

Prädiktoren des Outcomes bei der Versorgung geriatrischer Traumapatienten

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Sonja Teresa Catherine Haas

aus Gräfelfing

2024

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: PD Dr. med. Koroush Kabir
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Hartmut Vatter

Tag der Mündlichen Prüfung: 30.08.2024

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dieter C. Wirtz

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis	6
1.	Einleitung	8
1.1	Geriatrische Patient*innen in der Unfallchirurgie	9
1.1.1	Definition Geriatrie	9
1.1.2	Körperliche Veränderungen im Alter	10
1.1.3	Gebrechlichkeit	10
1.1.4	Gesundheit und Pflegebedarf im Alter	12
1.1.5	Bedeutung im Gesundheitswesen	13
1.2	Alterstraumatologie	14
1.2.1	Häufige Unfallursachen	15
1.2.1.1	Stürze	15
1.2.1.2	Verkehrsunfälle	16
1.2.2	Häufige Verletzungen	16
1.2.2.1	Schädelhirntrauma	17
1.2.2.2	Proximale Femurfraktur	18
1.2.2.3	Distale Radiusfraktur	19
1.2.2.4	Proximale Humerusfraktur	19
1.2.2.5	Wirbelkörperfraktur	20
1.3	Fragestellung und Hypothese	21
2.	Material und Methoden	22
2.1	Patientenkollektiv	22
2.2	Einschluss- und Ausschlusskriterien	22
2.3	Eingeschlossene spezielle Variablen	23
2.3.1	Vorerkrankungen	23
2.3.2	Komplikationen	24
2.3.3	Dauermedikation	25
2.4	Statistische Methoden	26
3.	Ergebnisse	34

3.1	Deskriptive Statistik	34
3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	34
3.1.2	Diagnosegruppen	36
3.1.3	Versorgungssituation	38
3.1.4	Unfallhergang	41
3.1.5	Vorerkrankungen	45
3.1.6	Dauermedikation	47
3.1.7	Therapie	50
3.1.8	Stationäre Verweildauer	52
3.1.9	Komplikationen	55
3.1.9.1	Übersicht	55
3.1.9.2	Intensivmedizinische Versorgung	60
3.1.9.3	Transfusion von Erythrozytenkonzentraten	61
3.1.9.4	Verlängerung des stationären Aufenthalts	62
3.1.9.5	Mortalität	68
3.1.10	Weiterer Verlauf	69
3.1.10.1	Entlassung aus der stationären Behandlung	69
3.1.10.2	Wiederaufnahme aufgrund von Komplikationen nach der Entlassung	73
3.2	Logistische Regressionsanalyse	74
3.2.1	Mortalität	74
3.2.2	Major-Komplikationen	76
3.2.3	Stationäre Verweildauer	79
3.3	Risikoscoreentwicklung	81
3.3.1	Mortalität	82
3.3.2	Major-Komplikationen	83
3.3.3	Stationäre Verweildauer	84
4.	Diskussion	86
4.1	Diskussion der Ergebnisse	86
4.2	Diskussion der Methode	88
4.3	Ausblick	91
5.	Zusammenfassung	93
6.	Abbildungsverzeichnis	95

7.	Tabellenverzeichnis	96
8.	Literaturverzeichnis	98
9.	Danksagung	106

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACE	Angiotensin Converting Enzyme
AHB	Anschlussheilbehandlung
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AP	Angina Pectoris
ASA	American Society of Anaesthesiologists
AT1	Angiotensin-II-Rezeptor Subtyp 1
AUC	Area under the curve
BWK	Brustwirbelkörper
cAVK	Cerebrale arterielle Verschlusskrankheit
COPD	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
CRPS	Complex Regional Pain Syndrome
CSHA	Canadian Study of Health and Aging
DEGS1	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland – Welle 1
DGG	Deutsche Gesellschaft für Geriatrie
DGHO	Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und Medizinische Onkologie
DOAK	Direkte orale Antikoagulantien
EMAT	Elderly Mortality After Trauma
GCS	Glasgow Coma Scale
GKB	Geriatrische Komplexbehandlung
GTOS	Geriatric Trauma Outcome Score
HWK	Halswirbelkörper
ID	Identification, Identifikationsnummer
INR	International Normalized Ratio
ISS	Injury Severity Score
KHK	Koronare Herzkrankheit
L2	Zweiter Lumbalwirbel
LOS	Length of stay

LUCAS	Longitudinale Urbane Cohorten-Alters-Studie
LWK	Lendenwirbelkörper
nm	Nanometer
NMH	Niedermolekulares Heparin
OSG	Oberes Sprunggelenk
P	Wahrscheinlichkeit
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
RISC	Revised Injury Severity Classification
ROC	Receiver Operating Characteristic
SD	Standardabweichung
SLS	Sodium-Lauryl-Sulfat
Tab.	Tabelle
Th12	Zwölfter Thorakalwirbel
UFH	Unfraktioniertes Heparin
VKA	Vitamin-K-Antagonist
Z. n.	Zustand nach

1. Einleitung

Durch die demographische Entwicklung nimmt der Anteil der älteren Personen in der Bevölkerung immer weiter zu. Während im Jahr 1990 in Deutschland die Zahl der Personen über 67 Jahren noch 10,4 Millionen (13 %) betrug, waren es im Jahr 2018 bereits 15,9 Millionen (19 %) (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019). Im Jahr 2060 wird mit einer Anzahl von 21,1 Millionen über 67 Jahren und einem Anteil von 28 % gerechnet (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019). Hieraus resultiert auch eine Zunahme an älteren Patient*innen in der medizinischen Versorgung und damit auch in der Unfallchirurgie. Zu den häufigsten Operationen bei Menschen über 65 Jahren zählen solche an der Wirbelsäule sowie zum Knochen- und Gelenkersatz und aufgrund von Brüchen und Luxationen (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2016).

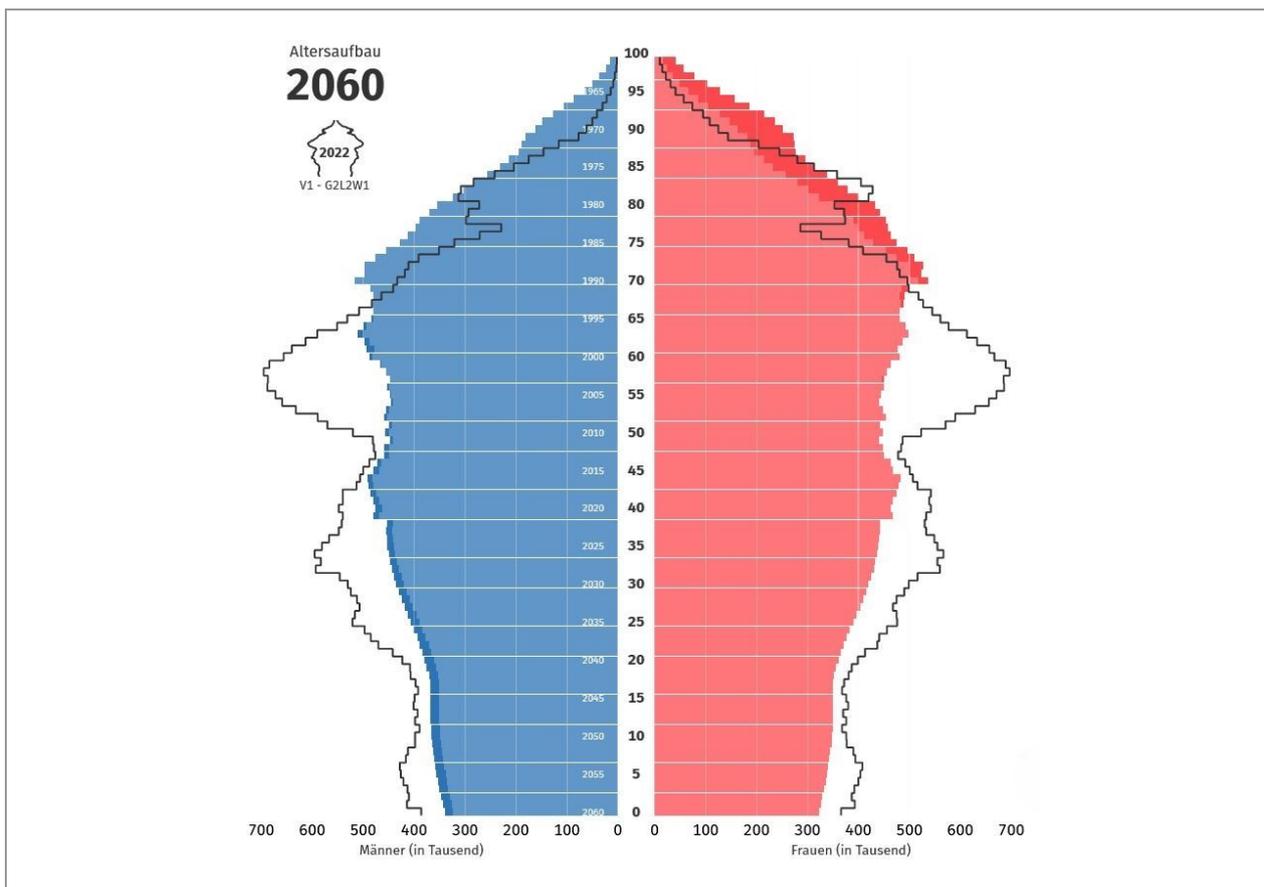


Abb. 1: Bevölkerungspyramide des Jahres 2022 (farblos dargestellt) im Vergleich zur Vorausberechnung für das Jahr 2060 (bunt dargestellt) (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019). Auf der Abszisse sind die Bevölkerungszahl sowie der Anteil der männlichen (blaue Fläche) beziehungsweise weiblichen (rote Fläche) Bevölkerung dargestellt. Die Ordinate zeigt das Alter in Jahren.

Die vorliegende Studie soll durch eine Analyse von geriatrischen Unfällen und deren Folgen dazu beitragen, die Versorgung älterer Traumapatient*innen zu verbessern. Ziel ist die Etablierung einer Methode zur Einschätzung der Patientinnen und Patienten in Hinblick auf potenzielle Komplikationen möglichst noch vor Beginn der Behandlung, um den Verlauf positiv zu beeinflussen und das Therapieergebnis zu verbessern.

1.1 Geriatrische Patient*innen in der Unfallchirurgie

Die Versorgung älterer Patient*innen stellt eine spezielle Herausforderung dar. Im Folgenden soll auf die Besonderheiten dieser vulnerablen Patientengruppe eingegangen werden.

1.1.1 Definition Geriatrie

In der Altersmedizin werden Patient*innen behandelt, die überwiegend älter als 70 Jahre und multimorbide sind oder älter als 80 Jahre sind und eine erhöhte Vulnerabilität aufweisen (Neubart, 2018). Entscheidender als das Lebensalter ist die körperliche Verfassung (Meisel und Müller-Werdan, 2009). Geriatrische Patient*innen sind oft mehrfach erkrankt, haben chronische Krankheiten und sind im täglichen Leben beispielsweise aufgrund von Bewegungseinschränkungen oder infolge einer reduzierten Sinneswahrnehmung häufig auf fremde Hilfe angewiesen. Im Alltag kommt es bei Älteren unter anderem zu Problemen mit der Koordination, der Sehfähigkeit und dem Gedächtnis. Die altersbedingten Veränderungen Immobilität, Instabilität, intellektuelle Verluste und Inkontinenz werden als „geriatrische I“ bezeichnet (Wiedemann, 2020).

In der Geriatrie werden nicht einzelne Krankheiten oder Symptome behandelt, sondern es soll den Patient*innen geholfen werden, Defizite zu verbessern und die Selbstständigkeit zu erhalten (Neubart, 2018).

1.1.2 Körperliche Veränderungen im Alter

Altern ist ein physiologischer und sehr individueller Prozess und wird charakterisiert durch die Reduktion der meisten Körperfunktionen. Der Alterungsprozess betrifft alle Organsysteme und führt insbesondere zu einer Verminderung der Leistungsfähigkeit, einer Abnahme der Muskel- und Knochenmasse und zu einer erhöhten Infektanfälligkeit (Berthold, 2020). Es scheinen Umweltfaktoren sowie endogene Faktoren eine Rolle bei der zunehmenden Genomschädigung zu spielen, wobei noch nicht alle Mechanismen vollständig geklärt sind (Kirkwood, 2005).

Aus den körperlichen Veränderungen können weitere Probleme wie eine Einschränkung der Mobilität und Aktivität sowie soziale Isolation resultieren (Robert Koch-Institut, 2015). Durch das Nachlassen der Knochendichte können schon geringe Belastungen und banale Verletzungen zu Frakturen führen (Fuchs et al., 2017). Die Inzidenz von Hüftfrakturen beispielsweise steigt mit dem Alter an und ist stark assoziiert mit der Abnahme der Knochendichte (Cummings und Melton, 2002; Ensrud, 2013). Osteoporose und vorangegangene Frakturen sind Risikofaktoren für weitere Frakturen (Ensrud, 2013). Die Häufigkeit der Osteoporose in Deutschland liegt bei Personen über 50 Jahren bei circa 24 % für Frauen und 6 % für Männer (Gosch et al., 2019). Die Tendenz steigt mit dem Alter deutlich an: So nimmt man eine Prävalenz von fast 50 % bei den über 75-jährigen Frauen an (Gosch et al., 2019).

1.1.3 Gebrechlichkeit

Mit den Begriffen Frailty oder Gebrechlichkeit wird eine größere Anfälligkeit älterer Menschen gegenüber exogenen Stressfaktoren beschrieben (Clegg et al., 2013). Durch die stärkere Gefährdung können bereits kleine Veränderungen gravierende Folgen haben, woraus Stürze, eine weitere Verschlechterung des Gesundheitszustandes und eine Zunahme der Mortalität resultieren können (Fried et al., 2001).

Es gibt verschiedene Instrumente, die Gebrechlichkeit im klinischen Alltag zu erkennen und zu klassifizieren. Hierbei wären die Frailty-Kriterien nach Fried, die Edmonton Frail

Scale, den LUCAS-Funktionsindex nach U. Dapp et al. oder der CSHA-Frailty-Index zu nennen.

Tab. 1: Frail Kriterien nach Fried. Frailty ist ab dem Zutreffen von drei Kriterien definiert (Fried et al., 2001).

Frail Kriterien nach Fried (Fried et al., 2001)
- Ungewollter Gewichtsverlust von mehr als 4,5 kg im letzten Jahr
- Subjektiv empfundene Erschöpfung
- Abnahme der Körperkraft
- Reduzierte Gehgeschwindigkeit
- Geringe Aktivität

Nach Fried ist Frailty anzunehmen, wenn drei oder mehr Kriterien zutreffen. Treffen ein bis zwei Kriterien zu, wird von Pre-Frailty gesprochen (Fried et al., 2001).

In der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (2008 – 2011) DEGS1 wurde die Prävalenz der Gebrechlichkeit in Deutschland bei 65-79-Jährigen anhand der Kriterien nach Fried untersucht. Diese lag insgesamt bei 2,6 %, die Pre-Frailty lag bei 38,8 % (Fuchs und Scheidt-Nave, 2016).

Neben dem Frailty-Phänotyp gibt es weitere Möglichkeiten, die Gebrechlichkeit zu beschreiben. Die Edmonton Frail Scale ist eine von Rolfson et al. entwickelte Methode und umfasst neun Faktoren (Rolfson et al., 2006). Diese sind der generelle Gesundheitszustand, soziale Unterstützung, Ernährung, Kontinenz, Kognition, Medikamentengebrauch, Stimmung sowie funktionelle Leistung und Unabhängigkeit (Rolfson et al., 2006). Als einfacherer Screeningtest kann auch der Timed-Up-and-Go-Test eingesetzt werden. Bei diesem Assessmenttest wird die Zeit gemessen, die eine Patientin oder ein Patient braucht, um aus dem Sitzen aufzustehen, drei Meter zu gehen, umzukehren und sich wieder zu setzen (Pangilinan et al., 2017). Mit dem Erfassen der Gebrechlichkeit einer Person sollen Einschränkungen und Fähigkeiten besser erkannt werden (Fuchs et al., 2016).

1.1.4 Gesundheit und Pflegebedarf im Alter

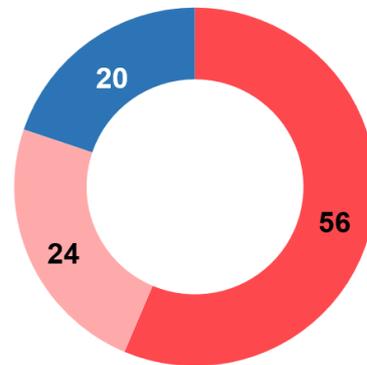
Mit dem Alter steigt das Risiko für gesundheitliche Einschränkungen (Böhm et al., 2009). Von den über 65-Jährigen in Deutschland sind über 50 % chronisch krank (Nowossadeck, 2012). Die Weltgesundheitsorganisation definiert das Vorliegen von mindestens zwei chronischen Erkrankungen als Multimorbidität, wobei keine der Erkrankungen dabei im Vordergrund steht (Mercer et al., 2016). Interessanterweise muss sich im Alter jedoch der subjektiv empfundene Gesundheitszustand nicht unbedingt verschlechtern (Böhm et al., 2009).

Besonders Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krankheiten des Bewegungsapparats sind im Alter häufig (Böhm et al., 2009). Kardiovaskuläre Erkrankungen bedürfen sehr häufig stationäre Krankenhausbehandlungen, führen zu den meisten Todesfällen und verursachen einen großen Teil der Behandlungskosten (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2012).

Ende 2019 gab es in Deutschland 3,3 Millionen pflegebedürftige Menschen über 65 Jahren, davon 1,4 Millionen über 85 Jahren. Hierbei waren 2,2 Millionen weiblich (66,3 %) und 1,1 Millionen männlich (33,7 %) (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020b). Ein Großteil dieser älteren Pflegebedürftigen (2,5 Millionen, 77,1 %) wurde zu Hause durch Angehörige oder ambulante Dienste und 757.925 Seniorinnen und Senioren (22,9 %) stationär in Pflegeheimen versorgt (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020b).

Pflegebedürftige nach Versorgungsart 2019

in %, insgesamt 4,1 Millionen



- Pflegebedürftige zu Hause versorgt (überwiegend durch Angehörige)
- Pflegebedürftige zu Hause versorgt (ambulante Pflege- / Betreuungsdienste)
- Pflegebedürftige vollstationär in Heimen

Rundungsbedingte Abweichung möglich.

©  Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024

Abb. 2: Übersicht über den Anteil der stationären beziehungsweise ambulanten Versorgung der Pflegebedürftigen in Deutschland im Jahr 2019 (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020b).

1.1.5 Bedeutung im Gesundheitswesen

In Deutschland wurden im Jahr 2019 über 400.000 typische Frakturen bei Älteren in Kliniken behandelt (Liener et al., 2021). Im Vergleich zu jüngeren Betroffenen haben geriatrische Traumatpatient*innen ein höheres Risiko zu versterben und Komplikationen treten häufiger auf (Perdue et al., 1998; Jacobs et al., 2003; Hashmi et al., 2014). Insbesondere besteht eine Gefahr für Komplikationen wie ein Delir während des stationären Aufenthalts, besonders bei bereits vorbestehenden kognitiven Einschränkungen, was wiederum weitere negative Folgen haben kann (Gleason et al., 2015; Kratz und Diefenbacher, 2016). So erhöht ein Delir beispielsweise das Mortalitätsrisiko deutlich (Wähnert et al., 2017).

Ein Unfall kann ein einschneidendes Ereignis sein und die Selbstständigkeit der Patient*innen gefährden. Eine Hüftfraktur beispielsweise kann sich enorm auf die Mobilität, die Funktionalität und den allgemeinen Gesundheitszustand der Patient*innen auswirken – häufig wird nicht mehr das Niveau vor dem Unfall erreicht (Dyer et al., 2016). Dies kann zu Pflegebedürftigkeit und einem erhöhten Risiko für weitere Verletzungen führen (Magaziner et al., 2000; Abrahamsen et al., 2009).

Zusätzlich zu einer möglicherweise eingeschränkten Mobilität und Eigenständigkeit nach einem Sturz ist die Furcht vor einem weiteren Fallen ein besonderes Problem. Diese Angst kann zu einer Verminderung der Aktivität, dadurch wiederum zu körperlichem Abbau und sozialer Isolation führen (Siegrist et al., 2016).

Die Zunahme an geriatrischen Unfällen ist auch ein ökonomisches Problem. Die Behandlungskosten für Schenkelhalsfrakturen beispielsweise belaufen sich jährlich auf ca. 2,5 Milliarden Euro und es wird angenommen, dass die Kosten für die Behandlung alterstraumatologischer Frakturen in Zukunft weiter wachsen werden (Liener et al., 2021; Stöckle et al., 2005). Die Aufwendungen in der geriatrischen Traumatologie entstehen jedoch nicht nur durch die stationäre Behandlung, sondern auch durch die anschließende Versorgung der Patient*innen, die durch die verminderte Selbstständigkeit nötig ist (Gosch und Kammerlander, 2017).

1.2 Alterstraumatologie

Zwar erleiden in Deutschland Menschen in der Altersgruppe unter 60 Jahren häufiger Unfälle als die Älteren, jedoch haben diese bei älteren Menschen schwerwiegendere Folgen wie Frakturen und führen häufiger zu Krankenhausbehandlungen (Varnaccia et al., 2013). Faktoren, die hierbei eine Rolle spielen, sind neben der Multimorbidität auch altersbedingte Funktionseinschränkungen wie die Abnahme der Mobilität und das Nachlassen sensorischer und koordinativer Leistungen (Böhm et al., 2009). An dieser Stelle sei auch die Osteoporose genannt, da mit der Reduktion der Knochendichte das Frakturrisiko steigt (Scheidt-Nave und Starker, 2005).

Zudem haben ältere Patient*innen nach Traumata ein schlechteres Outcome, längere Krankenhausaufenthalte und eine höhere Mortalität als jüngere Patient*innen (McMahon et al., 1996; Perdue et al., 1998; Hashmi et al., 2014).

1.2.1 Häufige Unfallursachen

Zu den häufigsten Verletzungsursachen bei älteren Erwachsenen zählen vor allem häusliche Stürze, aber auch Freizeit- und Verkehrsunfälle (Richter et al., 2002). Weitere Unfallursachen sind Haushaltsunfälle, bei denen es beispielsweise zu Verbrennungen und Verbrühungen sowie Stich- und Schnittverletzungen kommen kann (Varnaccia et al., 2014).

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes starben im Jahr 2019 insgesamt 21.636 Menschen über 65 Jahren an Unfällen, die meisten davon fanden im häuslichen Umfeld oder im Straßenverkehr statt (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020a).

1.2.1.1 Stürze

Als Sturz wird nicht nur ein Fall aus dem Stand bezeichnet, sondern auch das Heruntergleiten aus geringer Höhe wie aus dem Sitzen oder Liegen in eine tiefere Ebene (Zeeh, 2017).

In Deutschland werden jährlich ca. 1,8 Millionen Erwachsene wegen eines Sturzes ärztlich behandelt (Saß et al., 2019). Zwar ist die Prävalenz hierfür in jungen Jahren höher, der Anteil der Sturzunfälle am gesamten Unfallgeschehen steigt jedoch bei älteren Patient*innen (Saß et al., 2019).

Stürze zählen zu den häufigsten Ursachen für Unfälle im Alter. Fast ein Drittel der über 65-Jährigen ist mindestens einmal im Jahr betroffen – mit höherem Lebensalter nimmt diese Zahl noch weiter zu (Kruse et al., 2002; Zeeh, 2017). Besonders häufig verunfallen Pflegeheimbewohner (Icks et al., 2005).

Stürze können bei älteren Erwachsenen den Gesundheitszustand, die Mobilität und Lebensqualität vermindern (Rubenstein, 2006). So können die Unfälle ein Risiko für den Verlust der Selbstständigkeit darstellen – etwa 20 % der Patient*innen sind im Verlauf auf pflegerische Hilfe angewiesen (Balk et al., 2002; Icks et al., 2005).

