

**Schockraumindikation nach Unfallhergang
in Korrelation zur Verletzungsschwere und
korrekten Anwendung durch den Rettungsdienst**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Lange, Carl-Luis
aus Bielefeld

Gießen 2025

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

Gutachter/in: Prof. Dr. Dr. Christian Heiß

Gutachter/in: PD Dr. Valesco Mann

Tag der Disputation: 15.07.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Definition Polytrauma	2
1.2	Objektivierung der Verletzungsschwere – verschiedene Scoring-Systeme	3
1.2.1	Physiologische Scoring-Systeme	3
1.2.1.1	Glasgow Coma Scale (GCS)	3
1.2.1.2	Revised Trauma Score (RTS)	5
1.2.2	Anatomisch morphologische/Verletzungsmuster-orientierte Scoring-Systeme	5
1.2.2.1	Abbreviated Injury Scale (AIS)	5
1.2.2.2	Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS/maxAIS)	8
1.2.2.3	Injury Severity Score (ISS)	8
1.2.2.4	New Injury Severity Score (NISS)	10
1.2.3	Kombinierte Scoring-Systeme	11
1.2.3.1	Trauma Injury Severity Score (TRISS)	11
1.2.3.2	Revised Injury Severity Classification Score (RISC)	13
1.2.3.3	Revised Injury Severity Classification Score II (RISC II)	14
1.3	Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland	15
1.3.1	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)	15
1.3.2	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)	15
1.3.3	Weißbuch Schwerverletztenversorgung der DGU	16
1.3.4	TraumaNetzwerk DGU	16
1.3.5	Universitätsklinikum Gießen	17
1.3.6	TraumaRegister DGU	19
1.3.7	S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung der DGU von 2016	20
1.3.8	Verkehrsunfall	20
1.4	Schockraumaktivierungskriterien der S3-Leitlinie von 2016	20
1.4.1	Anatomisch-physiologische Kriterien (GoR A)	21
1.4.2	Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	22
1.4.2.1	Sturz aus über drei Metern Höhe	23
1.4.2.2	VU mit Frontalaufprall mit Intrusion (von mehr als 50-75cm)	23

1.4.2.3	VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$..	24
1.4.2.4	VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	24
1.4.2.5	VU mit Tod eines Insassen	24
1.4.2.6	VU mit Ejektion eines Insassen	25
1.5	Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) allgemein	25
1.6	Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	26
2	Material und Methodik	27
2.1	Universitätsklinikum Gießen (UKGM) und Datenerfassung	27
2.2	Einschluss- und Ausschlusskriterien	27
2.3	Verletzungsschwere	27
2.4	Fallbeispiel – Berechnung der Verletzungsschwere	28
2.5	Schockraumindikation/Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	34
2.6	Demografische Daten	35
2.7	Treppensturz	36
2.8	Notarztbegleitung	36
2.9	Statistik	36
3	Ergebnisse	38
3.1	Demografische Daten	38
3.2	Schockraumindikation nach Unfallhergang/Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	39
3.3	Verletzungsschwere und Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	40
3.3.1	Durchschnittlicher MAIS, ISS und NISS	40
3.3.2	ISS in Kategorien	47
3.3.3	Durchschnittlicher MAIS, ISS und NISS – Alter	49
3.3.4	Altersgruppen und Unfallhergangs-Kriterien – Verteilung	52
3.3.5	Verletzungsschwere – Geschlecht	53
3.3.6	Verletzungsschwere – Wochentage	54
3.3.7	Verletzungsschwere – Monate	55
3.3.8	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	55
3.3.9	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Alter	56
3.3.10	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Geschlecht	57

3.4	Retrospektive klinische Reevaluierung der Indikation zur Schockraumeinweisung nach Unfallhergang	57
3.4.1	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) – Verletzungsschwere	58
3.4.2	ISS-Kategorien	64
3.4.3	Verletzungsschwere – Alter	67
3.4.4	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) – Schwerverletzung.....	67
3.5	Treppensturz.....	69
3.6	Notarztbegleitung	72
4	Diskussion.....	75
4.1	Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang in Korrelation zur Verletzungsschwere	75
4.2	Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang hinsichtlich einer korrekten Anwendung	79
4.3	„Treppensturz“ als mögliches Schockraumaktivierungskriterium nach Unfallhergang	81
4.4	Stellenwert einer notärztlichen Beurteilung der Verletzungsschwere	83
4.5	Schlussfolgerungen	83
4.6	Empfehlungen – Neue S3-Leitlinie und ein Ausblick	84
5	Zusammenfassung	89
6	Summary	91
	Abkürzungsverzeichnis	93
	Abbildungsverzeichnis.....	95
	Tabellenverzeichnis.....	97
	Literaturverzeichnis.....	99
	Publikationsverzeichnis / Vortrag-Poster-Verzeichnis.....	108
	Ehrenwörtliche Erklärung	109
	Danksagung	110
	Tabellarischer Lebenslauf.....	111

1 Einleitung

Weltweit verunfallen Menschen permanent, sei es beim Sport, bei der Arbeit, im häuslichen Umfeld oder im Straßenverkehr. Ein Unfall zählt in Deutschland neben Erkrankungen des Herz- und Kreislaufsystems, bösartigen Neubildungen und Stoffwechselkrankheiten zu den häufigsten Todesursachen. Durch einen Unfall (inklusive Spätfolgen) sind im Jahr 2020 ca. 30.000 Menschen in Deutschland gestorben. Hiervon umfasst sind u.a. ca. 3.000 Transportmittelunfälle und ca. 17.000 Stürze ¹. Bei Menschen unter 45 Jahren stellt der Verkehrsunfall, auch europaweit, eine häufige Todesursache dar ²⁻³.

(Verkehrs-)Unfälle können beim Verunfallten zu einem Polytrauma führen, das, wenn nicht schnell genug und adäquat behandelt, zu schwerwiegenden Folgen führen kann, im schlimmsten Fall zum Tod.

Trotz sich ständig verbessernder Medizin ist bei unter 45-Jährigen das Polytrauma auch heutzutage noch die häufigste Todesursache. Aufgrund des potenziell größeren Verlusts an (aktiven) Lebensjahren ist die sozioökonomische Relevanz des Polytraumas als bedeutender anzusehen als die von bösartigen Neubildungen und Erkrankungen des Herz-Kreis-Lauf-Systems ⁴.

Daher muss es Ziel der modernen Medizin sein, unter Unfallopfern Schwerverletzte präklinisch schnell und effizient mittels definierter Kriterien und ausgebildeten Personals zu identifizieren und einem Schockraum zuzuführen. Um das bestmögliche Outcome eines Patienten zu gewährleisten, und zugleich das Gesundheitssystem nicht durch eine übermäßig hohe Übertriage zu belasten, bedarf es einer ständigen Evaluation und kritischen Hinterfragung der bestehenden Schockraumalarmierungskriterien. Speziell die in der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ von 2016 definierten Unfallhergangs-Kriterien (GoR B), die in der klinischen Praxis zunehmend in Verdacht stehen, für eine bedeutende Übertriage verantwortlich zu sein, werden in dieser Arbeit hinsichtlich Effektivität, korrekter Anwendung und Schwere der diagnostizierten Verletzung untersucht.

1.1 Definition Polytrauma

Auf internationaler Ebene existieren verschiedene Definitionen eines Polytraumas. Eine international gültige und einheitliche Definition gibt es bisher nicht ⁵⁻⁸.

In Deutschland herrscht die „Definition nach Tscherne“ vor. Sie beschreibt das Polytrauma als simultan entstandene Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei eine der Verletzungen oder ihre Kombination lebensbedrohlich ist ^{4,9-10}.

Anatomisch wird eine Schwerverletzung nach dem „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“ der DGU und der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ der DGU von 2016 über einen Injury Severity Score (ISS) ≥ 16 operationalisiert ¹¹⁻¹². Dieser Schwellenwert dient dort der Abgrenzung des schwerverletzten Patientenkollektivs und als Bezugsgröße der Qualitätsindikatoren; eine eigene Definition des Polytraumas stellt er nicht dar. Auch international ist der ISS ≥ 16 als anatomisches Schwerekriterium etabliert ^{10,12-13}. Physiologische Faktoren, wie die nach Glasgow Coma Scale (GCS), Atemfrequenz und Blutdruck, werden hierbei außer Acht gelassen ⁹.

Die „Berlin-Definition“ kombiniert ein anatomisches Kriterium (AIS) mit physiologischen Faktoren (Erfüllung mind. eines) ⁹⁻¹⁰ und definiert ein Polytrauma wie folgt (Tab.1):

Abbreviated Injury Scale (AIS)	≥ 3 (für mindestens zwei oder mehrere unterschiedliche Körperregionen)	+	Erfüllung mind. eines der folgenden Faktoren:	
			Blutdruck	systolischer RR ≤ 90 mmHg
			Bewusstsein	GCS ≤ 8
			Säure-Basen-Haushalt	Azidose: BE $\leq -6,0$
			Hämostase	Koagulopathie: PTT ≥ 40 s oder INR $\geq 1,4$
			Alter	≥ 70 Jahre

RR= Blutdruck, mmHg = Millimeter-Quecksilbersäule, GCS = Glasgow Coma Scale, BE = Base Excess, PTT = Partielle Thromboplastinzeit, INR = International Normalized Ratio, AIS = Abbreviated Injury Scale

Tabelle 1: „Berlin-Definition“ Polytrauma ^{8,14}

1.2 Objektivierung der Verletzungsschwere – verschiedene Scoring-Systeme

Seit über drei Jahrzehnten werden sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene verschiedene traumatologische Scoring-Systeme erarbeitet, revidiert, erweitert und angewendet. Sie alle sollen der Einschätzung der Verletzungsschwere polytraumatisierter Patienten dienen. Zudem soll durch die Scoring-Systeme eine bestmögliche Dokumentation und Vergleichbarkeit von Verletzungsschwere und Verlaufsprognose der Patienten ermöglicht werden ¹⁵⁻¹⁶.

Anwendung finden die Scores in der notärztlichen Triage, der Schockraumbehandlung, dem Qualitätsmanagement der Schockraumversorgung und in der Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Krankenhauses respektive der verantwortlichen Abteilung ¹⁵.

Es wird zwischen anatomisch morphologischen/Verletzungsmuster-orientierten, rein physiologischen, biochemischen und kombinierten Scoring-Systemen unterschieden. Sie abstrahieren Verletzungsmuster, physiologische oder biochemische Marker in numerische Werte, um so Schweregrade zu kategorisieren. Auf diese Weise gehen zwar Informationen über den Patienten verloren, es ergibt sich aber die Möglichkeit, verschiedene Verletzungsmuster relativ einfach darzustellen und zu vergleichen ¹⁵.

Im Folgenden werden verschiedene traumatologische Scoring-Systeme vorgestellt und hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen beleuchtet.

1.2.1 Physiologische Scoring-Systeme

1.2.1.1 Glasgow Coma Scale (GCS)

1974 von Teasdale und Jennett publiziert, stellt die Glasgow Coma Scale (GCS) immer noch eines der meistgenutzten klinischen Instrumente zur effektiven Messung der Bewusstseinslage eines polytraumatisierten Menschen dar ¹⁷⁻¹⁹. Die Scale setzt sich aus drei Items zusammen: Augenöffnen, verbale Antwort und motorische Reaktion. Zu jedem werden je nach Reaktion des Patienten Punkte vergeben (Tab. 2):

Item	Reaktion des Patienten	Punkte
Augenöffnen	spontan	4
	auf Ansprache	3
	auf Schmerzreiz	2
	keine Reaktion	1
Verbale Antwort	orientiert	5
	verwirrt	4
	unzusammenhängende Worte	3
	unverständliche Laute	2
	keine	1
Motorische Reaktion	befolgt Aufforderungen	6
	gezielte Abwehr	5
	Zurückziehen	4
	Beugung	3
	Strecken	2
	keine	1
Summe	3-15 Punkte	

GCS = Glasgow Coma Scale

Tabelle 2: Glasgow Coma Scale (GCS) ¹⁵

Maximal erreichbar sind 15 Punkte (keine Bewusstseinsstörung), minimal drei Punkte (schwere Bewusstseinsstörung, komatöser Zustand). Die Summe des GCS spiegelt die Bewusstseinslage des Untersuchten wider und dient der Risikoeinschätzung, dem Monitoring und der Prognosestellung eines (poly)traumatisierten Patienten. Aufgrund ihres simplen Aufbaus, ihrer ebenfalls simplen Anwendung, ihrer hohen Validität und Vorhersagekraft ist die GCS aus der heutigen Notfallmedizin nicht wegzudenken. Sie bildet zudem die Basis vieler weiterer Scoring-Systeme, wie z.B. des Revised Trauma Scores (RTS), des Revised Injury Severity Classification Scores (RISC) und des Trauma Injury Severity Scores (TRISS) ^{15,18-19}.

Trotz ihrer simplen Anwendung ist die GCS untersucherabhängig. Eine zu schnelle, oberflächliche Beurteilung durch den Primär-Untersucher ist dringlich zu unterlassen, da diese zu einer falschen Prognose oder Therapie führen kann. Anzuführen ist unter anderem, dass die Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas (SHT) nicht unbedingt mit der GCS korrelieren muss und deren Anwendung insbesondere bei intubierten bzw. beatmeten Patienten als nicht aussagekräftig angesehen werden könnte ^{15,17}.

1.2.1.2 Revised Trauma Score (RTS)

Dieser ebenfalls physiologische Score dient der Feststellung der Verletzungsschwere von polytraumatisierten Patienten, sowohl präklinisch (also bei der Triage) als auch im Schockraum¹⁵. Im Gegensatz zu anatomischen Scores erlaubt der Revised Trauma Score (RTS) ein schnelles Scoring in Echtzeit²⁰. Zusätzlich zur GCS beinhaltet er den systolischen Blutdruck und die Atemfrequenz als Kriterien. Alle drei Werte werden mittels Koeffizienten in eine Zahl kodiert. Dieser Wert erlaubt so eine Beurteilung der physiologischen Reaktion eines Patienten auf ein Trauma^{15,20}.

Besonders gut lässt sich durch den RTS im Gegensatz zur GCS die Schwere eines Schädelhirntraumas vorhersagen¹⁵. Die Interrater-Reliabilität, also die Wiederholbarkeit durch verschiedene Beurteiler, dieses Scoring-Systems ist als hoch und die Mortalitätsprognose als präzise anzusehen²⁰.

Ähnlich der GCS ist jedoch auch dieser physiologische Score im Hinblick auf intubierte/beatmete Patienten kritisch zu betrachten. Es besteht die Gefahr einer Unterschätzung der Patienten-Überlebenswahrscheinlichkeit. Hier verliert die Validität des RTS, da anstatt der Verletzungsschwere eher die Güte der medizinischen Therapie gemessen wird¹⁵. Bezüglich sehr schwer verletzter Patienten bestehen Zweifel hinsichtlich der Sensitivität des RTS²⁰. Gemäß Cayten et al. (1991) ist der RTS bei Patienten mit niedriger energetischen Verletzungen nicht anwendbar²¹.

Trotz allem bildet der RTS eine Basis des Trauma Injury Severity Scores (TRISS). Letzterer ist bis heute ein internationaler Standard zur Vorhersage der Überlebenswahrscheinlichkeit polytraumatisierter Patienten^{16,22}.

1.2.2 Anatomisch morphologische/Verletzungsmuster-orientierte Scoring-Systeme

1.2.2.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)

1970 mit der Entwicklung begonnen, ist die Abbreviated Injury Scale (AIS) heutzutage ein internationales, universelles und interdisziplinäres Werkzeug zur objektiven Beschreibung der Verletzungsschwere eines (poly-)traumatisierten Patienten^{15,23–24}. Diese Beschreibung findet auf morphologisch/anatomischer Basis statt und behandelt die Lokalisation und Art einer Verletzung^{15,23,25}.

Die AIS besteht aus einer Vielzahl von Verletzungs-Gruppen (ca. 1300), welche sich in einem siebenstelligen Code widerspiegeln. Hierbei definiert jede Zahl an ihrer jeweiligen

Position innerhalb des siebenstelligen Codes ein bestimmtes Merkmal, wie in Tab. 3 dargestellt ¹⁵:

1. Stelle	Körperregion
2. Stelle	Typ der anatomischen Struktur
3.-4. Stelle	spezifische anatomische Struktur
5.-6. Stelle	Level
7. Stelle	AIS-Code

AIS = Abbreviated Injury Scale

Tabelle 3: AIS-Codierung ¹⁵

Die 7. Stelle, also der AIS-Code, lässt sich gemäß Tab. 4 einteilen in:

AIS-Code	AIS-Verletzungsschwere
0	unverletzt
1	gering
2	ernsthaft
3	schwer
4	sehr schwer
5	kritisch
6	maximal (nicht behandelbar)
9	unbekannt

AIS = Abbreviated Injury Scale

Tabelle 4: AIS-Code ^{15,23}

Zudem existieren folgende in Tab. 5 dargestellte AIS-Körperregionen:

AIS-Region	Körperteil
1	Kopf
2	Gesicht
3	Vorderseite Hals/Restlicher Hals
4	Thorax
5	Abdomen
6	Zervikales Rückenmark
6	Thorakales Rückenmark
6	Lumbales Rückenmark
6	Restliche zervikale Wirbelsäule
6	Restliche thorakale Wirbelsäule
6	Restliche lumbale Wirbelsäule
7	Obere Extremitäten
8	Untere Extremitäten
9	Unspezifisch

AIS = Abbreviated Injury Scale

Tabelle 5: AIS-Körperregionen ¹⁵

Der am Ende eruierte siebenstellige Code zeigt eine Einzelverletzung, ihre Lokalisation und die AIS-Verletzungsschwere auf. Zudem wird die Mortalität von Einzelverletzungen dargelegt, unabhängig von Behandlung und Therapie. Die Codierung nach AIS ist als sehr spezifisch und reliabel anzusehen. Die AIS unterliegt einer ständigen Aktualisierung und erfasst eine stetig wachsende Anzahl von Verletzungstypen ²⁴. Nach wie vor stellt sie ein universelles Tool zur objektiven Klassifizierung, methodischen Erfassung und wissenschaftlichen Vergleichbarkeit von Verletzungen dar.

Kritisch anzumerken ist jedoch, dass das korrekte Eruiere der Verletzungen mit Hilfe der AIS in der Praxis einige Zeit (ca. 15-30 Min.) in Anspruch nimmt und, wie u.a. bei der GCS, untersucherabhängig ist. Da Einzelverletzungen in Deutschland ICD-10 konform codiert und unverändert in die AIS aufgenommen werden, kann es zu einer Unterschätzung von Kombinationsverletzungen kommen. Um die Schwere des gesamten Verletzungsmusters eines polytraumatisierten Patienten adäquat zu scoren, reicht die AIS nicht aus. Es bedarf auf sie aufbauender Scoring-Systeme ^{15,23}.

1.2.2.2 Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS/maxAIS)

Wie die AIS beschreibt die Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS/maxAIS) die Verletzungsschwere. Um die MAIS zu berechnen, müssen ordinal skalierte Werte vorliegen. Relevant sind also nur die AIS-Codes der Verletzungsschwere 0 (unverletzt) bis 6 (maximal). Der AIS-Code mit einem Wert von 9, welcher für eine unbekannte AIS-Verletzungsschwere steht, wird also nicht berücksichtigt^{23,26}. In der Regel werden für bestimmte Körperregionen MAIS-Werte angegeben (Kopf, Thorax, Abdomen, Extremitäten). Nachdem den verletzten ISS-Körperregionen der Patienten MAIS-Werte zugeordnet wurden, ergibt der höchste Wert aller erhobenen den MAIS eines Patienten. Dieser kann zur Beurteilung der Verletzungsschwere herangezogen werden. Die MAIS ist ein gut etabliertes, international anerkanntes und zur Vergleichbarkeit der Verletzungsschwere geeignetes Scoring-System, das flächendeckend von medizinischem Personal genutzt wird^{13,26}.

1.2.2.3 Injury Severity Score (ISS)

Der Injury Severity Score (ISS) ist ebenfalls ein anatomischer Score zur Beschreibung der Verletzungsschwere eines polytraumatisierten Patienten. Seine Basis bildet die oben beschriebene AIS, speziell der an 7. Stelle stehende AIS-Code (siehe Tab. 4, 0 = unverletzt bis 6 = maximal (nicht behandelbar))¹⁵.

Es existieren sechs ISS-Regionen, wie in Tab. 6 dargestellt:

ISS-Region	Körperteil
1	Hals oder Kopf
2	Gesicht
3	Brust
4	Abdomen/Becken-Inhalt
5	Extremitäten oder Beckenring
6	Extern

ISS = Injury Severity Score

Tabelle 6: ISS-Regionen¹⁵

Um diese ISS-Regionen zu eruieren und damit arbeiten zu können, müssen die (neun) AIS-Körperregionen eines Patienten zuerst in die (sechs) ISS-Körperregionen umgewandelt werden. Diese Umwandlung findet sich nachfolgend in Tab. 7:

AIS-Körperregionen	ISS-Körperregionen					
	1 Kopf oder Hals	2 Gesicht	3 Brust	4 Abdomen/ Becken-Inhalt	5 Extremitäten oder Beckenring	6 Extern
1 Kopf	•					
2 Gesicht		•				
3 Vorderseite Hals/ Restlicher Hals	•					
4 Thorax			•			
5 Abdomen				•		
6 Zervikales Rückenmark	•					
6 Thorakales Rückenmark			•			
6 Lumbales Rückenmark				•		
6 Restliche zervikale Wirbelsäule	•					
6 Restliche thorakale Wirbelsäule			•			
6 Restliche lumbale Wirbelsäule				•		
7 Obere Extremitäten					•	
8 Untere Extremitäten					•	
9 Unspezifisch						•

AIS = Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score

Tabelle 7: Umwandlung AIS-Körperregionen in ISS-Körperregionen ¹⁵

Um den ISS zu berechnen, werden die AIS-Codes der drei am schwerstverletzten ISS-Körperregionen jeweils quadriert und ihre Summen addiert ¹⁵. Es folgt die Formel zur Berechnung:

$$\text{„ISS} = (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{A})^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{B})^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{C})^2 \text{“}^{15}.$$

Minimal erreichbar sind 1 Punkt bei einer singulären vernachlässigbaren Verletzung und maximal 75 Punkte bei einem Polytrauma. In dem Fall, dass ein AIS-Code einer Körperregion die maximale Verletzungsschwere (6 Punkte) erlangt, entfällt die beschriebene Berechnung und der ISS-Wert erreicht automatisch 75 Punkte, ist also maximal. Ein $\text{ISS} \geq 16$ Punkte kennzeichnet eine Schwerverletzung. Der ISS korreliert zudem mit der

Mortalität für eine singuläre Schwerstverletzung^{11–12,15,27–29}. Außerdem kann der ISS die Mortalität von polytraumatisierten Verkehrsopfern vorhersagen, welche präklinisch nicht versterben, unabhängig von der Dauer der notfallmedizinischen Behandlung an der Unfallstelle und der Transportzeit³⁰.

Der ISS ist ein internationales Scoring-System, das in der aktuellen Wissenschaft und klinischen Praxis ständige Anwendung findet, wenn es um die präklinische Beurteilung der Verletzungsschwere und die konsekutive Behandlung polytraumatisierter Patienten geht^{10–12,31–34}.

Kritisch anzumerken ist, dass der ISS nur die drei am schwerst verletzten Regionen des Körpers widerspiegelt, multiple Verletzungen einer Körperregion sowie weitere verletzte Körperregionen jedoch unbeachtet und unbewertet bleiben. Außerdem zeigen sich Probleme sowohl bei der Beurteilung von Patienten höheren Alters, als auch von schweren Schädel-Hirn-Traumata. Hier wird eine falsch niedrige Verletzungsschwere suggeriert. Da der ISS auf der AIS aufbaut, die AIS jedoch neun und der ISS sechs Körperregionen bewertet, die zudem nicht konform sind, kann es neben einem nicht unerheblichen Zeitaufwand auch zu Problemen bei der Berechnung und Beurteilung kommen¹⁵. Der ISS ist und bleibt dennoch eines der wichtigsten Scoring-Werkzeuge der internationalen Trauma-Epidemiologie^{13,16,29}.

Da der ISS, wie die AIS, ein rein anatomisch/Verletzungsmuster-orientiertes Scoring-System ist und er die (Patho-)Physiologie unbeachtet lässt, wurden kombinierte Scoring-Systeme entwickelt. Diese ersetzen den ISS jedoch nicht, sondern bauen zum Teil auf ihm auf oder ergänzen ihn. Der ISS hat sich als internationaler Standard etabliert^{35–37}.

1.2.2.4 New Injury Severity Score (NISS)

Der New Injury Severity Score (NISS) wurde 1997 von Osler et al. entwickelt und publiziert. Laut Osler et al. (1997) stellt dieser modifizierte Injury Severity Score eine Verbesserung des älteren ISS dar³⁸. Identisch zu der Berechnung des ISS werden ebenfalls drei AIS-Codes quadriert und ihre Summen anschließend addiert. Im Gegensatz zum ISS wird jedoch nicht der Fokus auf die drei am schwerst verletzten Körperregionen gelegt, sondern auf die Verletzungsschwere. Es können beim NISS somit alle drei AIS-Codes ein und derselben ISS-Körperregion entspringen und dort verschiedene Verletzungen betrachtet werden¹⁵. Es folgt die Formel zur Berechnung:

$$\text{„NISS} = (\text{AIS} \pm \text{CODE}_1)^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_2)^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_3)^2\text{“}^{15}.$$

Dies spiegelt sich im Scoring, verglichen mit dem ISS, als eine insgesamt höhere Bewertung der Verletzungsschwere wider. Daraus resultiert eine bessere Beurteilbarkeit der Behandlung, Therapie und des Outcomes von Mehrfachverletzungen. Bezüglich dieser scheinen die Sensitivität und Spezifität des NISS denen des ISS überlegen zu sein^{15,39–40}. Zudem haben der ISS und der NISS dieselbe Genauigkeit und Kalibrierung bezüglich multipler stumpfer Traumata³⁷. Hinsichtlich kindlicher Traumata scheinen der ISS und der NISS die Mortalität von leicht verletzten Kindern ebenbürtig vorherzusagen. Die Mortalität schwer verletzter Kinder hingegen scheint durch den NISS signifikant besser prognostiziert zu werden⁴¹. Des Weiteren scheint der NISS die funktionale Wiederherstellung nach muskuloskelettalen Verletzungen eines überlebenden Polytrauma-Patienten besser vorherzusagen als der ISS. Dies spricht für eine bessere Beurteilbarkeit hinsichtlich Effektivität der Trauma-Versorgung bei Anwendung des NISS⁴². In der Vorhersage der Mortalität von penetrierenden Verletzungen erscheinen ISS und NISS wieder ebenbürtig³⁵. Während gemäß Osler et al. (1997) der ISS durch den NISS ersetzt werden sollte³⁸, dürfe laut Husum et al. (2002) der ISS aufgrund seiner Bewährtheit als Goldstandard nicht ohne weiteres durch den NISS ersetzt werden³⁵. Unter anderem bei der Beurteilung von penetrierenden Traumata scheint der NISS zwar sensitiver, aber wenig spezifischer zu sein als der ISS³⁷.

In einer neueren Studie wurde gezeigt, dass sich die oben beschriebenen anatomischen Scores ISS und NISS gegen die physiologischen Scoring-Systeme durchgesetzt haben. Auch die Kombination von physiologischen und anatomischen Scores soll keinen Mehrnutzen bezüglich der Vorhersagekraft der Scoring-Systeme haben³⁶.

1.2.3 Kombinierte Scoring-Systeme

Die im Folgenden erläuterten Scoring-Systeme zeichnen sich durch eine Kombination von physiologischen Parametern und anatomischen Verhältnissen sowie Verletzungsmustern aus.

1.2.3.1 Trauma Injury Severity Score (TRISS)

Bei dem Trauma Injury Severity Score (TRISS) handelt es sich um ein kombiniertes Scoring-System. 1981 von Boyd et al. publiziert, dient er der Bestimmung der Überlebenswahrscheinlichkeit eines polytraumatisierten Patienten²² und sagt dessen Mortalität voraus⁴³. Der Score basiert auf dem ISS, dem RTS, dem Patientenalter und dem involvierten

stumpfen oder penetrierenden Verletzungsmechanismus. Beide Verletzungsmechanismen unterliegen einer separierten Betrachtung^{16,22}. Um noch einmal zu erinnern, der RTS beinhaltet die GCS, den systolischen Blutdruck und die Atemfrequenz und erlaubt so eine Beurteilung der physiologischen Reaktion eines Patienten auf ein Trauma^{15,20}. Bei dem Patientenalter unterscheidet der TRISS zwischen ≥ 54 Jahren und ≤ 54 Jahren¹⁵. Summa summarum kombiniert der TRISS also Anatomie/Verletzungsmuster mit (Patho-)Physiologie. Aus den oben genannten Daten errechnet sich die Überlebenswahrscheinlichkeit Ps (Probability of survival) mit Hilfe von Koeffizienten der Major Trauma Outcome Study (MTOS). Als Ergebnis können Werte zwischen 0 und 1 erreicht werden. 0 steht für keine und 1 für eine 100%ige Überlebenschance eines Polytrauma-Patienten²².

Die jahrelange internationale Beständigkeit und die zukünftige Benutzung des TRISS begründet sich zum einen durch seine hohe Reliabilität und zum anderen durch seine robuste Vorhersagefähigkeit^{15,44}.

Kritisch anzumerken ist, dass die dem TRISS zugrundeliegende MTOS angloamerikanischer Herkunft ist. Die dortigen Unfallgegebenheiten/-mechanismen sowie die präklinische Versorgung unterscheiden sich von denen europäischer Länder, so auch von Deutschland¹⁵. Eine 1:1 Übertragung auf das deutsche Rettungssystem müsste also zwangsläufig zu verfälschten Ergebnissen führen. Zudem scheint die Vorhersagefähigkeit der Überlebenswahrscheinlichkeit des TRISS bezüglich eines Patientenalters ≥ 80 Jahren und schwerer Schädel-Hirn-Traumata falsch-positiv zu sein. Da der TRISS auch den RTS zur Berechnung heranzieht, ist er in Hinblick auf intubierte/beatmete Patienten ebenfalls als kritisch zu betrachten. Es besteht auch hier die Gefahr einer Unterschätzung der Patienten-Überlebenswahrscheinlichkeit¹⁵.

Laut aktueller Studienlage sprechen gleichwohl seine einfache Berechnung, akkurate Berücksichtigung des Traumas, seine relativ hohe Unabhängigkeit von der Patientenversorgung und seine Zuverlässigkeit bezüglich der Mortalität und Überlebenswahrscheinlichkeit für den TRISS. Der TRISS bleibt ein internationaler Polytrauma-Prognose-Standard. Er hat lange Zeit auch seinen Beitrag zur Qualitätssicherung der Schwerstverletztenversorgung in Deutschland geleistet^{16,43}. Ein neu revidierter TRISS findet in der aktuellen britischen Verwundeten-Versorgung im Gefecht Anwendung⁴⁵.

1.2.3.2 Revised Injury Severity Classification Score (RISC)

Nachdem im TraumaRegister DGU® (TR-DGU) anfangs der TRISS Anwendung fand, wurde von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) ein eigener, neuer Score zur Mortalitäts-Prognose entwickelt, der Revised Injury Severity Score (RISC) (Tab. 8). Folgende 10 prognostische Faktoren eines polytraumatisierten Patienten, meist kurz nach Ankunft in der Klinik ermittelt, liegen der Berechnung des RISC zu Grunde ^{15–16,46–47}:

Prognostischer Faktor	Einheit
Patientenalter	In Jahren
AIS-Kopf	In Punkten
AIS-Extremitäten	In Punkten
New Injury Severity Score (NISS)	In Punkten
Glasgow Coma Scale (GCS)	In Punkten
Gerinnung (PTT)	In Sekunden
Base Excess	In mmol/L
Reanimation/syst. RR	In mmHg
Indirekte Blutungszeichen	Anzahl
Konstante	5

RISC = Revised Injury Severity Score, AIS = Abbreviated Injury Scale, NISS = New Injury Severity Score, GCS = Glasgow Coma Scale, PTT = partielle Thromboplastinzeit, RR = Blutdruck, mmHg = Millimeter-Quecksilbersäule, L= Liter

Tabelle 8: RISC – Prognostische Faktoren ^{15–16,46–47}

Das Ergebnis einer speziell vorzunehmenden Berechnung liegt zwischen 0 und 1. 0 steht für eine 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit, Werte >0 für eine höhere, Werte <0 für eine niedrigere Überlebenswahrscheinlichkeit ^{46–47}.

