

Aus der Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg  
Prof. Dr. med. Bernd Kinner  
Orthopädie und Unfallchirurgie

**Prognosefaktoren  
für den klinischen Verlauf und das Outcome  
geriatrischer Patienten mit Schädelhirntrauma**

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Dannik Hendrik Haas

2024



Aus der Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg  
Prof. Dr. med. Bernd Kinner  
Orthopädie und Unfallchirurgie

**Prognosefaktoren  
für den klinischen Verlauf und das Outcome  
geriatrischer Patienten mit Schädelhirntrauma**

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Dannik Hendrik Haas

2024

Dekan: Prof. Dr. med. Dirk Hellwig  
1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernd Kinner  
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Peter Heiss, Dipl.-Phys.  
Tag der mündlichen Prüfung: 28. März 2024

Meinen Eltern

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis .....	8
Abkürzungsverzeichnis .....	9
1 Einleitung .....	10
1.1 Das Krankheitsbild Schädelhirntrauma.....	10
1.1.1 Definition .....	11
1.1.2 Häufigkeit und Kosten .....	12
1.2 Systematik der Prognosefaktoren.....	13
1.3 Theoretische Fundierung und Stand der Forschung .....	14
1.3.1 Indikatoren .....	14
1.3.2 Modulierbare Einflussfaktoren.....	17
1.3.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren.....	23
2 Zielsetzung und Hypothesen.....	27
3 Material und Methoden .....	30
3.1 Beschreibung des Patientenkollektivs .....	32
3.1.1 Indikatoren .....	32
3.1.2 Modulierbare Einflussfaktoren.....	34
3.1.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren.....	41
3.2 Beschreibung der Outcome-Faktoren.....	48
4 Ergebnisse .....	49
4.1 Indikatoren.....	49
4.1.1 Glasgow Coma Scale.....	49
4.1.2 Art der Vorstellung in der Notaufnahme .....	49
4.2 Modulierbare Einflussfaktoren .....	50
4.2.1 Rettung .....	50

4.2.2	Antikoagulantien und Thrombozytenaggregationshemmer .....	50
4.2.3	Craniale Computertomografie .....	51
4.2.4	Aufnahmestation .....	51
4.3	Nicht modulierbare Einflussfaktoren .....	52
4.3.1	Geschlecht .....	52
4.3.2	Alter .....	52
4.3.3	Intrakranielle Blutungen .....	53
4.3.4	Alkohol .....	54
4.4	Tabellarischer Überblick der Ergebnisse .....	55
4.5	Der HAAS-Score .....	56
5	Diskussion .....	59
5.1	Indikatoren .....	59
5.1.1	Glasgow Coma Scale .....	59
5.1.2	Art der Vorstellung in der Notaufnahme .....	60
5.2	Modulierbare Einflussfaktoren .....	60
5.2.1	Rettung .....	60
5.2.2	Antikoagulantien und Thrombozytenaggregationshemmer .....	61
5.2.3	Craniale Computertomografie .....	62
5.2.4	Aufnahmestation .....	63
5.3	Nicht modulierbare Einflussfaktoren .....	64
5.3.1	Geschlecht .....	64
5.3.2	Alter .....	64
5.3.3	Intrakranielle Blutungen .....	65
5.3.4	Alkohol .....	67
5.4	Der HAAS-Score .....	67
5.5	Schlussfolgerungen .....	70
5.5.1	Die vier wichtigsten klinischen Leitfragen .....	70

5.6	Limitationen .....	72
6	Fazit .....	74
7	Zusammenfassung .....	76
8	Literaturverzeichnis .....	80
9	Eigenständigkeitserklärung	
10	Danksagung	
11	Lebenslauf	

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Systematik der Prognosefaktoren .....	13
<b>Abbildung 2</b> Verteilung der GCS-Werte .....	32
<b>Abbildung 3</b> Outcome nach GCS-Score .....	33
<b>Abbildung 4</b> Anzahl eingenommener AK/TAH .....	35
<b>Abbildung 5</b> Häufigkeit von ICB unter AK/TAH .....	36
<b>Abbildung 6</b> Letalität bei unterschiedlich vielen AK/TAH.....	36
<b>Abbildung 7</b> Überweisung in die NCH bei unterschiedlich vielen AK/TAH .....	37
<b>Abbildung 8</b> Aufenthaltsdauer bei unterschiedlich vielen AK/TAH .....	37
<b>Abbildung 9</b> Anzahl an CCT bei verstorbenen Patienten .....	38
<b>Abbildung 10</b> Anzahl an CCT vor Überweisung in die NCH.....	39
<b>Abbildung 11</b> Aufenthaltsdauer bei unterschiedlich vielen CCT.....	39
<b>Abbildung 12</b> Aufenthaltsdauer nach Aufnahmestation .....	40
<b>Abbildung 13</b> Altersverteilung .....	41
<b>Abbildung 14</b> Letalität in verschiedenen Altersgruppen .....	42
<b>Abbildung 15</b> Verlegung in die NCH in verschiedenen Altersgruppen .....	43
<b>Abbildung 16</b> Aufenthaltsdauer in verschiedenen Altersgruppen.....	43
<b>Abbildung 17</b> Anzahl verschiedener ICB in der ersten CCT .....	44
<b>Abbildung 18</b> Befundveränderung in der zweiten bis fünften CCT.....	45
<b>Abbildung 19</b> Letalität bei unterschiedlich vielen ICB in der ersten CCT .....	46
<b>Abbildung 20</b> Verlegung in die NCH nach Anzahl an ICB in der ersten CCT.....	46
<b>Abbildung 21</b> Liegedauer bei unterschiedlich vielen ICB in der ersten CCT .....	47
<b>Abbildung 22</b> Letalität und Häufigkeit der Überweisung in die NCH .....	48
<b>Abbildung 23</b> Lineare Regression zwischen Alter und Aufenthaltsdauer .....	53
<b>Abbildung 24</b> Lineare Regression zwischen Anzahl der ICB in der ersten CCT und Aufenthaltsdauer .....	54
<b>Abbildung 25</b> Letalität nach Wert auf dem HAAS-Score .....	57
<b>Abbildung 26</b> Verlegung in die NCH nach Wert auf dem HAAS-Score .....	58
<b>Abbildung 27</b> Aufenthaltsdauer in Stunden nach Wert auf dem HAAS-Score .....	58
<b>Abbildung 28</b> Risikostratifizierung und Indikation für Kontroll-CCT nach Wert auf dem HAAS-Score .....	69

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> Die GCS nach Teasdale und Jennett (1976).....	14
<b>Tabelle 2</b> Übersicht der Rettungsdauer.....	34
<b>Tabelle 3</b> Art und Kombination der AK/TAH.....	35
<b>Tabelle 4</b> Häufigkeit von CCT .....	38
<b>Tabelle 5</b> Art und Kombination der ICB in der ersten CCT.....	44
<b>Tabelle 6</b> Häufigkeit und Größe von Epidural-, Subdural- und Intracerebralblutungen in der ersten CCT .....	45
<b>Tabelle 7</b> Häufigkeit von SAB in der ersten CCT .....	45
<b>Tabelle 8</b> Die Outcome-Faktoren nach Alkoholintoxikation.....	47
<b>Tabelle 9</b> Übersicht der Aufenthaltsdauer .....	48
<b>Tabelle 10</b> Tabellarischer Überblick der Ergebnisse.....	55
<b>Tabelle 11</b> Der HAAS-Score .....	56
<b>Tabelle 12</b> Vergleich der Häufigkeit von ICB mit Albers et al. (2013).....	66

## Abkürzungsverzeichnis

AK.....	Antikoagulans/Antikoagulantien
ASS .....	Acetylsalicylsäure
ATLS.....	Advanced Trauma Life Support
AWMF.....	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fach- gesellschaften e. V.
CCT .....	Craniale Computertomografie/-n
GCS.....	Glasgow Coma Scale
ICB.....	Intrakranielle Blutung/-en
IMC .....	Intermediate Care Station/-en
NCH.....	Neurochirurgie
NOAK .....	Neue orale Antikoagulantien
RBK .....	Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart
SAB .....	Subarachnoidalblutung/-en
SHT .....	Schädelhirntrauma/-ta
TAH .....	Thrombozytenaggregationshemmer
VKA .....	Vitamin-K-Antagonist/-en

# 1 Einleitung

Bei Patienten<sup>1</sup> ab 65 Jahren nimmt das Risiko für Schädelhirntraumata (SHT) ebenso wie deren Schweregrad und Mortalität zu (Elovic et al., 2004). Darüber hinaus bringt das geriatrische Patientenkollektiv spezifische Besonderheiten mit sich, da Vorerkrankungen und Vormedikationen das Risiko für einen schweren Verlauf nach einem Trauma erhöhen (Kirshenbom et al., 2017; McGwin et al., 2004) und alterstypische Veränderungen des Körpers eine besondere Herausforderung für die Beurteilung des Schweregrads darstellen (Papa et al., 2012). Verschärfend kommt hinzu, dass aufgrund des demographischen Wandels die geriatrische Altersgruppe am stärksten wächst und zukünftig mit einer weiter steigenden Anzahl an geriatrischen Patienten mit SHT gerechnet werden muss (Stein et al., 2018). Auffallend ist, dass es dennoch kaum Fachliteratur gibt, die sich speziell mit SHT bei diesem Patientenkollektiv auseinandersetzt (de Wit, Merali, et al., 2020; Stein et al., 2018). Die vorliegende Arbeit nimmt sich dieses Forschungsdesiderats an, indem verschiedene potenzielle Faktoren untersucht werden, anhand derer eine frühzeitige Abschätzung der Prognose von SHT möglich ist. Darüber hinaus werden verschiedene Charakteristika der geriatrischen Patientengruppe identifiziert.

Zunächst erfolgt die Definition des Krankheitsbilds SHT, bevor die Systematik der untersuchten Prognosefaktoren erläutert wird. Nach einer theoretischen Fundierung der Prognosefaktoren und einem Überblick zum Stand der Forschung folgt die Aufstellung der zu überprüfenden Hypothesen. In einem weiteren Schritt werden die Ergebnisse vorgestellt und Zusammenhänge untersucht. Die Ergebnisse münden in der Entwicklung und Anwendung eines Scores zur Prognoseeinschätzung geriatrischer Patienten mit SHT. In der darauffolgenden Diskussion werden die Resultate der Untersuchung vor dem Hintergrund der aktuellen Fachliteratur reflektiert und der konkrete klinische Nutzen herausgearbeitet. Zuletzt wird ein Fazit der Untersuchung gezogen.

## 1.1 Das Krankheitsbild Schädelhirntrauma

Das folgende Unterkapitel enthält die Definition des Krankheitsbilds SHT. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie häufig dieses auftritt und welche monetären Kosten durch SHT verursacht werden können.

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

### 1.1.1 Definition

SHT werden in der S2e-Leitlinie *Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter* der *Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.* (AWMF) wie folgt definiert:

Ein Schädelhirntrauma ist Folge einer Gewalteinwirkung, die zu einer Funktionsstörung und/oder Verletzung des Gehirns geführt hat und mit einer Prellung oder Verletzung der Kopfschwarte, des knöchernen Schädels, der Gefäße und/oder der Dura verbunden sein kann. (Firsching et al., 1996, S. 5)

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen, dass die zitierte Leitlinie aktuell überarbeitet wird. Eine alternative Definition lautet:

Als Schädel-Hirn-Trauma (SHT) wird ein weites Erkrankungsspektrum bezeichnet, bei dem durch eine äußere Gewalteinwirkung auf den Schädel eine Verletzung des Gehirns mit konsekutiver Funktionseinschränkung entsteht. (Scherer & Unterberg, 2015, S. 1032)

Unterschieden wird zwischen offenen und gedeckten SHT: Erstere zeichnen sich durch eine direkte (z. B. im Rahmen einer durchdringenden Kopfverletzung) oder indirekte Verbindung (z. B. durch eine Fraktur des Mittelgesichts) zwischen dem Liquorraum und der Umgebung außerhalb des Körpers aus. Hinweise darauf liefern Rhino- oder Otoliquorrhö sowie der Nachweis freier intrakranieller Luft in der Bildgebung. Das offene SHT birgt ein erhöhtes Risiko für Infektionen. Wenn der Schädelknochen und die Dura mater intakt sind und keine Verbindung zwischen dem Liquorraum und der Umgebung besteht, liegt ein gedecktes SHT vor (Regelsberger et al., 2010).

Zudem werden primäre von sekundären Hirnschäden abgegrenzt. Primäre Läsionen entstehen im Moment des Traumas selbst (Firsching et al., 1996). Ausgehend von diesen Primärläsionen können sich sekundäre Hirnschäden durch systemische und intrakranielle Reaktionen entwickeln, welche sich auf molekularer oder zellulärer Ebene abspielen. Diese Reaktionen zeigen sich u. a. durch eine Zellschwellung und den Anstieg inflammatorischer Mediatoren (Abdelmalik et al., 2019). Durch das frühzeitige Erkennen und Behandeln der Primärläsion können sekundäre Läsionen gemildert werden (Firsching et al., 1996).

### 1.1.2 Häufigkeit und Kosten

SHT und deren Folgeschäden werden im angloamerikanischen Raum auch als „the silent epidemic“ (Jinadasa & Boone, 2016, S. 557) bezeichnet. Der Ausdruck basiert auf der Widersprüchlichkeit zwischen dem häufigen Auftreten von SHT und des dennoch geringen öffentlichen Bewusstseins für dieses Krankheitsbild. Das beschriebene Spannungsfeld zeigt sich insbesondere beim geriatrischen Patientenkollektiv (Taylor et al., 2017). Jedoch trifft dies nicht nur für den angloamerikanischen Raum zu, sondern ist auf die Situation in Deutschland übertragbar: Während das Krankheitsbild im öffentlichen Diskurs meist nur tangiert wird, treten auch hierzulande jährlich bei über 300 Personen pro 100 000 Einwohnern Schädelhirnverletzungen auf (Rickels et al., 2010). Von diesen insgesamt rund 270 000 Patienten werden 200 000 stationär in ein Krankenhaus aufgenommen (Rickels, 2018). Knapp ein Drittel aller Patienten mit SHT muss intensivmedizinisch behandelt werden (Regelsberger et al., 2010). Es ist jedoch möglich, dass die Anzahl an SHT aufgrund der hohen Dunkelziffer deutlich über die aktuell bekannten Werte hinausgeht. Diese Diskrepanz kann u. a. damit erklärt werden, dass Patienten mit SHT nicht erfasst werden, wenn sie andere Arten von medizinischer Hilfe in Anspruch nehmen oder gänzlich auf eine Behandlung verzichten (Whitaker-Lea & Valadka, 2017). Hinweise auf diese hohe Dunkelziffer liefert eine Studie aus Neuseeland: In dieser groß angelegten, populationsbasierten Untersuchung wurde eine Inzidenz von 790 Fällen pro 100 000 Personenjahre erfasst (Feigin et al., 2013). Die Vorzüge dieser Studie bestehen u. a. darin, dass sie nicht nur Fälle aus Kliniken berücksichtigt, sondern auch Daten aus Altersheimen, Schulen, Sportzentren, Gefängnissen, der Datenbank der Autohaftpflichtversicherungen und aus weiteren Einrichtungen miteinbezieht. Um eine möglichst genaue Erfassung zu gewährleisten, wurden zudem sowohl eine ländliche als auch eine städtische Region untersucht (Feigin et al., 2013). Betrachtet man ausschließlich die geriatrische Patientengruppe, ist von noch höheren Inzidenzen auszugehen. In einer Studie von Taylor et al. (2017) werden für Patienten über 75 Jahren 2 232 durch SHT bedingte Vorstellungen in Notaufnahmen, Krankenhausaufenthalte und Todesfälle genannt. Diese Altersgruppe wies damit in der genannten Studie die höchste Anzahl auf.

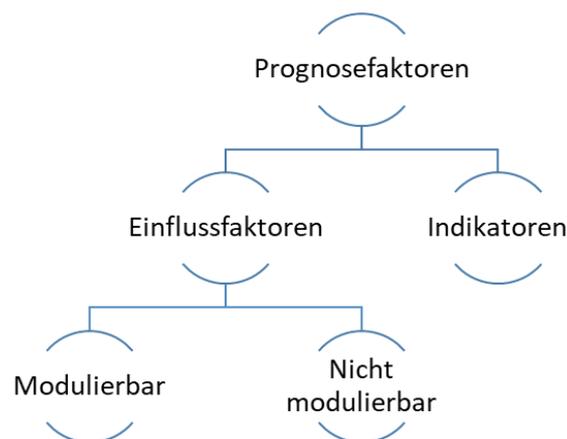
Neben den gesundheitlichen Schäden führt das SHT zu erheblichen gesamtgesellschaftlichen Kosten. Berücksichtigt man die Ausgaben für Rettungseinsätze, Krankenhausaufenthalte, Diagnostik, Operationen und Rehabilitationsmaßnahmen sowie die

Produktions- und Einkommensverluste durch Schul- und Arbeitsunfähigkeit, belaufen sich diese in Deutschland auf ca. 2,8 Milliarden Euro pro Jahr (Rickels et al., 2010).

## 1.2 Systematik der Prognosefaktoren

Im Hinblick auf die Differenzierung der hier untersuchten Prognosefaktoren wird zwischen Indikatoren, bei denen kein Kausalzusammenhang zum Outcome besteht, die jedoch einen prognostischen Zusammenhang zeigen können und Einflussfaktoren, die direkten Einfluss auf das Outcome nehmen, unterschieden. Letztere werden unterteilt in modulierbare Einflussfaktoren und nicht modulierbare Einflussfaktoren (siehe Abbildung 1). Modulierbare Einflussfaktoren können in der Akutsituation oder in der Prävention beeinflusst werden. Nicht modulierbare Einflussfaktoren hingegen sind unveränderbar.

**Abbildung 1**  
Systematik der Prognosefaktoren



Zu den Indikatoren zählen der Score auf der *Glasgow Coma Scale* (GCS) sowie die Art der Vorstellung in der Notaufnahme. Unter die modulierbaren Einflussfaktoren fallen die Rettungszeit, die Einnahme von Antikoagulantien/Thrombozytenaggregationshemmern (AK/TAH), die Häufigkeit einer Bildgebung mittels Cranialer Computertomografie (CCT) und die Art der Aufnahmestation. Die nicht modulierbaren Einflussfaktoren umfassen das Geschlecht, das Alter, die Anzahl an intrakraniellen Blutungen (ICB) in der ersten CCT und das Vorliegen einer Alkoholintoxikation.

## 1.3 Theoretische Fundierung und Stand der Forschung

In diesem Kapitel wird der Forschungsstand der genannten Prognosefaktoren dargestellt. Der Aufbau orientiert sich dabei an der in Kapitel 1.2 beschriebenen Systematik. Das Kapitel dient als theoretische Basis für die darauffolgenden Untersuchungen.

### 1.3.1 Indikatoren

#### 1.3.1.1 Die Glasgow Coma Scale als Instrument der neurologischen Einschätzung

Zur Einschätzung des neurologischen Status wird häufig die GCS verwendet, welche von Teasdale und Jennett (1974) entwickelt wurde. Anhand weniger, einfach durchführbarer Tests kann eine Aussage über den Bewusstseinszustand des Patienten getroffen werden, wodurch sich die GCS insbesondere für Notfallsituationen eignet. Untersuchungsgegenstand der GCS sind die beste verbale Reaktion, die beste motorische Reaktion sowie die Augenöffnung des Untersuchten (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1**

*Die GCS nach Teasdale und Jennett (1976)*

Prüfung	Reaktion	Punkte
<b>Augenöffnung</b>	Keine	1
	Auf Schmerzreiz	2
	Auf Ansprache	3
	Spontan	4
<b>Verbal</b>	Keine	1
	Einzelne Laute	2
	Einzelne Worte	3
	Verwirrt	4
	Orientiert	5
<b>Motorisch</b>	Keine	1
	Streckmechanismen	2
	Beugemechanismen	3
	Ungezielte Abwehrreaktion	4
	Gezielte Abwehrreaktion	5
	Nach Aufforderung	6

*Anmerkung.* Tabelle in Anlehnung an „Assessment and prognosis of coma after head injury“ von Teasdale, G., Jennett, B. (1976). Acta neurochir 34, S. 46. <https://doi.org/10.1007/BF01405862>

Die dabei zu erreichenden Punktzahlen in den drei Kategorien werden addiert. In der ursprünglich publizierten Version wurden maximal vier Punkte für die beste Augenreaktion sowie maximal je fünf Punkte für die beste verbale Antwort und für die beste motorische Antwort vergeben. Bezüglich der besten motorischen Antwort des Patienten werden inzwischen sechs Abstufungen unterschieden und somit maximal sechs Punkte vergeben (Teasdale & Jennett, 1976). Dementsprechend können insgesamt minimal drei Punkte und maximal fünfzehn Punkte erreicht werden.

Auch in der notfallmäßigen Versorgung von Personen mit Verdacht auf SHT wird die GCS aufgrund der wenig zeitintensiven Durchführung häufig erhoben. Sie wird zudem dafür verwendet, SHT in unterschiedliche Schweregrade einzuteilen. Erreichen Patienten einen Wert unter neun, liegt definitionsgemäß ein schweres SHT vor. Bei Werten von neun bis zwölf wird von einem mittleren SHT ausgegangen, wohingegen Werte größer zwölf das SHT als leicht einstufen (Scherer & Unterberg, 2015).

Die GCS wird bei 70,9% der Patienten mit SHT am Unfallort erhoben, während in den Kliniken knapp 90% der Patienten mittels GCS neurologisch eingeschätzt werden (Rickels, 2018). Bei älteren Personen treten in über 70% der Fälle leichte SHT auf (Coronado et al., 2005). Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Klassifizierung als leichtes SHT nicht mit einem leichten Verlauf oder einem milden Ausgang gleichzusetzen ist. Die Einstufung als leichtes SHT schließt weder eine Verschlechterung des Zustands des Patienten noch die Notwendigkeit eines neurochirurgischen Eingriffs aus (Joseph et al., 2015). So zeigten sich bei den von Coronado et al. (2005) untersuchten Personen über 64 Jahren trotz eines hohen Anteils an leichten SHT (73,4%) viele Patienten, die verstorben sind (12%). Bei den Überlebenden dieser Stichprobe gab es zudem einen hohen Anteil an Patienten mit mittelschweren (23,5%) und schweren anhaltenden Beeinträchtigungen (9,7%).

Es besteht Uneinigkeit über die Wertigkeit der GCS als prognostischer Marker sowie der Sinnhaftigkeit einer Klassifizierung von SHT anhand der GCS. In der Fachliteratur wird teilweise suggeriert, dass niedrige Werte auf der GCS mit schlechterem Outcome vergesellschaftet sind (Wan et al., 2016). Außerdem wird beschrieben, dass die GCS Hinweise liefert, ob Patienten überleben (Ivascu et al., 2008) oder ein erhöhtes Risiko für ICB mit sich bringen (de Wit, Parpia, et al., 2020). Die Metaanalyse von McIntyre et al. (2013) hat außerdem folgenden Zusammenhang zwischen GCS und Mortalität gefunden: Patienten mit einem GCS-Wert von dreizehn bis fünfzehn haben eine

Mortalitätsrate von 12,3%. Bei einem GCS-Wert von neun bis zwölf zeigt sich eine Mortalitätsrate von 34,3% und bei einem GCS-Wert kleiner neun eine Mortalitätsrate von 65,3%. Wolf et al. (2014) kamen zu dem Ergebnis, dass bei älteren Personen ein Wert auf der GCS unter fünfzehn ein erhöhtes Risiko für einen Eingriff oder eine klinisch bedeutsame Hirnverletzung aufzeigt.

Die Einteilung von SHT anhand der GCS ist jedoch – wie bereits angedeutet – umstritten, da die Werte der GCS bei Patienten mit SHT verfälscht sein können. Es besteht die Möglichkeit, dass ein niedriger Wert auf der GCS nicht durch das SHT, sondern durch einen niedrigen Blutdruck, Hypoxämie, das Verschlucken von Gegenständen oder die Einnahme neurologisch wirksamer Medikamente bedingt ist (Jinadasa & Boone, 2016). Ein weiterer Kritikpunkt an der Verwendung der GCS – insbesondere im geriatrischen Bereich – ist, dass das Ergebnis durch Komorbiditäten wie einem Delirium, einer Demenz oder dem fehlenden Tragen eines Hörgeräts sowie durch den altersentsprechenden Abbau kognitiver Funktionen beeinflusst werden kann (Stein et al., 2018). Ebenso verringert eine Intubation die Aussagekraft der GCS (Abdelmalik et al., 2019).

Auch die Wertigkeit der GCS bei der Entscheidung, ob eine CCT in der Akutsituation sinnvoll ist, wird in der Forschungsliteratur kontrovers diskutiert. Während die häufig genutzte *Canadian CT Head Rule* empfiehlt, dass eine CCT notwendig ist, wenn Patienten mit leichtem SHT zwei Stunden nach dem Trauma keinen Wert von fünfzehn auf der GCS erreichen (Stiell et al., 2001), sind Harad und Kerstein (1992) zu dem Schluss gekommen, dass die GCS nicht darüber entscheiden sollte, ob ein Patient in der Notaufnahme eine CCT bekommt.

Aufgrund der bestehenden Uneinigkeit über die tatsächliche Aussagekraft empfiehlt die S2e-Leitlinie *Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter* der AWMF:

Die Behandlung richtet sich nach dem aktuellen klinischen Verlauf, der durch wiederholte (und vor allem in der Frühphase engmaschige) Untersuchungen erfasst werden muss. (Firsching et al., 1996, S. 6)

### **1.3.1.2 Die Art der Vorstellung in der Notaufnahme**

Bezüglich der Art der Vorstellung in der Notaufnahme wird in der vorliegenden Arbeit zwischen einer Vorstellung mit dem Rettungsdienst und einer selbstständigen

Vorstellung unterschieden. Dieser Zusammenhang wurde in der bisherigen Forschungsliteratur nicht untersucht, weshalb eine theoretische Fundierung nicht möglich ist.

### **1.3.2 Modulierbare Einflussfaktoren**

#### **1.3.2.1 Rettungsdauer**

Die Dauer zwischen einem Trauma und der Ankunft in der Notaufnahme betrug bei Patienten zwischen 65 und 94 Jahren in einer Studie von Styrke et al. (2007) im Median 2,5 Stunden. Die Verlängerung der Rettungszeit aufgrund von Maßnahmen des *Advanced Trauma Life Supports* (ATLS) am Unfallort wird in der Fachliteratur kontrovers diskutiert. Es muss zwischen der verlängerten Zeitspanne bis zum Eintreffen in die Klinik bei notfallmedizinischen Maßnahmen vor Ort sowie dem Nutzen der sofortigen Intervention abgewogen werden. Daher wird teilweise postuliert, dass vor Ort durchgeführte ATLS-Maßnahmen mit einer verlängerten Zeit bis zum Eintreffen in der Klinik in Verbindung stehen und die Überlebenschancen nicht erhöhen (Sampalis et al., 1994; Sampalis et al., 1993). Eine Studie von Kleber et al. (2012) konnte hingegen keinen relevanten Vorteil kürzerer Rettungszeiten bei Schwerverletzten finden, insofern die Patienten innerhalb von drei Stunden eine Klinik erreichten. Begründet wurde dies damit, dass die längeren Rettungszeiten durch effektive Maßnahmen am Unfallort kompensiert werden konnten.

#### **1.3.2.2 Thrombozytenaggregationshemmer und Antikoagulantien**

Die in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Medikamente zur Beeinflussung der Hämostase werden im folgenden Abschnitt bezüglich ihrer Funktionsweise erläutert. Außerdem soll der aktuelle Stand der Forschung bezüglich ihres Einflusses auf ICB im Rahmen eines SHT dargestellt werden.

