

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Kommissarischer Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Uwe Maus

Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit
von den Alarmierungskriterien
Prospektive Datenanalyse eines überregionalen Traumazentrums

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Björn Heindl

2025

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Sascha Flohé

Zweitgutachter: PD. Dr. med. Richard Truse

Diese Arbeit widme ich meiner Frau Antje, mit großem Dank für ihre Unterstützung, ihr Verständnis und ihre Geduld.

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Heindl, B., Trentzsch, H. & Flohé, S. (2021): Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien. *Unfallchirurg* 124, 909–915

Zusammenfassung (deutsch)

Derzeit findet die Alarmierung von Traumateams in den Schockraum sowohl bei gestörten Vitalwerten bzw. schweren Verletzungen (A-Kriterien) als auch nach gefährlichem Unfallhergang (B-Kriterien) statt. Wegen ihrer geringen Spezifität und zunehmend knappen Personalressourcen wird die Alarmierung aufgrund von B-Kriterien zunehmend infrage gestellt. Eine potentielle Folge einer Nicht-Alarmierung aufgrund von B-Kriterien wäre eine steigende Untertriage und damit die Gefährdung von Patienten. Aufgrund der derzeit unzureichenden Studienlage ist unklar, ob nach Alarmierungskriterien angepasste Schockraum-Teams eine Personalreduktion erlauben würden ohne eine Patientengefährdung zu erzeugen. Ziele der vorliegenden Arbeit waren die Kategorisierung von Schockraum-Patienten anhand ihrer Alarmierungskriterien und die Erhebung der entsprechenden Notfallinterventionsraten im Schockraum. Dazu wurden über ein Jahr alle Alarmierungen eines überregionalen Traumazentrums prospektiv erfasst, nach Alarmierungskriterien (A-, B- und Nullkriterien) kategorisiert und deskriptiv verglichen. Nullkriterien waren Zuweisungen, bei denen weder A- noch B-Kriterien erfüllt waren. Behandlungsdaten wurden gemäß dem Standardbogen des TraumaRegister DGU® dokumentiert. Als Notfallinterventionen gewertet wurden eine Intubation, die Anlage einer Thoraxdrainage, eine kardiopulmonale Reanimation, eine Blut-Transfusion oder Gerinnungssubstitution, eine externe Beckenstabilisierung und notfallmäßige operative Blutstillung. Es wurde gefunden, dass eine Alarmierung aufgrund von A-, B- oder Nullkriterien in jeweils 19,5 %, 51,2 % und 29,3 % der Fälle erfolgte. Die mittlere Verletzungsschwere (ISS $\pm$ Standardabweichung) in der A-Kriterien-Gruppe betrug $20,6 \pm 21,3$ und war damit deutlich höher als bei B-Kriterien-Gruppe ($8,0 \pm 7,1$) und der Nullkriterien-Gruppe ($5,6 \pm 8,2$). Die Notfallinterventionsrate bei A-Kriterien-Gruppe lag mit 75 % deutlich höher als bei B- und Nullkriterien-Gruppe (6 % und 2,1 %). Die Kategorisierung nach Alarmierungskriterien ergab somit Patientenkollektive mit unterschiedlicher Verletzungsschwere und Notfallinterventionsrate. Gerade für die Notfallintervention war die Übertriage in der B-Kriterien-Gruppe sehr hoch (94 %). Dieses Ergebnis rechtfertigt Überlegungen zur Anpassung der Teamzusammensetzung aufgrund der Alarmierungskriterien. Natürlich muss sichergestellt sein, dass auch durch angepasste Teams kritische Zustände erkannt und stabilisiert werden können.

Zusammenfassung (englisch)

Currently, trauma teams are alerted to the resuscitation area in the event of disturbed vital signs or serious injuries (A criteria) or after a dangerous injury mechanism (B criteria). Due to the low specificity and increasingly scarce personnel resources, alerting purely on the basis of B criteria is increasingly being called into question. One potential consequence of not raising the alarm on the basis of B criteria would be a potential increase in under-triage and thus the endangerment of patients. Due to the currently insufficient study situation, it is unclear whether trauma room teams adapted according to alerting criteria would allow a reduction in personnel without decreasing patient safety. The aim of this study was to categorise shock room patients according to their alerting criteria and to determine the corresponding emergency intervention rates in the shock room. To this end, all alerts from a supraregional trauma centre were prospectively recorded over a period of one year, categorised according to alert criteria (A, B and „zero“ criteria) and compared descriptively. „Zero“ criteria were referrals for which neither A nor B criteria were met. Treatment data were documented according to the standardised form of the TraumaRegister DGU®. Emergency interventions were intubation, chest drainage, cardiopulmonary resuscitation, transfusion, coagulation substitution, external pelvic stabilisation and surgical haemostasis. It was found that an alarm was raised due to A, B or zero criteria in 19.5 %, 51.2 % and 29.3 % of cases respectively. The mean injury severity (ISS $\pm$ standard deviation) in the A criteria group was 20.6 ± 21.3 and was thus significantly higher than in the B criteria (8.0 ± 7.1) and zero criteria group (5.6 ± 8.2). The emergency intervention rate for A criteria was also significantly higher (75%) than for B and zero criteria (6 % and 2.1 %). The categorisation according to alarm criteria thus resulted in patient collectives with different injury severity and emergency intervention rates. Notably, the overtriage rate in the B-criteria group was very high (94 % in terms of emergency intervention need). These results justify considerations for adapting the team composition based on the alert criteria. Of course, it must be ensured that critical conditions can also be recognised and stabilised by adapted teams.

Abkürzungsverzeichnis

AIS	<i>Abbreviated Injury Scale</i>
ATCN	<i>Advanced Trauma Care for Nurses</i>
ATLS	<i>Advanced Trauma Life Support</i>
CDC	<i>Center for Disease Control and Prevention</i>
CT	Computertomographie
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
GoR A	<i>Grade of Recommendation A</i>
GoR B	<i>Grade of Recommendation B</i>
Gy	<i>Gray</i>
ISS	<i>Injury Severity Score</i>
LTZ	Lokale TraumaZentren
MAIS	<i>Maximum Abbreviated Injury Score</i>
mSv	Millisievert
mmHG	Millimeter Quecksilbersäule
NISS	<i>New Injury Severity Score</i>
RTZ	Regionale TraumaZentren
ÜTZ	Überregionale TraumaZentren

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kriterien für die Empfehlungsgrade A und B nach der S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung	7
------------	--	---

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Versorgung Schwerverletzter in Deutschland.....	1
1.2 Einstufung von Schwerverletzten nach Schweregrad der Verletzungen	3
1.3 Aufnahme und Behandlung Schwerverletzter im Schockraum	4
1.3.1 Triage-systeme für die Aufnahme in den Schockraum.....	4
1.3.2 Kriterien für eine Aufnahme in den Schockraum.....	6
1.4 Ökonomische Folgen von Unfällen und Übertragen in Deutschland	8
1.5 Ziele der Arbeit	8
2 Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien. Heindl, B., Trentzsch, H. & Flohé, S. (2021): <i>Unfallchirurg</i> 124, 909–915	10
3 Diskussion.....	17
Literatur- und Quellenverzeichnis	25

1 Einleitung

1.1 Versorgung Schwerverletzter in Deutschland

Die wesentlichen Errungenschaften in der Schwerverletztenversorgung in Deutschland in den letzten Jahrzehnten waren die flächendeckende Umsetzung der Empfehlungen des „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU®) (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019) basierend auf der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ (Lendemans und Ruchholtz 2012) und die Etablierung von Netzwerkstrukturen mit bundesweit einheitlichen Strukturanforderungen des TraumaNetzwerks DGU®, beginnend ab dem Jahr 2008.

Die Besonderheit des deutschen Systems der TraumaNetzwerke DGU® ist, dass eine Region aus einem regionalen Verbund von Traumazentren unterschiedlicher Stufe mit abgestimmten Aufgaben versorgt wird (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019).

International wurden bereits 1976 erste Traumazentren auf Empfehlung des American College of Surgeons etabliert (Nathens et al. 2004). Im Vergleich zu Deutschland mit drei Krankenhausstufen haben die USA fünf differente Level der Qualitätsstufen von Krankenhäusern etabliert, wobei Level 1 Krankenhäuser der Maximalversorgung repräsentieren. Zahlreiche Studien haben den Wert der Etablierung von Traumazentren nachweisen können (Cooper et al. 2000, Davenport et al. 2010, Zacher et al. 2015).

Das erste deutsche regionale TraumaNetzwerk DGU® wurde 2007 in Regensburg aufgebaut und konnte 2009 zertifiziert werden.

Für die im TraumaNetzwerk DGU® eingebundenen Kliniken in Deutschland wurden drei Versorgungsstufen definiert, die mit speziellen Struktur- und Prozessmerkmalen sowie Kennzahlen hinterlegt wurden (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019). Diese drei Versorgungsstufen sind:

- Lokale TraumaZentren (LTZ),
- Regionale TraumaZentren (RTZ),
- Überregionale TraumaZentren (ÜTZ).

Für die Akkreditierung von TraumaZentren/TraumaNetzwerken gelten bestimmte Vorgaben. Dazu gehören festgelegte Größenvorgaben. So soll ein Traumanetz aus mindestens einem ÜTZ, zwei RTZ sowie drei LTZ bestehen (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019).

Die Kliniken sollen sowohl untereinander als auch mit den Rettungsdiensten durch ein geregeltes Kommunikations- und Kooperationssystem verbunden sein, wobei als Grundlage ein formaler Kooperationsvertrag dient.

Eine Zertifizierung der TraumaNetzwerke erfolgt dann, wenn Nachweise der Ko-operation und der Vernetzung anhand festgelegter Kriterien innerhalb der entsprechenden lokalen, regionalen und überregionalen TraumaNetzwerke erbracht werden konnten. Ein weiteres Ziel in der Bewertung von TraumaZentren besteht darin, die Ergebnisqualität und damit die Lebensqualität Schwerverletzter erfassen und bewerten zu können.

Für die 3 differenten TraumaZentren LTZ, RTZ, ÜTZ gelten unterschiedliche personelle und räumliche Ausstattungen (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019).

Die Aufgabe eines LTZ besteht in der Akutbehandlung lebensbedrohlicher Verletzungen und der Sicherung der Transportfähigkeit in das nächstgelegene RTZ bzw. ÜTZ. Zusätzlich können Aufgaben bei Großschäden im LTZ hinzukommen. Voraussetzungen sind Einsatzmöglichkeiten über 24 Stunden sowie die Fähigkeit zur Beherrschung vitalbedrohlicher Blutungen im Bereich Abdomen, Thorax, Becken und Extremitäten. RTZ sind vorrangig Kliniken mit Schwerpunktversorgung von Verletzten sowie von Vorhaltung höherer Kapazität von Patienten. Gegenüber dem LTZ können mit dem RTZ Verletzte mit höheren Schweregraden behandelt werden, und sie sind eher zur Versorgung von Großschadensereignissen geeignet. Neben den operativen Versorgungen gehört zu weiteren Aufgaben die Übernahme von Schwerverletzten aus LTZ, das Vorhalten weiterer Fachdisziplinen, die Beteiligung an Aus-, Fort- und Weiterbildung und optional die Durchführung von klinischen Studien. ÜTZ sind Kliniken zur Therapie aller Mehrfach- und Schwerverletzten und zusätzlich bestimmter Kliniken zur Behandlung außergewöhnlicher und seltener Verletzungsarten. Mit dieser Bandbreite weisen ÜTZ eine lückenlose und stets aufnahmebereite Intensiv- und Operationskapazität auf, was eine Verfügbarkeit aller notwendigen Fachdisziplinen für die erforderlichen interdisziplinären Behandlungsansätze voraussetzt. Die medizinische Versorgung in den ÜTZ erfolgt 24-stündig und ganzjährig unter Vorhaltung aller definierten Fachrichtungen. Die 24-stündige Verfügbarkeit aller Fachdisziplinen und die personelle Ausstattung des ÜTZ stehen für die Schockräume und Operationssäle in großem Umfang zur Verfügung. Entsprechend der Empfehlungen der DGU sollten schwerverletzte Patienten in einem zertifizierten Trauma-Zentrum von einem definierten Schockraum-Team innerklinisch primär versorgt werden (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019).