Die prognostische Qualität des RISC bezüglich der Differenzierung zwischen Überlebenden und Nicht-Überlebenden ist signifikant präziser als die des TRISS. Diskriminationsfähigkeit, Präzision und Kalibrierung sind ebenfalls befriedigender ⁴⁶. Manche Autoren plädieren dafür, den TRISS durch den RISC, aufgrund einer verlässlicheren Bewertung von polytraumatisierten Patienten, zu ersetzen ⁴⁷. Eine Studie merkt jedoch kritisch an, dass der RISC einen limitierten prädiktiven Wert bezüglich moderater bis schwerer traumatischer Gehirnverletzungen hat ⁴⁸. Weitere Kritikpunkte sind die relativ alte Daten-Basis (1993-2000) und der komplizierte Algorithmus zum Ersetzen fehlender Patienten-Werte ⁴⁹.

1.2.3.3 Revised Injury Severity Classification Score II (RISC II)

Seit 2014 existiert der RISC II, welcher verschiedene Vorteile und Verbesserungen gegenüber dem ursprünglichen RISC mit sich bringt (Tab. 9). Neue prognostische Faktoren werden hinzugefügt ^{49–51}:

Prognostischer Faktor
Geschlecht
Unfallmechanismus (stumpf oder penetrierend)
Vorerkrankungen (ASA-Klassifikation) vor dem Trauma
Pupillenweite und Lichtreaktion (nach Eppendorf Cologne Scale; ECS)
Schlimmste Verletzung, zweitschlimmste Verletzung
Blut-Hämoglobin (Hb)
Präklinische CPR

RISC II = Revised Injury Severity Classification Score, ECS = Eppendorf Cologne Scale, Hb = Hämoglobin, CPR = Cardiopulmonale Reanimation, ASA = American Society of Anesthesiologists

Tabelle 9: RISC II – Prognostische Faktoren ^{49–51}

Auch werden bestehende Faktoren adjustiert:

Die Gerinnung wird nun mit der International Normalized Ratio (INR) angegeben, dem aktuellen internationalen standardisierten Quick-Wert. Die GCS wird durch den vereinfachten Glasgow Coma Scale Motor Score ersetzt, der eine verlässlichere Prognose einer moderat bis schweren traumatischen Hirnverletzung und der Mortalität erlaubt ^{49,51–53}.

Diskriminationsfähigkeit, Präzision und Kalibrierung des RISC II sind noch einmal deutlich verbessert im Vergleich zum TRISS und RISC. Seine Anwendung ist einfacher geworden. Auch die dem Score zu Grunde liegenden Daten sind aktueller (2010/11/12; 30000 europäische Trauma-Patienten). Die Erfassung lediglich der schlimmsten und zweitschlimmsten Verletzung erscheint besser als die Berechnung des ISS und NISS. Sie scheint zu einer besseren Mortalitäts-Prognose eines polytraumatisierten Patienten respektive besseren Outcome zu führen. Zudem lässt diese Neuerung eine bessere Differenzierung zwischen multiplen und singulären Verletzungen zu. Auch Patienten mit partiell fehlenden Werten können nun im RISC II unkompliziert inkludiert werden. Das Patientenalter und der Unfallmechanismus sind jedoch unverzichtbare Voraussetzung. Somit lässt sich der RISC II für fast alle Polytrauma-Patienten berechnen ^{49–51}. Der RISC II erscheint also optimal in der Diskrimination und Prognose einer 30-Tages-Mortalität schwerstverletzter Trauma-Patienten ^{13,49,51,54}.

Kritisch betrachtet werden sollte auch bei diesem Score, dass Patienten mit einem ISS < 4 bei der Entwicklung des RISC II ausgeschlossen wurden. Deren maximale AIS-Verletzungsschwere betrug 1 (= gering verletzt)^{49,51}. Dies lässt schlussfolgern, dass die Mortalitäts-/Outcome-Prognose von leicht/niederschwellig verletzten Trauma-Patienten durch den RISC II als nicht adäquat anzusehen ist. Der Fakt, dass niederschwellig-Verletzte durch das Traumaregister-DGU unbeachtet bleiben, respektive bleiben können, unterstützt diese Aussage^{13,49}. Wie bei allen bereits aufgeführten Scoring-Systemen spielt auch beim RISC II die Erfahrung, der den Score anwendenden Person, eine Rolle. Es wird jedoch versucht, diesem Problem vorzubeugen und Prognosefehler zu minimieren. So sollen in Deutschland durch die Zusammenarbeit der Rettungsdienste, Kliniken und Traumazentren in gemeinsamen Trauma-Netzwerken die leichte Anwendbarkeit, die Interrater-Reliabilität, die Validität und die Vergleichbarkeit eines einheitlich erhobenen Polytrauma-Scores gesichert werden^{11,13}.

1.3 Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland

1.3.1 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) ist eine medizin-wissenschaftliche Fachgesellschaft, die sich mit Praxis, Klinik, Lehre und Forschung bezüglich Unfall-/Trauma-Folgen beschäftigt. Aktuell zählt sie ca. 4.700 Mitglieder. Ihr Aufgabenbereich ist präventiver, diagnostischer, therapeutischer und rehabilitativer Natur. Durch die Kooperation aller mitwirkenden Ärzte soll die Unfallchirurgie und -heilkunde in Deutschland durch Austausch, Kooperation, Aus-/Weiter- und Fortbildung stetig gefördert und die Versorgungsstruktur optimiert werden. Ebenfalls vertritt die DGU unfallchirurgische Interessen gegenüber der (Gesundheits-)Politik⁵⁵⁻⁵⁶.

1.3.2 Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU)

2008 wurde im Zusammenschluss mit der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) der gemeinnützige Verein Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) in Berlin ins Leben gerufen. Er kombiniert die Ziele und Aufgaben der beiden medizinwissenschaftlichen Gesellschaften und zählt aktuell ca. 10.400 Mitglieder⁵⁵⁻⁵⁶.

1.3.3 Weißbuch Schwerverletztenversorgung der DGU

Die DGU veröffentlichte im Jahr 2006 das erste „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“. Es liefert organisatorische, strukturelle und ausstattungstechnische Empfehlungen für die Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland ^{11,57–58}. Auch soll es deren Qualität und Sicherheit fördern. In ihm finden sich beispielsweise Empfehlungen zur Unfallprävention, zur Verbesserung der Versorgungskette und zum medizinisch und ökonomisch klugen Einsatz von Ressourcen. Ebenfalls finden sich in ihm konkrete Anforderungen an TraumaZentren DGU®, wie beispielsweise die exakte Zusammensetzung des Schockraumteams eines regionalen oder überregionalen TraumaZentrums DGU® ¹¹. Das TraumaNetzwerk DGU® wurde ins Leben gerufen, um diese Empfehlungen in der Realität umzusetzen ⁵⁹.

1.3.4 TraumaNetzwerk DGU

Bis 2006 herrschte in Deutschland Unklarheit darüber, wie viele Krankenhäuser existieren, die eine Versorgung schwerverletzter, polytraumatisierter Patienten in Deutschland gewährleisten. Es zeigte sich, dass die Anzahl national gesehen ausreichend war. Jedoch wurden regionale Unterschiede festgestellt ⁶⁰. Im Osten wurde das Rettungssystem nach der Wende zwar optimiert, im Jahr 2000 war beispielsweise die Luftrettung bei Primäreinsätzen jedoch noch nicht ausreichend organisiert ⁶¹. Ebenfalls wurden regionale Unterschiede hinsichtlich genügender Ausstattung der Krankenhäuser und verschiedener infrastruktureller Voraussetzungen festgestellt ⁶⁰. Aus diesem Grund initiierte die DGU im Jahr 2008 das Projekt TraumaNetzwerk DGU. Es soll sicherstellen, dass Krankenhäuser einer Region, welche regelmäßig Schwerverletzte versorgen, geprüft, zertifiziert und untereinander vernetzt werden. Mit einbegriffen sind Ärzte, Rettungsdienste, Zentren, die spezialisiert schwerverletzte Patienten (Schwerbrand, Rückenmark) versorgen und auch Replantationszentren ^{58–59}.

Ein TraumaNetzwerk einer Region besteht aus lokalen, regionalen und überregionalen Traumazentren. Entsprechend ihrer Einstufung finden sich hier entsprechende spezielle fachliche, personelle, strukturelle und apparative Ressourcen zur optimalen Versorgung polytraumatisierter Patienten. Durch diese Art der ständig optimierten Prozess- und Strukturqualität der TraumaZentren DGU wird gewährleistet, dass schwerverletzte Patienten in ganz Deutschland 24 Stunden lang, an 365 Tagen im Jahr, aufgenommen und behandelt werden. Es ist zudem geregelt, dass ein Patient entsprechend seines Verlet-

zungsmusters innerhalb von 30 Minuten in einem adäquaten TraumaZentrum DGU® eingetroffen sein sollte. Das TraumaNetzwerk DGU sorgt für eine interne und externe Qualitätssicherung aller teilnehmenden Kliniken ^{11,57–59}. Das letzte TraumaNetzwerk DGU wurde im Oktober 2015 zertifiziert. Momentan existieren 600 kooperierende TraumaZentren DGU in 52 regionalen TraumaNetzwerken DGU (Abb. 1). Die Versorgung von Schwerverletzten ist aktuell flächendeckend und standardisiert. Ziel ist es, für jeden Patienten, egal an welchem Ort in Deutschland und zu welcher Zeit, gleichwertig das Überleben und die bestmögliche Lebensqualität zu gewährleisten ¹¹.



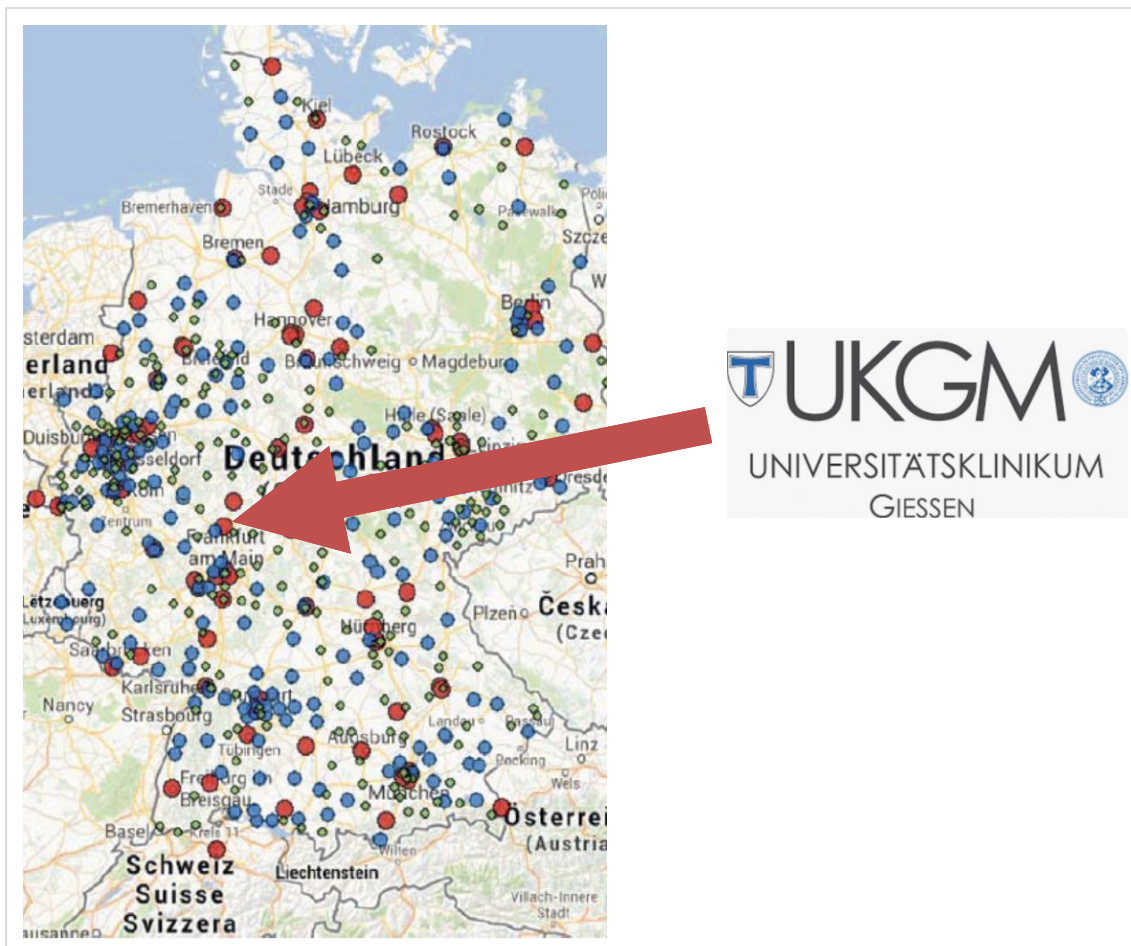
TZ = TraumaZentrum, TNW = TraumaNetzwerk

Abbildung 1: Zertifizierte TraumaNetzwerke ⁶²

1.3.5 Universitätsklinikum Gießen

Das Universitätsklinikum Gießen (UKGM, Standort: Gießen) stellt ein Maximalversorgungszentrum respektive zertifiziertes überregionales TraumaZentrum Level 1 der DGU dar ⁶³. Jährlich kommt es zu >1200 Schockraumkontakten in seinen Schockräumen (1 Doppelschockraum, 3 Einzelschockräume).

Die Verortung des Universitätsklinikums Gießen in der Bundesrepublik Deutschland ist in der folgenden Grafik dargestellt (Abb. 2). Hier werden alle sich in Deutschland befindlichen zertifizierten TraumaZentren abgebildet, lokale, regionale und überregionale TraumaZentren. Das Universitätsklinikum Gießen stellt ein überregionales TraumaZentrum dar, relativ zentral gelegen in Deutschland, in der Region Mittelhessen (siehe roter Pfeil).



Zertifizierte Traumazentren (TZ) in den unterschiedlichen Versorgungsstufen (klein/grün = lokale TZ; mittelgroß/blau = regionale TZ; groß/rot = überregionale TZ); roter Pfeil = Verortung Universitätsklinikum Gießen in Deutschland

Abbildung 2: Verortung TraumaZentrum Universitätsklinikum Gießen ⁶⁴

Folgend ist das TraumaNetzwerk Hessen/ Region Mittelhessen grafisch abgebildet (Abb. 3). Die in die Landschaftskarte orange eingezeichnete wolkenförmige Begrenzung verdeutlicht die Erreichbarkeit der abgebildeten Kliniken der Region in einem Radius von 30 Kilometern. Die beiden überregionalen TraumaZentren in dieser Region sind das Universitätsklinikum Gießen und das Universitätsklinikum Marburg ⁶⁵.



*roter Punkt = überregionales TraumaZentrum, blauer Punkt = regionales TraumaZentrum,
grüner Punkt = lokales TraumaZentrum*

Abbildung 3: TraumaNetzwerk Hessen/Region Mittelhessen ⁶⁵

1.3.6 TraumaRegister DGU

Bereits 1992 wurde durch die DGU die Arbeitsgruppe „Scoring“ gegründet, die 1993 das TraumaRegister DGU entwickelte ^{58,66}. Es ist ein Tool des TraumaNetzwerk DGU und dient einer effizienteren Versorgung Schwerverletzter. Im internationalen Vergleich ist es eines der größten Register seiner Art. Sobald eine Klinik Teil des TraumaNetzwerk DGU ist, verpflichtet sie sich, Daten der Behandlung der durch einen Unfall verletzten Patienten im TraumaRegister DGU zu dokumentieren ^{59,67}. Die Daten eines Patienten werden prospektiv dokumentiert. Der Erhebungszeitraum erstreckt sich vom Unfallort bis zur Entlassung und gliedert sich in vier Zeitphasen: Prähospitale Phase, Schockraum, Intensive Care Unit und Entlassung. In der Datenerhebung sind u.a. inkludiert: Verletzungsmuster, demografische Daten und Laborbefunde ⁶⁸. Diese nationale und standardisierte Dokumentation erlaubt eine vergleichende Effektivitätsprüfung und externe Qualitätssicherung der Schwerverletztenversorgung ^{59,67}.

1.3.7 S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung der DGU von 2016

Die Algorithmen, nach denen ein Patient am Unfallort gerettet, primär versorgt und in ein Krankenhaus eingewiesen wird, und auch Behandlungsstandards sind in der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ der DGU von 2016 evidenzbasiert erläutert und definiert^{11–12,59}. Sie definiert u.a. Schockraumaktivierungskriterien. Der Rettungsdienst respektive der zuständige Notarzt soll mit Hilfe der in der S3-Leitlinie definierten Störungen der Vitalparameter, der festgestellten Verletzungen oder des Unfallhergangs über eine Schockraumeinweisung eines in einen Unfall involvierten Patienten entscheiden^{11–12}.

1.3.8 Verkehrsunfall

Die Definition eines Verkehrsunfalls, in Deutschland, basiert auf der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs. BGH (Urteil vom 27.07.1972 – StR 287/72): „Die Entscheidung entspricht der auf das Reichsgericht (RGSt 75, 355, 360) zurückgehenden ständigen Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs. Danach ist unter dem Begriff "Verkehrsunfall" jedes mit dem Straßenverkehr und seinen Gefahren ursächlich zusammenhängende Ereignis zu verstehen, durch das ein Mensch zu Schaden kommt oder ein nicht ganz belangloser Sachschaden verursacht wird (BGHSt 8, 263 ff). Der Kennzeichnung eines solchen Geschehens als Verkehrsunfall steht nicht entgegen, dass ein daran Beteiligter es vorsätzlich herbeigeführt hat, wenn nur einem anderen ein von ihm ungewollter Schaden entstanden ist. Dann handelt es sich mindestens für diesen anderen um ein ungewolltes, ihn plötzlich von außen her treffendes Ereignis (BGHSt 12, 253 ff, 256; BGH VRS 11, 425; 21, 113, 117; 28, 359; 36, 23, 24).“⁶⁹.

1.4 Schockraumaktivierungskriterien der S3-Leitlinie von 2016

Eine korrekte und effiziente Triage polytraumatisierter Patienten durch den Rettungsdienst ist von existentieller Bedeutung, um schwerstverletzte Patienten schnell identifizieren und einem Schockraum zuführen zu können. Eine Schockraumindikation, die die umfassendste notfallmedizinische Behandlung und Überwachung nach sich zieht, wird anhand verschiedener Kriterien durch den lokalen Rettungsdienst gestellt^{12,57}. Diese sogenannten Schockraum-Aktivierungskriterien werden in der aus dem Jahr 2016 stammenden S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung definiert^{12,34}.

Sie sind zum einen pathologisch/physiologisch/anatomischer Natur (GoR A) und zum anderen eher technischer Natur – unfallbezogene/-abhängige Kriterien – (GoR B) ¹².

An dieser Stelle sei erwähnt, dass eine „Grade of Recommendation A“ (GoR A) eine „Soll“-Empfehlung darstellt. Eine „Grade of Recommendation B“ (GoR B) stellt eine „Sollte“-Empfehlung dar ¹².

In dieser Arbeit werden hauptsächlich die Aktivierungskriterien betreffend den Unfallhergang (GoR B) – Unfallhergangs-Kriterien - untersucht und in Hinblick auf ihre Effizienz überprüft. Diese Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) sind die Grundlage der später erfolgenden Datenerfassung und -auswertung. Im Rahmen dessen ist jedoch auch die Kenntnis der physiologisch-anatomischen GoR-A-Kriterien unumgänglich.

1.4.1 Anatomisch-physiologische Kriterien (GoR A)

Die S3-Leitlinie von 2016 definiert zwölf anatomisch-physiologische Schockraum-Aktivierungskriterien (GoR A) (Tab. 10). Diese Kriterien beruhen auf definierten Störungen von Vitalparametern und auf definierten Verletzungstypen bei Trauma-Patienten. Trifft präklinisch eines dieser 12 Kriterien zu, soll ein Patient durch den Rettungsdienst in den Schockraum eines Krankenhauses eingewiesen und dort adäquat behandelt werden ¹².

Störung der Vitalparameter	Systolischer Blutdruck unter 90 mmHg nach Trauma (altersadaptiert bei Kindern)
	GCS unter 9 nach Trauma
	Atemstörungen/Intubationspflicht nach Trauma
Festgestellte Verletzungen	Penetrierende Verletzungen der Rumpf-/Hals-Region
	Schussverletzungen der Rumpf-/Hals-Region
	Frakturen von mehr als 2 proximalen Knochen
	Instabiler Thorax
	Beckenfrakturen
	Amputationsverletzung proximal der Hände/Füße
	Querschnittsverletzung
	Offene Schädelverletzung
	Verbrennung >20% von Grad ≥ 2 b

GoR A = Grade of Recommendation A, mmHg = Millimeter-Quecksilbersäule, GCS = Glasgow Coma Scale

Tabelle 10: Anatomisch-physiologische Schockraumaktivierungskriterien (GoR A) ^{11–12}

1.4.2 Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

Ebenfalls definiert die S3-Leitlinie von 2016 sechs unfallbezogene/-abhängige Schockraum-Aktivierungskriterien (GoR B) (Tab. 11). Diese Kriterien beruhen nicht auf anatomischen Gegebenheiten oder physiologischen Störungen, sondern allein auf dem Unfallhergang ¹².

Unfallbezogene/-abhängige Aktivierungskriterien
Sturz aus über drei Metern Höhe
VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm
VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$
VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision
VU mit Tod eines Insassen
VU mit Ejektion eines Insassen

GoR B = Grade of Recommendation B, VU = Verkehrsunfall

Tabelle 11: Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) ¹¹⁻¹²

Ist eines dieser sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) erfüllt, sollte laut S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung der DGU von 2016 eine umgehende Schockraumeinweisung durch den Rettungsdienst und eine konsekutive Schockraumbehandlung des Patienten erfolgen. Die Schockraumaktivierung geht mit einem erheblichen Zeitaufwand einher ¹¹⁻¹². Zudem bindet sie neben apparativen insbesondere erhebliche personelle, somit pflegerische und (fach)ärztliche Ressourcen ¹¹.

Anzumerken ist, dass die Publikationen, die diesen Leitlinien-Empfehlungen von 2016 als Grundlage dienen, teilweise bis zu 32 und die den Publikationen zugrunde liegenden Daten bis zu 40 Jahre alt sind ¹². Zudem basieren die Daten auf dem amerikanischen Rettungssystem, welches sich in Struktur und Organisation deutlich von dem deutschen Rettungssystem unterscheidet ⁷⁰. Die deutschen Verhältnisse werden nicht adäquat widergespiegelt. Auch sei erwähnt, dass die Kriterien, welche an die des American College of Surgeons anlehnen, ursprünglich nicht einer Schockraum-Aktivierung dienen sollten ^{34,71-72}.

Die Unfallhergangs-Kriterien werden in der Wissenschaft breiter diskutiert und bezüglich ihrer Prognosefähigkeit einer Schwerverletzung als kritisch eingestuft. Die Meinungen diesbezüglich sind divers ^{10,12,34}. Im Folgenden wird auf die sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) im Einzelnen eingegangen.

1.4.2.1 Sturz aus über drei Metern Höhe

Wenn ein Patient aus einer Höhe von über 3 Metern stürzt, sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugewiesen werden ¹².

Nach Teresinski et al. (2016) besteht eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Sturzhöhe und der Verletzungsschwere eines Patienten, gemessen am ISS. Nicht jedoch zwischen der Sturzhöhe und der MAIS einer Körperregion. Zudem müssten für eine genaue Bewertung der Folgen eines Sturzes und der daraus abzuleitenden Verletzungsschwere weitere Faktoren wie die Aufpralloberflächenbeschaffenheit, das Patientenalter, die muskuläre Spannung und die Abwehrmechanismen des Patienten mitevaluiert werden ⁷³. Kohn et al. (2004) zeigten in einer prospektiven Studie, dass von allen Patienten, die aus einer Höhe von mehr als 6 Metern stürzten, 9,4% schwerverletzt waren. In diesen Fällen war eine Not-OP und/oder Intensiv-Überwachung unumgänglich ⁷⁴. Yagmur et al. (2004) eruierten, dass der Tod als Folge eines Sturzes bei einer Durchschnittshöhe von 9 Metern liegt ⁷⁵. Laut Dehli et al. (2016) zeigt sich für eine Verletzungsschwere von einem ISS >15 ein positiv prädiktiver Wert von 50% bei einem Sturz aus >5 Metern ⁷⁶.

Zur Sturzhöhe von 3 bis 5 Metern ist die Literaturrecherche hinsichtlich daraus folgender Schwerverletzungen unergiebig.

1.4.2.2 VU mit Frontalaufprall mit Intrusion (von mehr als 50-75cm)

Sobald ein Patient in einen Verkehrsunfall involviert ist und eine bedeutende Deformierung/Intrusion des ihn transportierenden KFZ (>50-75cm) stattgefunden hat, sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugewiesen werden ¹².

Stefanopoulos et al. (2003) sehen die Intrusion als relevanten Faktor für Verletzungen der Fahrzeuginsassen. Die Anzahl der untersuchten Fälle lag bei 48 und es wurden nur Autos ohne Airbag untersucht ⁷⁷.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer Intrusion von mehr als 30 cm und dem Vorliegen einer Schwerverletzung besteht laut mehrerer Studien allerdings nicht ^{70,78}. Zudem kann die Intrusionstiefe in der Notfallsituation durch den Schockraumzuweiser meistens nur geschätzt und nicht exakt berechnet werden ⁷⁸. Es ist also fraglich, inwieweit eine errechnete oder geschätzte Intrusion von 50-75 cm in der Notfallsituation eine Schwerverletzung sicher prognostizieren kann und eine Schockraumeinweisung indiziert ist.

1.4.2.3 VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$

Sobald ein Patient in einen Verkehrsunfall mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ involviert ist, sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugewiesen werden ¹².

Zwei aktuelle Veröffentlichungen legen dar, dass die Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ isoliert betrachtet keinen prädiktiven Wert bezüglich der Verletzungsschwere eines Verkehrsunfallopfers hat ^{10,79}. Somit ist eine Schockraumzuweisung aufgrund dieses Kriteriums als fragwürdig zu betrachten.

1.4.2.4 VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision

Sobald ein Patient in einen Verkehrsunfall, der eine Kollision eines KFZ mit einem Fußgänger oder einem Zweirad beinhaltet, involviert ist (zugehörig zu letzteren beiden Gruppen), sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugewiesen werden ¹².

Ein VU mit Fußgängerkollision allein ist nach Kohn et al. (2004) wenig geeignet, um eine Schockraumindikation zu stellen ⁷⁴. Engum et al. (2000) schreiben diesem Kriterium (bei ca. 30 km/h) ebenfalls niedrigste prädiktive Werte zu ⁸⁰. Es bedarf weiterer Studien, um die Validität dieses Kriteriums hinsichtlich seiner Prognosefähigkeit einer Schwerkverletzung und einer konsekutiven Schockraumeinweisung zu überprüfen.

1.4.2.5 VU mit Tod eines Insassen

Sobald ein Patient in einen Verkehrsunfall involviert ist, bei dem im selben KFZ ein Insasse gestorben ist, sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugewiesen werden ¹².

Lerner et al. (2011) schreiben diesem Kriterium einen guten prädiktiven Wert zu ³³. Das Letalitäts- und OP-Risiko eines Menschen, dessen Mitfahrer am Unfallort gestorben ist, kann laut Knopp et al. (1988) erhöht sein. Hinsichtlich der prognostischen Stärke dieses Schockraum-Aktivierungskriteriums wurden jedoch nur schlechte positiv prädiktive Werte gefunden ⁸¹. Engum et al. (2000) präsentieren sogar niedrigste prädiktive Werte ⁸⁰. Eine Korrelation zwischen Tod eines Insassen und einer Schwerkverletzung des betrachteten Patienten liegt laut Palanca et al. (2003) nicht vor ⁷⁸. Laut Kohn et al. (2004) erscheint es fragwürdig, dieses Aktivierungskriterium isoliert als Indikator für eine Schockraumzuweisung zu nutzen ⁷⁴.

1.4.2.6 VU mit Ejektion eines Insassen

Sobald ein Patient bei einem Verkehrsunfall aus einem KFZ ejektiert wird, sollte er gemäß der S3-Leitlinie von 2016 einem Schockraum zugeführt werden ¹².

Es hat sich gezeigt, dass die Verursachung schwerer Verletzungen mit der Ejektion eines Insassen aus dem Fahrzeug in Zusammenhang steht ⁷⁸. Diesem Aktivierungskriterium wird ein guter prognostischer Wert zugeschrieben ^{82–83}. Laut Dehli et al. (2016) zeigte sich für eine Verletzungsschwere von einem ISS >15 ein positiv prädiktiver Wert von 66% bei einem Verkehrsunfall mit Ejektion ⁷⁶.

Knopp et al. (1988) schreiben diesem Kriterium jedoch schlecht positiv prädiktive Werte zu ⁸¹. Aus diesem Grund wird auch laut Kohn et al. (2004) dieses Aktivierungskriterium und seine Vorhersagekraft einer Schwerstverletzung respektive die daraus folgende Einweisung in den Schockraum als kritisch angesehen ⁷⁴.

1.5 Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) allgemein

Es existiert lediglich eine Studie, die die Vorhersagekraft für eine Schwerverletzung speziell der in der deutschen S3-Leitlinie von 2016 definierten sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in ihrer Gesamtheit betrachtet ³¹. Der Unfallhergang generell ist auch Gegenstand internationaler Studien. Santaniello et al. (2003) legen dar, dass ein ISS-Wert ≥ 15 bei 8% der eingewiesenen Patienten vorlag, sofern Unfallmechanismus-Kriterien angewendet wurden ³². Lerner et al. (2011) zeigen, dass 9% der wegen Unfallmechanismus-Kriterien eingewiesenen Patienten eine Traumacenter-Behandlung benötigten, die mit einem ISS ≥ 15 definiert wurde ³³. In der einzigen Studie, die explizit die „deutschen“ Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) generell untersucht, zeigen Schweigkofler et al. (2019), dass die danach in den Schockraum eingewiesenen Patienten zu 19,5% schwerverletzt waren ³¹. In der S3-Leitlinie von 2016 selbst wird darauf hingewiesen, dass sich in der Literatur Hinweise auf Übertriage-Raten von bis zu 92% finden, wenn alleinig der Unfallhergang als Schockraum-Einweisungskriterium utilized wird ^{12,32,82–83}. Trotzdem bleibt es in der S3-Leitlinie bei den sechs Unfallhergangs-Kriterien für eine Schockraumaktivierung. Die Literaturrecherche zeigt, dass eine Korrelation zwischen dem Unfallhergang und der Verletzungsschwere eines Patienten grundsätzlich zu bestehen scheint, eine Überprüfung der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) hinsichtlich ihrer Prognosefähigkeit für eine Schwerverletzung und der aus ihnen resultierenden Schockraumindikation jedoch weiterhin erfolgen muss ^{10,31,34}. Nur so lässt sich eine Übertriage verhindern, welche

dem verunfallten Patienten primär zwar nicht schadet, jedoch enorme organisatorische, finanzielle und personelle Probleme mit sich bringt. Gleichzeitig muss jedoch auch eine Untertriage, die dem Patienten direkt schadet, vermieden werden ³⁴.

Es fehlen bezüglich der sechs (deutschen) Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 neuere – dem deutschen Rettungssystem entstammende – Daten, und eine wissenschaftliche Evaluierung und Validierung steht noch aus. Nur anhand derer kann in Zukunft eine effizientere Schockraumzuweisung gewährleistet werden.

1.6 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Daher ist das Ziel dieser Arbeit, die Effizienz der sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ von 2016 im Identifizieren schwerverletzter Patienten ($ISS \geq 16$) zu untersuchen.

Es wird die Schockraumindikation nach Unfallhergang in Korrelation zur Verletzungsschwere geprüft: Wie hoch ist die durchschnittliche Verletzungsschwere aller Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Jahren 2018 und 2019 in den Schockraum des Universitätsklinikums Gießen eingeliefert wurden? Wie viele von ihnen sind tatsächlich schwerverletzt ($ISS \geq 16$)?

Ebenso werden erstmals die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) hinsichtlich einer korrekten (präklinischen) Anwendung durch den Rettungsdienst untersucht. Eine retrospektive klinische Reevaluation soll zeigen, ob die Unfallhergangs-Kriterien korrekt durch den lokalen Rettungsdienst angewendet wurden oder nicht, um einen Patienten einem Schockraum zuzuweisen. Zudem wird aufgezeigt, welche Verletzungsschwere korrekt oder nicht korrekt in den Schockraum eingewiesene Patienten aufweisen, und ob sie schwerverletzt ($ISS \geq 16$) waren oder nicht.

So soll insgesamt evaluiert werden, inwieweit die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B), korrekt und nicht korrekt angewendet, eine Schockraumeinweisung und -behandlung legitimieren oder nicht.