Ein weiteres Problem ist, dass stattgehabte Stürze bei etwa der Hälfte der Betroffenen Angst vor erneutem Fallen hervorrufen, was zu einer Verminderung der Aktivität, weiterem körperlichen Abbau und dadurch wiederum zu neuen Unfällen führen kann (Ekkernkamp et al., 2001; Rubenstein, 2006).

Die meisten Stürze sind multifaktoriell bedingt (Barzen et al., 2019). Es werden intrinsische und extrinsische Risikofaktoren beschrieben (Barzen et al., 2019). Zu den intrinsischen Faktoren gehören Gehstörungen, Muskelschwäche, Sehstörungen und kognitive Einschränkungen (Becker und Rapp, 2011). Zu den extrinsischen Risikofaktoren zählen Polymedikation und nicht altersgerecht eingerichtete Wohnungen, in denen beispielsweise Stolperfallen existieren (Zeeh, 2017).

1.2.1.2 Verkehrsunfälle

Im Jahr 2019 verunfallten in Deutschland 52.444 Personen über 65 Jahren im Straßenverkehr (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020c). 24.147 Seniorinnen und Senioren (46 %) waren von einem Autounfall betroffen, 15.560 ältere Personen (29,7 %) von einem Fahrradunfall (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020c). Das Risiko für einen Unfall ist für Ältere im gesamten Durchschnitt geringer, jedoch tragen diese häufiger schwere Verletzungen oder einen tödlichen Ausgang davon (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020c).

1.2.2 Häufige Verletzungen

Die häufigsten Verletzungen bei Unfällen in Deutschland sind neben Frakturen auch Verrenkungen, Verstauchungen, offene Wunden, oberflächliche Verletzungen und Gehirnerschütterungen (Varnaccia et al., 2013). Mit dem Alter steigt das Risiko für einen

Knochenbruch (Varnaccia et al., 2013). Zu den häufigsten Frakturen im Alter gehören die proximale Femurfraktur, die proximale Humerusfraktur und die distale Radiusfraktur (Berthold, 2020).

1.2.2.1 Schädelhirntrauma

Schädelhirntraumata sind oft Folge von Stürzen oder Hochenergie-traumata. Sie können beispielsweise zu Bewusstseinsstörungen, Kopfschmerzen, Übelkeit, Sehstörungen und Schwindel führen und sowohl mit Kurzzeit- als auch Langzeitkomplikationen einhergehen (Firsching et al., 2015).

Mögliche Spätfolgen und Komplikationen einer Schädelhirnverletzung können Hirnatrophie, Hirnabszesse, ein chronisches Subduralhämatom oder Meningitis sein (Wallesch et al., 2005). Kopfschmerzen, Schlafstörungen, vegetative Störungen und Bewusstseinsstörungen zählen zu den klinischen Symptomen dieser Komplikationen (Wallesch et al., 2005).

Die Schweregradeinteilung von Schädelhirntraumata erfolgt anhand der Glasgow-Coma-Scale (GCS) (Mena et al., 2011). Es werden Punkte für die beste motorische und verbale Antwort sowie das Öffnen der Augen vergeben, um den Bewusstseinszustand einer Person zu bewerten (Mena et al., 2011). Bei einem GCS-Wert von weniger als acht Punkten liegt eine schwere Vigilanzminderung und damit die Indikation zur Intubation vor (Firsching et al., 2015).

Tab. 2: Die Einteilung der Schwere von Schädelhirntraumata erfolgt anhand der Glasgow Coma Scale (GCS) (Mena et al., 2011). Es können drei bis 15 Punkte vergeben werden.

GCS	Interpretation
13 - 15 Punkte	Leichtes Schädelhirntrauma
9 - 12 Punkte	Mittelschweres Schädelhirntrauma
≤ 8 Punkte	Schweres Schädelhirntrauma

1.2.2.2 Proximale Femurfraktur

Proximale Femurfrakturen zählen zu den häufigsten Frakturen des alten Menschen und betreffen Frauen häufiger als Männer (Gosch et al., 2019). Bei Älteren ist der Unfallmechanismus meist ein Niedrigenergietrauma (Schweigkofler et al., 2008). Neben Alter und Geschlecht sind Gangunsicherheit, Osteoporose, Sturzneigung sowie internistische Vorerkrankungen weitere Risikofaktoren (Balk et al., 2002; Walter et al., 2023).

Die Einteilung der proximalen Femurfraktur erfolgt nach Lokalisation in Oberschenkelhals- und Femurkopffrakturen und Frakturen der Trochanterregion. Weiterhin werden zur Beschreibung hüftnaher Frakturen die Klassifikation nach Garden für die Oberschenkelhalsfraktur und die Klassifikation nach Pipkin für die Luxationsfraktur des Femurkopfes verwendet (Raschke und Everding, 2019). Die Pauwels-Klassifikation beschreibt die mediale Oberschenkelhalsfraktur (Raschke und Everding, 2019).

Die Therapie der Wahl von Schenkelhalsfrakturen ist operativ (Schweigkofler et al., 2008; Fischer et al., 2021). Man unterscheidet zwischen hüftkopferhaltenden Verfahren (extra- beziehungsweise intramedulläre Schienung) und nicht hüftkopferhaltenden Verfahren (Prothesen) (Parker und Handoll, 2010). Bei der Auswahl des geeigneten Verfahrens sollte unter anderem das biologische Alter und das Aktivitätsniveau der Patient*innen beachtet werden (Schweigkofler et al., 2008). Eine hüftkopferhaltende operative Versorgung kann durch extramedulläre Schienung mittels dynamischer Hüftschraube beziehungsweise intramedulläre Schienung mittels proximalem Femurnagel oder Gammanagel erfolgen (Stöckle et al., 2005). Die älteren Patient*innen sollen die Extremität postoperativ möglichst früh wieder voll belasten und rasch mobilisiert werden (Schweigkofler et al., 2008).

Leider sind postoperative Komplikationen häufig und das Outcome ist oft nicht zufriedenstellend (Balk et al., 2002; Gosch et al., 2015). Zahlreiche Betroffene sind in ihrer Aktivität und Selbstständigkeit nach einem Unfall eingeschränkt (Dyer et al., 2016).

1.2.2.3 Distale Radiusfraktur

Die distale Radiusfraktur ist eine der häufigsten Knochenbrüche des Menschen, die Häufigkeit in Deutschland wird mit jährlich über 200.000 Frakturen beschrieben (Siebert und Klonz, 2005; Wichelhaus et al., 2012). Wie bei der proximalen Femurfraktur sind häufig ältere Frauen mit verminderter Knochendichte betroffen (Wichelhaus et al., 2012). Bei diesen ist der Unfallmechanismus meist ein Niedrigenergietrauma (Wichelhaus et al., 2012).

Es existieren mehrere Klassifikationsmodelle. Nach dem Sturzmechanismus wird die Extensions (Colles)- von der Flexionsfraktur (Smith) unterschieden (Wichelhaus et al., 2012). Die gebräuchlichere AO-Klassifikation bezieht sich auf die Gelenkbeteiligung (Wichelhaus et al., 2012).

Bei älteren Menschen muss die Therapieentscheidung in Hinblick auf die Funktionalität abgewogen werden. Während aktive Seniorinnen und Senioren von einem operativen Eingriff profitieren können, kann bei multimorbiden Patient*innen hingegen ein konservatives Management mittels Ruhigstellung im Gips die bessere Wahl sein (Blakeney, 2010).

Als häufigste Komplikationen sind sekundäre Frakturdislokationen, Fehlstellungen sowie das komplexe regionale Schmerzsyndrom (CRPS) zu nennen (Wichelhaus et al., 2012). Das CRPS ist ein gefürchtetes Problem nach distalen Radiusfrakturen und wird mit einer Häufigkeit von 2-5 % beschrieben (Böger, 2018). Die Betroffenen haben über das Trauma hinaus noch inadäquate Schmerzen (Dutton und Rhee, 2021). Die Diagnose wird in der Regel klinisch anhand der Budapest-Kriterien gestellt (Halicka et al., 2020). Charakteristische sind unter anderem sensorische, vasomotorische und trophische Störungen (Dutton und Rhee, 2021).

1.2.2.4 Proximale Humerusfraktur

Die proximale Humerusfraktur ist die dritthäufigste Fraktur des alten Menschen (Court-Brown et al., 2017). Betroffen sind meist Frauen mit Osteoporose und ursächlich sind

meist Stürze auf den ausgestreckten Arm (Hepp et al., 2014). Interessanterweise sind bei dieser Verletzung vor allem selbstständige Patient*innen betroffen (Liener et al., 2021).

Zur Einteilung wird die Klassifikation nach Neer benutzt, mit der neben dem Frakturmuster auch das Ausmaß einer Dislokation beschrieben wird (Hepp und Josten, 2007).

Die Therapie der Wahl muss individuell unter Beachtung des Alters, weiterer Verletzungen und der Selbstständigkeit der Patient*innen ausgewählt werden (Warnhoff et al., 2019). Zur operativen Therapie können osteosynthetische Verfahren wie die Platten- oder Schraubenosteosynthese oder prothetische Verfahren eingesetzt werden (Hepp et al., 2014).

Als Komplikationen nach der Versorgung sind beispielsweise neurologische Ausfälle, persistierende Bewegungseinschränkung und Kraftminderung zu nennen (Hepp et al., 2014).

1.2.2.5 Wirbelkörperfraktur

Wirbelkörperfrakturen stellen eine sehr häufige und frühe Manifestation der Osteoporose dar (Zeytinoglu et al., 2017). Die Frakturen werden oft initial nicht erkannt (Schousboe, 2016).

Ursächlich sind häufig pathologische oder seltener traumatische Frakturen (Hartensuer und Raschke, 2017). Die Hauptlokalisation befindet sich am thorakolumbalen Übergang (Th11-L2) (Reinhold et al., 2009).

Therapeutisch können die Frakturen konservativ oder operativ mittels Kyphoplastie oder Spondylodese versorgt werden (Liener et al., 2021). Wichtig ist eine suffiziente Schmerz- und Bewegungstherapie, um Beschwerden zu lindern und die Selbstständigkeit der Patient*innen zu erhalten und zu fördern (Yildiz et al., 2019).

1.3 Fragestellungen und Hypothese

Die Versorgung älterer Traumapatient*innen ist anspruchsvoll und nicht selten komplikationsbehaftet (Holleran, 2015).

In dieser Studie sollen Probleme bei der Versorgung geriatrischer Traumapatient*innen dargestellt und das Outcome untersucht werden. Es sollen Faktoren analysiert werden, die sich auf den Heilungsverlauf und eventuelle Komplikationen auswirken.

Das primäre Ziel dieser Studie ist die Identifizierung von Risikofaktoren für das Auftreten von Komplikationen bei der Versorgung geriatrischer Traumapatient*innen. Mit Hilfe der binär logistischen Regressionsanalyse kann geprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen mehreren unabhängigen Variablen und einer abhängigen binären Variable besteht (Bender et al., 2007). In diesem Fall soll mit den unabhängigen Variablen als mögliche Einflussfaktoren die Outcomefaktoren als abhängige Variablen erklärt werden. Mit dem Wissen, welche Einflüsse sich auf den Verlauf auswirken, kann versucht werden, möglichen Komplikationen von Behandlungsbeginn an entgegenzuwirken und so den Verlauf und den Behandlungsprozess positiv zu beeinflussen.

Ein weiteres Ziel ist es, ein Scoring-System zu erstellen, um schon bei Beginn der Patientenversorgung eine Aussage über die Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen machen zu können, um diesen vorzubeugen zu können. Es soll ein einfach zu verwendendes Punktesystem entwickelt werden, um das Outcome der unfallchirurgischen Patient*innen anhand weniger Faktoren bereits zu Beginn der Therapie einschätzen zu können.

Die Hypothese dieser Arbeit ist, dass das Alter eines geriatrischen Patienten, der unfallchirurgisch behandelt wird, in Abhängigkeit der vorliegenden Diagnose keinen Effekt auf das Outcome dieses Patienten hat. Daneben soll die Hypothese untersucht werden, dass die Vorerkrankungen, die Dauermedikation und Laborveränderungen zum Aufnahmezeitpunkt eines Patienten den Heilungsverlauf bei einer definierten Diagnose beeinflussen.

2. Material und Methoden

Die wissenschaftliche Herangehensweise hinsichtlich der Auswertung der Patientendaten und der statistischen Analyse soll im Folgenden näher dargestellt werden. Zu Beginn der Untersuchungen lag bereits eine Genehmigung der zuständigen Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Bonn vor (Lfd. Nr. 406/17).

2.1 Patientenkollektiv

Für diese Studie wurden die klinischen Daten von 1593 Patient*innen, die zwischen 2015 und 2018 in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsklinik Bonn aufgenommen wurden, in einer Excel-Datenbank erfasst. Die verwendeten Daten wurden aus Patientenakten entnommen. Retrospektiv wurden Anamnesedaten, Notfallprotokolle, Laborwerte, Operationsberichte, Pflegeberichte und Arztbriefe ausgewertet.

Jeder Patientin und jedem Patienten wurde eine eigene Patienten-ID zugewiesen, sodass die Patientennamen zur Wahrung des Datenschutzes aus der Tabelle entfernt werden konnten. Für die weitere Analyse wurden alle Patientendaten dichotomisiert.

2.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen wurden nur die Daten von Patientinnen und Patienten über 75 Jahren, die notfallmäßig zur Primärversorgung aufgenommen und behandelt wurden. Ausgeschlossen wurden elektiv aufgenommene Patient*innen sowie solche, die zur Übernahme aus anderen Kliniken nach auswärtiger Erstversorgung oder zur Wiederaufnahme bei Komplikationen über 30 Tage nach der Entlassung aus einem stationären Aufenthalt aufgenommen wurden. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Patientenfälle, die im Notfallzentrum erstversorgt wurden, jedoch noch vor der stationären Aufnahme dort verstarben.

2.3 Eingeschlossene spezielle Variablen

Im Folgenden wird auf die eingeschlossenen Variablen näher eingegangen, die zur statistischen Auswertung der Fälle verwendet wurden.

2.3.1 Vorerkrankungen

Tab. 3: Übersicht über in der Studie betrachtete Vorerkrankungen.

Vorerkrankungen
- Kardiovaskuläre Vorerkrankung: Arterielle Hypertonie, Herzrhythmusstörung, KHK, Herzinsuffizienz, pAVK, cAVK, Z. n. Apoplex
- Parese, Gangstörung, Gehbeschwerden, Sturzneigung, Immobilität
- Schilddrüsendysfunktion
- Gerinnungsstörung
- Diabetes mellitus Typ I
- Diabetes mellitus Typ II
- Maligne Tumorerkrankung
- Anämie/Eisenmangel
- Kachexie
- Adipositas
- Niereninsuffizienz
- Dekubitus
- Chronisch-entzündliche Erkrankung: Chronische Nephritis, Bronchitis, Rheuma
- Akute entzündliche Erkrankung: Gastritis, HWI, Pneumonie
- Neurologische Vorerkrankung: Demenz, Delir, Orientierungsstörung, Parkinson
- Osteoporose
- Asthma/COPD
- Psychische Erkrankung
- Nikotinabusus
- Schwere Sehbehinderung
- Alkoholabusus

2.3.2 Komplikationen

Es erfolgte eine Einteilung aller Komplikationen in Major- und Minor-Komplikationen. Die Einteilung der Komplikationen wurde anhand praktischer Überlegungen und in Anlehnung an „Advanced Age and Comorbidity Increase the Risk for Adverse Events After Revision Total Hip Arthroplasty“ (Koenig et al., 2012) vorgenommen. Eine Major-Komplikation hat hiernach tendenziell schwerwiegendere bis lebensbedrohliche Folgen oder macht eine interventionelle Versorgung nötig. Schwere Verläufe, komplexe Anschlusstherapien und ein verlängerter Krankenhausaufenthalt sind häufig. Im Gegensatz dazu haben Minor-Komplikation in der Regel keine schwerwiegenden Folgen und bedürfen nicht unbedingt einer Intervention oder weiterer Diagnostik, sondern können tendenziell eher leicht behoben werden.

Tab. 4: Als Major-Komplikationen gezählte Vorkommnisse.

Major-Komplikationen
- Lungenarterienembolie
- Multiorganversagen
- Myokardinfarkt
- Delir
- Schlaganfall
- Nachblutung oder Hämatom nach operativem Eingriff
- Akute Blutungsanämie
- Neu aufgetretene Herzrhythmusstörung
- Pneumonie
- Kreislaufstillstand
- Sepsis
- Wundheilungsstörung
- Akutes Nierenversagen
- Wundinfektion

Tab. 5: Als Minor-Komplikationen gezählte Vorkommnisse.

Minor-Komplikationen
<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstörung - Harnwegsinfekt - Erneuter stationärer Sturz - Orientierungsstörung - Übelkeit, Erbrechen, Obstipation, Diarrhoe - Erhöhte Inflammationsparameter ohne Fokus - Dekubitus - Gerinnungsstörung - AP-Beschwerden oder Troponinelevation - Vigilanzstörung - Pleuraerguss

2.3.3 Dauermedikation

Tab. 6: Übersicht über in der Studie gezählte Medikamente der Vormedikation.

Dauermedikamente
<ul style="list-style-type: none"> - ACE-Hemmer - Schilddrüsenhormonsubstitution - AT1-Antagonist - Nicht-Opioid-Analgetikum - Antiarrhythmikum Klasse I oder III - Opioid-Analgetikum - Antidementivum - UFH - Betablocker - Pentasaccharid - Calciumkanalblocker - NMH

Fortsetzung Tab. 6: Übersicht über in der Studie gezählte Medikamente der Vormedikation.

- Diuretikum
- VKA
- DOAK
- Vitaminpräparat
- Thrombozytenaggregationshemmer
- Nahrungsergänzungsmittel

2.4 Statistische Methoden

Die statistische Beratung erfolgte durch Dr. Leonie Weinhold vom Institut für Medizinische Biometrie, Informatik und Epidemiologie des Universitätsklinikums Bonn.

Die statistischen Analysen wurden mit Microsoft Excel 2019 und IBM® SPSS Statistics Version 27 für Microsoft Windows durchgeführt.

Die deskriptiven Daten wurden mittels absoluter und relativer Häufigkeit sowie Mittelwert, Standardabweichung und Histogramm dargestellt. Der Vergleich von Patientenfällen mit der gleichen Aufnahmediagnose erfolgte in Gruppen zusammengefasst und innerhalb dieser Untergruppen hinsichtlich des Verlaufs von Krankheit und stationärem Aufenthalt.

Die logistische Regressionsanalyse wurde verwendet, um den Einfluss bestimmter Faktoren auf eine Zielvariable, hier die Outcomefaktoren, zu untersuchen. Für die statistische Analyse wurden die folgenden abhängigen Variablen als Outcomefaktoren definiert: Mortalität (verstorben ja/nein), Major-Komplikation (eingetroffen ja/nein) und Dauer des stationären Aufenthalts, im Folgenden auch Liegedauer genannt, (Verlängerung ja/nein). Für die Variable „Liegedauer“ wurde zunächst der Mittelwert der Verweildauer aller Patient*innen in jeder Diagnosegruppe bestimmt. Es wurde dabei unterschieden, ob die Patient*innen mit oder ohne akute Begleiterkrankung wie beispielsweise eine Pneumonie oder Thrombose stationär aufgenommen wurden. So sollte sichergestellt werden, dass zwischen bestehenden Problemen und Komplikationen während des stationären Aufenthalts differenziert wird. Für die Regressionsanalyse wurde die metrische Variable (Liegedauer in Tagen) in die binäre Variable „Verlängerung der

Liegedauer“ umgeformt. Ein verlängerter stationärer Aufenthalt war dadurch definiert als eine Verweildauer größer als die mittlere Verweildauer in Relation zur Studienpopulation.

Die Laborwerte des Aufnahmelabors wurden als metrische Variablen kategorisiert. Hierfür wurden die in Tabelle 7 aufgeführten Referenz- und Grenzwerte benutzt. In die Analyse floss somit nicht der tatsächliche Laborwert ein, sondern ob eine Veränderung außerhalb der Grenzwerte auftrat.

Der untere Grenzwert für den Hämoglobinwert im Sinne einer Anämie wurde anhand eines Positionspapers der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie (DGG) gesetzt (Röhrig et al., 2018b), das sich auf eine Querschnittstudie (Röhrig et al., 2018a) bezieht, in der hämatologische Parameter in der älteren deutschen Bevölkerung untersucht wurden. Für alle weiteren Laborparameter wurden die am Universitätsklinikum Bonn üblicherweise verwendeten Referenzwerte herangezogen (Hentschel et al., 2024c; Dolscheid et al., 2024; Hentschel et al., 2024a, 2024b).

In der genannten Querschnittstudie wurden die Messungen zur Bestimmung der Hämoglobinkonzentration mit Sysmex XN 9000 Hämatologieanalysatoren durchgeführt (Röhrig et al., 2018a). Die Bestimmung des Hämoglobins erfolgt hierbei nach der sogenannten „SLS- Hämoglobinmethode“. Es wird Natrium-Lauryl-Sulfat (SLS) verwendet, was durch eine Reaktion mit der Zellmembran der Erythrozyten den Austritt von Hämoglobin führt und die Globinstruktur verändert. Das Hämeisen wird oxidiert und die hydrophilen Gruppen des SLS binden an das oxidierte Hämeisen, wodurch stabiles SLS-Hämoglobin entsteht. Nun kann die Absorption bei einer Wellenlänge von 555 nm gemessen werden (Sysmex Marketing, 2019). Dies entspricht auch der im Zentrallabor des Universitätsklinikums Bonn zur Bestimmung der Hämoglobinkonzentration verwendeten Methode (Hentschel et al., 2024c).

Tab. 7: Übersicht über die verwendeten Laborreferenz- und Grenzwerte.

Laborwert	Unterer Grenzwert	Oberer Grenzwert
Kreatinin (mg/dl)	0,5 (weiblich)	0,9 (weiblich)
	0,7 (männlich)	1,2 (männlich)
Hämoglobin (g/dl)	12 (weiblich)	
	13 (männlich)	
Leukozyten (G/l)	3,6	10,5
Quick (%)	70	130
INR	0,9	1,1
PTT (sec)	22	36

Die Bestimmungsmethoden und Referenzwerte der Laborparameter wurden aus dem Leistungsverzeichnis des Zentrallabors des Universitätsklinikums Bonn (Hentschel et al., 2024c; Dolscheid et al., 2024; Hentschel et al., 2024a, 2024b) beziehungsweise aus der Querschnittstudie der Arbeitsgruppe Anämie im Alter der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie (DGG) und des Arbeitskreises Labor der Deutschen Gesellschaft für Hämatologie und Medizinische Onkologie (DGHO) bezüglich hämatologischer Laborparameter bei älteren Personen (Röhrig et al., 2018a) entnommen.

Für die Regressionsanalyse wurden drei Variablensets mit einer aufsteigenden Anzahl an unabhängigen Variablen als potenzielle Prädiktoren ausgewählt. Das erste Set enthielt 17 Variablen, das zweite Set 25 Variablen und das dritte Set 36 Variablen, wobei die zahlenmäßig kleineren Sets jeweils in den größeren enthalten waren. Alle Variablen wurden dichotomisiert, außer das Patientenalter, die Anzahl der Vorerkrankungen und die Anzahl der Dauermedikamente.

Tab. 8: Variablen des kleinsten Sets.

Unabhängige Variablen Set I
<ul style="list-style-type: none">- Diagnosegruppe- Vorerkrankungen<ul style="list-style-type: none">- Anzahl- Kardiovaskuläre Vorerkrankung- Schilddrüsenfunktionsstörung- Diabetes mellitus Typ II- Niereninsuffizienz- Anämie/Eisenmangel- Asthma/COPD- Gangstörung- Neurologische Vorerkrankung- Osteoporose- Psychische Erkrankung- Alter- Geschlecht- Anzahl der Dauermedikamente- Aufnahmelabor<ul style="list-style-type: none">- Kreatinin- Hämoglobin

Tab. 9: Zusätzliche Variablen im zweiten Set.