All diese Maßnahmen haben einen wesentlichen Beitrag zur Behandlung der Schwerverletzten oder polytraumatisierten Patienten geleistet. Dabei ist das Polytrauma oder der Schwerverletzte, um den es in dieser Arbeit geht, in der Regel über eine gewisse quantifizierte Verletzungsschwere definiert.

1.2 Einstufung von Schwerverletzten nach Schweregrad der Verletzungen

Die Verletzungsschwere wird durch verschiedene Scoring-Systeme quantifiziert. Diese Scores wurden in den 1960er-Jahren im Rahmen der Verkehrsunfallforschung entwickelt. Die *Abbreviated Injury Scale* (AIS), als der international gebräuchlichste und umfassendste Score, beschreibt dazu jede einzelne Verletzung mit einem Punktwert, welcher die Verletzungsschwere angibt. Diese Verletzungen sind in einem Code-Buch beschrieben und dieses System wurde in den nachfolgenden Jahren mehrfach angepasst. Die erste AIS-Version stammte aus dem Jahr 1998, die aktuellste Anpassung erfolgte im Jahr 2010 (Haasper et al. 2010). In dieser Version wird die Verletzungsschwere nach 6 Schweregraden differenziert. Diese Graduierung beginnt mit Punktwert 1 (geringe Verletzung), und erreicht aufsteigend den höchsten Punktwert 6, bei dem eine schwerste, nicht überlebende Verletzung vorliegt (Haasper et al. 2010).

Um die Schwere der Gesamtverletzungen erfassen zu können, wurde mit dem *Injury Severity Score* (ISS) ein Scoring für Polytraumata entworfen (Baker et al. 1974). Unter einem Polytrauma werden gleichzeitig entstandene Verletzungen mehrerer Körperteile verstanden, wobei mindestens eine der Verletzungen oder die Kombination lebensbedrohlich ist (Oestern 2007). Für das ISS-Scoring werden zunächst die drei höchsten AIS-Punktwerte aus verschiedenen Körperregionen ermittelt. Danach werden diese 3 AIS-Punktwerte quadriert und nachfolgend addiert: $[ISS = AIS^2 a + AIS^2 b + AIS^2 c]$. Da AIS-Werte von 0 bis 5 vorkommen, können Maximalwerte bis zu 75 erreicht werden. Liegt ein AIS-Wert von 6 vor (maximale, nicht behandelbare Verletzung) wird der ISS generell auf einen Maximalwert von 75 Punkten angehoben (Baker et al. 1974).

Kritisch zum ISS musste konstatiert werden, dass jeweils nur ein AIS-Punktwert pro anatomischer Körperregion eingesetzt wurde. Bei zwei oder mehr Verletzungen in einer Körperregion wird nur der höchste AIS-Wert eingesetzt, um den ISS zu berechnen. Dies kann dazu führen, dass die Gesamtverletzungsschwere nicht ausreichend, und damit teilweise nicht korrekt erfasst wird.

Um diesem Nachteil zu entgegnen wurde Ende der 1990er Jahre durch Osler et al. (Osler et al. 1997) der *New-ISS* (NISS) entwickelt. Hierbei werden die drei Verletzungen mit dem höchsten AIS-Wert unabhängig von der anatomischen Körperregion zur Berechnung des NISS eingesetzt. Vergleichend ist der Punktwert des NISS in Relation zum ISS gleich groß oder größer. Als schwerverletzt werden Patienten eingestuft, die nach dem *Injury Severity Score* (ISS) einen ISS-Wert von gleich/höher ($\geq$) 16 aufweisen. Diese Patienten bezeichnet werden als „schwerverletzt“, im englischen Sprachgebrauch als „*severely injured*“ bezeichnet (Osler et al. 1997).

Eine Analyse des TraumaRegister DGU® zeigte, dass der Fokus auf mindestens zwei Verletzungen und damit auf die anatomischen Veränderungen selbst nicht ausreichend sind um die Mortalität bei schwerverletzten Patienten zu beschreiben. Flohé et. al. (2014) fordern vielmehr, die physiologischen Risikoparameter stärker zu werten. Es zeigte sich bei monotraumatisierten Patienten mit einem ISS von ≥ 16 eine fast identische Mortalität im Vergleich zu Patienten mit zwei oder mehr Verletzungen mit einem ISS ≥ 16 , wenn einer oder mehrere Risikofaktoren (hohes Alter, Hypotension, Bewusstlosigkeit, Azidose, Coagulopathie) vorliegen. Dabei steigt die Mortalität linear mit dem Vorliegen von 1–5 der genannten Risikofaktoren an, unabhängig von der Anzahl der Verletzungen (Paffrath et al. 2014).

Häufig werden die Begriffe „Schwerverletzter“ und „Polytrauma“ gleichgesetzt.

1.3 Aufnahme und Behandlung Schwerverletzter im Schockraum

Der Schockraum stellt den Ort für schwerverletzte Patienten dar, an dem die systematische innerklinische Erstbehandlung stattfindet. Die Voraussetzungen oder Kriterien für die Zuweisung zu einem solchen spezialisierten Traumazentrum erfolgt anhand von Triagekriterien.

1.3.1 Triage-Systeme für die Aufnahme in den Schockraum

Die Entwicklung des Triage-Systems in den vergangenen 40 Jahren in Deutschland hatte prinzipiell das Ziel medizinische Ressourcen „dem richtigen Patienten“, „am richtigen Ort“ und „zu einem richtigen Zeitpunkt“ zuzuführen. Daran hat sich in den letzten Jahrzehnten prinzipiell nichts geändert (Fernandes et al. 2005). Für die Notaufnahme in der Individualmedizin wurden zu diesem Zweck spezielle Triage-Systeme entwickelt wie z. B. das *Manchester-Triage-System*, die *Canadian-Triage*, die *Acuity Scale* sowie der *US-Emergency Severity Index*. Vom Ansatz her sind diese drei Triage-Systeme gleichwertig

(Storm-Versloot et al. 2011), wobei es darüber hinaus zusätzlich weitere und oft lokal eingesetzte Triage-Systeme gibt (Bruijns et al. 2008).

Die Vorhersagekraft dieser Instrumente variiert stark. Das ideale Triage-System zeigt eine hohe Sensitivität, erkennt also alle schwerverletzten Patienten mit hoher Genauigkeit. Zusätzlich sollten Patienten, die die Triagekriterien nicht erfüllen auch keine schweren Verletzungen aufweisen (Spezifität) (Trentzsch 2018). Eine Untertriage ist dabei sehr gefährlich für den Patienten, weil die Schwere der Verletzung und damit die Behandlungsnotwendigkeit unerkannt bleibt (Rehn et al. 2009). Eine Übertriage ist weniger kritisch für den Patienten, verursacht jedoch hohe Kosten für das Gesundheitssystem, weil immer das komplette Schockraumteam aktiviert wird (Trentzsch 2018, Marzi et al. 2019). Die von der DGU (2016) genannten Größenordnungen einer Übertriage von 25 bis 35 % sind gegenwärtig nicht mehr aktuell, sondern werden eher übertroffen. In einer neueren Erhebung zu unnötig in Schockräumen aufgenommenen Patienten wurden Übertrigen von bis zu 85 % beschrieben (Bieler et al. 2018). Eine Analyse der amerikanischen *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) hat gezeigt, dass durch die Anwendung der aktuellen *Field-Triage*-Kriterien eine Sensitivität von 95 % erreicht wird, die Spezifität jedoch von 63 % auf 19 % reduziert wurde und damit die Übertriage-Rate verdoppelt wurde (Newgard, Hsia et al. 2013). Hierzu ist anzumerken, dass die in der S3-Leitlinie der DGU gelisteten Kriterien zur Schockraumaufnahme an die *Field-Triage*-Kriterien des CDC angelehnt sind (Trentzsch 2018).

Bei der Bewertung dieser Zahlen spielen finanzielle Abwägungen durchaus eine wichtige Rolle, denn für eine optimale und nachhaltige Patientenversorgung im Schockraum werden ein hoher Personalschlüssel und erhebliche Ressourcen benötigt. Eine Übertriage verursacht vor allem direkte Personalkosten.

Ein weiterer gravierender und nicht zu unterschätzender Aspekt ist durch die Unterbrechung von geplanten Operationen bedingt, wenn eine Schockraumalarmierung angekündigt oder durchgeführt wird, um den OP-Saal für die möglicherweise notwendige Versorgung eines Polytraumas bereit zu stellen.

Darüber hinaus ergibt sich auch bei Übertriage ein Risiko für die Patienten. Der Großteil der Patienten, die eine Aufnahme im Schockraum erfahren, erhalten im Anschluss auch ein Ganzkörper-CT. Das ist begründet durch Registerstudien bei denen gezeigt wurde,

dass eine Anwendung von Ganzkörper-CT-Untersuchungen bei Patienten mit Polytraumen die Mortalitätsrate um 13 % bis 25 % reduzieren kann im Vergleich zu einem Kollektiv mit selektiver oder nicht durchgeführter CT-Diagnostik (Huber-Wagner, Lefering et al. 2009, Lustenberger, Wutzler et al. 2014). Bei einer CT-Untersuchung über die Traumaspirale wirken je nach Gerätetyp und CT-Protokoll auf einen Patienten 10 bis 20 Gray (Gy) ein, woraus eine strahleninduzierte Mortalität von 1:1250 resultiert (Lustenberger et al. 2014). Weiterhin wurde kalkuliert, dass bei nicht bewerteten Dosisleistungen zwischen 14 bis 21 Gray (Gy) das Lebenszeitrisko an Malignom zu erkranken um 1,9 % steigt (Brenner and Elliston 2004). Schon deshalb ist jede CT-Untersuchung hinsichtlich Ihrer Indikation kritisch zu hinterfragen und eine Übertriage im Schockraum darf nicht auch noch automatisch zu einer Übertriage beim Thema Ganzkörper-CT-Diagnostik führen.

1.3.2 Kriterien für eine Aufnahme in den Schockraum

In den letzten Jahren wurden hinsichtlich der Erfordernisse für die Aktivierung von Schockraumteams wichtige und neue Ansätze entwickelt, da durch sicherheitstechnische Weiterentwicklungen insbesondere im Verkehr und bei der Fahrzeugindustrie sowohl in Bezug auf die Schwere von Verkehrsunfallverletzten als auch hinsichtlich der Mortalität ein Rückgang zu verzeichnen war (Lackner, Burghofer et al. 2007, Ernstberger, Joeris et al. 2015).

Wie bereits erwähnt sind die von der DGU aufgeführten Kriterien (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019) dabei angelehnt an eine Empfehlung der CDC, die evidenzbasiert entwickelt wurde, um Patienten mit hoher Verletzungsschwere (definiert als *Injury Severity Score* ≥ 16), mit der Notwendigkeit zur Aufnahme auf die Intensivstation oder mit einer Indikation zur sofortigen operativen Versorgung zu identifizieren (Sasser et al. 2012, Trentzsch 2018).

Diese Kriterien lassen sich 3 Gruppen zuordnen:

1. Störungen der Vitalfunktionen
 2. offensichtliche (oder vermutete) Unfallfolgen/Verletzungen,
 3. unfallabhängige Kriterien – bedingt durch Unfallhergang, Unfallkinematik und Unfalldynamik.
- (Trentzsch 2018)

Als Kriterien für die Schockraumalarmierung wurden in der genannten Leitlinie Kriterien mit zwei verschiedenen Empfehlungsgraden definiert (siehe Tabelle 1):

- Kriterien mit dem höchsten Empfehlungsgrad **[A – „soll“]** orientieren sich direkt am Patientenzustand, den Vitalwerten und offensichtlichen oder vermuteten Verletzungen. Dabei liegt eine hohe Evidenz vor, so dass eine starke Empfehlung ausgesprochen werden kann.
- Kriterien mit einem abgeschwächten Empfehlungsgrad **[B – „sollte“]** spiegeln Erkenntnisse zum Unfallhergang, der Unfallkinematik und Unfalldynamik wider. Hier ist die Evidenz schwächer, so dass ein geringerer Empfehlungsgrad ausgesprochen wird.

Tabelle 1: Kriterien für die Empfehlungsgrade A und B nach der S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung.