Überdies wird anhand des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in die Schockräume nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden) untersucht, inwiefern bis dato noch nicht in der Leitlinie von 2016 definierte Schockraumaktivierungskriterien aus der vorliegenden Untersuchung ableitbar sind, die in Zukunft eine größere Bedeutung spielen könnten.

2 Material und Methodik

2.1 Universitätsklinikum Gießen (UKGM) und Datenerfassung

Das Universitätsklinikum Gießen (UKGM) ist ein nationales Level 1 Trauma Center der DGU, in dessen Schockräumen (1 Doppelschockraum, 3 Einzelschockräume) jährlich >1200 Trauma-Patienten behandelt werden. Die retrospektive Analyse umfasst Daten von 694 Patienten, abgeleitet aus dem IVENA-PatientenzuweisungsCode (PZC)/der Rückmeldeindikation, dem Schockraum-Buch und der elektronischen Patientenakte. Ein positives Ethikvotum der Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der JLU Gießen liegt vor (AZ 200/20).

2.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien

In die Datenauswertung eingeschlossen werden alle Patienten (>0 Jahre) aus den Jahren 2018 und 2019, die nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum des UKGM, Standort: Gießen, eingeliefert wurden.

Ausgeschlossen werden alle Patienten aus den Jahren 2018 und 2019, die nicht nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum des UKGM, Standort: Gießen, eingeliefert wurden. Auch werden Patienten derselben Jahre exkludiert, die zwar nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen, jedoch sekundär eingewiesen/aus einem anderen Krankenhaus verlegt wurden.

2.3 Verletzungsschwere

Alle erworbenen Verletzungen eines jeden einzelnen Patienten, die vor, während und nach der Schockraumeinweisung/-behandlung dokumentiert wurden (u.a. Rettungs-dienstprotokoll, Schockraum-Buch, Arztbrief, ärztlicher Verlauf, Bildgebung), werden evaluiert. Jede einzelne Verletzung eines Patienten wird anschließend auf Basis des AIS (AIS Version 2005/Update 2008) bewertet und entsprechend codiert.

Anschließend wird jeder Verletzung eine von neun AIS-Körperregionen zugeordnet und diese dann jeweils in eine der sechs ISS-Körperregionen umgewandelt (gemäß Tab. 7, Seite 9). Auf Basis der AIS-Codes und der ISS-Körperregionen erfolgt dann die Berechnung nach den verschiedenen Scoring-Systemen. Dies ermöglicht schlussendlich die klinische Evaluierung der Verletzungsschwere.

Um die Verletzungsschwere eines jeden Patienten national als auch international, vergleichbar und verständlich darzulegen, werden in dieser Arbeit der Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), der Injury Severity Score (ISS) und der New Injury Severity Score (NISS) berechnet (Definition und Berechnung auf den Seiten 8 bis 11).

Für die Evaluierung der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) hinsichtlich eines korrekten Detektierens von Schwerverletzten ist die gewählte Definition der Schwerverletzung von Bedeutung. In dieser Arbeit wird, zwecks nationaler und internationaler Vergleichbarkeit, eine Schwerverletzung als ein $ISS \geq 16$ definiert. Diese Definition findet ebenfalls Anwendung in aktuellen Publikationen, dem „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“ der DGU und der „S3-Leitlinie Polytrauma/ Schwerstverletzten-Behandlung“ von 2016.

2.4 Fallbeispiel – Berechnung der Verletzungsschwere

Beispiel-Patient:	XY
Unfallhergang:	Sturz von Balkon, ca. 4 Meter
Unfallhergangs-Kriterium (GoR B):	Sturz aus >3 Metern Höhe
Vorliegende Verletzungen:	Rippenserienfraktur 1.- 8. rechts Lendenwirbelkörper (LWK) 1 Processus Transversus Fraktur LWK 2 Processus Transversus Fraktur Sternum-Fraktur Prellmarke Unterschenkel rechts

Es erfolgt die Zuordnung der Verletzungen des Beispiel-Patienten zu den in der Tabelle 12 ersichtlichen AIS- und ISS-Körperregionen (siehe rote Kreise):

	ISS-Körperregionen					
AIS-Körperregionen	1 Kopf oder Hals	2 Gesicht	3 Brust	4 Abdomen/ Becken-Inhalt	5 Extremitäten oder Beckenring	6 Extern
1 Kopf	•					
2 Gesicht		•				
3 Vorderseite Hals/ Restlicher Hals	•					
4 Thorax			•			
5 Abdomen				•		
6 Zervikales Rückenmark	•					
6 Thorakales Rückenmark			•			
6 Lumbales Rückenmark				•		
6 Restliche zervikale Wirbelsäule	•					
6 Restliche thorakale Wirbelsäule			•			
6 Restliche lumbale Wirbelsäule				•		
7 Obere Extremitäten					•	
8 Untere Extremitäten					•	
9 Unspezifisch						•

AIS= Abbreviated Injury Scale, ISS= Injury Severity Score, rote Kreise = Umwandlung der AIS-Regionen des Beispiel-Patienten in ISS-Regionen

Tabelle 12: Umwandlung AIS-Körperregionen in ISS-Körperregionen ¹⁵ – Fallbeispiel

Rippenserienfraktur 1.- 8. rechts

AIS-Region 4 → ISS-Region 3

LWK 1 Processus Transversus Fraktur

AIS-Region 6 → ISS-Region 4

LWK 2 Processus Transversus Fraktur

AIS-Region 6 → ISS-Region 4

Sternum-Fraktur

AIS-Region 4 → ISS-Region 3

Prellmarke Unterschenkel rechts

AIS-Region 9 → ISS-Region 6

Des Weiteren muss zur Errechnung der Gesamt-Verletzungsschwere des Beispiel-Patienten jeder einzelnen Verletzung ein entsprechender AIS-Code zugeordnet werden. Diese Codierung jeder einzelnen Verletzung geschieht anhand der Abbreviated Injury Scale 2005 © Update 2008. Die für dieses Fallbeispiel relevanten Codierungs-Richtlinien sind im Folgenden grafisch dargestellt (Abb. 4-6).

Aus urheberrechtlichen Gründen
wurde die Abbildung in der
digitalen Version entfernt

rote Pfeile = Markierung der Verletzungen des Beispiel-Patienten und entsprechenden AIS-Codes durch Verfasser

Abbildung 4: Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von Rippenfrakturen und Sternumfrakturen ⁸⁴

Codierte Verletzungen des Beispiel-Patienten (Abb. 4):

Rippenserienfraktur 1.- 8. Rippe rechts	→	AIS-Code: 3
Sternum Fraktur	→	AIS-Code: 2

Aus urheberrechtlichen Gründen
wurde die Abbildung in der
digitalen Version entfernt

rote Pfeile = Markierung der Verletzungen des Beispiel-Patienten und entsprechenden AIS-Codes durch Verfasser

Abbildung 5: Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von Wirbelkörperfrakturen der Lendenwirbelsäule ⁸⁴

Codierte Verletzungen des Beispiel-Patienten (Abb. 5):

LWK 1 Processus Transversus Fraktur	→	AIS-Code: 2
LWK 2 Processus Transversus Fraktur	→	AIS-Code: 2

Aus urheberrechtlichen Gründen
wurde die Abbildung in der
digitalen Version entfernt

rote Pfeile = Markierung der Verletzungen des Beispiel-Patienten und entsprechenden AIS-Codes durch Verfasser

Abbildung 6: Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von externer Prellmarke/Hämatom ⁸⁴

Codierte Verletzung des Beispiel-Patienten (Abb. 6):

Prellmarke Unterschenkel rechts	→	AIS-Code: 1
---------------------------------	---	-------------

Nachdem jeder einzelnen Verletzung des Beispiel-Patienten ein entsprechender AIS-Code (anhand Abbreviated Injury Scale 2005 © Update 2008) zugeordnet wurde und die entsprechende AIS- und ISS-Körperregion bestimmt wurde, ist die Berechnung der Verletzungsschwere des Beispiel-Patienten mittels dreier anatomisch morphologischer/Verletzungsmuster-orientierter Scoringssysteme möglich: Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), Injury Severity Score (ISS) und New Injury Severity Score (NISS).

Berechnung des Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS) des Beispiel-Patienten:

(Genaue Erläuterung und Berechnung des MAIS in Kap. 1.2.2.2, Seite 8)

mAIS der ISS-Region 1 = 0

mAIS der ISS-Region 2 = 0

mAIS der ISS-Region 3 = 3

mAIS der ISS-Region 4 = 2

mAIS der ISS-Region 5 = 0

mAIS der ISS-Region 6 = 1

→ MAIS des Beispiel-Patienten = 3

Berechnung des Injury Severity Score (ISS) des Beispiel-Patienten:

(Genaue Erläuterung und Berechnung des ISS in Kap. 1.2.2.3, Seite 8-10)

Um den ISS des Beispiel-Patienten zu berechnen, werden die AIS-Codes der drei am schwerst verletzten ISS-Körperregionen des Beispiel-Patienten jeweils quadriert und ihre Summen addiert. Gemäß der Formel:

$$\text{„ISS} = (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{A})^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{B})^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_{\text{ISS}} \pm \text{Region} \pm \text{C})^2 \text{“}^{15}$$

→ ISS des Beispiel-Patienten = $3^2 + 2^2 + 1^2 = 14$

Berechnung des New Injury Severity Score (NISS) des Beispiel-Patienten:

(Genaue Erläuterung und Berechnung des NISS in Kap. 1.2.2.4, Seite 10-11)

Im Gegensatz zum ISS können beim NISS alle drei AIS-Codes ein und derselben ISS-Körperregion des Beispiel-Patienten entspringen, diese drei AIS-Codes werden jeweils quadriert und ihre Summen addiert. Gemäß der Formel:

$$\text{„NISS} = (\text{AIS} \pm \text{CODE}_1)^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_2)^2 + (\text{AIS} \pm \text{CODE}_3)^2 \text{“}^{15}$$

$$\rightarrow \text{NISS des Beispiel-Patienten} = 3^2 + 2^2 + 2^2 = 17$$

Zusammenfassung:

Beispiel-Patient:	XY
Unfallhergang:	Sturz von Balkon, ca. 4 Meter
Unfallhergangs-Kriterium (GoR B):	Sturz aus >3 Metern Höhe

Vorliegende Verletzungen des Beispiel-Patienten:

Rippenserienfraktur 1.- 8. rechts
 LWK 1 Processus Transversus Fraktur
 LWK 2 Processus Transversus Fraktur
 Sternum Fraktur
 Prellmarke Unterschenkel rechts

Errechnete Verletzungsschwere des Beispiel-Patienten:

Für diesen Beispiel-Patienten ergeben sich:

ein MAIS von 3
 ein ISS von 14
 und ein NISS von 17

Die Verletzungsschwere des Beispiel-Patienten ist nun anhand dreier anatomisch morphologischer/Verletzungsmuster-orientierter Scoring-Systeme objektiviert und international vergleichbar.

2.5 Schockraumindikation/Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

In dieser Arbeit wird jedem Patienten eines der sechs in der S3-Leitlinie von 2016 definierten Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) zugewiesen, das der Rettungsdienst zu dessen Einweisung in den Schockraum des UKGM, Standort: Gießen, nutzte (Tab. 13). Anhand der errechneten Verletzungsschwere eines jedes Patienten und des jeweils vom Rettungsdienst gewählten Schockraumaktivierungskriteriums können dann Rückschlüsse auf die Effektivität der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) im Identifizieren von Schwerverletzungen gezogen werden.

Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)
Sturz aus über drei Metern Höhe
VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm
VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$
VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision
VU mit Tod eines Insassen
VU mit Ejektion eines Insassen

GoR B = Grade of Recommendation B, VU = Verkehrsunfall

Tabelle 13: Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) ¹¹⁻¹²

Des Weiteren findet in dieser Arbeit eine retrospektive klinische Reevaluierung (Neubewertung) der (deutschen) Schockraumindikation nach Unfallhergang (GoR B) statt.

Es wird retrospektiv evaluiert, inwiefern der Rettungsdienst die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) präklinisch korrekt oder inkorrekt angewendet hat. Dafür werden ebenfalls die präklinische und klinische Dokumentation sowie die elektronische Patientenakte (Rettungsdienstprotokoll, Arztbrief, ärztlicher Verlauf, Bildgebung etc.) genutzt.

Jedem Patienten, wird additiv zum ursprünglich durch den Rettungsdienst angewendeten Schockraumaktivierungskriterium in einem retrospektiven klinischen Reassessment das Schockraumaktivierungskriterium zugeordnet, das korrekt gewesen wäre, oder es wird eine fehlende Indikation zur Schockraumeinweisung festgestellt. Dies geschieht unter Berücksichtigung der in der S3-Leitlinie von 2016 festgelegten Definitionen aller sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) und aller physiologisch-anatomischen GoR-A-Kriterien, die ebenfalls in der S3-Leitlinie von 2016 definiert sind (siehe Kap. 1.4, Seite 20-25).

Die retrospektive klinische Reevaluierung findet gemäß folgendem Schema statt (Tab. 14):

Schockraumeinweisungsgrund Rettungsdienst	Retrospektive klinische Reevaluierung
Wahl von GoR B mit einem der sechs Unfallhergangs-Kriterien oder Wahl von GoR B ohne ein präklinisch erfülltes Unfallhergangs-Kriterium	GoR B (eines der sechs Unfallhergangs-Kriterien traf zu) oder GoR A (ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium wäre primär auszuwählen gewesen) oder keine Schockraumindikation [weder ein physiologisch-anatomisches (GoR A) noch ein Unfallhergangs-Kriterium (GoR B) trafen zu]

GoR A = Grade of Recommendation A, GoR B = Grade of Recommendation B

Tabelle 14: Schema der retrospektiven klinischen Reevaluierung der Schockraumindikation nach Unfallhergang

Es ergeben sich zwei bzw. drei zu vergleichende Gruppen:

- korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesene Patienten
- nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesene Patienten

Diese Gruppe lässt sich noch einmal unterteilen in zwei Sub-Gruppen:

- Gruppe der Patienten ohne Schockraumindikation und
- Gruppe der Patienten, bei denen die Wahl eines physiologisch-anatomischen (GoR A) Kriteriums korrekt gewesen wäre (= ein GoR A-Kriterium hätte primär vom Rettungsdienst ausgewählt werden müssen)

2.6 Demografische Daten

In der Arbeit werden demografische Daten, wie der Wochentag und Monat der Einweisung von Patienten, untersucht und ihr Zusammenhang mit der Verletzungsschwere geprüft. Es wird zudem untersucht, inwiefern sich das Geschlecht der eingewiesenen Patienten (männlich/weiblich) auf die festgestellte Verletzungsschwere und die Häufigkeit einer Schwerverletzung auswirkt. Überdies wird exploriert, inwiefern das Patientenalter und die festgestellte Verletzungsschwere korrelieren. Es wird herausgearbeitet, welche Rolle die präklinische Berücksichtigung des Patientenalters spielt, in Bezug auf die Detektion von Schwerverletzungen und die Notwendigkeit einer Schockraumeinweisung.

2.7 Treppensturz

In der S3-Leitlinie von 2016 existiert kein Unfallhergangs-Kriterium (GoR B), das das Fallen oder das Stürzen von einer Treppe berücksichtigt. In dieser Arbeit lassen sich jedoch innerhalb des Gesamtkollektivs der aufgrund von Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen Patienten, alle Patienten, die präklinisch von einer Treppe gestürzt sind, identifizieren. Diese Patienten werden als „Treppensturz“-Patienten deklariert. Die Anzahl der Stufen bleibt in dieser Arbeit unbeachtet. Diese „Treppensturz“-Patienten werden in Bezug auf ihr Alter, ihre Verletzungsschwere und die Häufigkeit einer aus dem Treppensturz resultierenden Schwerverletzung und die Notwendigkeit einer Schockraumeinweisung untersucht.

2.8 Notarztbegleitung

Anhand der elektronischen Patientenakte lässt sich nachvollziehen, ob ein Notarzt bei der Einweisung eines Patienten und der Auswahl der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) involviert war. Es wird die Notarztbegleitung untersucht im Zusammenhang mit dem Alter und der Verletzungsschwere der Patienten. Auch wird die Notarztbegleitung im Zusammenhang mit einer korrekten bzw. nicht korrekten Schockraumeinweisung nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der Leitlinie von 2016 untersucht.

2.9 Statistik

Für die Datenerfassung wurde Microsoft Excel 2019 verwendet. Die statistische Analyse wurde mit der SPSS Software (Version 27, IBM Corp., Amonk, NY, USA) durchgeführt. Die statistische Beratung dieser Arbeit erfolgte durch das Institut für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Giessen.

Mit Hilfe deskriptiver Statistik wurden alle demografischen Daten, die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ von 2016 und die Verletzungsschwere der Patienten dargestellt.

Zur Prüfung der Effektivität der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) hinsichtlich ihrer Vorhersagekraft für die Verletzungsschwere/eine Schwerverletzung und hinsichtlich ihrer korrekten Anwendung durch den lokalen Rettungsdienst wurden nicht-parametrische Test-Methoden ausgewählt.

Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient-Analysen wurden angewendet, um die Korrelation zwischen der Verletzungsschwere der Patienten und ihrem Alter zu bestimmen. Der Mann-Whitney-U-Test wurde angewendet, um den Unterschied in der Verletzungsschwere der definierten Untergruppen („korrekt eingewiesen“ und „nicht korrekt eingewiesen“) zu bestimmen. Zusätzlich wurde der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher angewendet, um den Unterschied in der Anzahl der Schwerverletzten der definierten Untergruppen („korrekt eingewiesen“ und „nicht korrekt eingewiesen“) zu bestimmen.

Der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher wurde angewendet, um den Unterschied in der Anzahl der Schwerverletzten der Untergruppen („Mit Treppensturz“ und „Ohne Treppensturz“) zu bestimmen.

Der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher wurde angewendet, um den Unterschied bezüglich einer Notarztbegleitung in den definierten Untergruppen („korrekt eingewiesen“ und „nicht korrekt eingewiesen“) zu bestimmen. Der T-Test wurde angewendet, um den Unterschied in der Anzahl der Schwerverletzten der Untergruppen („Mit Notarztbegleitung“ und „Ohne Notarztbegleitung“) zu bestimmen. Das Signifikanzniveau wurde in dieser Arbeit mit $p < 0,05$ festgelegt.

Minimum, Maximum, Mittelwert, Median und Standardabweichung wurden zur Beschreibung der Daten genutzt und in Tabellen sowie Grafiken dargestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Demografische Daten

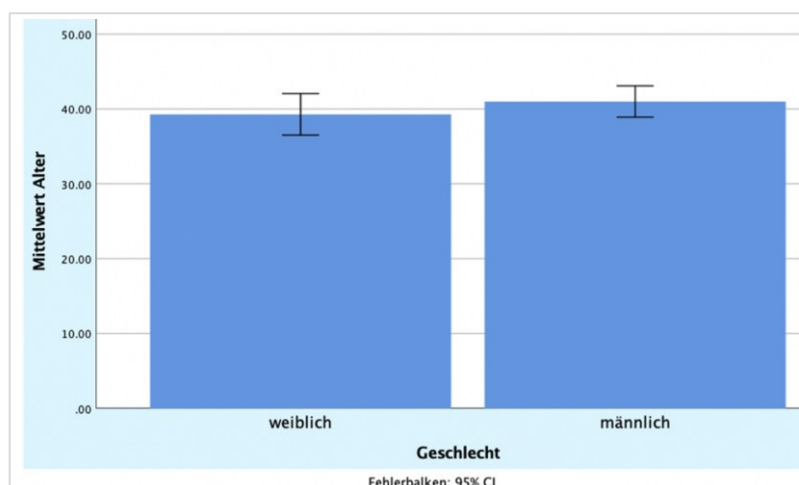
Die retrospektive Datenauswertung umfasste 694 Patienten, die in den Jahren 2018 und 2019 aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in die Schockräume des UKGM, Standort: Gießen, eingeliefert wurden (Tab. 15). Das Patientenkollektiv lässt sich in 285 weibliche (41,1%) und in 409 männliche (58,9%) Patienten aufteilen. Das durchschnittliche Patientenalter betrug $40,3 \pm 22,5$ Jahre (Minimum: 0,3 Jahre, Maximum: 94,6 Jahre).

Geschlecht	Mittelwert	SD	Schiefe	N
Weiblich	39,3	23,8	0,50	285
Männlich	41,0	21,5	0,40	409
Gesamt	40,3	22,5	0,43	694

GoR B = Grade of Recommendation B, SD = Standardabweichung, N = Anzahl

Tabelle 15: Geschlecht und Alter des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)

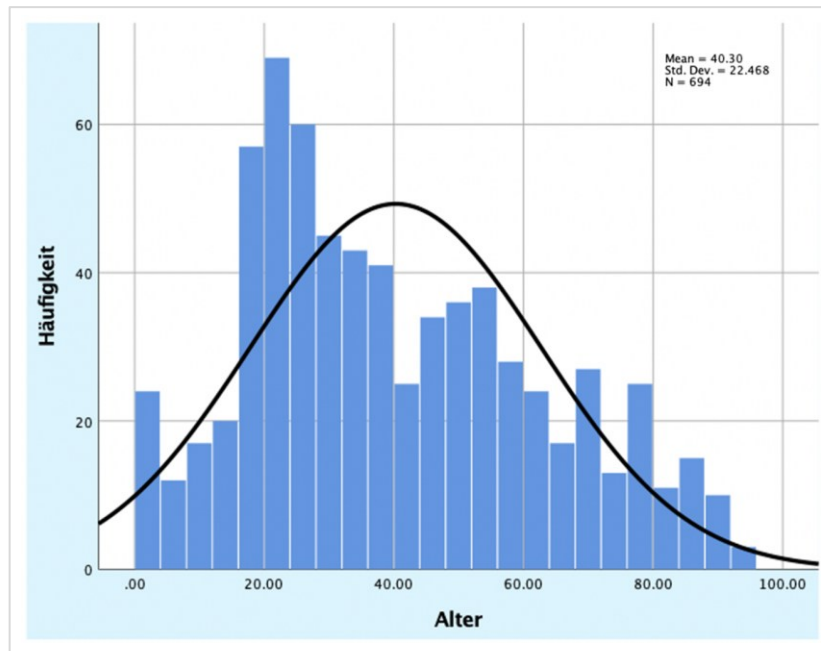
Die 285 weiblichen Patienten hatten ein durchschnittliches Alter von $39,3 \pm 23,8$ Jahren (Minimum: 0,3 Jahre, Maximum: 94,6 Jahre); die 409 männlichen Patienten hatten ein durchschnittliches Alter von $41,0 \pm 21,5$ Jahren (Minimum: 0,3 Jahre, Maximum: 93,2 Jahre) (Abb. 7). Das durchschnittliche Alter der männlichen Patienten des Gesamtkollektivs ist geringfügig höher als das der weiblichen Patienten (1,7 Jahre). Die Konfidenzintervalle zeigen, dass dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist. Beide Patientengruppen liegen altersmäßig dicht beieinander.



CI = Konfidenzintervall

Abbildung 7: Alter und Geschlecht des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)

Die Altersverteilung aller Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden, zeigt eine breite Streuung mit einem Durchschnittsalter von 40,3 Jahren $\pm$ 22,5 Jahre (Minimum: 0,3 Jahre, Maximum: 94,6 Jahre) (Abb. 8). Die Majorität der Patienten liegt im Altersbereich von 18 bis 63 Jahren, wobei solche zwischen 20 und 30 Jahren herausragen.



mean = Mittelwert, Std. Dev. = Standardabweichung, N = Anzahl

Abbildung 8: Altersverteilung Gesamtkollektiv (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)

3.2 Schockraumindikation nach Unfallhergang/Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

Insgesamt wurden 694 Patienten aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen; 162 Patienten (23,3%) davon, ohne dass präklinisch eines der sechs Kriterien erfüllt wurde (Tab. 16).

Die Mehrheit, 371 Patienten (53,3%), wurde aufgrund eines Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$ eingewiesen. 78 Patienten (11,2%) wurden aufgrund eines VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision eingewiesen, 49 Patienten (7,1%) aufgrund eines Sturzes aus über drei Metern Höhe und 26 Patienten (3,7%) aufgrund eines VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm.

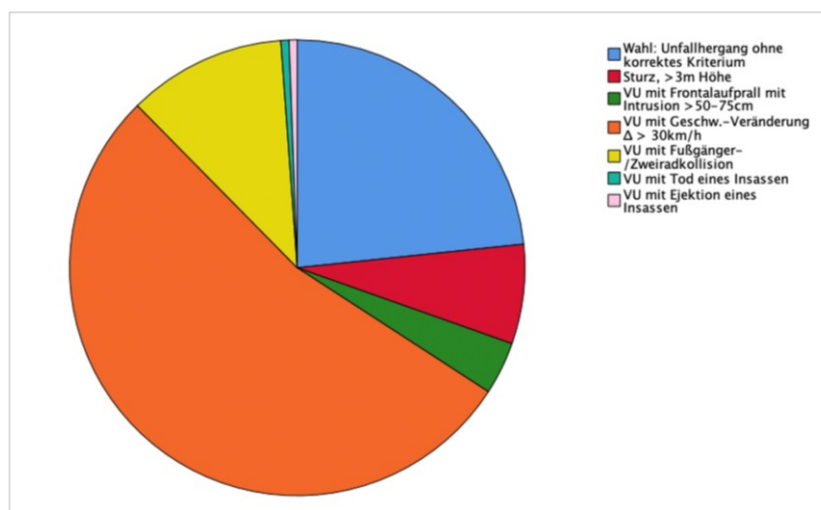
Die Minderheit der Patienten wurde aufgrund eines VU mit Tod eines Insassen (4 Patienten: 0,6%) und aufgrund eines VU mit Ejektion eines Insassen (4 Patienten: 0,6%) eingewiesen.

Unfallhergang	Häufigkeit	Prozent
Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	162	23,3
Sturz aus über drei Metern Höhe	49	7,1
VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm	26	3,7
VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$	371	53,5
VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	78	11,2
VU mit Tod eines Insassen	4	0,6
VU mit Ejektion eines Insassen	4	0,6
Total	694	100,0

GoR B = Grade of Recommendation B, VU = Verkehrsunfall

Tabelle 16: Häufigkeit der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

Im folgenden Kuchendiagramm wird die Häufigkeit der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) noch einmal grafisch dargestellt (Abb. 9). Es zeigt sich, dass die Mehrheit der Patienten aufgrund eines Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$ eingewiesen wurden. Die Minderheit der Patienten wurde aufgrund eines VU mit Tod eines Insassen oder Ejektion eines Insassen eingewiesen.



VU = Verkehrsunfall

Abbildung 9: Unfallhergangs-Kriterien – Verteilung

3.3 Verletzungsschwere und Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

3.3.1 Durchschnittlicher MAIS, ISS und NISS

Der durchschnittliche MAIS des Gesamtkollektivs beträgt 1,5 mit einer Standardabweichung von 1,0 und reicht von einem Minimum von 0 bis zu einem Maximum von 6,0 (Tab. 17). Der durchschnittliche ISS des Gesamtkollektivs beträgt 4,2 mit einer Standardabweichung von 6,5 und einem Wertebereich von 0 bis 75,0. Der durchschnittliche

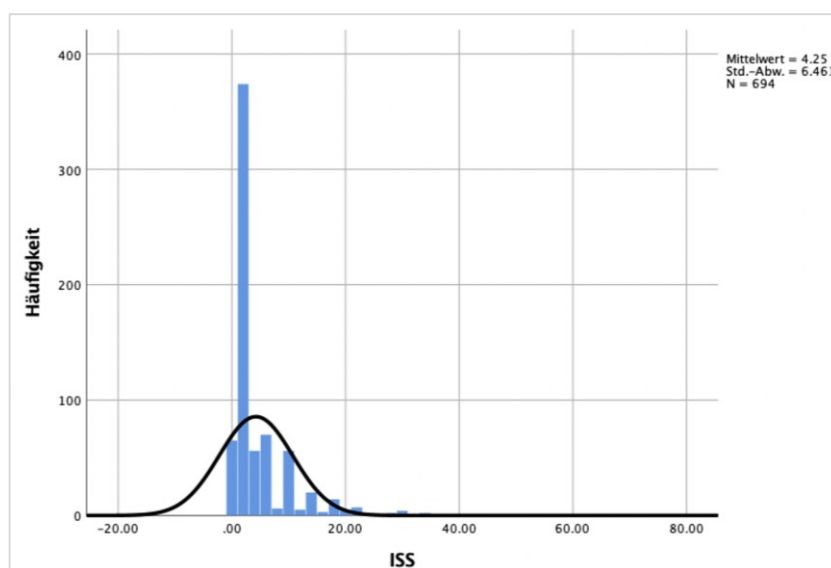
NISS des Gesamtkollektivs liegt bei 5,7, die Standardabweichung bei 8,1, ebenfalls mit Werten zwischen 0 und 75,0. Die große Spannweite beim ISS und NISS mit Maximalwerten von 75 zeigt, dass im Gesamtkollektiv sowohl leichte als auch sehr schwere Verletzungen vertreten sind. Der durchschnittliche ISS liegt mit 4,2 deutlich unter dem Schwellenwert von 16 (Schwerverletzung: $ISS \geq 16$). Die durchschnittliche Verletzungsschwere des Kollektivs aller Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen wurden, ist eher niedrig.

Scoring-Systeme	N	M	SD	MIN	MAX
MAIS	694	1,5	1,0	0,0	6,0
ISS	694	4,2	6,5	0,0	75,0
NISS	694	5,7	8,1	0,0	75,0

GoR B = Grade of Recommendation B, MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MIN = Minimum, MAX = Maximum

Tabelle 17: Durchschnittliche Verletzungsschwere des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)

Die Mehrheit der Patienten des Gesamtkollektivs war kaum bis gar nicht verletzt und hatte niedrige durchschnittliche ISS-Werte (Abb. 10). Die meisten Fälle finden sich im ISS-Bereich von 0 bis 10. Diese Patienten waren nicht schwerverletzt. Schwerverletzte Patienten ($ISS \geq 16$) waren mit 6,1 % der Fälle deutlich in der Minderheit. Das Gesamtkollektiv besteht vorwiegend aus Patienten mit niedriger Verletzungsschwere; schwerere Verletzungen sind die Ausnahme.



ISS = Injury Severity Score, N = Anzahl, Std.-Abw. = Standardabweichung

Abbildung 10: ISS – Häufigkeit

Da die sechs Unfallhergangs-Kriterien allein betrachtet deutlich unterschiedliche durchschnittliche Verletzungsschwere-Werte aufweisen, werden diese nun einzeln aufgeschlüsselt (Tab. 18), startend mit der niedrigsten durchschnittlichen Verletzungsschwere. Dieses geschieht für jedes Unfallhergangs-Kriterium mittels dreier Scoring-Systeme: Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), Injury Severity Score (ISS) und New Injury Severity Score (NISS). So lässt sich die Verletzungsschwere der jeweiligen Patientengruppen objektivieren.

In der Gruppe der aufgrund eines „Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “ in den Schockraum eingewiesenen Patienten ($N = 371$), welche die Mehrheit aller nach Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesenen Patienten ausmachen, betrug der durchschnittliche MAIS 1,1, der durchschnittliche ISS 2,4 und der durchschnittliche NISS 3,2. Diese Gruppe hatte die niedrigste durchschnittliche Verletzungsschwere.

In der Gruppe der aufgrund eines „VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision“ in den Schockraum eingewiesenen Patienten ($N = 78$) betrug der durchschnittliche MAIS 1,6, der durchschnittliche ISS 4,7 und der durchschnittliche NISS 6,0.

In der Gruppe der aufgrund eines „VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm“ in den Schockraum eingewiesenen Patienten ($N = 26$) betrug der durchschnittliche MAIS 1,7, der durchschnittliche ISS 5,0 und der durchschnittliche NISS 6,5.

In der zweitgrößten Gruppe der Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen wurden, ohne dass präklinisch eines der sechs Kriterien erfüllt wurde ($N = 162$), betrug der durchschnittliche MAIS 1,9, der durchschnittliche ISS 7,0 und der durchschnittliche NISS 9,5.

In der Gruppe der aufgrund eines „Sturzes aus über drei Metern Höhe“ in den Schockraum eingewiesenen Patienten ($N = 49$) betrug der durchschnittliche MAIS 2,0, der durchschnittliche ISS 7,6 und der durchschnittliche NISS 9,8.

In der Gruppe der aufgrund eines „VU mit Ejektion eines Insassen“ in den Schockraum eingewiesenen Patienten ($N = 4$), welche die Minderheit des Gesamtkollektivs darstellen, betrug der durchschnittliche MAIS 2,3, der durchschnittliche ISS 7,8 und der durchschnittliche NISS 12,8.