Der Einfluss dieser Medikamente bezüglich Blutungswahrscheinlichkeit, Letalität oder neurochirurgischer Interventionen wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Es stehen sowohl orale AK als auch TAH im Verdacht, die Sterblichkeit und die Wahrscheinlichkeit einer Behinderung bei Patienten mit ICB zu erhöhen (Baldi et al., 2006). Andere Studien, wie die von Uccella et al. (2016) publizierte Untersuchung, fand dagegen keinen signifikanten Unterschied bezogen auf Letalität, Blutungen und neurochirurgische Interventionen bei Patienten mit mildem SHT, die AK einnehmen, verglichen mit der

Gruppe ohne entsprechende Vormedikation. Zum selben Ergebnis kamen de Wit, Parpia, et al. (2020). Die Arbeitsgruppe konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Einnahme von AK oder TAH und dem Auftreten von ICB darstellen. Die Studie von Brewer et al. (2011) stellte Ergebnisse hinsichtlich der Kombination von AK und TAH vor. In der Untersuchung hatten Patienten, welche beide Medikamentengruppen einnahmen, eine niedrigere Inzidenz an ICB als Patienten, die nur eine der beiden Medikamentengruppen einnahmen. Einschränkend ist festzuhalten, dass es in dieser Studie nur wenige Patienten gab, die beide Gruppen kombinierten.

#### 1.3.2.2.1 Acetylsalicylsäure

Acetylsalicylsäure (ASS) zählt zur Klasse der TAH. Es ist ein wichtiger Bestandteil der Sekundärprophylaxe thromboembolischer Erkrankungen, da sowohl seine relative Sicherheit als auch seine Wirkung in großen Studien nachgewiesen werden konnte. Der gerinnungshemmende Effekt von ASS beruht auf einer Acetylierung – und damit einhergehenden irreversiblen Hemmung – der thrombozytären Cyclooxygenase-1 (Offermanns, 2020). Fortuna et al. (2008) kamen zu dem Ergebnis, dass die Mortalität älterer Patienten nicht durch die Einnahme von ASS beeinflusst wird. Laut ihren Ergebnissen ist nur das Alter ein signifikanter Prädiktor für die Sterblichkeit, unabhängig davon, ob ASS eingenommen wird. Auch die Untersuchung von Spektor et al. (2003) zeigte, dass eine niedrig dosierte Prophylaxe mit ASS nicht zu einer Zunahme chirurgisch relevanter Blutungen nach leichten oder mittleren Kopfverletzungen bei Patienten über 60 Jahren führt. McMillian und Rogers (2009) lieferten hingegen Hinweise dafür, dass Patienten, welche TAH einnehmen, eine höhere Morbidität, Mortalität und ein höheres Risiko für ICB nach einem Trauma haben als Patienten, die keine entsprechenden Medikamente einnehmen. Ohm et al. (2005) kamen zu dem Schluss, dass der Einsatz von TAH bei älteren Patienten das Sterberisiko nach Kopfverletzungen mit ICB signifikant erhöht. Ivascu et al. (2008) stellten ebenfalls fest, dass die Einnahme von ASS mit einer Erhöhung der Mortalität einhergeht. Mina et al. (2002) gingen bei geriatrischen Patienten unter ASS-Therapie von einem vier- bis fünffach erhöhten Sterberisiko aus, verglichen mit Patienten, die ASS nicht als Dauermedikation nutzen.

#### 1.3.2.2.2 Clopidogrel

Clopidogrel gehört ebenfalls zur Klasse der TAH. Indem es den ADP-Rezeptor P2Y<sub>12</sub> irreversibel blockiert, wird der durch ADP induzierte positive Feedbackmechanismus

unterbunden und eine Verstärkung der Thrombozytenaktivierung verhindert (Offermanns, 2020). Die bereits angeführte Studie von Fortuna et al. (2008) zeigte, dass die Mortalität älterer Patienten nicht durch die Einnahme von Clopidogrel erhöht wird. Jones et al. (2006) konnten dagegen Hinweise hinsichtlich einer erhöhten Morbidität bei Patienten über fünfzig Jahren mit gedecktem SHT finden, wenn diese Clopidogrel als Dauermedikation einnahmen. So war u. a. bei einem höheren Prozentsatz der Patienten eine neurochirurgische Intervention oder eine Bluttransfusion notwendig. Auch Ivascu et al. (2008) beschrieben eine erhöhte Mortalität unter Clopidogreltherapie.

#### 1.3.2.2.3 Vitamin-K-Antagonisten

Vitamin-K-Antagonisten (VKA) wie Phenprocoumon oder Warfarin gehören – wie auch die Heparine und die neuen oralen Antikoagulantien (NOAK) – zur Gruppe der AK. Die Beeinflussung der Hämostase durch VKA ist durch die Verhinderung der  $\gamma$ -Carboxylierung der Gerinnungsfaktoren II, VII, IX, X sowie Protein C und Protein S zu erklären (Offermanns, 2020). Insbesondere in amerikanischen Studien wird häufig das dem Marcumar verwandte Warfarin untersucht. McMillian und Rogers (2009) resümierten, dass von einem erhöhten Blutungsrisiko für ältere Patienten mit Warfarin in der Medikationsanamnese auszugehen ist, unabhängig davon, wie schwer die Kopfverletzung ist. Weitere Studien lieferten ebenfalls Hinweise für einen Zusammenhang zwischen der Verwendung von Warfarin und einer erhöhten Sterblichkeit (Franko et al., 2006; Lavoie et al., 2004). Erwähnenswert ist auch der Vergleich von Patienten über sechzig Jahren mit SHT, die VKA einnehmen mit Patienten, die ebenfalls über sechzig Jahre alt sind und ein SHT erleiden, jedoch NOAK oder TAH einnehmen. Hier zeigte sich eine signifikant erhöhte Sterblichkeit bei der Gruppe mit VKA (Prexl et al., 2018). Es finden sich jedoch auch Studien, die zu einem anderen Ergebnis kamen: Fortuna et al. (2008) stellten keine erhöhte Mortalität bei Patienten unter Warfarintherapie fest. VKA scheinen zudem nicht das Risiko für eine verspätete ICB nach leichtem SHT zu erhöhen (Covino et al., 2021).

#### 1.3.2.2.4 Heparin und Heparinoide

Heparin und Heparinoide wirken durch die Aktivierung von Antithrombin-III und die damit verbundene Hemmung aktiver Gerinnungsfaktoren (Offermanns, 2020). Bei Patienten mit leichtem SHT ohne neurologische Defizite und mit einem GCS-Wert von

fünfzehn ist durch Heparin keine erhöhte Gefahr einer ICB zu erwarten und entsprechend keine CCT empfohlen (Gittleman et al., 2005). Darüber hinaus gilt Heparin als das AK der Wahl zur Verhinderung einer Thrombembolie nach SHT und kann angesetzt werden, insofern nach 24 Stunden eine unauffällige CCT durchgeführt wurde (Schaible & Thal, 2013; Tykocki & Guzek, 2016).

#### 1.3.2.2.5 Neue orale Antikoagulantien

Die Wirkung der NOAK resultiert aus der reversiblen Inhibition von Thrombin oder Faktor Xa (Offermanns, 2020). Welches Risiko von NOAK im Zusammenhang mit SHT ausgeht, lässt sich nicht abschließend beurteilen, da die Datenlage zu dieser Medikamentengruppe bislang begrenzt ist (Stein et al., 2018). Erste orientierende Studien konnten kein erhöhtes Risiko für ICB bei SHT unter NOAK finden (Santing et al., 2021). Außerdem wurde eine niedrigere Sterblichkeit bei Patienten mit SHT und vorbestehender NOAK Therapie festgestellt als bei Verunfallten unter vorbestehender VKA Therapie (Prexl et al., 2018). Auch für später auftretende ICB nach leichten SHT besteht nach Covino et al. (2021) kein erhöhtes Risiko. Ein Nachteil der NOAK ist die erschwerte Kontrolle des Gerinnungsstatus. Bisher gibt es keinen Parameter oder Test, der eine Gerinnungsstörung unter der Einnahme von NOAK ausreichend quantifiziert (Beynon & Unterberg, 2017). Seit der Einführung von Andexanet alfa als Antidot der Faktor Xa-Hemmer Rivaroxaban und Apixaban sowie Idarucizumab als Antidot des direkten Thrombininhibitors Dabigatran sind die genannten Wirkstoffe diesbezüglich gegenüber anderen AK als gleichwertig anzusehen (Offermanns, 2020).

#### 1.3.2.3 Stellenwert der Cranialen Computertomografie bei Schädelhirntrauma

Die CCT wird aufgrund der flächendeckenden Verfügbarkeit und schnellen Durchführbarkeit zur Detektion von ICB oder anderen Verletzungsfolgen in der Notfallversorgung von Patienten mit SHT verwendet (Scherer & Unterberg, 2015). Insgesamt besteht Uneinigkeit hinsichtlich des Zeitpunktes, der Häufigkeit und der Personengruppe, bei welcher die initiale CCT sowie darauffolgende Kontrollen nach SHT durchgeführt werden sollen.

Die systematische Recherche von Zock et al. (2011) konnte in unterschiedlichen Studien zahlreiche Überschneidungen hinsichtlich der Risikofaktoren, bei deren Vorliegen eine CCT indiziert ist, finden. Häufig unterscheiden sich diese jedoch erheblich bezüglich der Definition und der Kombination oder die Empfehlungen sind für den Anwender

uneindeutig formuliert. Jinadasa und Boone (2016) vertreten die Meinung, dass aufgrund der zunehmenden Verfügbarkeit und Geschwindigkeit von CCT operable Läsionen in der initialen CCT zunehmend seltener detektiert werden. Als möglicher Erklärungsansatz wird angeführt, dass sich zum Zeitpunkt der ersten CCT relevante Blutungen noch nicht ausgebreitet haben. Die CCT stellt sich daher ohne pathologischen Befund dar und die Blutungen nehmen erst zu einem späteren Zeitpunkt an Größe zu. Rosen et al. (2018) kamen zu dem Ergebnis, dass bei Personen mit leichtem SHT routinemäßige Kontrollen mit einer CCT nicht notwendig sind. Ding et al. (2012) bestätigten dies, wiesen jedoch auch darauf hin, dass Patienten mit mittlerem oder schwerem SHT von routinemäßigen CCT-Kontrollen profitieren können. Brown et al. (2004) sahen keinen Nutzen in der routinemäßigen Anwendung weiterer CCT bei Patienten ohne neurologischem Defizit und schließen sich dahingehend den Ergebnissen von Chao et al. (2001), Dharap et al. (2005) und Kaups et al. (2004) an. Einige Studien bewerteten insbesondere die Einnahme von Medikamenten, die Einfluss auf die Hämostase nehmen, als wichtigen Faktor zur Entscheidung für oder gegen eine CCT. Li et al. (2001) führten an, dass Patienten mit AK stets eine CCT erhalten sollen. Wenn geriatrische Patienten AK einnehmen, sollen auch dann CCT-Kontrollen durchgeführt werden, wenn in der primären CCT keine Blutung detektiert wird (Stein et al., 2018). Darüber hinaus sollen bei Patienten mit AK/TAH bei mittleren oder schweren SHT in kürzeren Abständen weitere CCT erfolgen (Whitaker-Lea & Valadka, 2017). Von Cohen et al. (2006) wurde empfohlen, dass CCT-Kontrollen bei antikoagulierten Patienten, bei welchen sich in der initialen CCT eine Abnormalität darstellt, routinemäßig nach zwölf bis achtzehn Stunden oder bei ersten Anzeichen einer neurologischen Verschlechterung durchgeführt werden. Covino et al. (2021) sahen die Notwendigkeit einer CCT bei Patienten mit leichtem SHT unter VKA oder NOAK nur bei klinischer Verschlechterung.

Jagoda et al. (2008) klassifizierten als *Level A recommendation*, dass Patienten bei leichtem SHT mit Bewusstseinsverlust und posttraumatischer Amnesie nur eine CCT bekommen, wenn zusätzlich mindestens eines der folgenden Merkmale zu finden ist: Alter über sechzig Jahren, Drogen- oder Alkoholintoxikation, Wert auf der GCS unter fünfzehn, Kopfschmerzen, Erbrechen, Defizite im Kurzzeitgedächtnis, Anzeichen eines Traumas oberhalb des Schlüsselbeins, fokales neurologisches Defizit, posttraumatische Krampfanfälle oder Gerinnungsstörungen.

Als *Level B recommendation* wurde dagegen von Jagoda et al. (2008) eingestuft, dass Patienten bei leichtem SHT ohne Bewusstseinsverlust oder posttraumatischer Amnesie eine CCT nur erhalten sollen, wenn eines der folgenden Merkmale zu finden ist: Alter über 64 Jahren, GCS unter fünfzehn, Erbrechen, schwerer Kopfschmerz, Anzeichen einer Schädelbasisfraktur oder eines gefährlichen Unfallmechanismus (z. B. ein Sturz von fünf Treppenstufen oder mehr) oder Gerinnungsstörungen.

Die S2e-Leitlinie *Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter* der AWMF macht ebenfalls Angaben darüber, welche Merkmale als absolute Indikationen zur Diagnostik mittels CCT gelten. Folgende Empfehlungen zur bildgebenden Diagnostik werden mit dem *Empfehlungsgrad A* in der genannten Leitlinie angeführt:

Die kraniale CT gilt als Goldstandard und soll bei schädelhirnverletzten Patienten durchgeführt werden, wenn folgende Befunde vorliegen bzw. bekannt sind (absolute Indikation): Koma, Bewusstseinsstrübung, Amnesie, andere neurologische Störungen, mehrfaches Erbrechen, wenn ein enger zeitlicher Zusammenhang zur Gewalteinwirkung besteht, Krampfanfall, Zeichen einer Schädelfraktur, Verdacht auf Impressionsfraktur und/oder penetrierende Verletzungen, Verdacht auf eine Liquorfistel, Hinweise auf eine Gerinnungsstörung (Fremdanamnese, "Pass zur Antikoagulanzenbehandlung", nicht sistierende Blutung aus oberflächlichen Verletzungen usw.). (Firsching et al., 1996, S. 13)

Zweifelsfälle, in denen jedoch eine CCT durchgeführt werden sollte, ergeben sich laut der Leitlinie bei „unklaren Angaben über die Unfallanamnese, starken Kopfschmerzen, Intoxikation mit Alkohol oder Drogen, Hinweisen auf ein Hochenergietrauma“ (Firsching et al., 1996, S. 14). Bei fehlender Erholung, bei neurologischer Verschlechterung sowie bei bewusstlosen Patienten werden Verlaufskontrollen mittels CCT in der erwähnten Leitlinie als sinnvoll erachtet (Firsching et al., 1996). Die häufig verwendete *Canadian CT Head Rule* ist im geriatrischen Patientenkollektiv größtenteils ungeeignet, da die Einnahme von AK als Ausschlusskriterium gilt (Stiell et al., 2001).

#### **1.3.2.4 Rolle der Aufnahmestation**

Als Indikationen für eine stationäre Aufnahme werden in der S2e-Leitlinie der AWMF unter dem *Empfehlungsgrad A* operativ zu versorgende Verletzungsfolgen, Bewusstseinsstörungen oder ein Bewusstseinsverlust sowie neurologische Störungen, eine Schädelfraktur, Liquorausstritt bzw. eine offene Schädelhirnverletzung und im CT

erkennbare Verletzungsfolgen genannt (Firsching et al., 1996). Mit dem *Empfehlungsgrad B* wird die Aufnahme in Zweifelsfällen (z. B. bei starken Kopfschmerzen, Übelkeit, Intoxikationen mit Drogen oder Alkohol) versehen (Firsching et al., 1996). Es finden sich in der aktuellen Fachliteratur jedoch trotz umfassender Recherche keine Studien, die sich damit beschäftigen, welchen Einfluss es auf den weiteren klinischen Verlauf und das Outcome hat, auf welcher Station geriatrische Patienten mit SHT primär aufgenommen werden.

Wird die Indikation zur stationären Aufnahme gestellt, ist die weitere Diagnostik und Therapie abhängig vom neurologischen Status des Patienten. Die Möglichkeiten reichen hierbei von einer rein klinischen Überwachung über 24 Stunden bis zur intensivmedizinischen Überwachung mit invasiver Messung des intrakraniellen Drucks und neurochirurgischer Intervention (Scherer & Unterberg, 2015).

### **1.3.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren**

#### **1.3.3.1 Geschlechterverteilung**

Insgesamt erleiden mehr Männer als Frauen SHT (Taylor et al., 2017). Das männliche Geschlecht gilt darüber hinaus als Risikofaktor für begleitende ICB (Oertel et al., 2002). Im höheren Alter gleicht sich der Unterschied der Häufigkeit von SHT zwischen den Geschlechtern zunehmend aus (Elovic et al., 2004). In einigen Studien überwiegt im hohen Alter der Anteil an Frauen mit SHT (Giofrè-Florio et al., 2018; Styrke et al., 2007).

#### **1.3.3.2 Altersverteilung und altersspezifische Besonderheiten des SHT**

Das Risiko für SHT nimmt ab einem Alter von 65 Jahren stark zu (Elovic et al., 2004). So stürzen im höheren Alter dreißig von hundert Menschen mindestens einmal pro Jahr schwer (Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin [DGNI], 2017). Die Fallzahlen werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten aufgrund des demografischen Wandels und der damit einhergehenden höheren Anzahl älterer Menschen stetig zunehmen (Stein et al., 2018). Stürze stellen bei geriatrischen Patienten die häufigste Unfallursache dar (Coronado et al., 2005; DGNI, 2017; Elovic et al., 2004; Schwenkreis et al., 2021). Die zweithäufigste Ursache für SHT sind Verkehrsunfälle (Faul et al., 2010; Rakhit et al., 2021).

Die Gruppe der über 75-jährigen Patienten hat die höchste Rate an Aufnahmen in die Notaufnahme (Capizzi et al., 2020) sowie an Hospitalisierungen und fällt auch bezogen auf die Sterblichkeit mit schlechterem Outcome als jüngere Patienten auf (Faul et al., 2010). Über alle Altersklassen verteilt beträgt die Mortalität bei SHT 1%, während in der Gruppe der über 75-jährigen Patienten rund 34% versterben (Rickels, 2018). Verunfallte, die über 75 Jahre alt sind, weisen somit die höchste Sterblichkeitsrate nach SHT auf (Steudel et al., 2005). Verglichen mit Patienten zwischen 65 und 74 Jahren mit SHT schneidet die Altersgruppe der über 75-Jährigen auch in poststationären kognitiven Tests signifikant schlechter ab (Thompson et al., 2012).

Kirshenbom et al. (2017) kamen hingegen zu dem Ergebnis, dass alleine das Alter im geriatrischen Patientenkollektiv bei Trauma kein robustes Maß für das Ergebnis ist, sondern dass das Outcome insbesondere durch begleitende Faktoren der älteren Bevölkerung wie Vormedikationen und chronische Erkrankungen bestimmt wird.

Es ist jedoch zu beachten, dass in einigen Studien Personen, die antikoagulierende Medikamente einnehmen oder vorbestehende intrakranielle Veränderungen haben, aus der Untersuchung ausgeschlossen wurden. Durch diese Ausschlusskriterien werden insbesondere ältere Patienten nicht erfasst. Dies kann erklären, weshalb in den entsprechenden Studien kein Einfluss des Alters auf die Inzidenz intrakranieller Verletzungen gefunden wurde (Stein et al., 2018).

### **1.3.3.3 Intrakranielle Blutungen**

Typische Veränderungen des alternden Körpers – wie das Auftreten von Arteriosklerose der Hirngefäße – steigern das Risiko für ICB (Timiras, 2002). Insgesamt haben 5% der Patienten über 65 Jahren, die sich nach einem Sturz in der Notaufnahme vorstellen, eine ICB (de Wit, Merali, et al., 2020). Die Unterteilung der Blutungen erfolgt anhand der Hirnhäute in Epidural-, Subdural- und Subarachnoidalblutungen (SAB). Als weitere häufig auftretende Blutung ist die Intracerebralblutung zu nennen. Albers et al. (2013) beschreiben eine Inzidenz von 4,8% für ICB nach leichten SHT. Dabei stellten intracerebrale Blutungen den größten Anteil dar (51%), gefolgt von SAB (26%), subduralen Blutungen (17%) und epiduralen Blutungen (6%).

Die verschiedenen ICB sollen im Folgenden einzeln betrachtet werden.

#### 1.3.3.3.1 Epiduralblutung

Bei der Epiduralblutung handelt es sich um eine Blutung in den physiologisch nicht vorkommenden Raum zwischen Schädelkalotte und Dura mater. Am häufigsten entsteht sie durch eine Ruptur der Arteria meningea media oder deren Äste (Regelsberger et al., 2010). Typischerweise präsentieren sich Epiduralblutungen nach einem klinisch stummen Intervall mit einer schnell zunehmenden Verschlechterung des Zustands des Patienten, weshalb häufig eine zügige neurochirurgische Intervention vonnöten ist (Abdelmalik et al., 2019).

#### 1.3.3.3.2 Subduralblutung

Unter Subduralblutungen versteht man Blutungen zwischen Dura mater und Arachnoidea mater. Diese Art der Blutung resultiert zu 25% aus einem Riss der Brückenvenen, welche das Blut der Venae superiores cerebri in die Sinus durae matris unter Durchbrechung der Dura mater weiterleiten, und zu ungefähr 75% aus der Verletzung kleiner Gefäße auf der Hirnoberfläche (Scherer & Unterberg, 2015). Bei älteren Patienten können bereits Bagateltraumen zu subduralen Einblutungen führen (Abdelmalik et al., 2019). Unterschieden wird zwischen akuter Subduralblutung im zeitlichen und kausalen Zusammenhang mit einem Trauma und chronischer Subduralblutung, welche spontan oder nach einem leichten Trauma auftreten kann (Regelsberger et al., 2010). In der Literatur finden sich Hinweise darauf, dass die Einnahme von TAH und AK das Risiko für Subduralblutungen erhöht (Abdelmalik et al., 2019). Subdurale Blutungen mit einer Größe über 10 mm haben ein besonders hohes Risiko für eine Progression in Kontroll-CCT (Joseph et al., 2015).

#### 1.3.3.3.3 Subarachnoidalblutung

Eine SAB entsteht meist durch die Ruptur eines arteriellen intrakraniellen Aneurysmas, welches dann in den Subarachnoidalraum blutet (Schmitz & Steiner, 2020). SAB können zudem in das Ventrikelsystem einbluten. Im Rahmen von SHT treten häufig traumatische SAB auf, welche jedoch meist keiner operativen Versorgung bedürfen (Regelsberger et al., 2010).

#### 1.3.3.3.4 Intracerebralblutung

Bei Intracerebralblutungen unterscheidet man zwischen spontanen intracerebralen Blutungen sowie traumatischen intracerebralen Blutungen. Erstere werden weiter in

typische und atypische Blutungen unterteilt. Typische Intracerebralblutungen sind auf eine hypertensive Ursache zurückzuführen und befinden sich in der Regel in den Gefäßstromgebieten der Arteria cerebri media, Arteria cerebri posterior oder Arteria communicans anterior (Regelsberger et al., 2010). Treten die Blutungen dagegen an anderer Stelle auf (z. B. am Hirnstamm oder an der Kortexoberfläche) und sind nicht auf eine hypertensive Ursache zurückzuführen, gilt dies als atypische Blutung. Ursächlich für eine traumatische Intracerebralblutung ist in der Regel ein SHT (Regelsberger et al., 2010).

#### **1.3.3.4 Der Einfluss von Alkohol bei SHT**

Es existiert eine heterogene Datenlage über den Anteil alkoholisierter Patienten bei SHT. Die Zahlen variieren von 20% (Regelsberger et al., 2010), 37% bis 51% (Eyer et al., 2017) und bis zu 86% (Elovic et al., 2004). Für ältere Personen werden 15% bis 22% angegeben (Styrke et al., 2007; van Den Broeke-Vos et al., 2017). In einer Studie von van Den Broeke-Vos et al. (2017), die Patienten ab 55 Jahren untersuchte, war der initiale Wert auf der GCS nicht niedriger und traumatische Befunde in der CCT traten nicht signifikant häufiger auf als in der nüchternen Vergleichsgruppe. Findet ein SHT unter dem Einfluss von Alkohol statt, bringt dies die Schwierigkeit mit sich, dass die tatsächliche Schwere des SHT oftmals schlecht abgeschätzt werden kann. Bestehende Symptome können sowohl auf die Intoxikation als auch auf das SHT zurückführbar sein (Zock et al., 2011). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass der Konsum von Alkohol die primäre Hämostase beeinträchtigt (Elmér et al., 1984; Ryback & Desforges, 1970). Haydel et al. (2000) betrachteten eine Alkoholintoxikation als prä-diktiven Faktor für eine pathologische CCT.

## 2 Zielsetzung und Hypothesen

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die in Zukunft immer größer werdende Gruppe der Patienten über 64 Jahren mit SHT zu charakterisieren, das klinische Management dieses Patientenkollektivs zu verbessern und Prognosefaktoren für den klinischen Verlauf und das Outcome dieser Patientengruppe zu identifizieren. Die Relevanz dieser Zielsetzung wurde in Kapitel 1 herausgearbeitet. Es wurde deutlich, dass bislang nur wenige Faktoren vorhanden sind, anhand derer sich frühzeitig das Outcome abschätzen lässt. Die bisher in der Fachliteratur beschriebenen Faktoren werden bezüglich ihrer Aussagekraft nach wie vor heterogen diskutiert. Die Notwendigkeit weiterführender Studien wird auch bei Betrachtung der S2e-Leitlinie *Schädelhirntrauma im Erwachsenenalter* der AWMF deutlich. Dort wird konstatiert: „In der Frühphase nach Schädelhirntrauma kann die Prognose in der Regel auch durch den Geübten nur mit großer Ungenauigkeit abgeschätzt werden“ (Firsching et al., 1996, S. 20). Daraus lässt sich ableiten, dass die bisher in der Leitlinie beschriebenen Faktoren zumindest nicht alleine ausreichend für valide prognostische Aussagen sind. Da auch die GCS, wie bereits in Kapitel 1.3.1.1 beschrieben, keine uneingeschränkte Vorhersagekraft hat, gibt es zum jetzigen Zeitpunkt keinen verlässlichen frühzeitigen Prädiktor für das Outcome geriatrischer Personen mit SHT. Diesen herauszuarbeiten gestaltet sich auch deshalb als schwierig, da es sich beim SHT um ein komplexes Krankheitsbild mit sehr heterogenem Verlauf handelt, welcher von zahlreichen Faktoren abseits des eigentlichen Krankheitsgeschehens beeinflusst wird.

Die daher als essenziell erachtete Suche nach Faktoren, welche Hinweise auf den weiteren Verlauf bei SHT geben, soll im Rahmen dieser Arbeit weitergeführt werden. Es werden einerseits verschiedene Faktoren beleuchtet, zu denen in der aktuellen Fachliteratur bezüglich ihrer Relevanz noch Uneinigkeit herrscht. Andererseits werden Merkmale untersucht, welche in der aktuellen Literatur wenig diskutiert werden. Eine gesonderte Betrachtung dieser Merkmale ermöglicht es jedoch, bereits zu einem frühen Zeitpunkt auf den weiteren Verlauf zu schließen, wodurch sie zukünftig als erweiterte prognostische Faktoren genutzt werden können. Die Analyse der vorliegenden Arbeit erfolgt anhand der Betrachtung unterschiedlicher Charakteristika und Merkmale der geriatrischen Patientengruppe. In einem weiteren Schritt werden diese bezüglich ihres Einflusses auf die Letalität, die Häufigkeit der neurochirurgischen Verlegung sowie die Länge des stationären Aufenthalts überprüft.

Die vorliegende Arbeit betrachtet ausschließlich das geriatrische Patientenkollektiv. Der Grund hierfür ist, dass es bislang nur eine geringe Anzahl an Studien gibt, die das Krankheitsbild SHT gezielt bei dieser Patientengruppe untersuchen (de Wit, Merali, et al., 2020; Furlan & Fehlings, 2009; Stein et al., 2018) und schnell durchführbare diagnostische Tests für geriatrische Patienten mit SHT kaum vorhanden sind (Papa et al., 2012). Auffallend ist das Bestehen eines solchen Forschungsdesiderats, da ein erhöhtes Alter bereits in zahlreichen Studien als Risikofaktor angeführt wird (Franko et al., 2006; Murray et al., 2007; Okazaki et al., 2016; Wolf et al., 2014).