Kriterien mit dem Empfehlungsgrad A	Kriterien mit dem Empfehlungsgrad B
Systolischer Blutdruck unter 90 mmHg (altersadaptiert bei Kindern) nach Trauma	Sturz aus 3 Meter Höhe
Vorliegen von penetrierenden Verletzungen der Rumpf-Hals-Region	Verkehrsunfall mit Frontalaufprall und Intrusion von mehr als 50–75 cm
Vorliegen von Schussverletzungen der Rumpf-Hals-Region	Unfall mit einer Geschwindigkeitsänderung von $\Delta > 30$ km/h
GCS (<i>Glasgow Coma Scale</i>) unter 9 nach Trauma	Fußgänger-/Zweiradkollision
Atemstörungen/Intubationspflicht nach Trauma	Tod bzw. Ejektion eines Insassen
Frakturen von mehr als 2 proximalen Knochen	
Instabiler Thorax	
Beckenfrakturen	
Amputationsverletzung proximal der Hände/Füße	
Querschnittsverletzung	
Offene Schädelverletzungen	
Verbrennungen > 20 % und Grad 2b	

Bei einem Vergleich der Jahre 1991/1995 mit den Jahren 2006/2011 zeigte sich ein Rückgang der Mortalität um 68,8 %, sowie ein Rückgang von Patienten mit ISS ≥ 16 um 53,8 % (Ernstberger et al. 2015). Aus dieser Entwicklung resultierte hinsichtlich der Zuweisungen zu Schockräumen, dass es neben Patienten mit vitalbedrohlichen Verletzungen auch einen nicht zu vernachlässigen Anteil an Patienten ohne vitalbedrohliche Verletzungen gab, der in einigen Zentren „um bis zu 70 % gestiegen ist“, so dass die Anwendung der B-Kriterien der S-3-Leitlinie zu einer erheblichen Übertriage der Schockalarmierung beim Trauma führt (Marzi et al. 2019).

1.4 Ökonomische Folgen von Unfällen und Übertrigen in Deutschland

In der Dekade von 2004 bis 2014 wurden in Deutschland pro Jahr zwischen 7 bis 8 Millionen Unfälle registriert, wobei die Mehrzahl mit ca. 63 % häuslich und freizeitbezogen, 32 % bei Arbeit und Schule und 5 % infolge von Verkehrsunfällen erfolgten (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019).

Bezogen auf das Jahr 2018 erfolgten insgesamt 2.636.489 Verkehrsunfälle, und bei diesen Unfällen kam es in 308.721 Fällen zu Personenschäden. Von diesen geschädigten Personen verstarben insgesamt 3.377 (Statistisches Bundesamt 2020).

Für die Kosten der Schockraumbehandlung in Deutschland wurden Kosten von 1.597 €/Patient ermittelt. Darin enthalten sind 845 € für überschüssigen Personaleinsatz bei übertrigierten Patienten. Das entspricht etwa 53 % der Kosten pro Patient im Schockraum (Schopow et al. 2022).

1.5 Ziele der Arbeit

In der hier vorliegenden Einleitung wurde das Thema der Übertriage bei Alarmierung eines Schockraumteams allein auf Basis des Unfallmechanismus (B-Kriterien) thematisiert. Für die meisten bekannten Studien wurde die Über- oder auch Untertriage im Schockraum an dem Vorhandensein einer relevanten Verletzung oder der Verletzungsschwere festgelegt. Meistens wird hierbei ein ISS > 15 Punkte festgelegt. Die anatomische Verletzungsschwere ist aber nur ein mögliches Maß, an dem Über- oder Untertriage gemessen werden können. Viel relevanter für die Festlegung der Ressource Schockraum mit dem interdisziplinären Behandlungsteam ist die Notwendigkeit einer Intervention

durch das Team auf Grund gestörter Vitalparameter, also die Durchführung einer Notfallintervention. Nicht jede Verletzung mit einem ISS > 15 Punkte braucht eine zeitkritische Notfallintervention durch ein Schockraumteam.

Daher besteht die Zielstellung der vorliegenden Arbeit darin, schwerverletzte Patienten bei Aufnahme in den Schockraum eines überregionalen Traumazentrums hinsichtlich der Rate von Notfallinterventionen in Abhängigkeit der Schockraumalarmierungskriterien zu differenzieren.

Es wird vermutet, dass bei einer Alarmierung des Schockraumteams lediglich auf Basis von Unfallmechanismus (B-Kriterien) nur eine sehr geringe Rate an Notfallinterventionen im Schockraum notwendig ist, also diese „Messgröße“ bei der Notfallintervention zu einer deutlichen Übertriage führt.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Heinrich Heine Universität Düsseldorf genehmigt (2018-68-ProspDEuA)

2 Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien. Heindl, B., Trentzsch, H. & Flohé, S. (2021): *Unfallchirurg* 124, 909–915

Der Unfallchirurg

Author's personal copy

Originalien

Unfallchirurg
<https://doi.org/10.1007/s00113-020-00948-7>
Angenommen: 23. November 2020

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
Springer Nature 2021

Redaktion

W. Mutschler, München
H. Polzer, München
B. Ockert, München



B. Heindl^{1,2} · H. Trentzsch³ · S. Flohé¹

¹ Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Unfallchirurgie, Städtisches Klinikum Solingen, Solingen, Deutschland

² Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Diakonie-Klinikum Jung-Stilling, Siegen, Deutschland

³ Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), Klinikum der Universität München, LMU München, München, Deutschland

Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien

Prospektive Datenanalyse eines überregionalen Traumazentrums

Einleitung und Fragestellung

Die wesentlichen Errungenschaften der Unfallchirurgie in Deutschland in der letzten Dekade sind die flächendeckende Umsetzung der Empfehlungen des *Weißbuch Schwerverletztenversorgung* [3], die „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ [1] und die Etablierung einer Netzwerkstruktur mit bundesweit einheitlichen Strukturanforderungen, des TraumaNetzwerk DGU®. Die standardisierte Erstbehandlung jedes Schwerverletzten ist dadurch gewährleistet.

Entsprechend den Vorgaben des *Weißbuch Schwerverletztenversorgung* und der „S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ wird der Patient in einem zertifizierten Traumazentrum von einem definierten Schockraumteam innerklinisch primär versorgt. Hier finden sich entsprechende Kriterien, bei denen es sich empfiehlt, den Patienten über den Schockraum aufzunehmen und das Schockraumteam zu alarmieren. Diese Kriterien lassen sich 3 Gruppen zuordnen [9]:

1. Störungen der Vitalfunktionen,
2. offensichtliche (oder vermutete) Unfallfolgen/Verletzungen,

3. unfallabhängige Kriterien, bedingt durch Unfallhergang, Unfallkinematik und -dynamik.

Diese Kriterien sind an eine Empfehlung der US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) angelehnt, die evidenzbasiert entwickelt wurden, um Patienten mit hoher Verletzungsschwere (definiert als ISS ≥ 16 , mit der Notwendigkeit zur Aufnahme auf die Intensivstation oder mit einer Indikation zur sofortigen operativen Versorgung) zu identifizieren [7].

Für die verschiedenen Kriterien finden sich in der Literatur unterschiedlich gute Belege für deren Vorhersagekraft. So sind Triage-Kriterien aus der Gruppe der gestörten Vitalfunktionen oder der Verletzungen mit einem hohen Empfehlungsgrad („grade of recommendation“ [GoR A]) belegt. Sie werden daher auch als A-Kriterien bezeichnet. Hingegen gibt es für die unfallabhängigen Kriterien insgesamt eher wenig gute Evidenz. So konnte einerseits gezeigt werden, dass der Unfallhergang als Triage-Kriterium zwar einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Sensitivität liefert, gleichzeitig aber ganz maßgeblich die Übertriage erhöht [4, 5, 10–12]. Dies sind Patienten, die über den Schockraum aufgenommen wurden, deren Zustand

aber diese Form der Versorgung medizinisch nicht benötigt hätte. Andererseits berichtet eine Studie davon, dass Patienten, die als einzigen Hinweis auf eine mögliche Schwerverletzung einen Unfall mit risikoträchtiger Kinematik durchlebt hatten, einen wesentlichen Anteil an der Untertriage ausmachten [6]. Das ist der Anteil von Patienten, der nicht über den Schockraum aufgenommen wurde, obwohl dies medizinisch nötig gewesen wäre. Aufgrund der heterogenen Evidenz wurde für die unfallabhängigen Kriterien ein schwächerer Empfehlungsgrad ausgesprochen (GoR B).

Bei der Umsetzung der Empfehlung in der tägliche Praxis entzündeten sich an diesen sog. B-Kriterien in der aktuellen Diskussion immer wieder die Gemüter, weil sich insbesondere bei Patienten, die lediglich ein B-Kriterium erfüllen, die ansonsten aber unbeeinträchtigt erscheinen, die Frage stellt, ob eine Schockraumalarmierung mit vollständigem Schockraumteam überhaupt nötig ist, oder ob diese Fälle nicht mit geringeren Ressourcen abgearbeitet werden können. Viele vertreten die Ansicht, dass diese Fälle nur die Übertriage erhöhen. In der Tat sind Über- und Untertriage als Qualitätskriterien der Triage direkt voneinander abhängig [9]. Das American College of Surgeons Committee on Trauma sieht ei-

Originalien

Tab. 1 Patientenkollektiv

Gruppe	A-Kriterien	B-Kriterien	Nullkriterien	p-Wert
Anzahl Patienten, n (%)	32 (19,5 %)	84 (51,2 %)	48 (29,3 %)	–
Alter (Jahre)	48,3 ± 28,8 ^b	48,7 ± 22,9 ^b	66 ± 19,7	< 0,001
ISS (Punkte)	20,6 ± 21,3	8,0 ± 7,2 ^a	5,6 ± 8,2 ^a	< 0,001
GCS bei Aufnahme (Punkte)	7,8 ± 5,5	14,2 ± 1,8 ^a	13,8 ± 1,7 ^a	< 0,001
Systolischer Blutdruck bei Aufnahme (mmHg)	99,7 ± 56,7	143,7 ± 25,4 ^a	141,7 ± 26,6 ^a	< 0,001
Verlegung, Intensivstation (%)	68	69	54	0,2
Intubationsrate (%)	71,9	6,0 ^a	2,0 ^a	< 0,001
Ganzkörper CT (%)	59,4	82,0 ^{a,b}	43,8	< 0,001
Isoliertes CCT (%)	3,1 ^b	9,5 ^b	43,8	< 0,001

ISS Injury Severity Score (Score zur Beschreibung der Verletzungsschwere, Punktwert zwischen 0 und 75), GCS Glasgow Coma Scale (Skala zur Beschreibung einer Bewußtseinsstörung, Punktwert zwischen 3 und 15)

^{a,b}Signifikante Gruppenunterschiede, wobei ^a signifikant zu Gruppe A und ^b signifikant zu Gruppe Null bedeutet

ne Untertriage-Rate von 5 % bei gleichzeitiger 25- bis 35%iger Übertriage als notwendig an, um eine effiziente Traumaversorgung zu gewährleisten [2]. Über- und Untertriage-Raten im TraumaNetzwerk DGU® sind bisher allerdings praktisch unerforscht. Unabhängig von den Überlegungen zu Über- und Untertriage betreffend die Verletzungsschwere und die Notwendigkeit einer Behandlung im Schockraum stellt sich im Alltag die Frage, welche dieser nach den verschiedenen Kriterien über den Schockraum zugewiesenen Patienten eine lebensrettende Intervention benötigen und damit auch ggf. mehr Personal binden.

Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass Patienten, die ausschließlich wegen eines erfüllten B-Kriteriums über den Schockraum aufgenommen werden, in der Regel keiner Intervention bedürfen und daher auch von einem reduzierten Team versorgt werden können, um Ressourcen zu sparen.

Ziel der Arbeit ist es, die Schwerverletzten, die über den Schockraum eines überregionalen Traumazentrums aufgenommen werden, zu beschreiben und hinsichtlich der Notwendigkeit einer Notfallintervention zu analysieren.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive monozentrische Querschnittsstudie an einem zertifizierten überregionalen

Traumazentrum eines Ballungsraumes. Die klinischen Routinedaten und Versorgungszeiten aller über den Schockraum aufgenommenen Patienten wurden über den Zeitraum von 12 Monaten (01.01.2017–31.12.2017) prospektiv erfasst. Eingeschlossen wurden alle Patienten, die nach einem Unfall primär durch den bodengebundenen Rettungsdienst oder die Luftrettung angemeldet und über den Schockraum aufgenommen wurden. Patienten, die unter Reanimation in den Schockraum aufgenommen wurden, wurden in die Auswertung aufgenommen. Ausgeschlossen waren alle Fälle, die ohne vorausgegangenen Unfall oder ohne Behandlung durch den Rettungsdienst als Selbstzuweiser im Schockraum behandelt wurden. Patienten, die nach der Erstversorgung in einer anderen Klinik sekundär zugewiesen wurden, sind ausgeschlossen worden.