In der Gruppe der aufgrund eines „VU mit Tod eines Insassen“ in den Schockraum eingewiesenen Patienten (N= 4), welche ebenfalls die Minderheit darstellen, betrug der durchschnittliche MAIS 2,3, der durchschnittliche ISS 9,5 und der durchschnittliche NISS 17,3. Diese Gruppe hatte die höchste durchschnittliche Verletzungsschwere.

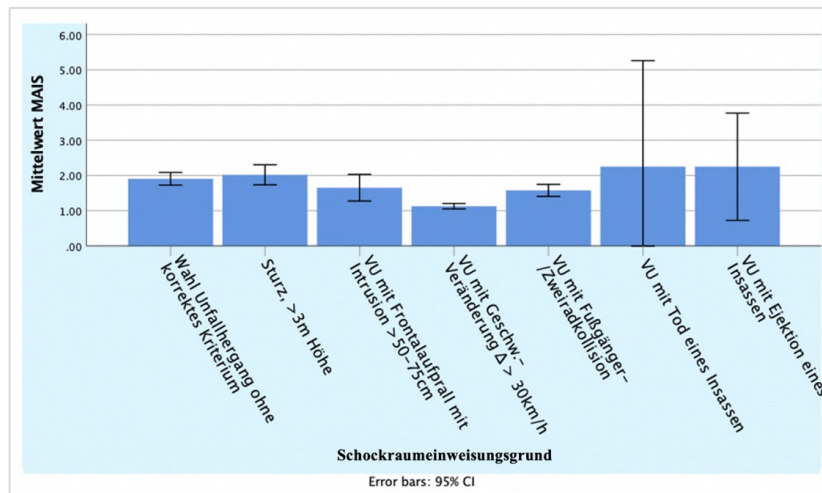
Die durchschnittliche Verletzungsschwere jeder einzelnen Gruppe liegt unter dem Schwellenwert für eine Schwerverletzung (ISS ≥ 16).

	Unfallhergangs-Kriterien	N	M	SD	MIN	MAX
MAIS	Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	162	1,9	1,2	0,0	6,0
	Sturz aus über drei Metern Höhe	49	2,0	1,0	0,0	5,0
	VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm	26	1,7	0,9	1,0	4,0
	VU mit Geschwindigkeitsveränderung von delta >30 km/h	371	1,1	0,8	0,0	4,0
	VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	78	1,6	0,8	1,0	3,0
	VU mit Tod eines Insassen	4	2,3	1,9	1,0	5,0
	VU mit Ejektion eines Insassen	4	2,3	1,0	1,0	3,0
	Gesamt	694	1,5	1,0	0,0	6,0
ISS	Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	162	7,0	9,8	0,0	75,0
	Sturz aus über drei Metern Höhe	49	7,6	7,8	0,0	34,0
	VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm	26	5,0	6,0	1,0	24,0
	VU mit Geschwindigkeitsveränderung von delta >30 km/h	371	2,4	3,1	0,0	20,0
	VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	78	4,7	5,4	1,0	27,0
	VU mit Tod eines Insassen	4	9,5	13,8	1,0	30,0
	VU mit Ejektion eines Insassen	4	7,8	5,6	1,0	14,0
	Gesamt	694	4,2	6,5	0,0	75,0
NISS	Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	162	9,5	11,7	0,0	75,0
	Sturz aus über drei Metern Höhe	49	9,8	9,9	0,0	50,0
	VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm	26	6,5	6,9	1,0	24,0
	VU mit Geschwindigkeitsveränderung von delta >30 km/h	371	3,2	4,0	0,0	27,0
	VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	78	6,0	5,8	1,0	27,0
	VU mit Tod eines Insassen	4	17,3	27,9	2,0	59,0
	VU mit Ejektion eines Insassen	4	12,8	11,6	1,0	27,0
	Gesamt	694	5,7	8,1	0,0	75,0

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MIN = Minimum, MAX = Maximum, VU = Verkehrsunfall

Tabelle 18: Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere

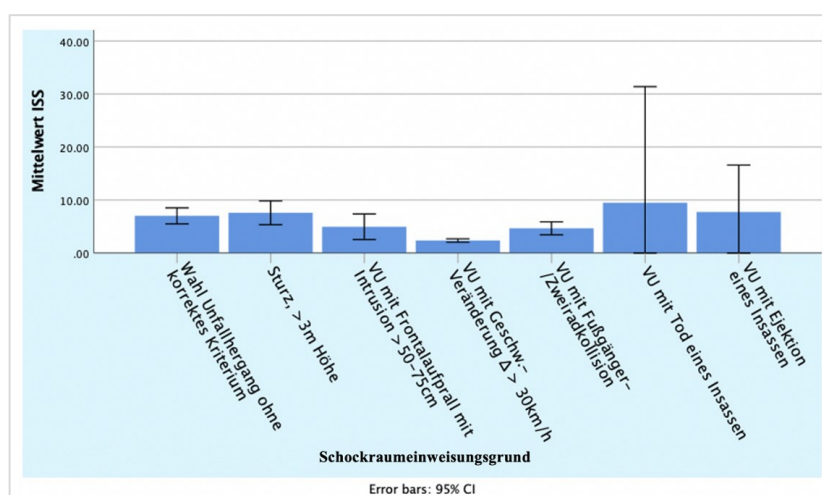
Der jeweils durchschnittliche MAIS-Wert der einzelnen sieben Patienten-Gruppen (sechs Unfallhergangs-Kriterien und „Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium“) lag zwischen 1,1 und 2,3 (Abb. 11). Insgesamt lag der durchschnittliche MAIS-Wert aller Gruppen bei 1,5.



MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, VU = Verkehrsunfall, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 11: Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS)

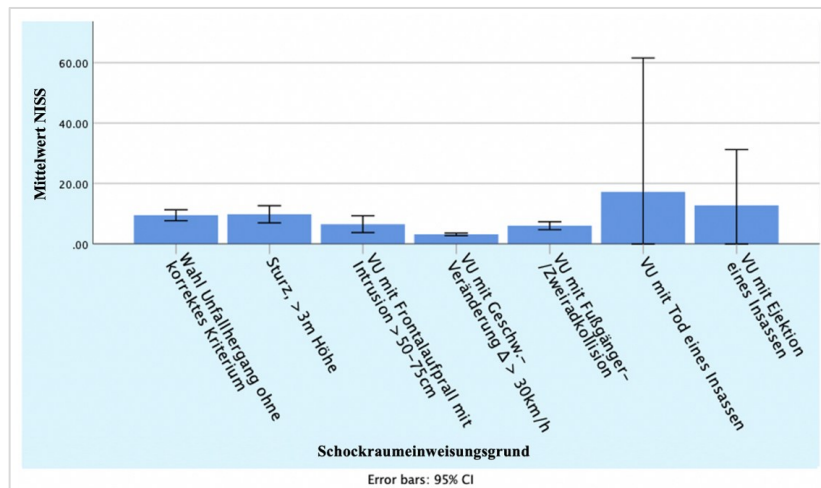
Der jeweils durchschnittliche ISS-Wert der einzelnen sieben Patienten-Gruppen (sechs Unfallhergangs-Kriterien und „Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium“) lag zwischen 2,4 und 9,5 (Abb. 12). Insgesamt lag der durchschnittliche ISS-Wert aller Gruppen bei 4,2.



ISS = Injury Severity Score, VU = Verkehrsunfall, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 12: Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (ISS)

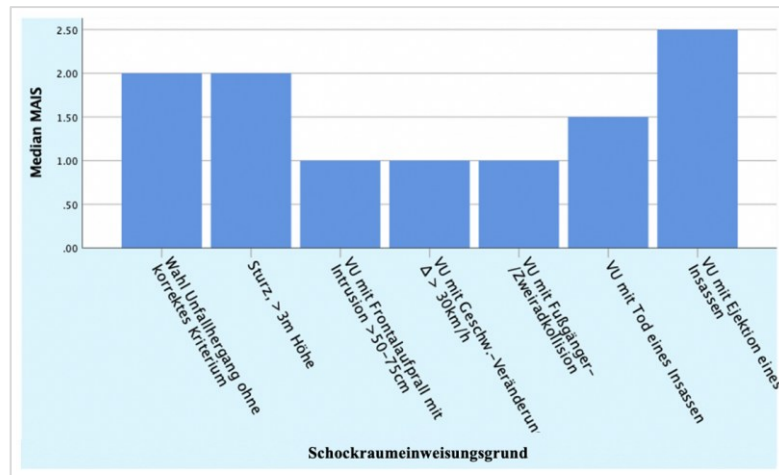
Der jeweils durchschnittliche NISS-Wert der einzelnen sieben Patienten-Gruppen (sechs Unfallhergangs-Kriterien und „Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium“) lag zwischen 3,2 und 17,3 (Abb. 13). Insgesamt lag der durchschnittliche NISS-Wert aller Gruppen bei 5,7.



NISS = New Injury Severity Score, VU = Verkehrsunfall, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 13: Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (NISS)

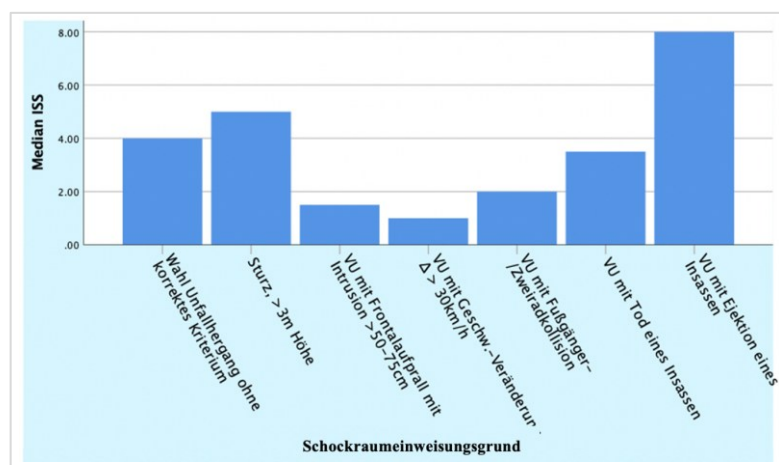
Der Median des MAIS der Gruppe der Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen wurden, ohne dass eines der sechs Kriterien präklinisch erfüllt wurde, betrug 2,0 (Abb. 14). Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Sturzes aus über drei Metern Höhe eingewiesen wurden, betrug 2,0. Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm eingewiesen wurden, betrug 1,0. Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$ eingewiesen wurden, betrug 1,0. Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision eingewiesen wurden, betrug 1,0. Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Tod eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 1,5. Der Median des MAIS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Ejektion eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 2,5.



MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, VU = Verkehrsunfall

Abbildung 14: Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (MAIS)

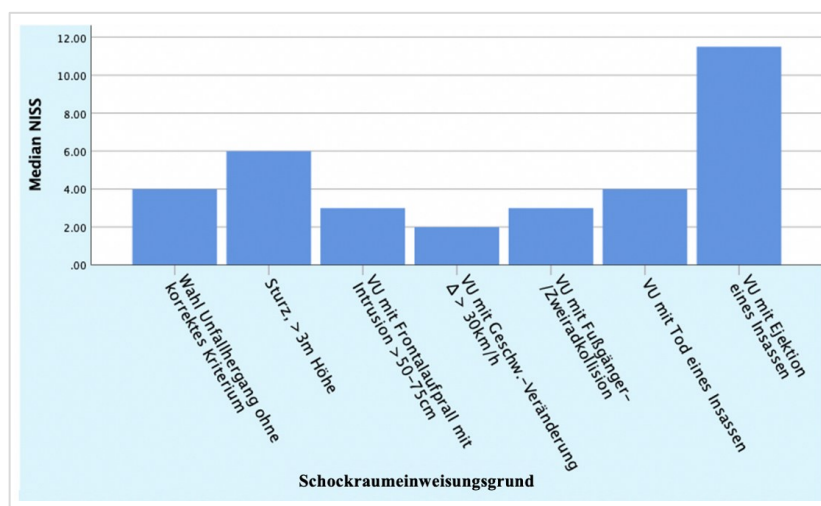
Der Median des ISS der Gruppe der Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen wurden, ohne dass eines der sechs Kriterien präklinisch erfüllt wurde, betrug 4,0 (Abb. 15). Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Sturzes aus über drei Metern Höhe eingewiesen wurden, betrug 5,0. Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm eingewiesen wurden, betrug 1,5. Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$ eingewiesen wurden, betrug 1,0. Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision eingewiesen wurden, betrug 2,0. Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Tod eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 3,5. Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Ejektion eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 8,0.



ISS = Injury Severity Score, VU = Verkehrsunfall

Abbildung 15: Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (ISS)

Der Median des NISS der Gruppe der Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen wurden, ohne dass eines der sechs Kriterien präklinisch erfüllt wurde, betrug 4,0 (Abb. 16). Der Median des NISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Sturzes aus über drei Metern Höhe eingewiesen wurden, betrug 6,0. Der Median des NISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm eingewiesen wurden, betrug 3,0. Der Median des NISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines Verkehrsunfalls (VU) mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30\text{km/h}$ eingewiesen wurden, betrug 2,0. Der Median des NISS in der Gruppe der aufgrund eines VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision eingewiesen Patienten betrug 3,0. Der Median des NISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Tod eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 4,0. Der Median des NISS in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines VU mit Ejektion eines Insassen eingewiesen wurden, betrug 11,5.



NISS = New Injury Severity Score, VU = Verkehrsunfall

Abbildung 16: Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (NISS)

3.3.2 ISS in Kategorien

In dieser Arbeit werden sieben ISS-Kategorien definiert (siehe Tab. 19), in welche sich die 694 Patienten aufteilen lassen. So lässt sich die Gesamt-Verletzungsschwere der nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesenen Patienten noch einmal anschaulicher darstellen.

65 Patienten (9,4%) der 694 hatten einen ISS von 0, waren nicht verletzt. Die Mehrheit der Patienten, 430 Patienten (62,0%), hatte einen ISS zwischen 1 und 4. Sie waren lediglich leicht verletzt.

Die zweitgrößte Gruppe, 117 Patienten (16,9%), hatte einen ISS zwischen 5 und 9. 40 Patienten (5,8%) hatten einen ISS zwischen 10 und 15. Diese Patienten waren nicht schwerverletzt ($\text{ISS} \geq 16$).

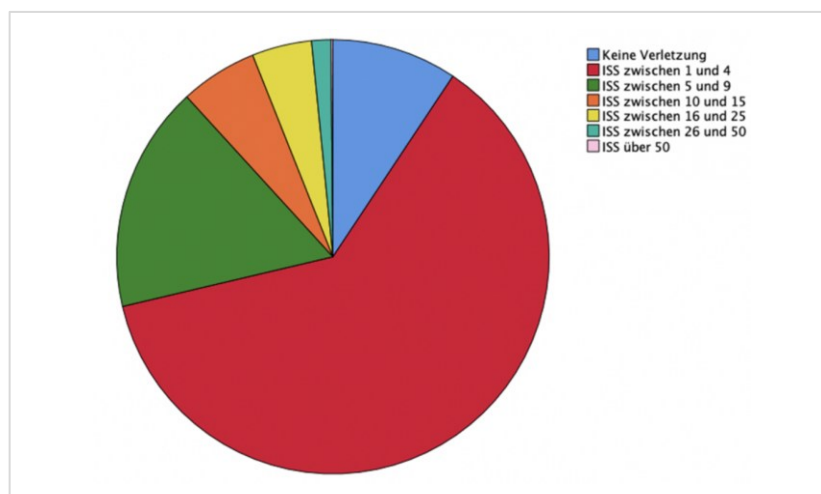
Lediglich 31 Patienten (4,5%) hatten einen ISS zwischen 16 und 25, 10 Patienten (1,4%) einen ISS zwischen 26 und 50 sowie 1 Patient (0,1%) einen ISS über 50. Diese Patienten waren schwerverletzt ($\text{ISS} \geq 16$).

ISS-Kategorien	Häufigkeit	Prozent
ISS = 0	65	9,4
ISS zwischen 1 und 4	430	62,0
ISS zwischen 5 und 9	117	16,9
ISS zwischen 10 und 15	40	5,8
ISS zwischen 16 und 25	31	4,5
ISS zwischen 26 und 50	10	1,4
ISS über 50	1	0,1
Gesamt	694	100,0

ISS = Injury Severity Score

Tabelle 19: Häufigkeit der ISS-Kategorien

Im folgenden Kuchendiagramm wird die Verteilung der ISS-Kategorien des Gesamtkollektivs grafisch dargestellt (Abb. 17). Es zeigt sich, dass die überwiegende Mehrheit der Patienten nicht oder nur leicht verletzt war. Dahingegen bilden die Kategorien der Schwerverletzten ($\text{ISS} \geq 16$) jeweils auch die kleinsten Gruppen.



ISS = Injury Severity Score

Abbildung 17: ISS-Kategorien des Gesamtkollektivs

3.3.3 Durchschnittlicher MAIS, ISS und NISS – Alter

Das Alter der 694 Patienten betrachtend fällt auf, dass die Verletzungsschwere mit dem Alter steigt (Tab. 20). Die 73 jüngsten Patienten (0-16 Jahre) hatten einen durchschnittlichen ISS von 2,1. Die größte Gruppe, 231 Patienten >16-32 Jahre, hatte einen durchschnittlichen ISS von 2,8. Die zweitgrößte Gruppe, 143 Patienten >32-48 Jahre, hatte einen durchschnittlichen ISS von 3,6. Dahingegen hatte die Gruppe von Patienten >48-64 Jahre (126 Patienten) einen durchschnittlichen ISS von 5,1.

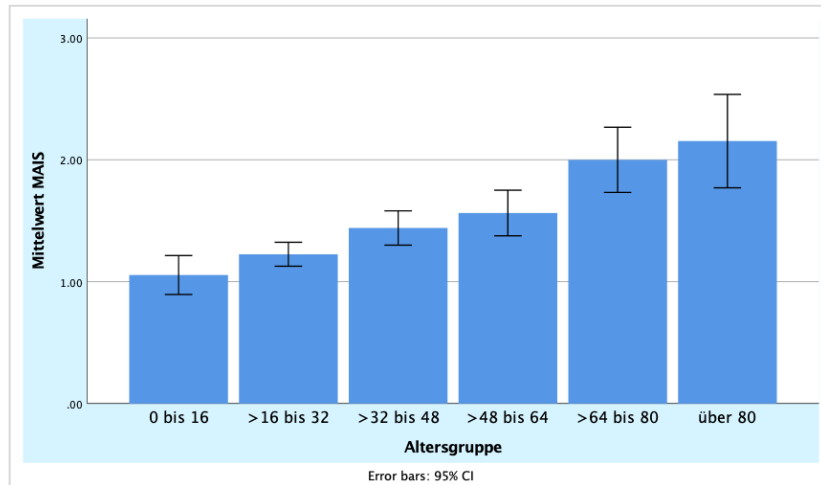
Die Gruppe der Patienten >64-80 Jahre (N= 82) hatte einen durchschnittlichen ISS von 8,3. Patienten >80 Jahre (N= 39) hatten einen durchschnittlichen ISS von 8,2.

	Altersgruppe	N	M	SD	MIN	MAX
MAIS	0 – 16	73	1,1	0,7	0,0	3,0
	>16 – 32	231	1,2	0,8	0,0	5,0
	>32 – 48	143	1,4	9,9	0,0	4,0
	>48 – 64	126	1,6	1,1	0,0	6,0
	>64 – 80	82	2,0	1,2	0,0	5,0
	>80	39	2,2	1,2	0,0	5,0
	Gesamt	694	1,5	1,0	0,0	6,0
ISS	0 – 16	73	2,1	2,1	0,0	9,0
	>16 – 32	231	2,8	3,9	0,0	30,0
	>32 – 48	143	3,6	4,4	0,0	34,0
	>48 – 64	126	5,1	8,5	0,0	75,0
	>64 – 80	82	8,3	9,9	0,0	50,0
	>80	39	8,2	7,8	0,0	29,0
	Gesamt	694	4,2	6,5	0,0	75,0
NISS	0 – 16	73	3,0	3,3	0,0	18,0
	>16 – 32	231	4,0	5,9	,0	59,0
	>32 – 48	143	4,9	5,9	,0	41,0
	>48 – 64	126	6,4	9,2	,0	75,0
	>64 – 80	82	10,6	12,2	,0	50,0
	>80	39	11,1	11,2	,0	50,0
	Gesamt	694	5,7	8,1	,0	75,0

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MIN = Minimum, MAX = Maximum

Tabelle 20: Durchschnittliche Verletzungsschwere – Altersgruppen

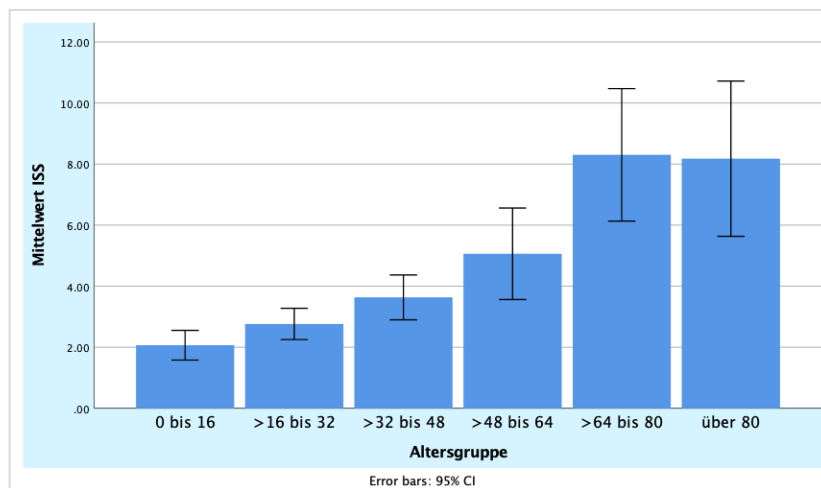
Mit zunehmendem Alter steigt der durchschnittliche MAIS-Wert kontinuierlich an (Abb. 18). In der Altersgruppe 0 bis 16 Jahre ist er am niedrigsten und beträgt 1,1, während er in der Altersgruppe über 80 Jahre den höchsten Wert von 2,2 erreicht.



MAIS: Maximum Abbreviated Injury Scale, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 18: Durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS) – Altersgruppen

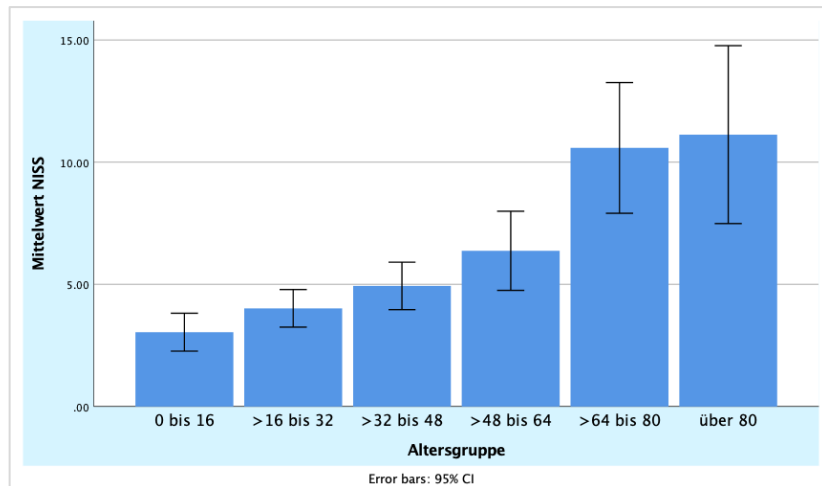
Ebenso steigt der durchschnittliche ISS-Wert an, je älter die Patienten sind (Abb. 19). Patienten zwischen 0 und 64 Jahren sind signifikant geringer verletzt. Patienten über 64 Jahre haben höhere durchschnittliche ISS-Werte.



ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 19: Durchschnittliche Verletzungsschwere (ISS) – Altersgruppen

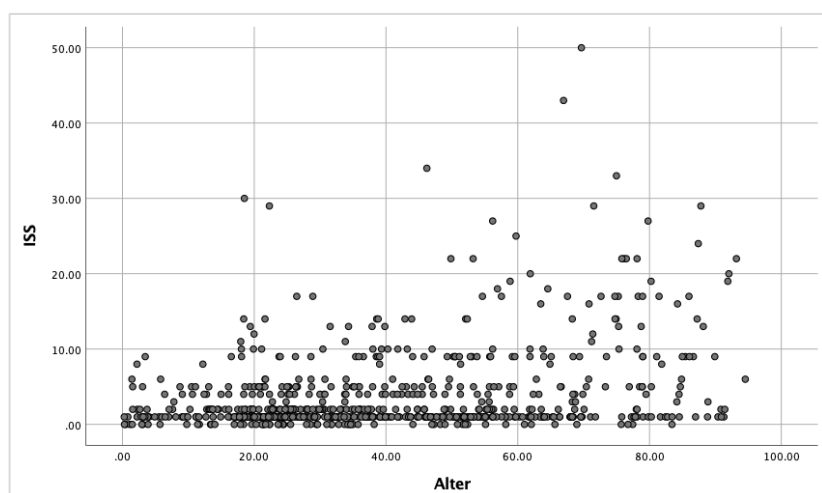
Ähnlich zum ISS verhält sich der NISS (Abb. 20). Der durchschnittliche NISS-Wert steigt mit dem Alter der Patienten an.



NISS = New Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 20: Durchschnittliche Verletzungsschwere (NISS) – Altersgruppen

Das nachfolgende Punktdiagramm zeigt die Verteilung der Verletzungsschwere (ISS) in Abhängigkeit vom Alter der Patienten des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden) (Abb. 21). In allen Altersgruppen liegen die meisten ISS-Werte unter 10, was auf eine generell niedrige Verletzungsschwere bei der Majorität der Patienten hinweist. Bei jüngeren Patienten (bis 20 Jahre) konzentrieren sich die ISS-Werte im unteren Bereich (unter 10). Die Streuung der ISS-Werte steigt mit zunehmendem Alter sichtbar an. Insbesondere bei Patienten mittleren Alters (40-60 Jahre) und Patienten höheren Alters (über 60 Jahre) sind ISS-Werte über 20 und 30 zu beobachten. Die ISS-Werte bei älteren Patienten weisen eine höhere Spannweite auf erreichen tendenziell häufiger hohe Werte. Es zeigt sich eine positive Assoziation zwischen dem Alter und der Verletzungsschwere.



ISS = Injury Severity Score

Abbildung 21: Verteilung der Verletzungsschwere (ISS) – Alter

3.3.4 Altersgruppen und Unfallhergangs-Kriterien – Verteilung

Die angewandten Unfallhergangs-Kriterien unterscheiden sich bezüglich der Häufigkeit zwischen den Altersgruppen (Tab. 21). 34% der jüngsten Patienten 0-16 Jahre wurden aufgrund der Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium in den Schockraum eingewiesen; 31,5% aufgrund eines Verkehrsunfalls mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$.

Die Mehrheit der Patienten >16-32 Jahre (61,0%) wurde aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ eingeliefert; 15,2% dieser Gruppe aufgrund der Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium.

Auch in den Altersgruppen >32-48 Jahre und >48-64 Jahre wurde die Mehrheit aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ eingeliefert. Der zweithäufigste Grund einer Einlieferung in den Schockraum in diesen beiden Altersgruppen war die Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium.

In der Gruppe der >64-80-Jährigen wurde die Mehrheit, also 45%, ohne korrektes Kriterium eingewiesen; es folgt die Einweisung aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ mit 32,9%.

In der Gruppe der ältesten Patienten >80 Jahre wurde die Mehrheit (51,3%) aufgrund der Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium eingewiesen; es folgen 28,2%, die aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ eingewiesen wurden.

In allen Altersgruppen des dieser Arbeit zugrundeliegenden Kollektivs wurden entweder gar keine oder sehr wenige Patienten aufgrund eines VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision, eines VU mit Tod eines Insassen oder eines VU mit Ejektion eines Insassen in den Schockraum eingeliefert. Zudem wurden in allen Altersgruppen zwischen 5% und 12% der Patienten aufgrund eines Sturzes aus über 3 Metern Höhe eingewiesen und zwischen 3% und 5 % aufgrund eines VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75 cm.

In allen Altersgruppen wurden die meisten Patienten entweder aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ oder aufgrund der Wahl des Unfallhergangs ohne korrektes Kriterium in den Schockraum eingewiesen.

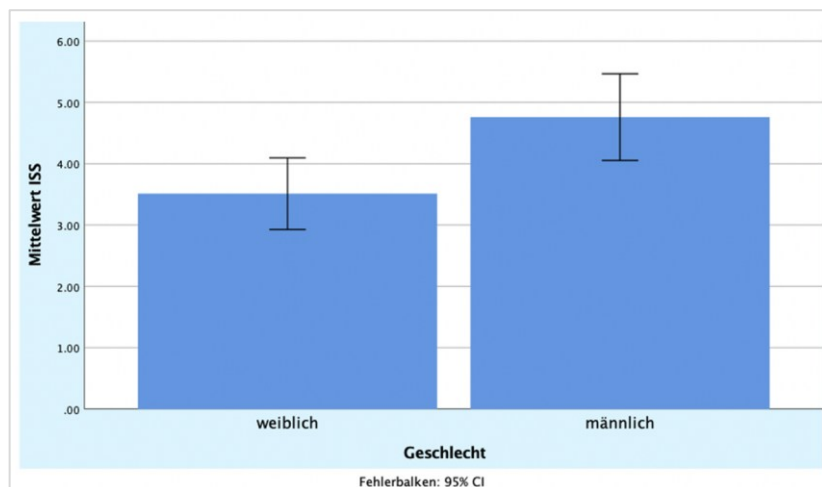
Altersgruppe	Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	Sturz aus über drei Metern Höhe	VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm	VU mit Geschwindigkeitsveränderung von delta > 30km/h	VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision	VU mit Tod eines Insassen	VU mit Ejektion eines Insassen	Gesamt
0 – 16	25 (34,2%)	9 (12,3%)	4 (5,3%)	23 (31,5%)	10 (13,7%)	2 (2,7%)	0 (0,0%)	73
>16 – 32	35 (15,2%)	15 (6,5%)	6 (2,6%)	141 (61,0%)	30 (13,0%)	1 (0,4%)	3 (1,3%)	231
>32 – 48	23 (16,1%)	8 (5,6%)	7 (4,9%)	93 (65,0%)	11 (7,7%)	1 (0,7%)	0 (0,0%)	143
>48 – 64	22 (17,5%)	8 (6,3%)	4 (3,2%)	76 (60,3%)	16 (12,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	126
>64 – 80	37 (45,1%)	7 (8,5%)	3 (3,7%)	27 (32,9%)	8 (9,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	82
>80	20 (51,3%)	2 (5,1%)	2 (5,1%)	11 (28,2%)	3 (7,7%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)	39
Gesamt	162 (23,3%)	49 (7,1%)	26 (3,7%)	371 (53,5%)	78 (11,2%)	4 (0,6%)	4 (0,6%)	694

VU = Verkehrsunfall

Tabelle 21: Unfallhergangs-Kriterien – Altersgruppen

3.3.5 Verletzungsschwere – Geschlecht

In dem dieser Arbeit zugrunde liegenden Kollektiv ist die durchschnittliche Verletzungsschwere, gemessen am ISS, in der Gruppe männlichen Geschlechts höher als in der Gruppe weiblichen Geschlechts (Abb. 22). Die Gruppe männlichen Geschlechts hat einen höheren durchschnittlichen ISS als die Gruppe weiblichen Geschlechts.



ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 22: Verletzungsschwere – Geschlecht

409 der 694 in dieser Arbeit untersuchten Patienten waren männlichen Geschlechts. Der durchschnittliche MAIS-Wert dieser 409 Patienten betrug 1,5, der durchschnittliche ISS-Wert 4,8 und der durchschnittliche NISS-Wert 6,4 (Tab. 22).

285 der 694 in dieser Arbeit untersuchten Patienten waren weiblichen Geschlechts. Der durchschnittliche MAIS-Wert dieser 285 Patientinnen betrug 1,4, der durchschnittliche ISS-Wert 3,5 und der durchschnittliche NISS-Wert 4,8.

Insgesamt ist die durchschnittliche Verletzungsschwere bezüglich MAIS, ISS und NISS in dem männlichen Patientenkollektiv etwas höher als in dem weiblichen Patientenkollektiv.