Unabhängige Variablen Set II
<ul style="list-style-type: none"> - Maligne Tumorerkrankung - Dauermedikation <ul style="list-style-type: none"> - VKA - DOAK - Thrombozytenaggregationshemmer - Aufnahmelabor <ul style="list-style-type: none"> - Leukozytenzahl - Quick - INR - PTT

Tab. 10: Zusätzliche Variablen im dritten Set.

Unabhängige Variablen Set III
<ul style="list-style-type: none"> - Vorerkrankungen <ul style="list-style-type: none"> - Chronisch-entzündliche Vorerkrankung - Adipositas - Dekubitus - Schwere Sehbehinderung - Dauermedikation <ul style="list-style-type: none"> - ACE-Hemmer - AT1-Antagonist - Antiarrhythmikum Klasse I oder III - Antidementivum - Betablocker - Calciumkanalblocker - Diuretikum

Anschließend wurde für die drei Zielvariablen jeweils ein Modell mit den drei Sets an unabhängigen Variablen aufgestellt. In einer multivariaten logistischen

Regressionsanalyse mit Rückwärtselimination wurden schrittweise unabhängige Variablen aus dem Modell entfernt, beginnend mit solchen Variablen, die den geringsten Zusammenhang mit der abhängigen Variable aufwiesen. So wurden die Variablen in dem am besten passenden Variablenset selektiert, die den größten unabhängigen Effekt auf die jeweilige Zielgröße aufwiesen.

Zur Beurteilung der Prädiktion der logistischen Modelle wurde die ROC-Analyse verwendet. Dabei wird die Richtig-Positiv-Rate und die Falsch-Positiv-Rate graphisch dargestellt. Zudem wird die Fläche unter der ROC-Kurve (ROC AUC) betrachtet. Bei einer hohen Sensitivität und Spezifität eines Modells, das also eine gute Vorhersage für die Zielvariablen bietet, liegt die ROC AUC nahe an 1 (Hoo et al., 2017). Bringt ein Modell keine verlässlichen Vorhersagen hervor, generiert es Werte nahe an 0,5 – hier kann die Prognose nicht vom Zufall unterschieden werden (Hoo et al., 2017).

Durch zufällige Selektion wurde ein Trainingsdatensatz mit 65 % der Daten erstellt. Die übrigen 35 % der Daten konnten so zu einer Validierung der Modelle als Testdatensatz verwendet werden. Die Testdaten entsprechen unabhängigen Daten, die bisher nicht verwendet wurden. Hierdurch sollte auch eine Verzerrung des Ergebnisses des Regressionsmodells nach oben verhindert werden (Collins et al., 2015).

Anschließend konnte mit den selektierten Variablen über die logistische Regressionsfunktion (Abb. 3) die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines bestimmten Outcomefaktors ermittelt werden.

$$P = \frac{e^{\beta X}}{1 + e^{\beta X}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta X}} \text{ mit } -\beta X = -\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i$$

Abb. 3: Logistische Regressionsfunktion (x = unabhängige Variable, β = Regressionskoeffizient).

Zur Validierung des Modells mit neuen Daten wurde auf Basis des Testsamples die Wahrscheinlichkeit für die Zielvariable als ROC-Kurve dargestellt.

Als weiterführender Schritt sollte ein Risikoscore, basierend auf den in der logistischen Regression berechneten Regressionskoeffizienten der selektierten Variablen, erstellt werden.

Die metrischen Variablen Alter, Anzahl der Dauermedikamente und Anzahl der Vorerkrankungen wurden hierfür in Kategorien eingeteilt, um ein einfacheres Codierungssystem zu erhalten. Die Grenzen wurden entsprechend gängiger Ansätze gesetzt.

Für Polypharmazie existiert keine einheitliche Definition, oft versteht man jedoch darunter die Einnahme von fünf oder mehr Arzneimitteln (Wagner, 2021).

Tab. 11: Kategorien der Variable „Alter“.

Alter	Kategorie
75 – 84	1
85 – 94	2
94 – 104	3

Tab. 12: Kategorien der Variable „Anzahl Dauermedikamente“.

Anzahl Dauermedikamente	Kategorie
< 5	1
≥ 5	2

Tab. 13: Kategorien der Variable „Anzahl Vorerkrankungen“.

Anzahl Vorerkrankungen	Kategorie
< 3	1
≥ 3	2

Für die Risikoabschätzung wurde über die in Abb. 4 gezeigte Formel ein linearer Prädiktor für jede Anzahl an Punkten und anschließend durch Rücktransformation über die in Abb. 5 dargestellte Formel das Risiko für einen bestimmten Ausgang berechnet.

$$\text{Prädiktor} = \text{Intercept} + \text{Regressionskoeffizient} * \text{Referenzwert von Alter/Anzahl Dauermedikamente/Anzahl Vorerkrankungen} + \text{Faktor} * \text{Punkte}$$

Abb. 4: Formel zur Berechnung des linearen Prädiktors.

$$P = \frac{\text{Exp}(\log P)}{(1 + \text{Exp}(\log P))}$$

Abb. 5: Formel zur Berechnung des Risikos.

Um die Anwendung im Alltag einfacher zu gestalten, wurde die Risikoeinteilung noch gröber kategorisiert. Zur Abschätzung des Risikos für einen Patienten müssen nun nur noch Punkte für zutreffende Einflussgrößen addiert werden. Die Punkte wurden mittels Division der Koeffizienten beziehungsweise deren Referenzwerte bei kategorisierten Variablen durch einen festgelegten Faktor, dies ist der kleinste positive Wert der Koeffizienten beziehungsweise deren Referenzwerte, und Rundung berechnet. Anhand der Punktsomme kann das Risiko bestimmt werden.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 1294 Patientenfälle statistisch ausgewertet. Zwischen Januar 2015 und November 2018 wurden 1593 verunfallte Patient*innen in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Bonn stationär aufgenommen. Wegen Unvollständigkeiten in den Patientenakten konnten 44 Fälle nicht ausgewertet oder zugeordnet werden. Nicht in die Statistik miteinbezogen wurden zudem 85 Fälle, bei denen die Patient*innen elektiv aufgenommen worden waren. Bei 76 Fällen handelte es sich um Wiederaufnahmen aufgrund von Komplikationen bei der Erstversorgung in der unfallchirurgischen Abteilung der Universitätsklinik Bonn und 94 Fälle waren Aufnahmen bei Komplikationen nach erfolgter Primärversorgung in einer anderen Klinik, daher wurden diese Fälle ebenfalls nicht in die statistische Analyse miteinbezogen. Somit ergab sich aus der ursprünglichen Fallzahl von 1593 abzüglich der 299 ausgeschlossenen Fälle eine effektive Fallzahl von 1294.

3.1 Deskriptive Statistik

Zur Charakterisierung des Patientenkollektivs wurde eine deskriptive statistische Analyse der Patientendaten ausgeführt. Nachfolgend sind die Ergebnisse dieser Statistik dargestellt.

3.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Patientenkollektiv bestand aus 1294 Patient*innen im Alter von 75 bis 104 Jahren mit einem mittleren Patientenalter von 83,69 Jahren ($\pm 5,825$). Hierbei waren 839 Patienten weiblich (64,84 %) und 455 Patienten männlich (35,16 %).

Tab. 14: Altersverteilung des Patientenkollektivs. Das mittlere Patientenalter betrug 83,69 Jahre ($\pm 5,825$).

Altersverteilung	
Mittelwert	83,69
Standardabweichung	5,825
Minimum	75
Maximum	104

Tab. 15: Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs. Die Mehrzahl der Patient*innen (64,8 %) war weiblich.

Geschlechtsverteilung		
	Anzahl	Anteil (%)
Weiblich	839	64,8
Männlich	455	35,2
Anzahl	1294	100

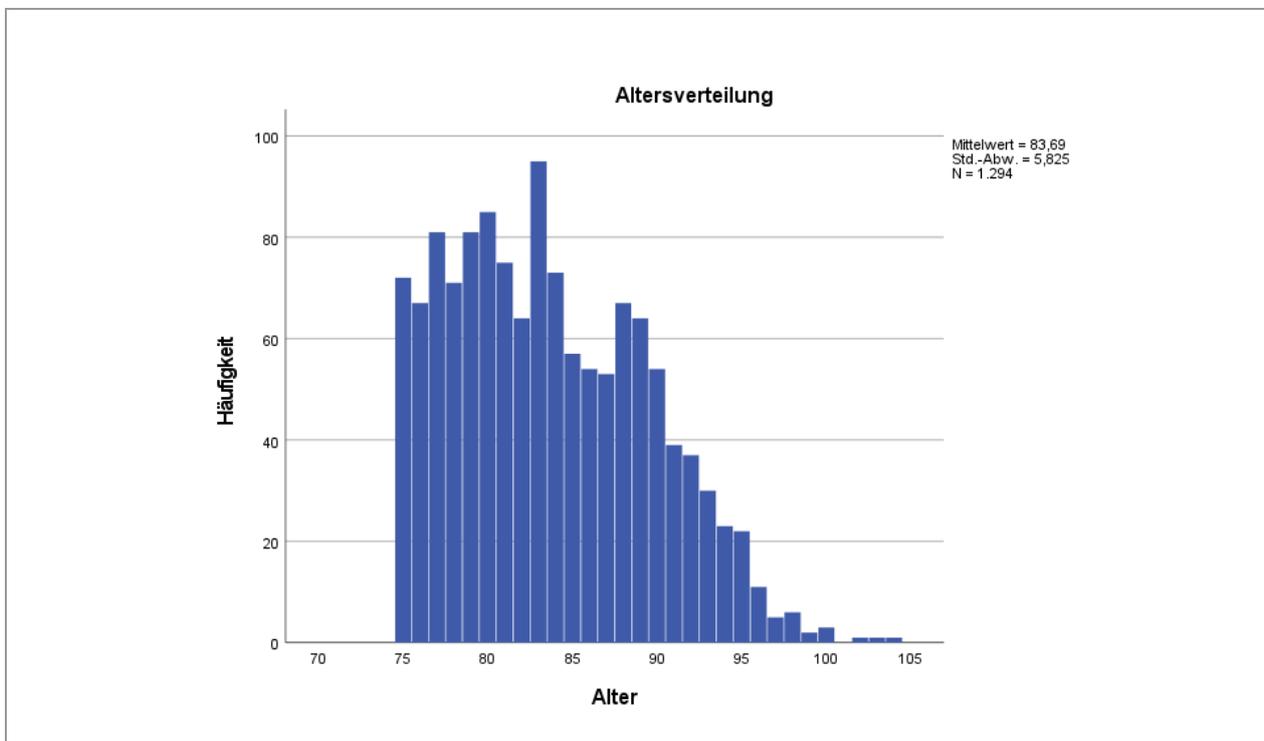


Abb. 6: Das Patientenkollektiv bestand aus 1294 Patient*innen mit einem mittleren Patientenalter von 83,69 Jahren ($\pm 5,825$).

3.1.2 Diagnosegruppen

Die häufigsten Gründe für eine stationäre Aufnahme waren bei den einfachen Verletzungen Schädelprellungen (23,96 %) und Frakturen der unteren Extremität (23,26 %). Mehrfachverletzungen waren ebenfalls häufig ein Grund für einen stationären Aufenthalt (22,57 %).

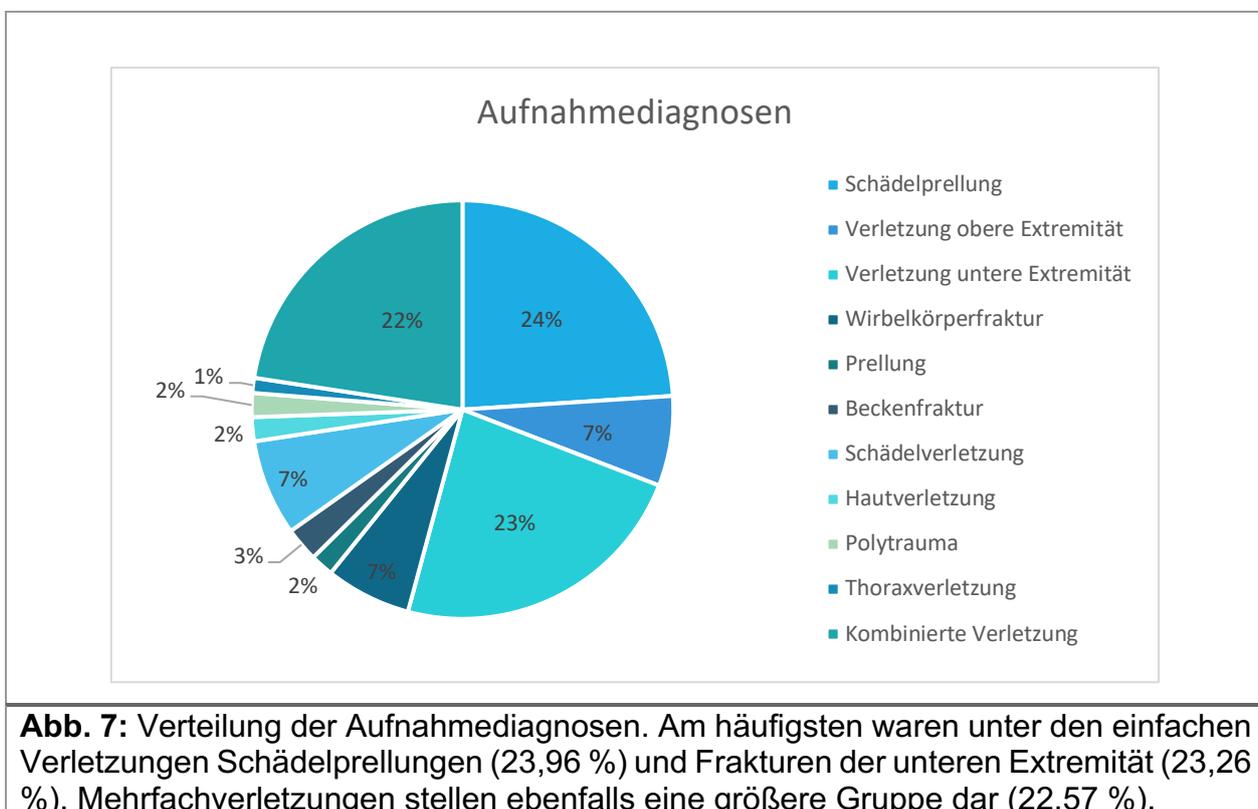
Weniger häufige Diagnosen waren Verletzungen der oberen Extremität (6,96 %), Wirbel- (6,57 %) und Beckenfrakturen (2,63 %), Schädel- (7,42 %), Thorax- (1,16 %) und Hautverletzungen (1,85 %), Prellungen (1,78 %) und Polytraumata (1,85 %).

Tab. 16: Darstellung der Diagnosegruppen und -subgruppen.

Verletzung	Diagnosesubgruppe	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung		310	24,0
Obere Extremität		90	7,0
	Humerusfraktur	43	3,3
	Unterarmfraktur	31	2,4
	Schulterverletzung	9	0,7
	Finger-/Handfraktur/ -verletzung	6	0,5
	Sehnen-/Muskel-/Nerven-/ Gefäß-/Band-/ Weichteilverletzung	5	0,4
Untere Extremität		301	23,3
	Proximale Femurfraktur	222	17,2
	Femurschaft- und distale Femurfraktur	30	2,3
	OSG-Fraktur	21	1,6
	Patellafraktur	7	0,5
	Unterschenkelfraktur	15	1,2
	Fuß-/Zehenfraktur	1	0,1

Fortsetzung 1 Tab. 16: Darstellung der Diagnosegruppen und -subgruppen.			
	Weichteilschaden/Einblutung/ Sehnen-/Nervenverletzung	5	0,4
Wirbelkörperfraktur		85	6,6
	HWK-Fraktur	33	2,6
	BWK-Fraktur	15	1,2
	LWK-Fraktur	29	2,2
	Frakturen mehrerer Wirbelkörper	8	0,6
Beckenfraktur		34	2,6
	Beckenringfraktur	11	0,9
	Os pubis - Fraktur	5	0,4
	Acetabulumfraktur	11	0,9
	Sakrumfraktur	1	0,1
	Mehrfache Beckenfrakturen	6	0,5
Schädelverletzung		96	7,4
	Mittelgesichtsfraktur	61	4,7
	Schädelbasisfraktur	6	0,5
	Unterkieferfraktur	2	0,2
	Kalottenfraktur	7	0,5
	Intrakranielle Blutung	33	2,6
	Mehrfache Verletzungen	71	5,5
Thoraxverletzung		15	1,2
	Rippenfraktur	15	1,2
	Sternumfraktur	3	0,2
	Mehrfache Verletzungen	3	0,2
Prellung		23	1,8
	Prellung obere Extremität/Thorax	6	0,5
	Prellung untere Extremität/ Hüfte/Rücken	21	1,6

Fortsetzung 2 Tab. 16: Darstellung der Diagnosegruppen und -subgruppen.			
Hautverletzung		24	1,9
	Verbrühung/Verbrennung	3	0,2
	Hauteinblutung	7	0,5
	Riss-/Quetsch-/Platzwunde	14	1,1
Polytrauma		24	1,9
Mehrfachverletzungen		292	22,6
Patienten gesamt		1294	100



3.1.3 Versorgungssituation

Die meisten Patient*innen wurden aus dem häuslichen Umfeld aufgenommen (75 %), am zweithäufigsten erfolgte eine Aufnahme aus einem Pflegeheim (18,6 %).

Tab. 17: Darstellung der Versorgungssituation. Die meisten Patient*innen (75 %) wurden aus dem häuslichen Umfeld aufgenommen.

Versorgungssituation	Patientenzahl	Anteil (%)
Häusliches Umfeld	970	75,0
Altersheim	241	18,6
Kurzzeitpflege/AHB	9	0,7
Andere Fachrichtung/Klinik	63	4,9
Intensivstation	11	0,9
Anzahl	1294	100

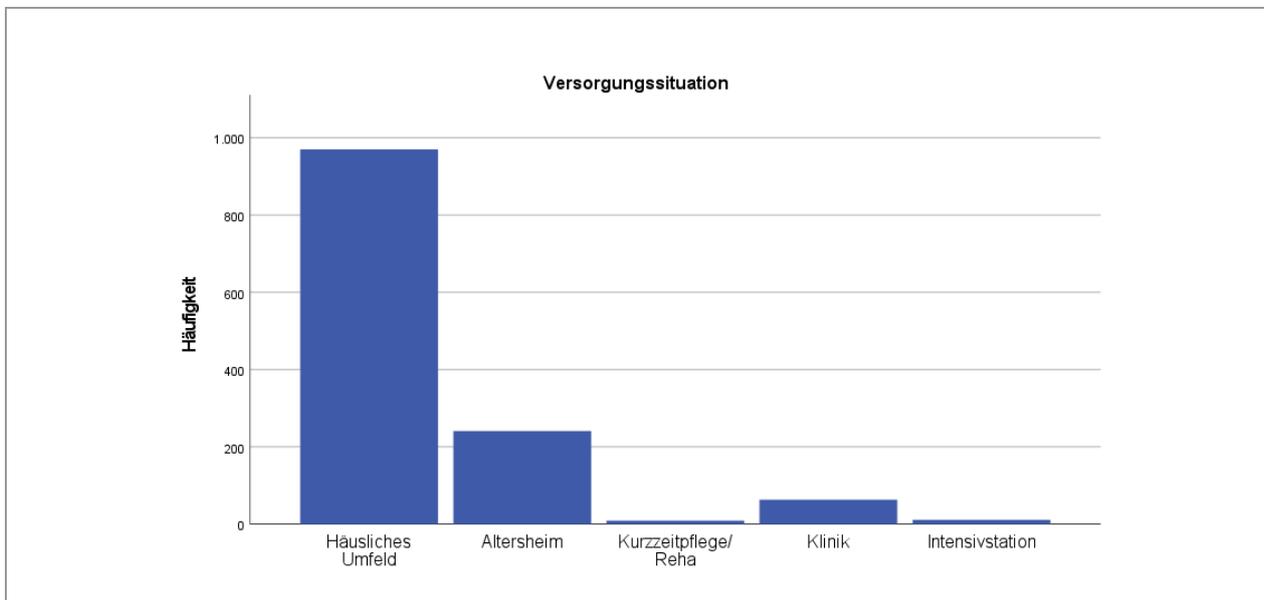


Abb. 8: Visuelle Darstellung der Versorgungssituation der aufgenommenen Patient*innen.

Tab. 18: Detailliertere Darstellung der Versorgungssituation in den Diagnoseuntergruppen.

Verletzung	Versorgungssituation	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Häusliches Umfeld	220	71,0
	Altenheim	88	28,4
	Reha/Kurzzeitpflege	1	0,3
	Andere Fachrichtung/Klinik	1	0,3

Fortsetzung 1 Tab. 18: Detailliertere Darstellung der Versorgungssituation in den Diagnoseuntergruppen.			
	Intensivstation	0	0,0
Obere Extremität	Häusliches Umfeld	72	80
	Altenheim	13	14,4
	Reha/Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/Klinik	5	5,6
	Intensivstation	0	0,0
Untere Extremität	Häusliches Umfeld	209	69,4
	Altenheim	56	18,6
	Reha/Kurzzeitpflege	1	0,3
	Andere Fachrichtung/Klinik	32	10,6
	Intensivstation	3	1,0
Wirbelkörperfraktur	Häusliches Umfeld	62	72,9
	Altenheim	13	15,3
	Reha/Kurzzeitpflege	2	2,4
	Andere Fachrichtung/Klinik	7	8,2
	Intensivstation	1	1,2
Beckenfraktur	Häusliches Umfeld	24	70,6
	Altenheim	6	17,6
	Reha/Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/Klinik	3	8,8
	Intensivstation	1	2,9
Schädelverletzung	Häusliches Umfeld	66	68,8
	Altenheim	27	28,1
	Reha/Kurzzeitpflege	1	1,0
	Andere Fachrichtung/Klinik	1	1,0
	Intensivstation	1	1,0
Thoraxverletzung	Häusliches Umfeld	13	86,7
	Altenheim	2	13,3
	Reha/Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/Klinik	0	0,0

Fortsetzung 2 Tab. 18: Detailliertere Darstellung der Versorgungssituation in den Diagnoseuntergruppen.			
	Intensivstation	0	0,0
Prellung	Häusliches Umfeld	21	91,3
	Altenheim	2	8,7
	Reha/Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/Klinik	0	0,0
	Intensivstation	0	0,0
Hautverletzung	Häusliches Umfeld	20	83,3
	Altenheim	2	8,3
	Reha/Kurzzeitpflege	1	4,2
	Andere Fachrichtung/Klinik	0	0,0
	Intensivstation	1	4,2
Polytrauma	Häusliches Umfeld	19	79,2
	Altenheim	0	0,0
	Reha/Kurzzeitpflege	1	4,2
	Andere Fachrichtung/Klinik	1	4,2
	Intensivstation	3	12,5
Mehrfachverletzungen	Häusliches Umfeld	244	83,6
	Altenheim	32	11,0
	Reha/Kurzzeitpflege	2	0,7
	Andere Fachrichtung/Klinik	13	4,5
	Intensivstation	1	0,3

3.1.4 Unfallhergang

Für die Erfassung des Unfallhergangs wurden fünf Kategorien erstellt: Sturz aus der Ebene oder aus geringer Höhe (Stolpersturz), Sturz aus einer Höhe von über zwei Metern, Verkehrsunfall, Leitersturz, Treppensturz und sonstige Unfälle. Am häufigsten vertreten waren Stolperstürze mit einem Anteil von 77,67 %.

Tab. 19: Übersicht über die Verteilung des Unfallhergangs. Am häufigsten vertreten waren Stolperstürze mit einem Anteil von 77,67 %.