Die Fälle wurden nach A-Kriterien (gestörte Vitalparameter, offensichtliche schwere Verletzung, Intervention präklinisch) und B-Kriterien (Unfallhergang) kategorisiert.

Die Kategorisierung nach Unfallhergang wurde gemäß S3-Leitlinie anhand folgender Kriterien vorgenommen:

- Sturz aus über 3 m Höhe,
- Verkehrsunfall (VU) mit:
 - Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50–75 cm,

- einer Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30$ km/h,
- Fußgänger-/Zweiradkollision,
- Tod eines Insassen,
- Ejektion eines Insassen.

Als dritte Gruppe wurde eine Alarmierung aufgrund sonstiger, nicht im Kriterienkatalog der S3-Leitlinie genannten Kriterien [Nullkriterien] definiert. Diese Fälle waren in der Regel Alarmierungen alleine aufgrund der Einschätzung des Notarztes, ohne dass formal Kriterien der Kategorie A oder B erfüllt waren, oder bei denen sich im Rahmen der genauen Anamnese die präklinisch vermuteten B-Kriterien nicht verifiziert haben. Als Basis für die Einstufung in A-, B- und Nullkriterien dienten die Primärdokumentation auf dem Schockraumprotokoll sowie die dokumentierte Schockraumanmeldung, die immer auf einem direkten Arzt-Arzt-Gespräch zwischen Notarzt und Aufnahmearzt (Notfallhandy) in der Klinik beruht und auf einem Standardbogen mit dem Schockraumprotokoll dokumentiert wird.

Alle Schockraumversorgungen wurden im Nachgang an die Zuordnung in die Gruppe A-, B- oder Nullkriterien auf die Notwendigkeit der Durchführung von Notfallprozeduren während der Schockraumversorgung untersucht. Darüber hinaus wurde Behandlungsdaten mit dem Standardbogen des TraumaRegister DGU® erfasst. Sofern die Patienten nicht den Kriterien des Basiskollektivs des TraumaRegister DGU® entsprachen, wurden Verletzungsschwere und Outcome (Krankenhausmortalität) auf Basis der Dokumentation im Krankenhausinformationssystem (KIS) erfasst.

Als unverletzt gelten Patienten, die keine Verletzungen aufwiesen; als mehrfachverletzt gelten Patienten, die Verletzungen (mindestens AIS ≥ 1) in mehr als einer Körperregion gemäß der Erfassung des Standarddatensatzes aufwiesen. Als Monotrauma wurden Patienten definiert, die Verletzungen in nur einer Körperregion aufwiesen.

Zur Differenzierung der relevanten Verletzungen wurden Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung der relevanten Einzelverletzungen mit einem AIS ≥ 3 ausgewertet (Abb. 4).

Zusammenfassung · Abstract

Unfallchirurg <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00948-7>
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

B. Heindl · H. Trentzsch · S. Flohé

Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien. Prospektive Datenanalyse eines überregionalen Traumazentrums

Zusammenfassung

Die Traumateamalarmierung (TTA) in den Schockraum (SR) findet bei gestörten Vitalwerten bzw. schweren Verletzungen (A-Kriterien) oder nach gefährlichem Unfallhergang (B-Kriterien) statt. Wegen geringer Spezifität und knapper Personalressourcen wird die TTA bei B-Kriterien infrage gestellt. Folgen wären steigende Untertriage und damit die Gefährdung von Patienten. Mangels Daten ist unklar, ob angepasste SR-Teams eine Lösung für das Problem wären.

Ziele der Studie waren die Beschreibung von SR-Patienten anhand ihrer TTA-Kriterien und die Erhebung der entsprechenden Notfallinterventionsraten im SR. Über ein Jahr wurden alle TTA eines überregionalen Traumazentrums prospektiv

erfasst, nach Alarmierungskriterien (A-, B- und Nullkriterien) kategorisiert und deskriptiv verglichen. Nullkriterien waren TTA, bei denen weder A- noch B-Kriterien erfüllt waren. Behandlungsdaten wurden gemäß dem Standardbogen des TraumaRegister DGU® dokumentiert. Notfallinterventionen waren Intubation, Thoraxdrainage, kardiopulmonale Reanimation, Transfusion, Gerinnungssubstitution, externe Beckenstabilisierung und operative Blutstillung.

Eine TTA wegen A-, B- und Nullkriterien erfolgten in jeweils 19,5 %, 51,2 % und 29,3 %. Die mittlere Verletzungsschwere (ISS ± Standardabweichung) betrug bei A-Kriterien $20,6 \pm 21,3$ und war damit signifikant höher als bei B- ($8,0 \pm 7,1$) und Nullkriterien

($5,6 \pm 8,2$). Die Notfallinterventionsrate bei A-, B- und Nullkriterien lag bei jeweils 75 %, 6 % und 2,1 %.

Die Unterscheidung nach TTA-Kriterien ergab Patientenkollektive mit unterschiedlicher Verletzungsschwere und Notfallinterventionsrate. Dieses Ergebnis rechtfertigt Überlegungen zur Anpassungen der Teamzusammensetzung aufgrund von TTA-Kriterien, solange sichergestellt ist, dass durch angepasste Teams kritische Zustände erkannt und behoben werden können.

Schlüsselwörter

Schockraum · Schockraummanagement · Schockraumalarmierung · Schockraum-Team · Polytrauma

Emergency intervention rate in the emergency room depending on the alerting criteria. Prospective data analysis of a supraregional trauma center

Abstract

Trauma team alert (TTA) to the emergency room (ER) takes place in the event of disturbed vital signs or serious injuries (A criteria) or after a dangerous accident (B criteria). Due to low specificity and limited personnel resources, TTA is questioned for B criteria. The consequences would be an increase in undertriage and thus endangering patients. Due to the lack of data it is unclear whether adapted ER teams would be a solution to the problem.

The aim of the study was to describe ER patients according to the TTA criteria and to collect the corresponding emergency intervention rates in ER.

Over 1 year, all TTAs of a supraregional trauma center were prospectively recorded,

categorized according to TTA criteria (A, B and NULL criteria) and compared descriptively. NULL criteria were TTAs for which neither A nor B criteria were met. Treatment data were documented according to the TraumaRegister DGU® standard form. Emergency interventions were intubation, chest tube, cardiopulmonary resuscitation, transfusion, coagulation substitution, external pelvic stabilization and surgical hemostasis. The TTA due to A, B and NULL criteria were performed in 19.5 %, 51.2 % and 29.3 %, respectively. The mean injury severity (ISS ± standard deviation) was 20.6 ± 21.3 for A criteria, significantly higher than for B criteria (8.0 ± 7.1) and NULL criteria (5.6 ± 8.2). The emergency intervention rate for A, B

and NULL criteria was 75 %, 6 % and 2.1 %, respectively.

Differentiation according to the TTA criteria results in patient collectives with different injury severity and emergency intervention rates. This result justifies considerations to adjust team composition based on TTA criteria, as long as it is ensured that critical conditions can be identified and remedied by adapted teams.

Keywords

Emergency room · Emergency room management · Trauma team activation · Trauma team · Multiple trauma

Es wurden die CT-Untersuchungen erfasst, die im direkten zeitlichen Zusammenhang mit der Schockraumbehandlung stehen. Zeitlich verzögerte Untersuchungen nach der ersten operativen Phase oder nach Aufnahme auf die Intensivstation wurden nicht erfasst.

Folgende Maßnahmen im Schockraum (SR) wurden als Notfallintervention betrachtet und erfasst:

- Intubation/Atemwegssicherung (ITN),

- Anlage einer Thoraxdrainage (TXD),
- kardiopulmonale Reanimation (REA),
- Bluttransfusion im SR (BLUT),
- Gerinnungssubstitution im SR (Gerinnung),
- externe Beckenstabilisierung im SR (Becken),
- operative Blutstillung im SR (Blutstill).

Falls nicht anders angegeben, wurden quantitative Daten als Mittelwert ± Standardabweichung und kategoriale Daten als Prozent angegeben. Die Vergleiche der Verteilungshäufigkeiten der Maßnahmen zwischen den Gruppen wurden mittels des Chi-Quadrat-Tests sowie ANOVA analysiert. Signifikante Unterschiede wurden angenommen für $p < 0,001$. Die statistische Auswertung erfolgte über das Online-Tool der

Originalien

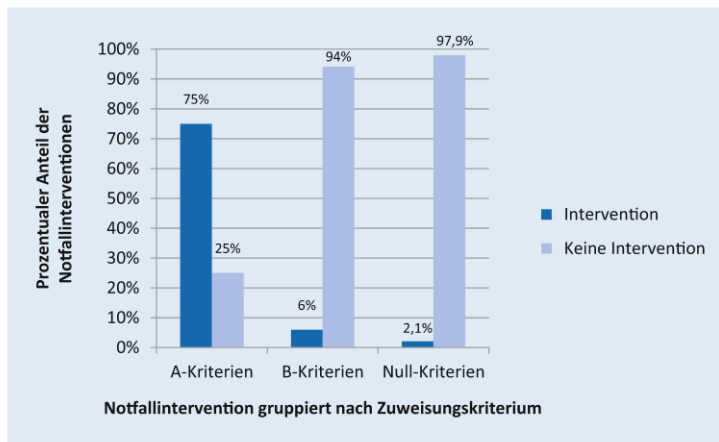


Abb. 1 ▲ Interventionsrate nach Zuweisungskriterien

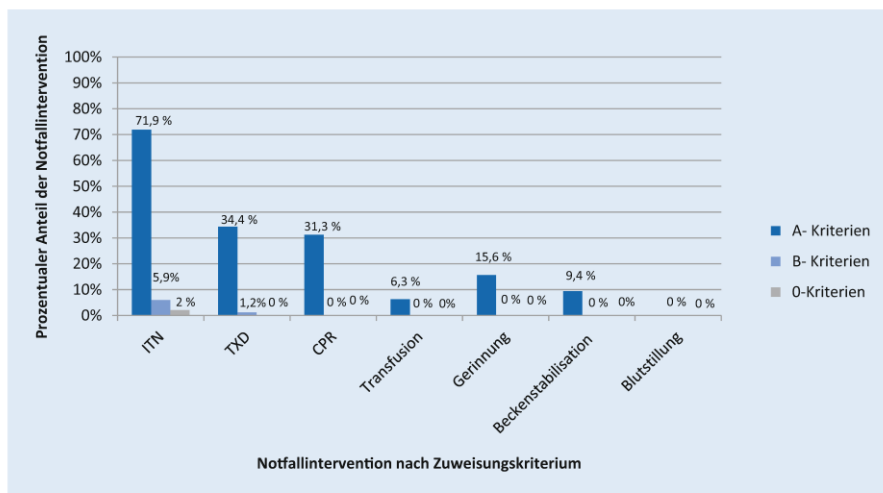


Abb. 2 ◀ Prozentuale Verteilung der Interventionen im Schockraum in Abhängigkeit vom Zuweisungskriterium. Für jede Intervention wurde die prozentuale Häufigkeit aufgeschlüsselt nach Zuweisungskriterium angegeben. ITN endotracheale Intubation, TXD Anlage einer Thoraxdrainage, CPR kardiopulmonale Reanimation, Gerinnung Gabe von gerinnungsaktiven Produkten

Homepage <https://www.socscistatistics.com/tests/anova/default2.aspx>.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der HHU Düsseldorf (2018-68-ProspDEuA) genehmigt. Die Daten wurden im Rahmen der Promotion vom Erstautor erhoben (B.H.).