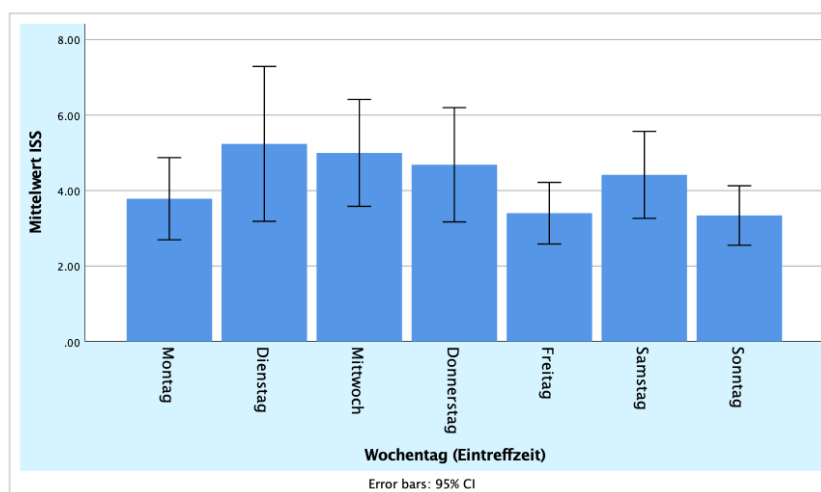
	Geschlecht	N	M	SD
MAIS	männlich	409	1,5	1,0
	weiblich	285	1,4	0,9
ISS	männlich	409	4,8	7,3
	weiblich	285	3,5	5,0
NISS	männlich	409	6,4	9,0
	weiblich	285	4,8	6,6

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 22: Verletzungsschwere – Geschlecht

3.3.6 Verletzungsschwere – Wochentage

Bezüglich einer Korrelation des Wochentages (Eintreff-Tag der Patienten im Schockraum) und der Verletzungsschwere lässt sich keine Regelmäßigkeit erkennen (Abb. 23). An jedem Wochentag waren die Patienten unterschiedlich schwer verletzt. Die Patienten, die dienstags, mittwochs und donnerstags eingewiesen wurden, waren durchschnittlich schwerer verletzt als die Patienten, die am Montag, Freitag, Samstag und Sonntag eingeliefert wurden. Am Freitag und am Sonntag waren die eingelieferten Patienten des betrachteten Kollektivs durchschnittlich am geringsten verletzt.

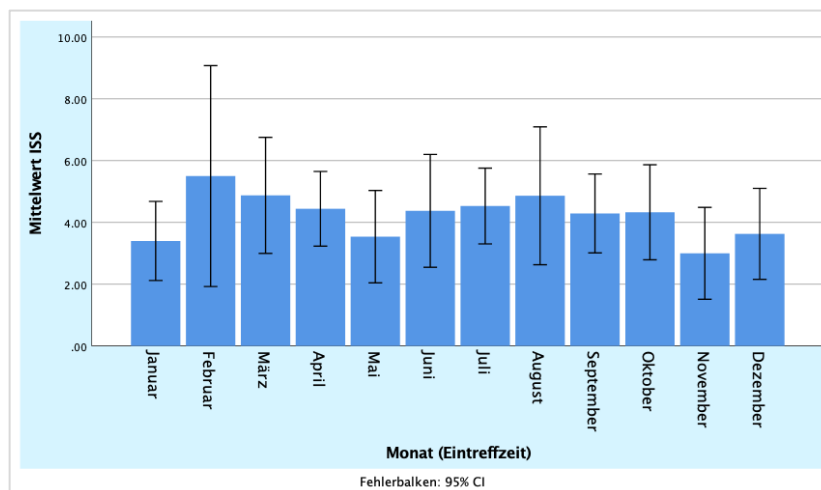


ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 23: Verletzungsschwere – Wochentage

3.3.7 Verletzungsschwere – Monate

Bezüglich einer Korrelation des Monats (Eintreff-Monat der Patienten im Schockraum) und der Verletzungsschwere lässt sich ebenfalls keine Regelmäßigkeit erkennen (Abb. 24). In jedem Monat der Jahre wechselte die durchschnittliche Verletzungsschwere der eingelieferten Patienten. Hervorheben lässt sich, dass in den beiden Jahren (2018 und 2019), die der Datenerhebung zugrunde liegen, die Patienten im Februar am schwersten verletzt waren. Der durchschnittliche ISS war in diesem Monat am höchsten mit 5,5. Darauf folgen der März und August. Im November waren die Patienten durchschnittlich am geringsten verletzt, der durchschnittliche ISS war in diesem Monat am niedrigsten mit 3,0. Ebenfalls durchschnittlich gering verletzt waren die Patienten in den Monaten Januar (durchschnittlicher ISS: 3,4) und Mai (durchschnittlicher ISS: 3,5).



ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 24: Verletzungsschwere – Monate

3.3.8 Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)

42 Patienten (6,1%) der 694 Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, waren schwerverletzt mit einem ISS ≥ 16 (Tab. 23). Die Majorität, 652 Patienten (93,9%), war nicht schwerverletzt.

Im größten Sub-Kollektiv, 371 Patienten eingewiesen aufgrund eines VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$, waren lediglich zwei Patienten (0,5%) schwerverletzt.

Unfallhergangskriterien	Schwerverletzt (ISS ≥ 16)		Gesamt
	Nein	Ja	
Wahl Unfallhergang ohne korrektes Kriterium	137 (84,6%)	25 (15,4%)	162
Sturz aus über drei Metern Höhe	42 (85,7%)	7 (14,3%)	49
VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75 cm	24 (92,3%)	2 (7,7%)	26
VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30$ km/h	369 (99,5%)	2 (0,5%)	371
VU mit Fußgänger-/ Zweiradkollision	73 (93,6%)	5 (6,4%)	78
VU mit Tod eines Insassen	3 (75,0%)	1 (25,0%)	4
VU mit Ejektion eines Insassen	4 (100,0%)	0 (0,0%)	4
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

ISS = Injury Severity Score, VU = Verkehrsunfall

Tabelle 23: Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Unfallhergangs-Kriterien

3.3.9 Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Alter

In der Gruppe der 73 jüngsten Patienten (0-16 Jahre) war kein Patient (0,0%) schwerverletzt mit einem ISS ≥ 16 (Tab. 24). In der größten Gruppe, 231 Patienten >16-32 Jahre, waren 4 Patienten (1,7%) schwerverletzt. In der zweitgrößten Gruppe, 143 Patienten >32-48 Jahre, war lediglich 1 Patient (0,7%) schwerverletzt.

In der Gruppe von älteren Patienten, 126 Patienten >48-64 Jahre, waren 11 Patienten (8,7%) schwerverletzt. Das sind ca. viermal so viel wie in den Gruppen jüngerer Patienten (0-48 Jahre). Dahingegen waren in der Gruppe betagter Patienten, 82 Patienten >64-80 Jahre, 17 Patienten (20,7%) schwerverletzt. In der Gruppe der Patienten >80 Jahre (N=39) waren sogar 9 Patienten (23,1%) schwerverletzt. Das sind mehr als doppelt so viel wie in der Gruppe der Patienten >48-64 Jahre und ca. zehnmal so viel wie in den Gruppen jüngerer Patienten (0-48 Jahre).

Altersgruppe	Schwerverletzt ISS (ISS ≥ 16)		Gesamt
	Nein	Ja	
0 – 16	73 (100,0%)	0 (0,0%)	73
>16 – 32	227 (98,3%)	4 (1,7%)	231
>32 – 48	142 (99,3%)	1 (0,7%)	143
>48 – 64	115 (91,3%)	11 (8,7%)	126
>64 – 80	65 (79,3%)	17 (20,7%)	82
>80	30 (76,9%)	9 (23,1%)	39
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

ISS = Injury Severity Score

Tabelle 24: Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Altersgruppen

Eine Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient-Analyse zeigt, dass es eine statistisch signifikante Korrelation ($p < 0,001$) zwischen der Verletzungsschwere und dem Alter der Patienten, die in den Schockraum aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden, gibt.

3.3.10 Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Geschlecht

409 der 694 in dieser Arbeit retrospektiv analysierten Patienten waren männlichen Geschlechts (Tab. 25). Davon schwerverletzt (ISS ≥ 16) waren 27 Patienten (6,6%). Nicht schwerverletzt waren 382 Patienten (93,4%).

285 der 694 in dieser Arbeit untersuchten Patienten waren weiblichen Geschlechts. 15 Patientinnen (5,3%) dieser Gruppe waren schwerverletzt. 270 Patientinnen (94,7%) waren nicht schwerverletzt.

Geschlecht	Schwerverletzt nach ISS (ISS ≥ 16)		Gesamt
	Nein	Ja	
weiblich	270 (94,7%)	15 (5,3%)	285
männlich	382 (93,4%)	27 (6,6%)	409
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

ISS = Injury Severity Score

Tabelle 25: Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Geschlecht

3.4 Retrospektive klinische Reevaluierung der Indikation zur Schockraumeinweisung nach Unfallhergang

Wie bereits in Kapitel 2.5 (Seite 34-35) erläutert, findet in dieser Arbeit eine retrospektive klinische Reevaluierung (Neubewertung) der (deutschen) Schockraumindikation nach Unfallhergang (GoR B) statt, also eine Evaluation, inwiefern der Rettungsdienst die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) präklinisch korrekt oder inkorrekt angewendet hat. Dies geschieht unter Berücksichtigung der in der S3-Leitlinie von 2016 festgelegten Definitionen aller sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) und aller physiologisch-anatomischen GoR-A-Kriterien, die ebenfalls in der S3-Leitlinie von 2016 definiert sind (siehe Kap. 1.4, Seite 20-25).

So ergeben sich zwei zu vergleichende Gruppen: „Korrekt (Leitlinien-konform) nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum ein-

gewiesene Patienten“ und „Nicht korrekt (Nicht Leitlinien-konform) nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesene Patienten“. Letztere Gruppe lässt sich noch einmal unterteilen in zwei Sub-Gruppen. Eine Gruppe von Patienten ohne Schockraumindikation und eine Gruppe von Patienten, bei denen die Wahl eines physiologisch-anatomischen (GoR A) Kriteriums korrekt gewesen wäre (= ein GoR A-Kriterium hätte primär vom Rettungsdienst ausgewählt werden müssen).

3.4.1 Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) – Verletzungsschwere

Insgesamt wurden 694 Patienten aufgrund der sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 durch den lokalen Rettungsdienst in den Schockraum eingewiesen (Tab. 26).

532 Patienten (76,7%) der 694 wurden durch den lokalen Rettungsdienst präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen und erfüllten in der retrospektiven klinischen Reevaluierung richtigerweise eines der sechs Kriterien. Diese Patienten wurden S3-leitliniengerecht korrekterweise in den Schockraum eingewiesen. Ihr durchschnittlicher MAIS betrug 1,3, ihr durchschnittlicher ISS 3,4 und ihr durchschnittlicher NISS 4,6. Die durchschnittliche Verletzungsschwere dieser Gruppe war gering.

162 Patienten (23,3%) der 694 wurden präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen, ohne dass eines der sechs Kriterien der S3-Leitlinie erfüllt wurde. Ihr durchschnittlicher MAIS betrug 1,9, ihr durchschnittlicher ISS 7,0 und ihr durchschnittlicher NISS 9,5.

Diese 162 nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten werden noch einmal in zwei Subgruppen unterteilt:

146 Patienten (21,0% von 694) erfüllten präklinisch keines der sechs Unfallhergangs-Kriterien. In der retrospektiven klinischen Reevaluierung erfüllten diese Patienten weder physiologisch-anatomische GoR A-Kriterien noch Unfallhergangs-Kriterien (GoR B). Daher bestand, die S3-Leitlinie von 2016 zu Grunde legend, für diese Patienten keine Schockraumindikation. Ihr durchschnittlicher MAIS betrug 1,7, ihr durchschnittlicher ISS 5,3 und ihr durchschnittlicher NISS 7,7.

16 Patienten (2,3% von 694) wurden präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen. Nach retrospektiver klinischer Reevaluierung hätten diese Patienten jedoch

präklinisch primär ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium erfüllt und S3-Leitlinien-konform in den Schockraum eingewiesen werden müssen. Ihr durchschnittlicher MAIS betrug 3,6, ihr durchschnittlicher ISS 22,8 und ihr durchschnittlicher NISS 25,9.

	Retrospektive klinische Reevaluierung	N	M	SD	MIN	MAX
MAIS	Unfallhergang (korrekt eingewiesen)	532	1,3	0,9	0,0	5,0
	Keine Schockraumindikation	146	1,7	1,0	0,0	5,0
	GoR A wäre primär auszuwählen gewesen	16	3,6	1,3	1,0	6,0
	Gesamt	694	1,5	1,0	0,0	6,0
ISS	Unfallhergang (korrekt eingewiesen)	532	3,4	4,7	0,0	34,0
	Keine Schockraumindikation	146	5,3	6,0	0,0	29,0
	GoR A wäre primär auszuwählen gewesen	16	22,8	19,4	1,0	75,0
	Gesamt	694	4,2	6,5	0,0	75,0
NISS	Unfallhergang (korrekt eingewiesen)	532	4,6	6,2	0,0	59,0
	Keine Schockraumindikation	146	7,7	9,1	0,0	50,0
	GoR A wäre primär auszuwählen gewesen	16	25,9	18,6	1,0	75,0
	Gesamt	694	5,7	8,1	0,0	75,0

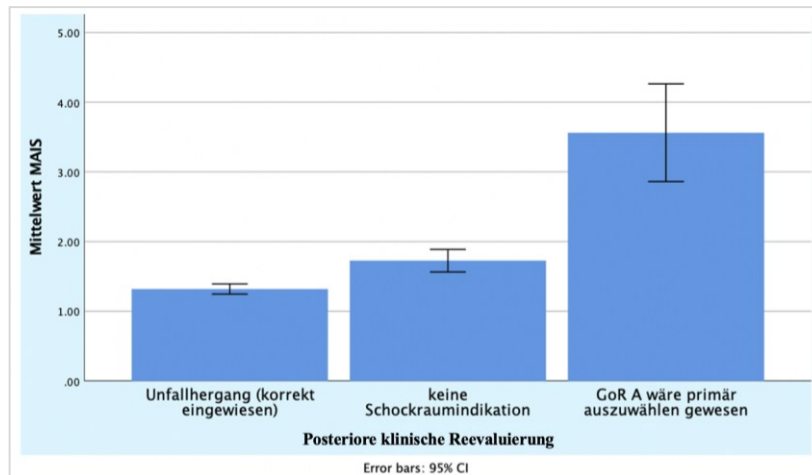
MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, MIN = Minimum, MAX = Maximum, GoR A = Grade of Recommendation A

Tabelle 26: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere

Die Patienten, die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten den niedrigsten durchschnittlichen MAIS-Wert (M= 1,3) (Abb. 25).

Die Patienten, bei denen nach S3-Leitlinie von 2016 keine Schockraumindikation bestand, hatten einen etwas höheren durchschnittlichen MAIS-Wert (M= 1,7).

Die Patienten, bei denen ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen, hatten im Vergleich zu den zwei anderen Gruppen einen deutlich höheren durchschnittlichen MAIS-Wert (M= 3,6). Diese Patientengruppe war am schwersten verletzt.



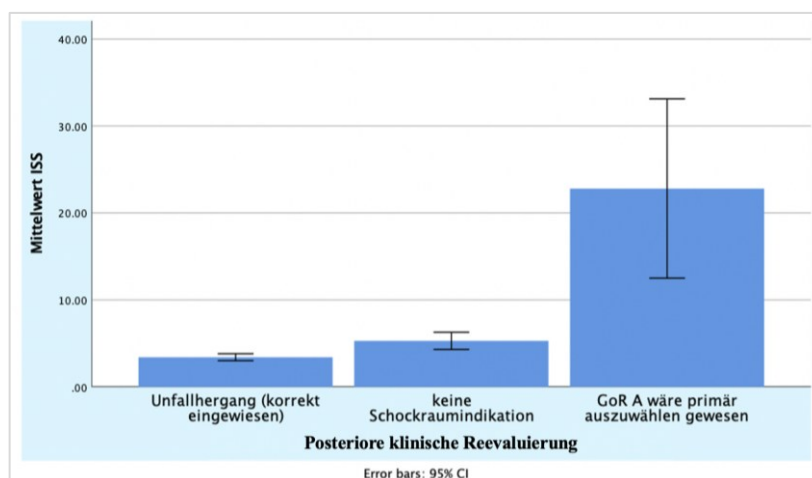
MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, GoR A = Grade of Recommendation A, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 25: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangskriterien – Verletzungsschwere (MAIS)

Die Patienten, die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten den niedrigsten durchschnittlichen ISS-Wert ($M=3,4$) (Abb. 26).

Die Patienten, bei denen nach S3-Leitlinie von 2016 keine Schockraumindikation bestand, hatten einen etwas höheren durchschnittlichen ISS-Wert ($M=5,3$). Diese beiden Patientengruppen waren durchschnittlich nicht schwerverletzt ($ISS \geq 16$).

Die Patienten, bei denen ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen, hatten im Vergleich zu den zwei anderen Gruppen einen deutlich höheren durchschnittlichen ISS-Wert ($M=22,8$). Diese Patientengruppe war am schwersten verletzt und durchschnittlich schwerverletzt ($ISS \geq 16$).



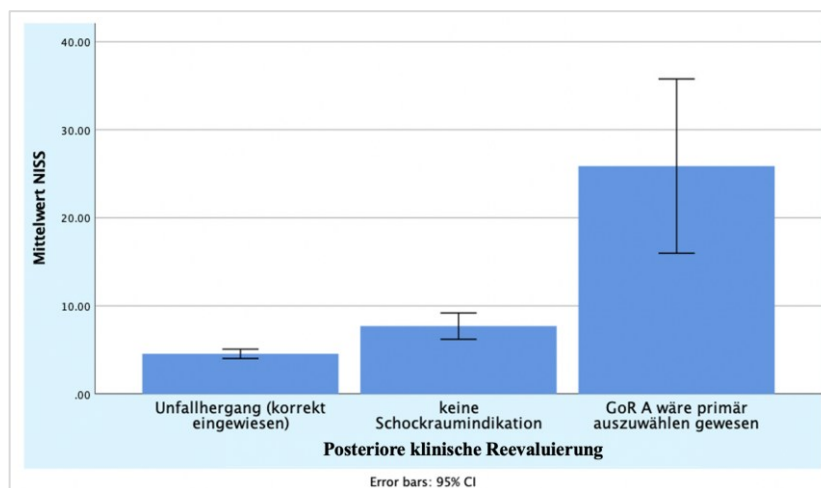
ISS = Injury Severity Score, GoR A = Grade of Recommendation A, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 26: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangskriterien – Verletzungsschwere (ISS)

Die Patienten, die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten den niedrigsten durchschnittlichen NISS-Wert ($M=4,6$) (Abb. 27).

Die Patienten, bei denen nach S3-Leitlinie von 2016 keine Schockraumindikation bestand, hatten einen etwas höheren durchschnittlichen NISS-Wert ($M=7,7$). Diese beiden Patientengruppen waren durchschnittlich nicht schwerverletzt ($ISS \geq 16$).

Die Patienten, bei denen ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen, hatten im Vergleich zu den zwei anderen Gruppen einen deutlich höheren durchschnittlichen NISS-Wert ($M=25,9$). Diese Patientengruppe war am schwersten verletzt und durchschnittlich schwerverletzt ($ISS \geq 16$).



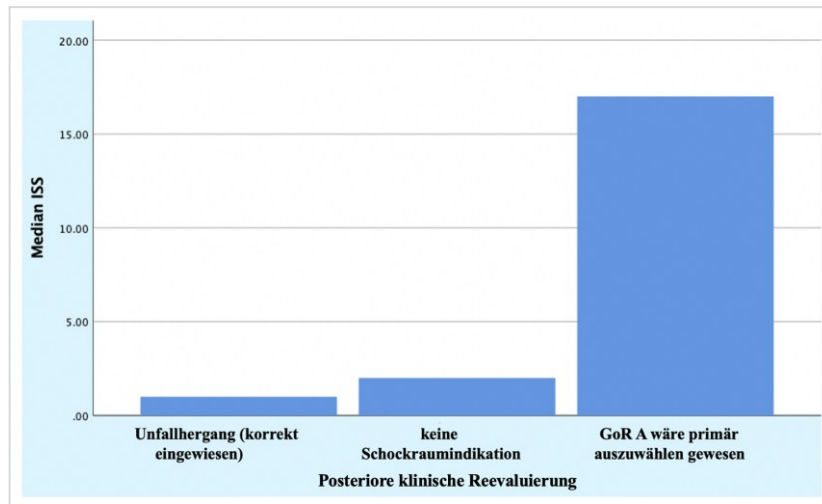
NISS = New Injury Severity Score, GoR A = Grade of Recommendation A, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 27: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangskriterien – Verletzungsschwere (NISS)

Der Median des ISS der Patienten, bei denen ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen, war am höchsten (Abb. 28). Er betrug 17,0.

Der Median des ISS in der Gruppe der Patienten, bei denen nach S3-Leitlinie von 2016 keine Schockraumindikation bestand, betrug 2,0.

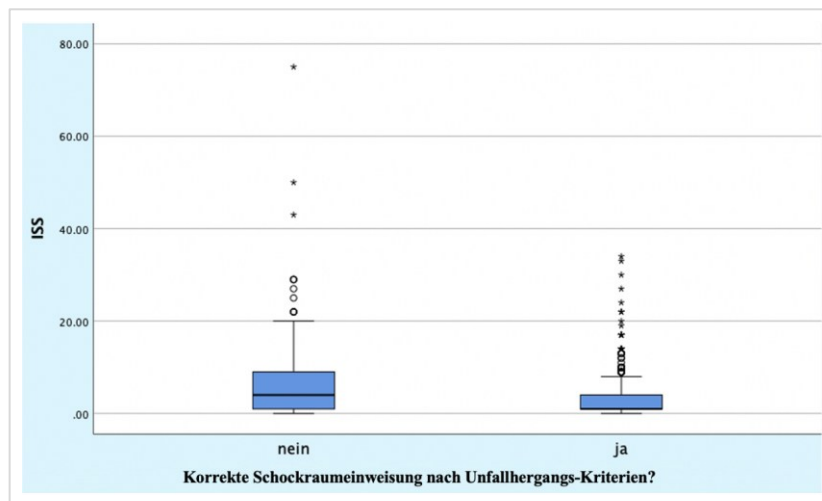
Der Median des ISS der Patienten, die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, betrug 1,0. Dieser Wert war am niedrigsten.



ISS = Injury Severity Score, GoR A = Grade of Recommendation A

Abbildung 28: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (ISS)

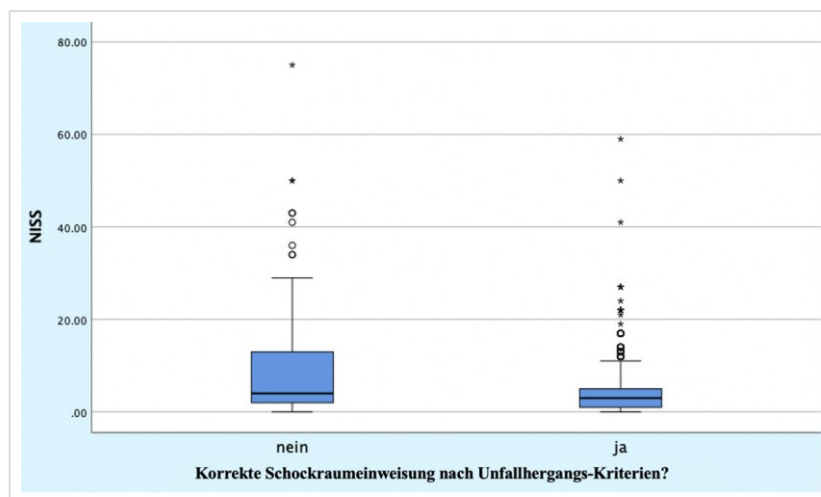
Im Boxplot-Diagramm (Abb. 29) zeigt sich, dass die Patienten, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, schwerer verletzt waren und einen höheren durchschnittlichen ISS-Wert hatten als die Patienten, die korrekt in den Schockraum eingewiesen wurden.



ISS = Injury Severity Score

Abbildung 29: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (ISS)

Im Boxplot-Diagramm (Abb. 30) zeigt sich, dass die Patienten, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, schwerer verletzt waren und einen höheren durchschnittlichen NISS-Wert hatten als die Patienten, die korrekt in den Schockraum eingewiesen wurden.



NISS = New Injury Severity Score

Abbildung 30: Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (NISS)

Nach Anwendung eines Mann-Whitney-U-Tests kann beobachtet werden, dass der Median des ISS in der Gruppe der nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 nicht korrekt in den Schockraum eingewiesenen Patienten signifikant höher ($p < 0,001$) ist als in der Gruppe der Patienten, die korrekt eingewiesen wurden (Tab. 27). Weiter kann beobachtet werden, dass auch der Median des MAIS und der Median des NISS in der Gruppe der nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 nicht korrekt in den Schockraum eingewiesenen Patienten jeweils signifikant höher ($p < 0,001$) ist als in der Gruppe der Patienten, die korrekt eingewiesen wurden.

	Korrekte Schockraumeinweisung	N	M	SD
MAIS	Ja	532	1,3	0,9
	Nein	162	1,9	1,2
ISS	Ja	532	3,4	4,7
	Nein	162	7,0	9,8
NISS	Ja	532	4,6	6,2
	Nein	162	9,5	11,7

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 27: Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere

3.4.2 ISS-Kategorien

An dieser Stelle werden die 532 Patienten betrachtet, die in der retrospektiven klinischen Reevaluation korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden (Tab. 28).

59 Patienten (11,1%) der 532 hatten einen ISS von 0, waren nicht verletzt. Die Mehrheit der Patienten, 342 Patienten (64,3%), hatte einen ISS zwischen 1 und 4. Diese Patienten waren lediglich leicht verletzt. Die zweitgrößte Gruppe, 84 Patienten (15,8%), hatte einen ISS zwischen 5 und 9. 30 Patienten (5,6%) hatten einen ISS zwischen 10 und 15. Diese Patienten waren nicht schwerverletzt ($\text{ISS} \geq 16$).

Lediglich 13 Patienten (2,4%) hatten einen ISS zwischen 16 und 25 und 4 Patienten (0,8%) einen ISS zwischen 26 und 50. Kein Patient (0,0%) hatte einen ISS über 50.

Nun werden die 162 Patienten betrachtet, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden (Tab. 28).

6 Patienten (3,7%) der 162 hatten einen ISS von 0, waren nicht verletzt. Die Mehrheit der Patienten, 88 Patienten (54,3%), hatte einen ISS zwischen 1 und 4. Diese Patienten waren lediglich leicht verletzt. Die zweitgrößte Gruppe, 33 Patienten (20,4%), hatte einen ISS zwischen 5 und 9. 10 Patienten (6,2%) hatten einen ISS zwischen 10 und 15. Diese Patienten waren nicht schwerverletzt ($\text{ISS} \geq 16$). Dahingegen hatten 18 Patienten (11,1%) einen ISS zwischen 16 und 25 sowie 6 Patienten (3,7%) einen ISS zwischen 26 und 50. Ein Patient (0,6%) hatte einen ISS über 50.

	ISS= 0	ISS zwischen 1 und 4	ISS zwischen 5 und 9	ISS zwischen 10 und 15	ISS zwischen 16 und 25	ISS zwischen 26 und 50	ISS über 50	Gesamt
Nicht korrekt eingewiesen	6 (3,7%)	88 (54,3%)	33 (20,4%)	10 (6,2%)	18 (11,1%)	6 (3,7%)	1 (0,6%)	162
Korrekt eingewiesen	59 (11,1%)	342 (64,3%)	84 (15,8%)	30 (5,6%)	13 (2,4%)	4 (0,8%)	0 (0,0%)	532
Gesamt	65 (9,4%)	430 (62,0%)	117 (16,9%)	40 (5,8%)	31 (4,5%)	10 (1,4%)	1 (0,1%)	694

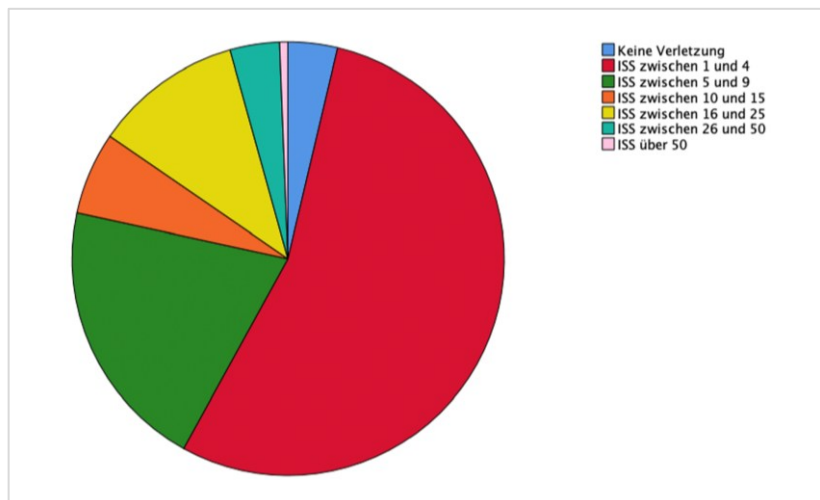
ISS = Injury Severity Score

Tabelle 28: Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien

Im folgenden Kuchendiagramm wird die Verteilung der ISS-Kategorien der Patienten, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von

2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, noch einmal grafisch dargestellt (Abb. 31).

Mit mehr als der Hälfte der Gesamtmenge bildet die Kategorie ISS zwischen 1 und 4 den größten Anteil. Auch die Kategorie ISS zwischen 5 und 9 macht einen bedeutenden Anteil aus. Dahingegen bilden die Kategorien der Schwerverletzten (ISS zwischen 16 und über 50) die kleineren Anteile. Die Darstellung zeigt, dass die Mehrheit der nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesenen Patienten eine geringere Verletzungsschwere aufweist.

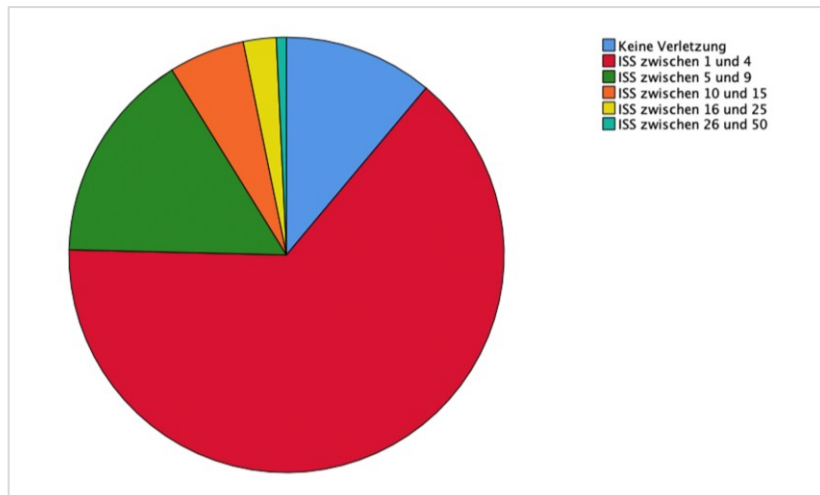


ISS = Injury Severity Score

Abbildung 31: Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien

Im nachstehenden Kuchendiagramm wird die Verteilung der ISS-Kategorien der Patienten, die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, noch einmal grafisch dargestellt (Abb. 32).

Dreiviertel der Gesamtmenge macht die Kategorie ISS zwischen 1 und 4 zusammen mit der Kategorie „keine Verletzung“ aus. Einen bedeutenden Anteil nimmt zudem die Kategorie ISS zwischen 5 und 9 ein. Dahingegen bilden die Kategorien der Schwerverletzten (ISS zwischen 16 und über 50) die kleinsten Anteile. Die Grafik verdeutlicht, dass der Großteil der korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesenen Patienten nicht oder nur gering verletzt ist.



ISS = Injury Severity Score

Abbildung 32: Korrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien

Anschließend werden in Tab. 29 die 16 Patienten betrachtet, die präklinisch primär ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium erfüllt hätten und deswegen S3-Leitlinien-konform in den Schockraum eingewiesen werden müssen.

Kein Patient dieser Gruppe (0,0%) hatte einen ISS von 0. Zwei Patienten (12,5%) hatten einen ISS zwischen 1 und 4. Sie waren lediglich leicht verletzt. Drei Patienten (18,8%) hatten einen ISS zwischen 5 und 9. Diese Patienten waren nicht schwerverletzt ($ISS \geq 16$).

Dahingegen hatte die Mehrheit, 6 Patienten (37,5%), einen ISS zwischen 16 und 25. 4 Patienten (25,0%) hatten einen ISS zwischen 26 und 50 und ein Patient (6,3%) hatte einen ISS über 50. Diese Patienten waren schwerverletzt ($ISS \geq 16$).