Unfallhergang	Anzahl	Anteil (%)
Stolpersturz aus geringer Höhe	1005	77,7
Sturz aus > 2m	22	1,7
Verkehrsunfall	93	7,2
Leitersturz	21	1,6
Treppensturz	133	10,3
Sonstiges	20	1,6
Anzahl	1294	100

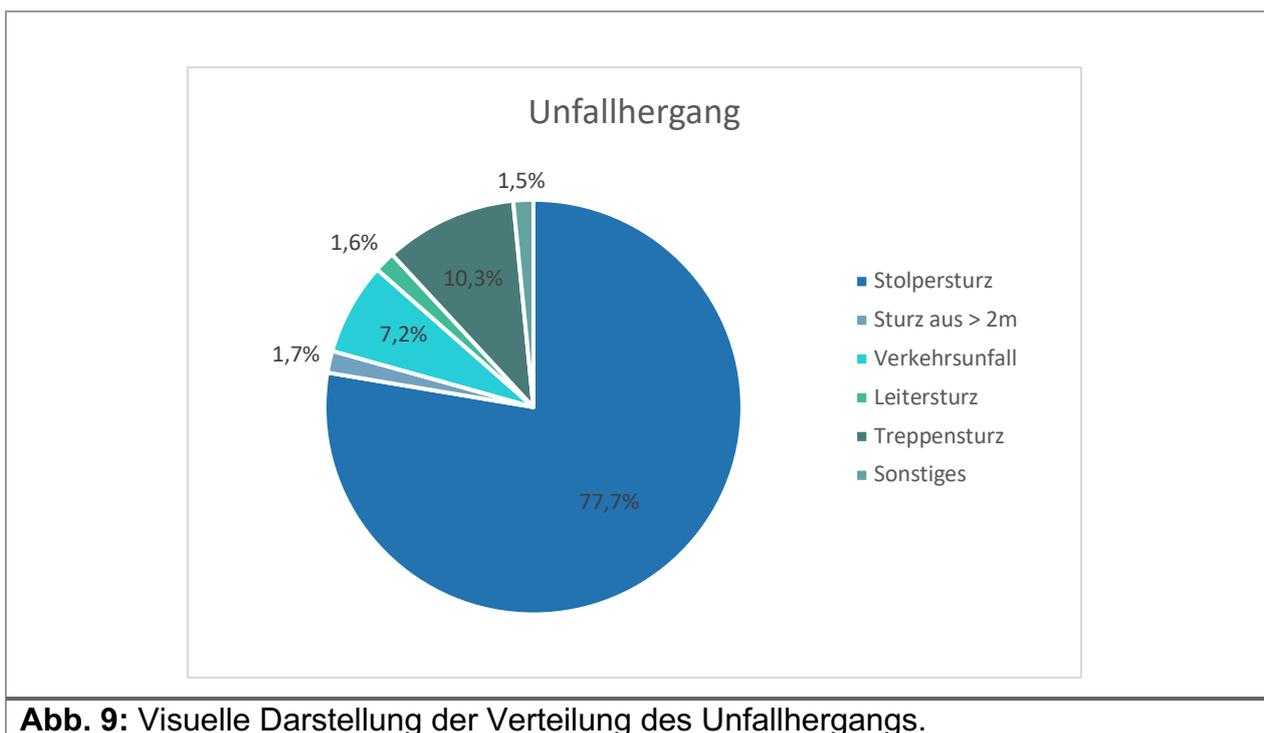


Abb. 9: Visuelle Darstellung der Verteilung des Unfallhergangs.

Tab. 20: Detailliertere Darstellung der Verteilung des Unfallhergangs in den Diagnoseuntergruppen. Bei allen Verletzungen war ein Stolpersturz am häufigsten ursächlich für die stationäre Aufnahme.

Verletzung	Unfallhergang	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Stolpersturz	247	79,7
	Sturz aus > 2 m Höhe	2	0,7
	Verkehrsunfall	19	6,1
	Leitersturz	2	0,7
	Treppensturz	37	11,9
	Sonstiges	3	1,0
Obere Extremität	Stolpersturz	80	88,9
	Sturz aus > 2 m Höhe	1	1,1
	Verkehrsunfall	1	1,1
	Leitersturz	0	0,0
	Treppensturz	3	3,3
	Sonstiges	5	5,6
Untere Extremität	Stolpersturz	275	91,4
	Sturz aus > 2 m Höhe	1	0,3
	Verkehrsunfall	9	3,0
	Leitersturz	2	0,7
	Treppensturz	10	3,3
	Sonstiges	4	1,3
Wirbelkörperfraktur	Stolpersturz	68	80,0
	Sturz aus > 2 m Höhe	2	2,4
	Verkehrsunfall	5	5,9
	Leitersturz	3	3,5
	Treppensturz	7	8,2
Beckenfraktur	Stolpersturz	24	70,6
	Sturz aus > 2 m Höhe	4	11,8
	Verkehrsunfall	4	11,8
	Leitersturz	0	0,0

Fortsetzung 1 Tab. 20: Detailliertere Darstellung der Verteilung des Unfallhergangs in den Diagnoseuntergruppen.

	Treppensturz	2	5,9
Schädelverletzung	Stolpersturz	82	85,4
	Sturz aus > 2 m Höhe	0	0,0
	Verkehrsunfall	2	2,1
	Leitersturz	0	0,0
	Treppensturz	12	12,5
Thoraxverletzung	Stolpersturz	8	53,3
	Sturz aus > 2 m Höhe	0	0,0
	Verkehrsunfall	5	33,3
	Leitersturz	1	6,7
	Treppensturz	1	6,7
Prellung	Stolpersturz	20	87,0
	Sturz aus > 2 m Höhe	0	0,0
	Verkehrsunfall	0	0,0
	Leitersturz	0	0,0
	Treppensturz	3	13,0
Hautverletzung	Stolpersturz	13	54,2
	Sturz aus > 2 m Höhe	0	0,0
	Verkehrsunfall	1	4,2
	Leitersturz	0	0,0
	Treppensturz	2	8,3
	Sonstiges	8	33,3
Polytrauma	Stolpersturz	10	41,7
	Sturz aus > 2 m Höhe	2	8,3
	Verkehrsunfall	7	29,2
	Leitersturz	1	4,2
	Treppensturz	4	16,7
Mehrfachverletzungen	Stolpersturz	178	61,0
	Sturz aus > 2 m Höhe	10	3,4
	Verkehrsunfall	40	13,7

Fortsetzung 2 Tab. 20: Detailliertere Darstellung der Verteilung des Unfallhergangs in den Diagnoseuntergruppen.			
	Leitersturz	12	4,1
	Treppensturz	52	17,8

3.1.5 Vorerkrankungen

Es wurden folgende Vorerkrankungen gezählt: Kardiovaskuläre Vorerkrankungen, Schilddrüsendysfunktion, Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz, Anämie, akute oder chronisch-entzündliche Erkrankungen, Asthma oder COPD, Nikotin- oder Alkoholabusus, Störungen des Gangbilds, neurologische Vorerkrankungen, aktive maligne Tumorerkrankungen, Kachexie, Adipositas, Dekubitus, Osteoporose, Gerinnungsstörungen, psychische Erkrankungen und Sehbehinderungen.

Die meisten Patient*innen (79,13 %) waren kardiovaskulär vorerkrankt. Häufig waren auch Schilddrüsenerkrankungen (21,56 %), Diabetes mellitus Typ II (18,08 %), Gangstörungen (17,54 %) und neurologische Vorerkrankungen (25,04 %).

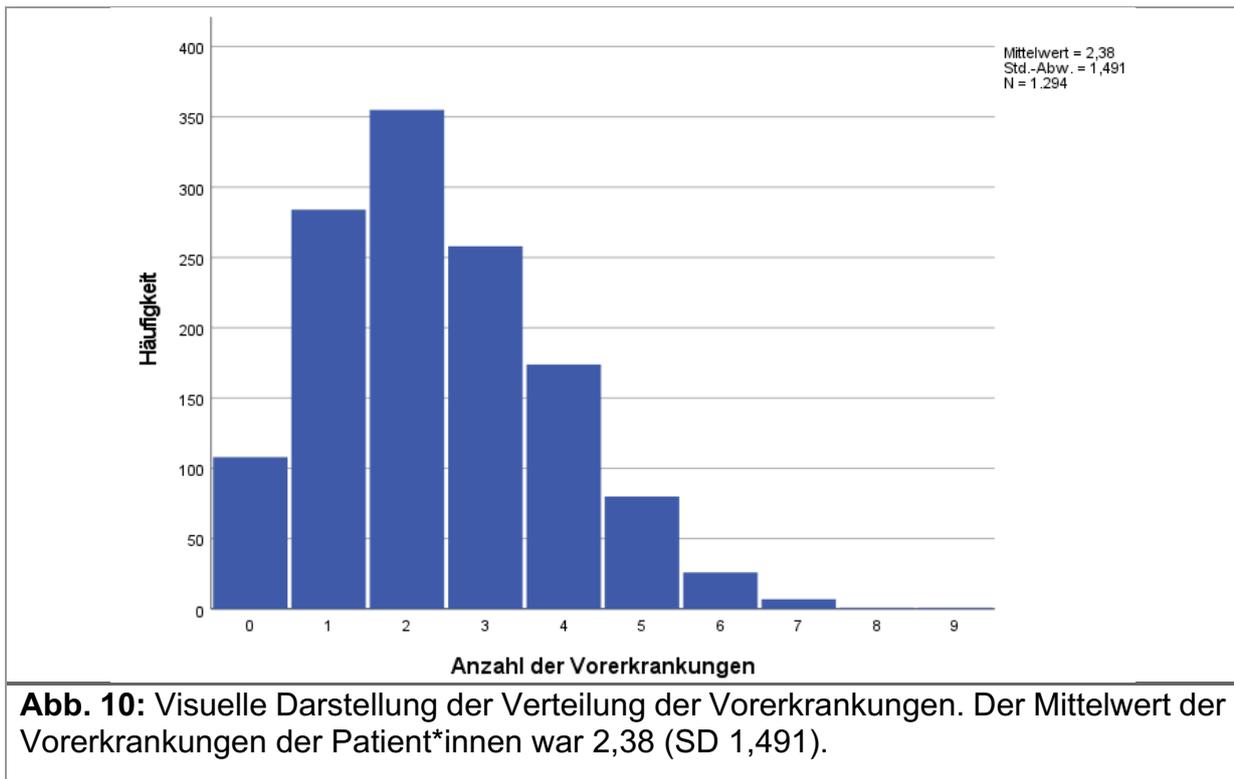
Tab. 21: Übersicht über die gezählten Vorerkrankungen. Am häufigsten kamen kardiovaskuläre, endokrine, orthopädische und neurologische Nebendiagnosen vor.

Vorerkrankungen	Anzahl	Häufigkeit (%)
Kardiovaskuläre Vorerkrankung	1024	79,1
Schilddrüsendysfunktion	279	21,6
Diabetes mellitus Typ I	1	0,1
Diabetes mellitus Typ II	234	18,1
Niereninsuffizienz	176	13,6
Anämie/Eisenmangel	59	4,6
Akute entzündliche Erkrankung	20	1,6
Chronisch-entzündliche Erkrankung	115	8,9
Asthma/COPD	110	8,5
Nikotinabusus	25	1,9

Fortsetzung Tab. 21: Übersicht über die gezählten Vorerkrankungen.		
Alkoholabusus	23	1,8
Gangstörung	227	17,5
Neurologische Vorerkrankung	337	26,0
Maligne Tumorerkrankung	69	5,3
Kachexie	11	0,9
Adipositas	57	4,4
Dekubitus	16	1,2
Osteoporose	131	10,1
Gerinnungsstörung	16	1,2
Psychische Erkrankung	130	10,1
Schwere Sehbehinderung	28	2,2

Tab. 22: Übersicht über die Anzahl der Vorerkrankungen bei den aufgenommenen Patient*innen. Die meisten Patient*innen hatten zwei (27,43 %) oder eine Vorerkrankung (21,95 %).

Anzahl Vorerkrankungen	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
0	108	8,4
1	284	22,0
2	355	27,4
3	258	19,9
4	174	13,5
5	80	6,2
6	26	2,0
7	7	0,5
8	1	0,1
9	1	0,1



3.1.6 Dauermedikation

Als Dauermedikamente wurden ACE-Hemmer, AT1-Antagonisten, Klasse I- oder III-Antiarrhythmika, Antidementiva, Betablocker, Calciumkanalblocker, Diuretika, Vitaminpräparate, Nahrungsergänzungsmittel, Schilddrüsenhormonpräparate, Heparine, Pentasaccharide, Vitamin-K-Antagonisten, DOAK und Thrombozytenaggregationshemmer gezählt.

Tab. 23: Übersicht über die Verteilung der eingenommenen Medikamente. Kardiovaskulär wirksame, endokrine und gerinnungshemmende Präparate waren häufig vertreten.

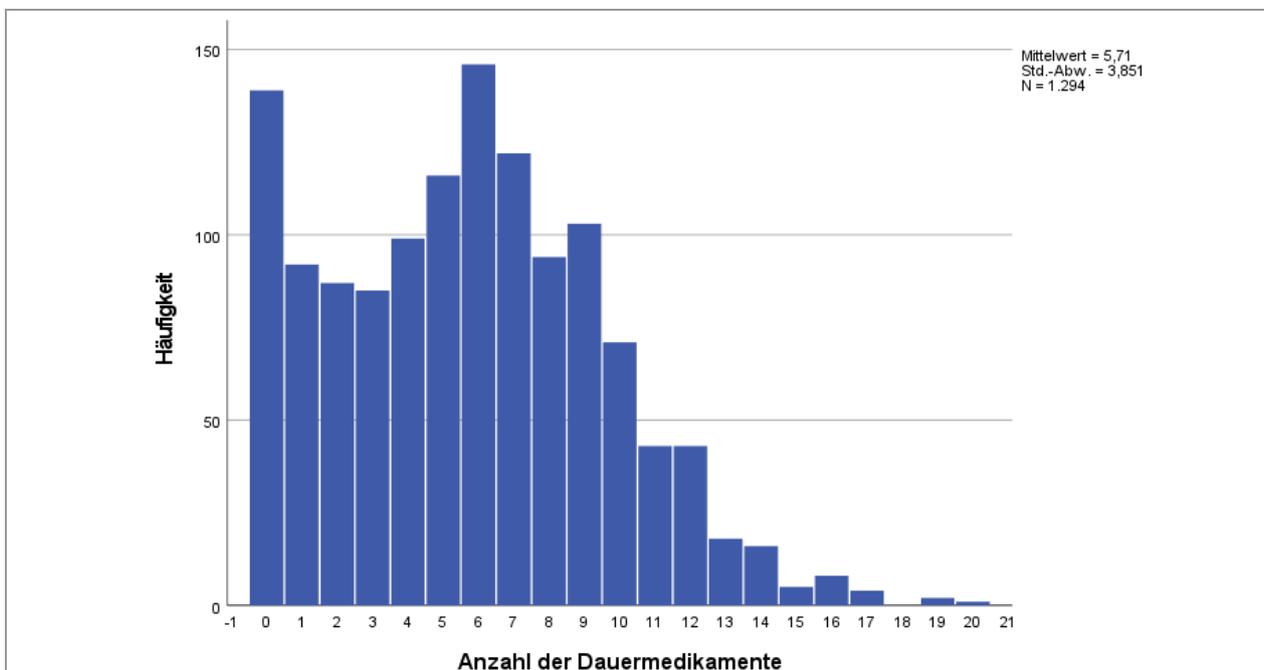
Dauermedikation	Anzahl	Häufigkeit (%)
ACE-Hemmer	388	30,0
AT1-Antagonist	259	20,0
Antiarrhythmikum Klasse I oder III	50	3,9
Antidementivum	85	6,6
Betablocker	561	43,4
Calciumkanalblocker	259	20,0
Diuretikum	554	42,8
Vitaminpräparat	284	22,0
Nahrungsergänzungsmittel	209	16,2
Schilddrüsenhormonpräparat	278	21,5
Heparin	15	1,2
Pentasaccharid	3	0,2
NMH	42	3,3
Vitamin-K-Antagonist	132	10,2
DOAK	199	15,4
Thrombozytenaggregationshemmer	480	37,1

Tab. 24: Übersicht über die Anzahl der eingenommenen Medikamente. Die meisten Patient*innen nahmen sechs verschiedene Arzneimittel ein (11,3 %).

Anzahl eingenommener Dauermedikamente	Anzahl der Patienten	Häufigkeit (%)
0	139	10,7
1	92	7,1
2	87	6,7
3	85	6,6
4	99	7,7
5	116	9,0

Fortsetzung Tab. 24: Übersicht über die Anzahl der eingenommenen Medikamente.

6	146	11,3
7	122	9,4
8	94	7,3
9	103	8,0
10	71	5,5
11	43	3,3
12	43	3,3
13	18	1,4
14	16	1,2
15	5	0,4
16	8	0,6
17	4	0,3
18	0	0,0
19	2	0,2
20	1	0,1

**Abb. 11:** Visuelle Darstellung der Verteilung der Dauermedikation. Der Mittelwert betrug 5,71 (SD 3,851).

3.1.7 Therapie

Etwa die Hälfte der aufgenommenen Patient*innen wurde konservativ versorgt (50,9 %). Fand ein operativer Eingriff statt, wurden die Patient*innen meist nur einmal operiert (39,3 %).

Tab. 25: Die folgende Tabelle zeigt, ob und wie oft Patient*innen während des stationären Aufenthalts operativ versorgt wurden.

Anzahl Operationen	Anzahl	Häufigkeit (%)
0	659	50,9
1	509	39,3
2	85	6,6
3	18	1,4
4	7	0,5
5	8	0,6
6	3	0,2
7	3	0,2
8	0	0
9	0	0
10	1	0,1
11	0	0
12	1	0,1

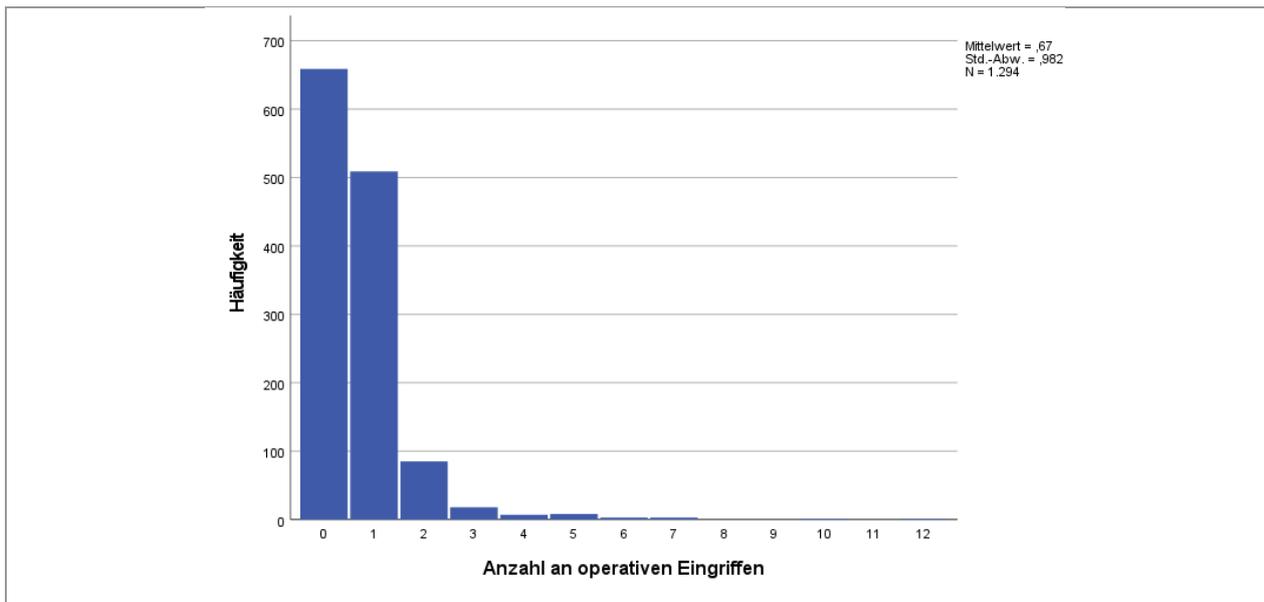


Abb. 12: Visuelle Darstellung der Verteilung der Häufigkeit der operativen Eingriffe. Der Mittelwert lag bei 0,67 (SD 0,982).

Tab. 26: Die Tabelle zeigt eine Übersicht über die Versorgungsart nach Verletzung.

Verletzung	Versorgung	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Konservativ	307	99,0
	Operativ	3	1,0
Obere Extremität	Konservativ	12	13,3
	Operativ	78	86,7
Untere Extremität	Konservativ	15	5,0
	Operativ	286	95,0
Wirbelkörperfraktur	Konservativ	25	29,4
	Operativ	60	70,6
Beckenfraktur	Konservativ	14	41,2
	Operativ	20	58,8
Schädelverletzung	Konservativ	94	97,9
	Operativ	2	2,1
Thoraxverletzung	Konservativ	13	86,7
	Operativ	2	13,3

Fortsetzung Tab. 26: Übersicht über die Versorgungsart nach Verletzung.			
Prellung	Konservativ	23	100,0
	Operativ	0	0,0
Hautverletzung	Konservativ	11	45,8
	Operativ	13	54,2
Polytrauma	Konservativ	12	50,0
	Operativ	12	50,0
Mehrfachverletzungen	Konservativ	133	45,6
	Operativ	159	54,5

3.1.8 Stationäre Verweildauer

Die Dauer des stationären Aufenthalts wurde ab dem Aufnahmetag gezählt. Bezogen auf alle Patientenfälle und Diagnosegruppen lag der Mittelwert für die Liegedauer bei 10 Tagen. Bei der Betrachtung der Diagnosesubgruppen zeigen sich deutliche Unterschiede in der stationären Verweilzeit.

Tab. 27: Nachfolgend ist die Liegedauer aller Patient*innen dargestellt. Im Mittel dauerte ein stationärer Aufenthalt 10 Tage (SD 12,334).

Liegedauer (Tage)	
Mittelwert	10,1
Standardabweichung	12,334
Minimum	1
Maximum	164

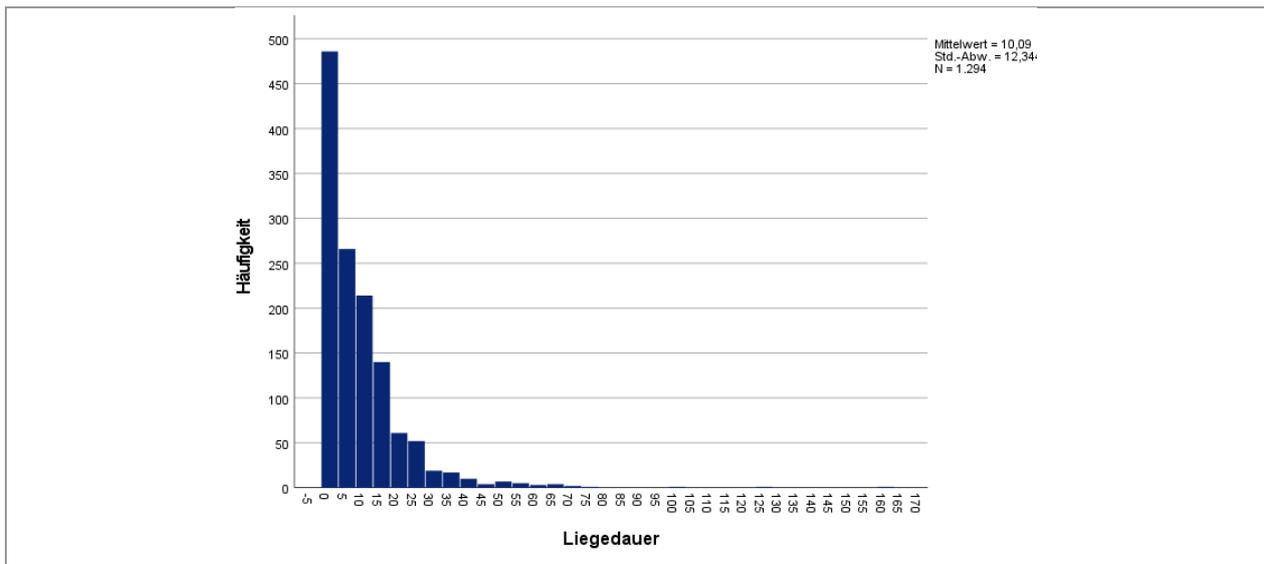


Abb. 13: Darstellung der Häufigkeiten der stationären Verweildauer. Die meisten Patient*innen (211 Fälle, 16,3 %) wurden einen Tag lang stationär versorgt.