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse soll daher zum einen die beschriebene Forschungslücke in der Diagnostik weiter geschlossen, zum anderen die geriatrische Patientengruppe weiter charakterisiert werden. Anhand dieser Ergebnisse wird auch das bisherige klinische Management untersucht und evaluiert. Dadurch soll eine verbesserte Versorgung und Behandlung geriatrischer Patienten mit SHT ermöglicht werden. Außerdem können Maßnahmen der Primär- und Sekundärprävention gezielter bei Hochrisikopatienten eingesetzt werden. Letztendlich sollen die gefundenen signifikanten Faktoren die Grundlage für einen Score bilden, welcher nach weiteren Untersuchungen in der Klinik eingesetzt werden kann, um frühzeitig die Prognose geriatrischer Patienten mit SHT abzuschätzen.

Folgende Hypothesen sollen analog der unter Kapitel 1.2 erläuterten Systematik der Prognosefaktoren in der vorliegenden Arbeit untersucht werden:

**Hypothese 1:** Bei den folgenden Indikatoren besteht ein signifikanter Zusammenhang mit dem Outcome

**Subhypothese 1.1:** GCS

**Subhypothese 1.2:** Art der Vorstellung in der Notaufnahme

**Hypothese 2:** Bei den folgenden modulierbaren Einflussfaktoren besteht ein signifikanter Zusammenhang mit dem Outcome

**Subhypothese 2.1:** Rettung

**Subhypothese 2.2:** Einnahme von AK/TAH

**Subhypothese 2.3:** CCT-Kontrollen

**Subhypothese 2.4:** Aufnahmestation

**Hypothese 3:** Bei den folgenden nicht modulierbaren Einflussfaktoren besteht ein signifikanter Zusammenhang mit dem Outcome

**Subhypothese 3.1:** Geschlecht

**Subhypothese 3.2:** Alter

**Subhypothese 3.3:** Anzahl der ICB

**Subhypothese 3.4:** Alkohol

Die Hypothesen werden angenommen, wenn ein signifikanter Zusammenhang zu mindestens einem der drei Outcome-Faktoren (Letalität, Überweisung in die Neurochirurgie (NCH), Dauer des stationären Aufenthalts) besteht.

### 3 Material und Methoden

Die vorliegende explorative Beobachtungsstudie ist von primär deskriptivem Charakter. Die Studie wurde monozentrisch am Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart (RBK) durchgeführt. Das RBK verfügt insgesamt über 1 191 Betten. Jährlich werden rund 32 500 Patienten (teil-)stationär behandelt (Robert-Bosch-Krankenhaus, o. D.-c). Das RBK ist ein gemeinnütziges Krankenhaus der Zentralversorgung mit Funktionen der Maximalversorgung. Es verfügt über eine interdisziplinäre Notaufnahme und einen Schockraum sowie einen Hubschrauberlandeplatz. Das RBK ist ein zertifiziertes *AltersTraumaZentrum*® sowie ein zertifiziertes regionales *TraumaZentrum*® der *Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie* (Robert-Bosch-Krankenhaus, o. D.-b). Neben der Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie gibt es eine Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie, eine Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie, eine Abteilung für Plastische und Ästhetische Chirurgie sowie eine Abteilung für Thoraxchirurgie. Darüber hinaus verfügt das RBK neben zahlreichen Abteilungen der Inneren Medizin über eine Abteilung für Anästhesie und operativer Intensivmedizin sowie klinischer Akut- und Notfallmedizin (Robert-Bosch-Krankenhaus, o. D.-a). Eine Hauptabteilung für Neurochirurgie ist nicht vorhanden. Vertraglicher neurochirurgischer Partner im *TraumaNetzwerk*® der *Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie* ist das Klinikum Stuttgart (Robert-Bosch-Krankenhaus, o. D.-b).

Sämtliche relevante Daten wurden retrospektiv über das Krankenhausinformationssystem *iMedOne* des RBK erhoben. Die untersuchten Fälle stammen aus dem Zeitraum vom dritten Quartal 2016 bis Ende Februar 2021. 523 Patienten waren ausreichend dokumentiert und erfüllten folgende Ein- und Ausschlusskriterien:

Einschlusskriterien:

- Alter zum Zeitpunkt des Traumas über 64 Jahre
- Hauptdiagnose *Intrakranielle Verletzung (S06.0-9)* nach ICD-10

Ausschlusskriterium:

- Unvollständige Dokumentation

Der *Identification of Seniors at Risk*-Score war aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie nicht mehr zu erheben. Geriatrische Patienten werden in der vorliegenden Untersuchung als Patienten über 64 Jahren definiert. Patienten, die bereits am

Einsatzort oder auf dem Weg in das Krankenhaus verstarben, konnten nicht in die Studie aufgenommen werden, da diese Patienten nicht im RBK erfasst wurden. Bei ca. 28% der Patienten lagen keine Begleitverletzungen vor. Bei rund 60% der Patienten konnten leichte Begleitverletzungen wie Ablederungen, Kopfplatzwunden und einfache Frakturen festgestellt werden. Die weiteren eingeschlossenen Patienten wiesen komplexere Frakturen auf. Um den Einfluss auf den klinischen Verlauf und das Outcome zu untersuchen, wurden die in Kapitel 1.2 dargestellten Indikatoren und Einflussfaktoren ausgewählt. Zudem wurden drei Outcome-Faktoren definiert. Diese umfassen das Versterben der Patienten während des stationären Aufenthalts im RBK, die Verlegung in die NCH sowie die Dauer des stationären Aufenthalts. Die Dauer des stationären Aufenthalts bezieht sich dabei auf die Länge des stationären Aufenthalts im RBK. Ein möglicher anschließender Aufenthalt, z. B. zur Rehabilitation, wurde nicht berücksichtigt. Es wurde ein relevanter Einfluss auf den klinischen Verlauf bzw. das Outcome angenommen, wenn ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Prognosefaktor sowie mindestens einem der drei genannten Outcome-Faktoren bestand.

Die Fallnummern der Patienten wurden von der Abteilung *Medizincontrolling* des RBK zur Verfügung gestellt. Mittels des EDV-Systems *iMedOne* konnten damit aus den digital archivierten Akten der Patienten die aufgeführten Parameter erhoben werden. Diese wurden in einer Tabelle des Tabellenkalkulationsprogrammes *Microsoft Excel* dokumentiert. Die deskriptive Statistik wurde ebenfalls mittels *Microsoft Excel* durchgeführt und graphisch dargestellt. Die analysierende Statistik wurde mit *SPSS* (Version 28) und *Microsoft Excel* durchgeführt. Abhängig von Fragestellung und statistischen Voraussetzungen wurden folgende Tests genutzt: Zweiseitiger t-Test für unabhängige Stichproben (Signifikanzniveau 5%), Einfaktorielle Varianzanalyse (mit Erstellung eines linearen Regressionsmodells), Welch-ANOVA, Games-Howell post-hoc Test, Fisher-Yates-Test, Fisher-Freeman-Halton Test, Mann-Whitney-U-Test, Chi-Quadrat-Test.

### 3.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

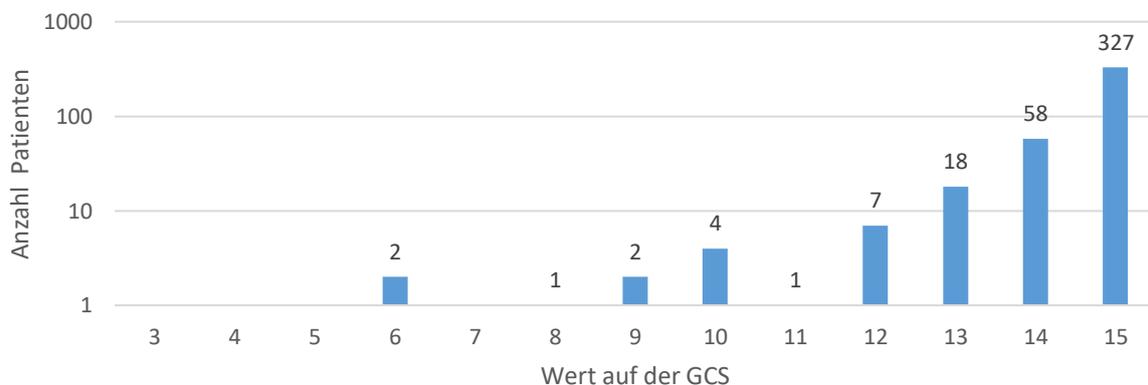
Zunächst soll das untersuchte Patientenkollektiv beschrieben werden. Die statistische Auswertung erfolgt in Kapitel 4.

#### 3.1.1 Indikatoren

##### 3.1.1.1 GCS

Der Wert auf der GCS war bei insgesamt 420 Patienten nachvollziehbar. Es wurde der Wert der ersten Erhebung in die Auswertung einbezogen. 270-mal wurde dieser dem Rettungsprotokoll entnommen, 150-mal dem Aufnahmebrief in der Notaufnahme. Der mittlere Wert auf der GCS betrug im untersuchten Kollektiv 14,58. Am häufigsten hatten die betrachteten Patienten einen Wert von fünfzehn (63%). Die Häufigkeiten der weiteren GCS-Werte sind Abbildung 2 zu entnehmen, wobei die Ordinate logarithmiert dargestellt ist.

**Abbildung 2**  
*Verteilung der GCS-Werte*



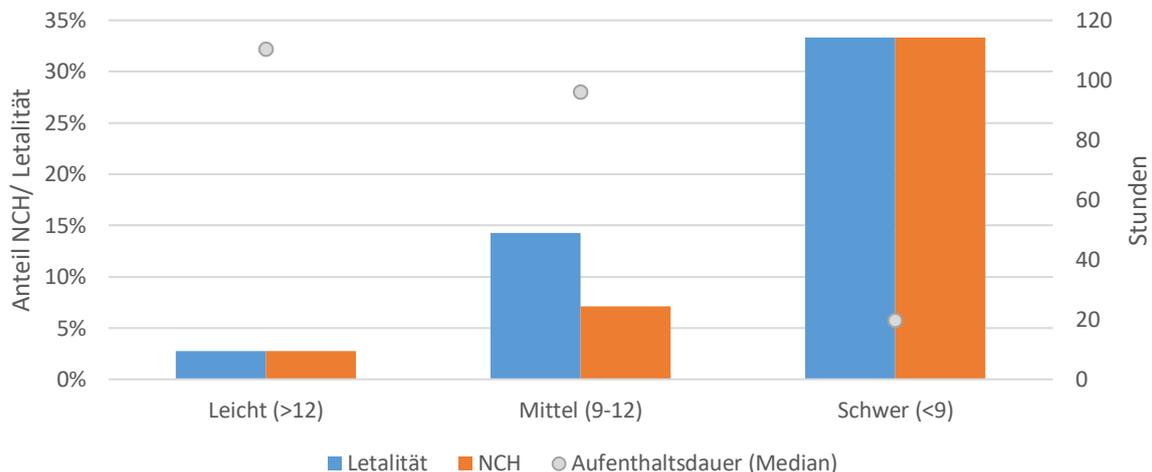
In 96% (n = 403) der Fälle lag ein leichtes SHT vor (GCS > 12). Bei 3,3% (n = 14) der Patienten lag ein mittleres SHT vor (GCS 9 - 12) und in 0,7% (n = 3) der Fälle lag ein schweres SHT mit einem Wert auf der GCS kleiner neun vor.

Von den Patienten mit einem Wert auf der GCS über zwölf sind 3% (n = 11) verstorben und 3% (n = 11) wurden im weiteren Verlauf in die NCH verlegt. Die mittlere Liegedauer lag bei 159,1 ( $\pm 174,1$ ) Stunden. Der Median betrug 110 Stunden.

Bei Patienten mit initialem Score von neun bis zwölf auf der GCS sind 14% (n = 2) verstorben, 7% (n = 1) wurden auf die NCH verlegt und die mittlere Liegedauer betrug 130,7 ( $\pm 107,3$ ) Stunden (Median: 110 Stunden).

In der Patientengruppe mit einem Wert kleiner neun auf der GCS sind 33% (n = 1) verstorben und 33% (n = 1) wurden in die NCH verlegt. Der stationäre Aufenthalt dauerte im Mittel 35,7 ( $\pm 45,0$ ) Stunden und im Median 19 Stunden (siehe Abbildung 3).

**Abbildung 3**  
Outcome nach GCS-Score



Der durchschnittliche Wert auf der GCS von Patienten, die verstorben sind, betrug 13,2 ( $\pm 2,8$ ). Der durchschnittliche Wert auf der GCS von Patienten, die nicht verstorben sind, betrug 14,6 ( $\pm 0,97$ ). Der durchschnittliche Wert auf der GCS von Patienten, die in eine NCH verlegt wurden und bei denen die GCS erhoben wurde, betrug 13,62 ( $\pm 2,69$ ). Der durchschnittliche Wert auf der GCS von Patienten, die nicht auf die NCH verlegt wurden, betrug 14,61 ( $\pm 1,02$ ).

### 3.1.1.2 Art der Vorstellung

Von den 523 in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten kamen 412 (79%) mit dem Rettungsdienst in die Notaufnahme, 39 (7%) stellten sich selbstständig vor und bei 72 (14%) Patienten war die Art der Vorstellung nicht mehr nachvollziehbar.

4% (n = 18) der Patienten, die mit dem Rettungsdienst eingeliefert wurden, sind im weiteren Verlauf ihres klinischen Aufenthaltes verstorben. Hingegen ist kein Patient verstorben, der selbstständig die Notaufnahme aufsuchte. Bei einem der untersuchten verstorbenen Patienten war die Art der Einlieferung unbekannt, zwei weitere kamen nach einem Sturz während eines stationären Aufenthaltes im RBK.

3,4% (n = 14) der Patienten, die mit dem Rettungsdienst vorstellig wurden, mussten später in die NCH verlegt werden. Kein Patient, der selber vorstellig wurde, musste

während seines Aufenthalts in eine neurochirurgische Abteilung verlegt werden. Von den Patienten, deren Einlieferungsweise unbekannt war, mussten im Verlauf 2,8% (n = 2) auf eine neurochirurgische Station verlegt werden.

Bezüglich der Liegedauer unterschieden sich die Patienten wie folgt: Patienten, die mit dem Rettungsdienst vorstellig wurden, lagen im Mittel 158,42 ( $\pm 172,31$ ) Stunden und damit länger als Patienten, die sich selber vorstellten. Diese Patienten lagen im Mittel 131,35 ( $\pm 97,11$ ) Stunden. Bei dem Median der Liegedauer zeigte sich dagegen ein anderes Bild: Der Median lag bei Patienten nach selbstständiger Vorstellung (120 Stunden) höher als bei Patienten, die durch den Rettungsdienst (108 Stunden) in die Klinik eingeliefert wurden.

### 3.1.2 Modulierbare Einflussfaktoren

#### 3.1.2.1 Rettungszeiten

Da sich die Rettungsprotokolle der Rettungsdienste zum Teil erheblich voneinander unterschieden und häufig nicht vollständig ausgefüllt waren, wurde zwischen verschiedenen dokumentierten Start- und Endpunkten unterschieden. In die Betrachtung wurden daher sämtliche Patienten einbezogen, in deren Rettungsdienstprotokoll der Alarmzeitpunkt oder der Traumazeitpunkt als Start benannt wurden und *Einsatzende* oder *Übergabe/Abbruch* als Endzeitpunkt angegeben waren. Daraus ergaben sich vier unterschiedliche Kombinationen mit insgesamt 195 Patienten (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2**  
*Übersicht der Rettungsdauer*

[in min]	Anzahl	Mittelwert	Median	Max.	Min.
Alarm bis Einsatzende	22	57,2 ( $\pm 17,9$ )	56	109	27
Alarm bis Übergabe/Abbruch	49	53,2 ( $\pm 16,2$ )	50	110	17
Trauma bis Einsatzende	33	94,5 ( $\pm 110,7$ )	69	690	37
Trauma bis Übergabe/Abbruch	91	103,4 ( $\pm 141,1$ )	63	1002	17

Bei 412 Patienten, die mit dem Rettungsdienst in die Notaufnahme des RBK eingeliefert wurden, kamen 57 (14%) mit Notarztbegleitung, 224 (54%) ohne Notarztbegleitung und bei 131 Personen (32%) war nicht nachvollziehbar, ob ein Notarzt an dem Rettungseinsatz beteiligt war.

### 3.1.2.2 Antikoagulantien/Thrombozytenaggregationshemmer

Abbildung 4 ist zu entnehmen, wie viele AK/TAH von den Patienten eingenommen wurden. Rund die Hälfte der untersuchten Patienten nahm ein AK/TAH zu sich, während 4% zwei oder drei der entsprechenden Medikamente einnahm. 43% der Patienten nahmen keine entsprechende Medikation ein.

**Abbildung 4**  
Anzahl eingenommener AK/TAH

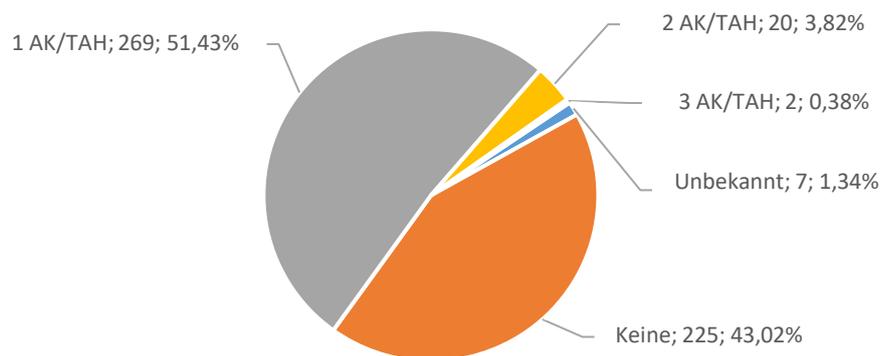


Tabelle 3 gibt darüber Auskunft, welche AK/TAH eingenommen wurden. ASS wurde am häufigsten eingenommen (n = 139). Die häufigste Kombination bestand aus ASS und NOAK (n = 10).

**Tabelle 3**  
Art und Kombination der AK/TAH

Medikament/Kombination	Anzahl Patienten
ASS	139
NOAK	87
Marcumar	24
Clopidogrel	11
ASS und NOAK	10
Heparin	8
ASS und Clopidogrel	6
ASS und Heparin	3
ASS, Clopidogrel und NOAK	2
Clopidogrel und NOAK	1

Wie häufig bei Einnahme verschiedener AK/TAH ICB in der ersten CCT auftraten, ist Abbildung 5 zu entnehmen. Als Blutung wird das Auftreten einer der in Kapitel 1.3.3.3 erläuterten ICB definiert. Dies bedeutet, dass bei Patienten mit vier Blutungen in der ersten CCT alle vier Arten der genannten ICB auftraten. Der Anteil an Patienten ohne Blutung korreliert negativ mit der Anzahl eingenommener AK/TAH.

**Abbildung 5**  
Häufigkeit von ICB unter AK/TAH

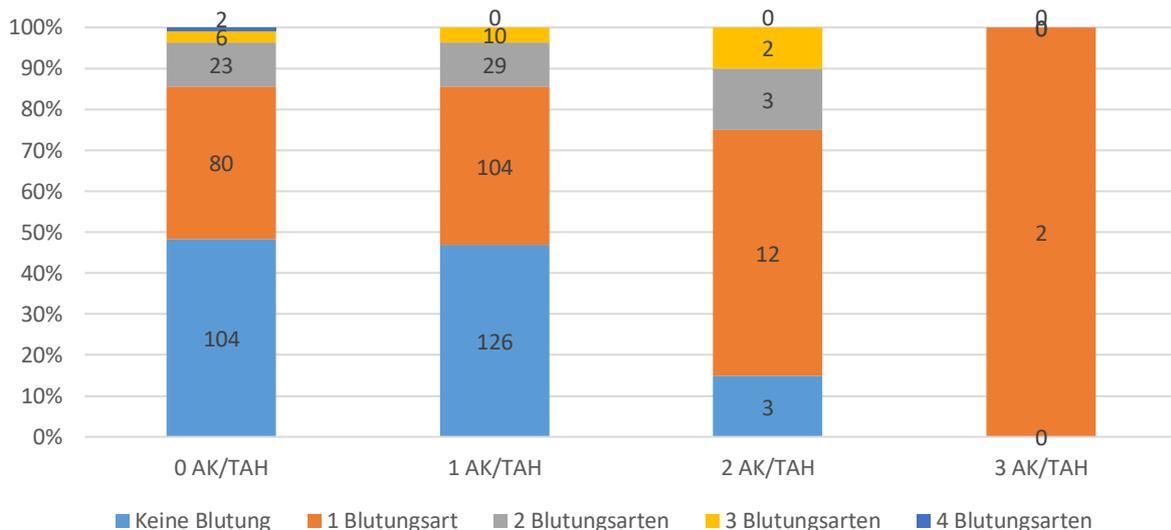
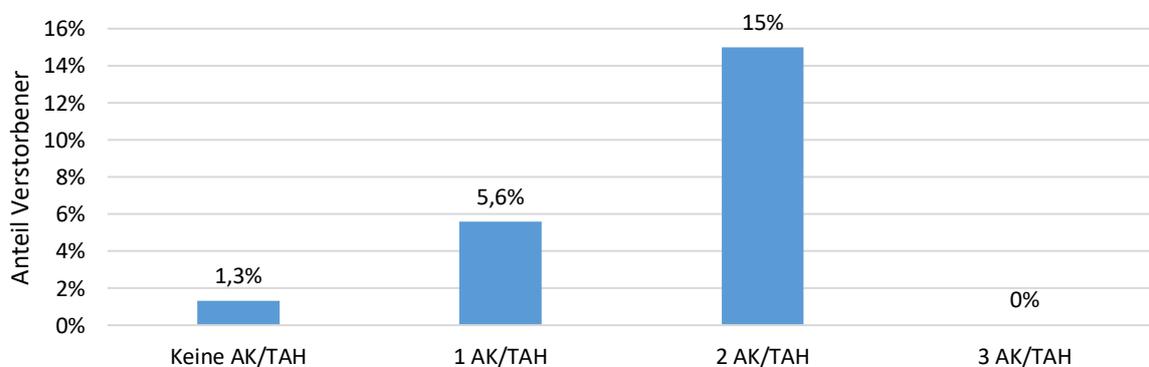


Abbildung 6 ist zu entnehmen, wie hoch die Letalität bei Patienten mit unterschiedlicher Anzahl an AK/TAH war. 15% der Patienten mit zwei AK/TAH in der Dauermedikation verstarben während des Krankenhausaufenthaltes.

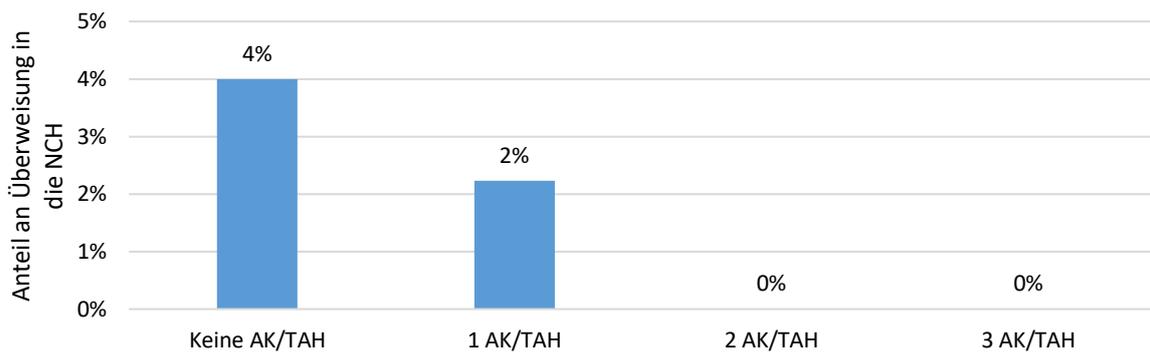
**Abbildung 6**  
Letalität bei unterschiedlich vielen AK/TAH



Patienten, die verstarben, nahmen im Mittel 1,0 ( $\pm 0,56$ ) AK/TAH ein. Patienten, die nicht verstarben, nahmen im Mittel 0,59 ( $\pm 0,58$ ) der entsprechenden Medikamente.

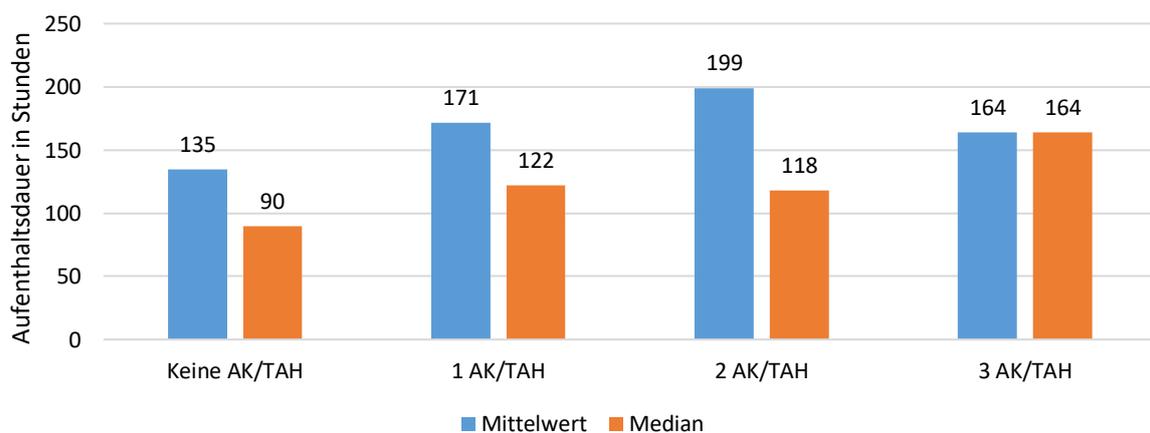
In Abbildung 7 sind die Patienten der untersuchten Stichprobe ebenfalls nach der Anzahl ihrer eingenommenen AK/TAH verteilt. Das Balkendiagramm stellt dar, wie häufig diese Patienten in die NCH überwiesen wurden. Einer der untersuchten Patienten wurde in die NCH überwiesen, ohne dass die Medikation erfasst wurde. 4% der Patienten ohne AK/TAH wurden in die NCH überwiesen.

**Abbildung 7**  
Überweisung in die NCH bei unterschiedlich vielen AK/TAH



Patienten, die in die NCH überwiesen wurden, nahmen im Mittel 0,27 ( $\pm 0,50$ ) AK/TAH ein. Patienten, die nicht in die NCH überwiesen wurden, nahmen im Mittel 0,61 ( $\pm 0,58$ ) AK/TAH ein. In Abbildung 8 ist dargestellt, wie lange Patienten mit unterschiedlicher Anzahl an AK/TAH stationär behandelt wurden.

**Abbildung 8**  
Aufenthaltsdauer bei unterschiedlich vielen AK/TAH



### 3.1.2.3 Craniale Computertomografie

98% (n = 513) der Patienten bekamen mindestens eine CCT. Tabelle 4 ist zu entnehmen, wie viele CCT durchgeführt wurden. Knapp die Hälfte der Patienten (46%) erhielt exakt eine CCT.

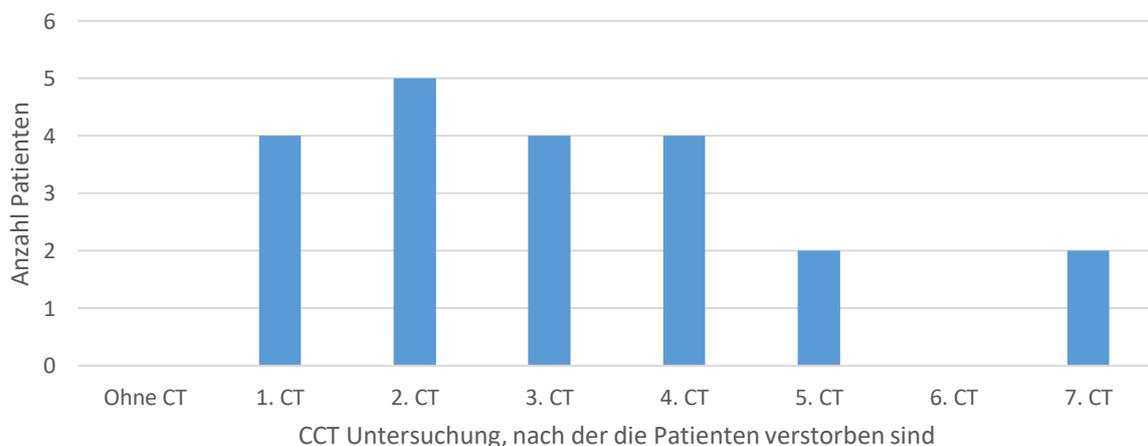
**Tabelle 4**  
*Häufigkeit von CCT*

Gesamtzahl durchgeführter CCT	Anzahl Patienten	Anteil Patienten (%)
Keine CCT	10	2
1 CCT	243	46
2 CCT	155	30
3 CCT	69	13
4 CCT	25	5
5 CCT	10	2
6 CCT	6	1
7 CCT	5	1
<i>Summe</i>	<i>523</i>	<i>100</i>

Patienten, die verstarben, erhielten im Mittel 3,14 ( $\pm 1,80$ ) CCT. Patienten, die überlebten, bekamen im Mittel 1,82 ( $\pm 1,14$ ) CCT.