ISS-Kategorie	Häufigkeit	Prozent
ISS = 0	0	0,0
ISS zwischen 1 und 4	2	12,5
ISS zwischen 5 und 9	3	18,8
ISS zwischen 10 und 15	0	0,0
ISS zwischen 16 und 25	6	37,5
ISS zwischen 26 und 50	4	25,0
ISS über 50	1	6,3
Gesamt	16	100,0

GoR A = Grade of recommendation A, ISS = Injury Severity Score

Tabelle 29: GoR A – ISS-Kategorien

3.4.3 Verletzungsschwere – Alter

Eine Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient-Analyse zeigt, dass eine statistisch signifikante Korrelation ($p < 0,001$) zwischen der Verletzungsschwere und dem Alter der Patienten des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden) besteht. Auch zeigt eine Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient-Analyse, dass die statistisch signifikante Korrelation ($p < 0,001$) zwischen der Verletzungsschwere und dem Alter der Patienten sogar stärker ist, wenn man die Patienten betrachtet, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden.

3.4.4 Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) – Schwerverletzung

694 Patienten wurden aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 durch den lokalen Rettungsdienst in den Schockraum eingewiesen (Tab. 30).

532 Patienten (76,7%) der 694 wurden in der retrospektiven klinischen Reevaluation korrekterweise aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien durch den lokalen Rettungsdienst in den Schockraum eingewiesen. In dieser Gruppe waren lediglich 17 Patienten (3,2%) schwerverletzt. Die Majorität, 515 Patienten (96,8%), war nicht schwerverletzt ($ISS \geq 16$).

162 Patienten (23,3%) der 694 wurden präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen, die retrospektive klinische Reevaluierung zeigte jedoch, dass dies ohne Erfüllung eines der sechs Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 geschah. 137 Patienten dieser Gruppe waren nicht schwerverletzt. 25 Patienten (15,4%) hingegen waren schwerverletzt.

Diese 162 nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten werden noch einmal in zwei Subgruppen unterteilt.

146 Patienten (21,0% von 694), erfüllten präklinisch keines der sechs Unfallhergangs-Kriterien. In der retrospektiven klinischen Reevaluierung erfüllten diese Patienten weder physiologisch-anatomische GoR A-Kriterien noch Unfallhergangs-Kriterien (GoR B). Daher bestand, die S3-Leitlinie von 2016 zu Grunde legend, für diese Patienten keine Schockraumindikation. 14 Patienten (9,6%) dieser Gruppe waren schwerverletzt. Die Mehrheit, 132 Patienten (90,4%), war nicht schwerverletzt.

16 Patienten (2,3% von 694) wurden präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen. Nach retrospektiver klinischer Reevaluierung hätten diese Patienten jedoch

präklinisch primär ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium erfüllt und S3-Leitlinien-konform in den Schockraum eingewiesen werden müssen. In dieser Gruppe war die Mehrheit, 11 Patienten (68,8%), schwerverletzt. Fünf Patienten (31,3%) waren nicht schwerverletzt.

	Schwerverletzt nach ISS (ISS ≥ 16)		Gesamt
	Nein	Ja	
Unfallhergang (korrekt eingewiesen)	515 (96,8%)	17 (3,2%)	532
Keine Schockraumindikation	132 (90,4%)	14 (9,6%)	146
GoR A wäre primär auszuwählen gewesen	5 (31,3%)	11 (68,8%)	16
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

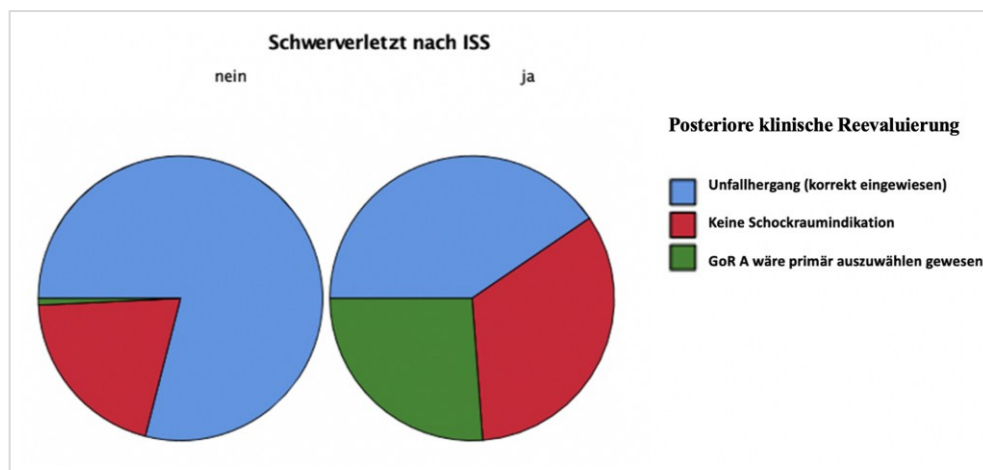
ISS = Injury Severity Score, GoR A = Grade of Recommendation A

Tabelle 30: Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung

Anschließend wird die Anzahl der Schwerverletzten (ISS ≥ 16) bezüglich einer korrekten Einweisung nach den Unfallhergangs-Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 noch einmal anhand eines Kuchendiagramms (Abb. 33) grafisch dargestellt.

In der Gruppe der Nicht-Schwerverletzten machten die korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten den größten Anteil (80%) aus. Den zweitgrößten, aber wesentlich kleineren Anteil (18,9%), machten die Patienten ohne Schockraumindikation aus. Eine kleine Minderheit (0,8%) stellten die Patienten dar, bei denen präklinisch ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen.

In der Gruppe der Schwerverletzten machten die korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten den größten Anteil (40,5%) aus. Den zweitgrößten Anteil (33,3%) machten die Patienten ohne Schockraumindikation aus. Die dritte Gruppe (26,2%) stellten die Patienten dar, bei denen präklinisch ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium primär hätte ausgewählt werden müssen.



ISS = Injury Severity Score, GoR A = Grade of Recommendation A

Abbildung 33: Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung

Mittels exaktem Chi-Quadrat-Test nach Fisher kann gezeigt werden, dass die Anzahl der Schwerverletzten in der Gruppe der nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten signifikant höher ($p < 0,001$) ist als in der Gruppe der korrekt eingewiesenen Patienten (Tab. 31).

	Schwerverletzt nach ISS (ISS ≥ 16)		Gesamt
	Nein	Ja	
Nicht korrekt eingewiesen	137 (84,6%)	25 (15,4%)	162
Korrekt eingewiesen	515 (96,8%)	17 (3,2%)	532
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

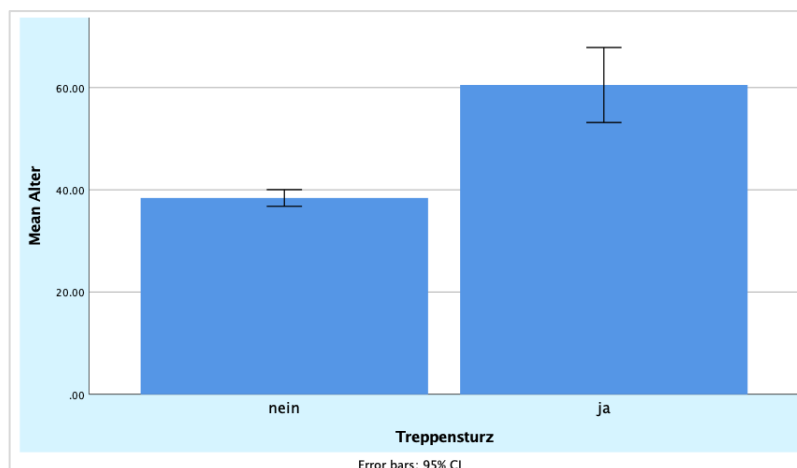
ISS = Injury Severity Score

Tabelle 31: Korrektheit Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung

3.5 Treppensturz

In den Jahren 2018 und 2019 wurden 694 Patienten aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen. Es zeigte sich, dass davon 59 Einweisungen aufgrund eines „Treppensturzes“ erfolgten.

Patienten, die aufgrund eines Treppensturzes eingewiesen wurden, hatten ein durchschnittlich höheres Alter ($M = 60,5$ Jahre) als die übrigen ($M = 38,4$ Jahre) (Abb. 34).



CI = Konfidenzintervall

Abbildung 34: Treppensturz – Alter

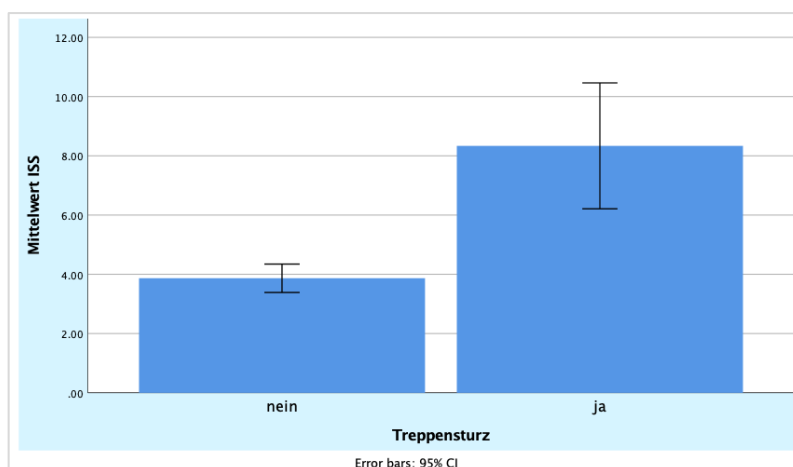
Bei einem durchschnittlichen Alter von 40,3 Jahren aller 694 Patienten lag das Alter der Patienten, die aufgrund eines Treppensturzes eingewiesen wurden, bei durchschnittlich 60,5 Jahren (Tab. 32). Das Alter der übrigen lag bei durchschnittlich 38,4 Jahren.

Treppensturz	Mittelwert	SD	N
nein	38,4	20,9	635
ja	60,5	28,2	59
Gesamt	40,3	22,5	694

SD = Standardabweichung, N = Anzahl

Tabelle 32: Treppensturz – Alter

Patienten, die aufgrund eines Treppensturzes in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten durchschnittlich höhere ISS-Werte als die übrigen (Abb. 35). Erstere waren durchschnittlich schwerer verletzt als Patienten ohne Treppensturz.



ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 35: Treppensturz – Verletzungsschwere

Die 59 Patienten mit Treppensturz hatten einen MAIS-Mittelwert von 2,2, einen ISS-Mittelwert von 8,3 und einen NISS-Mittelwert von 12,1 (Tab. 33).

Die 635 Patienten ohne Treppensturz hatten einen MAIS-Mittelwert von 1,4, einen ISS-Mittelwert von 3,9 und einen NISS-Mittelwert von 5,1.

	Treppensturz	N	M	SD
MAIS	Ja	59	2,2	1,2
	Nein	635	1,4	0,9
ISS	Ja	59	8,3	8,2
	Nein	635	3,9	6,2
NISS	Ja	59	12,1	12,2
	Nein	635	5,1	7,3

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 33: Treppensturz – Verletzungsschwere

In der Gruppe der 59 Patienten mit Treppensturz waren 15 Patienten (25,4%) schwerverletzt (ISS ≥ 16) (Tab. 34). 44 Patienten (74,6%) waren nicht schwerverletzt.

In der Gruppe der 635 Patienten ohne Treppensturz waren lediglich 27 Patienten (4,3%) schwerverletzt. Hier war die Majorität, 608 Patienten (95,7%), nicht schwerverletzt.

Mittels exaktem Chi-Quadrat-Test nach Fisher zeigt sich, dass die Patienten, die aufgrund eines Treppensturzes in den Schockraum eingewiesen wurden, gemäß ISS statistisch signifikant häufiger schwerverletzt sind ($p < 0.001$) als die Patienten, die nicht aufgrund eines Treppensturzes eingewiesen wurden.

	Schwerverletzt nach ISS (ISS ≥ 16)		
Treppensturz	Nein	Ja	Gesamt
nein	608 (95,7%)	27 (4,3%)	635
ja	44 (74,6%)	15 (25,4%)	59
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

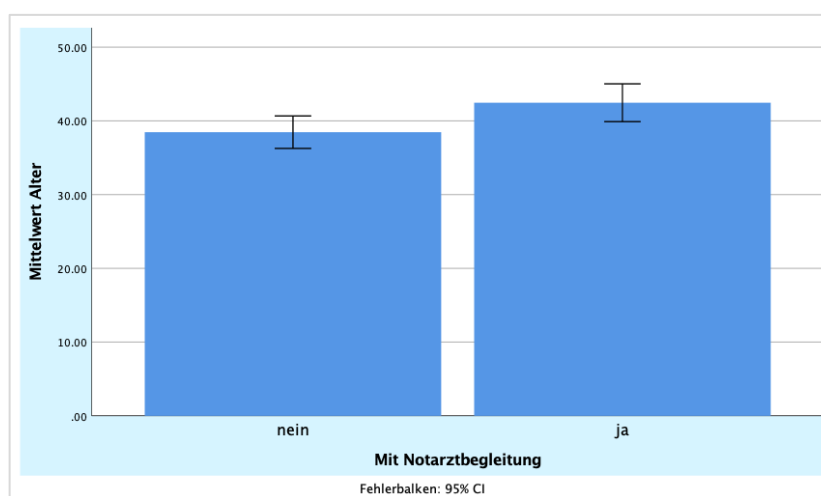
ISS = Injury Severity Score

Tabelle 34: Treppensturz – Schwerverletzung

3.6 Notarztbegleitung

In den Jahren 2018 und 2019 wurden 694 Patienten aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingeliefert. Es zeigte sich, dass davon 317 Patienten mit „Notarztbegleitung“ und 377 Patienten ohne Notarztbegleitung, sondern durch Rettungskräfte eingeliefert wurden (Abb. 36).

Patienten, die notarztbegleitet in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten ein durchschnittlich höheres Alter (durchschnittliches Alter: 42,5 Jahre) als Patienten, die ohne Notarztbegleitung eingewiesen wurden (durchschnittliches Alter: 38,5 Jahre).



CI = Konfidenzintervall

Abbildung 36: Notarztbegleitung – Alter

Bei einem durchschnittlichen Alter von 40,3 Jahren aller 694 Patienten lag das Alter der in einen Schockraum eingewiesenen Patienten mit Notarztbegleitung bei durchschnittlich 42,5 Jahren (Tab. 35). Das Alter der Patienten ohne Notarztbegleitung lag bei durchschnittlich 38,5 Jahren.

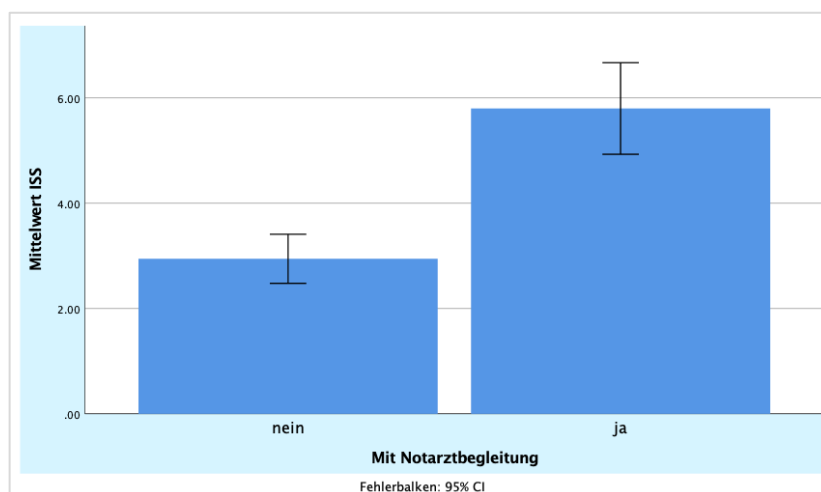
Mit Notarztbegleitung	Mittelwert	SD	N
nein	38,5	21,7	377
ja	42,5	23,2	317
Gesamt	40,3	22,5	694

SD = Standardabweichung, N = Anzahl

Tabelle 35: Notarztbegleitung – Alter

Patienten, die notarztbegleitet aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, hatten durchschnittlich hö-

here ISS-Werte (durchschnittlicher ISS-Wert: 5,8) als Patienten, die ohne Notarztbegleitung eingewiesen wurden (durchschnittlicher ISS-Wert: 2,9) (Abb. 37). Erstere waren also schwerer verletzt als Patienten ohne Notarztbegleitung.



ISS = Injury Severity Score, CI = Konfidenzintervall

Abbildung 37: Notarztbegleitung – Verletzungsschwere

Die 317 in den Schockraum eingewiesenen Patienten mit Notarztbegleitung hatten einen MAIS-Mittelwert von 1,8, einen ISS-Mittelwert von 5,8 und einen NISS-Mittelwert von 7,8 (Tab. 36).

Die 377 Patienten ohne Notarztbegleitung hatten einen MAIS-Mittelwert von 1,2, einen ISS-Mittelwert von 2,9 und einen NISS-Mittelwert von 3,9.

	Mit Notarztbegleitung	N	M	SD
MAIS	Ja	317	1,8	1,0
	Nein	377	1,2	0,8
ISS	Ja	317	5,8	7,9
	Nein	377	2,9	4,6
NISS	Ja	317	7,8	9,9
	Nein	377	3,9	5,7

MAIS = Maximum Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score, N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Tabelle 36: Notarztbegleitung – Verletzungsschwere

Mittels T-Test zeigt sich, dass die Patienten mit Notarztbegleitung gemäß MAIS, ISS und NISS statistisch signifikant schwerer verletzt sind ($p < 0.001$) als die Patienten ohne Notarztbegleitung (Tab. 37).

In der Gruppe der 317 Patienten mit Notarztbegleitung waren 27 Patienten (8,5%) schwerverletzt (ISS ≥ 16) (Tab. 37). 290 Patienten (91,5%) waren nicht schwerverletzt.

In der Gruppe der 377 Patienten ohne Notarztbegleitung waren 15 Patienten (4,0%) schwerverletzt. 362 Patienten (96,0%) waren nicht schwerverletzt.

	Schwerverletzt nach ISS (ISS ≥ 16)		
Mit Notarztbegleitung	Nein	Ja	Gesamt
nein	362 (96,0%)	15 (4,0%)	377
ja	290 (91,5%)	27 (8,5%)	317
Gesamt	652 (93,9%)	42 (6,1%)	694

ISS = Injury Severity Score

Tabelle 37: Notarztbegleitung – Schwerverletzung

220 Patienten (69,4%) der 317 Patienten mit Notarztbegleitung wurden korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraumindikation eingewiesen (Tab. 38). 97 Patienten (30,6%) aus diesem Kollektiv wurden nicht korrekt eingewiesen.

312 Patienten (82,8%) der 377 Patienten ohne Notarztbegleitung wurden korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraumindikation eingewiesen (Tab. 38). 65 Patienten (17,2%) wurden nicht korrekt eingewiesen.

	Schockraumeinweisung korrekt		
Mit Notarztbegleitung	Nein	Ja	Gesamt
nein	65 (17,2%)	312 (82,8%)	377
ja	97 (30,6%)	220 (69,4%)	317
Gesamt	162 (23,3%)	532 (76,7%)	694

Tabelle 38: Korrektheit Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Notarztbegleitung

Der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher zeigt, dass die Anzahl der korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten in der Gruppe ohne Notarztbegleitung signifikant höher ist ($p < 0,001$) als in der Gruppe der Patienten mit Notarztbegleitung.

4 Diskussion

Ziel dieser retrospektiven Arbeit ist es zu untersuchen, ob die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der „S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ von 2016 effizient schwerverletzte Patienten ($ISS \geq 16$) identifizieren. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob die Unfallhergangs-Kriterien durch den lokalen Rettungsdienst korrekt angewendet werden oder nicht. So soll gezeigt werden, ob die Unfallhergangs-Kriterien eine Schockraumeinweisung und -behandlung rechtfertigen oder nicht.

4.1 Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang in Korrelation zur Verletzungsschwere

In den Jahren 2018 und 2019 wurden 694 Patienten aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum des von der DGU zertifizierten überregionalen TraumaZentrums UKGM, Standort Gießen, eingewiesen, d.h. durchschnittlich 347 pro Jahr. Diese Studienpopulation ist – sowohl von der Gesamtzahl her als auch pro Jahr betrachtet – größer als die einer vergleichbaren Studie. Die dortige Studienpopulation bestand aus 235 Patienten, die im Jahr 2015 aufgrund der „Schockraumindikation nach Unfallhergang“ in den Schockraum des überregionalen TraumaZentrums BG Unfallklinik Frankfurt a.M. eingewiesen wurden ³¹. Abgestellt allein auf das Unfallhergangs-Kriterium „VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “ ist die Größe des entsprechenden, in dieser Arbeit untersuchten Patientenkollektivs ($N = 371$ – in zwei Jahren; d.h. durchschnittlich 185 pro Jahr) ähnlich der einer entsprechenden Untersuchungsgruppe des überregionalen TraumaZentrums Universitätsklinikum Heidelberg des Jahres 2014 ($N = 197$) ¹⁰.

Das in dieser Arbeit untersuchte Patientenkollektiv ($N = 694$) hat ein durchschnittliches Alter von $40,3 \pm 22,5$ Jahren. Das Durchschnittsalter ist ähnlich dem von Patientenkollektiven vergleichbarer Studien ^{10,31}. Das Patientenkollektiv dieser Arbeit setzt sich aus 285 weiblichen (41,1%) und 409 männlichen Patienten (58,9%) zusammen. Der höhere Anteil an männlichen Patienten ist ebenfalls ähnlich bei Patientenkollektiven vergleichbarer Studien (58-66%) ^{10,31,78}.

Additiv zu dem Fakt, dass in diesem großen Kollektiv mehr männliche Patienten nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden als weibliche Patienten, sind erstere durchschnittlich schwerer verletzt mit einem MAIS-Mittelwert von

1,5, einem ISS-Mittelwert von 4,8 und einem NISS-Mittelwert von 6,4. Die weiblichen Patienten haben einen durchschnittlichen MAIS-Wert von 1,4, einen durchschnittlichen ISS-Wert von 3,5 und einen durchschnittlichen NISS von 4,8. Das männliche Geschlecht scheint demnach kein Prädiktor einer Schwerverletzung zu sein, jedoch für eine etwas erhöhte Gefahr, häufiger und stärker zu verunfallen, zu sprechen. Dies steht im Einklang mit nationalen traumaepidemiologischen Erfassungen, wonach von sämtlichen polytraumatisierten Patienten in Deutschland ca. 70 % männlichen Geschlechts sind ⁴.

Der Untersuchungszeitraum dieser Arbeit beträgt zwei Jahre (2018 und 2019) und ist somit zweimal so lang wie der ähnlicher Studien ^{10,31}. So ist sichergestellt, dass alle sechs Unfallhergangs-Kriterien abgedeckt werden, einschließlich rarer Kriterien, wie ein „VU mit Tod eines Insassen“ und ein „VU mit Ejektion eines Insassen“. Dies erlaubt eine verlässlichere Bewertung der Effektivität der Unfallhergangs-Kriterien.

Obwohl die 2016 publizierte „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerstverletzten-Behandlung“ der DGU aufzeigt, dass unfallbezogene/-abhängige Kriterien bezüglich ihrer Effektivität kontrovers diskutiert werden, definiert sie sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) und empfiehlt eine daraus folgende Schockraumeinweisung ¹². Jedes Jahr werden in Deutschland immer wieder Patienten, diesen Kriterien folgend, in Schockräume eingewiesen, auch wenn sie klinisch nicht schwerverletzt wirken respektive nicht schwerverletzt sind ³⁴. Die Effektivitätsprüfung dieser S3-Leitlinien-Empfehlung ist daher die Hauptaufgabe der vorliegenden Arbeit.

In dieser Arbeit werden, wie im Kapitel 2.3 (Seite 27-28) erläutert, der MAIS, ISS und NISS aller 694 Patienten berechnet, untersucht und zum Vergleich herangezogen. Die drei Scoring-Systeme erlauben, separat betrachtet oder in Kombination, eine präzise und objektive Beschreibung der Verletzungsschwere eines jeden Patienten. Auf diese Weise ermöglichen sie sowohl national als auch international Verständnis, Vergleichbarkeit und Beurteilung der Schwere der Verletzung.

Schweigkofler et al. (2019) untersuchten alle Patienten, die im Jahr 2015 aufgrund der „Schockraumindikation nach Unfallhergang“ in den Schockraum der BG-Unfallklinik Frankfurt a.M. eingewiesen wurden (N= 235). Ihr durchschnittlicher ISS beträgt 10,7 ³¹.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen sogar eine niedrigere durchschnittliche Verletzungsschwere aller in den Jahren 2018 und 2019 aufgrund der sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingelieferten

694 Patienten. Mehr als die Hälfte der Patienten (N= 430; 62,0%) weisen einen ISS zwischen 1 und 4 auf. 117 Patienten (16,9%) haben einen ISS zwischen 5 und 9. Der durchschnittliche ISS aller 694 Patienten beträgt 4,2, der durchschnittliche MAIS 1,5 und der durchschnittliche NISS 5,7. Die sechs Unfallhergangs-Kriterien, die allein zu einer Schockraumaktivierung führen, scheinen paradoxerweise hauptsächlich mit einer leichten Verletzungsschwere zu korrelieren, während gemäß S3-Leitlinie von 2016 diese spezifischen Unfallhergänge mit der Annahme einer hohen Verletzungsschwere verbunden sind.

In diesem Zusammenhang zeigen Schweigkofler et al. (2019) auf, dass von 235 Patienten 46 Patienten (19,5%) definitionsgemäß schwerverletzt sind ($ISS \geq 16$) ³¹. In der vorliegenden Arbeit sind von 694 Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden, lediglich 42 Patienten (6,1%) schwerverletzt. 652 Patienten (93,9%) sind nicht schwerverletzt, sondern in den meisten Fällen sogar nur leicht verletzt. Die Ergebnisse dieser Arbeit knüpfen an bestehende Kritik bezüglich der Unfallhergangs-Kriterien an ^{10,34}. Sie zeigen, dass die Mehrheit der Patienten, die aufgrund der sechs Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen werden, nicht schwerverletzt ist. Aus diesem Grund erscheint eine sich allein daraus ableitende Schockraumeinweisung fragwürdig.

Auf das Schockraumaktivierungskriterium, das zu der größten Anzahl an Schockraumeinweisungen nach Unfallhergang (GoR B) führte, soll an dieser Stelle genauer eingegangen werden: „Verkehrsunfall mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “. Ist dieses Kriterium erfüllt, sollte laut S3-Leitlinie von 2016 eine umgehende Schockraumeinweisung des Patienten erfolgen. Diese 374 Patienten machen mehr als die Hälfte der 694 aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesenen Patienten aus. Paradoxerweise zeigt sich, dass diese Patienten nur gering verletzt sind, mehr noch, die geringste durchschnittliche Verletzungsschwere innerhalb des Gesamtkollektivs aufweisen. Ihr durchschnittlicher MAIS beträgt 1,1, ihr durchschnittlicher ISS 2,4 und ihr durchschnittlicher NISS 3,2; lediglich 0,5% von ihnen sind schwerverletzt. Diese Patienten sind also signifikant seltener schwerverletzt als alle anderen nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesenen Patienten und stellen gleichwohl die Majorität dar. Ob des Faktes, dass diese Patienten kaum bis gar nicht verletzt sind – oft verlassen die Patienten eigenständig wieder den Schockraum – erweist sich, dass dieses Unfallhergangs-Kriterium (GoR B) derzeit kaum geeignet ist, eine Schwerverletzung zu prognostizieren. „Verkehrsunfall mit Geschwindigkeitsveränderung von

delta >30km/h“ als alleinig gewähltes Schockraumaktivierungskriterium hat wenig klinische Relevanz und legitimiert dieser Arbeit folgend keine Schockraumindikation und -behandlung⁷⁹. Die von Stephan et al. (2020) vertretene Kritik an diesem Aktivierungskriterium ist daher als gerechtfertigt anzusehen¹⁰, nicht zuletzt in Hinblick auf den innerklinischen Personalressourcenbedarf. Kritisch anzumerken ist außerdem, dass die Geschwindigkeit der Fahrzeuge, die in den Unfall verwickelt sind, durch den Rettungsdienst bei dessen Eintreffen am Unfallort nicht sicher gemessen werden kann. Die Angaben der Geschwindigkeit basieren also auf Schätzungen und subjektiven Angaben. Stephan et al. (2020) weisen zu Recht darauf hin, dass auch die Kenntnis des Zeitraums der Geschwindigkeitsveränderung wichtig, jedoch am Unfallort durch den Rettungsdienst schwer abzuschätzen ist¹⁰.

Es fällt zudem auf, dass diese 374 Patienten im Durchschnitt jünger sind, und Jüngere, das Gesamtkollektiv dieser Arbeit betrachtend, generell deutlich weniger schwerverletzt sind. Dies deutet auf einen Zusammenhang zwischen Verletzungsschwere und Patientenalter hin.

In der S3-Leitlinie von 2016 wird beschrieben, dass die Bewertung des Patientenalters als Indikator einer Schwerverletzung kontrovers diskutiert wird^{12,74,85-88}. Daher findet sich in ihr kein definiertes Kriterium, welches das Patientenalter präklinisch im Zusammenhang mit dem Unfallhergang berücksichtigt¹². Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit besonderes Augenmerk auf das Alter aller Patienten in Zusammenhang mit ihrer Verletzungsschwere gelegt. In der größten Altersgruppe (>16 bis 32 Jahre; 33,3%; N= 231) sind nur 4 Patienten (1,7%) schwerverletzt (ISS $\geq$ 16). Es wird deutlich, dass in dem untersuchten Gesamtkollektiv jüngere Patienten (0 bis 48 Jahre) selten schwerverletzt sind. Dies überrascht insofern, als das Polytrauma bekanntermaßen hauptsächlich jüngere Menschen betrifft⁴. Im Gegensatz dazu zeigt sich, dass in der Altersgruppe >64 bis 80 Jahre (N= 82) 17 Patienten (20,7%) schwerverletzt sind. In der Altersgruppe >80 Jahre (N= 39) sind sogar 9 Patienten (23,1%) schwerverletzt. Das sind prozentual zehnmal mehr Schwerverletzte als in den jüngeren Patientengruppen (0 bis 48 Jahre). Entgegen der Meinung von Kohn et al. (2004), die dem Alter eine schlechtere Vorhersagekraft zuschreiben⁷⁴, legen die Daten dieser Arbeit nahe, dass ein steigendes Alter statistisch signifikant eine höhere Verletzungsschwere vorhersagen kann. Laut drei weiteren Studien steigt die Mortalität von Schwerverletzten mit höherem Alter^{86-87,89}. Aus diesen Gründen

sollte das Patientenalter präklinisch definitiv berücksichtigt werden, wenn es darum geht, potenziell schwerverletzte Patienten einem Schockraum zuzuweisen.

Zusammengesetzte Kriterien, d.h. Kombinationen von Patientenalter einerseits sowie spezifischen Unfallhergängen und physiologisch-anatomischen Parametern andererseits, und neu zu eruiierende Schockraumaktivierungskriterien könnten daher gute Prädiktoren einer Schwerverletzung sein. Dahingehende Studien und eine explizitere Würdigung des Patientenalter-Aspekts in zukünftigen S3-Leitlinien würden sicherlich einen großen Beitrag zur Minimierung der bestehenden Übertriage, wie sie auch u.a. Bieler et al. (2018) konstatieren³⁴, leisten und zu einer effektiveren Schockraumindikation führen.

4.2 Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang hinsichtlich einer korrekten Anwendung

Zu dieser Thematik gibt es keine Studien in der Weltliteratur. Schweigkofler et al. (2019) untersuchten zwar die „Schockraumindikation nach Unfallhergang“, schlüsselten jedoch nicht auf, ob die Kriterien auch präklinisch korrekt angewendet wurden³¹. Die in der vorliegenden Arbeit vorgenommene retrospektive klinische Reevaluierung zeigt, dass 532 Patienten (76,7%) der 694 Patienten korrekt nach den in der S3-Leitlinie von 2016 definierten Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden; d.h. der Rettungsdienst hat präklinisch eines der sechs Unfallhergangs-Kriterien ausgewählt, um den Patienten einem Schockraum zuzuführen, und diese Auswahl ist in der retrospektiven klinischen Reevaluierung als korrekt, leitlinienkonform einzustufen. Paradoxerweise ist in dieser Gruppe der korrekt nach S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten die durchschnittliche Verletzungsschwere niedrig. Der durchschnittliche MAIS beträgt 1,3, der durchschnittliche ISS 3,4 und der durchschnittliche NISS 4,6. Es ist bemerkenswert, dass in dieser Gruppe nur 17 Patienten (3,2%) schwerverletzt ($ISS \geq 16$) sind, wohingegen die Majorität, 515 Patienten (96,8%), nicht schwerverletzt ist. Offensichtlich scheinen die sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B), welche laut S3-Leitlinie von 2016 effektiv Schwerverletzte identifizieren sollen und eine umgehende Schockraumeinweisung und -behandlung indizieren, in klinischer Realität einen umgekehrten Effekt zu haben. Dies erklärt den bestehenden wissenschaftlichen Diskurs um die Relevanz und das Bestehenbleiben der sechs Unfallhergangs-Kriterien in Deutschland^{10,31,34}.