Ergebnisse

Im Beobachtungszeitraum wurden 310 Patienten über den Schockraum in unserer Klinik aufgenommen. Nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien konnten 164 Patienten ($n = 164$) in die Studie eingeschlossen werden. Ausgeschlossen wurden 146 Patienten,

die entweder ohne vorangegangenes Trauma oder im Rahmen von Sekundärverletzungen im Schockraum behandelt wurden. Die Zuweisung per Notarzt war kein Einschlusskriterium, jedoch wurden alle Patienten nach vorhergehender Notarztbehandlung eingewiesen. Die Indikation zur Schockraumbehandlung wurde bei 32 (19,5%) Patienten nach den A-Kriterien, bei 84 (51,2%) Patienten nach den B-Kriterien und bei 48 (29,3%) Patienten nach den „Nullkriterien“, also allein auf Basis der Einschätzung des Notarztes, gestellt (■ Tab. 1). Die Patienten der A-Kriterien-Gruppe hatten einen deutlich niedrigeren mittleren Blutdruck und GCS im Schockraum im Vergleich

zu der B-Kriterien- und Nullkriterien-Gruppe, die im Mittel erwartungsgemäß stabile Vitalparameter ohne Hinweis auf Schock oder Bewusstseinsstörung aufwiesen. Auffällig war das höhere mittlere Alter der Nullkriterien-Gruppe. Trotz geringer Verletzungsschwere wurde immerhin die Hälfte der Fälle nach der Schockraumdiagnostik auf der Intensivstation behandelt (■ Tab. 1).

Bei Alarmierung nach A-Kriterien wurde in 75% eine oder mehrere Interventionen notwendig. Bei Alarmierung nach B-Kriterien wurde lediglich in 6,0% der Fälle eine Notfallintervention direkt im Schockraum notwendig, während in der Nullkriterien-Gruppe nur eine Not-

Tab. 2 Krankenhausmortalität

Gruppe	A-Kriterien	B-Kriterien	0-Kriterien	p-Wert
Krankenhausmortalität (%)	31,3	2,4	2,1	<0,001

fallintervention (2,1 %) notwendig war (Abb. 1).

Daraus ergibt sich für die A-Kriterien-Gruppe, dass bei diesen Fällen sehr häufig eine Notfallintervention zu erwarten ist. In 25 % der Fälle war das nicht der Fall. Demgegenüber zeigt sich für die B-Kriterien-Gruppe eine deutlich höhere Wahrscheinlichkeit (94 %) dafür, dass keine Notfallintervention nötig wurde. Nur etwa jeder 20. Fall benötigte eine Notfallintervention. In der Nullkriterien-Gruppe lag die Wahrscheinlichkeit für keine Notfallintervention bei 97,9 %. Damit war in beiden Gruppen das Risiko, dass eine Notfallintervention benötigt wird, bei 6 % bzw. 2,1 %.

Betrachtete man die einzelne Notfallintervention, so zeigte sich, dass Maßnahmen der Atemwegssicherung oder die Anlage der Thoraxdrainage die führenden Interventionen im SR darstellten. Bluttransfusion und Gerinnungsmanagement im Schockraum waren ebenfalls in relevanter Fallzahl notwendig. Die notfallmäßige operative Blutstillung im SR kam im untersuchten Kollektiv nie vor (Abb. 2).

Dennoch hatten auch die nach B-Kriterien aufgenommenen Patienten eine relevante Verletzungsschwere mit einem mittleren ISS von $8,0 \pm 7,1$, der jedoch deutlich unter dem mittleren ISS der A-Kriterien-Gruppe lag ($20,6 \pm 21,3$). Auch die Nullkriterien-Gruppe hatte noch einen mittleren ISS von $5,6 \pm 8,2$ Punkten (Tab. 1). Bei der Betrachtung der Verletzungsmuster zwischen der A-Kriterien- und B-Kriterien-Gruppe ergab sich erstaunlicherweise eine ähnliche Verteilung mit einem hohen Anteil an Schädel-Hirn-Traumata, ohne dass das Verteilungsmuster insgesamt signifikant unterschiedlich war. In der A-Kriterien-Gruppe fiel jedoch ein höherer Anteil an Thorax- und Beckenverletzungen auf (Tab. 2).

Die Patienten, die aufgrund von A- und B-Kriterien zugewiesen wurden, wiesen in einem ähnlichen Prozentsatz Mehrfachverletzungen auf (Abb. 3),

die Häufigkeit der schweren Einzelverletzung (Monotrauma) mit einem AIS ≥ 3 unterschied sich jedoch deutlich (Abb. 4).

Fast alle Patienten erhielten eine dringliche CT-Diagnostik als Traumaspirale oder bei klinisch isolierten SHT in Form einer cCT (Tab. 1). Die Krankenhausmortalität war erwartungsgemäß in der A-Kriterien-Gruppe am höchsten; in der Nullkriterien-Gruppe verstarb ein Patient im Verlauf (Tab. 2).

Diskussion

Das Schockraumbasisteam gemäß der S3-Leitlinien-Empfehlung besteht aus einem Facharzt/Facharztstandard Anästhesie, 2 Fachärzten aus dem chirurgisch/unfallchirurgischen Fachgebiet, Fachpflegekräften aus Notaufnahme und Anästhesie und radiologisch-technischer Assistenz. In regionalen und überregionalen Zentren kommen regelhaft noch Neurochirurgen und Radiologen sowie fakultativ eine große Anzahl weiterer Fachdisziplinen hinzu. Die Bereitstellung eines solchen Basisteams stellt auch für große Zentren einen relevanten Personaleinsatz dar. Die Zusammensetzung des Schockraumbasisteams mit mindestens 3 Ärzten ist zwar in der S3-Leitlinie als eine Empfehlung mit dem höchsten Empfehlungsgrad (GoR A) angegeben, die Autoren erwähnen jedoch in den Erläuterungen, dass diese Empfehlung nicht durch Studien belegt werden kann, sodass der hohe Empfehlungsgrad eher auf einer ausgeprägten Konsensusempfehlung der Leitlinien-Gruppe als auf Literaturfakten beruht [3]. Im Umkehrschluss gibt es in internationalen Settings durchaus Daten, die zeigen, dass 2 Ärzte für die Behandlung eines Schwerverletzten ausreichend sind [2].

Die Daten der Studie zeigen, dass Patienten, die rein nach dem Unfallhergang ohne präklinisch nachgewiesene Störungen der Vitalparameter über den Schockraum zugewiesen werden, in der Regel re-

levante Verletzungen aufweisen, jedoch nur selten eine Notfallintervention direkt im Schockraum benötigen. Diese Patienten benötigen folglich eine strukturierte Erstuntersuchung und zeitnahe Diagnostik. Wir postulieren, dass dieses Patientenkollektiv folglich durch ein angepasstes Schockraumbasisteam mit geringeren Personalressourcen (z. B. in Anlehnung an das international verbreitete Konzept mit Teams aus zwei Ärzten) – und damit auch mit geringeren Kosten – suffizient und zeitgerecht untersucht und behandelt werden könnte.

Wir beobachteten lediglich einen Todesfall in der Nullkriterien-Gruppe. Dabei handelte es sich um einen geriatrischen Patienten nach häuslichem Sturz, der an den Folgen einer intrazerebralen Blutung verstarb. Klinisch präsentierte sich der Patient zunächst unauffällig; ein gefährlicher Traumamechanismus nach den B-Kriterien bestand nicht.

Die Autoren möchten betonen, dass es in der Diskussion nicht um die Abschaffung der Schockraumversorgung bei einer Alarmierung alleine nach Unfallkriterien geht, sondern um eine ressourcenorientierte Alarmierungskette. Patienten, die nicht aufgrund von Störungen der Vitalwerte, penetrierenden Traumen und offensichtlichen, schweren Verletzungen, sondern lediglich aufgrund der in der S3-Leitlinie Schwerverletztenversorgung genannten B-Kriterien behandelt werden, benötigen selten eine lebensrettende Sofortmaßnahme im Schockraum, obwohl die anatomische Verletzungsschwere auch in dieser Gruppe nicht unerheblich war. Im Gegensatz hierzu ist bei dem nach A-Kriterien alarmierten Schockraum regelhaft eine Notfallintervention indiziert. Diese Tatsache legt den Schluss nahe, dass diese Patientengruppen evtl. mit unterschiedlich zusammengesetzten Schockraumteams versorgt werden könnten. Während bei den nach A-Kriterien angekündigten Patienten immer ein komplettes Schockraumteam, ggf. in der entsprechenden Erweiterung, ohne Zweifel indiziert ist, weil das Risiko für eine Intervention hoch ist, kann man dieses Vorgehen bei einer Alarmierung rein nach Unfallmechanismus (B-Kriterien) nach den dargestellten Daten kritisch

Originalien

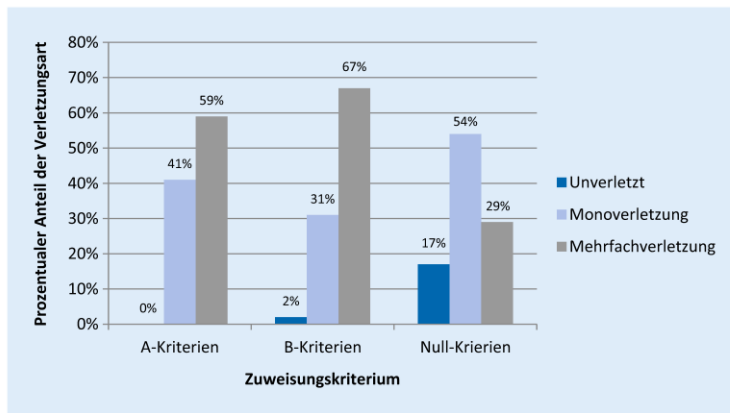


Abb. 3 ▲ Prozentuale Verteilung der Mono- und Mehrfachverletzungen in Abhängigkeit vom Zuweisungskriterium

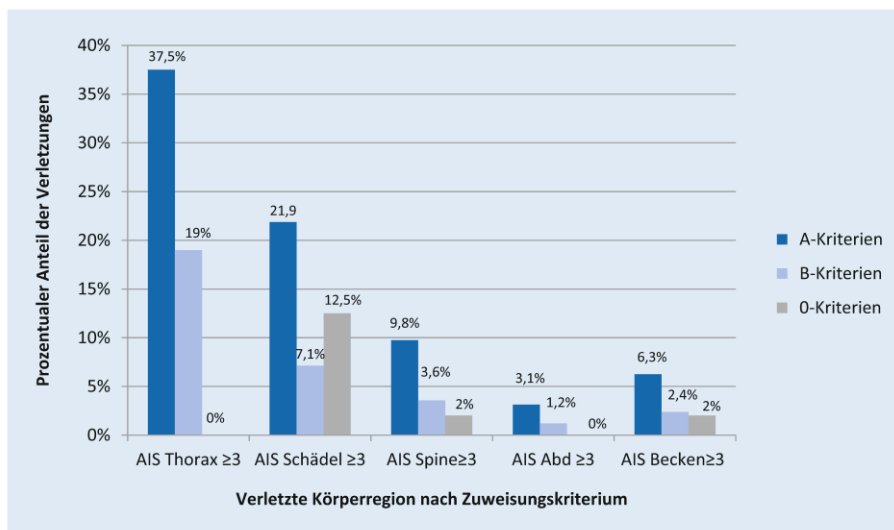


Abb. 4 ▲ Verteilung der schweren Verletzungen, AIS ≥ 3

hinterfragen. Wir schlagen für dieses Patientenkollektiv ein angepasstes Basisteam vor, das in der Lage ist, die ATLS-Prinzipien sicher umzusetzen, und das sicherstellen kann, dass lebensbedrohliche Zustände erkannt werden, und das ggf. in der Lage ist, entsprechende Maßnahmen zur Stabilisierung einzuleiten, bis die Mitglieder des vollen Schockraumteams hinzugetreten sind. Studien, die sich zur genauen Zusammensetzung des Schockraumteams äußern, sind uns derzeit nicht bekannt. Entsprechende Qualifikationen wie z.B. ATLS oder die Zusatzbezeichnung „innerklinische Notfallmedizin“ für Ärzte und ATCN

oder die Qualifikation „Notfallpflege“ für Pflegekräfte sind wünschenswert und vermutlich hilfreich, um die nötige Handlungssicherheit zu gewährleisten.