Tab. 28: Darstellung der Liegedauer in Abhängigkeit der Diagnosegruppe und dem Vorhandensein von Komplikationen zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme.

Verletzung	Liegedauer bei Patienten mit Aufnahme ohne Komplikationen		Liegedauer bei Patienten mit Aufnahme mit Komplikationen	
	Mittelwert		Mittelwert	
Schädelprellung	Mittelwert	2,3	Mittelwert	5,1
	Standardabweichung	2,5	Standardabweichung	4,5
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	26	Maximum	19
Obere Extremität	Mittelwert	9,8	Mittelwert	8,5
	Standardabweichung	10,0	Standardabweichung	3,5
	Minimum	1	Minimum	6
	Maximum	59	Maximum	11
Untere Extremität	Mittelwert	17,1	Mittelwert	22,7
	Standardabweichung	12,2	Standardabweichung	31,9
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	78	Maximum	163

Fortsetzung 1 Tab. 28: Darstellung der Liegedauer in Abhängigkeit der Diagnosegruppe und dem Vorhandensein von Komplikationen zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme.				
Wirbelkörperfraktur	Mittelwert	12,5	Mittelwert	12,2
	Standardabweichung	12,6	Standardabweichung	5,4
	Minimum	1	Minimum	7
	Maximum	100	Maximum	21
Beckenfraktur	Mittelwert	13,7		
	Standardabweichung	11,3		
	Minimum	1		
	Maximum	50		
Schädelverletzung	Mittelwert	3,1	Mittelwert	3,4
	Standardabweichung	3,2	Standardabweichung	4,8
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	19	Maximum	14
Thoraxverletzung	Mittelwert	7,6	Mittelwert	6,0
	Standardabweichung	9,0	Standardabweichung	5,0
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	33	Maximum	11
Prellung	Mittelwert	3,4	Mittelwert	2,3
	Standardabweichung	1,8	Standardabweichung	1,2
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	8	Maximum	3
Hautverletzung	Mittelwert	11,2	Mittelwert	3,8
	Standardabweichung	14,6	Standardabweichung	3,1
	Minimum	1	Minimum	1
	Maximum	54	Maximum	8
Polytrauma	Mittelwert	15,2	Mittelwert	50,7
	Standardabweichung	11,4	Standardabweichung	63,7
	Minimum	1	Minimum	9
	Maximum	51	Maximum	124
Mehrfachverletzungen	Mittelwert	11,5	Mittelwert	11,7

Fortsetzung 2 Tab. 28: Darstellung der Liegedauer in Abhängigkeit der Diagnosegruppe und dem Vorhandensein von Komplikationen zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme.

	Standardabweichung	11,3	Standardabweichung	12,2
	Minimum	1	Minimum	2
	Maximum	68	Maximum	54

3.1.9 Komplikationen

Nachfolgend wird das Auftreten von Komplikationen bei der Patientenversorgung dargestellt, hierzu wurde der Bedarf für eine intensivmedizinische Versorgung, der Bedarf an Bluttransfusionen, eine Verlängerung der stationären Liegezeit und die Mortalität näher betrachtet.

3.1.9.1 Übersicht

Die folgende Übersicht zeigt, bei wie vielen Patient*innen jeder Aufnahme diagnose während der stationären Versorgung Komplikationen auftraten. Um eine sinnvolle Abgrenzung treffen zu können, wurden nur Probleme berücksichtigt, die nach der stationären Aufnahme auftraten. Fälle, bei denen bereits zum Aufnahmezeitpunkt eine Beeinträchtigung bestand, wurden daher nicht mitgezählt. Die Zahl der Patientenfälle, die ohne Komplikation aufgenommen wurden, betrug 1190.

Tab. 29: Die Übersicht zeigt die Verteilung und Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Aufnahme diagnose.

Verletzung		Patienten- zahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Komplikationen schon bei Aufnahme	30	9,7
	Keine vorbestehenden Komplikationen	280	90,3
	Komplikationen aufgetreten	53	18,9
	Anzahl Major-Komplikationen		
		1	15
			5,4

Fortsetzung 1 Tab. 29: Verteilung und Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Aufnahmediagnose.

		2	1	0,4
		3	1	0,4
Obere Extremität	Komplikationen schon bei Aufnahme	2		2,2
	Keine vorbestehenden Komplikationen	88		97,8
		Komplikationen aufgetreten	27	30,7
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	17	19,3
		2	5	5,7
		4	1	1,1
Untere Extremität	Komplikationen schon bei Aufnahme	26		8,6
	Keine vorbestehenden Komplikationen	275		91,4
		Komplikationen aufgetreten	62	22,5
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	79	28,7
		2	53	19,3
		3	19	6,9
		4	12	4,4
		5	4	1,5
		6	1	0,4
		8	1	0,4
Wirbelkörperfraktur	Komplikationen schon bei Aufnahme	5		5,9
	Keine vorbestehenden Komplikationen	80		94,1
		Komplikationen aufgetreten	37	46,3
		Anzahl Major-Komplikationen		

Fortsetzung 2 Tab. 29: Verteilung und Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Aufnahmediagnose.

		1	9	11,3
		2	6	7,3
		3	1	1,3
		4	2	2,5
		5	1	1,3
Beckenfraktur	Komplikationen schon bei Aufnahme		0	0,0
	Keine vorbestehenden Komplikationen		34	100,0
		Komplikationen aufgetreten	19	55,9
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	5	14,7
		2	3	8,8
		3	3	8,8
		4	1	2,9
		8	1	2,9
Schädelverletzung	Komplikationen schon bei Aufnahme		7	7,3
	Keine vorbestehenden Komplikationen		89	92,7
		Komplikationen aufgetreten	27	30,3
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	5	5,6
		2	3	3,4
Thoraxverletzung	Komplikationen schon bei Aufnahme		3	20,0
	Keine vorbestehenden Komplikationen		12	80,0
		Komplikationen aufgetreten	8	66,7
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	2	16,7

Fortsetzung 3 Tab. 29: Verteilung und Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Aufnahmediagnose.

		2	1	8,3
		3	1	8,3
Prellung	Komplikationen schon bei Aufnahme	3		13,0
	Keine vorbestehenden Komplikationen	20		87,0
	Komplikationen aufgetreten	5		25,0
	Anzahl Major-Komplikationen			
		1	1	5,0
		2	1	5,0
Hautverletzung	Komplikationen schon bei Aufnahme	4		16,7
	Keine vorbestehenden Komplikationen	20		83,3
	Komplikationen aufgetreten	7		35,0
	Anzahl Major-Komplikationen			
		1	2	10,0
		2	4	20,0
		3	1	5,0
Polytrauma	Komplikationen schon bei Aufnahme	3		12,5
	Keine vorbestehenden Komplikationen	21		87,5
	Komplikationen aufgetreten	18		85,7
	Anzahl Major-Komplikationen			
		1	9	42,9
		2	3	14,3
		4	1	4,8
		6	1	4,8
Mehrfachverletzungen	Komplikationen schon bei Aufnahme	21		7,2
	Keine vorbestehenden Komplikationen	271		92,8

Fortsetzung 4 Tab. 29: Verteilung und Häufigkeit von Komplikationen in Abhängigkeit der Aufnahmediagnose.

		Komplikationen aufgetreten	148	54,6
		Anzahl Major-Komplikationen		
		1	58	21,4
		2	18	6,6
		3	6	2,2
		4	5	1,9
		5	1	0,4
		6	3	1,1

3.1.9.2 Intensivmedizinische Versorgung

Die meisten Patient*innen (876; 73,61 %) benötigten keine Intensivtherapie, 314 Patient*innen (26,39 %) wurden hingegen intensivmedizinisch versorgt.

Tab. 30: Die Übersicht zeigt, welche Patient*innen in Abhängigkeit der Aufnahmediagnose eine intensivmedizinische Therapie erhielten oder auf einer Normalstation versorgt wurden.

Verletzung	Versorgung	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Intensivtherapie	4	1,4
	Normalstation	276	98,7
Obere Extremität	Intensivtherapie	17	19,3
	Normalstation	71	80,8
Untere Extremität	Intensivtherapie	148	53,8
	Normalstation	127	46,2
Wirbelkörperfraktur	Intensivtherapie	27	33,8
	Normalstation	53	66,3
Beckenfraktur	Intensivtherapie	15	44,1
	Normalstation	19	55,9
Schädelverletzung	Intensivtherapie	9	10,1
	Normalstation	80	89,9
Thoraxverletzung	Intensivtherapie	3	25,0
	Normalstation	9	75,0
Prellung	Intensivtherapie	0	0,0
	Normalstation	20	100,0
Hautverletzung	Intensivtherapie	4	20,0
	Normalstation	16	80,0
Polytrauma	Intensivtherapie	19	90,5
	Normalstation	2	9,5
Mehrfachverletzungen	Intensivtherapie	68	25,1
	Normalstation	203	74,9

3.1.9.3 Transfusion von Erythrozytenkonzentraten

Tab. 31: Darstellung der Häufigkeiten einer Bluttransfusion. Insgesamt wurden 259 Patient*innen (21,76 %) mit Blutprodukten versorgt.

Verletzung	Gabe von Erythrozytenkonzentraten	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	ja	6	2,1
	nein	274	97,9
Obere Extremität	ja	18	20,5
	nein	70	79,6
Untere Extremität	ja	140	50,9
	nein	135	49,1
Wirbelkörperfraktur	ja	11	13,8
	nein	69	86,3
Beckenfraktur	ja	12	35,3
	nein	22	64,7
Schädelverletzung	ja	3	3,4
	nein	86	96,6
Thoraxverletzung	ja	2	16,7
	nein	10	83,3
Prellung	ja	1	5,0
	nein	19	95,0
Hautverletzung	ja	4	20,0
	nein	16	80,0
Polytrauma	ja	8	38,1
	nein	13	61,9
Mehrfachverletzungen	ja	54	19,9
	nein	217	80,1

3.1.9.4 Verlängerung des stationären Aufenthalts

Eine verlängerte Verweildauer wurde definiert als ein stationärer Aufenthalt, der länger war als die mittlere Verweildauer der Patient*innen mit der gleichen Diagnose. Von den 1190 Fällen kam es bei 368 Fällen (31 %) zu einem verlängerten stationären Aufenthalt. Anteilig war die Verweildauer am häufigsten bei Beckenfrakturen und Polytraumata verlängert.

Tab. 32: Häufigkeiten einer verlängerten Verweildauer.

Verletzung	Verlängerung LOS	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	ja	69	24,6
	nein	211	75,4
Obere Extremität	ja	29	33,0
	nein	59	67,1
Untere Extremität	ja	89	32,4
	nein	186	67,6
Wirbelkörperfraktur	ja	27	33,8
	nein	53	66,3
Beckenfraktur	ja	14	41,2
	nein	20	58,8
Schädelverletzung	ja	23	25,8
	nein	66	74,2
Thoraxverletzung	ja	3	25,0
	nein	9	75,0
Prellung	ja	6	30,0
	nein	14	70,0
Hautverletzung	ja	5	25,0
	nein	15	75,0
Polytrauma	ja	8	38,1
	nein	13	61,9

Fortsetzung Tab. 32: Häufigkeiten einer verlängerten Verweildauer.			
Mehrfachverletzungen	ja	95	35,1
	nein	176	64,9

Bei dieser Aufstellung ist zu bedenken, dass der genaue Grund für eine zu lange Verweildauer oft nicht bekannt ist und sich nicht selten auch mehrere Faktoren auf einen Fall auswirken können.

Als Gründe für eine verlängerte Verweildauer wurden Diagnose- oder Komplikationsassoziierte Gründe, Versorgungsprobleme, Schwierigkeiten bei der Mobilisation, Verzögerung der operativen Versorgung und sonstige Gründe gezählt. Am häufigsten in allen Untergruppen war der Grund für den verlängerten Aufenthalt Diagnose- oder Komplikationsassoziiert, beispielweise durch solche Komplikationen, die im Abschnitt 2.3.2 analysiert wurden.

Tab. 33: Darstellung der Ursachen für eine verlängerte Verweildauer.

Verletzung	Begründung	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	33	47,8
	Versorgungsproblem	0	0,0
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	7	10,1
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	29	42,0
Obere Extremität	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	25	86,2
	Versorgungsproblem	0	0,0

Fortsetzung 1 Tab. 33: Darstellung der Ursachen für eine verlängerte Verweildauer.			
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	0	0,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	3	10,3
Untere Extremität	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	87	97,8
	Versorgungsproblem	0	0,0
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	1	1,1
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	1	1,1
Wirbelkörperfraktur	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	22	81,5
	Versorgungsproblem	1	3,7
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	0	0,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	4	14,8
Beckenfraktur	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	11	78,6
	Versorgungsproblem	1	7,1

Fortsetzung 2 Tab. 33: Darstellung der Ursachen für eine verlängerte Verweildauer.			
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	0	0,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	2	14,3
Schädelverletzung	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	12	52,2
	Versorgungsproblem	1	4,4
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	2	8,7
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	8	34,8
Thoraxverletzung	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	2	66,7
	Versorgungsproblem	0	0,0
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	1	33,3
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	0	0,0
Prellung	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	1	16,7
	Versorgungsproblem	0	0,0

Fortsetzung 3 Tab. 33: Darstellung der Ursachen für eine verlängerte Verweildauer.			
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	1	16,7
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	4	66,7
Hautverletzung	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	5	100,0
	Versorgungsproblem	0	0,0
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	0	0,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	0	0,0
Polytrauma	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	8	100,0
	Versorgungsproblem	0	0,0
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	0	0,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	0	0,0
Mehrfachverletzungen	Diagnose- oder Komplikationsassoziiert	82	86,3
	Versorgungsproblem	3	3,2

Fortsetzung 4 Tab. 33: Darstellung der Ursachen für eine verlängerte Verweildauer.			
	Schwierigkeiten bei der Mobilisation oder verlängerte Schmerztherapie	1	1,0
	OP-Verzögerung wegen mangelnder Kapazitäten oder Vorerkrankungen	0	0,0
	unbekannt	9	9,5

3.1.9.5 Mortalität

Während des stationären Aufenthaltes verstarben insgesamt 71 Patient*innen (5,5 %) im beobachteten Zeitraum. Von den Patient*innen, die ohne Komplikation stationär aufgenommen wurden, starben 54 Patient*innen (4,5 %). Die meisten Sterbefälle gab es in der Gruppe der Polytraumata (28,6 %).

Tab. 34: Die folgende Übersicht zeigt, wie viele Patient*innen mit welcher Aufnahmediagnose während des stationären Aufenthalts verstarben.

Verletzung	Verstorben	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	ja	3	1,1
	nein	277	98,9
Obere Extremität	ja	1	1,1
	nein	87	98,9
Untere Extremität	ja	25	9,1
	nein	250	90,9
Wirbelkörperfraktur	ja	3	3,8
	nein	77	96,3
Beckenfraktur	ja	3	8,8
	nein	31	91,2
Schädelverletzung	ja	2	2,2
	nein	87	97,8
Thoraxverletzung	ja	0	0,0
	nein	12	100,0
Prellung	ja	0	0,0
	nein	20	100,0
Hautverletzung	ja	1	5,0
	nein	19	95,0
Polytrauma	ja	6	28,6
	nein	15	71,4
Mehrfachverletzungen	ja	10	3,7
	nein	261	96,3

3.1.10 Weiterer Verlauf

In diesem Abschnitt wird der Verlauf nach der Entlassung aus dem stationären Aufenthalt dargestellt. Um eine sinnvolle Abgrenzung treffen zu können, wurden im folgenden Abschnitt nur Fälle berücksichtigt, bei denen Komplikationen erst nach der stationären Aufnahme auftraten. Fälle, bei denen bereits zum Aufnahmezeitpunkt eine Beeinträchtigung bestand, wurden hier nicht mitgezählt.

3.1.10.1 Entlassung aus der stationären Behandlung

Nachfolgend wird gezeigt, wie viele Patient*innen nach dem stationären Aufenthalt nach Hause oder in eine Einrichtung, beispielsweise zur Anschlussheilbehandlung (AHB) oder in eine akutgeriatrische Klinik, entlassen wurden.

Tab. 35: Darstellung der weiteren Versorgung nach dem stationären Aufenthalt. Die meisten Patient*innen wurden wieder in das häusliche Umfeld entlassen. Am häufigsten wurden Patient*innen nach Verletzungen der unteren Extremität in eine Akutgeriatrie, eine Rehaeinrichtung oder eine Anschlussheilbehandlung verlegt.

Verletzung	Weitere Versorgung	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	Keine Veränderung	256	91,4
	Akutgeriatrie/AHB	7	2,5
	Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	15	5,4
	Intensivstation	0	0,0
	Verstorben	2	0,7
Obere Extremität	Keine Veränderung	66	75,0
	Akutgeriatrie/AHB	13	14,8
	Kurzzeitpflege	2	2,3
	Andere Fachrichtung/ Klinik	5	5,7
	Intensivstation	1	1,1
	Verstorben	1	1,1

Fortsetzung 1 Tab. 35: Darstellung der weiteren Versorgung nach dem stationären Aufenthalt.

Untere Extremität	Keine Veränderung	82	29,8
	Akutgeriatrie/AHB	131	47,6
	Kurzzeitpflege	10	3,6
	Andere Fachrichtung/ Klinik	22	8,0
	Intensivstation	22	8,0
	Verstorben	8	2,9
Wirbelkörperfraktur	Keine Veränderung	44	55,0
	Akutgeriatrie/AHB	25	31,3
	Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	7	8,8
	Intensivstation	3	3,8
	Verstorben	1	1,3
Beckenfraktur	Keine Veränderung	18	52,9
	Akutgeriatrie/AHB	10	29,4
	Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	4	11,8
	Intensivstation	1	2,9
	Verstorben	1	2,9
Schädelverletzung	Keine Veränderung	60	67,4
	Akutgeriatrie/AHB	8	9,0
	Kurzzeitpflege	1	1,1
	Andere Fachrichtung/- Klinik	20	22,5
	Intensivstation	0	0,0
	Verstorben	0	0,0
Thoraxverletzung	Keine Veränderung	7	58,3
	Akutgeriatrie/AHB	2	16,7

Fortsetzung 2 Tab. 35: Darstellung der weiteren Versorgung nach dem stationären Aufenthalt.

	Kurzzeitpflege	1	8,3
	Andere Fachrichtung/ Klinik	2	16,7
	Intensivstation	0	0,0
	Verstorben	0	0,0
Prellung	Keine Veränderung	11	55,0
	Akutgeriatrie/AHB	6	30,0
	Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	3	15,0
	Intensivstation	0	0,0
	Verstorben	0	0,0
Hautverletzung	Keine Veränderung	14	70,0
	Akutgeriatrie/AHB	2	10,0
	Kurzzeitpflege	1	5,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	2	10,0
	Intensivstation	1	5,0
	Verstorben	0	0,0
Polytrauma	Keine Veränderung	7	33,3
	Akutgeriatrie/AHB	6	28,6
	Kurzzeitpflege	0	0,0
	Andere Fachrichtung/ Klinik	1	4,8
	Intensivstation	3	14,3
	Verstorben	4	19,1
Mehrfach- verletzungen	Keine Veränderung	137	50,6
	Akutgeriatrie/AHB	98	36,2
	Kurzzeitpflege	4	1,5

Fortsetzung 3 Tab. 35: Darstellung der weiteren Versorgung nach dem stationären Aufenthalt.

	Andere Fachrichtung/ Klinik	20	7,4
	Intensivstation	8	3,0
	Verstorben	4	1,5

3.1.10.2 Wiederaufnahme aufgrund von Komplikationen nach der Entlassung

Tab. 36: Die Tabelle zeigt, ob die Patient*innen wegen einer Komplikation erneut aufgenommen wurden. Hierbei wurden nur Komplikationen gezählt, die innerhalb von 30 Tagen nach der Entlassung auftraten. Als Komplikationen wurden Infektionen und Wundheilungsstörungen definiert.

Verletzung	Wiederaufnahme	Patientenzahl	Häufigkeit (%)
Schädelprellung	ja	2	0,7
	nein	278	99,3
Obere Extremität	ja	4	4,6
	nein	84	95,5
Untere Extremität	ja	8	2,9
	nein	267	97,1
Wirbelkörperfraktur	ja	0	0,0
	nein	80	100,0
Beckenfraktur	ja	1	2,9
	nein	33	97,1
Schädelverletzung	ja	0	0,0
	nein	89	100,0
Thoraxverletzung	ja	0	0,0
	nein	12	100,0
Prellung	ja	0	0,0
	nein	20	100,0
Hautverletzung	ja	2	10,0
	nein	18	90,0
Polytrauma	ja	0	0,0
	nein	21	100,0
Mehrfachverletzungen	ja	6	2,2
	nein	265	97,8

3.2 Logistische Regressionsanalyse

Es wurde eine multivariate binär logistische Regressionsanalyse durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen allen potenziellen Einflussfaktoren und den drei Outcomefaktoren Mortalität, Major-Komplikation und Liegedauerverlängerung zu ermitteln. Um die geeignetsten Prädiktoren zu ermitteln, wurden zuvor drei Sets mit einer aufsteigenden Anzahl an unabhängigen Variablen aufgestellt. Das Variablenset mit der besten Prädiktion wurde für die weiterführende Analyse verwendet.

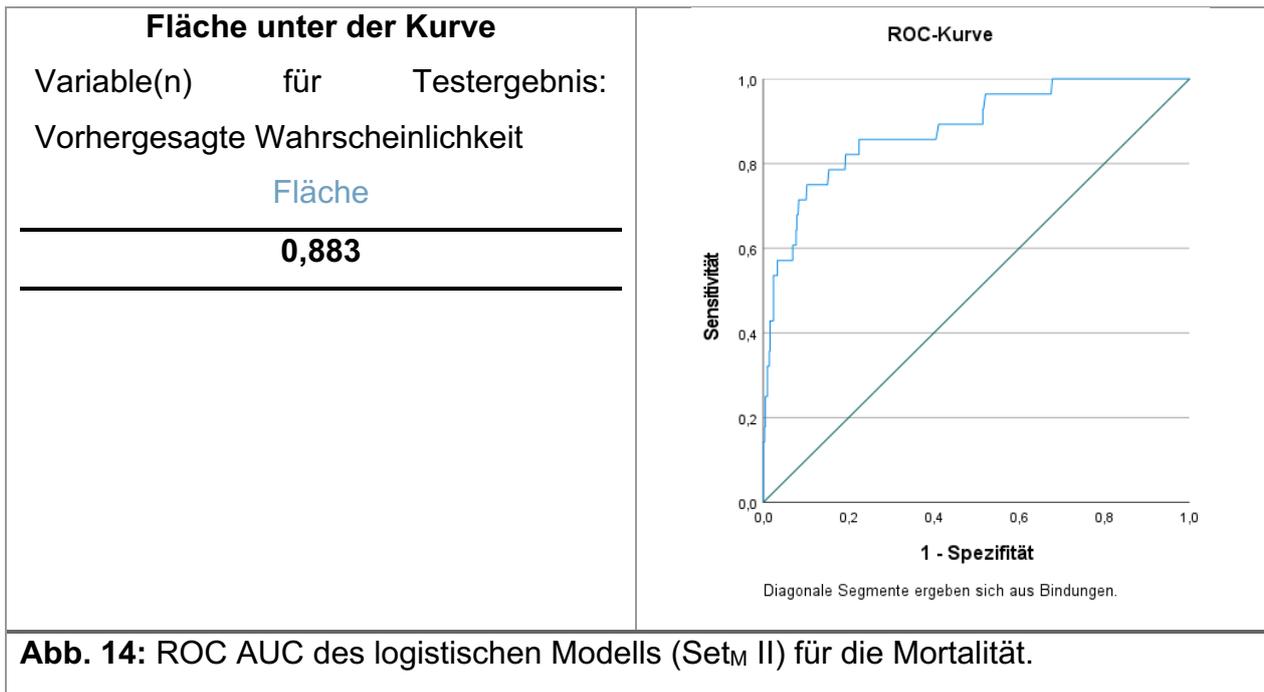
Die Regressionskoeffizienten, im Folgenden auch estimates oder Schätzer genannt, zeigen den Zusammenhang zwischen dem Prädiktor und der Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis. Bei positivem Vorzeichen besteht ein positiver Zusammenhang, bei einem negativen Vorzeichen ein negativer Zusammenhang.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Prädiktion für die drei Outcomefaktoren dargestellt.