Wie viele CCT durchgeführt wurden, bevor die Patienten verstarben, zeigt Abbildung 9.

**Abbildung 9**  
*Anzahl an CCT bei verstorbenen Patienten*



Patienten, die in die NCH verlegt wurden, erhielten im Mittel 1,56 ( $\pm 0,63$ ) CCT. Patienten, die nicht in die NCH verlegt wurden, bekamen im Mittel 1,89 ( $\pm 1,22$ ) CCT. Nach welcher CCT die Verlegung in die NCH erfolgte, zeigt Abbildung 10.

**Abbildung 10**  
Anzahl an CCT vor Überweisung in die NCH

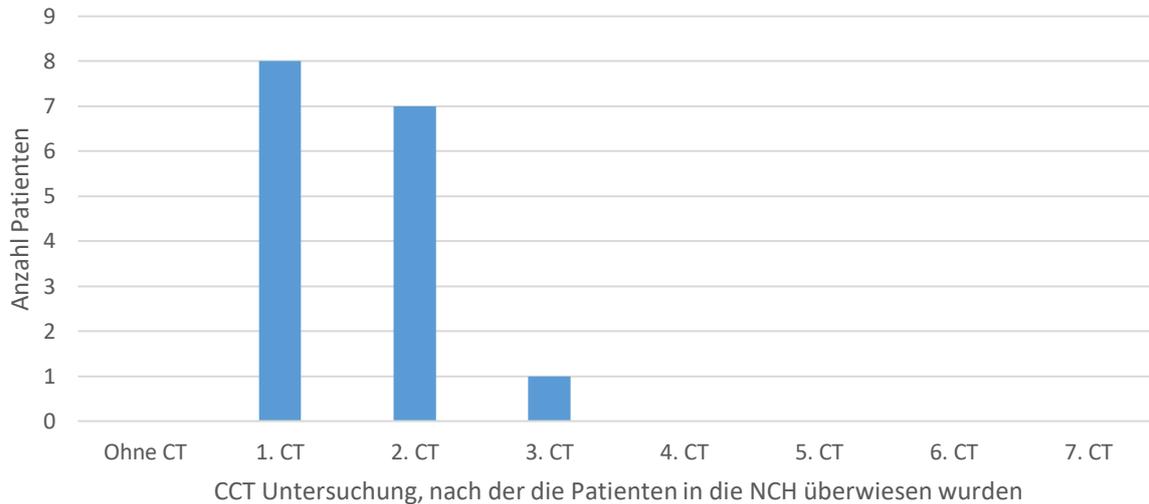
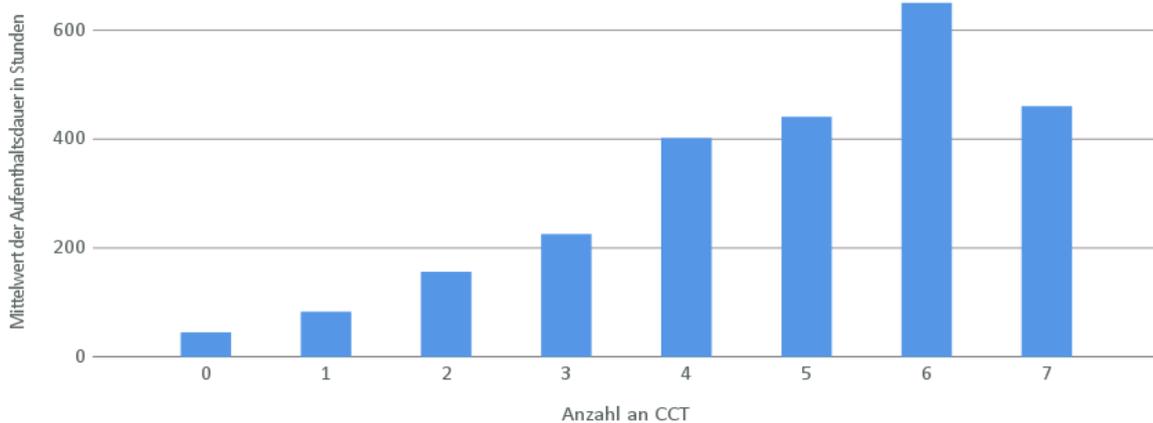


Abbildung 11 lässt erkennen, wie lange Patienten mit einer bestimmten Anzahl an CCT im Mittel stationär im Krankenhaus waren.

**Abbildung 11**  
Aufenthaltsdauer bei unterschiedlich vielen CCT



### 3.1.2.4 Aufnahmestation

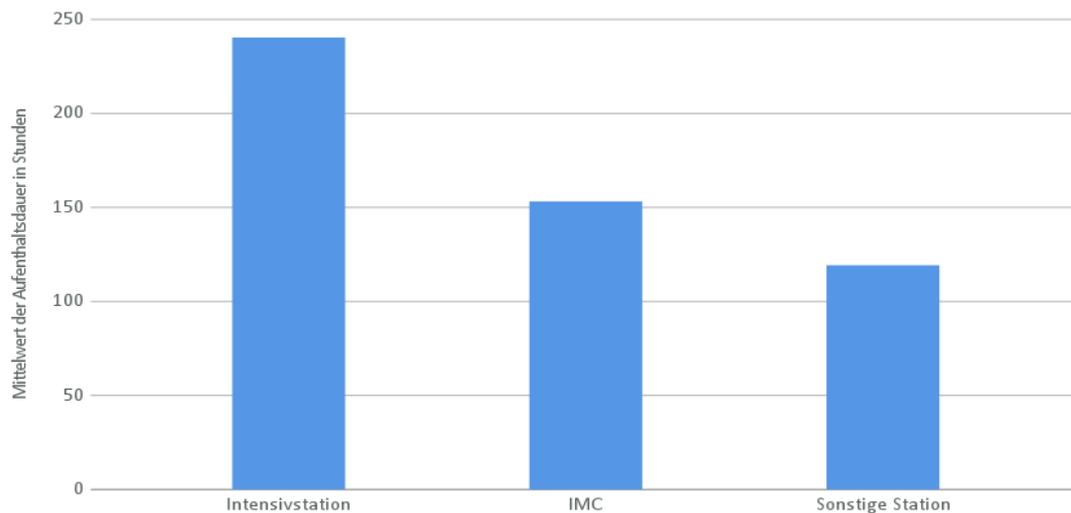
Die Aufnahmestation von 5% (n = 27) der Patienten war eine Intensivstation. 88% (n = 459) der Patienten wurden auf eine Intermediate Care Station (IMC) aufgenommen. Die erste Station von 7% (n = 37) der Patienten war weder eine IMC noch eine Intensivstation.

Die Letalität von Patienten, deren Aufnahme zunächst auf eine Intensivstation oder IMC erfolgte, lag bei jeweils 4%. Betrachtet man alle weiteren Stationen gemeinsam, so lag dort die Letalität bei 3%.

Patienten, welche initial auf die Intensivstation aufgenommen wurden, kamen in 26% der Fälle im Verlauf in die NCH, während Patienten, welche initial auf einer IMC lagen, in 2% der Fälle zu einem späteren Zeitpunkt auf die NCH verlegt wurden. Patienten von anderen Primärstationen sind in 5% der Fälle im weiteren Verlauf auf eine neurochirurgische Station verlegt worden.

Abbildung 12 ist die mittlere Aufenthaltsdauer der Patienten in Abhängigkeit von der Aufnahmestation zu entnehmen.

**Abbildung 12**  
*Aufenthaltsdauer nach Aufnahmestation*



Die mittlere Aufenthaltsdauer von Patienten auf der Intensivstation betrug 240,42 ( $\pm 329,46$ ) Stunden. Der Median betrug 93,70 Stunden. Die mittlere Aufenthaltsdauer von Patienten auf IMC-Stationen betrug 153,26 ( $\pm 150,22$ ) Stunden (Median 112,70

Stunden). Auf allen weiteren Stationen betrug die mittlere Aufenthaltsdauer 119,28 ( $\pm 114,83$ ) Stunden und der Median 71,10 Stunden.

### 3.1.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren

#### 3.1.3.1 Geschlecht

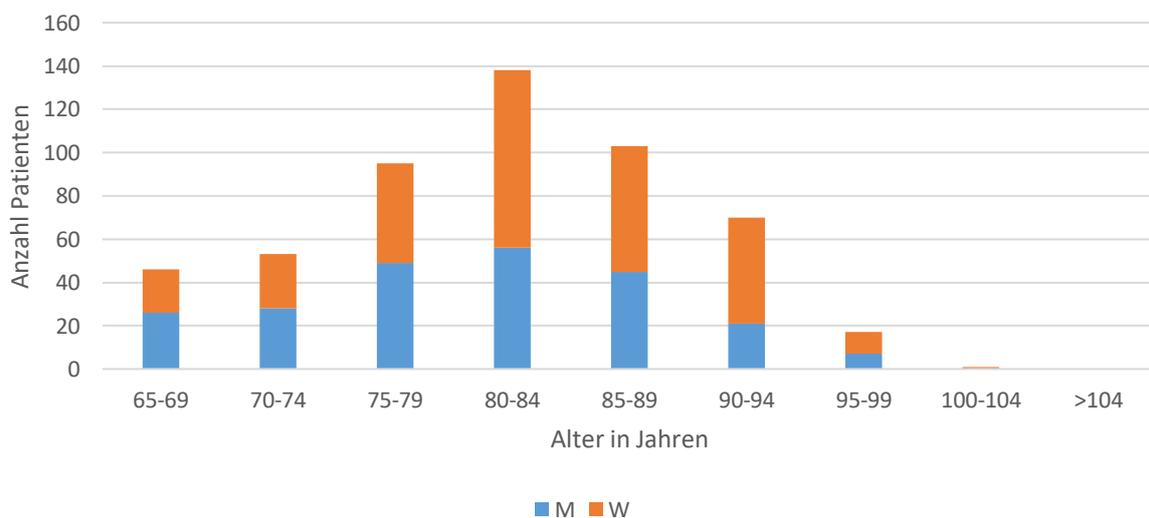
Das Geschlechterverhältnis des Untersuchungskollektivs lag bei 44% ( $n = 232$ ) Männern und 56% ( $n = 291$ ) Frauen.

In der Untersuchungsgruppe verstarben 4,7% ( $n = 11$ ) der Männer und 3,4% ( $n = 10$ ) der Frauen. 4,3% ( $n = 10$ ) der männlichen Patienten und 2,1% ( $n = 6$ ) der weiblichen Patienten wurden in die NCH verlegt. Männliche Patienten lagen im Mittel 162,85 ( $\pm 180,59$ ) Stunden auf Station, weibliche Patienten 149,38 ( $\pm 147,63$ ) Stunden. Bei Betrachtung des Medians ist festzustellen, dass die Werte von Männern (110 Stunden) und Frauen (113 Stunden) näher zusammenliegen.

#### 3.1.3.2 Alter

Es wurde stets das Alter zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme erfasst. Die größte Altersgruppe stellten Personen zwischen 80 und 84 Jahren dar (siehe Abbildung 13).

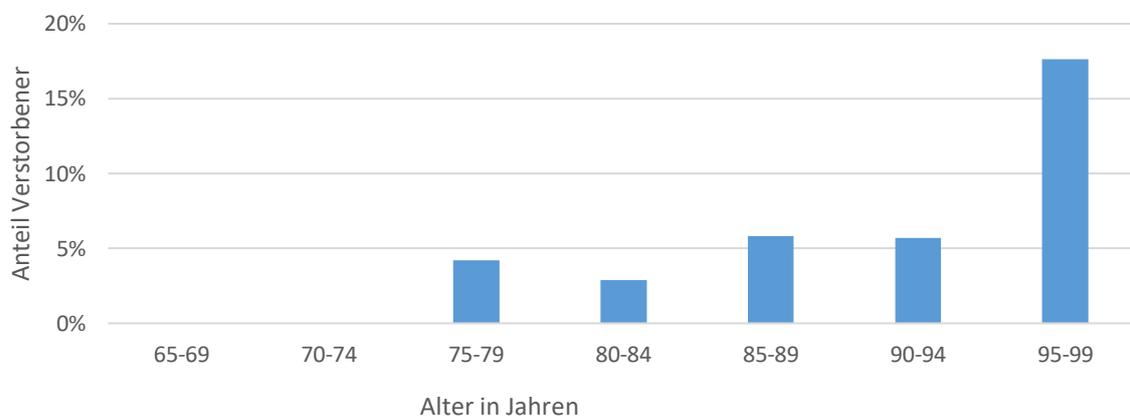
**Abbildung 13**  
Altersverteilung



Die untersuchten Patienten waren im Mittel 81,55 Jahre ( $\pm 7,81$  Jahre) alt. Der Median betrug 82 Jahre, der Modalwert 81 Jahre. 50% der Patienten waren zum Zeitpunkt des stationären Aufenthalts zwischen 76 und 87 Jahre alt. Die jüngsten 25% waren

zwischen 65 und 76 Jahre alt. Die ältesten 25% der Patienten waren zwischen 87 und 101 Jahre alt. Bei der Untersuchung des Alters wurde die Gruppe der 100 bis 104 Jahre alten Personen nicht berücksichtigt, da lediglich eine Patientin in dieser Altersgruppe vertreten war und daher keine Aussagen über diese Altersgruppe getroffen werden konnten. Im Hinblick auf das Alter der Patienten ist festzuhalten, dass mit 18% die Letalität in der Gruppe der 95 bis 99 Jahre alten Personen am höchsten war und damit über 10 Prozentpunkte mehr betrug als bei der – mit einer Letalität von jeweils 6% – zweithöchsten Gruppen der 85 bis 89 Jahre und 90 bis 94 Jahre alten Personen (siehe Abbildung 14).

**Abbildung 14**  
*Letalität in verschiedenen Altersgruppen*



Die verstorbenen Patienten waren im Mittel 86,86 ( $\pm 6,78$ ) Jahre alt. Patienten, die nicht verstarben, waren im Mittel 81,33 ( $\pm 7,77$ ) Jahre alt.

Bezogen auf die Häufigkeit der neurochirurgischen Überweisung in der untersuchten Patientengruppe wird ersichtlich, dass insbesondere Personen zwischen 65 und 69 Jahren sowie Menschen zwischen 95 und 99 Jahren in die NCH überwiesen wurden. Patienten, die in die NCH überwiesen wurden, waren im Mittel 79,38 ( $\pm 8,81$ ) Jahre alt, während Patienten, die im Verlauf nicht in die NCH überwiesen wurden, im Mittel 81,62 ( $\pm 7,77$ ) Jahre alt waren. Eine Übersicht bietet Abbildung 15.

**Abbildung 15**  
*Verlegung in die NCH in verschiedenen Altersgruppen*

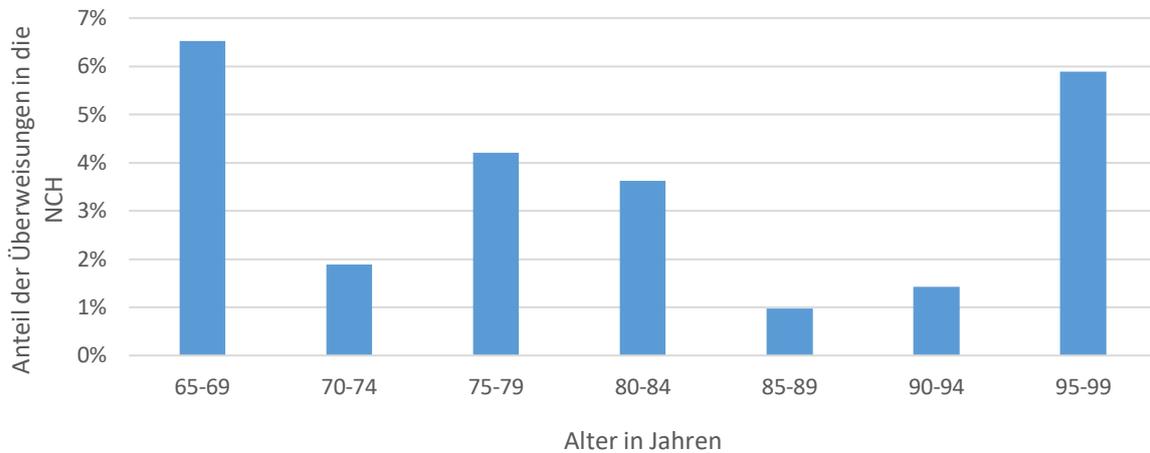
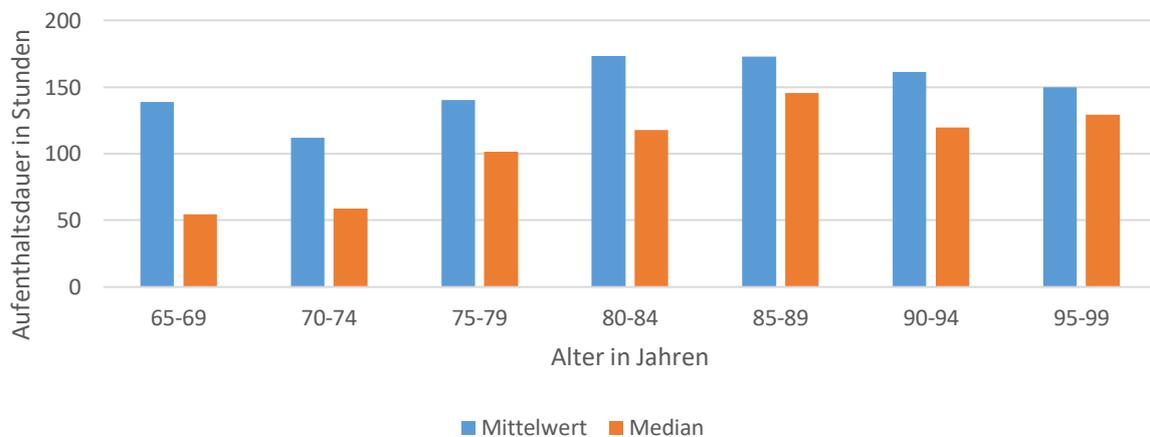


Abbildung 16 zeigt, wie die mittlere sowie mediane Aufenthaltsdauer über verschiedene Altersgruppen verteilt ist.

**Abbildung 16**  
*Aufenthaltsdauer in verschiedenen Altersgruppen*



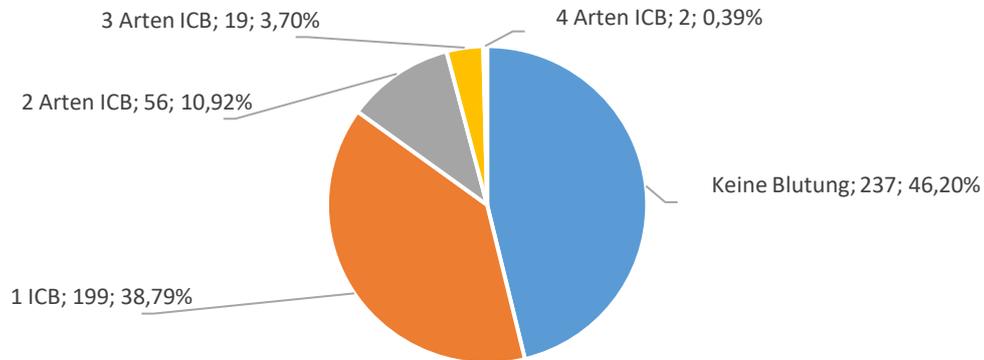
### 3.1.3.3 Intrakranielle Blutungen

Abbildung 17 zeigt, wie häufig eine oder mehrere der in Kapitel 1.3.3.3 beschriebenen Blutungsarten (Epiduralblutung, Subduralblutung, Intracerebralblutung und/oder SAB) in der ersten CCT nachgewiesen werden konnten. Bei knapp der Hälfte der Patienten (46,20%) zeigte sich keine ICB. Rund 39% der Patienten hatten exakt eine Blutungsart. Bei allen anderen Patienten zeigten sich zwei bis vier verschiedene Arten an ICB in der initialen CCT. Die Daten wurden den radiologischen Befundberichten

entnommen. Jede ICB wird im RBK Konsiliarärzten aus dem Fachbereich der Neuro- radiologie oder dem der Neurochirurgie vorgestellt.

**Abbildung 17**

*Anzahl verschiedener ICB in der ersten CCT*



Die Häufigkeit der verschiedenen Arten an ICB sowie deren Kombinationen sind in Tabelle 5 dargestellt.

**Tabelle 5**

*Art und Kombination der ICB in der ersten CCT*

ICB/Kombination	Anzahl Patienten
Subduralblutung	96
SAB	57
Subduralblutung und SAB	31
Sonstige	27
Intracerebralblutung	17
Subduralblutung, SAB und Intracerebralblutung	13
SAB und Intracerebralblutung	12
Subduralblutung und Sonstige	7
SAB und Sonstige	4
Subduralblutung, SAB und Epiduralblutung	3
Epiduralblutung	2
Subduralblutung und Intracerebralblutung	2
Subduralblutung, Subarachnoidalblutung und Sonstige	2
Subduralblutung, SAB, Intracerebralblutung und Epiduralblutung	2
Subduralblutung, Intracerebralblutung und Sonstige	1

Die Größenverteilung bzw. Ausprägung der verschiedenen Blutungen in der ersten CCT ist den Tabellen 6 und 7 zu entnehmen.

**Tabelle 6**

*Häufigkeit und Größe von Epidural-, Subdural- und Intracerebralblutungen in der ersten CCT*

	Gesamt	Ohne Größenangabe	Mittelwert [mm]	Median [mm]	Min. [mm]	Max. [mm]
Epiduralblutung	7	1 14%	19	14,5	4	53
Subduralblutung	157	26 17%	7,3	5	1	30
Intracerebralblutung	47	9 19%	13,3	8,5	3	77

**Tabelle 7**

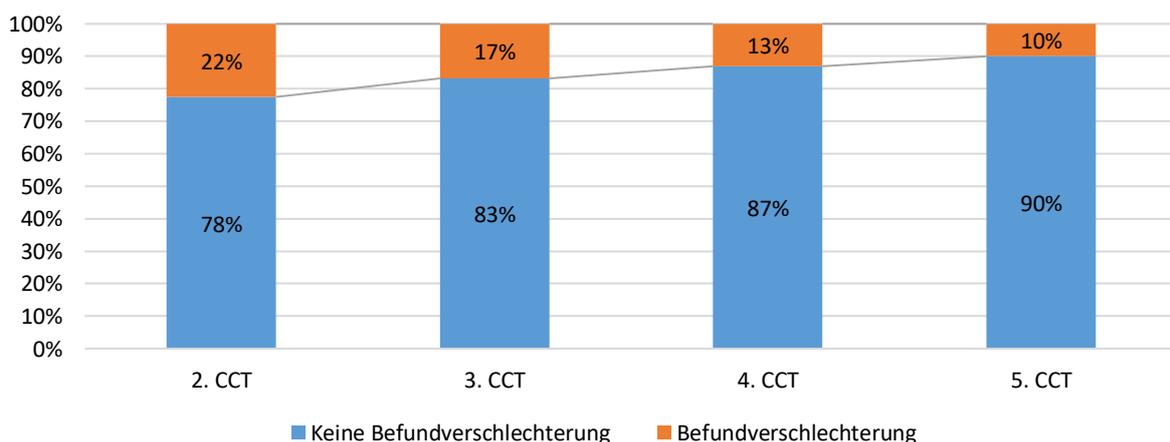
*Häufigkeit von SAB in der ersten CCT*

	Gesamt	Ohne intraventrikuläre Beteiligung	Mit intraventrikulärer Beteiligung
SAB	124	114 92%	10 8%

Abbildung 18 zeigt, wie häufig in der zweiten bis fünften CCT eine Befundverschlechterung detektiert wurde. Der Anteil an CCT mit Befundverschlechterung nahm mit jeder CCT ab.

**Abbildung 18**

*Befundveränderung in der zweiten bis fünften CCT*



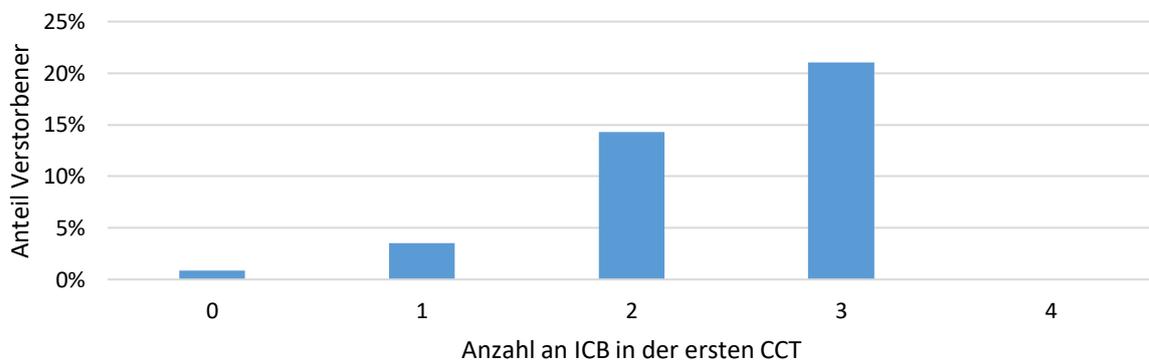
Der Befund wurde als Verschlechterung gewertet, wenn die Blutung entweder zunahm oder eine neue Blutung diagnostiziert wurde. War die Blutung unverändert, hat abgenommen oder wurde im Brief der Radiologie nicht mehr beschrieben, wurde dies ebenso als *Keine Befundverschlechterung* gewertet, wie wenn überhaupt keine Blutung mehr nachweisbar war.

In der zweiten CCT wurden bei 23 Patienten ICB beschrieben, welche in der ersten CCT nicht vorhanden waren. In der dritten CCT ist bei acht Patienten eine neue ICB aufgetreten. In der vierten und fünften CCT konnte bei jeweils einem Patienten eine ICB beschrieben werden, welche im Vorbefund noch nicht detektiert werden konnte.

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl an Blutungen in der ersten CCT und der Letalität ist in Abbildung 19 dargestellt. Es zeigt sich, dass rund 20% der Patienten, die in der ersten CCT drei Blutungsarten hatten, im weiteren Verlauf verstorben sind.

### Abbildung 19

*Letalität bei unterschiedlich vielen ICB in der ersten CCT*

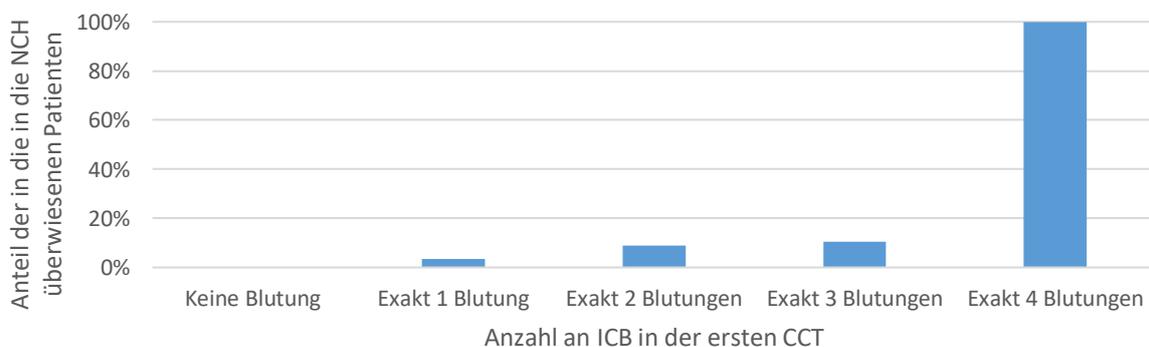


Im Mittel hatten Patienten, die verstorben sind, 1,67 ( $\pm 0,91$ ) Blutungen in der ersten CCT, während Patienten, die nicht verstorben sind, 0,68 ( $\pm 0,80$ ) Blutungen in der ersten CCT aufwiesen.