162 Patienten (23,3%) von den 694 wurden durch den lokalen Rettungsdienst präklinisch aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen, ohne jedoch in der retrospektiven klinischen Reevaluierung eines der sechs Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 zu erfüllen. Diese Patienten wurden also nicht korrekt, nicht leitlinienkonform in den Schockraum eingewiesen. 25 Patienten (15,4%) dieser Gruppe sind schwerverletzt; 137 Patienten (84,6%) hingegen nicht. Paradoxe Weise finden sich hier, in der Gruppe der nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten, prozentual fünfmal mehr Schwerverletzte als in der Gruppe der korrekt eingewiesenen Patienten. Die sechs Unfallhergangs-Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 und die ihnen zugeschriebene Effizienz im Identifizieren von Schwerverletzten werden hier regelrecht ad absurdum geführt.

Eine genauere Untersuchung der 162 in der retrospektiven klinischen Reevaluierung nicht korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten ergibt eine Einteilung in zwei Subgruppen (146 Patienten und 16 Patienten).

146 Patienten (21,0% von 694) erfüllen in der retrospektiven klinischen Reevaluierung weder physiologisch-anatomische GoR A-Kriterien noch Unfallhergangs-Kriterien (GoR B). Für diese Patienten ist laut S3-Leitlinie von 2016 keine Schockraumeinweisung und -behandlung vorgesehen. Sie hätten, der Leitlinie folgend, nicht in den Schockraum eingewiesen werden sollen. In dieser Subgruppe ohne Schockraumindikation ist die durchschnittliche Verletzungsschwere etwas höher als in der Gruppe der 532 korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten, jedoch ebenfalls niedrig. Ihr durchschnittlicher MAIS beträgt 1,7, ihr durchschnittlicher ISS 5,3 und ihr durchschnittlicher NISS 7,7. Während 132 Patienten (90,4%) dieser Subgruppe ohne Schockraumindikation nicht schwerverletzt sind, sind schwerverletzt 14 Patienten (9,6%). Die S3-Leitlinie von 2016 und die in ihr definierten Schockraumaktivierungskriterien (GoR A und GoR B) scheinen hier 33% der schwerverletzten Patienten des Gesamtkollektivs durch das Raster fallen zu lassen. Diese Schwerverletzten wurden jedoch vom Rettungspersonal „medizinisch-intuitiv“ richtigerweise einem Schockraum zugeführt. Dies lässt sich als ein Indikator werten für den Bedarf an neuen, potenziell zusammengesetzten Kriterien, so, wie es diese Arbeit und weitere Autoren bereits formulieren ^{34,90–91}.

16 Patienten (2,3% von 694) der 162 nicht korrekt nach S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen erfüllen in der retrospektiven klinischen Reevaluierung primär ein physiologisch-anatomisches GoR A-Kriterium. Sie hätten präklinisch aus diesem Grund S3-Leitlinien-konform in den Schockraum eingewiesen werden müssen. Es zeigt sich eindrucksvoll, dass im Gegensatz zu den 532 Patienten, die korrekterweise aufgrund der sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesen wurden, und den 146 Patienten ohne Schockraumindikation (weder GoR A noch GoR B-Kriterien erfüllt) die durchschnittliche Verletzungsschwere dieser Subgruppe bedeutend höher und insgesamt sehr hoch ist. Der durchschnittliche MAIS beträgt 3,6, der durchschnittliche ISS 22,8 und der durchschnittliche NISS 25,9. Zudem ist in dieser Gruppe die Majorität, 11 Patienten (68,8%), schwerverletzt. Lediglich fünf Patienten (31,3%) sind es nicht. Das sind prozentual 23-mal mehr Schwerverletzte als in der Gruppe der 532 korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) in den Schockraum eingewiesenen Patienten. Aufgrund der hohen Verletzungsschwere war die Einweisung dieser 16 Patienten in einen Schockraum unerlässlich. Der Rettungsdienst hat diese zum Großteil schwerverletzten Patienten, medizinisch gesehen, präklinisch richtig identifiziert und richtigerweise in einen Schockraum eingewiesen, jedoch fälschlicherweise aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) anstatt der präklinisch erfüllten und daher primär auszuwählenden physiologisch-anatomischen GoR A-Kriterien. Folglich scheinen die physiologisch-anatomischen GoR A-Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 effektiv schwerverletzte Patienten zu identifizieren, wie auch von anderen Autoren gezeigt ^{12,31,34,74}, also zu Recht eine „Grade A Recommendation“ für eine Schockraumindikation darzustellen. Eine präklinisch durch den Rettungsdienst festgestellte Störung von Vitalparametern [wie „systolischer Blutdruck unter 90 mmHg (bei Kindern altersadaptiert) nach Trauma“], „GCS unter 9 nach Trauma“, „Beckenfrakturen“ oder „penetrierende Verletzungen der Rumpf-/Hals-Region“, um einige Beispiele zu nennen, scheinen deutlich effizienter Schwerverletzungen prognostizieren zu können ^{12,74,86,92–93} als ein „VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “ ^{10,79} respektive jedes der sechs für sich allein schockraumaktivierende Unfallhergangs-Kriterium (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 ⁹¹.

4.3 „Treppensturz“ als mögliches Schockraumaktivierungskriterium nach Unfallhergang

Die Größe des Patientenkollektivs (N= 694) und der Untersuchungszeitraum von zwei Jahren (2018 und 2019) lassen es zu, einen nicht in der S3-Leitlinien von 2016 definierten

Unfallhergang hinsichtlich einer potenziell notwendigen Schockraumindikation zu kommentieren.

Auffällig bei der Untersuchung der 162 nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 eingewiesenen Patienten ist, dass 59 Patienten aufgrund eines „Treppensturzes“ in den Schockraum eingewiesen wurden, eines eindeutig in der S3-Leitlinie von 2016 nicht definierten Unfallhergangs. Der „Treppensturz“ wird also signifikant häufig seitens des Rettungsdienstes falsch als Unfallhergangs-Kriterium (GoR B) angewendet, um schnell eine Schockraumindikation stellen zu können. In diesem relevanten Patientenkollektiv (N= 59) ist die durchschnittliche Verletzungsschwere (durchschnittlicher ISS: 8,3, durchschnittlicher NISS: 12,1) doppelt so hoch wie bei den übrigen 635 Patienten (durchschnittlicher ISS: 3,9, durchschnittlicher NISS: 5,1) des Gesamtkollektivs. 25,4 % der „Treppensturz“-Patienten sind schwerverletzt (ISS ≥ 16). Das sind prozentual fast sechsmal mehr Schwerverletzte als bei den übrigen 635 nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten (4,3% Schwerverletzte). Die Patienten, die aufgrund eines „Treppensturzes“ in den Schockraum eingewiesen wurden, sind also statistisch signifikant häufiger schwerverletzt. Dies erscheint paradox, wenn man bedenkt, dass der „Treppensturz“ kein Unfallhergangs-Kriterium (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 darstellt. Das durchschnittliche Alter der „Treppensturz“-Patienten beträgt 60,5 Jahre im Vergleich zu 38,4 Jahren bei den übrigen 635 Patienten des Gesamtkollektivs. Der „Treppensturz“ betrifft also nicht die jungen Generationen, die, wie bereits in dieser Arbeit gezeigt, kaum bis gar nicht schwerverletzt sind, sondern ältere Generationen, die deutlich schwerer verletzt sind (ca. 20% Schwerverletzte in den Altersgruppen >64 Jahre). Genau hier scheinen sich die „Treppensturz“-Patienten zu „verstecken“. Bei diesen 59 „Treppensturz“-Patienten scheint der Rettungsdienst also Schwerverletzte intuitiv präklinisch richtig zu identifizieren, greift jedoch wegen des Fehlens eines hierfür zutreffenden Kriteriums auf die sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 zurück. Der „Treppensturz“ kann bei präklinisch nicht erfüllten physiologisch-anatomischen GoR A-Kriterien und Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) mithin durchaus eine Schockraumeinweisung und -behandlung sinnvoll indizieren. Die physiologisch-anatomischen GoR A- und Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) scheinen in Bezug auf diese Patienten nicht ausreichend zu sein⁹⁰.

4.4 Stellenwert einer notärztlichen Beurteilung der Verletzungsschwere

Bei der Untersuchung der 694 nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten fällt eine Diskrepanz hinsichtlich der Verletzungsschwere und der Richtigkeit der Schockraumindikation (in retrospektiver klinischer Reevaluierung) zwischen Patienten mit Notarztbegleitung und Patienten ohne Notarztbegleitung auf. In der Gruppe der von einem Notarzt begleiteten Patienten werden signifikant weniger Patienten korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen als in der Gruppe ohne Notarztbegleitung. Dahingegen zeigt sich, dass Patienten mit Notarztbegleitung signifikant schwerer verletzt sind als Patienten ohne Notarztbegleitung. Die durchschnittlich höhere Verletzungsschwere der Patienten mit Notarztbegleitung deckt sich mit Ergebnissen der ähnlichen Studie von Schweigkofler et al. (2019) ³¹. Paradoxerweise detektiert die präklinisch inkorrekte Anwendung der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 durch die Notärzte Schwerverletzte statistisch signifikant zuverlässiger als die korrekte, leitliniengerechte Anwendung der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) durch den Rettungsdienst.

Auch fällt auf, dass die Patienten, die notarztbegleitet in den Schockraum eingewiesen werden, durchschnittlich älter sind als Patienten ohne Notarztbegleitung. Dies deutet abermals darauf hin, dass das Patientenalter, wie bereits in dieser Arbeit diskutiert, allein oder in Kombination mit einem spezifischen Unfallhergang, eine wichtige Rolle spielt bezüglich der präklinischen Prognose der Verletzungsschwere und einer konsekutiven Schockraumindikation.

Eine notärztliche Beurteilung der Verletzungsschwere, unabhängig von in den S3-Leitlinien definierten Schockraumaktivierungskriterien, erscheint als ein wichtiger und guter Indikator einer zielführenden Schockraumeinweisung Schwerverletzter im präklinischen Unfallsetting.

4.5 Schlussfolgerungen

Die S3-Leitlinie von 2016 und weitere Publikationen konstatieren, dass der Unfallhergang und die Verletzungsschwere korrelieren ^{12,31,34}. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen auf, dass die präklinisch praktizierte Schockraumeinweisung nach den

sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 nur wenige tatsächlich schwerverletzte Patienten identifiziert. Paradoxerweise werden die schwerverletzten Patienten in den meisten Fällen nicht korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien eingewiesen. Auch ist anzumerken, dass die Schwerverletzten höheren Alters sind, obwohl das Patientenalter bezüglich der bestehenden Unfallhergangs-Kriterien und auch singular in der S3-Leitlinie von 2016 als Indikator einer Schwerverletzung keine Berücksichtigung findet. Auffallend ist, dass die Unfallhergangs-Kriterien präklinisch teils zweckentfremdet werden durch den lokalen Rettungsdienst, um schnell und rechtmäßig eine Schockraumeinweisung veranlassen zu können. Es scheinen andere, noch näher zu bestimmende Schockraumaktivierungskriterien zu existieren, welche intuitiv durch den lokalen Rettungsdienst angewendet werden. Hier ist als ein potenzielles, bedeutendes Beispiel der „Treppensturz“ zu nennen ⁹⁰.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Widerspruch zur „Grade B Recommendation“ (GoR B) für eine Schockraumaktivierung der S3-Leitlinie von 2016 Patienten, die aufgrund der Unfallhergangs-Kriterien in den Schockraum eingewiesen werden, vorwiegend nicht schwerverletzt, sondern lediglich leicht verletzt sind. Die Anzahl der Schwerverletzten in der Gruppe der nicht korrekt nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten ist signifikant höher als in der Gruppe der korrekt nach S3-Leitlinie eingewiesenen Patienten. In der Mehrheit der Fälle scheint eine unreflektiert wortgetreue, d.h. eine die präklinische Kondition des Patienten unberücksichtigt lassende Anwendung der sechs Unfallhergangs-Kriterien zu einer nachgerade medizinisch nicht erforderlichen und nicht sinnvollen Schockraumaktivierung zu führen. Folglich ist die Kritik bezüglich der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) generell und bezüglich einzelner Kriterien ^{10,34} höchst angebracht und wird durch diese Arbeit unterstützt.

4.6 Empfehlungen – Neue S3-Leitlinie und ein Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit, mit Vorschlägen für die neue S3-Leitlinie, wurden 2021 und 2022 in Berlin auf dem Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie u.a. vor den Leitlinien-Verantwortlichen präsentiert und publiziert ^{79,90–91}. Seit dem 31.12.2022 existiert nun die neue S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. Es wurden Änderungen hinsichtlich der sechs Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) vorgenommen. Diese Änderungen bestätigen die bereits diskutierten Ergebnisse dieser

Arbeit. Vier der sechs in der S3-Leitlinie von 2016 definierten und in der vorliegenden Arbeit untersuchten und diskutierten Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) wurden nun aus der neuen S3-Leitlinie entfernt.

Von den „alten“ sechs Unfallhergangs-Kriterien bleiben lediglich zwei mit einem „Empfehlungsgrad B“ bestehen: „Verkehrsunfall (VU) mit Ejektion aus dem Fahrzeug“ und „(Ab)Sturz aus über 3 Metern Höhe“. Wenn diese Kriterien präklinisch erfüllt sind, sollte auch nach neuer S3-Leitlinie vom 31.12.2022 eine Schockraumeinweisung erfolgen ⁹⁴. Diese zwei Grad B-Empfehlungen der neuen Leitlinie vom 31.12.2022 stützen sich jedoch lediglich auf eine Studie aus Norwegen aus dem Jahr 2016, die nicht speziell die deutschen, in der S3-Leitlinie von 2016 und vom 31.12.2022 definierten, Unfallhergangs-Kriterien untersucht. Anzumerken ist, dass in der norwegischen Studie eine Schwerverletzung mit einem ISS >15 definiert wird ^{76,94}. Das Patientenkollektiv ist wesentlich kleiner als das dieser Arbeit. Zudem untersuchen Dehli et al. (2016) Stürze aus über 5 Metern ⁷⁶ und nicht, wie in der S3-Leitlinie von 2016 und vom 31.12.2022 definiert ^{12,94}, Abstürze schon aus über 3 Metern Höhe. Laut Dehli et al. (2016) zeigt sich für eine Verletzungsschwere von einem ISS >15 ein positiv prädiktiver Wert von 50% bei einem Sturz aus >5 Metern Höhe ⁷⁶. Auch nach weiteren Autoren scheint eine Korrelation zwischen Stürzen aus >6 Metern Höhe und einer Schwerverletzung bzw. zwischen Stürzen aus durchschnittlich 9 Metern Höhe und dem Tod zu bestehen ⁷⁴⁻⁷⁵. In der Literaturrecherche bleibt offen, wie gefährlich ein Sturz aus größer 3 bis 5 bzw. 6 Metern Höhe ist.

Im Patientenkollektiv der vorliegenden Arbeit zeigt sich für eine Verletzungsschwere von einem ISS ≥ 16 ein positiv prädiktiver Wert von 14% bei einem Sturz aus über 3 Metern Höhe.

Für das ebenfalls in der neuen S3-Leitlinie vom 31.12.2022 bestehenbleibende Kriterium „VU mit Ejektion aus dem Fahrzeug“ zeigt sich laut Dehli et al. (2016) für eine Verletzungsschwere von einem ISS >15 ein positiv prädiktiver Wert von 66%. Jedoch beziehen sich diese Daten auf lediglich 6 Patienten, von denen 4 Patienten einen ISS >15 haben ⁷⁶.

In der vorliegenden Arbeit ist der „VU mit Ejektion eines Insassen“ ebenfalls ein selten vorkommender Unfallhergang und wie bei Dehli et al. (2016) das gleichfalls über zwei Jahre hinweg ⁷⁶. Von lediglich 4 Patienten ist kein Patient (0,0%) schwerverletzt. Dies entspräche für eine Verletzungsschwere von einem ISS ≥ 16 einem positiv prädiktiven Wert von 0%. Die Anzahl an Patienten, die aufgrund eines „VU mit Ejektion aus dem Fahrzeug“ in den Schockraum eingewiesen werden, ist sowohl in dieser Arbeit (N=4) als

auch in der von Dehli et al. (2016) (N=6) sehr klein ⁷⁶. Die in der neuen Leitlinie vom 31.12.2022 bestehengebliebenen Unfallhergangs-Kriterien „(Ab)Sturz aus über 3 Metern Höhe“ und „VU mit Ejektion aus dem Fahrzeug“, versehen mit einem Empfehlungsgrad B ⁹⁴, sollten daher anhand neuer Trauma-Daten weiterhin kritisch exploriert und re-evaluiert werden.

In der neuen S3-Leitlinie vom 31.12.2022 findet sich ein Hinweis auf eine Studie, die Stürze aus geringer Höhe mit Schädel-Hirn-Traumata und klinisch relevanten Koagulopathien als Prädiktoren einer erhöhten Mortalität von geriatrischen Trauma-Patienten sieht ⁹⁴⁻⁹⁵. Die neue S3-Leitlinie versieht zwar eine „großzügige Schockraumalarmierung geriatrischer Patienten“ mit einem „Empfehlungsgrad B“, wie auch in dieser Arbeit diskutiert und empfohlen. Ein spezifisches Unfallhergangs-Kriterium, das einen (Treppen-) Sturz in Kombination mit dem Patientenalter behandelt und das der Rettungsdienst präklinisch zur schnellen Schockraumeinweisung nutzen kann, definiert die neue Leitlinie vom 31.12.2022 jedoch nicht.

Deshalb wird an dieser Stelle ein „Treppensturz zusammen mit einem Alter >64 Jahre“ als ein statistisch signifikantes, neues, potenzielles Schockraumaktivierungskriterium (GoR B) für die nächste S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung von 2027 vorgeschlagen ⁹⁰. Zukünftige Studien können evaluieren, inwiefern Vitalparameter, bestimmte Medikamente oder Unfallmechanismen, wie beispielsweise das Aufschlagen des Kopfes, diesbezüglich von weiterer Relevanz sind. Es existieren bereits Studien, die die Auswirkung bestimmter Medikamente, wie ASS, Cumarinen und ADP-Rezeptorantagonisten, auf die Mortalität älterer Trauma-Patienten aufzeigen ^{94,96-97}. Auch die Relevanz der Anzahl an Treppenstufen bei einem „Treppensturz“ in Bezug auf die resultierende Verletzungsschwere und eine potenziell notwendige Schockraumindikation sollte weiterführend untersucht werden.

Die vier übrigen Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 „VU mit Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75cm“, „VU mit Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta >30\text{km/h}$ “, „VU mit Fußgänger-/Zweiradkollision“ und „VU mit Tod eines Insassen“ legitimieren laut neuer S3-Leitlinie vom 31.12.2022 keine Schockraumindikation mehr. Die vier Unfallhergangs-Kriterien wurden komplett aus der neuen S3-Leitlinie gestrichen ⁹⁴. Dies wurde auch anhand der Ergebnisse dieser Arbeit bereits diskutiert und empfohlen.

Die anatomisch-physiologischen GoR A-Kriterien der S3-Leitlinie von 2016 bleiben in der S3-Leitlinie vom 31.12.2022 bestehen ⁹⁴. In dieser Arbeit wurde bereits gezeigt, dass diese sehr effektiv und deutlich effizienter als die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) schwerverletzte Patienten zu identifizieren scheinen.

Außerdem finden in der neuen S3-Leitlinie vom 31.12.2022 nun das Patientenalter und die Multimorbidität eine stärkere Berücksichtigung. Laut ihr, mit einem „Empfehlungsgrad B“ versehen, sollte bei verunfallten geriatrischen Patienten eine Schockraumindikation großzügiger gestellt werden ⁹⁴. Auch diese wichtige Änderung bzw. Empfehlung der neuen S3-Leitlinie wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stark unterstützt, die ebenfalls die Bedeutung des Patientenalters, allein oder in Kombination mit einem spezifischen Unfallhergang, bezüglich der präklinischen Bewertung der Verletzungsschwere und der Schockraumindikation als sehr wichtig hervorheben.

Die sechs in der S3-Leitlinie von 2016 existierenden Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) und die zwei noch in der neuen S3-Leitlinie vom 31.12.2022 verbleibenden Unfallhergangs-Kriterien betrachtend ist anzumerken, dass auch die neue S3-Leitlinie, wie schon ihre Vorgängerversion konstatiert, dass unfallbezogene-/abhängige Kriterien in der Literatur bezüglich ihrer Vorhersagekraft eines Polytraumas, wenn alleine angewendet, kontrovers diskutiert werden ^{12,94}. Daraus lässt sich schließen, dass Exploration, Evaluation und Adjustierung von verlässlichen und effektiven präklinischen Schockraumaktivierungskriterien respektive Unfallhergangs-Kriterien auch in den nächsten Jahren, bis zur Neuauflage der S3-Leitlinie im Jahr 2027, eine große Rolle spielen werden. Weitere prospektive Studien erscheinen von Nöten, um spezifische Unfallhergänge zu eruieren oder zu definieren, ggf. in Kombination mit Patientenalter und (patho-)physiologisch-anatomischen Begleitfaktoren. Nur so können schwerverletzte Patienten auch in der Zukunft präklinisch sicher identifiziert und einem Schockraum zugeführt werden.

Im Rahmen der Untersuchung der (fünf) Unfallhergangs-Kriterien „VU mit ...“ ist in dieser Arbeit zum Einfluss von bestimmten, durch das bei einem VU beteiligte KFZ bedingte Faktoren (wie Bauweise, Fahrzeugalter, Sicherheitsausstattung) auf die Verletzungsschwere keine Aussage möglich. Höchstwahrscheinlich wirken sich diese Faktoren jedoch erheblich auf eine aus einem VU z.B. resultierende Intrusion oder Ejektion aus. Des Weiteren lässt die vorliegende Arbeit im Rahmen der Untersuchung des Unfallhergangs-Kriteriums „(Ab)Sturz aus über 3 Metern Höhe“ eine Aussage über den Einfluss

der Oberflächenbeschaffenheit der Aufprallfläche (hart, weich, nachgebend etc.) auf die Verletzungsschwere nicht zu.

In den S3-Leitlinien von 2016 und vom 31.12.2022 finden sich hierzu ebenfalls keine näher beschriebenen oder definierten Spezifikationen. Die vorliegende Arbeit und die Unfallhergangs-Kriterien der S3-Leitlinien beschränken sich auf den Unfallmechanismus, die Verletzungsschwere und die damit verbundene Notwendigkeit einer Schockraumeinweisung. Insofern besteht Potenzial, den Einfluss aller oben genannten, bisher unbeachteten Faktoren weitergehend prospektiv zu untersuchen vor dem Hintergrund des Ziels ubiquitär anwendbarer und effizienter Schockraumaktivierungskriterien.

Ein Polytrauma ist in Deutschland nach wie vor ein sehr ernstzunehmender medizinischer Notfall, der schnelles und gezieltes medizinisches Handeln verlangt. Nur anhand effizienter und reliabler Schockraumaktivierungskriterien und durch bestmöglich geschultes Rettungspersonal kann ein schwerverletzter Patient identifiziert, medizinisch adäquat behandelt und vor dem Tod bewahrt werden.

Durch eine auf das nötigste reduzierte Übertriage lässt sich ebenfalls eine Verbesserung der Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität der deutschen TraumaZentren und eine Verbesserung der ökonomischen und personellen Situation der Krankenhäuser in Deutschland erzielen.

5 Zusammenfassung

Einleitung: Die Patienten, die in Deutschland aufgrund der sechs Unfallhergangskriterien (GoR B) der S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ der DGU von 2016 in den Schockraum (SR) eingewiesen werden, scheinen in der klinischen Realität oft nicht schwerverletzt zu sein. Die Schockraumindikation nach Unfallhergang steht in Verdacht, für eine bedeutende Übertriage verantwortlich zu sein.

Material/Methoden: In dieser Arbeit wird daher untersucht, ob die Unfallhergangskriterien (GoR B) effizient Schwerverletzte identifizieren und eine konsekutive SR-Indikation und -behandlung legitimieren. Darüber hinaus wird untersucht, ob die Unfallhergangskriterien vom Rettungsdienst korrekt angewendet werden. Die retrospektive Datenauswertung umfasst alle Patienten (N= 694), die in den Jahren 2018 und 2019 aufgrund der Unfallhergangskriterien in den SR des überregionalen Level 1 TraumaZentrums UKGM, Standort Gießen eingeliefert wurden. Die Daten wurden anhand der präklinischen und klinischen Dokumentation erhoben und die Verletzungsschwere jedes einzelnen Patienten mittels Abbreviated Injury Scale (AIS), Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), Injury Severity Score (ISS) und New Injury Severity Score (NISS) bestimmt. Die statistische Analyse erfolgte mittels SPSS und die statistische Signifikanz wurde mit $p < 0,05$ definiert.

Ergebnisse: In dem großen Patientenkollektiv (N= 694) zeigt sich eine niedrige durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS: 1,5, ISS: 4,2, NISS: 5,7). Lediglich 42 Patienten (6,1%) der 694 sind schwerverletzt ($ISS \geq 16$). Auffällig ist ein statistisch signifikanter ($p < 0,001$) Zusammenhang zwischen zunehmendem Patientenalter und der Verletzungsschwere.

Die retrospektive klinische Reevaluierung der SR-Indikation nach Unfallhergang zeigt, dass 532 (76,7%) der 694 Patienten korrekt nach den Unfallhergangskriterien der S3-Leitlinie durch den Rettungsdienst in den SR eingewiesen wurden. Deren durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS-Mittelwert: 1,3, ISS-Mittelwert: 3,4, NISS-Mittelwert: 4,6) ist niedriger als die des Gesamtkollektivs. Lediglich 17 Patienten (3,2%) dieser Gruppe sind schwerverletzt.

162 Patienten (23,3%) der 694 wurden nicht korrekt nach den Unfallhergangskriterien eingewiesen (MAIS-Mittelwert: 1,9, ISS-Mittelwert: 7,0, NISS-Mittelwert: 9,5). 25 Patienten (15,4%) dieser Gruppe waren schwerverletzt.

Die Patienten, die nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesen wurden, sind signifikant schwerer verletzt ($p < 0,001$) als die korrekt Eingewiesenen. Auch die Anzahl der Schwerverletzten ($ISS \geq 16$) in der Gruppe der nicht korrekt nach den Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016 in den Schockraum eingewiesenen Patienten ist signifikant höher ($p < 0,001$) als in der Gruppe der korrekt eingewiesenen Patienten.

Schlussfolgerungen: Die Daten legen nahe, dass die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) der S3-Leitlinie von 2016, insbesondere und paradoxerweise dann, wenn korrekt durch den Rettungsdienst angewendet, kaum geeignet sind, Schwerverletzte zu identifizieren. Eine unreflektiert wortgetreue, d.h. eine die präklinische Kondition des Patienten unberücksichtigt lassende Anwendung der Unfallhergangs-Kriterien führt in den allermeisten Fällen zu einer nachgerade medizinisch nicht erforderlichen und nicht sinnvollen Schockraumaktivierung. Daher sollte die präklinisch isolierte Anwendung der Unfallhergangs-Kriterien keine Schockraumindikation und -behandlung mehr rechtfertigen, denn Schockraumaktivierungen binden viele personelle und apparative Ressourcen und stören die klinische Routine. Die Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) sollten vielmehr in den nächsten „S3-Leitlinien Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ neu bewertet werden. Noch nicht definierte, scheinbar präklinisch medizinisch-intuitiv für eine Schockraumindikation utilisierte Kriterien, wie beispielsweise ein „Treppensturz mit einem Alter > 64 Jahre“, scheinen Schwerverletzte effektiv identifizieren zu können. Kombinationen aus Unfallhergang/-mechanismus, dem wichtigen Faktor Patientenalter und (patho-) physiologischen/medikamentösen Begleitfaktoren könnten als potenziell neue Schockraumaktivierungskriterien zur Identifizierung schwerverletzter Patienten dienen. Dies sollte Gegenstand weiterführender Studien sein.

6 Summary

Introduction: Patients admitted to the Emergency Room (ER) in Germany on the basis of the six trauma mechanism criteria (GoR B) of the 2016 “Level 3 guideline on the treatment of patients with severe/multiple injuries” of the German Society for Trauma Surgery often do not appear to be seriously injured in clinical reality. Trauma mechanism criteria are suspected to be responsible for a significant overtriage.

Material/Methods: This study therefore examines whether the trauma mechanism criteria (GoR B) efficiently identify severely injured patients and legitimise the subsequent ER indication and treatment. In addition, it scrutinizes whether or not the trauma mechanism criteria are correctly applied by local accident ambulance. The retrospective data analysis includes all 694 patients of 2018 and 2019, who were admitted to the ER of the Level-I Trauma Center UKGM, Giessen site because of trauma mechanism criteria. Data were collected based on prehospital and clinical documentation and the Injury Severity of each patient was determined using Abbreviated Injury Scale (AIS), Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), Injury Severity Score (ISS) and New Injury Severity Score (NISS). Statistical analysis was done using SPSS and statistical significance was defined as $p < 0.05$.

Results: The large patient population ($N = 694$) shows a low mean injury severity (MAIS: 1.5, ISS: 4.2, NISS: 5.7). Only 42 patients (6.1%) of the 694 were severely injured ($ISS \geq 16$). There was a statistically significant ($p < 0.001$) correlation between increasing patient age and injury severity.

In retrospective clinical reassessment 532 patients (76.7%) out of the 694 were correctly admitted by the local accident ambulance according to trauma mechanism criteria. Their mean Injury Severity (mean MAIS: 1.3, mean ISS: 3.4, mean NISS: 4.6) is lower than that of the total collective. Only 17 patients (3.2%) of this group are severely injured. 162 patients (23.3%) out of the 694 were not correctly admitted because of trauma mechanism criteria (mean MAIS: 1.9, mean ISS: 7.0, mean NISS: 9.5). 25 patients (15.4%) of them are severely injured. The patients, who were not correctly admitted to the ER, because of trauma mechanism criteria (GoR B) of the 2016 “Level 3 guideline on the treatment of patients with severe/multiple injuries” are significantly more severely injured ($p < 0.001$) than those, who were correctly admitted. The number of severely injured patients ($ISS \geq 16$) in the group of patients not correctly admitted to the ER

because of trauma mechanism criteria (GoR B) of the Level 3 guideline is also significantly higher ($p < 0.001$) than in the group of correctly admitted patients.