3.2.1 Mortalität

Tab. 37: Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für die Mortalität (Set_M II).

Effect	Estimate	Exp(B)
Intercept	- 12,547	0,000
Verletzung der unteren Extremität (1)	1,253	3,503
Polytrauma (1)	2,764	15,870
Verletzung der oberen Extremität mit Schädelverletzung (1)	2,924	18,615
Asthma/COPD (1)	1,890	6,620
Alter	0,068	1,070
Hb-Wert-Erniedrigung (1)	1,234	3,435
Einnahme von DOAK (1)	-2,024	0,132
Quick-Wert-Erniedrigung (1)	1,063	2,894
INR-Wert-Erhöhung (1)	1,645	5,182
Leukozytose (1)	1,406	4,081



Set_M I brachte bereits eine gute Prädiktion hervor mit einer ROC AUC von 0,813, Set_M II zeigte eine ROC AUC von 0,883. Da die Hinzunahme weiterer Variablen mit Set_M III und einer ROC AUC von 0,895 nicht zu einer wesentlichen Verbesserung der Prädiktion führte, wurde für die weitere Analyse Set II verwendet, um die Anwendbarkeit möglichst effektiv gestalten und eine zu große Anzahl von Variablen zu vermeiden. Das Validierungstestsampl hatte eine ROC AUC von 0,760.

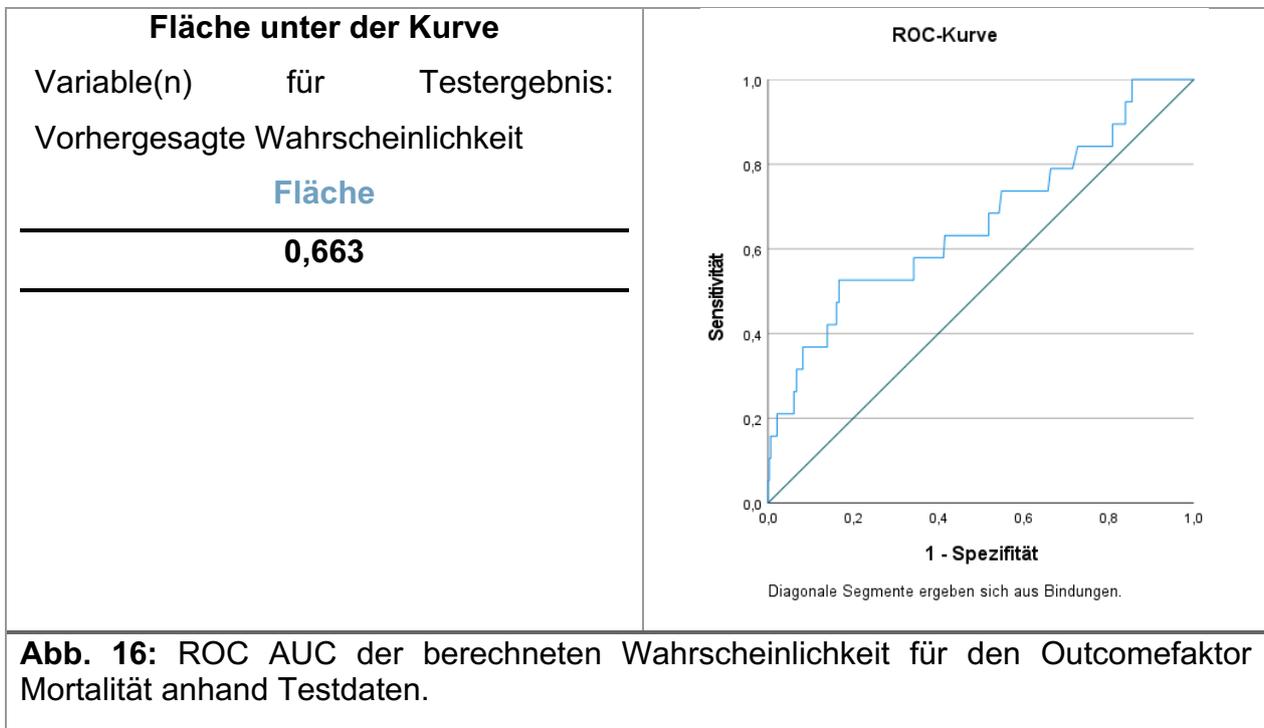
Mit der Formel für die logistische Regression (Abb. 3) wurde dann die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit (logP) für die Mortalität berechnet.

$$\log P = -12,547 + 1,253 * \text{Verletzung der unteren Extremität (1)} + 2,764 * \text{Polytrauma (1)} + 2,924 * \text{Verletzung der oberen Extremität mit Schädelverletzung (1)} + 1,890 * \text{Asthma/COPD (1)} + 0,068 * \text{Alter} + 1,234 * \text{Hb (1)} + (-2,024 * \text{DOAK (1)}) + 1,063 * \text{Quick (1)} + 1,645 * \text{INR (1)} + 1,406 * \text{Leukozytose (1)}$$

Abb. 15: Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für die Mortalität.

Anschließend wurde durch Transformation von logP die Wahrscheinlichkeit P für das Eintreffen des Ereignisses berechnet (Abb. 5).

Für die Validierung der Prädiktion wurde diese Wahrscheinlichkeit anhand der Testdaten berechnet und ebenfalls als ROC AUC dargestellt.

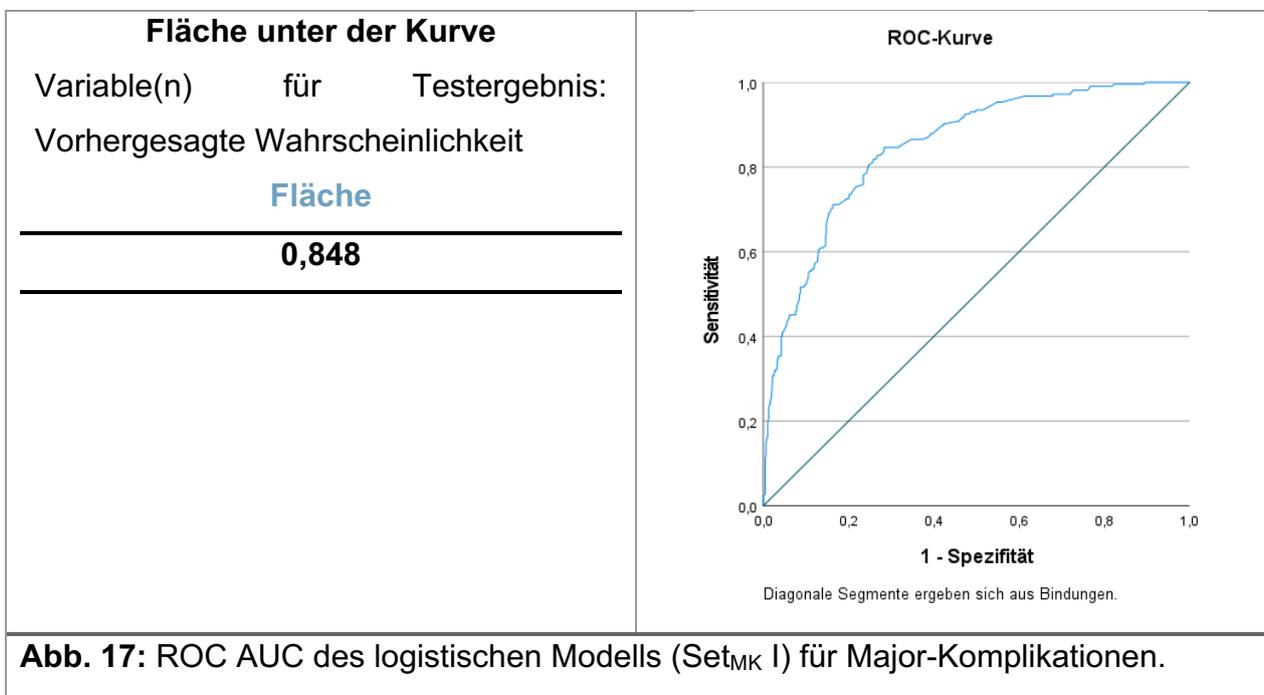


3.2.2 Major-Komplikationen

Tab. 38: Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für Major-Komplikationen ($Set_{MK I}$).

Effect	Estimate	Exp(B)
Intercept	- 2,338	0,096
Commotio (1)	- 1,930	0,145
Verletzung der unteren Extremität (1)	1,494	4,455
Verletzung der oberen und unteren Extremität (1)	1,762	5,822
Prellung (1)	- 1,856	0,156
Schwere Schädelverletzung (1)	- 1,149	0,317
Polytrauma (1)	1,559	4,754
Commotio und Wirbelfraktur (1)	- 1,719	0,179
Asthma/COPD (1)	0,674	1,962

Fortsetzung Tab. 38: Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für Major-Komplikationen (Set _{MK} I).		
Niereninsuffizienz (1)	0,920	2,510
Neurologische Vorerkrankung (1)	0,605	1,832
Anzahl Vorerkrankungen	0,151	1,163
Kreatinin-Wert-Erhöhung (1)	0,504	1,655
Hb-Wert-Erniedrigung (1)	0,869	2,384



Bereits Set_{MK} I machte mit einer ROC AUC von 0,848 eine sehr gute Prädiktion möglich. Set_{MK} II brachte mit einer ROC AUC von 0,856 und Set_{MK} III mit 0,860 nur eine unwesentlich bessere Prädiktion hervor. Für die weitere Analyse wurde daher Set_{MK} I verwendet. Das Testsample hatte eine ROC AUC von 0,827.

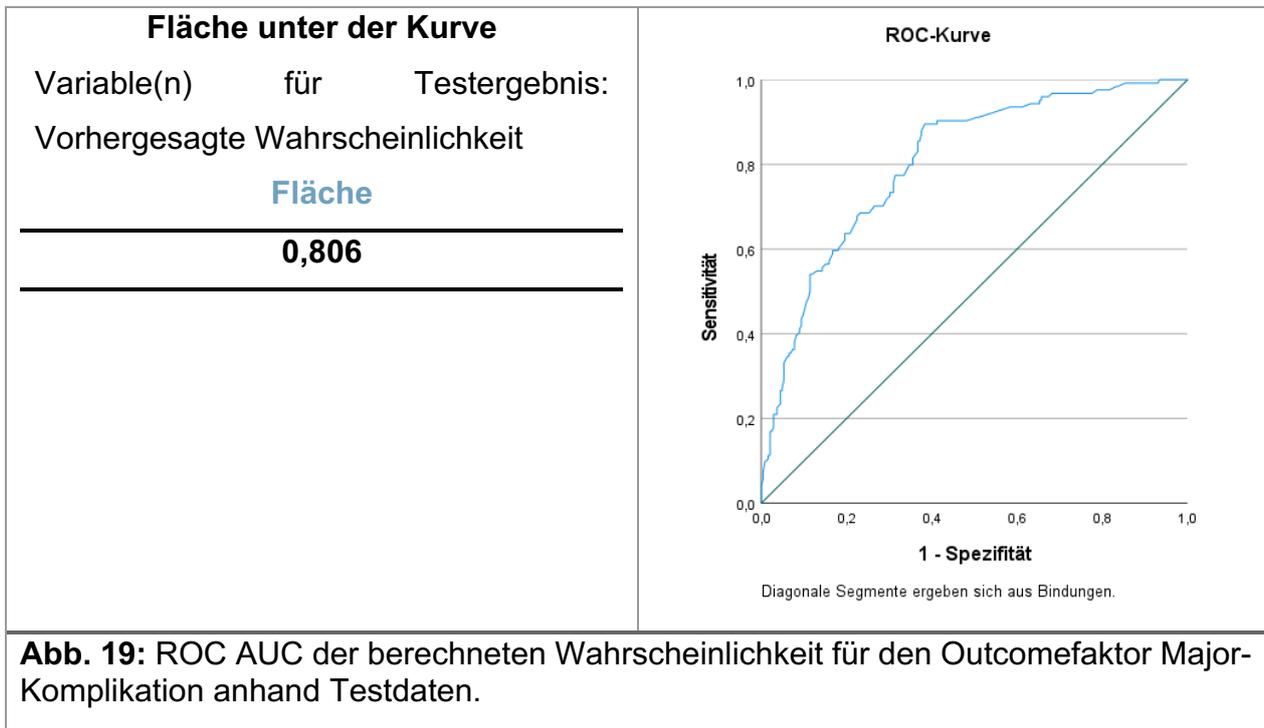
Mit der Formel für die logistische Regression (Abb. 3) konnte dann die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit (logP) für Major-Komplikationen berechnet werden.

$$\log P = - 2,338 + (- 1,930 * \text{Commotio 1 (1)}) + 1,494 * \text{Verletzung der unteren Extremität (1)} + 1,762 * \text{Verletzung der oberen und unteren Extremität (1)} + (- 1,856 * \text{Prellung (1)}) + (- 1,149 * \text{Schwere Schädelverletzung (1)}) + 1,559 * \text{Polytrauma (1)} + (- 1,719 * \text{Commotio und Wirbelfraktur (1)}) + 0,674 * \text{Asthma/COPD (1)} + 0,920 * \text{Niereninsuffizienz (1)} + 0,605 * \text{Neurologische Vorerkrankung (1)} + 0,151 * \text{Anzahl Vorerkrankungen} + 0,504 * \text{Kreatinin (1)} + 0,869 * \text{Hb (1)}$$

Abb. 18: Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für Major-Komplikationen.

Anschließend wurde durch Transformation von $\log P$ die Wahrscheinlichkeit P für das Eintreffen des Ereignisses berechnet (Abb. 5).

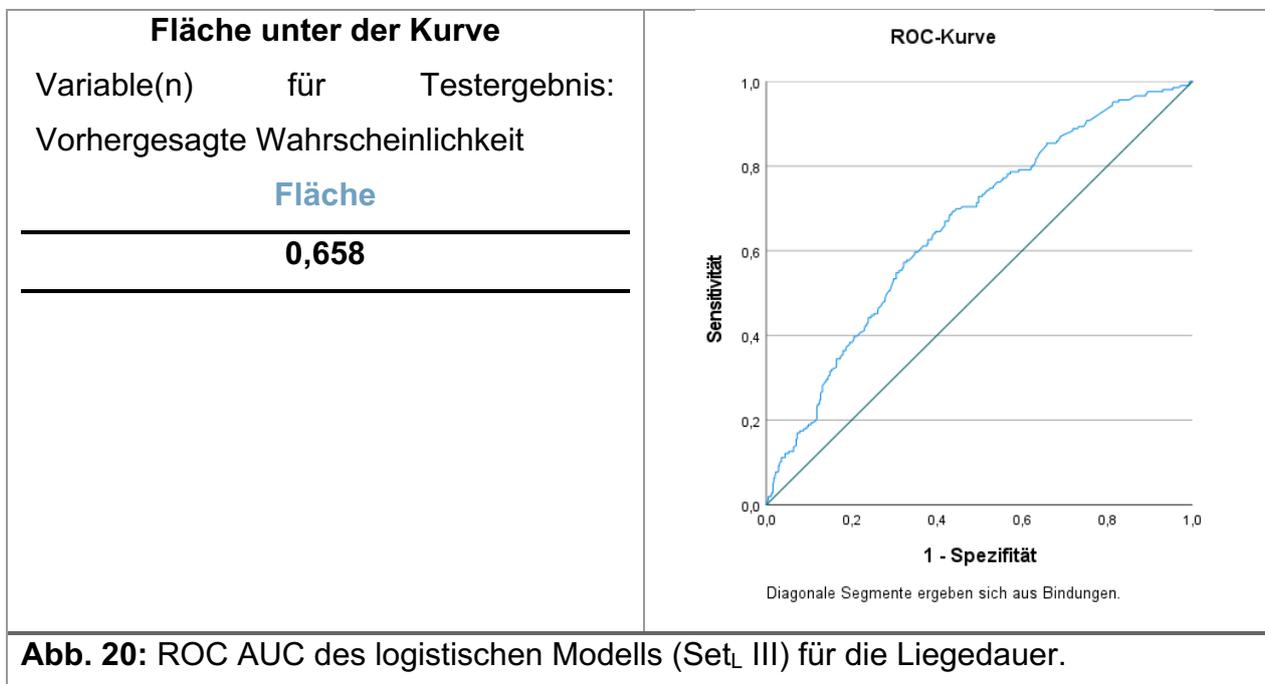
Für eine Validierung wurde diese Wahrscheinlichkeit anhand der Testdaten berechnet und ebenfalls als ROC AUC dargestellt.



3.2.3 Stationäre Verweildauer

Tab. 39: Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für die Liegedauer (Set_L III).

Effect	Estimate	Exp(B)
Intercept	-1,385	0,250
Anzahl Vorerkrankungen	0,251	1,285
Neurologische Vorerkrankung (1)	- 0,388	0,679
Anzahl Dauermedikamente	- 0,083	0,920
Hb-Wert-Erniedrigung (1)	0,458	1,582
Maligne Tumorerkrankung (1)	- 0,920	0,399
Einnahme von DOAK (1)	0,474	1,606
PTT-Wert-Erhöhung (1)	0,736	2,088
Einnahme von Diuretika (1)	0,522	1,685



Mit allen drei Variablensets gestaltete sich die Prädiktion der Liegedauer deutlich schwieriger als die Prädiktion der beiden anderen Endpunkte. Die Prädiktion mit Set_L I erbrachte mit einer ROC AUC von 0,606 und Set_L II mit einer ROC AUC von 0,634 weniger gute Ergebnisse. Im Vergleich dazu war das am besten prädiktive Variablenset für die Liegedauer Set_L III mit einer ROC AUC von 0,658. Das Testsample hatte eine ROC AUC von 0,744.

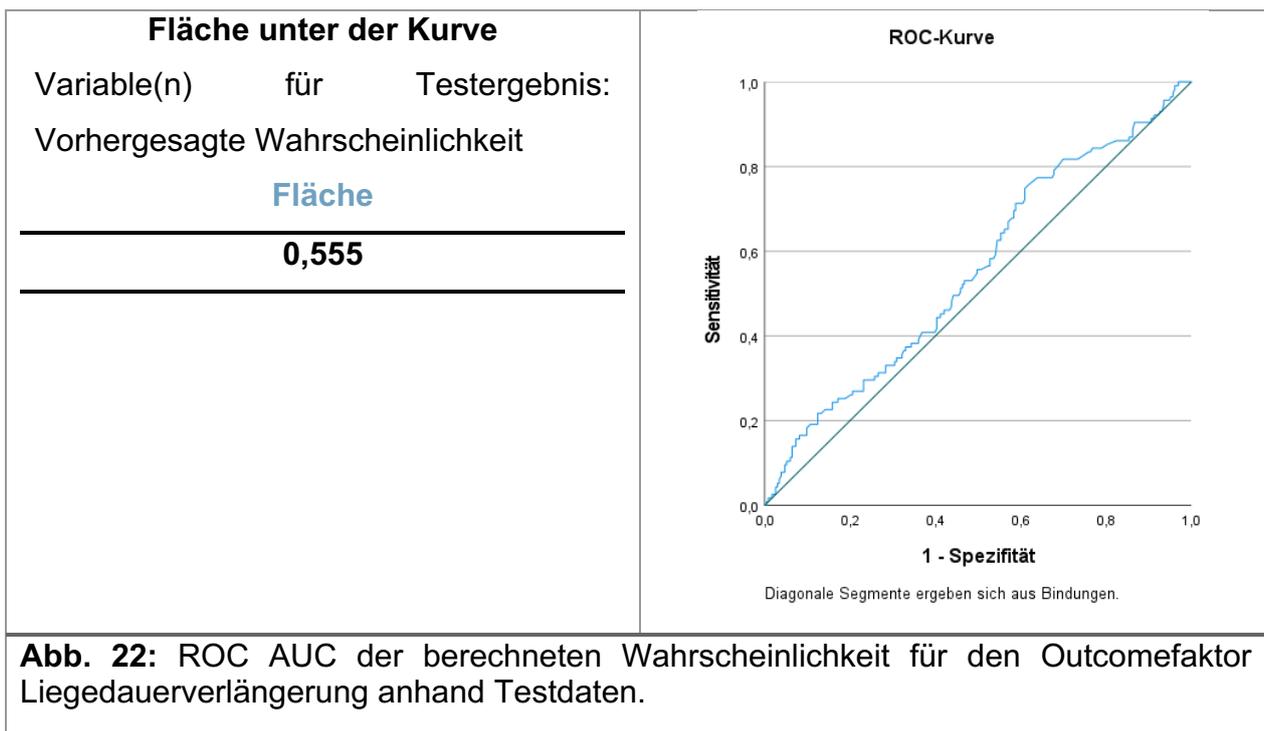
Mit der Formel für die logistische Regression (Abb. 3) konnte dann die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit (logP) für die Mortalität berechnet werden.

$$\log P = - 1,385 + 0,251 * \text{Anzahl Vorerkrankungen} + (- 0,388 * \text{Neurologische Vorerkrankung (1)}) + (- 0,083 * \text{Anzahl Dauermedikamente}) + 0,458 * \text{Hb (1)} + (- 0,920 * \text{Maligne Tumorerkrankung}) + 0,474 * \text{DOAK (1)} + 0,736 * \text{PTT (1)} + 0,522 * \text{Diuretikum (1)}$$

Abb. 21: Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für eine Liegedauerverlängerung.

Anschließend wurde durch Transformation von logP die Wahrscheinlichkeit P für das Eintreffen des Ereignisses berechnet (Abb. 5).

Zur Validierung wurde diese Wahrscheinlichkeit an den Testdaten berechnet und ebenfalls als ROC AUC dargestellt.



3.3 Risikoscoreentwicklung

Die Berechnung des Risikos für einen Outcomefaktor mittels logistischer Regression wie im vorherigen Abschnitt beschrieben liefert eine relativ genaue Prädiktion. Würde man diese Berechnung für jeden einzelnen neu aufgenommenen Patienten ausführen, wäre dies jedoch sehr zeitaufwändig und somit im klinischen Alltag kaum machbar. Deshalb wurde in einem weiteren Schritt ein Score mit einem Punktesystem entwickelt. Zur Abschätzung des Risikos für einen Patienten werden Punkte vergeben, die dann addiert das Risiko für ein bestimmtes Ereignis angeben.

Die in der logistischen Regression berechneten Regressionskoeffizienten wurden als Grundlage für die Entwicklung des Risikoscores verwendet. Die Punkte wurden mittels Division der Koeffizienten beziehungsweise deren Referenzwerte bei kategorisierten Variablen durch einen festgelegten Faktor, der kleinste positive Wert der Koeffizienten beziehungsweise deren Referenzwerte, und Rundung berechnet.

Dann wurde ein linearer Prädiktor für jede Anzahl an Punkten (Abb. 4) und anschließend durch Rücktransformation das Risiko für einen bestimmten Ausgang berechnet (Abb. 5).