Wie häufig Patienten mit unterschiedlichen Blutungen in die NCH überwiesen wurden, zeigt Abbildung 20.

### Abbildung 20

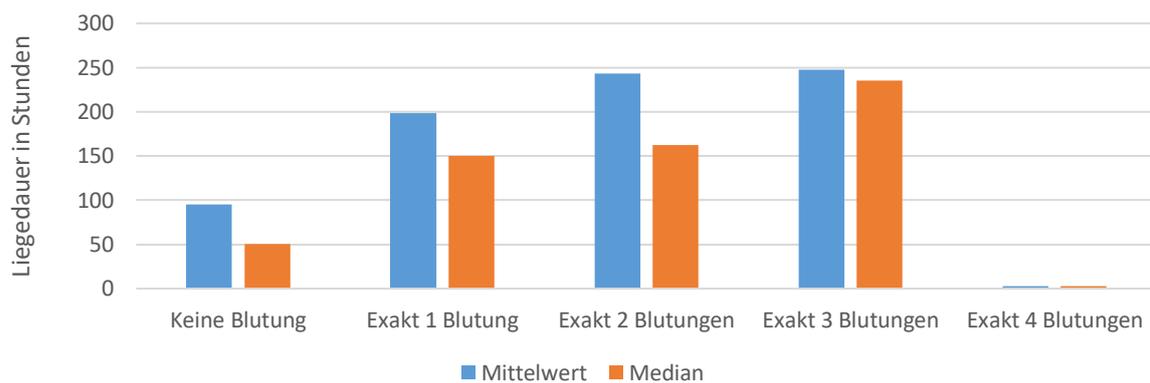
*Verlegung in die NCH nach Anzahl an ICB in der ersten CCT*



Im Mittel hatten Patienten, die im weiteren Verlauf in die NCH überwiesen wurden, 1,94 ( $\pm 1,06$ ) Blutungen. Patienten, die nicht in die NCH überwiesen wurden, hatten durchschnittlich 0,68 ( $\pm 0,79$ ) Blutungen.

Die Liegedauer bei unterschiedlich vielen Blutungen in der ersten CCT ist in Abbildung 21 dargestellt.

**Abbildung 21**  
Liegedauer bei unterschiedlich vielen ICB in der ersten CCT



### 3.1.3.4 Alkohol

Bei 13% (68) der Patienten wurde dokumentiert, dass sie bei Ankunft in der Notaufnahme unter Alkoholeinfluss standen. Bei 87% (455) der Patienten war keine Alkohollintoxikation dokumentiert.

Die Unterschiede bezüglich der Letalität, der Häufigkeit der Überweisung in die NCH und der Liegedauer sind in Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8**  
Die Outcome-Faktoren nach Alkohollintoxikation

	Verstorben		NCH		Liegedauer Mittelwert in Stunden	Liegedauer Median in Stunden
Alkoholisiert	2	3%	3	4%	88,67 ( $\pm 117,97$ )	39
Nicht alkoholisiert	19	4%	13	3%	165,32 ( $\pm 166,58$ )	116

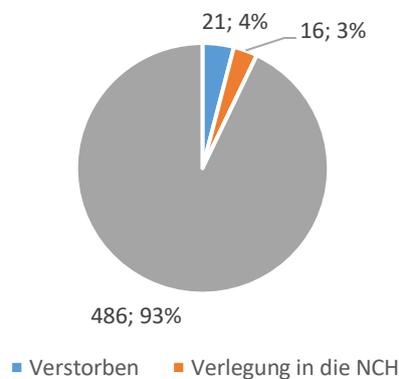
### 3.2 Beschreibung der Outcome-Faktoren

Nachdem die Prognosefaktoren betrachtet wurden, sollen nun die Outcome-Faktoren im Allgemeinen untersucht werden. Danach erfolgt die statistische Prüfung der Zusammenhänge.

Abbildung 22 zeigt, dass insgesamt 21 Patienten (4%) der untersuchten Gruppe verstarben und sechzehn Patienten (3%) in eine neurochirurgische Abteilung verlegt wurden.

**Abbildung 22**

*Letalität und Häufigkeit der Überweisung in die NCH*



Die mittlere Aufenthaltsdauer betrug 155,35 ( $\pm 163,05$ ) Stunden. Der Median lag bei 111,10 Stunden. Die maximale Aufenthaltsdauer belief sich auf 1315,22 Stunden und die minimale Dauer auf 1,08 Stunden (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9**

*Übersicht der Aufenthaltsdauer*

	Stunden	Tage
Mittelwert	155,35	6,6
Standardabweichung	$\pm 163,05$	$\pm 6,8$
Median	111,10	5,0
Modalwert	115,82	2
Maximum	1315,22	55,0
Minimum	1,08	0,0

## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel wird ein möglicher signifikanter Zusammenhang der beschriebenen Prognosefaktoren auf das Outcome statistisch untersucht. Dies erfolgt in einer Überprüfung des Einflusses der potenziellen Prognosefaktoren auf die Letalität, die Verlegung in die NCH sowie auf die Aufenthaltsdauer im RBK.

### 4.1 Indikatoren

#### 4.1.1 Glasgow Coma Scale

Ein Mann-Whitney-U-Test wurde berechnet, um zu überprüfen, ob sich der Wert auf der GCS zwischen Patienten, die verstorben sind und Patienten, die nicht verstorben sind, unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,002$ . Es gab einen signifikanten Unterschied des GCS-Werts zwischen Patienten, die verstorben sind ( $M_{\text{Rang}} = 145,18$ ) und Patienten, die überlebt haben ( $M_{\text{Rang}} = 212,75$ ),  $U = 1927,500$ ;  $Z = -2,825$ ,  $p = 0,005$ ;  $r = -0,138$ .

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Wert auf der GCS von Patienten, die in die NCH eingeliefert wurden und Patienten, die nicht in die NCH eingeliefert wurden,  $U = 2129,500$ ;  $Z = -1,652$ ;  $p = 0,098$ .

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS-Wert von dreizehn bis fünfzehn und der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS-Wert von neun bis zwölf,  $U = 2795,500$ ;  $Z = -0,058$ ;  $p = 0,954$ .

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS-Wert von dreizehn bis fünfzehn und der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS-Wert von drei bis acht,  $U = 211,500$ ;  $Z = -1,941$ ;  $p = 0,052$ .

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS von neun bis zwölf und der Aufenthaltsdauer von Patienten mit einem GCS von drei bis acht,  $U = 8,000$ ;  $Z = -1,638$ ;  $p = 0,101$ .

#### 4.1.2 Art der Vorstellung in der Notaufnahme

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Yates-Test durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Art der

Einlieferung (Rettungsdienst oder selbstständig) und der Letalität festgestellt werden ( $p = 0,387$ ).

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Yates-Test durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Art der Einlieferung (Rettungsdienst oder selbstständig) und einer Überweisung in die NCH festgestellt werden ( $p = 0,622$ ).

Der Mann-Whitney-U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltszeit in Stunden und der Art der Vorstellung (Rettungsdienst oder selbstständig),  $U = 7931,500$ ;  $Z = -0,132$ ,  $p = 0,896$ .

## **4.2 Modulierbare Einflussfaktoren**

### **4.2.1 Rettung**

Auf eine Untersuchung des Einflusses der Rettungsdauer auf das Outcome der Patienten wurde in der vorliegenden Arbeit bewusst verzichtet. Begründet wird dies mit den unterschiedlich aufgebauten Rettungsprotokollen. In Anbetracht der starken Abweichungen ist eine sinnvolle Untersuchung, anhand welcher valide Signifikanzen errechnet werden können, nicht durchführbar. Darüber hinaus sind die entsprechenden Protokolle zu lückenhaft dokumentiert.

### **4.2.2 Antikoagulantien und Thrombozytenaggregationshemmer**

Ein Mann-Whitney-U-Test wurde durchgeführt, um zu überprüfen, ob sich die Anzahl der AK/TAH zwischen verstorbenen und überlebenden Patienten unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,038$ . Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl der eingenommenen AK/TAH der verstorbenen Patienten ( $M_{\text{Rang}} = 351,86$ ) und der überlebenden Patienten ( $M_{\text{Rang}} = 258,24$ ),  $U = 3384,000$ ;  $Z = -3,156$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = -0,138$ .

Der Mann-Whitney-U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl an AK/TAH von der Gruppe, die später in die NCH überwiesen wurde und der Gruppe, die nicht in die NCH überwiesen wurde,  $U = 3231,000$ ;  $Z = -1,573$ ;  $p = 0,116$ .

Die durchgeführte einfaktorielle ANOVA (bei Levene-Test  $p = 0,163$ ) lieferte Hinweise auf signifikante Zusammenhänge zwischen der Anzahl an AK/TAH und der stationären Liegedauer ( $F(3,52) = 2,85$ ,  $p = 0,037$ ).

Der Games-Howell post-hoc Test zeigte einen signifikanten Unterschied ( $p = 0,035$ ) zwischen den Gruppen der Patienten mit einem AK/TAH verglichen mit Patienten ohne AK/TAH (38,52; 95%-KI [1,91; 75,14]).

#### **4.2.3 Craniale Computertomografie**

Ein Mann-Whitney-U-Test wurde berechnet, um zu überprüfen, ob sich die Anzahl der CCT zwischen Patienten, die verstorben sind und denjenigen, die nicht verstorben sind, unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,049$ . Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl an CCT der Patienten, die verstorben sind ( $M_{\text{Rang}} = 379,40$ ) und der Anzahl an CCT der Patienten, die nicht verstorben sind ( $M_{\text{Rang}} = 257,09$ ),  $U = 2805,500$ ;  $Z = -3,891$ ;  $p < 0,001$ ;  $r = -0,170$ .

Der durchgeführte Mann-Whitney-U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl an CCT von Patienten, die später in die NCH überwiesen wurden und den Patienten, die nicht in die NCH überwiesen wurden,  $U = 3672,500$ ;  $Z = -0,690$ ;  $p = 0,490$ .

Der durchgeführte Welch-Test (bei Levene-Test  $p < 0,001$ ) lieferte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl an CCT und der stationären Liegedauer ( $F(7,32) = 39,173$ ,  $p = < 0,001$ ).

#### **4.2.4 Aufnahmestation**

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Freeman-Halton Test durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der ersten Aufnahmestation und der Letalität festgestellt werden ( $p = 1,000$ ).

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Freeman-Halton Test durchgeführt. Hierbei konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der ersten Aufnahmestation und der Überweisung in die NCH festgestellt werden ( $p < 0,001$ ).

Der durchgeführte Welch-Test (bei Levene-Test  $p < 0,001$ ) lieferte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Aufnahmestation und der stationären Liegedauer ( $F(2,45) = 2,414$ ,  $p = 0,101$ ).

## 4.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren

### 4.3.1 Geschlecht

Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen Geschlecht und Letalität durchgeführt. Keine erwarteten Häufigkeiten waren kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Letalität,  $\chi^2(1) = 0,57$ ,  $p = 0,45$ ,  $\phi = 0,03$ .

Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen Geschlecht und Häufigkeit der neurochirurgischen Überweisung durchgeführt. Keine erwarteten Häufigkeiten waren kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Überweisung in die NCH,  $\chi^2(1) = 2,20$ ,  $p = 0,14$ ,  $\phi = 0,07$ .

Der Mann-Whitney-U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Aufenthaltszeit in Stunden und dem Geschlecht,  $U = 32908,500$ ;  $Z = -0,494$ ,  $p = 0,622$ .

### 4.3.2 Alter

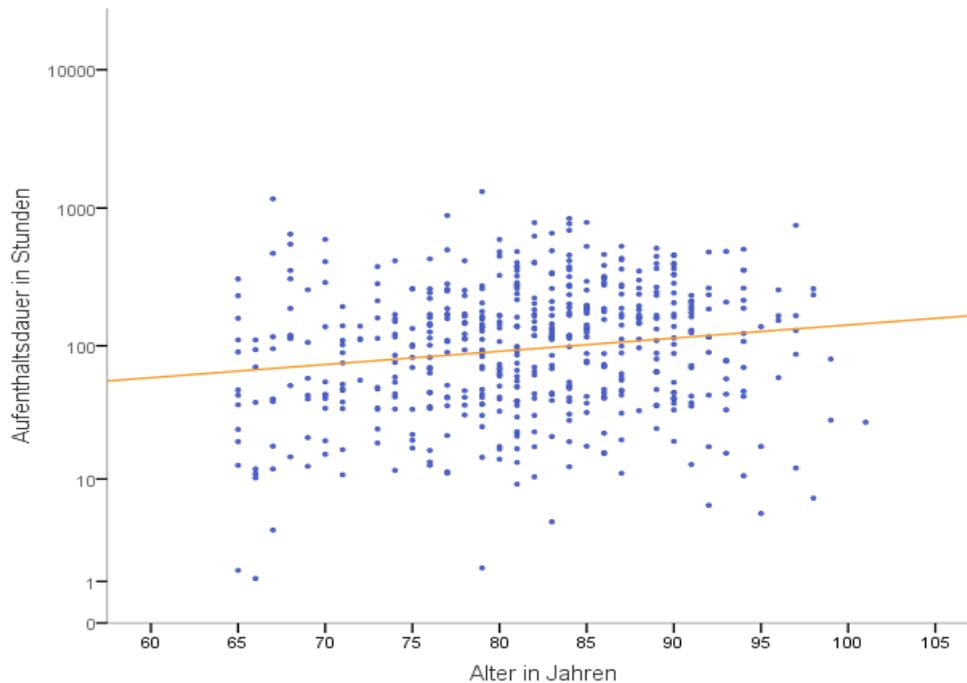
Es gab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Alter der Patienten und der Letalität, wobei Patienten, die verstorben sind, im Mittel 5,52 Jahre älter waren als Patienten, die nicht verstorben sind (95%-KI [2,37; 8,68]),  $t(22,26) = 3,63$ ,  $p = 0,001$ .

Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Alter der Patienten und der Überweisung in die NCH (95%-KI [-6,98; 2,48]),  $t(15,75) = -1,01$ ,  $p = 0,328$ .

Es wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Erstellung eines linearen Regressionsmodells durchgeführt (siehe Abbildung 23).

### Abbildung 23

Lineare Regression zwischen Alter und Aufenthaltsdauer



Das Alter hatte signifikanten Einfluss auf die Aufenthaltsdauer der Patienten in Stunden ( $F(1,521) = 4,175$ ,  $p = 0,042$ ). Mit jedem Lebensjahr verlängerte sich der Aufenthalt um 1,86 Stunden. 0,8% der Streuung der Aufenthaltsdauer konnte durch das Alter erklärt werden, was nach Cohen ( $f = 0,09$ ) einem schwachen Effekt entspricht.

#### 4.3.3 Intrakranielle Blutungen

Ein Mann-Whitney-U-Test wurde berechnet, um zu überprüfen, ob sich die Anzahl der Blutungen zwischen den Patienten, die verstorben sind und denjenigen, die nicht verstorben sind, unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,004$ . Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl der Blutungen der Patienten, die verstorben sind ( $M_{\text{Rang}} = 405,76$ ) und der Anzahl der Blutungen der Patienten, die nicht verstorben sind ( $M_{\text{Rang}} = 255,99$ ),  $U = 2252,000$ ;  $Z = -4,860$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = -0,213$ .

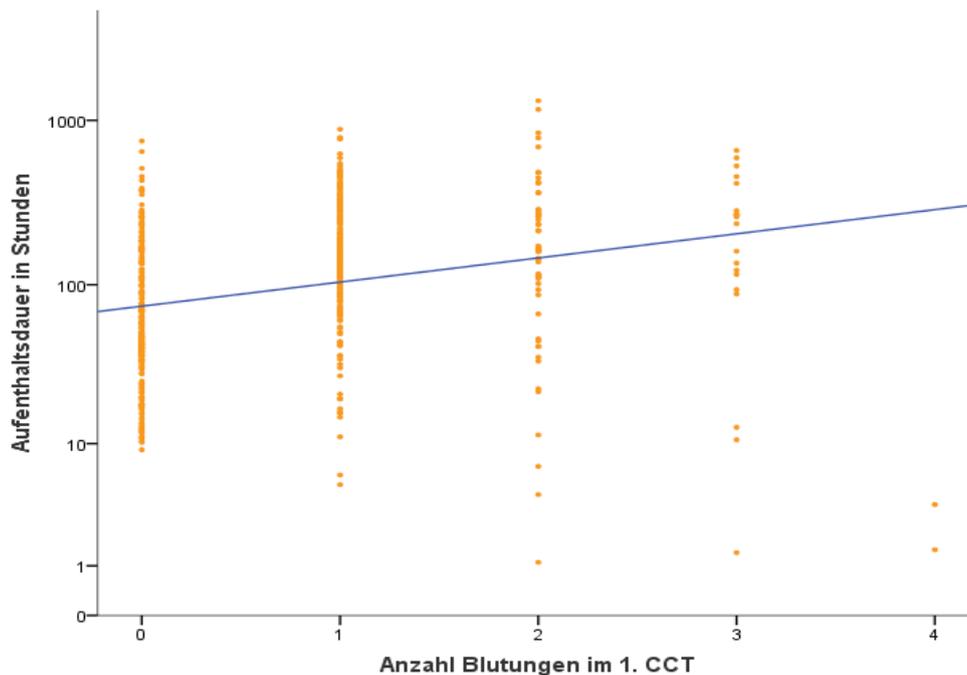
Ein Mann-Whitney-U-Test wurde berechnet, um zu überprüfen, ob sich die Anzahl der Blutungen zwischen den Patienten, die in die NCH überwiesen wurden und denjenigen, die nicht in die NCH überwiesen wurden, unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,005$ . Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl der Blutungen der Patienten, die in die NCH

überwiesen wurden ( $M_{\text{Rang}} = 429,41$ ) und der Anzahl der Blutungen der Patienten, die nicht in die NCH überwiesen wurden ( $M_{\text{Rang}} = 256,72$ ),  $U = 1377,500$ ;  $Z = -4,915$ ;  $p < 0,001$ ;  $r = -0,215$ .

Es wurde eine einfaktorische Varianzanalyse mit Erstellung eines linearen Regressionsmodells durchgeführt (siehe Abbildung 24).

#### Abbildung 24

*Lineare Regression zwischen Anzahl der ICB in der ersten CCT und Aufenthaltsdauer*



Die Anzahl der Blutungen in der ersten CCT hatte signifikanten Einfluss auf die Aufenthaltsdauer der Patienten in Stunden ( $F(1,521) = 59,18$ ;  $p < 0,001$ ). Mit jeder zusätzlichen Blutungsart verlängerte sich der Aufenthalt statistisch um 63 Stunden. 10% der Streuung der Aufenthaltsdauer konnte durch die Anzahl an Blutungen in der ersten CCT erklärt werden, was nach Cohen ( $f = 0,32$ ) einem mittleren Effekt entspricht.

#### 4.3.4 Alkohol

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Yates-Test durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer vorliegenden Alkoholintoxikation und der Letalität festgestellt werden ( $p = 1,00$ ).

Da erwartete Häufigkeiten kleiner fünf vorhanden waren, wurde der Fisher-Yates-Test durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer

vorliegenden Alkoholintoxikation und der Überweisung in die NCH festgestellt werden ( $p = 0,45$ ).

Ein Mann-Whitney-U-Test wurde berechnet, um zu überprüfen, ob sich die Liegedauer zwischen den Patienten mit Alkoholintoxikation und denjenigen, die keine Alkoholintoxikation hatten, unterschied. Die Verteilungen der beiden Gruppen unterschieden sich voneinander,  $p = 0,001$ . Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen der Liegedauer der Patienten, die eine Alkoholintoxikation hatten ( $M_{\text{Rang}} = 164,79$ ) und der Liegedauer der Patienten, die keine Alkoholintoxikation hatten ( $M_{\text{Rang}} = 276,53$ ),  $U = 8860,000$ ;  $Z = -5,687$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = -0,249$ .

#### 4.4 Tabellarischer Überblick der Ergebnisse

Tabelle 10 zeigt die in den Kapiteln 4.1 bis 4.3.4 dargestellten Ergebnisse im tabellarischen Überblick. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Prognosefaktor und Outcome-Faktor wurde mit einem Pluszeichen gekennzeichnet. Konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden, wurde dies mit einer Null verdeutlicht.

**Tabelle 10**  
*Tabellarischer Überblick der Ergebnisse*

	Letalität	NCH	Aufenthaltsdauer
<b>Indikatoren</b>			
Glasgow Coma Scale	+	0	0
Art der Vorstellung	0	0	0
<b>Modulierbare Einflussfaktoren</b>			
Rettung	n. A.	n. A.	n. A.
AK/TAH	+	0	+
CCT	+	0	+
Aufnahmestation	0	+	0
<b>Nicht modulierbare Einflussfaktoren</b>			
Geschlecht	0	0	0
Alter	+	0	+
ICB	+	+	+
Alkohol	0	0	+

## 4.5 Der HAAS-Score

Anhand ausgewählter signifikanter Ergebnisse wird ein Score zur Prognoseeinschätzung erstellt (siehe Tabelle 11). Die Kategorie *Haemorrhage (intracranial)* bezieht sich dabei auf die Anzahl an ICB in der initialen CCT. Für jede Blutung werden im Score zwei Punkte berechnet. Unter der Kategorie *Anticoagulation* wird die Anzahl an AK/TAH zum Zeitpunkt des Traumas erfasst. Jedes entsprechende Medikament wird in einen Punkt im Score umgerechnet. Die Kategorie *Age* ist in drei Gruppen gegliedert. Patienten unter 76 Jahren bekommen keinen Punkt, während Patienten zwischen 76 und 85 Jahren zwei Punkte und Patienten über 85 Jahren drei Punkte erhalten. Als vierte Kategorie fließt der initiale Wert auf der GCS in den *HAAS-Score* ein. Für einen Wert von dreizehn bis fünfzehn werden keine Punkte vergeben. Bei Werten von neun bis zwölf werden zwei Punkte vergeben. Drei Punkte fließen in den Score ein, wenn auf der GCS Werte von drei bis acht erhoben werden. Insgesamt werden maximal siebzehn Punkte vergeben.

**Tabelle 11**  
Der HAAS-Score

Category	Specification	Points
<b>H</b> aemorrhage (intracranial)	0	0
	1	2
	2	4
	3	6
	4	8
<b>A</b> nticoagulation	0	0
	1	1
	2	2
	3	3
<b>A</b> ge	65 - 75	0
	76 - 85	2
	> 85	3
<b>S</b> core on GCS	13 - 15	0
	9 - 12	2
	3 - 8	3

Der Score kann auf das untersuchte Patientenkollektiv angewandt werden. Abbildung 25 zeigt den relativen Anteil verstorbener Patienten sortiert nach den Werten auf dem *HAAS-Score*. Es sind ausschließlich Werte dargestellt, die von mindestens fünf Patienten erreicht wurden. In der unter dem Balkendiagramm befindlichen Tabelle sind die absoluten Werte aufgeführt. Das Diagramm zeigt einen Anstieg des relativen Anteils verstorbener Patienten ab einem Wert von fünf Punkten auf dem *HAAS-Score*. Lediglich bei einem Wert von zehn Punkten wird im untersuchten Patientenkollektiv ein Rückgang des relativen Anteils im Vergleich zum vorherigen Wert beobachtet.

**Abbildung 25**  
*Letalität nach Wert auf dem HAAS-Score*

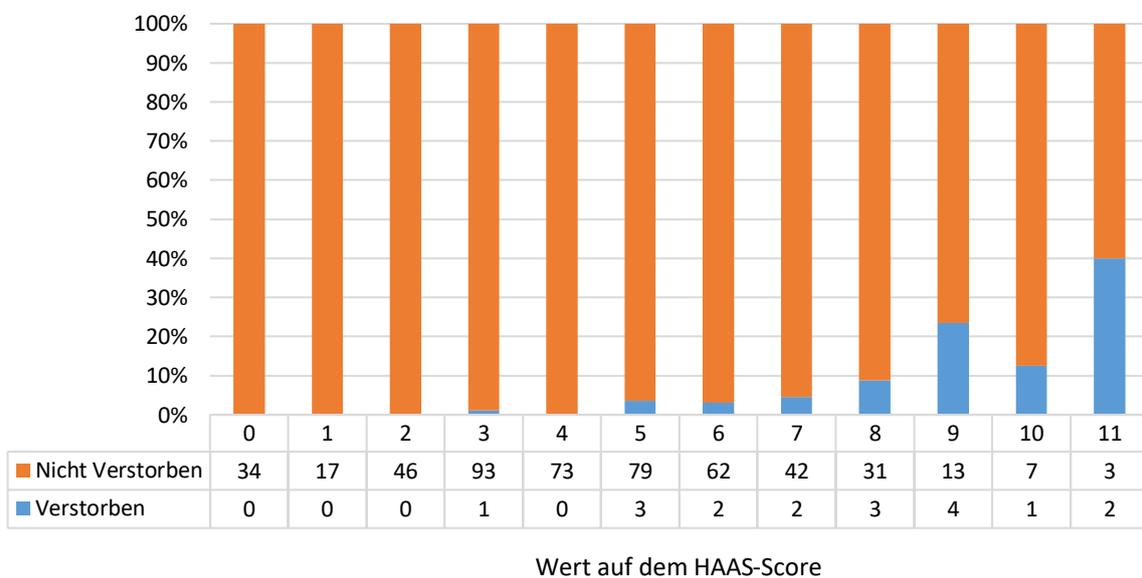
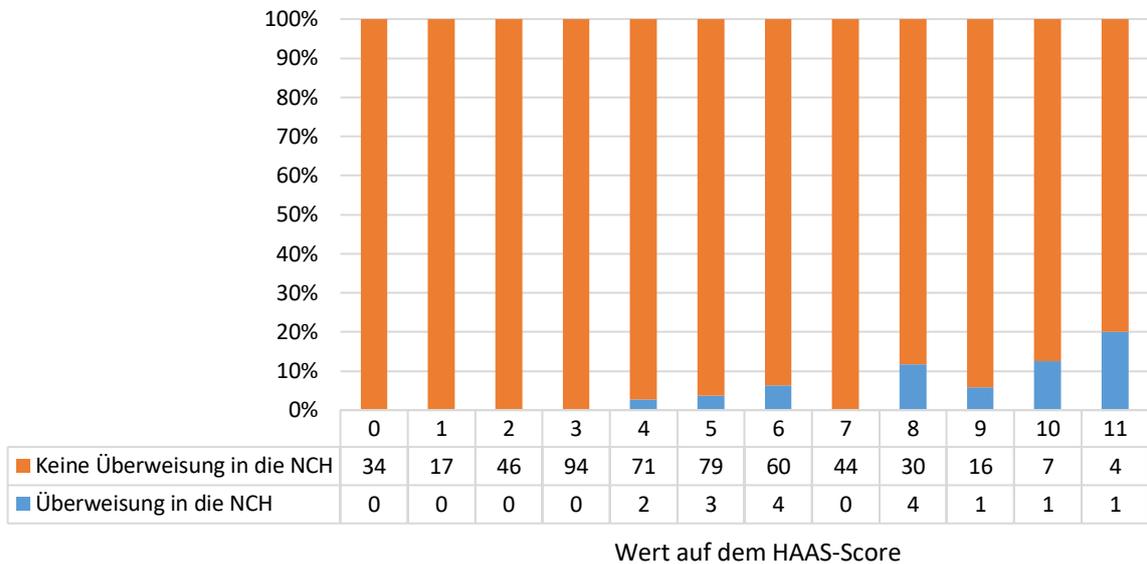


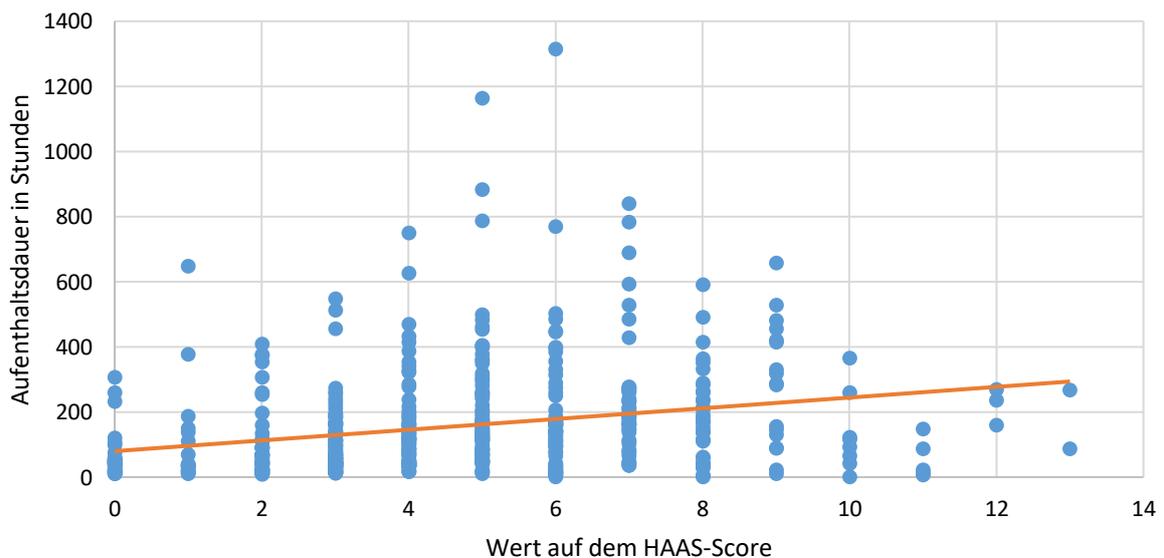
Abbildung 26 ist der Anteil an Patienten zu entnehmen, die mit einem bestimmten Wert auf dem *HAAS-Score* im Verlauf ihres Aufenthaltes in die NCH verlegt wurden. Es werden nur Werte betrachtet, die von mindestens fünf Personen erreicht wurden. Der ebenfalls dargestellten Tabelle sind die absoluten Zahlen zu entnehmen. Es zeigt sich eine Zunahme des relativen Anteils an Patienten mit steigendem Wert auf dem *HAAS-Score*. Ausnahmen von dieser Zunahme sind im untersuchten Patientenkollektiv bei Werten von sieben und neun zu beobachten.