Conclusions: The data suggest that the trauma mechanism criteria (GoR B) of the 2016 Level 3 guideline, especially and paradoxically, when correctly applied by the accident ambulance, are hardly suitable for identifying severely injured patients. An unreflected, literal application of the trauma mechanism criteria, i.e. an application that does not take into account the prehospital condition of the patient, leads in the vast majority of cases to activation of the ER, which is neither medically necessary nor reasonable. Therefore, the preclinical, isolated application of the trauma mechanism criteria should no longer justify the indication and treatment in the ER, because ER activations tie up many human and equipment resources and disrupt clinical routine. Instead, the trauma mechanism criteria (GoR B) should be re-evaluated in the next “Level 3 guidelines on the treatment of patients with severe/multiple injuries”. Criteria that have not yet been defined and that seem to be used preclinically and intuitively for an ER indication, such as “fall down stairs with age >64 years”, seem to be able to effectively identify severely injured patients. Combinations of the course/mechanism of trauma, the important factor of patient age and (patho-) physiological/medical concomitant factors could potentially serve as new ER activation criteria to identify severely injured patients. This should be the subject of further study.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.....	Abbildung
AF.....	Atemfrequenz
AIS	Abbreviated Injury Scale
ASA.....	American Society of Anesthesiologists
BE.....	Base Excess
CI.....	Konfidenzintervall
CPR	Kardiopulmonale Reanimation
DGOOC.....	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
ER.....	Emergency Room
GCS	Glasgow Coma Scale
GoR A	Grade of Recommendation A
GoR B.....	Grade of Recommendation B
INR.....	International Normalised Ratio
ISS	Injury Severity Score
Kap.	Kapitel
KFZ	Kraftfahrzeug
L	Liter
LWK.....	Lendenwirbelkörper
M	Mittelwert
MAIS/maxAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale
Max.....	Maximum
Min	Minimum
MTOS.....	Major Trauma Outcome Study
N	Anzahl
NISS	New Injury Severity Score
PKW	Personenkraftwagen
PTT.....	Partielle Thromboplastinzeit
RD	Rettungsdienst
RISC	Revised Injury Severity Classification Score
RTS.....	Revised Trauma Scale
SD.....	Standardabweichung

SHT	Schädel-Hirn-Trauma
SR	Schockraum
Tab.....	Tabelle
TNW	Traumanetzwerk
TR-DGU.....	TraumaRegister Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
TRISS	Trauma Injury Severity Score
TZ	TraumaZentrum
UKGM.....	Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort: Gießen
VU	Verkehrsunfall

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zertifizierte TraumaNetzwerke.....	17
Abbildung 2:	Verortung TraumaZentrum Universitätsklinikum Gießen.....	18
Abbildung 3:	TraumaNetzwerk Hessen/Region Mittelhessen.....	19
Abbildung 4:	Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von Rippenfrakturen und Sternumfrakturen	30
Abbildung 5:	Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von Wirbelkörperfrakturen der Lendenwirbelsäule.....	31
Abbildung 6:	Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 © Update 2008 – Codierung von externer Prellmarke/Hämatom.....	31
Abbildung 7:	Alter und Geschlecht des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)	38
Abbildung 8:	Altersverteilung Gesamtkollektiv (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)	39
Abbildung 9:	Unfallhergangs-Kriterien – Verteilung	40
Abbildung 10:	ISS – Häufigkeit.....	41
Abbildung 11:	Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS).....	44
Abbildung 12:	Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (ISS)	44
Abbildung 13:	Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere (NISS)	45
Abbildung 14:	Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (MAIS) ..	46
Abbildung 15:	Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (ISS).....	46
Abbildung 16:	Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (NISS)....	47
Abbildung 17:	ISS-Kategorien des Gesamtkollektivs	48
Abbildung 18:	Durchschnittliche Verletzungsschwere (MAIS) – Altersgruppen	50
Abbildung 19:	Durchschnittliche Verletzungsschwere (ISS) – Altersgruppen	50
Abbildung 20:	Durchschnittliche Verletzungsschwere (NISS) – Altersgruppen	51
Abbildung 21:	Verteilung der Verletzungsschwere (ISS) – Alter	51
Abbildung 22:	Verletzungsschwere – Geschlecht	53
Abbildung 23:	Verletzungsschwere – Wochentage	54
Abbildung 24:	Verletzungsschwere – Monate	55
Abbildung 25:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (MAIS)	60

Abbildung 26:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (ISS)	60
Abbildung 27:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (NISS)	61
Abbildung 28:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – mediane Verletzungsschwere (ISS).....	62
Abbildung 29:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (ISS)	62
Abbildung 30:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere (NISS)	63
Abbildung 31:	Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien.....	65
Abbildung 32:	Korrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien.....	66
Abbildung 33:	Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung	69
Abbildung 34:	Treppensturz – Alter	70
Abbildung 35:	Treppensturz – Verletzungsschwere	70
Abbildung 36:	Notarztbegleitung – Alter	72
Abbildung 37:	Notarztbegleitung – Verletzungsschwere	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	„Berlin-Definition“ Polytrauma.....	2
Tabelle 2:	Glasgow Coma Scale (GCS).....	4
Tabelle 3:	AIS-Codierung	6
Tabelle 4:	AIS-Code	6
Tabelle 5:	AIS-Körperregionen	7
Tabelle 6:	ISS-Regionen	8
Tabelle 7:	Umwandlung AIS-Körperregionen in ISS-Körperregionen	9
Tabelle 8:	RISC – Prognostische Faktoren	13
Tabelle 9:	RISC II – Prognostische Faktoren	14
Tabelle 10:	Anatomisch-physiologische Schockraumaktivierungskriterien (GoR A)	21
Tabelle 11:	Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	22
Tabelle 12:	Umwandlung AIS-Körperregionen in ISS-Körperregionen ¹⁵ – Fallbeispiel.....	29
Tabelle 13:	Unfallhergangs-Kriterien (GoR B)	34
Tabelle 14:	Schema der retrospektiven klinischen Reevaluierung der Schockraumindikation nach Unfallhergang.....	35
Tabelle 15:	Geschlecht und Alter des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden).....	38
Tabelle 16:	Häufigkeit der Unfallhergangs-Kriterien (GoR B).....	40
Tabelle 17:	Durchschnittliche Verletzungsschwere des Gesamtkollektivs (alle Patienten, die in 2018 und 2019 in den Schockraum nach Unfallhergangs-Kriterien (GoR B) eingewiesen wurden)	41
Tabelle 18:	Unfallhergangs-Kriterien – durchschnittliche Verletzungsschwere ..	43
Tabelle 19:	Häufigkeit der ISS-Kategorien	48
Tabelle 20:	Durchschnittliche Verletzungsschwere – Altersgruppen.....	49
Tabelle 21:	Unfallhergangs-Kriterien – Altersgruppen	53
Tabelle 22:	Verletzungsschwere – Geschlecht	54
Tabelle 23:	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Unfallhergangs-Kriterien.....	56
Tabelle 24:	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Altersgruppen	56
Tabelle 25:	Schwerverletzung (ISS ≥ 16) – Geschlecht	57
Tabelle 26:	Korrekte/Inkorrekte Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs- Kriterien – Verletzungsschwere.....	59

Tabelle 27:	Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Verletzungsschwere.....	63
Tabelle 28:	Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – ISS-Kategorien	64
Tabelle 29:	GoR A – ISS-Kategorien	66
Tabelle 30:	Korrektheit der Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung	68
Tabelle 31:	Korrektheit Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Schwerverletzung.....	69
Tabelle 32:	Treppensturz – Alter	70
Tabelle 33:	Treppensturz – Verletzungsschwere	71
Tabelle 34:	Treppensturz – Schwerverletzung.....	71
Tabelle 35:	Notarztbegleitung – Alter	72
Tabelle 36:	Notarztbegleitung – Verletzungsschwere	73
Tabelle 37:	Notarztbegleitung – Schwerverletzung.....	74
Tabelle 38:	Korrektheit Schockraumeinweisung nach Unfallhergangs-Kriterien – Notarztbegleitung.....	74

Literaturverzeichnis

1. DESTATIS Statistisches Bundesamt. Statistisches Bundesamt Deutschland. 2022. Zugegriffen Dezember 15, 2022. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abrufabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1671106165873&auswahloperation=abrufabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=23211-0001&auswahltext=&w>
2. DESTATIS Statistisches Bundesamt. Anzahl der Gestorbenen nach Unfallkategorien. 2022. Zugegriffen Dezember 16, 2022. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/sterbefaellen-unfaelle.html>
3. eurostat. Causes of death statistics. Zugegriffen Dezember 16, 2022. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Causes_of_death_statistics#Major_causes_of_death_in_the_EU_in_2017
4. Medizinische Hochschule Hannover. Medizinische Hochschule Hannover: AG Polytrauma. 2023. Zugegriffen Juli 29, 2023. [https://www.mhh.de/unfallchirurgie/experimentelle-unfallchirurgie/ag-polytrauma#:~:text=In der Medizin bezeichnet man,Harald Tscherne\).](https://www.mhh.de/unfallchirurgie/experimentelle-unfallchirurgie/ag-polytrauma#:~:text=In der Medizin bezeichnet man,Harald Tscherne).)
5. Butcher N, Balogh ZJ. The definition of polytrauma: the need for international consensus. *Injury*. 2009;40(SUPPL. 4):12–22. doi:10.1016/j.injury.2009.10.032
6. Butcher NE, Balogh ZJ. Update on the definition of polytrauma. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014;40(2):107–111. doi:10.1007/S00068-014-0391-X
7. Frenzel S, Krenn P, Heinz T, Negrin LL. Does the applied polytrauma definition notably influence outcome and patient population? - a retrospective analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):1–6. doi:10.1186/S13049-017-0400-2/TABLES/3
8. Pape HC, Lefering R, Butcher N, Peitzman A, Leenen L, Marzi I, Lichte P, Josten C, Bouillon B, Schmucker U, Stahel P, Giannoudis P, Balogh Z. The definition of polytrauma revisited: An international consensus process and proposal of the new ‘Berlin definition’. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77(5):780–786. doi:10.1097/TA.0000000000000453
9. Pfeifer R, Pape HC. Diagnostik und Versorgungsstrategien beim polytraumatisierten Patienten. *Der Chir*. 2016;87(2):165–175. doi:10.1007/s00104-015-0139-0
10. Stephan JC, Grossner T, Stephan-Paulsen LM, Weigand MA, Schmidmaier G, Popp E. Evaluation der Aufnahmekriterien von Patienten nach Verkehrsunfall in den Schockraum. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2020;24(2):134–142. doi:10.1007/s10049-020-00695-7
11. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. *Weißbuch Schwerverletztenversorgung*. 3. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU); 2019.

12. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Register-Nr. 012/019). Published online 2016.
13. Höfer, Christine; Lefering R. *Jahresbericht 2019 Sektion Notfall- & Intensivmedizin & Schwerverletztenversorgung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. AUC - Akademie der Unfallchirurgie GmbH*; 2019.
14. Rau CS, Wu SC, Kuo PJ, Chen YC, Chien PC, Hsieh HY, Hsieh CH. Polytrauma defined by the new berlin definition: A validation test based on propensity-score matching approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(9):1045. doi:10.3390/ijerph14091045
15. Kulla M, Fischer S, Helm M, Lampl L. Traumascores für den Schockraum - eine kritische Übersicht. *AINS-Anästhesiologie Intensivmed Notfallmedizin Schmerztherapie*. 2005;40(12):726–736. doi:10.1055/s
16. Alberdi F, García I, Atutxa L, Zabarte M, Trauma and Neurointensive Care Work Group of the SEMICYUC. Epidemiology of severe trauma. *Med Intensiva (English Ed)*. 2017;38(9):580–588. doi:10.1016/j.medine.2014.06.002
17. Sternbach GL. The Glasgow Coma Scale. *J Emerg Med*. 2000;19(1):67–71. doi:10.1016/S0736-4679(00)00182-7
18. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *Lancet Neurol*. 2014;13(8):844–854. doi:10.1016/S1474-4422(14)70120-6
19. Jain S, Iverson LM. *Glasgow Coma Scale*. StatPearls Publishing; 20n. Chr. Zugegriffen Juli 21, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513298/>
20. Galvagno SMJ, Massey M, Bouzat P, Vesselinov R, Levy MJ, Millin MG, Stein DM, Scalea TM, Hirshon JM. Correlation Between the Revised Trauma Score and Injury Severity Score: Implications for Prehospital Trauma Triage. *Prehospital Emerg Care*. 2019;23(2):263–270. doi:10.1080/10903127.2018.1489019
21. Cayten CG, Stahl WM, Murphy JG, Agarwal N, Byrne DW. Limitations of the TRISS method for interhospital comparisons: a multihospital study. *J Trauma*. 1991;31(4):471–481. doi:10.1097/00005373-199104000-00005
22. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987;27(4):370–378. <http://europepmc.org/abstract/MED/3106646>
23. Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Brehme H, Hannawald L, Langer C, Nehmzow J, Otte D, Sander U, Krettek C, Zwipp H. Die Abbreviated Injury Scale (AIS): Potenzial und Probleme bei der Anwendung. *Unfallchirurg*. 2010;113(5):366–372. doi:10.1007/s00113-010-1778-8
24. Loftis KL, Price J, Gillich PJ. Evolution of the Abbreviated Injury Scale: 1990–2015. *Traffic Inj Prev*. 2018;19(2):109–113. doi:10.1080/15389588.2018.1512747

25. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart. *J Trauma*. 1985;25(1):60–64. doi:10.1097/00005373-198501000-00010
26. Polinder S, Haagsma J, Bos N, Panneman M, Wolt KK, Brugmans M, Weijermars W, Van Beeck E. Burden of road traffic injuries: Disability-adjusted life years in relation to hospitalization and the maximum abbreviated injury scale. *Accid Anal Prev*. 2015;80:193–200. doi:10.1016/j.aap.2015.04.013
27. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187–196. doi:10.1097/00005373-197403000-00001
28. Baker SP, O'Neill B. The injury severity score: An update. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 1976;16(11):882–885. doi:10.1097/00005373-197611000-00006
29. Linn S. The injury severity score – importance and uses. *Ann Epidemiol*. 1995;5(6):440–446. doi:10.1016/1047-2797(95)00059-3
30. Lovely R, Trecartin A, Ologun G, Johnston A, Svintozelskiy S, Vermeylen F, Thiel D, Golden D, Casas S, Granet J, Behm R. Injury Severity Score alone predicts mortality when compared to EMS scene time and transport time for motor vehicle trauma patients who arrive alive to hospital. *Traffic Inj Prev*. 2018;19(2):167–168. doi:10.1080/15389588.2018.1532217
31. Schweigkofler U, Sauter M, Wincherger D, Barzen S, Hoffmann R. Schockraumindikation nach Unfallhergang. *Unfallchirurg*. 2019;123(5):386–394. doi:10.1007/s00113-019-00733-1
32. Santaniello JM, Esposito TJ, Luchette FA, Atkian DK, Davis KA, Gamelli RL. Mechanism of injury does not predict acuity or level of service need: field triage criteria revisited. *Surgery*. 2003;134(4):698–704. doi:10.1016/S0039-6060(03)00331-3
33. Lerner EB, Shah MN, Cushman JT, Swor RA, Guse CE, Brasel K, Blatt A, Jurkovich GJ. Does mechanism of injury predict trauma center need? *Prehosp Emerg Care*. 2011;15(4):518–525. doi:10.3109/10903127.2011.598617
34. Bieler D, Trentzsch H, Baacke M, Becker L, Düsing H, Heindl B, Jensen KO, Lefering R, Mand C, Özkurtul O, Paffrath T, Schweigkofler U, Sprengel K, Wohlrath B, Waydhas C. Optimization of criteria for activation of trauma teams: Avoidance of overtriage and undertriage. *Unfallchirurg*. 2018;121(10):788–793. doi:10.1007/s00113-018-0553-0
35. Husum H, Strada G. Injury Severity Score versus New Injury Severity Score for penetrating injuries. *Prehosp Disaster Med*. 2002;17(1):27–32. doi:10.1017/S1049023X0000008X
36. Kahloul M, Boudida W, Boubaker H, Toumi S, Grissa MH, Jaafar A, Louzi M, Boukef R, Gahbiche M, Noura S. Value of anatomic and physiologic scoring systems in outcome prediction of trauma patients. *Eur J Emerg Med*. 2014;21(2):125–129. doi:10.1097/MEJ.0b013e32836188ce

37. Zhao XG, Ma YF, Zhang M, Gan JX, Xu SW, Jiang GY. Comparison of the new injury severity score and the injury severity score in multiple trauma patients. *Chinese J Traumatol - English Ed.* 2008;11(6):368–371. doi:10.1016/S1008-1275(08)60074-7
38. Osler T, Baker SP, Long W. A Modification of the Injury Severity Score That Both Improves Accuracy and Simplifies Scoring. *J Trauma Acute Care Surg.* 1997;43(6):922–926. doi:10.1097/00005373-199712000-00009
39. Lavoie A, Moore L, LeSage N, Liberman M, Sampalis JS. The Injury Severity Score or the New Injury Severity Score for predicting intensive care unit admission and hospital length of stay? *Injury.* 2005;36(4):477–483. doi:10.1016/j.injury.2004.09.039
40. Brenneman FD, Boulanger BR, McLellan BA, Redelmeier DA. Measuring injury severity: Time for a change? *J Trauma - Inj Infect Crit Care.* 1998;44(4):580–582. doi:10.1097/00005373-199804000-00003
41. Sullivan T, Haider A, DiRusso SM, Nealon P, Shaukat A, Slim M. Prediction of Mortality in Pediatric Trauma Patients: New Injury Severity Score Outperforms Injury Severity Score in the Severely Injured. *J Trauma Acute Care Surg.* 2003;55(6):1083–1088. doi:10.1097/01.TA.0000102175.58306.2A
42. Sutherland AG, Johnston AT, Hutchison JD. The new injury severity score: Better prediction of functional recovery after musculoskeletal injury. *Value Heal.* 2006;9(1):24–27. doi:10.1111/j.1524-4733.2006.00077.x
43. Darbandsar Mazandarani P, Heydari K, Hatamabadi H, Kashani P, Jamali Danesh Y. Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) III Score compared to Trauma-Injury Severity Score (TRISS) in Predicting Mortality of Trauma Patients. *Emerg (Tehran, Iran).* 2016;4(2):88–91. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27274519>
44. Schluter PJ, Nathens A, Neal ML, Goble S, Cameron CM, Davey TM, McClure RJ. Trauma and Injury Severity Score (TRISS) coefficients 2009 revision. *J Trauma Acute Care Surg.* 2010;68(4):761–770. doi:10.1097/TA.0b013e3181d3223b
45. Penn-Barwell JG, Bishop JRB, Midwinter MJ. Refining the Trauma and Injury Severity Score (TRISS) to Measure the Performance of the UK Combat Casualty Care System. *Mil Med.* 2018;183(9–10):442–447. doi:10.1093/milmed/usx039
46. Lefering R. Development and validation of the revised injury severity classification score for severely injured patients. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2009;35(5):437–447. doi:10.1007/s00068-009-9122-0
47. Brilej D, Vlaović M, Komadina R. Improved Prediction from Revised Injury Severity Classification (RISC) over Trauma and Injury Severity Score (TRISS) in an Independent Evaluation of Major Trauma Patients. *J Int Med Res.* 2010;38(4):1530–1538. doi:10.1177/147323001003800437

48. Raj R, Brinck T, Skrifvars MB, Kivisaari R, Siironen J, Lefering R, Handolin L. Validation of the revised injury severity classification score in patients with moderate-to-severe traumatic brain injury. *Injury*. 2015;46(1):86–93. doi:10.1016/j.injury.2014.08.026
49. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) Sektion Intensiv- & Notfallmedizin Schwerverletztenversorgung (NIS) und AUC - Akademie der GmbH. *Jahresbericht des TraumaRegisters DGU 2014.*; 2014.
50. Lefering R. Ein neuer Prognose-Score im TraumaRegister DGU® (RISC II). *Orthopädie und Unfallchirurgie - Mitteilungen und Nachrichten*. 2015;04(01):80–81. doi:10.1055/s-0041-100418
51. Lefering R, Huber-Wagner S, Nienaber U, Maegele M, Bouillon B. Update of the trauma risk adjustment model of the TraumaRegister DGU™: the Revised Injury Severity Classification, version II. *Crit Care*. 2014;18(5):476. doi:10.1186/s13054-014-0476-2
52. Buitendag JJP, Ras A, Kong VY, Bruce JL, Laing GL, Clarke DL, Brysiewicz P. Validation of the simplified motor score in patients with traumatic brain injury at a major trauma centre in South Africa. *South African Med J*. 2018;108(2):90–93. doi:10.7196/SAMJ.2018.v108i2.12757
53. Majdan M, Steyerberg EW, Nieboer D, Mauritz W, Rusnak M, Lingsma HF. Glasgow coma scale motor score and pupillary reaction to predict six-month mortality in patients with traumatic brain injury: comparison of field and admission assessment. *J Neurotrauma*. 2015;32(2):101–108. doi:10.1089/neu.2014.3438
54. Ali Ali B, Lefering R, Fortún Moral M, Belzunegui Otano T. Mortality in severe trauma patients attended by emergency services in Navarre, Spain: validation of a new prediction model and comparison with the Revised Injury Severity Classification Score II. *Emergencias Rev la Soc Esp Med Emergencias*. 2018;30(2):98–104. <http://europepmc.org/abstract/MED/29547232>
55. Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH). DGU. Zugriffen Oktober 3, 2021. <https://www.dgch.de/index.php?id=36>
56. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU). DGOU. Zugriffen Oktober 3, 2021. <https://dgou.de/>
57. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Weißbuch Schwerverletztenversorgung. Zugriffen Oktober 3, 2021. <https://www.dgu-online.de/q-s/schwerverletzte/weissbuch-schwerverletztenversorgung.html>
58. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Schwerverletztenversorgung - Kompetenz und Zeit entscheiden. Zugriffen Oktober 3, 2021. <https://www.dgu-online.de/q-s/schwerverletzte.html>
59. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). TraumaNetzwerk DGU®. Zugriffen Oktober 2, 2021. <https://www.dgu-online.de/q-s/schwerverletzte/traumanetzwerk-dgur.html>

60. Kühne CA, Ruchholtz S, Buschmann C, Sturm J, Lackner CK, Wentzensen A, Bouillon B, Weber M. Polytraumaversorgung in Deutschland • Eine Standortbestimmung. *Unfallchirurg*. 2006;109(5):357–366. doi:10.1007/S00113-005-1049-2
61. Biewener A, Holch M, Müller U, Veitinger A, Erfurt C, Zwipp H. Einfluss von logistischem und medizinischem Rettungsaufwand auf die Letalität nach schwerem Trauma. *Unfallchirurg*. 2000;103(2):137–143. doi:10.1007/s001130050025
62. Traumanetzwerk Deutschland. Traumanetzwerke und Traumazentren in Deutschland. Zugegriffen Dezember 16, 2022. www.dgu-online.de
63. Universitätsklinikum Gießen und Marburg (UKGM) Standort Gießen. UKGM - Polytrauma. https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/ugi_uch/2112.html
64. Debus F, Lefering R, Frink M, Kühne CA, Mand C, Bücking B, Ruchholtz S. Anzahl der Schwerverletzten in Deutschland. *Dtsch Arztebl Int*. 2015;112(49):823–829. doi:10.3238/arztebl.2015.0823
65. Universitätsklinikum Gießen und Marburg (UKGM). Universitätsklinikum Giessen und Marburg - Traumanetzwerk Hessen. Zugegriffen Dezember 16, 2022. https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_ouc/32587.html
66. Bardenheuer M, Bouillon B, Exner G, Inglis R, Kramer M, Nast-Kolb D, Neugebauer E, Obertacke U, Oestern HJ, Paffrath T, Regel G, Ruchholtz S, Schmit-Neuerburg KP, Schweiberer L, Waydhas C. Das Traumaregister der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Unfallchirurg*. 1994;97(4):230–237. Zugegriffen Oktober 3, 2021. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8197471/>
67. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). TraumaRegister DGU®. Zugegriffen Oktober 3, 2021. <https://www.dgu-online.de/q-s/schwerverletzte/traumaregister-dgur.html>
68. Imach S, Wafaisade A, Lefering R, Böhmer A, Schieren M, Suárez V, Fröhlich M. The impact of prehospital tranexamic acid on mortality and transfusion requirements: match-pair analysis from the nationwide German TraumaRegister DGU®. *Crit Care*. 2021;25(1):277. doi:10.1186/s13054-021-03701-7
69. Das Verkehrslexikon. Definition des Verkehrsunfalls. Zugegriffen Dezember 22, 2022. <https://verkehrslexikon.de/TexteA/Verkehrsunfall01.php>
70. Henry MC. Trauma Triage: New York Experience. *Prehospital Emerg Care*. 2006;10(3):295–302. doi:10.1080/10903120600721669
71. Sasser SM, Hunt RC, Faul M, Sugerman D, Pearson WS, Dulski T, Wald MM, Jurkovich GJ, Newgard CD, Lerner EB, Cooper A, Wang SC, Henry MC, Salomone JP, Galli RL. Guidelines for Field Triage of Injured Patients. *Morb Mortal Wkly Rep Recomm Reports*. 2012;61(1):1–20. <http://www.jstor.org/stable/24842401>

72. Mohan D, Rosengart MR, Farris C, Cohen E, Angus DC, Barnato AE. Assessing the feasibility of the American College of Surgeons' benchmarks for the triage of trauma patients. *Arch Surg*. 2011;146(7):786–792. doi:10.1001/archsurg.2011.43
73. Teresiński G, Milaszkiewicz A, Cywka T. An analysis of the relationship between bodily injury severity and fall height in victims of fatal falls from height. *Arch Med Sądowej i Kryminol Forensic Med Criminol*. 2016;66(3):133–140. doi:10.5114/amsik.2016.66397
74. Kohn MA, Hammel JM, Bretz SW, Stangby A. Trauma Team Activation Criteria as Predictors of Patient Disposition from the Emergency Department. *Acad Emerg Med*. 2004;11(1):1–9. doi:10.1197/j.aem.2003.08.011
75. Yagmur Y, Güloğlu C, Aldemir M, Orak M. Falls from flat-roofed houses: A surgical experience of 1643 patients. *Injury*. 2004;35(4):425–428. doi:10.1016/S0020-1383(03)00198-0
76. Dehli T, Monsen SA, Fredriksen K, Bartnes K. Evaluation of a trauma team activation protocol revision: A prospective cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24(1):105–112. doi:10.1186/s13049-016-0295-3
77. Stefanopoulos N, Vagianos C, Stavropoulos M, Panagiotopoulos E, Androulakis J. Deformations and intrusions of the passenger compartment as indicators of injury severity and triage in head-on collisions of non-airbag-carrying vehicles. *Injury*. 2003;34(7):487–492. doi:10.1016/S0020-1383(02)00345-5
78. Palanca S, Taylor DM, Bailey M, Cameron PA. Mechanisms of motor vehicle accidents that predict major injury. *Emerg Med*. 2003;15(5-6):423–428. doi:10.1046/j.1442-2026.2003.00496.x
79. Heinrich M, Lange CL, Heiß C. Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU 2021) | Kritische Prüfung des Schockraumaktivierungskriteriums „Verkehrsunfall (VU) mit einer Geschwindigkeitsveränderung $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “ in Korrelation zur Verletzungsschwere. *GMS J Med Educ*. 2021;DocAB82:1141. doi:10.3205/21DKOU562
80. Engum SA, Mitchell MK, Scherer LR, Gomez G, Jacobson L, Solotkin K, Grosfeld JL. Prehospital triage in the injured pediatric patient. *J Pediatr Surg*. 2000;35(1):82–87. doi:10.1016/S0022-3468(00)80019-6
81. Knopp R, Yanagi A, Kallsen G, Geide A, Doehring L. Mechanism of injury and anatomic injury as criteria for prehospital trauma triage. *Ann Emerg Med*. 1988;17(9):895–902. doi:10.1016/S0196-0644(88)80666-8
82. Norcross ED, Ford DW, Cooper ME, Zone-Smith L, Byrne TK, Yarbrough DR. Application of American College of Surgeons' field triage guidelines by pre-hospital personnel. *J Am Coll Surg*. 1995;181(6):539–544. <http://europepmc.org/abstract/MED/7582229>

83. Bond RJ, Kortbeek JB, Preshaw RM. Field Trauma Triage: Combining Mechanism of Injury with the Prehospital Index for an Improved Trauma Triage Tool. *J Trauma Acute Care Surg.* 1997;43(2):283–287. https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/1997/08000/Field_Trauma_Triage__Combining_Mechanism_of_Injury.13.aspx
84. Gennarelli TA, Wodzin E. *Abbreviated Injury Scale 2005 Update 2008.* (Genarelli TA, Wodzin E, Hrsg.). Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2008.
85. Demetriades D, Sava J, Alo K, Newton E, Velmahos GC, Murray JA, Belzberg H, Asensio JA, Berne T V. Old Age as a Criterion for Trauma Team Activation. *J Trauma Acute Care Surg.* 2001;51(4):754–757. doi:10.1097/00005373-200110000-00022
86. Kuhne CA, Ruchholtz S, Kaiser GM, Nast-Kolb D. Mortality in Severely Injured Elderly Trauma Patients - - When Does Age Become a Risk Factor? *World J Surg.* 2005;29(11):1476–1482. doi:10.1007/s00268-005-7796-y
87. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP, Egleston BL, Salkever DS, Scharfstein DO. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med.* 2006;354(4):366–378. doi:10.1056/NEJMsa052049
88. Morris JA, MacKenzie EJ, Edelstein SL. The effect of preexisting conditions on mortality in trauma patients. *JAMA J Am Med Assoc.* 1990;263(14):1942–1946. doi:10.1001/jama.1990.03440140068033
89. Grossman MD, Miller D, Scaff DW, Arcona S. When is an elder Old? Effect of preexisting conditions on mortality in geriatric trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2002;52(2):242–246. doi:10.1097/00005373-200202000-00007
90. Lange CL, Heinrich M, Heiß C. German Congress of Orthopaedics and Traumatology (DKOU 2021) | „Treppensturz“ als mögliches Schockraumaktivierungskriterium nach Unfallhergang. *GMS J Med Educ.* 2021;DocAB77:1117. doi:10.3205/21DKOU533
91. Heinrich M, Lange CL, Heiß C. German Congress of Orthopaedics and Traumatology (DKOU 2022) | Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang in Korrelation zur Verletzungsschwere und hinsichtlich einer korrekten Anwendung durch den Rettungsdienst. *GMS J Med Educ.* 2022;DocAB60:1096. doi:10.3205/22DKOU468
92. Tinkoff GH, O'Connor RE. Validation of new trauma triage rules for trauma attending response to the emergency department. *J Trauma.* 2002;52(6):1153–1159. doi:10.1097/00005373-200206000-00022
93. Norwood SH, McAuley CE, Berne JD, Vallina VL, Creath RG, McLarty J. A prehospital glasgow coma scale score ≤ 14 accurately predicts the need for full trauma team activation and patient hospitalization after motor vehicle collisions. *J Trauma - Inj Infect Crit Care.* 2002;53(3):503–507. doi:10.1097/00005373-200209000-00018

94. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Registernummer 187-023), Version 4.0. Published online 2022. Zugriffen Juli 16, 2023. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/187-023.html>.
95. Schoeneberg C, Probst T, Schilling M, Wegner A, Hussmann B, Lendemans S. Mortality in severely injured elderly patients: A retrospective analysis of a German level 1 trauma center (2002-2011). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014;22(1):45. doi:10.1186/s13049-014-0045-3
96. Mina AA, Knipfer JF, Park DY, Bair HA, Howells GA, Bendick PJ. Intracranial complications of preinjury anticoagulation in trauma patients with head injury. *J Trauma*. 2002;53(4):668–672. doi:10.1097/00005373-200210000-00008
97. Pieracci FM, Eachempati SR, Shou J, Hydo LJ, Barie PS. Degree of anticoagulation, but not warfarin use itself, predicts adverse outcomes after traumatic brain injury in elderly trauma patients. *J Trauma*. 2007;63(3):525–530. doi:10.1097/TA.0b013e31812e5216

Publikationsverzeichnis / Vortrag-Poster-Verzeichnis

Kongressbeiträge (Abstracts)

- 10/2021 Heinrich M, Lange CL, Heiß C. Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU 2021) | Kritische Prüfung des Schockraumaktivierungskriteriums „Verkehrsunfall (VU) mit einer Geschwindigkeitsveränderung $\Delta > 30 \text{ km/h}$ “ in Korrelation zur Verletzungsschwere. *GMS J Med Educ.* 2021;DocAB82:1141. doi:10.3205/21DKOU562
[Vortrag]
- 10/2021 Lange CL, Heinrich M, Heiß C. German Congress of Orthopaedics and Traumatology (DKOU 2021) | „Treppensturz“ als mögliches Schockraumaktivierungskriterium nach Unfallhergang. *GMS J Med Educ.* 2021;DocAB77:1117. doi:10.3205/21DKOU533
[Vortrag]
- 10/2022 Heinrich M, Lange CL, Heiß C. German Congress of Orthopaedics and Traumatology (DKOU 2022) | Prüfung der Schockraumindikation nach Unfallhergang in Korrelation zur Verletzungsschwere und hinsichtlich einer korrekten Anwendung durch den Rettungsdienst. *GMS J Med Educ.* 2022;DocAB60:1096. doi:10.3205/22DKOU468
[Vortrag]
- 04/2023 Lange CL, Heinrich M, Biehl C, Heiß C. Schockraumindikation?! – Stellenwert einer notärztlichen Beurteilung der Verletzungsschwere im präklinischen Unfallsetting. In: 71. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen e.V. (VSOU 2023). Abstractband. 2023. Abstract-Nr.: VSOU23-2134. ISBN 978-3-00-075698-6.
[Vortrag]

Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort/Datum

Unterschrift

Danksagung

Ich widme diese Arbeit meinem Bruder Cuno Laurin. Er gibt mir Kraft, wenn ich sie brauche, und steht mir in jeder Lebenslage zur Seite.

Besonders danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Christian Heiß für die Möglichkeit der Promotion und für die stets verlässliche und äußerst wertvolle fachliche Unterstützung in allen meinen Vorhaben. Er ist für mich ein wahres menschliches, medizinisches und wissenschaftliches Vorbild und hat meine Berufswahl nach dem Examen entscheidend beeinflusst.

Weiter gilt mein Dank Herrn Dr. med. Martin Heinrich für die nähere Betreuung der Dissertation wie auch allen Mitarbeitern der chirurgischen Zentralen Notaufnahme und den Schockraumverantwortlichen des Universitätsklinikums Gießen, ohne die meine Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Auch sei den Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Giessen für die statistische Beratung meiner Arbeit gedankt.

Ich danke meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben und mich bedingungslos unterstützen.