Die Schätzer können entweder in die Referenzkategorie „nichtzutreffend“ (0) oder „zutreffend“ (1) fallen. In der Praxis würde man für jeden Schätzer die entsprechenden Punkte vergeben, wie in Tabelle 40, 42 und 44 dargestellt, und addieren. Anhand der Punktsomme kann nun das Risiko abgelesen werden, wie in Tabelle 41, 43 und 54 gezeigt.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse für die drei Outcomefaktoren dargestellt.

3.3.1 Mortalität

Tab. 40: Übersicht über zu vergebende Punkte für den Outcomefaktor Mortalität.

	Kategorien	Punkte
Alter	75 – 84	0
	85 – 94	1
	95 – 104	2
Verletzung der unteren Extremität (1)		2
Polytrauma (1)		4
Verletzung der oberen Extremität mit Schädelverletzung (1)		4
Asthma/COPD (1)		3
Hb-Wert-Erniedrigung (1)		2
Einnahme von DOAK (0)		3
Quick-Wert-Erniedrigung (1)		2
INR-Wert-Erhöhung (1)		2
Leukozytose (1)		2

Tab. 41: Risikoscore für den Outcomefaktor Mortalität.

Score (Punkte)	Risiko (%)
≤ 7	0 – 10
8	10 – 20
9	20 – 30
10	40 – 50
11	50 – 60
12	70 – 80
13	80 – 90
≥ 14	> 90

3.3.2 Major-Komplikationen

Tab. 42: Übersicht über zu vergebende Punkte für eine Major-Komplikation.

	Kategorien	Punkte
Commotio (0)		4
Verletzung der unteren Extremität (1)		3
Verletzung der oberen und unteren Extremität (1)		4
Prellung (0)		4
Schwere Schädelverletzung (0)		3
Polytrauma (1)		3
Commotio und Wirbelfraktur (0)		4
Asthma/COPD (1)		1
Niereninsuffizienz (1)		2
Neurologische Vorerkrankung (1)		1
Anzahl Vorerkrankungen	< 3	0
	≥ 3	1
Kreatinin (1)		1
Hb-Wert-Erniedrigung (1)		2

Tab. 43: Risikoscore für Major-Komplikationen.

Score (Punkte)	Risiko (%)
≤ 1	0 – 20
2	20 – 30
3	30 – 40
4	40 – 50
5	50 – 60
6	60 – 70
7	70 – 80
8 – 9	80 – 90
≥ 10	> 90

3.3.3 Stationäre Verweildauer

Tab. 44: Übersicht über zu vergebende Punkte für die Liegedauerverlängerung.

	Kategorien	Punkte
Neurologische Vorerkrankung (0)		1
Hb-Wert-Erniedrigung (1)		1
Maligne Tumorerkrankung (0)		2
Einnahme von DOAK (1)		1
Anzahl Vorerkrankungen	< 3	0
	≥ 3	2
PTT-Wert-Erniedrigung (1)		2
Einnahme von Diuretika (1)		1
Anzahl Dauermedikamente	< 5	1
	≥ 5	0

Tab. 45: Risikoscore für die Liegedauerverlängerung.

Score (Punkte)	Risiko (%)
≤ 1	30 – 40
2	40 – 50
3	50 – 60
4	60 – 70
5	70 – 80
6 – 8	80 – 90
≥ 9	> 90

4. Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie sowie die angewandte Methodik näher ausgeführt, analysiert und mit den Ergebnissen und Scores ähnlicher Studien verglichen. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf mögliche zukünftige zu optimierende Sachverhalte gegeben, um die Versorgung älterer unfallchirurgischer Patienten weiter zu verbessern.

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Die Häufigkeiten der verschiedenen Verletzungen im Alter aus vorherigen Beobachtungen, wie beispielsweise Frakturen der unteren Extremität und Schädelprellungen, spiegeln sich auch im vorliegenden Datensatz wider (Walter und Unterberg, 2017; Gosch et al., 2015). Auch der im Datensatz große Anteil an Sturzunfällen ist wenig überraschend (Becker und Rapp, 2011).

Die Mortalität im Patientenkollektiv lag bei allen Diagnosegruppen insgesamt bei 5,5 %. Eine auf einer Literaturrecherche basierende Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2014 zeigte eine unfallbedingte Sterblichkeit bei älteren Personen über 65 Jahren von 14,8 % (Hashmi et al., 2014). Es ist hierbei jedoch zu beachten, dass in der vorliegenden Studie nur Komplikationen mitbeinbezogen wurden, die noch während des initialen Behandlungszeitraums und bis zu 30 Tage danach auftraten. Ein Versterben nach diesem Beobachtungszeitraum wurde daher gegebenenfalls nicht erfasst.

Mit Hilfe der logistischen Regression wurde der Einfluss von Risikofaktoren auf die Mortalität, das Auftreten von Komplikationen und eine Verlängerung der stationären Verweildauer untersucht. Die Ergebnisse einer multiplen logistischen Regressionsanalyse zeigen, dass die Verletzungsart, Vorerkrankungen, die Dauermedikation, das Alter und bestimmte Laborveränderungen Risikofaktoren für die Mortalität darstellten. Bezüglich des Auftretens von Komplikationen stellten die Verletzungsart, bestimmte Vorerkrankungen und Laborveränderungen Risikofaktoren dar. Risikofaktoren für eine Liegedauerverlängerung waren Vorerkrankungen, bestimmte Laborveränderungen (Anämie, Gerinnungsveränderungen) und die Dauermedikation. Zusammenfassend kann

man sagen, dass nach diesen Ergebnissen das Patientenalter nur einen Einfluss auf die Mortalität hatte, nicht jedoch auf die anderen beiden Outcomefaktoren. Die Art der Verletzung hatte nur einen Einfluss auf die Mortalität und das Auftreten von Komplikationen und die Dauermedikation nur auf die Mortalität und eine Liegedauerverlängerung. Die Vorerkrankungen und bestimmte Laborveränderungen, hierbei vor allem eine Anämie, hatten einen Einfluss auf alle drei Endpunkte.

Die Hypothese, dass Vorerkrankungen und Dauermedikation insgesamt einen größeren Effekt auf das Outcome als das Alter eines Patienten haben, hat sich demnach also bestätigt. Es ist jedoch nicht möglich, aus der Studie einen unabhängigen Einfluss des Alters zu bestimmen.

Dass das Alter einen Risikofaktor für die Mortalität geriatrischer Traumapatienten darstellt, wurde auch in einigen anderen Studien gezeigt (Lee et al., 2021; Slørdal et al., 2022; Wongweerakit et al., 2022). Jedoch gibt es, soweit wir wissen keine Studien, die bestimmte Verletzungsmuster bei älteren Traumapatienten in Bezug auf bestimmte Outcomefaktoren vergleichend untersucht haben. Daher gehen wir davon aus, dass in dieser Studie erstmalig das Outcome älterer Traumapatienten anhand der Art der Verletzung statistisch ausgewertet wurde. So konnte anhand des in der vorliegenden Studie betrachteten Patientenkollektivs gezeigt werden, dass sich unter den verschiedenen Diagnosegruppen nach Polytraumata die höchste Mortalität bei Verletzungen der unteren Extremität zeigte. Die meisten Komplikationen traten, nach der Gruppe der Polytraumata, in der Gruppe der Thoraxverletzungen und Beckenfrakturen auf. Vergleicht man die Gruppe der Verletzungen der unteren mit Verletzungen der oberen Extremität, traten in letzterer Gruppe mehr Komplikationen auf. Die meisten Liegedauerverlängerungen unter den Diagnosegruppen zeigten sich in der Gruppe der Beckenfrakturen.

Es konnte in den vorliegenden Daten auch gezeigt werden, welche Faktoren bei der Prädiktion des Outcomes von unfallchirurgischen Patient*innen wichtig sind.

Die Prädiktion der Mortalität und der Major-Komplikationen mit Risikoscorebildung brachte zufriedenstellende Ergebnisse hervor. Die Prädiktion der Liegedauer gestaltete sich hingegen schwieriger. Dies kann daran liegen, dass die stationäre Verweildauer von

vielen Faktoren abhängt, die auch unabhängig von den erfassten Prädiktorvariablen sein können. Eine verlängerte stationäre Verweildauer muss nicht unbedingt komplikationsassoziiert sein, sondern kann auch in einem häuslichen Versorgungsproblem oder in einer fehlenden Übernahmemöglichkeit in eine Reha-Einrichtung begründet sein. Wie in der statistischen Analyse beschrieben, ist der häufigste Grund für eine Verlängerung, sofern dieser bekannt war, komplikationsassoziiert oder bedingt durch die Aufnahmediagnose, das heißt die Verletzung war so schwerwiegend oder komplikationsbehaftet, dass die Patienten beispielsweise mehrfach operiert werden mussten oder der Heilungsprozess aus anderen Gründen langwierig war.

4.2 Diskussion der Methode

Die Studie liefert eine sehr umfangreiche Darstellung der stationären Patientenfälle mit dem gesamten stationären Verlauf der geriatrischen Traumapatient*innen in den Jahren 2015 bis 2018.

Es existieren einige ähnliche Scores. Der GERTality Score, der Geriatric Trauma Outcome Score (GTOS), der Elderly Mortality After Trauma Score (EMAT) und die Revised Injury Severity Classification (RISC II) beziehen sich jedoch nur auf die Mortalität (Lefering et al., 2014; Morris et al., 2020; Scherer et al., 2021; Zhao et al., 2015). Im Fall der vorliegenden Studie sollte das Outcome nicht nur über die Mortalität definiert werden, sondern auch über das Auftreten von Komplikationen, um dadurch mögliche Verbesserungen in der Patientenversorgung aufzeigen zu können. Der vorliegende Score ist zudem auf grundsätzlich anderen unabhängigen Variablen aufgebaut. Einige der Scores benutzen zur Einschätzung der Patient*innen Scores wie die ASA-Klassifikation, den Glasgow Coma Score und den Injury Severity Score. Dieses Vorgehen war in der Studie nicht möglich, weil die nötigen Informationen bei einem Großteil der Patient*innen nicht dokumentiert waren und im Nachhinein auch nicht rekonstruiert werden konnten. Aus demselben Grund war es nicht möglich, Vitalparameter zur Einschätzung der Patient*innen beim Aufnahmezeitpunkt zu verwenden. Einige der genannten Scores wie der GERTality Score und der GTOS sind zudem nur dazu geeignet, das Outcome von

schwer verletzten Patient*innen untersuchen. Im Unterschied hierzu können mit dem neuen Score Traumata unterschiedlicher Schwere analysiert werden.

Im Vergleich zum GERTality Score von 2021 wurde bei dem neuen Score auch auf den Gebrauch von Antikoagulantien geachtet. Es ist bekannt, dass eine antikoagulative Therapie einen Risikofaktor für Komplikationen wie Blutungen und akute Blutungsanämie darstellt (Golob et al., 2008).

Die AUC für die Mortalität bei dem neuen Score war 0,883 im Vergleich zu 0,803 beim GERTality Score, 0,784 beim GTOS und 0,879 beim RISC II.

Mit dem neuen Score lassen sich viele Arten von Verletzungen, also jeder Schwere und jeder Körperregion erfassen und kategorisieren. Zur Berechnung genügen einige wenige Variablen, darunter die Aufnahmediagnose, die Laborwerte, das Alter sowie die Vorerkrankungen zur Prädiktion der Mortalität beziehungsweise auch die Anzahl der Vorerkrankungen zur Prädiktion der Major-Komplikationen. Diese Informationen sollten regulär bei jeder stationären Patientenaufnahme erhoben werden und somit verfügbar sein. Im Gegensatz zu den oben genannten weiteren Risikoberechnungen müssen keine weiteren Scores zur Berechnung erhoben werden.

Durch die Erstellung eines Testdatensatzes konnte das Modell bereits intern validiert werden. Die Ergebnisse des Testdurchlaufs waren ebenfalls zufriedenstellend. Bei der vorliegenden Studie war zwar die AUC der Testdaten bei jedem Endpunkt jeweils ein wenig schlechter als die AUC der Trainingsdaten, was bedeutet, dass das Prädiktionsmodell mit den Testdaten etwas schlechter funktioniert. Es ist als normal anzusehen, dass die AUC bei den Testdaten etwas schlechter ist als bei den Trainingsdaten – es wäre eher ungewöhnlich, wenn sich die Ergebnisse genauso wie bei den Trainingsdaten verhalten würden. Dies kann daran liegen, dass das Modell anhand der Trainingsdaten erstellt wurde.

Vorteilhaft ist zudem der relativ umfangreiche Datensatz, der eine große Fallzahl auch nach Abzug der nicht verwendeten Patientenfälle bietet.

Diese Studie hat Limitierungen. Ein Nachteil aller retrospektiven Studien ist der mögliche Informationsverlust durch mangelhafte Dokumentation oder fehlende Unterlagen. Durch

teilweise unvollständig ausgefüllte Patientenakten mussten einige Fälle aus der Untersuchung ausgeschlossen werden, wodurch sich eine geringere Fallzahl ergab. Dennoch konnte die Studie anhand einer ausreichend großen Fallzahl durchgeführt werden.

Die Auswahl von Einflussfaktoren auf einen bestimmten Endpunkt ist ein entscheidender Schritt in jeder statistischen Analyse. In der vorliegenden Studie wurden potenzielle Einflussfaktoren ausgewählt, von denen angenommen wurde, dass für diese ausreichende Daten vorhanden waren und solche, die sich in der bestehenden wissenschaftlichen Literatur bereits als relevant herausgestellt haben. Jedoch ist es natürlich nicht möglich, sämtliche potenziellen Einflüsse und Variablen gleichermaßen zu berücksichtigen. Es wurde darauf geachtet, Einflussfaktoren zu priorisieren, die mutmaßlich eine große Relevanz haben würden. So ist es jedoch möglich, dass Faktoren wie Flüssigkeitsmangel, intraoperative Probleme wie Schwierigkeiten bei der Narkose oder die Länge des Intensivaufenthalts sich ebenfalls auf das Outcome auswirkten, in dieser Studie jedoch nicht mit untersucht wurden.

Wie bei den meisten retrospektiven Studien sind die Dokumentation und Patientenakten insbesondere hinsichtlich Vorerkrankungen, eingenommener Medikation und häuslicher Versorgung oft lückenhaft. Dies kann zum einen an der Zeitknappheit in der Akutsituation in der Notaufnahme liegen, andererseits auch an einer gegebenenfalls erschwerten Kommunikation mit den älteren Patient*innen.

Zur Berechnung des Scores müssen die Vorerkrankungen und Dauermedikation der Patient*innen bekannt sein. Insbesondere bei älteren Patient*innen und in Akutsituationen ist es eventuell gelegentlich schwierig, diese Informationen zu erhalten. In diesen Fällen könnte es sein, dass die Risikoabschätzung erst im Laufe des stationären Aufenthalts möglich ist. Andererseits könnte es in Zukunft durch die elektronische Patientenakte und den bundeseinheitlichen Medikationsplan schneller möglich sein, an diese Informationen zu gelangen.

Ein Praxistest mit einem neuen Patientenkollektiv könnte zeigen, wie gut sich der Score in den Klinikalltag einbinden lässt und wie gut die der Risikoscore zur Prädiktion des Outcomes verwendet werden kann.

4.3 Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können dabei helfen, in Zukunft die Versorgung geriatrischer Traumapatienten zu verbessern, da gezeigt wurde, welche Faktoren sich auf den Krankheitsverlauf und die Genesung der Patienten nach einem Unfall auswirken.

Durch die systematische Bewertung der präoperativen Zustände und Risikofaktoren durch den Score können gefährdete Patientinnen identifiziert und gezielte prophylaktische Maßnahmen eingeleitet werden. Die durch die Risikoeinschätzung mögliche Komplikationsvermeidung stellt einen weiteren entscheidenden Schritt zur Optimierung des klinischen Outcomes geriatrischer Traumapatienten dar.

Einflussfaktoren auf die Mortalität waren in der vorliegenden Studie das Alter, die Gerinnungssituation, eine Leukozytose, erniedrigte Hämoglobinwerte und eine chronische Lungenerkrankung. Daraus lässt sich schließen, es könnte hilfreich sein, präoperativ diese modifizierbaren Risikofaktoren zu korrigieren, beispielsweise durch den Ausgleich von Nährstoffdefiziten, die Anpassung der Medikation oder die Einleitung einer antiinfektiven Therapie.

Auch könnte es sinnvoll sein, bereits früh die häusliche beziehungsweise pflegerische Versorgung zu klären, da die Organisation der weiteren Versorgung oft einige Tage in Anspruch nehmen kann. Durch die frühzeitige Erkennung von Risikofaktoren kann die Behandlung individuell angepasst und optimiert werden. Auch in anderen Studien wurde gezeigt, dass Komorbiditäten das Outcome beeinflussen können und dass eine schwierige oder nicht sichergestellte häusliche Versorgungssituation sich auf die Länge des stationären Aufenthalts auswirkt (Peterson et al., 2015).

Es gibt bereits Ansätze, um das Sturzrisiko bei älteren Patient*innen zu vermindern beziehungsweise die Schwere der Folgen eines Sturzes abzumildern. Hierzu gehört beispielsweise die Sicherung der Wohnung sturzgefährdeter Personen durch die Entfernung von Stolperfallen und Hindernissen. Maßnahmen zur Reduktion des Sturzrisikos sollten multimodal sein, wie beispielsweise Kraft- und Balancetraining, das Absetzen bestimmter Medikamente und das Überprüfen beziehungsweise Reduzieren der Polymedikation (Lindemann et al., 2006; Tinetti, 2003). Gezielte Interventionen wie das Absetzen bestimmter Medikamente und Gehtraining konnten das Sturzrisiko um bis

zu 39 % senken (Tinetti, 2003). Körperliche Bewegung senkt erwiesenermaßen das Risiko für Hüftfrakturen (Ekkernkamp et al., 2001). Es ist daher von besonderer Wichtigkeit, individuelle Risiken zu erkennen und Präventionsmaßnahmen einzuleiten (Icks et al., 2005).

Da sich jedoch nicht alle Stürze vermeiden lassen, muss es Maßnahmen geben, um die Schwere eines Unfalls und nachfolgende Komplikationen zu reduzieren. Hüftprotektoren können nachweislich das Risiko für eine Hüftfrakturen vermindern (Icks et al., 2005). Allerdings müssen diese jedoch ständig getragen werden, sind kostspielig und können aufgrund der nicht ganz einfachen Handhabung beispielsweise bei Inkontinenz problematisch werden (Zeeh, 2017).

Zur Vermeidung typischer stationärer Komplikationen der Immobilisation wie die Entwicklung eines Delirs oder eine Lungenentzündungen können eine frühe Physiotherapie und die Prävention von Nährstoffmangel beitragen (Holleran, 2015). Mangelernährung ist auch ein Risikofaktor für verschiedene Komplikationen wie Wundheilungsstörungen und Verzögerung bis zur Wiedererlangung der Mobilität (Willinger et al., 2015) (Liener et al., 2021).

Eine weitere Maßnahme zur Unterstützung älterer Patient*innen ist die geriatrische frührehabilitative Komplexbehandlung (GKB), hierbei werden Traumapatient*innen in einem interdisziplinären Team betreut (Frölich et al., 2015). Es hat sich gezeigt, dass insbesondere Betroffene mit kognitiven Defiziten von der Frührehabilitation profitieren (Frölich et al., 2015). Ziele sind die Förderung der Selbstständigkeit, Mobilität und Alltagskompetenz und der alterstraumatologischen Patient*innen (Swoboda und Sieber, 2010).

Weiterhin könnte es hilfreich sein, geriatrische Fachärzte beziehungsweise Fachärztinnen von Beginn der Behandlung der älteren Traumapatienten an mit einzubinden. So hat sich in einer großen multizentrischen britischen Studie von 2022 gezeigt, dass eine geriatrische Mitbeurteilung bei der Behandlung älterer Patienten, die mit schweren Verletzungen in Englands Haupttraumazentren eingeliefert wurden, mit einer Verringerung der stationären Mortalität assoziiert war (Braude et al., 2022). Dies könnte demnach ein weiterer Ansatzpunkt für die Optimierung des Outcomes von Traumapatienten sein.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden die Daten von 1294 Patientenfällen (64,84 % weiblich, 35,16 % männlich, Durchschnittsalter 83,69 Jahre \pm 5,825), die von Januar 2015 bis November 2018 in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsklinik Bonn aufgenommen wurden, analysiert und statistisch ausgewertet. Ein Ziel dieser Arbeit war es, das Outcome bei unfallchirurgischen Patient*innen über 75 Jahren zu untersuchen. Das Outcome war definiert über die Mortalität, das Auftreten von Major-Komplikationen und eine Verlängerung der Liegedauer.

Die Charakteristika des Patientenkollektivs wurden mit Hilfe deskriptiver Analysen beschrieben. So wurde zudem bereits deutlich, welche Komplikationen grundsätzlich während der Patientenversorgung auftraten.

Mittels Variablenselektion wurden die Variablen ausgewählt, die am geeignetsten für die Prädiktion der jeweiligen Outcomefaktoren waren. Es wurde eine multivariate binär logistische Regressionsanalyse angewandt, um den Zusammenhang zwischen potenziellen Einflussfaktoren und den jeweiligen Zielvariablen zu prüfen. Mit den selektierten Variablen konnte dann die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen einer definierten Zielgröße berechnet werden. Die ROC AUC betrug 0,883 für die Mortalität, 0,848 für das Eintreffen von Major-Komplikationen und 0,658 für die Verlängerung der Verweildauer. Anhand eines zufällig ausgewählten Testdatensets erfolgte eine Validierung der Modelle.

Anschließend wurde, basierend auf den Regressionskoeffizienten der selektierten Variablen, für jeden Outcomefaktor ein eigener Risikoscore erstellt. Für die Risikoabschätzung wurden Punkte für alle potenziellen Variablen vergeben und anschließend die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines bestimmten Ausgangs mit jeder Punktzahl berechnet. Im klinischen Alltag müssen dann nur noch Punkte für jede zutreffende Einflussgröße addiert werden, um das Risiko anhand der Punktsumme ablesen zu können.

Die Prädiktion der Mortalität und der Major-Komplikationen mit Scorebildung brachte zufriedenstellende Ergebnisse hervor, die Prädiktion der Liegedauer gestaltete sich hingegen schwieriger.

Mit dem neuen Score lassen sich viele Arten von Verletzungen jeder Schwere und jeder Körperregion erfassen und kategorisieren. Zur Berechnung genügen einige wenige Variablen.

Ein Praxistest in der Zukunft wäre wünschenswert, um den Score und die Zuverlässigkeit der Prädiktion anhand eines gänzlich neuen Patientenkollektivs zu testen.