Die präsentierten Daten zeigen, dass so ein Vorgehen im Sinne der Patientensicherheit durchführbar wäre. Aus ökonomischer Sicht ist eine differenzierte Alarmierung sicher nicht nur kosteneffektiver, sondern auch in Zeiten von Personalnot in Kliniken auch dringend zu empfehlen. Die Autoren sehen eine gewisse Gefahr, dass Unfallpatienten, die eine Schockraumversorgung alleine auf Basis des Unfallmechanismus erhalten müssten, aus Mangel an Personalressour-

cen oder ökonomischen Überlegung ganz von der Schockraumversorgung ausgeschlossen werden, was zu einer fatalen Untertriage führen würde, falls sich dadurch zeitgerechte Evaluation und Diagnostik verzögern würde.

Die A-Kriterien-Gruppe hatte eine auffällig geringe CT-Rate. Dies ist zu erklären, weil in dieser Gruppe auch die Patienten eingeschlossen sind, die mittels kardiopulmonaler Reanimation behandelt wurden und vor einer CT verstarben, als auch die Patienten, die einer direkten operativen Behandlung zugeführt wurden und die eine Ganzkörper-CT zur

Kompletzierung der Diagnostik erst zu einem späteren Zeitpunkt erhielten.

Es bleibt unbestritten, dass angepasste Basisteams nur eingesetzt werden können, wenn ohne jegliche Einschränkung das volle Schockraumteam jederzeit nachalarmiert werden kann. Des Weiteren ist zu betonen, dass die zuverlässige Informationsübermittlung aus der Präklinik – idealerweise durch direkten Arzt-zu-Arzt-Kontakt – für den Einsatz von angepassten Teams eine Grundvoraussetzung ist [8].

Als Limitierung der Studie ist der monozentrische Ansatz zu nennen. Das Studienzentrum liegt in einem Ballungsraum mit kurzen Transportzeiten und hat einen hohen Anteil von bodengebundener Zuweisung. Die Rettungsmittel werden fast ausschließlich durch ärztliches Personal des Traumazentrums besetzt, und eine überschaubare Zahl von Leitstellen ist involviert. Eine multizentrische Verifizierung der Daten auch unter Einbeziehung von ländlichen Regionen mit ggf. längerer präklinischer Verweildauer wäre sinnvoll. Eine Auswertung des TraumaRegister DGU® scheint naheliegend: leider werden die Schockraumalarmierungskriterien weder erfasst, noch lassen sie sich vollständig aus dem Datensatz herauslesen.

Zu der genauen Zusammensetzung des fachärztlichen Hintergrunddienstes – Unfallchirurg, Anästhesist, Notfallmediziner – eines angepassten Basisteams kann man aus den Daten nur bedingt Schlussfolgerungen ziehen. Die Zusammensetzung eines angepassten Basisteams orientiert sich weniger an der Sicherung der Vitalparameter als am strukturierten Untersuchungsgang und Behandlungsplan. Es muss aber sichergestellt werden, dass Indikationen zu lebensrettenden Notfallintervention nicht nur gestellt werden, sondern die Maßnahmen auch sicher umgesetzt werden können.

Fazit für die Praxis

Patienten, die aufgrund von A-Kriterien im Schockraum aufgenommen werden, haben ein hohes Risiko für Notfallinterventionen im Schockraum und sollten unbedingt von einem vollen Basisteam

in Empfang genommen werden. Bei Patienten, die B-Kriterien erfüllen, muss auch mit relevanten Unfallverletzungen gerechnet werden, die Wahrscheinlichkeit für eine Notfallintervention noch im Schockraum ist aber deutlich geringer. Daher ist es vorstellbar, dass diese Fälle auch von einem angepassten Basisteam versorgt werden könnten. Dafür sollte aber sichergestellt sein, dass das Team strukturierte Behandlungsalgorithmen (z. B. ATLS) beherrscht. Der Schockraum als Behandlungsraum mit seiner optimalen Ausstattung bleibt für alle potenziell schwer verletzten Traumapatienten die unverzichtbare Voraussetzung für die strukturierte Diagnostik und Behandlung, unabhängig von den Alarmierungskriterien.

Korrespondenzadresse



B. Heindl
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
Diakonie-Klinikum Jung-
Stilling
Wichernstr. 40, 57074 Siegen,
Deutschland
Bjoern.heindl@diakonie-
sw.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. B. Heindl, H. Trentzsch und S. Flohé geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. AWMF (2017) Leitlinie Schwerverletztenversorgung. www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019L_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-08.pdf. Zugriffen: 21. Feb. 2021
2. Deo SD, Knottenbelt JD, Peden MM (1997) Evaluation of a small trauma team for major resuscitation. *Injury* 28(9/10):633–637
3. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2019) Weißbuch Schwerverletztenversorgung. <http://www.dgu-online.de/qualitaet-sicherheit/schwerverletzte/weissbuch-schwerverletztenversorgung.html> (3rd Edition). Zugriffen: 21. Feb. 2021
4. Kane G, Engelhardt R, Celentano J et al (1985) Empirical development and evaluation of prehospital trauma triage instruments. *J Trauma* 25:482–489
5. Rehn M, Eken T, Krüger A, Petter S, Skaga N, Lossius H (2009) Precision of field triage in patients brought to a trauma centre after introducing trauma team activation guidelines. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 17(1):1. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-17-1>
6. Rotondo MF et al (2014) Resources for the optimal care of the injured patient. ACS COT, Chicago
7. Sasser EM et al (2012) Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage, 2011. *MMWR Recomm Rep* 61(RR-11):1–20
8. Spring C, Roessler M, Kurlemann T et al (2018) Optimized resource mobilization and quality of treatment of severely injured patients through a structured trauma room alarm system. *Unfallchirurg* 121(11):893–900
9. Trentzsch H (2018) Schockraumaufnahme. In: Flohé S, Matthes G, Paffarth T, Trentzsch H, Wölfl C (Hrsg) *Schwerverletztenversorgung*. Thieme, Stuttgart, S 36–39
10. Uleberg O, Vinjevoll OP, Eriksson U, Aadahl P, Skogvoll E. Overtriage in trauma—What are the causes? *Acta Anaesthesiol Scand*. 51:1178–83.JJ
11. van Laarhoven et al. (2012) Accuracy of the field triage protocol in selecting severely injured patients after high energy trauma. *Injury* 45(5):869–873
12. West JG, Murdock MA, Baldwin LC, Whalen E (1986) A method for evaluating field triage criteria. *J Trauma* 26(7):655–659

3 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit handelte es sich um eine prospektive, monozentrische Querschnittsstudie. Zur Durchführung der Studie wurde als zertifiziertes und überregionales Traumazentrum eines Ballungsraumes das Städtische Klinikum Solingen gewählt.

Sowohl die klinischen Routinedaten als auch die Versorgungszeiten der über einen Schockraum inkludierten Patienten wurden während eines 12-monatigen Zeitraums vom 01.01.2017 bis 31.12.2017 prospektiv erfasst. Aufgenommen in die Studie wurden explizit Patienten, die nach Unfall von bodengebundenem Rettungsdienst oder Luftrettung angemeldet und im Schockraum aufgenommen wurden. Bei diesen Patienten erfolgte eine Einstufung nach A-Kriterien (Zuweisung mit gestörten Vitalparametern oder offensichtlichen schweren Verletzungen), B-Kriterien (Zuweisung nach Unfallmechanismus) und „Nullkriterien“, also allein auf Einschätzung des Notarztes.

Gemäß der S3-Leitlinien-Empfehlung besteht ein Schockraumbasisteam aus einem Facharzt/Facharztstandard Anästhesie, 2 Fachärzten aus dem chirurgisch/unfallchirurgischen Fachgebiet, Fachpflegekräften aus Notaufnahme und Anästhesie und radiologisch-technischer Assistenz. In regionalen und überregionalen Zentren kommen regelhaft noch Neurochirurgen und Radiologen sowie fakultativ eine große Anzahl weiterer Fachdisziplinen hinzu (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019, Heindl et al. 2021). Die Bereitstellung eines solchen Basisteam stellt auch für große Zentren einen relevanten Personaleinsatz dar (Heindl et al. 2021).

Es existieren gegenwärtig nur wenige Publikationen zur Erfassung der Dringlichkeit und zum notwendigen Personalaufwand hinsichtlich von Behandlungen im Schockraum. Der große Teil der entsprechenden Untersuchungen wurde erst in den letzten zehn Jahren vorgenommen, so dass sichere Entscheidungshilfen für die personelle Zusammensetzung eines Schockraumteams erst in den letzten Jahren erarbeitet werden konnten.

Deo et al. verwiesen bereits 1997 darauf, dass zwei Ärzte für die Versorgung eines Schwerverletzten ausreichend sein könnten (Deo et al. 1997). Trotzdem wurde auf Basis der 3. Erweiterten Auflage der S3-Leitlinien-Empfehlung (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 2019) erneut eine Zusammensetzung mit 3 Ärzten nach dem höchsten Empfehlungsgrad *Grade of Recommendation A* (GoR A) festgelegt.

In den letzten fünf Jahren hat sich jedoch routinemäßig die Erkenntnis durchgesetzt, dass zwei Ärzte für die Versorgung einer schwerverletzten Person ausreichend sind, so dass dies in den aktuellen Leitlinien-Empfehlungen de facto dahingehend korrigiert werden konnte (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. 2022).

Spering et al. (2018) untersuchten eine abgestufte Alarmierung des Schock-Raumteams. Diese richtete sich sowohl nach der präklinisch eingeschätzten Schwere der Verletzung, als auch nach dem Ausmaß möglicher vitaler Bedrohungen. Durch ein solches Alarmierungsschema konnte in Schockräumen die Versorgung Schwerverletzter verbessert, die Schock-Raumphase beschleunigt und die Nutzung von Ressourcen effizienter gestaltet werden. Es reduzierten sich sowohl Unter- als auch Überschätzungen der Verletzungsschwere als auch die Letalität (Spering et al. 2018).

In einer folgenden Arbeit wurde ein „etabliertes bedarfs- und ressourcenangepasstes Schock-Raum-Alarmierungssystem und -management“ als „Göttinger Modell“ publiziert (Spering et al. 2020). Hier wurde ein 3- bis 5-stufiges Modell für eine Schockraummobilisation überprüft. Im Mittelpunkt der prospektiven Untersuchungen standen die Schockraumalarmierung und das damit verbundene Zeitmanagement. Im Ergebnis fanden sich bei einem Anstieg der Aufnahmen in den Schockraum eine gleichbleibende Liegezeit im Krankenhaus, sowie bei einer geringen Abnahme der Letalität eine geringe Zunahme der Schwere der Verletzungen. Weitere Ergebnisse betrafen eine verminderte Rate von Über- und Untertriagen und eine gleichbleibende Korrelation zwischen der angemeldeten Verletzungsschwere und einer im Verlauf nachgewiesenen Verletzungsschwere. In der Studie konnte nachgewiesen werden, dass nicht nur die Ressourcenmobilisation effizienter gestaltet werden konnte, sondern dass es auch zu einer deutlich sicheren Patientenversorgung kam (Spering et al. 2020).

Die Autoren haben darauf hingewiesen, dass für kleinere Trauma-Zentren, wie LTZ und RTZ mit begrenzten interdisziplinären Ressourcen nach vitaler-haltender Stabilisierung entschieden werden sollte, ob bei entsprechendem Verlauf eine frühzeitige Weiterverlegung in ein ÜTZ erwogen werden könnte. Ebenfalls betont wurde, dass ein funktionierendes Schock-Raummanagement auf der Basis von interdisziplinären Dienstleistungen beruht. Voraussetzungen dafür sind prägnante Vorgaben hinsichtlich der Kommunikation sowie vorgegebenen und trainierten Algorithmen. Eine dominante Aufgabe für die Funktion von Schock-Raum-Teams basiert auf der führenden Rolle des Leiters dieser Einrichtung. Dieser muss die Kommunikationsstrukturen beherrschen und zusammenführen, so

dass das Team „alle notwendigen Informationen und Befunde“ zeitgerecht erhält (Spering, Sehmisch et al. 2020).

