1	
cerebrovaskuläre Erkrankungen[4]	1	
Demenz[5]	1	
Chronische Lungenerkrankung[6]	1	
Kollagenose[7]	1	
Ulkuskrankheit[8]	1	
Leichte Lebererkrankung[9]	1	
Diabetes mellitus (ohne Endorganschäden)[10]	1	
Hemiplegie	2	
Mäßig schwere und schwere Nierenerkrankung[11]	2	
Diabetes mellitus mit Endorganschäden[12]	2	
Tumorerkrankung[13]	2	
Leukämie[14]	2	
Lymphom[15]	2	
Mäßig schwere und schwere Lebererkrankung[16]	3	
Metastasierter solider Tumor	6	
AIDS	6	
Summe		

[1] Patienten mit Hospitalisierung wegen elektrokardiographisch und/oder enzymatisch nachgewiesenem Herzinfarkt
[2] Patienten mit nächtlicher oder durch Anstrengung induzierte Dyspnoe mit Besserung der Symptomatik unter Therapie
[3] Patienten mit claudicatio intermittens, nach peripherer Bypass-Versorgung, mit akutem arteriellem Verschluß oder Gangrän sowie nicht versorgtem abdominellen oder thorakalen Aortenaneurysma >6cm
[4] Patienten mit TIA oder Apoplex ohne schwerwiegenden Residuen
[5] Patienten mit chronischem kognitiven Defizit
[6] Patienten mit pulmonal bedingter Dyspnoe bei leichter oder mäßig schwerer Belastung ohne Therapie oder Patienten mit anfallsweiser Dyspnoe (Asthma)
[7] Polymyalgie rheumatica, Lupus erythematodes, schwere rheumatoide Arthritis, Polymyositis
[8] Patienten die bereits einmal wegen Ulcera behandelt wurden
[9] Leberzirrhose ohne portale Hypertonie
[10] Patienten mit Diab. mell. und medikamentöser Therapie
[11] Dialysepflichtigkeit oder Kreatinin >3mg/dl
[12] oder zurückliegender Krankenhausaufnahmen wegen hyperosmolarem Koma oder Ketoazidose
[13] Sämtliche solide Tumore ohne Metastasennachweis innerhalb der letzten fünf Jahre
[14] Akute und chronische Leukosen
[15] Hodgkin und Non-Hodgkin-Lymphome, multiples Myelom
[16] Leberzirrhose mit portaler Hypertonie ohne stattgehabte Blutung und Patienten mit Varizenblutung in der Anamnese

Abbildung 24 – Charlson Komorbiditäts-Index [112]

ASA-Score

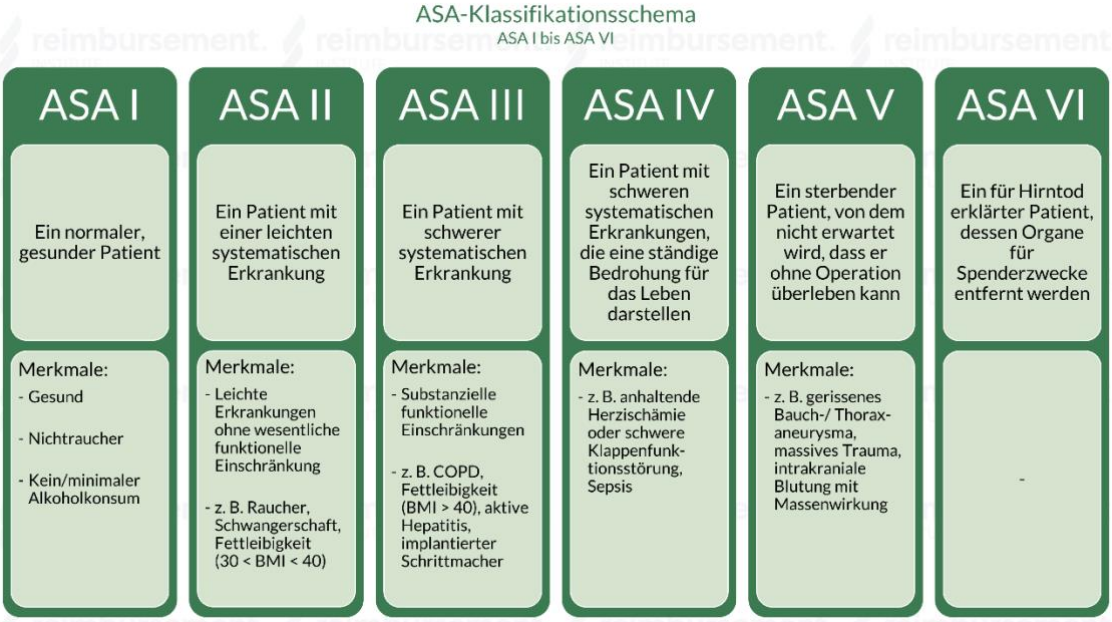

Abbildung 25 – ASA-Klassifikationsschema [131]

9.1 Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrenden waren die Damen und Herren:

Marburg: Adamkiewicz, Alter, Barth, Bartsch, Bauer, Baum, Baumann, Bien, Braun, Becker, Bender, Bertoune, Bette, Bliemel, Brehm, Cetin, Czubayko, Daut, Decher, del Rey, Dietz, Dodel, Donner-Banzhoff, Eienbröker, Eming, Eubel, Fendrich, Feuser, Geks, Görg, Gress, Grundmann, Hartmann, Hertl, Heverhagen, Hildebrandt, Wulf, Holland, Hoyer, Kann, Kanngießer, Kinscherf, Kircher, Kirschbaum, Koolmann, Köhler, König, Kühne, Kühnert, Leonhardt, Librizzi, Lill, Lohoff, Löffler, Mahnken, Maier, Mann, Maurer, Meyer, Mittag, Moll, Moosdorf, Mueller, Neff, Neubauer, Neumüller, Nimsky, Oertel, Oliver, Opitz, Pagenstecher, Peterlein, Pfestroff, Pfützner, Plant, Reese, Renz, Richter, Riera Knorrenschild, Ruchholtz, Schäfer, Schieffer, Schratt, Schu, Schwarz, Seitz, Sekundo, Sevinc, Steiniger, Strauch, Tackenberg, Thieme, Timmesfeld, Vogelmeier, Voigt, Wagner, Waldmann, Weihe, Westermann, Wilhelm, Wissniowski, Wolf, Wollmer, Wrocklage, Zavorotnyy, Ziring

Gießen: Dettmeyer, Schneider

9.2 Danksagung

Zunächst möchte ich mich herzlich bei Univ.-Prof. Dr. med. Steffen Ruchholtz für die Überlassung des Themas dieser Doktorarbeit bedanken.
Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Rene Aigner, der mich engagiert betreut hat, immer ein offenes Ohr für mich hatte und mir stets bei Problemen zur Seite stand.
Außerdem möchte ich Herrn Dipl.-Kfm. Gerd Bodenbender und Herrn Dipl.-Ök. Sascha Domröse aus der Abteilung für kaufmännisches Controlling des UKGM, für deren tatkräftige Unterstützung und die Hilfe bei der Kostenanalyse bedanken, wodurch diese so detailliert gestaltet werden konnte.
Abschließend danke ich meiner Familie und meinen Freunden, die mich stets unterstützt und den Rücken freigehalten haben.