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bevölkerungspyramide 2022 und -vorausberechnung für 2060	8
Abbildung 2:	Pflegebedürftige nach Versorgungsart 2019	13
Abbildung 3:	Logistische Regressionsfunktion	31
Abbildung 4:	Formel zur Berechnung des linearen Prädiktors	32
Abbildung 5:	Formel zur Berechnung des Risikos	33
Abbildung 6:	Altersverteilung des Patientenkollektivs	35
Abbildung 7:	Verteilung der Aufnahme Diagnosen	38
Abbildung 8:	Häusliche Versorgungssituation	39
Abbildung 9:	Verteilung des Unfallhergangs	42
Abbildung 10:	Verteilung der Vorerkrankungen	47
Abbildung 11:	Verteilung der Dauermedikation	49
Abbildung 12:	Verteilung der operativen Versorgung	51
Abbildung 13:	Verteilung der stationären Verweildauer	53
Abbildung 14:	ROC AUC des logistischen Modells (Set II) für die Mortalität	75
Abbildung 15:	Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für die Mortalität	75
Abbildung 16:	ROC AUC der berechneten Wahrscheinlichkeit für den Outcomefaktor Mortalität anhand Testdaten	76
Abbildung 17:	ROC AUC des logistischen Modells (Set I) für Major-Komplikationen	77
Abbildung 18:	Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für Major-Komplikationen	78
Abbildung 19:	ROC AUC der berechneten Wahrscheinlichkeit für den Outcomefaktor Major-Komplikation anhand Testdaten	78
Abbildung 20:	ROC AUC des logistischen Modells (Set III) für die Liegedauer	79
Abbildung 21:	Formel für die logarithmisch skalierte Wahrscheinlichkeit für eine Liegedauerverlängerung	80
Abbildung 22:	ROC AUC der berechneten Wahrscheinlichkeit für den Outcomefaktor Liegedauerverlängerung anhand Testdaten	81

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Frail Kriterien nach Fried	11
Tabelle 2:	Glasgow Coma Scale	17
Tabelle 3:	Gezählte Vorerkrankungen	23
Tabelle 4:	Major-Komplikationen	24
Tabelle 5:	Minor-Komplikationen	25
Tabelle 6:	Dauermedikation	25
Tabelle 7:	Laborreferenz- und Grenzwerte	28
Tabelle 8:	Unabhängige Variablen Set I	29
Tabelle 9:	Zusätzliche unabhängige Variablen Set II	30
Tabelle 10:	Zusätzliche unabhängige Variablen Set III	30
Tabelle 11:	Kategorien der Variable „Alter“	32
Tabelle 12:	Kategorien der Variable „Anzahl Dauermedikamente“	32
Tabelle 13:	Kategorien der Variable „Anzahl Vorerkrankungen“	32
Tabelle 14:	Altersverteilung des Patientenkollektivs	35
Tabelle 15:	Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs	35
Tabelle 16:	Diagnosegruppen und -subgruppen	36
Tabelle 17:	Versorgungsumstände des Patientenkollektivs	39
Tabelle 18:	Versorgungsumstände in den Diagnosesubgruppen	39
Tabelle 19:	Verteilung der Häufigkeiten des Unfallhergangs	42
Tabelle 20:	Unfallhergang in den Diagnosegruppen	43
Tabelle 21:	Übersicht über die Vorerkrankungen	45
Tabelle 22:	Häufigkeiten der Vorerkrankungen	46
Tabelle 23:	Verteilung der Dauermedikamente	48
Tabelle 24:	Häufigkeiten der Anzahl an Dauermedikamenten	48
Tabelle 25:	Konservative und operative Versorgung der Patient*innen	50
Tabelle 26:	Versorgungsart nach Verletzung	51
Tabelle 27:	Übersicht über die Verweildauer	52
Tabelle 28:	Stationäre Verweildauer in den Diagnosegruppen	53
Tabelle 29:	Komplikationen vor und während des Aufenthalts	55
Tabelle 30:	Häufigkeiten einer intensivmedizinischen Versorgung	60

Tabelle 31:	Häufigkeiten der Gabe von Blutprodukten	61
Tabelle 32:	Häufigkeiten einer verlängerten Verweildauer	62
Tabelle 33:	Gründe für eine verlängerte Verweildauer	63
Tabelle 34:	Häufigkeit der Mortalität	68
Tabelle 35:	Weitere Versorgung nach der Entlassung	69
Tabelle 36:	Häufigkeit der Wiederaufnahme wegen Komplikationen	73
Tabelle 37:	Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für die Mortalität	74
Tabelle 38:	Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für Major-Komplikationen	76
Tabelle 39:	Ergebnisse des Modells der logistischen Regression für die Liegedauer	79
Tabelle 40:	Übersicht der zu vergebenden Punkte für die Mortalität	82
Tabelle 41:	Risikoscore für die Mortalität	83
Tabelle 42:	Übersicht der zu vergebenden Punkte für Major-Komplikationen	83
Tabelle 43:	Risikoscore für Major-Komplikationen	84
Tabelle 44:	Übersicht der zu vergebenden Punkte für die Liegedauer	84
Tabelle 45:	Risikoscore für die Liegedauerverlängerung	85

8. Literaturverzeichnis

- Abrahamsen B, van Staa T, Ariely R, Olson M, Cooper C. Excess mortality following hip fracture. *Osteoporos Int.* 2009; 20: 1633–1650
- Balk R, Hahn F, Tarcea B. Die proximale Femurfraktur. *OP-Journal* 2002; 18: 80–84
- Barzen S, Koetter G, Wohlrath B, Schweigkofler U, Hoffmann R. Besonderheiten bei der Notfallversorgung von geriatrischen Traumapatienten. *retten* 2019; 8: 32–43
- Becker C, Rapp K. Stürze in der Geriatrie. *Internist* 2011; 52: 939–945
- Bender R, Ziegler A, Lange S. Logistische Regression. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: e33-e35
- Berthold HK. Leitfaden Geriatrie. München: Elsevier 2020
- Blakeney WG. Stabilization and treatment of Colles' fractures in elderly patients. *Clin Interv Aging* 2010; 5: 337–344
- Böger A. Morbus Sudeck. *Dtsch Arztebl.* 2018; 115: A76-A80
- Böhm K, Mardorf S, Nöthen M, Schelhase T, Hoffmann E, Hokema A, Menning S, Schüz B, Sulmann D, Tesch-Römer C, Wurm S, Kroll LE, Lampert T, List SM, Ryl L, Saß A-C, Ziese T. 2009. Gesundheit und Krankheit im Alter. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Publikationen/Downloads-Gesundheitszustand/gesundheits-krankheit-im-alter-5230003099004.html> (Zugriffsdatum: 13.06.2021)
- Braude P, Short R, Bouamra O, Shipway D, Lecky F, Carlton E, Bengler J, Gordon A, Carter B. A national study of 23 major trauma centres to investigate the effect of a geriatrician assessment on clinical outcomes in older people admitted with serious injury in England (FiTR 2): a multicentre observational cohort study. *The lancet. Healthy longevity* 2022; 3: e549-e557
- Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet* 2013; 381: 752–762
- Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, Moons KGM. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD Statement. *BMC medicine* 2015; 13: 1

- Court-Brown CM, Clement ND, Duckworth AD, Biant LC, McQueen MM. The changing epidemiology of fall-related fractures in adults. *Injury*. 2017; 48: 819–824
- Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet* 2002; 359: 1761–1767
- Dolscheid R, Carstensen A, Stoffel-Wagner B. 2024. Leistungsverzeichnis Kreatinin. Verfügbar unter <https://www.ukbonn.de/ikckp/zentrallabor/leistungsverzeichnis/#>
- Dutton LK, Rhee PC. Complex Regional Pain Syndrome and Distal Radius Fracture. *Hand Clin*. 2021; 37: 315–322
- Dyer SM, Crotty M, Fairhall N, Magaziner J, Beaupre LA, Cameron ID, Sherrington C. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. *BMC Geriatr*. 2016; 16: 158
- Ekkernkamp A, Lehmann F, Lob G, Oestern H-G, Pistor G, Renteln-Kruse W von, Siegrist J, Weyers S. 2001. Verletzungen und deren Folgen. Verfügbar unter https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/08Verletz2.pdf (Zugriffsdatum: 03.04.2022)
- Ensrud KE. Epidemiology of fracture risk with advancing age. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013; 68: 1236–1242
- Firsching R, Rickels E, Mauer UM, Sakowitz OW, Messing-Jünger M, Engelhard K, Schwenkreis P, Schwerdtfeger K, Linn J. 2015. Leitlinie Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter. Verfügbar unter https://register.awmf.org/assets/guidelines/008-001I_S2e_Schaedelhirntrauma_SHT_Erwachsene_2015-12-abgelaufen.pdf (Zugriffsdatum: 01.06.2021)
- Fischer H, Maleitzke T, Eder C, Ahmad S, Stöckle U, Braun KF. Management of proximal femur fractures in the elderly. *Eur J Med Res*. 2021; 26: 86
- Fried L, Tangen C, Walston J, Newman A, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop W, Burke G, McBurnie M. Frailty in Older Adults. *J Gerontol*. 2001; 56: 146–157
- Frölich F, Chmielnicki M, Prokop A. Geriatrische Komplexbehandlung bei proximalen Femurfrakturen. *Unfallchirurg*. 2015; 118: 858–866
- Fuchs J, Scheidt-Nave C. 2016. Prävalenz von körperlicher Gebrechlichkeit (Frailty). Verfügbar unter www.rki.de/gbe-faktenblaetter (Zugriffsdatum: 09.04.2022)

- Fuchs J, Scheidt-Nave C, Gaertner B, Dapp U, Renteln-Kruse W von, Saum K-U, Thorand B, Strobl R, Grill E. Frailty in Deutschland: Stand und Perspektiven. *Z Gerontol Geriatr.* 2016; 49: 734–742
- Fuchs J, Scheidt-Nave C, Kuhnert R. 12-Monats-Prävalenz von Osteoporose in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* 2017; 2: 61–65
- Gleason LJ, Schmitt EM, Kosar CM, Tabloski P, Saczynski JS, Robinson T, Cooper Z, Rogers SO, Jones RN, Marcantonio ER, Inouye SK. Effect of Delirium and Other Major Complications on Outcomes After Elective Surgery in Older Adults. *JAMA Surg.* 2015; 150: 1134–1140
- Golob JF, Sando MJ, Kan JC, Yowler CJ, Malangoni MA, Claridge JA. Therapeutic anticoagulation in the trauma patient: is it safe? *Surgery* 2008; 144: 591-597
- Gosch M, Druml T, Nicholas JA, Hoffmann-Weltin Y, Roth T, Zegg M, Blauth M, Kammerlander C. Fragility non-hip fracture patients are at risk. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015; 135: 69–77
- Gosch M, Kammerlander C. Alterstraumatologie. *Z Gerontol Geriatr.* 2017; 50: 697–701
- Gosch M, Kammerlander C, Neuerburg C. Osteoporose. *Z Gerontol Geriatr.* 2019; 52: 408–413
- Halicka M, Vittersø AD, Proulx MJ, Bultitude JH. Neuropsychological Changes in Complex Regional Pain Syndrome (CRPS). *Behav Neurol.* 2020; 2020: 4561831
- Hartensuer R, Raschke MJ. Osteoporotische Wirbelkörperfraktur. *OP-Journal* 2017; 33: 248–256
- Hashmi A, Ibrahim-Zada I, Rhee P, Aziz H, Fain MJ, Friese RS, Joseph B. Predictors of mortality in geriatric trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014; 76: 894–901
- Hentschel M, Dolscheid R, Stoffel-Wagner B. 2024a. Leistungsverzeichnis PTT. Verfügbar unter <https://www.ukbonn.de/ikckp/zentrallabor/leistungsverzeichnis/#>
- Hentschel M, Dolscheid R, Stoffel-Wagner B. 2024b. Leistungsverzeichnis Quick INR. Verfügbar unter <https://www.ukbonn.de/ikckp/zentrallabor/leistungsverzeichnis/#>
- Hentschel M, Schmidt M, Stoffel-Wagner B. 2024c. Leistungsverzeichnis Blutbild. Verfügbar unter <https://www.ukbonn.de/ikckp/zentrallabor/leistungsverzeichnis/#>
- Hepp P, Josten C. Diagnostik und Klassifikation von Schulterverletzungen. *Trauma Berufskh.* 2007; 9: S213-S219

- Hepp P, Theopold J, Josten C. Operative Therapie der Humeruskopffrakturen. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 2014; 9: 159–179
- Holleran RS. Elderly trauma. *Crit Care Nurs Q*. 2015; 38: 298–311
- Hoo ZH, Candlish J, Teare D. What is an ROC curve? *Emerg Med J*. 2017; 34: 357–359
- Icks A, Becker C, Kunstmann W. Sturzprävention bei Senioren. *Dtsch Arztebl*. 2005; 102: 2150–2153
- Jacobs DG, Plaisier BR, Barie PS, Hammond JS, Holevar MR, Sinclair KE, Scalea TM, Wahl W. Practice management guidelines for geriatric trauma. *J Trauma*. 2003; 54: 391–416
- Kirkwood TBL. Understanding the odd science of aging. *Cell* 2005; 120: 437–447
- Koenig K, Huddleston JI, Huddleston H, Maloney WJ, Goodman SB. Advanced age and comorbidity increase the risk for adverse events after revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012; 27: 1402-1407.e1
- Kratz T, Diefenbacher A. Kognitive Akut- und Langzeitfolgen intensivmedizinischer Behandlung. *Nervenarzt* 2016; 87: 246–252
- Kruse A, Gaber E, Heuft G, Oster P, Re S, Schulz-Nieswandt F. 2002. Gesundheit im Alter. Verfügbar unter www.gbe-rki.de
- Lee JH, Kim MJ, Hong JY, Myung J, Roh YH, Chung SP. The elderly age criterion for increased in-hospital mortality in trauma patients: a retrospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021; 29: 133
- Lefering R, Huber-Wagner S, Nienaber U, Maegele M, Bouillon B. Update of the trauma risk adjustment model of the TraumaRegister DGU™. *Crit Care* 2014; 18: 476
- Liener UC, Becker C, Rapp K, Raschke MJ, Kladny B, Wirtz DC. 2021. Weißbuch Alterstraumatologie und Orthogeriatric. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1905568> (Zugriffsdatum: 25.03.2022)
- Lindemann U, Rupp K, Becker C. Kraft- und Balancetraining für Hochbetagte. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2006; 22: 98–100
- Magaziner J, Hawkes W, Hebel JR, Zimmerman SI, Fox KM, Dolan M, Felsenthal G, Kenzora J. Recovery from hip fracture in eight areas of function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000; 55: M498-507
- McMahon DJ, Schwab CW, Kauder D. Comorbidity and the Elderly Trauma Patient. *World J Surg*. 1996; 20: 1113–1120

- Meisel M, Müller-Werdan U. Geriatrie 2009. Dtsch Med Wochenschr 2009; 134: 1354–1356
- Mena JH, Sanchez AI, Rubiano AM, Peitzman AB, Sperry JL, Gutierrez MI, Puyana JC. Effect of the modified Glasgow Coma Scale score criteria for mild traumatic brain injury on mortality prediction: comparing classic and modified Glasgow Coma Scale score model scores of 13. J Trauma. 2011; 71: 1185-1192; discussion 1193
- Mercer S, Furler J, Moffat K, Fischbacher-Smith D, Sanci L. 2016. Multimorbidity. Verfügbar unter <https://apps.who.int/iris/handle/10665/252275> (Zugriffsdatum: 13.06.2021)
2019. Messtechnologie der XN-Serie
- Morris RS, Milia D, Glover J, Napolitano LM, Chen B, Lindemann E, Hemmila MR, Stein D, Kummerfeld E, Chipman J, Tignanelli CJ. Predictors of elderly mortality after trauma. J Trauma Acute Care Surg. 2020; 88: 416–424
- Neubart R. Repetitorium Geriatrie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2018
- Nowossadeck E. 2012. Demografische Alterung und Folgen für das Gesundheitswesen. Verfügbar unter www.rki.de/gbe-kompakt (Zugriffsdatum: 13.06.2021)
- Pangilinan J, Quanstrom K, Bridge M, Walter LC, Finlayson E, Suskind AM. The Timed Up and Go Test as a Measure of Frailty in Urologic Practice. Urology 2017; 106: 32–38
- Parker MJ, Handoll HH. Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2010: CD000093
- Perdue PW, Watts DD, Kaufmann CR, Trask AL. Differences in mortality between elderly and younger adult trauma patients. J Trauma. 1998; 45: 805–810
- Peterson BE, Jiwanlal A, Della Rocca GJ, Crist BD. Orthopedic Trauma and Aging: It Isn't Just About Mortality. Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation 2015; 6: 33–36
- Raschke MJ, Everding J. SOP proximale Femurfraktur. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2019; 14: 120–126
- Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, Pranzl R, Gercek E, Schultheiss M, Weckbach A, Bühren V, Blauth M. Operative Behandlung traumatischer Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg. 2009; 112: 33-45
- Richter M, Becker C, Seifert J, Gebhard F, Pieske O, Holch M, Lob G. Prävention von Verletzungen im Alter. Unfallchirurg. 2002; 105: 1076–1087

- Robert Koch-Institut. 2015. Gesundheit in Deutschland. Verfügbar unter https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesInDtId/GesInDtId_node.html (Zugriffsdatum: 03.04.2022)
- Röhrig G, Becker I, Gutensohn K, Nebe T. Red blood cell counts and indices in the elderly German population. *LaboratoriumsMedizin* 2018a; 42: 131–139
- Röhrig G, Gütgemann I, Kolb G, Leischker A. Anemia in the aged is not ageing related: position paper on anemia in the aged by the "working group anemia" of the German Geriatric Society (DGG). *Eur Geriatr Med.* 2018b; 9: 395–397
- Rolfson DB, Majumdar SR, Tsuyuki RT, Tahir A, Rockwood K. Validity and reliability of the Edmonton Frail Scale. *Age Ageing* 2006; 35: 523–526
- Rubenstein LZ. Falls in older people. *Age Ageing* 2006; 35 Suppl 2: ii37-ii41
- Saß AC, Varnaccia G, Rommel A. Sturzunfälle bei Erwachsenen. *Präv Gesundheitsf.* 2019; 14: 355–361
- Scheidt-Nave C, Starker A. Osteoporoseprävalenz und assoziierte Versorgungsmuster bei Frauen im Alter ab 45 Jahren in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2005; 48: 1338–1347
- Scherer J, Kalbas Y, Ziegenhain F, Neuhaus V, Lefering R, Teuben M, Sprengel K, Pape H-C, Jensen KO. The GERTality Score: The Development of a Simple Tool to Help Predict in-Hospital Mortality in Geriatric Trauma Patients. *J Clin Med.* 2021; 10: 1362
- Schousboe JT. Epidemiology of Vertebral Fractures. *J Clin Densitom.* 2016; 19: 8–22
- Schweigkofler U, Hofmann T, Hoffmann R. Oberschenkelhalsfrakturen. *Z Orthop Unfall.* 2008; 146: 117-136
- Siebert HR, Klonz A. Distale Radiusfraktur. *Unfallchirurg.* 2005; 108: 135-152
- Siegrist M, Freiberger E, Geilhof B, Salb J, Hentschke C, Landendoerfer P, Linde K, Halle M, Blank WA. Fall Prevention in a Primary Care Setting. *Dtsch Arzteblatt Int.* 2016; 113: 365–372
- Slørdal TJ, Brattebø G, Geisner T, Kristoffersen MH. Differences in characteristics between patients ≥ 65 and < 65 years of age with orthopaedic injuries after severe trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2022; 30: 51
- Statistisches Bundesamt (Destatis). 2012. Gesundheit im Alter. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes->

Verhalten/_inhalt.html;jsessionid=074453029ECF4B854015338F4F43E37D.live731

(Zugriffsdatum: 13.06.2021)

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2016. Ältere Menschen in Deutschland und der EU.

Verfügbar unter

<https://www.bmfsfj.de/resource/blob/93214/95d5fc19e3791f90f8d582d61b13a95e/aeltere-menschen-deutschland-eu-data.pdf> (Zugriffsdatum: 13.06.2021)

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2019. Bevölkerung im Wandel. Verfügbar unter

https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/pressebrosc huere-bevoelkerung.pdf?__blob=publicationFile (Zugriffsdatum: 23.05.2021)

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2020a. Anzahl der Gestorbenen nach

Unfallkategorien. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/sterbefaelle-unfaelle.html> (Zugriffsdatum:

30.05.2021)

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2020b. Pflegestatistik 2019. Verfügbar unter

[https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Publikationen/Downloads-Pflege/pflege-](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Publikationen/Downloads-Pflege/pflege-deutschlandergebnisse-5224001199004.html)

[deutschlandergebnisse-5224001199004.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Publikationen/Downloads-Pflege/pflege-deutschlandergebnisse-5224001199004.html) (Zugriffsdatum: 13.06.2021)

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2020c. Verkehrsunfälle. Verfügbar unter

https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/_inhalt.html#sprg230562 (Zugriffsdatum: 13.06.2021)

Stöckle U, Lucke M, Haas NP. Der Oberschenkelhalsbruch. Dtsch Arztebl. 2005; 102:

A3426–3434

Swoboda W, Sieber CC. Rehabilitation in der Geriatrie. Internist 2010; 51: 1254–1261

Tinetti ME. Clinical Practice. Preventing Falls in Elderly Persons. N Engl J Med 2003; 348: 42–49

Varnaccia G, Rommel A, Saß AC. 2013. Das Unfallgeschehen bei Erwachsenen in

Deutschland. Verfügbar unter <https://edoc.rki.de/handle/176904/3240> (Zugriffsdatum: 13.06.2021)

Varnaccia G, Rommel A, Saß A-C. Das Unfallgeschehen bei Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse der Befragung "Gesundheit in Deutschland aktuell" 2010.

Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2014; 57: 604–612

Wagner H-O. Polypharmazie. Allgemeinmedizin up2date 2021; 02: 155–171

- Wähnert D, Roos A, Glasbrenner J, Ilting-Reuke K, Ohrmann P, Hempel G, Duning T, Roeder N, Raschke MJ. Alterstraumatologie. Chirurg 2017; 88: 95–104
- Neurotraumatologie. Wallesch C-W, Unterberg A, Dietz V, Reg. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG 2005
- Walter J, Unterberg A. Das Schädel-Hirn-Trauma beim Älteren. Intensivmedizin up2date 2017; 13: 331–341
- Walter N, Szymiski D, Kurtz SM, Lowenberg DW, Alt V, Lau EC, Rupp M. Epidemiology and treatment of proximal femoral fractures in the elderly U.S. population. Scientific reports 2023; 13: 12734
- Warnhoff M, Lill H, Jensen G, Ellwein A, Dey Hazra R-O. Proximale Humerusfraktur. Obere Extremität 2019; 14: 9–17
- Wichelhaus A, Gradl G, Mittlmeier T. Die distale Radiusfraktur. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2012; 7: 251–271
- Wiedemann A. Geriatrische Urologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2020
- Willinger N, Basrai M, Bökeler UW, Liener UC, Bischoff SC. Prävalenz der Mangelernährung in der Alterstraumatologie. Aktuelle Ernährungsmedizin 2015; 40: P3-9
- Wongweerakit O, Akaraborworn O, Sangthong B, Thongkhao K. Age as the Impact on Mortality Rate in Trauma Patients. Crit Care Res Pract. 2022; 2022: 2860888
- Yildiz U, Schleicher P, Castein J, Kandziora F. Konservative Behandlung von Wirbelfrakturen in BWS und LWS. Z Orthop Unfall. 2019; 157: 574–596
- Zeeh J. Stürze im Alter. MMW Fortschr Med. 2017; 159: 52–58
- Zeytinoglu M, Jain RK, Vokes TJ. Vertebral fracture assessment: Enhancing the diagnosis, prevention, and treatment of osteoporosis. Bone. 2017; 104: 54–65
- Zhao FZ, Wolf SE, Nakonezny PA, Minhajuddin A, Rhodes RL, Paulk ME, Phelan HA. Estimating Geriatric Mortality after Injury Using Age, Injury Severity, and Performance of a Transfusion: The Geriatric Trauma Outcome Score. J Palliat Med. 2015; 18: 677–681

9. Danksagung

Zuerst danke ich Herrn PD Dr. Koroush Kabir für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas, den Zugang zum Arbeitsraum, die unkomplizierte Kommunikation, die vielen Gespräche und die freundliche Beratung.

Weiterhin möchte ich Herrn Dr. Christian Prangenberg für die Mitbetreuung, sein Engagement und die Unterstützung besonders in der Abschlussphase bedanken.

Frau Dr. Leonie Weinhold vom Institut für Medizinische Biometrie, Informatik und Epidemiologie des Universitätsklinikums Bonn gilt mein großer Dank für die gute statistische Beratung und stetige Hilfsbereitschaft.

Danken möchte ich allen, die mich durch das Studium und auch bei allem anderen begleitet und unterstützt haben, meinen Freunden und meiner Familie, besonders meinem Bruder Christoph.

Mein tief empfundener Dank gilt meinem Freund Alex für seine uneingeschränkte Unterstützung, gute Laune und einen neuen Blickwinkel auf die Dinge.