Analog zu Spering et al. (2020) wurden von Stephan et al. (2021) 2 kriterienbezogene Patientengruppen mit zwei Empfehlungsgraden für die Aufnahmen in den Schock-Raum differenziert: „Während sich der Empfehlungsgrad A direkt am Gesamtzustand der Patienten orientieren „soll“, „sollte“ der Empfehlungsgrad B isoliert das Unfallgeschehen beurteilen.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass das sich Schwere und Mortalität der Verletzungen in der Notfallversorgung verändert haben. Gegenüber älteren Studien der Jahre von 1991 bis 1995 wiesen im Vergleich Studien von 2006 bis 2011 einen Rückgang von Schwere und Mortalität um 68,8 % und einen Rückgang des ISS um 53,8 % von 2,6 auf 1,2 nach (Ernstberger, Schreyer et al. 2017). Des Weiteren zeigte der *Maximum Abbreviated Injury Score* (MAIS) für die Vergleichszeiträume einen Rückgang für MAIS 2+ ($\text{MAIS} \geq 2$) um 50,3 % sowie = für MAIS 4+ ($\text{MAIS} \geq 4$) um 65,4 % (Ernstberger et al. 2017). Das führt dazu, dass neben Patienten mit schweren und lebensgefährlichen Verletzungen auch Patienten Zuweisungen zu Schockräumen erfahren, ohne dass bei diesen derartig gravierende Verletzungen vorlagen. So stiegen in einigen Zentren die Zahl von nicht indizierten Schockraumzuweisungen um bis zu 70 % an (Marzi et al. 2019). Seitens der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (2019) wurde auf Übertragen von 25 % bis 35 % verwiesen, wobei die reelle Zahl als höher eingeschätzt werden muss. Bei internationalen Vergleichen wurden Übertragen von bis zu 85 % berichtet (Bieler et al. 2018). Anzu merken ist hier, dass die S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ von 2016 sich nur auf Publikationen aus den Jahren 1988 bis 2006 stützt (Bieler et al. 2018).

Grundsätzlich sollte das volle Schockraumteam immer dann alarmiert sein, wenn nach einem Trauma die Vitalfunktionen beeinträchtigt und/ oder schwere Verletzungen erkennbar sind (S3-Leitlinie Polytrauma) (Bieler et al. 2023).

Essentiell wichtig bei allen Betrachtungen zu Aufnahmekriterien und Schockraumbesetzungen ist die Zeitschiene. So muss eine Bereitstellung für erweiterte Schockraum-Teams innerhalb von 20 bis 30 Minuten als zu spät eingeschätzt werden (Bieler et al. 2023).

Marzi et al. (2019) haben den steigenden Vorhalteaufwand für Schockräume analysiert und dabei Unfallmechanismen, Verletzungsmuster und Vitalparameter überprüft. Dabei fanden die Autoren Übertragen in den USA zwischen 12 bis 85 %, in Frankreich 60 %, in

in Norwegen 55 bis 79 %, in Schweden bei 52 % und in Holland bei 40 %. Hinsichtlich möglicher Über- und Untertriagen lagen 2018 in Deutschland keine Publikationen vor. Untertriagen variierten in den USA zwischen 0,4 bis 21 %, in Frankreich unter 1 % in Norwegen zwischen 10 bis 19 %, in Holland bei 11 % und in Schweden bei 10 %. Für Deutschland werteten die Autoren die Daten eines Traumazentrums der Stufe ÜTZ aus. Hier wurden die Schockraumwarnungen und die Anzahl der Patienten mit schweren Verletzungen ($ISS \geq 16$) analysiert. Ausgewertet wurden zusätzlich Schockraumalarme, Begleitung durch Notärzte, Beatmung und Reanimation zwischen 2012 bis 2016. Für diesen Zeitraum zeigten die Daten einen Anstieg der Schockraumalarme von $n = 367$ (2012) auf $n = 623$ im Jahr 2016. Gleichzeitig stieg die Zahl der unter Reanimation aufgenommenen Patienten ($n = 15$ bis $n = 45$) sowie der beatmeten Patienten ($n = 78$ bis $n = 139$) deutlich an. Allerdings kam es auch zu einem Anstieg der Schockraumalarme aufgrund von Traumamechanismen ($n = 84$ versus $n = 194$), sowie auch der Zahl der Patienten, die ohne Begleitung eines Notarztes in den Schockraum aufgenommen wurden ($n = 38$ versus $n = 132$). Das Verhältnis zwischen der Anzahl der Schockraumalarme und der Anzahl schwerverletzter Patienten ($ISS \geq 16$) stieg im Jahr 2012 von 3,1 auf 5,4 im Jahr 2015 und auf 4,6 im Jahr 2016. Schlussfolgernd kam es zu einer deutlichen Steigerung der Auslastung des Schockraumes. Allerdings führte der Diagnoseprozess bei einer beträchtlichen Anzahl von Patienten, die in den Traumaraum aufgenommen wurden, auch zu nichttraumatischen Diagnosebefunden. In der untersuchten Kohorte trugen vor allem Patienten, die traumabedingt, jedoch ohne begleitenden Notarzt in den Schockraum eingeliefert wurden, zu dieser Entwicklung bei, woraus sich eine erhöhte und überflüssige Einsatzbereitschaft für die Schockraumteams ergab (Marzi, Lustenberger et al. 2019).

In einer aktuellen Studie von Hagel et al., (2023) bestand die Zielsetzung darin, die Versorgungsressourcen durch Einteilung in einen A-Schockraum und einen B-Schockraum in zwei differenzierte Versorgungskonzepte hinsichtlich seiner Sicherheit und einsetzbarer Praktikabilität zu überprüfen. An der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie in Kiel wurde seit 2020 durch den verantwortlichen Oberarzt die Aktivierung und Zuteilung in einen A- oder B-Schockraum vorgenommen. Diese Differenzierung erfolgte seit 2020 erstmalig in Deutschland (Stephan, Grossner et al. 2021). Für eine Zuteilung zum Schockraum-A galten als Voraussetzung „schwere Verletzungen und/ oder Verletzungen mit oder ohne Störung von Vitalparametern oder mindestens eine lebensbedrohliche Störung im ABCDE-Schema – identisch mit der GoR-A-Empfehlung der S3-Polytrauma-

Leitlinie (Lendemans und Ruchholtz 2012). Im Gegensatz dazu erfolgte eine Zuteilung zum Schockraum-B entsprechend der Empfehlung GoR-B bei stabilen Vitalparametern, sowie in Bezug auf das ABCDE-Schema keine oder geringe Einschränkungen ohne vitale Bedrohung. Beginnend ab 2020 wurden insgesamt 135 Einsätze mit Verwendung von Schockräumen an der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie in Kiel erfasst. Von diesen Einsätzen waren 93 Schockraumanmeldungen dem Schockraum-B- und 42 Schockraumanmeldungen dem Schockraum-A-Team zugeteilt worden. Bezüglich der erfolgten Zuweisungen konnte gezeigt werden, dass bei Schockraum-A-Trauma-Patienten in 80,5 % der Fälle eine Notarztbegleitung erfolgte, während die Notarztbegleitung bei den Schockraum-B-Patienten mit 55,5% deutlich geringer lag. Obwohl die *Glasgow Coma Scale* bei den Schockraum-B-Patienten mit $14,7 \pm 5,1$ gegenüber den Schockraum-A-Patienten mit $11,1 \pm 5,9$ und auch der Blutdruck bei den Schockraum-B-Patienten mit 143 ± 22 mmHg gegenüber den Schockraum-A-Patienten mit 133 ± 32 mmHg = zwar signifikant aber nicht deutlich höher lagen, hatten diese Parameter hinsichtlich der weiteren Intensivbehandlung einen gravierenden Einfluss. Es erwiesen sich bezüglich der Übernahmen auf die Intensivstation ein Anteil von 26 % bei Schockraum-A-Patienten und lediglich von 3,2 % bei Schockraum-B-Patienten. Innerhalb von 30 Tagen verstarben aus diesen Gruppen von der Schockraum-A-Gruppe 9 Patienten sowie lediglich ein Patient aus der Schockraum-B-Gruppe. Bei Vergleich der ISS-Werte lag eine signifikant intensivere Verletzungsschwere bei Patienten im Schockraum-A (ISS = 28,3) im Vergleich zu Patienten im Schockraum-B (ISS = 6,8) vor. Diese Befunde decken sich sehr gut mit der eigenen Studie, wo der mittlere ISS in der B-Kriterien-Gruppe bei 8 lag. Es gibt also schon relevante Verletzungen nach Schockraumalarmierung isoliert nach Unfallmechanismus, die Verletzungsschwere insgesamt ist jedoch deutlich niedriger. Die Autoren betonten, dass der Empfehlungsgrad hinsichtlich A-Kriterien einen gravierend höheren Stellenwert besitzt, jedoch die Wandlung der Situation eines B-Kriteriums in Richtung A-Kriterium eine neue Situation mit neuer Herangehensweise nach sich ziehen muss. Es wurde darauf verwiesen, dass den zwei Ärzten im Schockraum eine wechselseitige Beurteilung und Einschätzung von A-Kriterien versus B-Kriterien obliegt (Hagel et al. 2023).

Diese Literaturdaten sind in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Hier wird gezeigt, dass Patienten, die rein nach dem Unfallhergang (B-Krite-

rien) ohne präklinisch nachgewiesene Störungen der Vitalparameter über den Schockraum zugewiesen werden, in der Regel zwar relevante Verletzungen aufweisen, jedoch nur selten eine Notfallintervention direkt im Schockraum benötigen. Diese Patienten benötigen sicherlich eine strukturierte Erstuntersuchung und zeitnahe Diagnostik, jedoch nicht in einem vollbesetzten Schockraum. Ein Ergebnis dieser Arbeit ist, dass dieses Patientenkollektiv folglich durch ein angepasstes Schockraumbasisteam mit geringeren Personalressourcen (z. B. in Anlehnung an das international verbreitete Konzept mit Teams aus zwei Ärzten) – und damit auch mit geringeren Kosten – suffizient und zeitgerecht untersucht und behandelt werden kann. Im Gegensatz hierzu ist bei dem nach A-Kriterien alarmierten Schockraum regelhaft eine Notfallintervention indiziert. Diese Tatsache legt den Schluss nahe, dass diese Patientengruppen evtl. mit unterschiedlich zusammengesetzten Schockraumteams versorgt werden könnten. Während bei den nach A-Kriterien angekündigten Patienten immer ein komplettes Schockraumteam, ggf. in der entsprechenden Erweiterung, ohne Zweifel indiziert ist, weil das Risiko für eine Intervention hoch ist, kann dieses Vorgehen bei einer Alarmierung rein nach Unfallmechanismus (B-Kriterien) nach den dargestellten Daten kritisch gesehen werden. Zu betonen ist, dass auch für nach B-Kriterien zugewiesene Patienten ein Basisteam notwendig ist, das in der Lage ist, die *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) Prinzipien sicher umzusetzen. Damit wird sichergestellt, dass lebensbedrohliche Zustände erkannt werden und ggf. entsprechende Maßnahmen zur Stabilisierung eingeleitet werden, bis die Mitglieder des vollen Schockraumteams hinzugetreten sind (Heindl et al. 2021).

Als limitierenden Faktor für die hier vorliegende Studie muss das unizentrische Design der Arbeit erwähnt werden, da die Untersuchungen lediglich an einem einzigen medizinischen Zentrum ausgeführt wurden. Dieser limitierende Faktor wurde allerdings zum großen Teil dadurch aufgehoben, dass sich das medizinische Zentrum in einem Ballungsraum mit kurzen Transportzeiten befand, so dass ein überwiegender Anteil an bodengebundenen Zuweisungen vorlag. Diese Tatsache macht die Studie doch eher repräsentativ für viele Kliniken, die nicht primär luftgebunden versorgt werden.

Ein weiterer limitierender Faktor ist die Tatsache, dass die Rettungsmittel die vorwiegend durch ärztliches Personal besetzt waren und die Zuweisungen zum Schockraum vorwiegend mit Arztbegleitung erfolgte. Es erfolgte auch regelhaft ein Arzt-Arzt-Gespräch zwischen Prä-Klinik und aufnehmenden Klinikarzt. Ob die Daten ohne weiteres auf ein Pa-

ramedics-gestütztes Rettungssystem oder andere Schnittstellen-Kommunikation übertragbar sind, bleibt offen. Auch kann darauf verwiesen werden, dass eine überschaubare Anzahl von Leitstellen in die Studie involviert war, was ein relativ differenziertes Bild der Kliniksituation in der Leitstelle garantiert. In Flächenländern oder ÜTZ mit größerem Einzugsgebiet kann sich das anders darstellen.

Ein wesentliches Fazit in der hier vorliegenden Arbeit betrifft die kategorische Differenzierung in Bezug auf die A-Kriterien und B-Kriterien.