**Abbildung 26**  
Verlegung in die NCH nach Wert auf dem HAAS-Score



Wie sich die Aufenthaltsdauer im RBK bei zunehmenden Werten auf dem *HAAS-Score* verändert, zeigt Abbildung 27. Die orangene Trendlinie lässt einen Anstieg der Aufenthaltsdauer bei zunehmenden Werten auf dem *HAAS-Score* erkennen.

**Abbildung 27**  
Aufenthaltsdauer in Stunden nach Wert auf dem HAAS-Score



## 5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Ergebnisse in den Kontext der aktuellen Fachliteratur eingeordnet und vor diesem Hintergrund interpretiert und diskutiert. Des Weiteren wird thematisiert, ob die in Kapitel 2 aufgestellten Hypothesen bestätigt werden können. Im Anschluss wird der in Kapitel 4.5 erstellte *HAAS-Score* diskutiert, bevor auf den konkreten klinischen Kontext eingegangen wird.

### 5.1 Indikatoren

#### 5.1.1 Glasgow Coma Scale

Über 60% der Patienten hatten auf der GCS einen Wert von fünfzehn und 96% der Patienten hatten einen Wert von dreizehn oder höher. Dass bei dem Großteil der Patienten ein leichtes SHT vorliegt, deckt sich mit den Ergebnissen einschlägiger Literatur (Coronado et al., 2005; Firsching et al., 1996), kann jedoch auch durch die monozentrische Betrachtung eines Krankenhauses der Regelversorgung bedingt sein.

Bei Betrachtung der deskriptiven Statistik zeigt sich, dass die Letalität und die Häufigkeit der neurochirurgischen Verlegung negativ mit den Werten auf der GCS korrelierten, während für die Liegedauer eine positive Korrelation mit den Werten auf der GCS aufgezeigt werden konnte. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte zwischen dem durchschnittlich erreichten Wert auf der GCS verstorbener Patienten und dem durchschnittlich erreichten Wert auf der GCS von Patienten, die überlebt haben, nachgewiesen werden. Subhypothese 1.1 kann daher angenommen werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen einer Vielzahl an Studien, wonach niedrige Werte auf der GCS mit einem schlechteren Outcome einhergehen (Ivascu et al., 2008; Wan et al., 2016; Yokobori et al., 2016). Dass, wie von Jinadasa und Boone (2016) sowie Stein et al. (2018) postuliert, Komorbiditäten und alterstypische Veränderungen die Aussagekraft der GCS bei geriatrischen Patienten einschränken, konnte aufgrund des vorliegenden statistisch signifikanten Zusammenhangs in dem hier betrachteten Patientenkollektiv nicht bestätigt werden.

Die in der deskriptiven Statistik ablesbare negative Korrelation zwischen dem Wert auf der GCS und der Häufigkeit der Überweisung in die NCH konnte nicht mit einem signifikanten Ergebnis bestätigt werden. Ebenso konnte die positive Korrelation zwischen der Liegedauer und dem Wert auf der GCS nicht bewiesen werden. Die kürzere

Liegedauer von Patienten mit niedrigem Wert auf der GCS erscheint auf den ersten Blick kontraintuitiv. Zu beachten ist jedoch, dass die Patienten mit niedrigem Wert signifikant häufiger verstorben sind als Patienten mit hohem Wert auf der GCS und auch anteilig häufiger in die NCH verlegt wurden. Beide Faktoren führen zu einer Verminderung der Aufenthaltsdauer und könnten die positive Korrelation der Aufenthaltsdauer zum Wert auf der GCS erklären.

### **5.1.2 Art der Vorstellung in der Notaufnahme**

In dieser Studie wurde die Art der Vorstellung in der Notaufnahme im Hinblick auf die Letalität, die Verlegung auf die NCH und die Aufenthaltsdauer untersucht. Zum Abgleich der Ergebnisse fehlt vergleichbare Literatur. Die wissenschaftliche Untersuchung, ob bereits anhand der Art der Vorstellung Schlüsse auf die Prognose der Erkrankung gezogen werden können, wurde dennoch als wichtig erachtet. Dies begründet sich darin, dass die Art der Vorstellung in der klinischen Praxis eine leicht zu erhebende Variable ist. Zudem gelingt damit eine erste Einschätzung der Patienten, ohne dass Zeit verloren geht oder dass zusätzliche Untersuchungen vonnöten sind.

Es zeigten sich allerdings keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Art der Vorstellung und den drei betrachteten Outcome-Faktoren. Subhypothese 1.2 muss demnach abgelehnt werden. Die Art der Vorstellung scheint kein geeigneter Prognosefaktor zu sein. Auf die dennoch bestehende klinische Relevanz dieser Ergebnisse wird in Kapitel 5.5.1 eingegangen.

## **5.2 Modulierbare Einflussfaktoren**

### **5.2.1 Rettung**

Die Dauer von Alarmeingang bis Einsatzende bzw. Übergabe/Abbruch lag im Mittel unter sechzig Minuten und damit unterhalb der in der Notfallmedizin gängigen *Golden Hour of Shock* (Cowley et al., 1973; Edlich & Wish, 2004; Kleber et al., 2012). Dieses Ergebnis deckt sich weitestgehend mit dem von Vogel et al. (2008) publizierten Mittelwert von 48 Minuten, liegt jedoch deutlich unter den von Styrke et al. (2007) beschriebenen 2,5 Stunden bei Personen zwischen 65 und 94 Jahren.

Die große Standardabweichung sowie die vorkommenden Ausreißer bei Protokollen, welche das Trauma als Startzeitpunkt erfassen, sind durch einen großen Anteil dadurch zu erklären, dass häufig ein längerer Zeitraum zwischen Trauma und Notruf

vergangen ist. Dies kann daran liegen, dass mit dem Trauma einhergehende Blutungen unter Umständen erst nach einiger Zeit zu Symptomen führen und der Notruf deshalb erst verspätet gewählt wird.

Eine Untersuchung des Einflusses der Rettungsdauer auf das Outcome wurde in der vorliegenden Arbeit – wie zuvor bereits erwähnt – nicht durchgeführt. Grund dafür waren einerseits die unterschiedlich aufgebauten Rettungsprotokolle, welche einen Vergleich erschweren, und andererseits die stark variierende Vollständigkeit der Rettungsprotokolle. Unter diesen Voraussetzungen war nicht von validen Ergebnissen auszugehen. Subhypothese 2.1 konnte daher weder bestätigt noch abgelehnt werden. Welche praktischen Konsequenzen sich aus dieser Erkenntnis gewinnen lassen, wird in Kapitel 5.5.1 diskutiert.

## **5.2.2 Antikoagulantien und Thrombozytenaggregationshemmer**

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Anzahl eingenommener AK/TAH Einfluss auf das Outcome der Patienten nimmt, da die verstorbenen Patienten im Mittel signifikant mehr AK/TAH einnahmen als Patienten, die nicht verstorben sind. In der kontrovers diskutierten Fragestellung über den Einfluss von AK/TAH widersprechen diese Ergebnisse Studien, die keine Erhöhung der Letalität durch die genannten Medikamente postulieren (Uccella et al., 2016).

Bezogen auf den Zusammenhang zwischen AK/TAH und der Häufigkeit neurochirurgischer Überweisung kommt die vorliegende Arbeit zu dem Ergebnis, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht. In diesem Punkt decken sich die Ergebnisse mit den Ergebnissen der Arbeit von Uccella et al. (2016). Allerdings hat diese Arbeitsgruppe – im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit – keinen signifikanten Zusammenhang zur Letalität gefunden. Diese differenten Ergebnisse können durch die unterschiedlichen Voraussetzungen erklärt werden. Uccella et al. (2016) betrachteten lediglich Patienten mit einem GCS-Wert von fünfzehn. Insofern schließen sich die Ergebnisse nicht aus, sondern können als ergänzend verstanden werden. Bei Betrachtung der deskriptiven Statistik ist zu erkennen, dass der relative Anteil an Patienten, die in die NCH überwiesen wurden, bei der Kombination mehrerer AK/TAH abgenommen hat. Es ist dennoch davon auszugehen, dass die Einnahme einer höheren Anzahl der entsprechenden Medikamente keinen protektiven Faktor bei SHT darstellt. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass Patienten, welche unter der Einnahme mehrerer

AK/TAH ein SHT erlitten aufgrund einer infausten Prognose nicht mehr verlegt wurden. Diese These wird durch den signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl an AK/TAH und der Letalität bestärkt.

Die signifikante Verlängerung der Liegedauer bei Patienten mit einem AK/TAH im Gegensatz zu Patienten ohne AK/TAH unterstreicht den Einfluss der Medikamente auf den klinischen Verlauf der Patienten. Aufgrund des signifikanten Zusammenhangs zwischen der Anzahl an AK/TAH und der Letalität sowie der Dauer des stationären Aufenthalts kann Subhypothese 2.2 angenommen werden.

### **5.2.3 Craniale Computertomografie**

In der Diskussion über den Nutzen mehrfacher CCT liefert die vorliegende Arbeit folgende Erkenntnisse: Die deskriptive Statistik lässt erkennen, dass über die Hälfte der verstorbenen Patienten drei oder mehr CCT erhielten und der Mittelwert an CCT bei verstorbenen Patienten deutlich über dem Mittelwert der Patienten lag, die nicht verstorben sind. Dieser Zusammenhang konnte mittels schließender Statistik bestätigt werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass – trotz der vielen CCT – keine Verlegung in die NCH erfolgte und auch keine sonstigen Maßnahmen durchgeführt wurden, welche zur Genesung der Patienten beitragen. Häufige Kontrollen mittels CCT hätten nur dann eine Berechtigung, wenn therapeutische Konsequenzen daraus gezogen werden können (z. B. eine häufigere Verlegung in die NCH). Daraus ließe sich ableiten, dass oftmals erst nach mehreren CCT ein interventionspflichtiger Befund detektiert wird. Die deskriptive Statistik zeigt jedoch, dass in lediglich einem Fall nach der zweiten CCT ein Patient in die NCH verlegt wurde. Dass zwischen Patienten, die in die NCH überwiesen wurden und Patienten, die nicht überwiesen wurden, kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Anzahl an CCT bestand, untermauert die folgende Annahme: Wenn nach zwei CCT kein Grund für eine Intervention besteht, so muss jede weitere CCT genau abgewogen werden. Weitere CCT sollten demnach nur bei einer eindeutigen Veränderung der aktuellen Umstände (z. B. neurologische Verschlechterung oder ein erneutes Trauma durch einen Sturz auf Station) durchgeführt werden.

Diese Erkenntnis deckt sich mit den Ergebnissen von Rosen et al. (2018), wonach insbesondere bei Patienten mit leichtem SHT eine zu großzügige Indikationsstellung für die Durchführung von Kontroll-CCT vorliegt. Wie von Wolf et al. (2014) publiziert,

sollte bei geriatrischen Patienten eine initiale CCT durchgeführt werden. Diese Ergebnisse werden durch die vorliegende Arbeit jedoch um die Erkenntnis ergänzt, dass jede weitere CCT einer strengen Indikationsprüfung unterliegen sollte.

Die Hälfte der in der vorliegenden Arbeit in die NCH verlegten Patienten wurde bereits nach der ersten CCT verlegt. Bei der anderen Hälfte war eine weitere CCT nötig. Daher kann sich den Ergebnissen von Jinadasa und Boone (2016) insofern angeschlossen werden, als dass eine einzelne CCT nicht in allen Fällen ausreicht.

Subhypothese 2.3 kann aufgrund der bestehenden Signifikanzen angenommen werden.

#### **5.2.4 Aufnahmestation**

In der vorliegenden Studie wurde erstmals der Einfluss der Aufnahmestation auf die Letalität, die Verlegung auf die NCH und auf die Liegedauer untersucht. Zur Diskussion dieses Aspekts fehlt daher die vergleichende Literatur. Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse sollen daher erste Erkenntnisse liefern, auf welche Stationen Patienten am häufigsten zuerst aufgenommen werden und inwiefern dies den weiteren klinischen Verlauf sowie das Outcome beeinflusst.

Es stellte sich heraus, dass 88% der Patienten zunächst auf eine IMC aufgenommen wurden. Dass anhand der schließenden Statistik kein signifikanter Unterschied bezüglich der Letalität auf den unterschiedlichen Stationsarten festgestellt werden konnte, kann unterschiedlich interpretiert werden. Einerseits ist es möglich, dass aufgrund der großzügigen Verlegung auf Überwachungsstationen gefährliche Verläufe schneller erkannt und abgewendet werden konnten. Die großzügige Aufnahme auf Überwachungsstationen kann unter dieser Betrachtungsweise als gerechtfertigt angesehen werden. Eine mögliche Begründung für das Ergebnis ist jedoch auch, dass Patienten zu häufig auf eine Überwachungsstationen verlegt wurden und die intensive Überwachung nicht nötig gewesen ist.

Darüber hinaus konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit neurochirurgischer Verlegungen und der Aufnahmestation festgestellt werden. Bei Betrachtung der deskriptiven Statistik wird hinsichtlich der Richtung des Effekts deutlich, dass Patienten von der Intensivstation signifikant häufiger auf die NCH verlegt wurden. Subhypothese 2.4 wird demnach angenommen. Es gibt verschiedene Erklärungsansätze für dieses Ergebnis. Einerseits kann daraus abgeleitet werden, dass die

Patienten berechtigterweise zunächst auf die Intensivstation verlegt wurden und dass ohne die intensivere Überwachung behandlungspflichtige Befunde später oder zu spät erkannt worden wären, sodass diese Patienten bereits vor einer möglichen Verlegung verstorben wären. Andererseits kann aus den Ergebnissen der Schluss gezogen werden, dass die durchgeführten intensivmedizinischen Maßnahmen nicht ausgereicht haben, um einer signifikant häufigeren Überweisung in die NCH entgegenzuwirken.

In der Leitlinie werden ausschließlich Indikationen für den stationären Verbleib im Krankenhaus im Allgemeinen beschrieben (Firsching et al., 1996). Um eine evidenzbasierte Entscheidung treffen zu können, wie intensiv die Überwachung der Patienten sein muss, sollten zukünftig entsprechende Untersuchungen erfolgen. Die genauere Betrachtung dieses Aspekts hat das Potential, die verfügbaren Ressourcen gezielter einsetzen zu können.

## **5.3 Nicht modulierbare Einflussfaktoren**

### **5.3.1 Geschlecht**

Betrachtet man das Geschlecht der Patienten in der Untersuchungsgruppe der vorliegenden Arbeit, fällt auf, dass mehr Frauen als Männer betroffen waren. Dies deckt sich mit der Erkenntnis vorhergehender Studien, dass in zunehmendem Alter der Anteil der Frauen bei SHT überwiegt (Giofrè-Florio et al., 2018; Styrke et al., 2007).

Bereits in der deskriptiven Statistik war zu erkennen, dass sich die Geschlechter bei Letalität, Überweisung in die NCH oder Aufenthaltsdauer kaum unterschieden. Entsprechend konnte auch kein signifikanter Zusammenhang des Geschlechts mit einem der untersuchten Outcome-Faktoren nachgewiesen werden. Subhypothese 3.1 kann demnach nicht angenommen werden.

### **5.3.2 Alter**

Das mittlere Alter der verstorbenen Patienten war signifikant höher als jenes der Patienten, die nicht verstorben sind. Es konnte damit bestätigt werden, dass das Alter einen Risikofaktor bei SHT darstellt.

Bezüglich der Häufigkeit neurochirurgischer Überweisungen gab es keinen signifikanten Zusammenhang. Bereits in der deskriptiven Statistik zeigte sich, dass hauptsächlich die Jüngsten und die Ältesten der untersuchten Altersklassen in die NCH überwiesen wurden. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass jüngere Patienten großzügiger

in die NCH überwiesen werden, da sie in der Regel in einer besseren körperlichen Verfassung sind und somit das Risiko bei neurochirurgischen Eingriffen niedriger ist als bei älteren Patienten. Der zweite Anstieg – die Gruppe der ältesten Patienten – ist möglicherweise damit zu erklären, dass die Verletzungsschwere bei alten Menschen häufiger initial unterschätzt wird (Ruge et al., 2020). Dadurch werden unter Umständen risikoreiche Verläufe erst erkannt, wenn eine neurochirurgische Intervention nicht mehr zu verhindern ist. Auf Basis der deskriptiven Statistik kann demnach die Vermutung geäußert werden, dass das Alter Einfluss auf die Überweisungshäufigkeit in die NCH hat, auch wenn in der vorliegenden Arbeit diesbezüglich keine signifikanten Ergebnisse vorgestellt werden konnten.

Ein signifikanter Einfluss des Alters konnte auf die stationäre Aufenthaltsdauer gezeigt werden. Der Einfluss ist mit einer Verlängerung der Liegedauer um knapp zwei Stunden pro Lebensjahr gering. Dennoch weist das signifikante Ergebnis darauf hin, dass sich Patienten mit zunehmendem Alter schlechter von SHT erholen, auch wenn – wie in der untersuchten Stichprobe – die meisten geriatrischen Patienten von einem leichten SHT betroffen sind (Coronado et al., 2005).

Das Alter hat demnach signifikanten Einfluss auf die Letalität und auf die Dauer des stationären Aufenthalts. Darüber hinaus kann ein Zusammenhang mit der Häufigkeit neurochirurgischer Überweisungen vermutet werden. Subhypothese 3.2 wird somit angenommen. Diese Erkenntnis deckt sich mit vorangegangenen Studien dieses Forschungskontexts, die das Alter als Risikofaktor einschätzen (Franko et al., 2006; Murray et al., 2007; Okazaki et al., 2016; Wolf et al., 2014).

### **5.3.3 Intrakranielle Blutungen**

Betrachtet man die Anzahl der ICB in der ersten CCT, konnte gezeigt werden, dass die verstorbenen Patienten im Mittel eine höhere Anzahl an ICB hatten als Patienten, die überlebt haben. Auch in Bezug auf die Häufigkeit neurochirurgischer Überweisungen und die Liegedauer der Patienten konnten signifikante Zusammenhänge mit der Anzahl der ICB in der ersten CCT nachgewiesen werden. Dass Letalität und Aufenthaltsdauer bei den betrachteten Patienten mit vier Blutungsarten in der initialen CCT sehr niedrig sind, könnte mit der frühzeitigen Überweisung in die NCH erklärt werden. Subhypothese 3.3 wird auf Basis dieser Ergebnisse angenommen.

Vergleicht man die Häufigkeiten der Blutungen in der ersten CCT mit den von Albers et al. (2013) veröffentlichten Daten, zeigt sich das in Tabelle 12 dargestellte Ergebnis.

**Tabelle 12**

*Vergleich der Häufigkeit von ICB mit Albers et al. (2013)*

	<b>Vorliegende Arbeit</b>	<b>Albers et al.</b>
Subduralblutung	47% (1.)	17% (3.)
SAB	37% (2.)	26% (2.)
Intracerebralblutung	14% (3.)	51% (1.)
Epiduralblutung	2% (4.)	6% (4.)

Die unterschiedlichen Ergebnisse in der Häufigkeit der ICB können auf verschiedene Tatsachen zurückgeführt werden. Albers et al. (2013) betrachten alle Altersgruppen, jedoch lediglich Patienten mit einem GCS von vierzehn bis fünfzehn. Darüber hinaus wurden von Albers et al. (2013) weniger Patienten mit Blutungen untersucht als in der vorliegenden Arbeit (n = 149 vs. n = 276). Der Vergleich beider Studien und die unterschiedliche Verteilung der Häufigkeiten können einen Hinweis darauf liefern, dass sich mit zunehmendem Alter und mit zunehmender Schwere des SHT das Auftreten der verschiedenen Blutungsentitäten verändert.

Zusätzlich wurde erfasst, wie häufig bei CCT-Kontrollen eine Befundveränderung der Blutungen detektiert wurde. Es konnte gezeigt werden, dass mit jeder weiteren CCT seltener Befundverschlechterungen feststellbar waren. Während in der zweiten CCT noch bei 22% der Untersuchungen eine Befundverschlechterung im Vergleich zur vorangegangenen CCT festgestellt wurde, waren es in der dritten Untersuchung nur noch 17%. In der vierten und fünften CCT verringerte sich dieser Wert auf 13% bzw. 10%. Der in Kapitel 5.2.3 diskutierte Nutzen routinemäßig fortlaufender Kontrollen mittels CCT wird damit um einen weiteren zu beachtenden Aspekt ergänzt und die Sinnhaftigkeit häufiger Kontrollen mittels CCT erneut in Frage gestellt. Dass – wie von Jinadasa und Boone (2016) postuliert – in der initialen CCT aufgrund der zunehmenden Verfügbarkeit und Geschwindigkeit zunehmend seltener operable Läsionen detektiert werden, kann in der vorliegenden Arbeit demnach nicht bestätigt werden.

### **5.3.4 Alkohol**

Bei 13% der Patienten wurde das Vorliegen einer Alkoholintoxikation zum Zeitpunkt der Vorstellung in der Notaufnahme dokumentiert. Dieser Wert liegt im unteren Bereich vorangegangener Studien, die das Augenmerk ebenfalls auf ältere Personen legen. In einer Studie von Styrke et al. (2007) standen 15% der Personen mit einem Alter zwischen 65 und 94 Jahren unter Alkoholeinfluss. Von van Den Broeke-Vos et al. (2017) wurden Personen ab 55 Jahren untersucht. In dieser Studie lag bei 22% der Patienten eine Alkoholintoxikation vor. In der vorliegenden Arbeit konnte kein statistisch signifikanter Einfluss einer Alkoholintoxikation auf Letalität oder Verlegungshäufigkeit in die NCH nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von van Den Broeke-Vos et al. (2017), die ebenfalls kein schlechteres Outcome älterer Personen unter Alkoholeinfluss feststellen konnten. Der signifikante Zusammenhang zwischen Liegedauer und Alkoholintoxikation ist bei Betrachtung der beschreibenden Statistik so einzuordnen, dass Patienten unter Alkoholintoxikation einen signifikant kürzeren stationären Aufenthalt hatten als Patienten, die nicht unter Alkoholeinfluss standen. Dieser Zusammenhang könnte damit erklärt werden, dass bei alkoholisierten Patienten die Symptome des SHT überschätzt werden. Dies kann sowohl daran liegen, dass sich alkoholisierte Patienten schlechter verbalisieren können und zudem eine Alkoholintoxikation ähnliche Symptome wie ein SHT hervorrufen kann. Nach Ausnüchterung sind demnach die Symptome ggf. verschwunden oder deutlich regredient und die Patienten können frühzeitig entlassen werden. Ein weiterer Erklärungsansatz ist, dass alkoholisierte Patienten häufiger unfreiwillig in das Krankenhaus eingeliefert werden und sich deshalb häufiger und früher gegen ärztlichen Rat entlassen als Patienten, die selbstständig den Notruf gewählt haben oder persönlich in der Notaufnahme vorstellig wurden. Subhypothese 3.4 kann aufgrund des signifikanten Zusammenhangs zwischen Aufenthaltsdauer und Alkoholintoxikation angenommen werden. Die Zusammenhänge müssen jedoch zwingend im erweiterten klinischen Kontext gesehen werden.

### **5.4 Der HAAS-Score**

Um aus den in der vorliegenden Arbeit generierten Ergebnissen einen Mehrwert für den klinischen Alltag zu generieren, wurde in Kapitel 4.5 ein Score speziell für geriatrische Patienten mit SHT zu entwickelt. An diesen wird nicht der Anspruch gestellt,

bereits vollständig oder zum jetzigen Zeitpunkt für den klinischen Alltag einsetzbar zu sein. Insbesondere die vergebenen Punkte für die unterschiedlichen Parameter und die damit einhergehende Einteilung in Risikogruppen basieren bis dato ausschließlich auf den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und bedürfen weiterer Evaluation. Dennoch rechtfertigt sich die Erstellung eines entsprechenden Scores aus dem bisherigen Mangel an einer vergleichbaren Anwendung und soll daher eine erste Grundlage darstellen, welche in zukünftigen prospektiven, multizentrischen Studien untersucht, kritisch hinterfragt, ergänzt und erweitert werden soll. Das Ziel ist, einen Score speziell für das geriatrische Patientenkollektiv zu entwickeln, an dem sich das Risiko für einen schweren Verlauf abschätzen lässt und aus dem sich durch die Einteilung in verschiedene Risikogruppen weitere Handlungsempfehlungen ableiten lassen.

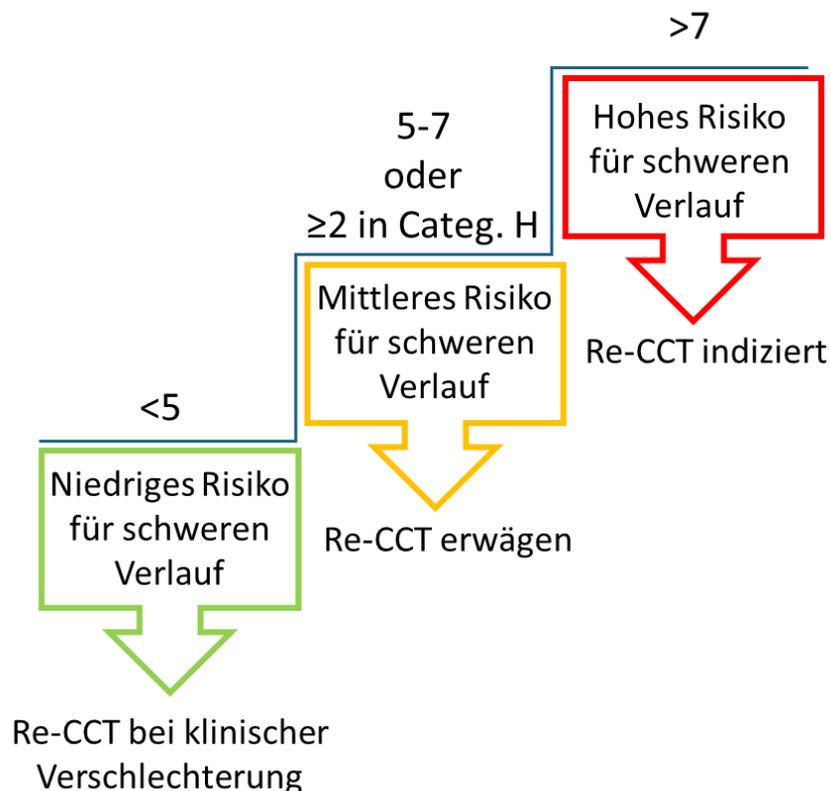
Für den Score werden ausschließlich Prognosefaktoren verwendet, für die ein signifikanter Zusammenhang in dem geriatrischen Patientenkollektiv gefunden wurde und die bereits in der Notaufnahme zeitnah erhoben werden können. Bei Betrachtung der signifikanten Ergebnisse eignen sich dafür die Anzahl an ICB, das Alter, die Einnahme von AK/TAH und der initiale Wert auf der GCS. Diese vier Parameter bieten sich vor dem Hintergrund der beschriebenen Signifikanzen und deren Interpretation an. Zudem sind sie zu einem frühen Zeitpunkt eruiert. Weitere Signifikanzen zeigten sich bei der Anzahl an CCT, der Art der Aufnahmestation und einer etwaigen Alkoholintoxikation. Diese Ergebnisse liefern wichtige Informationen zum besseren Verständnis des Krankheitsbildes SHT bei geriatrischen Patienten. Dennoch eignen sie sich aus den folgenden Gründen nicht als Kategorie für einen Score: Die Anzahl an CCT beeinflusst nicht unmittelbar das Outcome, sondern spielt eine entscheidende Rolle im klinischen Verlaufsmanagement. Dieser Parameter ist damit nicht geeignet für einen Score, der bereits in der Notaufnahme eingesetzt werden soll. Vielmehr zeigt der Score an, welche Patienten weitere CCT erhalten sollen. Die Kenntnis um die Sinnhaftigkeit weiterer CCT legt damit die Grundlage für die Konsequenz des Scores. Die aufnehmende Station wird erst in der Notaufnahme bestimmt und kann daher ebenfalls nicht in die Generierung des Scores miteinbezogen werden. Der Einfluss von Alkohol bietet sich theoretisch für einen entsprechenden Score an. Da in der vorliegenden Arbeit jedoch nur ein Zusammenhang zu einer verkürzten Liegedauer aufgezeigt werden konnte, wird dieser Parameter ebenfalls nicht in den Score integriert. Die in Kapitel 4.5 durchgeführte Anwendung des Scores auf das untersuchte Patientenkollektiv suggeriert einen

Zusammenhang zwischen erhöhten Werten auf dem *HAAS-Score* und den Outcome-Faktoren. Aus den dargestellten Ergebnissen lassen sich verschiedene Risikogruppen ableiten. Diese werden aus der Summe der Punkte der einzelnen Kategorien gebildet. Patienten mit insgesamt bis zu vier Punkten haben ein niedriges Risiko für einen schwerwiegenden Verlauf. Patienten mit insgesamt fünf bis sieben Punkten haben ein mittleres Risiko für einen schwerwiegenden Verlauf. Ab acht Punkten kann von einem hohen Risiko für einen schwerwiegenden Verlauf ausgegangen werden.

Nach derzeitigem Stand ist bei weniger als fünf Punkten auf dem *HAAS-Score* eine Kontroll-CCT nur bei klinischer Verschlechterung indiziert. Werden insgesamt fünf bis sieben Punkte oder mindestens zwei Punkten in der Kategorie *Haemmorrhage (intra-cranial)* erreicht, sollte eine erneute CCT erwogen werden. Bei Werten von mehr als sieben Punkten ist immer eine Kontroll-CCT durchzuführen (siehe Abbildung 28).

**Abbildung 28**

*Risikostratifizierung und Indikation für Kontroll-CCT nach Wert auf dem HAAS-Score*



## 5.5 Schlussfolgerungen

### 5.5.1 Die vier wichtigsten klinischen Leitfragen

Die ermittelten und diskutierten Ergebnisse werden nun auf ihren konkreten klinischen Nutzen analysiert. Dies erfolgt anhand der folgenden Leitfragen:

1. Welche Faktoren liefern Hinweise auf das Outcome?
2. Welche Faktoren liefern keinen Hinweis auf das Outcome und sind daher im klinischen Alltag von untergeordnetem Stellenwert?
3. Welche Präventionsmaßnahmen können die Wahrscheinlichkeit eines schwerwiegenden Verlaufs verringern?
4. Wie können die Erkenntnisse im klinischen Alltag nutzbar gemacht werden?

#### **Leitfrage 1:** Welche Faktoren liefern Hinweise auf das Outcome?

Ein initial hoher Wert auf der GCS scheint mit einer besseren Prognose einherzugehen. Insbesondere bei Werten von dreizehn bis fünfzehn ist von einem besseren Outcome auszugehen als bei Werten unter neun. Die GCS besitzt daher nach den vorliegenden Ergebnissen eine Berechtigung als Prognosefaktor. Für den klinischen Alltag lässt sich daraus ableiten, dass die GCS stets so früh wie möglich erhoben und dokumentiert werden sollte.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der auf das Outcome hinweist, ist das Alter. Je fortgeschrittener das Alter des Patienten ist, desto wahrscheinlicher ist ein schwerwiegender Verlauf.

Nach Durchführung der ersten CCT sollte erfasst werden, wie viele Blutungen vorliegen. Jede zusätzliche Blutung verschlechtert das Outcome. Hier ist für die Praxis insbesondere von Bedeutung, dass in erster Linie nicht die Art oder die Größe der Blutung entscheidend ist. Bereits die reine Anzahl der Blutungen führt zu einer signifikanten Verschlechterung des Outcomes. Vermessungen sowie Klassifizierungen der dargestellten Befunde können daher zugunsten einer zeitnahen intensivierten Diagnostik sowie Therapieeinleitung nach der Akutphase erfolgen.

Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass AK/TAH Einfluss auf das Outcome nehmen. Es ist daher essentiell, bei geriatrischen Patienten mit erhöhtem Sturzrisiko die Indikation für die entsprechenden Medikamente zu prüfen.

**Leitfrage 2** Welche Faktoren liefern keinen Hinweis auf das Outcome und sind daher im klinischen Alltag von untergeordnetem Stellenwert?

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Art der Vorstellung und dem Outcome nachgewiesen werden. Aus diesem Ergebnis lässt sich für die klinische Arbeit dennoch eine wichtige Erkenntnis ziehen. Eine selbstständige Vorstellung kann dazu verleiten, dass der behandelnde Arzt den Patienten als gesünder einschätzt als einen Patienten, der mit dem Rettungsdienst eingeliefert wird. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit liefern jedoch keine Hinweise dafür, dass diese Patienten ein besseres Outcome haben als Patienten, die mit dem Rettungsdienst in der Notaufnahme eintreffen. Sie dürfen daher nicht nachrangig behandelt werden. Ein anderer Erklärungsansatz ist, dass Patienten, die der Rettungsdienst vorstellt, bereits intensiver betreut werden und sich dadurch die Unterschiede im Outcome angleichen.

Darüber hinaus liefert die Arbeit insbesondere für die erforderliche Anzahl an CCT wichtige Erkenntnisse. So konnte aufgezeigt werden, dass meist maximal zwei CCT notwendig sind. Jede weitere CCT bedarf einer strengen Indikationsstellung.

**Leitfrage 3** Welche Präventionsmaßnahmen können die Wahrscheinlichkeit eines schwerwiegenden Verlaufs verringern?

Im Rahmen der Sekundärprävention ist es von großem Interesse, ob ein Zusammenhang zwischen Rettungsdauer, ATLS am Unfallort und dem Outcome besteht. Dieser wurde in der vorliegenden Arbeit aufgrund der stark divergierenden Rettungsprotokolle nicht untersucht. Eine entsprechende Erforschung ist jedoch von großem Interesse. Es gilt einzuschätzen, ob eine kürzere Rettungsdauer oder vor Ort durchgeführte Maßnahmen des ATLS das Outcome geriatrischer Patienten mit SHT verbessern. Um in Studien eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, ist es wichtig, bestenfalls bundesweit einheitliche Rettungsprotokolle einzuführen. Auf diese Weise kann der Einfluss der Rettungszeit in zukünftigen Studien untersucht und eine Vergleichbarkeit zwischen den Rettungszeiten verschiedener Rettungsdienste garantiert werden. Außerdem muss das Bewusstsein für die Relevanz eines vollständig dokumentierten Rettungsprotokolls geschärft werden. Zusätzlich sollte in einem überarbeiteten Protokoll festgehalten werden, wie viel Zeit für Maßnahmen des ATLS verwendet wurde.

**Leitfrage 4** Wie können die Erkenntnisse im klinischen Alltag nutzbar gemacht werden?

Aufgrund der bestehenden Unschärfe des am häufigsten genutzten präklinischen Indikators – der GCS – sowie den Besonderheiten des geriatrischen Patientenkollektivs erscheint die Überlegung sinnvoll, welche zusätzlichen Merkmale zur Einteilung des Schweregrads hinzugezogen werden können und wie frühzeitig die Prognose geriatrischer Patienten mit SHT abgeschätzt werden kann. Aus diesem Grund erfolgte in Kapitel 4.5 die Erstellung des *HAAS-Scores*, der sich aus signifikanten Ergebnissen der vorliegenden Arbeit zusammensetzt und auf das untersuchte Patientenkollektiv angewandt wurde. Anhand des Scores sind die in der vorliegenden Arbeit generierten Ergebnisse im klinischen Alltag nutzbar. Einschränkend muss angemerkt werden, dass der vorliegende Score weiterer Evaluation in multizentrischen, prospektiven Studien bedarf.

## **5.6 Limitationen**

Die Studie wird durch ihr retrospektives Design und die damit einhergehenden Einschränkungen limitiert. Die Daten sind nicht lückenlos und es lässt sich nicht nachvollziehen, wie zuverlässig und wahrheitsgetreu die Daten erhoben und dokumentiert wurden. Darüber hinaus kann retrospektiv nicht festgestellt werden, ob u. U. Patienten, bei denen der Verdacht auf schwere SHT bestand, direkt in Zentren mit angeschlossener NCH verlegt wurden. Es kann außerdem nicht eruiert werden, wie viele Patienten schon auf dem Weg ins Krankenhaus verstorben sind. Des Weiteren war die Zahl der Patienten, die in die NCH verlegt wurden und die Zahl der Patienten, die verstorben sind, gering. Bei den Patienten, die in die NCH verlegt wurden, ist unklar, ob tatsächlich eine neurochirurgische Intervention stattgefunden hat. Es besteht eine Unschärfe bei der Interpretation des Merkmals der Häufigkeit der neurochirurgischen Verlegung. Dass Patienten in die NCH überwiesen werden, liegt einerseits daran, dass ein so schwerwiegender Befund vorliegt, dass eine Intervention nötig ist. Andererseits bedeutet es jedoch auch, dass die Patienten in einem so guten körperlichen Zustand sein müssen, dass eine neurochirurgische Intervention erfolgversprechend ist. Eine entsprechende Verlegung kommt demnach nicht für alle Patienten in Betracht. Zudem ist festzuhalten, dass sich die untersuchten Merkmale Letalität, Häufigkeit der neurochirurgischen Intervention und Dauer des stationären Aufenthalts gegenseitig

beeinflussen. Der erstellte Score darf nur als Grundlage für einen endgültigen Score verstanden werden und ist in der aktuellen Form noch nicht für die klinische Praxis geeignet.

## 6 Fazit

Die vorliegende Arbeit hat sich damit auseinandergesetzt, ob und inwiefern verschiedene Prognosefaktoren Einfluss auf das Outcome geriatrischer Patienten mit SHT nehmen. Den theoretischen Grundlagen bezüglich SHT im Allgemeinen folgte die Beschreibung der Systematik der Prognosefaktoren. Nach einer umfassenden Betrachtung der aktuellen Fachliteratur im Hinblick auf die vorgestellten Prognosefaktoren und auf das Leitthema wurde die Zielsetzung – die Suche nach Prognosefaktoren im geriatrischen Patientenkollektiv sowie die Charakterisierung desselben und die Verbesserung des klinischen Managements – formuliert, welche in die Bildung der Hypothesen mündete. Nachdem das Design der vorliegenden Studie erläutert wurde, erfolgte die Beschreibung des Patientenkollektivs. Daraufhin wurden die betrachteten Prognosefaktoren auf einen möglichen signifikanten Einfluss untersucht. Nach einer tabellarischen Übersicht der gewonnenen Ergebnisse erfolgte die Erstellung eines klinischen Scores zur Prognoseeinschätzung geriatrischer Patienten mit SHT. Nach der folgenden Diskussion und kritischen Reflexion der Arbeit und der Ergebnisse wurde die konkrete klinische Relevanz der Studie herausgearbeitet.

Es können signifikante Ergebnisse präsentiert werden, welche jedoch stets im klinischen Kontext sowie vor dem Hintergrund der Fachliteratur interpretiert werden müssen. Aus den Prognosefaktoren mit signifikantem Einfluss kristallisieren sich vier Faktoren heraus, die zur Einschätzung der Prognose zu einem frühen Zeitpunkt geeignet scheinen. Dazu zählen die Anzahl an ICB in der ersten CCT, die Einnahme von AK/TAH, das Alter und der initiale Wert auf der GCS. Weitere Ergebnisse, u. a. bezüglich der Sinnhaftigkeit mehrerer CCT sowie bezüglich des Managements der initialen Station, liefern wichtige Erkenntnisse für das klinische Procedere geriatrischer Patienten mit SHT. Darüber hinaus wird die Relevanz der präklinisch einheitlichen und vollständigen Dokumentation des Rettungsablaufs deutlich. Dass weder das Geschlecht noch die Art der Vorstellung einen signifikanten Hinweis auf den weiteren Verlauf liefern, erweist sich für den praktizierenden Arzt als bedeutsamer Erkenntnisgewinn, um in der klinischen Arbeit keine Patienten aufgrund dieser beiden Merkmale falsch einzuschätzen. Die sich im Verlauf der Arbeit immer deutlicher abzeichnende komplexe Beziehung von einer Alkoholintoxikation bei SHT spiegelt sich in der signifikant kürzeren Aufenthaltszeit bei Alkoholintoxikation und der fehlenden Signifikanz zwischen Alkoholintoxikation und Letalität oder Verlegungshäufigkeit in die NCH wider.

Abschließend lässt sich konstatieren, dass es gelungen ist, Prognosefaktoren speziell für geriatrische Patienten mit SHT herauszuarbeiten und darüber hinaus wichtige Erkenntnisse zum klinischen Procedere dieses Patientenkollektivs zu gewinnen. Mit der Erstellung des *HAAS-Scores* konnte zudem die Grundlage für eine Prognoseeinschätzung geriatrischer Patienten mit SHT geschaffen werden.

## 7 Zusammenfassung

Bei Patienten<sup>1</sup> ab 65 Jahren nimmt das Risiko für Schädelhirntraumata (SHT) ebenso wie deren Schweregrad und Mortalität zu (Elovic et al., 2004). Eine große Herausforderung in dieser Altersgruppe stellen Vorerkrankungen und Vormedikationen dar, da diese das Risiko für einen schweren Verlauf nach einem Trauma erhöhen (Kirshenbom et al., 2017; McGwin et al., 2004). Außerdem führen die alterstypischen Veränderungen des Körpers zu einer besonderen Problematik in der Beurteilung des Schweregrads (Papa et al., 2012). Verschärfend kommt hinzu, dass aufgrund des demografischen Wandels die geriatrische Altersgruppe am stärksten wächst und so zukünftig mit einer weiter steigenden Anzahl an geriatrischen Patienten mit SHT gerechnet werden muss (Stein et al., 2018). Ein erhöhtes Alter wird in zahlreichen Studien bereits als Risikofaktor bei SHT angeführt (Franko et al., 2006; Murray et al., 2007; Okazaki et al., 2016; Wolf et al., 2014). Auffallend ist daher der Mangel an Fachliteratur, die sich speziell mit SHT bei diesem Patientenkollektiv auseinandersetzt (de Wit, Merali, et al., 2020; Stein et al., 2018). Die vorliegende Arbeit nimmt sich dieses Forschungsdesiderats an. Das Ziel ist, verschiedene Prognosefaktoren zu identifizieren, anhand derer zu einem frühen Zeitpunkt das Risiko für einen fulminanten Verlauf abgeschätzt werden kann. Die Systematik der untersuchten Prognosefaktoren stellt sich folgendermaßen dar: Unterschieden wird zwischen Indikatoren (der initiale Wert auf der Glasgow Coma Scale (GCS) und die unterschiedliche Art der Vorstellung in der Notaufnahme), modulierbaren Einflussfaktoren (die Rettungsdauer, die Einnahme von Antikoagulantien und/oder Thrombozytenaggregationshemmern (AK und TAH), die Durchführung mehrerer Cranialer Computertomografien (CCT), die Auswahl der Aufnahmestation) und nicht modulierbaren Einflussfaktoren (das Geschlecht, das Alter, das Vorliegen von ICB in der ersten CCT, eine Alkoholintoxikation). In der Fachliteratur werden die meisten dieser Faktoren heterogen diskutiert. Der aktuelle Stand sowie die Kontroversen der Fachliteratur sollen im folgenden Abschnitt knapp umrissen werden. Bei der von Teasdale und Jennett (1974) entwickelten GCS wird davon ausgegangen, dass niedrige Werte mit einem schlechteren Outcome vergesellschaftet sind (Wan et al., 2016). Ein exemplarischer Kritikpunkt an der Verwendung der GCS – insbesondere im geriatrischen Bereich – ist jedoch, dass das Ergebnis durch Komorbiditäten wie

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

einem Delirium, einer Demenz oder dem fehlenden Tragen eines Hörgerätes sowie durch den altersentsprechenden Abbau kognitiver Funktionen beeinflusst werden kann (Stein et al., 2018). Zur Abschätzung der weiteren Prognose eines Patienten anhand der Art der Vorstellung findet sich noch keine vergleichende Literatur. In der Diskussion darüber, ob eine kürzere Rettungszeit oder die Durchführung notfallmedizinischer Maßnahmen – und eine damit einhergehende verlängerte Rettungszeit – das Outcome der Patienten verbessern, besteht nach wie vor Uneinigkeit (Kleber et al., 2012; Sampalis et al., 1994; Sampalis et al., 1993). Ebenfalls noch nicht vollständig geklärt sind der Einfluss von AK/TAH (Baldi et al., 2006; de Wit, Parpia, et al., 2020; Uccella et al., 2016) sowie die Frage nach der Häufigkeit und dem richtigen Zeitpunkt von CCT (Brown et al., 2004; Firsching et al., 1996; Jinadasa & Boone, 2016; Rosen et al., 2018; Zock et al., 2011). Es liegen in der Fachliteratur bislang keine Ergebnisse dazu vor, welche Rolle die Aufnahmestation der Patienten spielt. Bei der Geschlechterverteilung zeigen Giofrè-Florio et al. (2018) und Styrke et al. (2007), dass im höheren Alter Frauen den größeren Anteil an Patienten mit SHT darstellen. Der Anteil an alkoholisierten Patienten wird im älteren Patientenkollektiv mit 15% bis 22% angegeben (Styrke et al., 2007; van Den Broeke-Vos et al., 2017). Es erscheint erwähnenswert, dass die Studie von van Den Broeke-Vos et al. (2017), die Patienten ab 55 Jahren untersucht, keinen niedrigeren Wert bei der initialen Erhebung der GCS und nicht signifikant häufiger traumatische Befunde in der CCT bei alkoholisierten Patienten zeigt. Die vorliegende explorative Beobachtungsstudie ist von primär deskriptivem Charakter. Die Studie wurde monozentrisch am Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart (RBK) durchgeführt. Relevante Daten wurden retrospektiv über das Krankenhausinformationssystem *iMedOne* des RBK erhoben. Die untersuchten Fälle stammen aus dem Zeitraum vom dritten Quartal 2016 bis Ende Februar 2021. 523 Patienten waren ausreichend dokumentiert und erfüllten die Ein- und Ausschlusskriterien. Voraussetzung war, dass die Patienten 65 Jahre alt oder älter waren und nach ICD-10 die Hauptdiagnose *Intrakranielle Verletzung (S06.0-9)* erhielten. Von einem relevanten Einfluss auf das Outcome wird in der vorliegenden Arbeit ausgegangen, wenn ein signifikanter Einfluss der beschriebenen Prognosefaktoren auf mindestens einen der definierten Outcome-Faktoren (Letalität, Häufigkeit der Überweisung in die Neurochirurgie, Aufenthaltsdauer im RBK) nachgewiesen wird.

In der Auswertung zeigten sich signifikante Ergebnisse bei einem Großteil der beschriebenen Prognosefaktoren. Lediglich bei der Art der Vorstellung und dem Geschlecht zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang mit den untersuchten Outcome-Faktoren. Die Ergebnisse müssen vor dem Hintergrund der deskriptiven Statistik sowie der Fachliteratur interpretiert und diskutiert werden. Es lassen sich verschiedene Erkenntnisse ableiten. Ein niedriger Wert auf der GCS, die Einnahme von AK und/oder TAH, ein hohes Alter sowie das Vorliegen von ICB in der initialen CCT eignen sich als Parameter zur frühen Prognoseeinschätzung geriatrischer Patienten mit SHT. Diese Prognosefaktoren bilden die Grundlage für einen in der vorliegenden Arbeit erstellten klinischen Score, anhand dem geriatrische Patienten mit SHT in drei Risikogruppen unterteilt werden können. Außerdem kann auf Grundlage des erreichten Werts auf dem Score die Indikation für eine weitere CCT abgeleitet werden. Dieser Score muss jedoch in weiterführenden Studien überprüft und überarbeitet werden, bevor er in der klinischen Praxis angewandt werden kann. In der vorliegenden Untersuchung waren in lediglich einem Fall mehr als zwei CCT notwendig, bis ein Patient in die Neurochirurgie überwiesen wurde. Daraus lässt sich ableiten, dass jede weitere CCT streng auf ihre Indikationsstellung überprüft werden muss. Welche Rolle die initiale Station der Patienten spielt, kann nicht abschließend geklärt werden. Eine tiefergehende Untersuchung dieser Thematik erscheint fruchtbar. Eine Alkoholintoxikation ist in der vorliegenden Untersuchung mit einer signifikant kürzeren Aufenthaltsdauer vergesellschaftet. Dies kann daran liegen, dass die Symptome einer Alkoholintoxikation teilweise denen eines SHT ähneln. Diese Patienten zeigen daher u. U. im nüchternen Zustand keine Symptome mehr und können früher entlassen werden als Patienten, deren Symptome tatsächlich durch ein SHT bedingt sind. In der vorliegenden Studie kann der Einfluss der Rettungsdauer auf das Outcome aufgrund der unterschiedlichen und unzureichend dokumentierten Rettungsprotokolle nicht auf Signifikanz überprüft werden. Um in Zukunft valide Berechnungen durchführen zu können, ist es vonnöten, die Rettungsprotokolle der verschiedenen Rettungsdienste zu vereinheitlichen, das Bewusstsein für eine vollständige Dokumentation zu schärfen und stets die Dauer und die Art der am Unfallort durchgeführten Notfallmaßnahmen zu dokumentieren. Limitiert wird die Studie durch ihr retrospektives Design, die ausschließliche Betrachtung von Daten des RBK sowie die wechselseitige Beeinflussung der drei Outcome-Faktoren.

Die Arbeit liefert mit den gezeigten Ergebnissen einen wichtigen Beitrag zur besseren Charakterisierung der geriatrischen Patientengruppe mit SHT, zum klinischen Management derselben sowie zur frühzeitigen Prognoseeinschätzung.

## 8 Literaturverzeichnis

- Abdelmalik, P. A., Draghic, N. & Ling, G. S. F. (2019). Management of moderate and severe traumatic brain injury. *Transfusion*, 59(S2), 1529-1538. <https://doi.org/10.1111/trf.15171>
- Albers, C. E., von Allmen, M., Evangelopoulos, D. S., Zisakis, A. K., Zimmermann, H. & Exadaktylos, A. K. (2013). What is the incidence of intracranial bleeding in patients with mild traumatic brain injury? A retrospective study in 3088 Canadian CT head rule patients. *Biomed Res Int*, 2013, 453978. <https://doi.org/10.1155/2013/453978>
- Baldi, G., Altomonte, F., Altomonte, M., Ghirarduzzi, A., Brusasco, C., Parodi, R. C., Ricciardi, A., Remollino, V., Spisni, V., Saporito, A., Caiazza, A., Musso, G., Cervellin, G., Lamberti, S., Buzzalino, M., De Giorgi, F., Del Prato, C., Golinelli, M. P., Gai, V., . . . Iorio, A. (2006). Intracranial haemorrhage in patients on antithrombotics: clinical presentation and determinants of outcome in a prospective multicentric study in Italian emergency departments. *Cerebrovasc Dis*, 22(4), 286-293. <https://doi.org/10.1159/000094604>
- Beynon, C. & Unterberg, A. W. (2017). Schädel-Hirn-Trauma unter antithrombotischer Medikation. *Der Unfallchirurg*, 120(3), 220-228. <https://doi.org/10.1007/s00113-015-0111-y>
- Brewer, E. S., Reznikov, B., Liberman, R. F., Baker, R. A., Rosenblatt, M. S., David, C. A. & Flacke, S. (2011). Incidence and predictors of intracranial hemorrhage after minor head trauma in patients taking anticoagulant and antiplatelet medication. *J Trauma*, 70(1), E1-5. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181e5e286>
- Brown, C. V., Weng, J., Oh, D., Salim, A., Kasotakis, G., Demetriades, D., Velmahos, G. C. & Rhee, P. (2004). Does routine serial computed tomography of the head influence management of traumatic brain injury? A prospective evaluation. *J Trauma*, 57(5), 939-943. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000149492.92558.03>
- Capizzi, A., Woo, J. & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic Brain Injury: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, and Medical Management. *Med Clin North Am*, 104(2), 213-238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
- Chao, A., Pearl, J., Perdue, P., Wang, D., Bridgeman, A., Kennedy, S., Ling, G. & Rhee, P. (2001). Utility of routine serial computed tomography for blunt intracranial injury. *J Trauma*, 51(5), 870-876. <https://doi.org/10.1097/00005373-200111000-00008>

- Cohen, D. B., Rinker, C. & Wilberger, J. E. (2006). Traumatic brain injury in anticoagulated patients. *J Trauma*, 60(3), 553-557. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000196542.54344.05>
- Coronado, V. G., Thomas, K. E., Sattin, R. W. & Johnson, R. L. (2005). The CDC traumatic brain injury surveillance system: characteristics of persons aged 65 years and older hospitalized with a TBI. *J Head Trauma Rehabil*, 20(3), 215-228. <https://doi.org/10.1097/00001199-200505000-00005>
- Covino, M., Manno, A., Della Pepa, G. M., Piccioni, A., Tullo, G., Petrucci, M., Navarra, S., Sardeo, F., Torelli, E., Nicolò, R., Simeoni, B., Carbone, L., Gaudino, S. & Franceschi, F. (2021). Delayed intracranial hemorrhage after mild traumatic brain injury in patients on oral anticoagulants: is the juice worth the squeeze? *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 25(7), 3066-3073. [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_202104\\_25560](https://doi.org/10.26355/eurrev_202104_25560)
- Cowley, R. A., Hudson, F., Scanlan, E., Gill, W., Lally, R. J., Long, W. & Kuhn, A. O. (1973). An economical and proved helicopter program for transporting the emergency critically ill and injured patient in Maryland. *J Trauma*, 13(12), 1029-1038. <https://doi.org/10.1097/00005373-197312000-00001>
- de Wit, K., Merali, Z., Kagoma, Y. K. & Mercier, É. (2020). Incidence of intracranial bleeding in seniors presenting to the emergency department after a fall: A systematic review. *Injury*, 51(2), 157-163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.12.036>
- de Wit, K., Parpia, S., Varner, C., Worster, A., McLeod, S., Clayton, N., Kearon, C. & Mercuri, M. (2020). Clinical Predictors of Intracranial Bleeding in Older Adults Who Have Fallen: A Cohort Study. *J Am Geriatr Soc*, 68(5), 970-976. <https://doi.org/10.1111/jgs.16338>
- Deutsche Gesellschaft für NeuroIntensiv- und Notfallmedizin (2017). *Schädel-Hirn-Traumata im häuslichen Umfeld nehmen zu: Häufigkeit und Prognose nach Daten des Statistischen Bundesamtes*. Zugriff am 04. Dezember 2022 unter. <https://www.dgni.de/604-schaedel-hirn-traumata-im-haeuslichen-umfeld-nehmen-zu-haeufigkeit-und-prognose-nach-daten-des-statistischen-bundesamtes.html>
- Dharap, S. B., Khandkar, A. A., Pandey, A. & Sharma, A. K. (2005). Repeat CT scan in closed head injury. *Injury*, 36(3), 412-416. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.06.020>
- Ding, J., Yuan, F., Guo, Y., Chen, S. W., Gao, W. W., Wang, G., Cao, H. L., Ju, S. M., Chen, H., Zhang, P. Q. & Tian, H. L. (2012). A prospective clinical study of routine repeat computed tomography (CT) after traumatic brain injury (TBI). *Brain Inj*, 26(10), 1211-1216. <https://doi.org/10.3109/02699052.2012.667591>

- Edlich, R. F. & Wish, J. R. (2004). Maryland State Police Aviation Division. A model emergency medical system for our nation. *J Long Term Eff Med Implants*, 14(5), 401-414. <https://doi.org/10.1615/jlongtermeffmedimplants.v14.i5.60>
- Elmér, O., Göransson, G. & Zoucas, E. (1984). Impairment of Primary Hemostasis and Platelet Function after Alcohol Ingestion in Man. *Pathophysiology of Haemostasis and Thrombosis*, 14(2), 223-228. <https://doi.org/10.1159/000215060>
- Elovic, E., Baerga, E. & Cuccurullo, S. J. (2004). Traumatic Brain Injury. In S. J. Cuccurullo (Hrsg.), *Physical Medicine and Rehabilitation Board Review* (S. 47-80). Demos Medical.
- Eyer, M. M., Renier, C. M., Woehrle, T. A., Vogel, L. E., Conway, P. G. & McCarty, C. A. (2017). Alcohol Use at the Time of Traumatic Brain Injury: Screening and Brief Intervention in a Community Hospital. *Journal of Trauma Nursing | JTN*, 24(2), 116-124. [https://journals.lww.com/journaloftraumanursing/Fulltext/2017/03000/Alcohol\\_Use\\_at\\_the\\_Time\\_of\\_Traumatic\\_Brain\\_Injury\\_.11.aspx](https://journals.lww.com/journaloftraumanursing/Fulltext/2017/03000/Alcohol_Use_at_the_Time_of_Traumatic_Brain_Injury_.11.aspx)
- Faul, M., Xu, L., Wald, M. M., Coronado, V. & Dellinger, A. M. (2010). Traumatic brain injury in the United States: national estimates of prevalence and incidence, 2002–2006. *Injury Prevention*, 16(Suppl 1), A268. <https://doi.org/10.1136/ip.2010.029215.951>
- Feigin, V. L., Theadom, A., Barker-Collo, S., Starkey, N. J., McPherson, K., Kahan, M., Dowell, A., Brown, P., Parag, V., Kydd, R., Jones, K., Jones, A. & Ameratunga, S. (2013). Incidence of traumatic brain injury in New Zealand: a population-based study. *The Lancet Neurology*, 12(1), 53-64. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70262-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70262-4)
- Firsching, R., Rickels, E., Mauer, U. M., Sakowitz, O. W., Messing-Jünger, M., Engelhard, K., Schwenkreis, P., Linn, J. & Schwerdtfeger, K. (1996, 02.12.2015). *Langfassung der AWMF Leitlinie "Schädel-Hirn-Trauma im Erwachsenenalter"*. Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. Zugriff am 15. Dezember 2022 unter [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/008-001I\\_S2e\\_Schaedelhirntrauma\\_SHT\\_Erwachsene\\_2015-12-abgelaufen.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/008-001I_S2e_Schaedelhirntrauma_SHT_Erwachsene_2015-12-abgelaufen.pdf)
- Fortuna, G. R., Mueller, E. W., James, L. E., Shutter, L. A. & Butler, K. L. (2008). The impact of preinjury antiplatelet and anticoagulant pharmacotherapy on outcomes in elderly patients with hemorrhagic brain injury. *Surgery*, 144(4), 598-603. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2008.06.009>
- Franko, J., Kish, K. J., O'Connell, B. G., Subramanian, S. & Yuschak, J. V. (2006). Advanced age and preinjury warfarin anticoagulation increase the risk of mortality after head trauma. *J Trauma*, 61(1), 107-110. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000224220.89528.fc>

- Furlan, J. C. & Fehlings, M. G. (2009). Attitudes toward the elderly with CNS trauma: a cross-sectional study of neuroscientists, clinicians, and allied-health professionals. *J Neurotrauma*, 26(2), 209-225. <https://doi.org/10.1089/neu.2008.0663>
- Gioffrè-Florio, M., Murabito, L. M., Visalli, C., Pergolizzi, F. P. & Famà, F. (2018). Trauma in elderly patients: a study of prevalence, comorbidities and gender differences. *G Chir*, 39(1), 35-40. <https://doi.org/10.11138/gchir/2018.39.1.035>
- Gittleman, A. M., Ortiz, A. O., Keating, D. P. & Katz, D. S. (2005). Indications for CT in patients receiving anticoagulation after head trauma. *AJNR Am J Neuroradiol*, 26(3), 603-606.
- Harad, F. T. & Kerstein, M. D. (1992). Inadequacy of bedside clinical indicators in identifying significant intracranial injury in trauma patients. *J Trauma*, 32(3), 359-361; discussion 361-363. <https://doi.org/10.1097/00005373-199203000-00014>
- Haydel, M. J., Preston, C. A., Mills, T. J., Luber, S., Blaudeau, E. & DeBlieux, P. M. (2000). Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med*, 343(2), 100-105. <https://doi.org/10.1056/nejm200007133430204>
- Ivascu, F. A., Howells, G. A., Junn, F. S., Bair, H. A., Bendick, P. J. & Janczyk, R. J. (2008). Predictors of mortality in trauma patients with intracranial hemorrhage on preinjury aspirin or clopidogrel. *J Trauma*, 65(4), 785-788. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181848caa>
- Jagoda, A. S., Bazarian, J. J., Bruns, J. J., Jr., Cantrill, S. V., Gean, A. D., Howard, P. K., Ghajar, J., Riggio, S., Wright, D. W., Wears, R. L., Bakshy, A., Burgess, P., Wald, M. M. & Whitson, R. R. (2008). Clinical policy: neuroimaging and decisionmaking in adult mild traumatic brain injury in the acute setting. *Ann Emerg Med*, 52(6), 714-748. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2008.08.021>
- Jinadasa, S. & Boone, M. D. (2016). Controversies in the Management of Traumatic Brain Injury. *Anesthesiol Clin*, 34(3), 557-575. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2016.04.008>
- Jones, K., Sharp, C., Mangram, A. J. & Dunn, E. L. (2006). The effects of preinjury clopidogrel use on older trauma patients with head injuries. *Am J Surg*, 192(6), 743-745. <https://doi.org/10.1016/j.amisurg.2006.08.037>
- Joseph, B., Pandit, V., Aziz, H., Kulvatunyou, N., Zangbar, B., Green, D. J., Haider, A., Tang, A., O'Keefe, T., Gries, L., Friese, R. S. & Rhee, P. (2015). Mild traumatic brain injury defined by Glasgow Coma Scale: Is it really mild? *Brain Inj*, 29(1), 11-16. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.945959>

- Kaups, K. L., Davis, J. W. & Parks, S. N. (2004). Routinely repeated computed tomography after blunt head trauma: does it benefit patients? *J Trauma*, 56(3), 475-480; discussion 480-481. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000114304.56006.d4>
- Kirshenbom, D., Ben-Zaken, Z., Albilya, N., Niyibizi, E. & Bala, M. (2017). Older Age, Comorbid Illnesses, and Injury Severity Affect Immediate Outcome in Elderly Trauma Patients. *J Emerg Trauma Shock*, 10(3), 146-150. [https://doi.org/10.4103/jets.Jets\\_62\\_16](https://doi.org/10.4103/jets.Jets_62_16)
- Kleber, C., Lefering, R., Kleber, A. J., Buschmann, C., Bail, H. J., Schaser, K. D. & Haas, N. (2012). Rettungszeit und Überleben von Schwerverletzten in Deutschland. *Der Unfallchirurg*, 116. <https://doi.org/10.1007/s00113-011-2132-5>
- Lavoie, A., Ratte, S., Clas, D., Demers, J., Moore, L., Martin, M. & Bergeron, E. (2004). Preinjury Warfarin Use Among Elderly Patients With Closed Head Injuries in a Trauma Center. *The Journal of trauma*, 56, 802-807. <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000066183.02177.AF>
- Li, J., Brown, J. & Levine, M. (2001). Mild head injury, anticoagulants, and risk of intracranial injury. *Lancet*, 357(9258), 771-772. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(00\)04163-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(00)04163-5)
- McGwin, G., Jr., MacLennan, P. A., Fife, J. B., Davis, G. G. & Rue, L. W., 3rd. (2004). Preexisting conditions and mortality in older trauma patients. *J Trauma*, 56(6), 1291-1296. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000089354.02065.d0>
- McIntyre, A., Mehta, S., Aubut, J., Dijkers, M. & Teasell, R. W. (2013). Mortality among older adults after a traumatic brain injury: a meta-analysis. *Brain Inj*, 27(1), 31-40. <https://doi.org/10.3109/02699052.2012.700086>
- McMillian, W. D. & Rogers, F. B. (2009). Management of prehospital antiplatelet and anticoagulant therapy in traumatic head injury: a review. *J Trauma*, 66(3), 942-950. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181978e7b>
- Mina, A. A., Knipfer, J. F., Park, D. Y., Bair, H. A., Howells, G. A. & Bendick, P. J. (2002). Intracranial complications of preinjury anticoagulation in trauma patients with head injury. *J Trauma*, 53(4), 668-672. <https://doi.org/10.1097/00005373-200210000-00008>
- Murray, G. D., Butcher, I., McHugh, G. S., Lu, J., Mushkudiani, N. A., Maas, A. I. R., Marmarou, A. & Steyerberg, E. W. (2007). Multivariable Prognostic Analysis in Traumatic Brain Injury: Results from The IMPACT Study. *Journal of neurotrauma*, 24(2), 329-337. <https://doi.org/10.1089/neu.2006.0035>

- Oertel, M., Kelly, D. F., McArthur, D., Boscardin, W. J., Glenn, T. C., Lee, J. H., Gravori, T., Obukhov, D., McBride, D. Q. & Martin, N. A. (2002). Progressive hemorrhage after head trauma: predictors and consequences of the evolving injury. *J Neurosurg*, 96(1), 109-116. <https://doi.org/10.3171/jns.2002.96.1.0109>
- Offermanns, S. (2020). Pharmaka mit Wirkung auf die Hämostase. In *Pharmakologie und Toxikologie: Von den molekularen Grundlagen zur Pharmakotherapie* (S. 469-499). Springer
- Ohm, C., Mina, A., Howells, G., Bair, H. & Bendick, P. (2005). Effects of antiplatelet agents on outcomes for elderly patients with traumatic intracranial hemorrhage. *J Trauma*, 58(3), 518-522. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000151671.35280.8b>
- Okazaki, T., Hifumi, T., Kawakita, K., Nakashima, R., Matsumoto, A., Shishido, H., Ogawa, D., Okauchi, M., Shindo, A., Kawanishi, M., Tamiya, T. & Kuroda, Y. (2016). Association Between Comorbidities, Nutritional Status, and Anticlotting Drugs and Neurologic Outcomes in Geriatric Patients with Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*, 93, 336-340. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.06.070>
- Papa, L., Mendes, M. E. & Braga, C. F. (2012). Mild Traumatic Brain Injury among the Geriatric Population. *Curr Transl Geriatr Exp Gerontol Rep*, 1(3), 135-142. <https://doi.org/10.1007/s13670-012-0019-0>
- Prexl, O., Bruckbauer, M., Voelckel, W., Grottke, O., Ponschab, M., Maegele, M. & Schöch, H. (2018). The impact of direct oral anticoagulants in traumatic brain injury patients greater than 60-years-old. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 26(1), 1-7, Article 20. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0487-0>
- Rakhit, S., Nordness, M. F., Lombardo, S. R., Cook, M., Smith, L. & Patel, M. B. (2021). Management and Challenges of Severe Traumatic Brain Injury. *Semin Respir Crit Care Med*, 42(1), 127-144. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716493>
- Regelsberger, J., Grubel, G. & Schröder, F. (2010). *Kurzlehrbuch Chirurgie* (V. Schumpelick, N. Bleese & P. Mommsen, Hrsg. 8. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- Rickels, E. (2018). Epidemiologie des Schädel-Hirn-Traumas. In E. Rickels & J. Piek (Hrsg.), *Handbuch Schädelhirntrauma* (S. 13-21). De Gruyter.
- Rickels, E., von Wild, K. & Wenzlaff, P. (2010). Head injury in Germany: A population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas. *Brain Injury*, 24(12), 1491-1504. <https://doi.org/10.3109/02699052.2010.498006>
- Robert-Bosch-Krankenhaus. (o. D.-a). *Alle Abteilungen im Überblick*. Zugriff am 26.10.2023 unter <https://www.rbk.de/behandlung/abteilungen>

- Robert-Bosch-Krankenhaus. (o. D.-b). *Orthopädie und Unfallchirurgie*. Zugriff am 26.10.2023 unter <https://www.rbk.de/behandlung/abteilungen/orthopaedie-und-unfallchirurgie>
- Robert-Bosch-Krankenhaus. (o. D.-c). *Willkommen am Robert Bosch Krankenhaus*. Zugriff am 26.10.2023 unter <https://www.rbk.de/>
- Rosen, C. B., Luy, D. D., Deane, M. R., Scalea, T. M. & Stein, D. M. (2018). Routine repeat head CT may not be necessary for patients with mild TBI. *Trauma surgery & acute care open*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2017-000129>
- Ruge, T., Carlsson, A. C., Hellstrom, M., Wihlborg, P. & Undén, J. (2020). Is medical urgency of elderly patients with traumatic brain injury underestimated by emergency department triage? *Ups J Med Sci*, 125(1), 58-63. <https://doi.org/10.1080/03009734.2019.1706674>
- Ryback, R. & Desforges, J. (1970). Alcoholic Thrombocytopenia in Three Inpatient Drinking Alcoholics. *Archives of Internal Medicine*, 125(3), 475-477. <https://doi.org/10.1001/archinte.1970.00310030085009>
- Sampalis, J. S., Lavoie, A., Salas, M., Nikolis, A. & Williams, J. I. (1994). Determinants of on-scene time in injured patients treated by physicians at the site. *Prehosp Disaster Med*, 9(3), 178-189. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00041303>
- Sampalis, J. S., Lavoie, A., Williams, J. I., Mulder, D. S. & Kalina, M. (1993). Impact of on-site care, prehospital time, and level of in-hospital care on survival in severely injured patients. *J Trauma*, 34(2), 252-261. <https://doi.org/10.1097/00005373-199302000-00014>
- Santing, J. A. L., Van den Brand, C. L. & Jellema, K. (2021). Traumatic Brain Injury in Patients Receiving Direct Oral Anticoagulants. *J Emerg Med*, 60(3), 285-291. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.09.012>
- Schaible, E. V. & Thal, S. C. (2013). Anticoagulation in patients with traumatic brain injury. *Curr Opin Anaesthesiol*, 26(5), 529-534. <https://doi.org/10.1097/01.aco.0000432519.16586.6b>
- Scherer, M. & Unterberg, A. W. (2015). Schädel-Hirn-Trauma. In G. Marx, E. Muhl, K. Zacharowski & S. Zeuzem (Hrsg.), *Die Intensivmedizin* (S. 1031-1043). Springer
- Schmitz, L. S. & Steiner, T. (2020). Subarachnoidalblutung. In P. Kraft & M. Köhrmann (Hrsg.), *Praxishandbuch Schlaganfall* (S. 197-208). Urban & Fischer.
- Schwenkreis, P., Gonschorek, A., Berg, F., Meier, U., Rogge, W., Schmehl, I., Kern, B. C., Meisel, H.-J., Wohlfarth, K., Gross, S., Sczesny-Kaiser, M., Tegenthoff,

- M., Boschert, J., Bruckmoser, R., Fürst, A., Schaan, M., Strowitzki, M., Pingel, A., Jägers, L. L., . . . Lemcke, J. (2021). Prospective observational cohort study on epidemiology, treatment and outcome of patients with traumatic brain injury (TBI) in German BG hospitals. *BMJ Open*, 11(6), e045771. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045771>
- Spektor, S., Agus, S., Merkin, V. & Constantini, S. (2003). Low-dose aspirin prophylaxis and risk of intracranial hemorrhage in patients older than 60 years of age with mild or moderate head injury: a prospective study. *J Neurosurg*, 99(4), 661-665. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.99.4.0661>
- Stein, D. M., Kozar, R. A., Livingston, D. H., Luchette, F., Adams, S. D., Agrawal, V., Arbabi, S., Ballou, J., Barraco, R. D., Bernard, A. C., Biffl, W. L., Bosarge, P. L., Brasel, K. J., Cooper, Z., Efron, P. A., Fakhry, S. M., Hartline, C. A., Hwang, F., Joseph, B. A., . . . Yelon, J. A. (2018). Geriatric traumatic brain injury-What we know and what we don't. *J Trauma Acute Care Surg*, 85(4), 788-798. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000001910>
- Studel, W. I., Cortbus, F. & Schwerdtfeger, K. (2005). Epidemiology and prevention of fatal head injuries in Germany--trends and the impact of the reunification. *Acta Neurochir (Wien)*, 147(3), 231-242. <https://doi.org/10.1007/s00701-004-0441-y>
- Stiell, I. G., Wells, G. A., Vandemheen, K., Clement, C., Lesiuk, H., Laupacis, A., McKnight, R. D., Verbeek, R., Brison, R., Cass, D., Eisenhauer, M. E., Greenberg, G. & Worthington, J. (2001). The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet*, 357(9266), 1391-1396. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(00\)04561-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(00)04561-x)
- Styrke, J., Stålnacke, B. M., Sojka, P. & Björnstig, U. (2007). Traumatic brain injuries in a well-defined population: epidemiological aspects and severity. *J Neurotrauma*, 24(9), 1425-1436. <https://doi.org/10.1089/neu.2007.0266>
- Taylor, C. A., Bell, J. M., Breiding, M. J. & Xu, L. (2017). Traumatic Brain Injury-Related Emergency Department Visits, Hospitalizations, and Deaths - United States, 2007 and 2013. *MMWR Surveill Summ*, 66(9), 1-16. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6609a1>
- Teasdale, G. & Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 2(7872), 81-84. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(74)91639-0)
- Teasdale, G. & Jennett, B. (1976). Assessment and prognosis of coma after head injury. *Acta Neurochir (Wien)*, 34(1-4), 45-55. <https://doi.org/10.1007/bf01405862>

- Thompson, H. J., Weir, S., Rivara, F. P., Wang, J., Sullivan, S. D., Salkever, D. & MacKenzie, E. J. (2012). Utilization and costs of health care after geriatric traumatic brain injury. *Journal of neurotrauma*, 29(10), 1864-1871. <https://doi.org/10.1089/neu.2011.2284>
- Timiras, P. S. (2002). The nervous system: Structural and biochemical changes. In P. S. Timiras (Hrsg.), *Physiological Basis of Aging and Geriatrics* (3. Aufl., S. 99-118). CRC Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781420041279>
- Tykocki, T. & Guzek, K. (2016). Anticoagulation Therapy in Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*, 89, 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.01.063>
- Uccella, L., Zoia, C., Perlasca, F., Bongetta, D., Codecà, R. & Gaetani, P. (2016). Mild Traumatic Brain Injury in Patients on Long-Term Anticoagulation Therapy: Do They Really Need Repeated Head CT Scan? *World Neurosurg*, 93, 100-103. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.05.061>
- van Den Broeke-Vos, M., Jacobs, B., Coffeng, S., de Koning, M., Scheenen, M., van der Horn, H., Spikman, J. & van der Naalt, J. (2017). Alcohol-related mild traumatic brain injury and outcome in elderly patients at the Emergency Department. *European Journal of Neurology*, 24(S1), 221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ene.13367>
- Vogel, T., Ockert, B., Krötz, M., Linsenmaier, U., Kirchhoff, C., Pfeifer, K. J., Mutschler, W. & Mussack, T. (2008). [Progredient intracranial bleeding after traumatic brain injury. When is a control CCT necessary?]. *Unfallchirurg*, 111(11), 898-904. <https://doi.org/10.1007/s00113-008-1502-0> (Größenprogrediente intrakranielle Blutungen nach Schädel-Hirn-Trauma. Wann ist eine Kontroll-CCT erforderlich?)
- Wan, X., Liu, S., Wang, S., Zhang, S., Yang, H., Ou, Y., Zhao, M., James, L., Shu, K., Chen, J. & Lei, T. (2016). Elderly Patients with Severe Traumatic Brain Injury Could Benefit from Surgical Treatment. *World Neurosurg*, 89, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.01.084>
- Whitaker-Lea, W. A. & Valadka, A. B. (2017). Acute Management of Moderate-Severe Traumatic Brain Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 28(2), 227-243. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2016.12.002>
- Wolf, H., Machold, W., Frantal, S., Kecht, M., Pajenda, G., Leitgeb, J., Widhalm, H., Hajdu, S. & Sarahrudi, K. (2014). Risk factors indicating the need for cranial CT scans in elderly patients with head trauma: an Austrian trial and comparison with the Canadian CT Head Rule. *J Neurosurg*, 120(2), 447-452. <https://doi.org/10.3171/2013.10.Jns13726>
- Yokobori, S., Yamaguchi, M., Igarashi, Y., Hironaka, K., Onda, H., Kuwamoto, K., Araki, T., Fuse, A. & Yokota, H. (2016). Outcome and Refractory Factor of

Intensive Treatment for Geriatric Traumatic Brain Injury: Analysis of 1165 Cases Registered in the Japan Neurotrauma Data Bank. *World Neurosurg*, 86, 127-133.e121. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.09.105>

Zock, M., Werner, J., Bogner, V., Biberthaler, P., Kanz, K.-G. & Leidel, B. A. (2011). Internationale und nationale Leitlinien für die Indikation zur Bildgebung bei Verdacht auf leichtes Schädel-Hirn-Trauma. *Notfall & Rettungsmedizin*, 14, 275-285. <https://doi.org/10.1007/s10049-011-1422-3>

## 9 Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die Dissertation wurde von Herrn Prof. Dr. med. Bernd Kinner und Herrn Dr. med. Michael Zinke angeregt und in ihrer Ausarbeitung überwacht.

---

Dannik Haas, Regensburg den 28.03.2024

## 10 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Bernd Kinner ganz herzlich für die freundliche Überlassung des Forschungsthemas sowie die ausdauernde Unterstützung und den großen Einsatz für diese Studie.

Mein großer Dank gilt ebenso Herrn Dr. med. Michael Zinke für die überragende Betreuung und Begleitung, ein stets „offenes Ohr“ und die Beantwortung von E-Mails in Rekordzeit.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern, meinen Großeltern und meinen Brüdern Andri und Bennett, die stets an mich geglaubt und zu mir gehalten haben. Danke für eure unglaubliche Unterstützung über die gesamten letzten 26 Jahre.

Dank gebührt meinen Freunden Maximilian Friedrich, Frederik Barbian und Tim Hartenstein. Die Jahre des Medizinstudiums mit euch haben riesigen Spaß gemacht.

Mein Dank gilt auch Karin Stürner-Neth und Kristina Ebert für ihre vielfältige Unterstützung.

Zu guter Letzt: Meine liebste Leah, danke für Alles!

# 11 Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name: Dannik Hendrik Haas  
E-Mail dannik.haas@googlemail.com  
Geburtstag, -ort: 30.06.1997 in Stuttgart  
Staatsangehörigkeit: deutsch

## Beruflicher Werdegang

---

Seit 01.07.2023 Assistenzarzt  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
BG Klinik Tübingen

## Ausbildung

---

16.05.2022 bis 16.04.2023 Praktisches Jahr an der Universität Tübingen  
01.10.2016 bis 15.05.2022 Medizinstudium an der Universität Heidelberg, Fakultät  
Mannheim  
01.09.2007 bis 31.07.2015 Evangelisches Mörike Gymnasium Stuttgart

## Praktika

---

18.01.2021 bis 07.03.2021 Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart  
Orthopädie und Unfallchirurgie  
Famulatur  
02.03.2020 bis 16.03.2020 Praxis für Orthopädie und Sportmedizin Dres. med.  
Gräf/Breitfelder  
Orthopädie und Sportmedizin  
Famulatur  
22.07.2019 bis 20.08.2019 Praxis Pujol  
Allgemeinmedizin  
Famulatur

26.03.2019 bis 09.04.2019 Klinikum Stuttgart  
Augenheilkunde  
Famulatur

11.03.2019 bis 25.03.2019 Orthopädische Praxis Dres. med. Michael Schneider  
und Stephan Fritz  
Orthopädie und Unfallchirurgie  
Famulatur

04.09.2017 bis 03.10.2017 Sportklinik Stuttgart  
Orthopädie und Sportmedizin  
Pflegepraktikum

08.07.2017 bis 06.08.2017 Sportklinik Stuttgart  
Orthopädie und Sportmedizin  
Pflegepraktikum

06.03.2017 bis 04.04.2017 Sana Klinik Bethesda Stuttgart  
Orthopädie und Unfallchirurgie  
Pflegepraktikum

08.04.2013 bis 19.04.2013 Klinikum Stuttgart  
Mund, Kiefer und Gesichtschirurgie  
Berufsorientierendes Praktikum („BOP“)

19.03.2012 bis 27.03.2012 Sana Klinik Bethesda Stuttgart  
Geriatric  
Sozialpraktikum

### **Aushilfstätigkeiten**

---

01.06.2016 bis 30.09.2016 Hochland Kaffee Hunzelmann GmbH und Co. KG,  
Stuttgart  
Barista

28.09.2015 bis 31.12.2015 E. Breuninger GmbH & Co., Stuttgart  
Verkauf und Beratung Herrenkonfektion

20.07.2015 bis 19.08.2015 LEWA GmbH, Leonberg  
Montage

## **Ehrenamtliches Engagement**

---

01.01.2016 bis heute	Gründung, Umsetzung und Erhaltung der Web-basier-ten App „GO - Stuttgart“ in Kooperation mit „Lernort Ge-schichte“
04.08.2014 bis 16.08.2014	Mitarbeit im Ferienwaldheim der ev. Kirchengemeinde Stuttgart-Möhringen
29.07.2013 bis 10.08.2013	Mitarbeit im Ferienwaldheim der ev. Kirchengemeinde Stuttgart-Möhringen
01.11.2011 bis 31.07.2013	Jungscharleitung (CVJM)

## **Kenntnisse**

---

Sprachen:	Deutsch
	Englisch
	Französisch (Grundkenntnisse)
	Spanisch (Grundkenntnisse)

## **Auszeichnungen**

---

- Förderpreis Medienpädagogik der Stiftung „Medienkompetenz Forum Süd-west“ (Teil der Bundeszentrale für politische Bildung) als Gründungsmitglied der Web-basierten App „GO – Stuttgart“
- Preis der Landeshauptstadt Stuttgart für hervorragende Leistungen im Fach Gemeinschaftskunde
- Bischof-Sproll-Preis der Diözese Rottenburg-Stuttgart in Anerkennung der Leistungen im Fach katholische Religion
- Online-Stipendium e-fellows.net für hervorragende Abiturleistungen