So gelten für A-Kriterien die Vorgaben für hohes Risiko von Notfallinterventionen im Schock-Raum mit vollem Basisteam für ATLS und *Advanced Trauma Care for Nurses* (ATCN) Qualifikation. Bei Patienten mit der Möglichkeit der Einstufung nach B-Kriterien ist dennoch eine hohe Aufmerksamkeit notwendig, da möglicherweise mit relevanten Unfallverletzungen und Notfallinterventionen gerechnet werden muss, obwohl diese dann im Schockraum viel seltener auftreten.

Die hier vorliegende Studie konnte nachweisen, dass ungeachtet von möglichen B-Kriterien der Schock-Raum mit optimaler Ausstattung unverzichtbar für schwer verletzten Traumapatienten ist, und diese Maßnahme ist auch unabhängig von Alarmierungskriterien.

Als Ausblick der vorliegenden Studie ist zu konstatieren, dass eine multizentrische Verifizierung der Daten der behandelten Patienten, insbesondere auch unter Erfassung von ländlichen Regionen, bei längerer präklinischer Verweildauer wichtige Erkenntnisse bringen könnte. In diesem Zusammenhang würde eine Auswertung des TraumaRegister DGU[®] von hohem Nutzen sein. Hierzu ist jedoch negativ zu konstatieren, dass Schock-Raumalarmierungskriterien dort ungenügend erfasst werden. Dazu ist jedoch zu bemerken, dass sich die Zusammensetzung angepasster Basisteams häufiger an vorgegebenen Untersuchungs- und Behandlungsplänen orientiert, als an der Sicherung der Vitalparameter. Im Vordergrund muss dabei stehen, dass lebensrettende Notfallinterventionen stets und sicher eingesetzt werden müssen.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass schwerverletzte Patienten bei Aufnahme in den Schockraum in Abhängigkeit der Schockraumalarmierungskriterien hinsichtlich der Rate von Notfallinterventionen differenziert werden können.

Bei einer Aufnahme in den Schockraum aufgrund von A-Kriterien besteht zweifellos ein hohes Risiko für Notfallinterventionen. Diese Patienten sollten unbedingt von einem vollen Basisteam in Empfang genommen werden. Bei Patienten, die B-Kriterien erfüllen, muss auch mit relevanten Unfallverletzungen gerechnet werden, die Wahrscheinlichkeit für eine Notfallintervention noch im Schockraum ist aber deutlich geringer. Daher ist es vorstellbar, dass diese Fälle auch von einem angepassten Basisteam versorgt werden könnten. Dafür sollte aber sichergestellt sein, dass das Team strukturierte Behandlungsalgorithmen (z. B. ATLS) beherrscht. Der Schockraum als Behandlungsraum mit seiner optimalen Ausstattung bleibt für alle potenziell schwer verletzten Traumapatienten die unverzichtbare Voraussetzung für die strukturierte Diagnostik und Behandlung, unabhängig von den Alarmierungskriterien.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Baker, S. P., B. O'Neill, W. Haddon, Jr. und W. B. Long (1974): The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14(3): 187–196.
- Bieler, D., U. Schweigkofler, C. Waydhas, F. Wagner, C. Spering und C. A. Kühne (2023): Trauma team activation-Who should be alerted for which patients?]. *Unfallchirurgie* (Heidelb) 126(7): 511–515.
- Bieler, D., H. Trentzsch, M. Baacke, L. Becker, H. Düsing, B. Heindl, K. O. Jensen, R. Lefering, C. Mand, O. Özkurtul, T. Paffrath, U. Schweigkofler, K. Sprengel, B. Wohlrath und C. Waydhas (2018): Optimization of criteria for activation of trauma teams: Avoidance of overtriage and undertriage. *Unfallchirurg* 121(10): 788–793.
- Brenner, D. J. und C. D. Elliston (2004): Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. *Radiology* 232(3): 735–738.
- Bruijns, S. R., L. A. Wallis und V. C. Burch (2008): A prospective evaluation of the Cape triage score in the emergency department of an urban public hospital in South Africa. *Emerg Med J* 25(7): 398–402.
- Cooper, A., E. L. Hannan, P. Q. Bessey, L. S. Farrell, C. G. Cayten und L. Mottley (2000): An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *J Trauma* 48(1): 16–23; discussion 23–14.
- Davenport, R. A., N. Tai, A. West, O. Bouamra, C. Aylwin, M. Woodford, A. McGinley, F. Lecky, M. S. Walsh und K. Brohi (2010): A major trauma centre is a specialty hospital not a hospital of specialties. *Br J Surg* 97(1): 109–117.
- Deo, S. D., J. D. Knottenbelt und M. M. Peden (1997): Evaluation of a small trauma team for major resuscitation. *Injury* 28(9–10): 633–637.
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2019). *Weißbuch Schwerverletztenversorgung*. Berlin.
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. (2022). *S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung*. AWMF Registernummer 187-023. Berlin.
- Ernstberger, A., A. Joeris, M. Daigl, M. Kiss, K. Angerpointner, M. Nerlich und U. Schmucker (2015): Decrease of morbidity in road traffic accidents in a high income country – an analysis of 24,405 accidents in a 21 year period. *Injury* 46 Suppl 4: 135– 143.
- Ernstberger, A., A. Schreyer, S. Schleder, S. Baumer, K. Angerpointner, E. Diepold und M. Nerlich (2017): Computertomographie bei Polytrauma. *Trauma und Berufskrankheit* 19(1): 57–63.
- Fernandes, C. M., P. Tanabe, N. Gilboy, L. A. Johnson, R. S. McNair, A. M. Rosenau, P. Sawchuk, D. A. Thompson, D. A. Travers, N. Bonalumi und R. E. Suter (2005): Five-level triage: a report from the ACEP/ENA Five-level Triage Task Force. *J Emerg Nurs* 31(1): 39–50; quiz 118.
- Haasper, C., M. Junge, A. Ernstberger, H. Brehme, L. Hannawald, C. Langer, J. Nehmzow, D. Otte, U. Sander, C. Krettek und H. Zwipp (2010): The Abbreviated

- Injury Scale (AIS). Options and problems in application. *Unfallchirurg* 113(5): 366–372.
- Hagel, S., K. Liedtke, S. Bax, S. Wailke, T. Klüter, P. Behrendt, G. Franke, A. Seekamp, P. Langguth, A. Balandin, M. Gruenewald und D. Schunk (2023): Patientensicherheit bei differenzierter (innerklinischer) Schockraumaktivierung für Schwerverletzte Patient safety in differentiated (in-hospital) activation of the resuscitation room for severely injured patients. *Die Unfallchirurgie* 126 (11) 441–448
- Heindl, B., H. Trentzsch und S. Flohé (2021): Notfallinterventionsrate bei Schockraumpatienten in Abhängigkeit von den Alarmierungskriterien. *Der Unfallchirurg* 124(11): 909–915.
- Huber-Wagner, S., R. Lefering, L. M. Qvick, M. Körner, M. V. Kay, K. J. Pfeifer, M. Reiser, W. Mutschler und K. G. Kanz (2009): Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet* 373(9673): 1455–1461.
- Lackner, C., K. Burghofer, M. Lazarovici, E. Stolpe und W. Mutschler (2007): Verletzungsmuster verunfallter PKW-Insassen mit Polytrauma: Prospektive Studie zum Einfluss von Unfall- und Schutzmechanismen. *Notfall & Rettungsmedizin* 10. 23–31.
- Lendemans, S. und S. Ruchholtz (2012): S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. *Der Unfallchirurg* 115(1): 14–21.
- Lustenberger, T., S. Wutzler, I. Marzi, F. Walcher, T. T. Vogl and K. Eichler (2014): Bildgebung im Schockraum. *Notfall + Rettungsmedizin* 17(7): 584–592.
- Marzi, I., T. Lustenberger, P. Störmann, K. Mörs, N. Wagner und S. Wutzler (2019): Steigender Vorhalteaufwand für den Schockraum. *Der Unfallchirurg* 122(1): 53–58.
- Nathens, A. B., F. P. Brunet und R. V. Maier (2004): Development of trauma systems and effect on outcomes after injury. *Lancet* 363(9423): 1794–1801.
- Newgard, C. D., R. Y. Hsia, N. C. Mann, T. Schmidt, R. Sahni, E. M. Bulger, N. E. Wang, J. F. Holmes, R. Fleischman, D. Zive, K. Staudenmayer, J. S. Haukoos und N. Kuppermann (2013): The trade-offs in field trauma triage: a multiregion assessment of accuracy metrics and volume shifts associated with different triage strategies. *J Trauma Acute Care Surg* 74(5): 1298–1306; discussion 1306.
- Oestern, H., Ed. (2007): *Das Polytrauma*. München, Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Osler, T., S. P. Baker und W. Long (1997): A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma* 43(6): 922–925; discussion 925–926.
- Paffrath, T., R. Lefering und S. Flohé (2014): How to define severely injured patients? – an Injury Severity Score (ISS) based approach alone is not sufficient. *Injury* 45 Suppl 3: 64–69.
- Rehn, M., T. Eken, A. J. Krüger, P. A. Steen, N. O. Skaga und H. M. Lossius (2009): Precision of field triage in patients brought to a trauma centre after introducing trauma team activation guidelines. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 17: 1.

- Sasser, S. M., R. C. Hunt, M. Faul, D. Sugerman, W. S. Pearson, T. Dulski, M. M. Wald, G. J. Jurkovich, C. D. Newgard and E. B. Lerner (2012). Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage, 2011. *MMWR Recomm Rep* 61(Rr-1): 1–20.
- Schopow, N., A. Botzon, K. Schneider, C. Fuchs, C. Josten, N. von Dercks, J. Fakler and G. Osterhoff (2022): Ist die Polytraumaversorgung im aG-DRG-System defizitär? *Der Unfallchirurg* 125(4): 305–312.
- Spering, C., M. Roessler, T. Kurlemann, K. Dresing, K. M. Stürmer, W. Lehmann and S. Sehmisch (2018): Optimized resource mobilization and quality of treatment of severely injured patients through a structured trauma room alarm system. *Unfallchirurg* 121(11): 893–900.
- Spering, C., S. Sehmisch and W. Lehmann (2020). Schockraummanagement – von der Alarmierung bis zum interdisziplinären Weiterbehandlungskonzept. *Op-Journal* 36 (1): 18-29.
- Statistisches Bundesamt, (2020): Unfälle, Gewalt, Selbstverletzung: Ergebnisse der amtlichen Statistik zum Verletzungsgeschehen. Wiesbaden.
- Stephan, J. C., T. Grossner, L. M. Stephan-Paulsen, M. A. Weigand, G. Schmidmaier and E. Popp (2021). Evaluation der Aufnahmekriterien von Patienten nach Verkehrsunfall in den Schockraum. *Notfall + Rettungsmedizin* 24(2): 134–142.
- Storm-Versloot, M. N., D. T. Ubbink, J. Kappelhof and J. S. Luitse (2011). Comparison of an informally structured triage system, the emergency severity index, and the manchester triage system to distinguish patient priority in the emergency department. *Acad Emerg Med* 18(8): 822–829.
- Trentzsch, H. (2018): Schockraumaufnahme. In: S. Flohé, G. Matthes, T. Paffrath, H. Trentzsch und C. Wölfl: Schwerverletztenversorgung. Stuttgart, Georg Thieme Verlag: 36–39.
- Zacher, M. T., K. G. Kanz, M. Hanschen, S. Häberle, M. van Griensven, R. Lefering, V. Bühren, P. Biberthaler and S. Huber-Wagner (2015). Association between volume of severely injured patients and mortality in German trauma hospitals. *Br J Surg* 102(10): 1213–1219.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. med. Sascha Flohé, der mich mit seiner fachlichen Expertise, seinem Vertrauen und seiner geduldigen Begleitung durch alle Phasen dieser Arbeit unterstützt hat.

Seine wertvollen Anregungen und seine offene Art haben wesentlich zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen.

Ebenso danke ich Dr. med. Heiko Trentzsch herzlich für seine engagierte und fachkundige Unterstützung bei der Vorbereitung und Veröffentlichung der Publikation.

Sein kritisches Feedback und seine konstruktiven Hinweise waren für die erfolgreiche Umsetzung von großer Bedeutung.

Mein Dank gilt auch der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) für die wertvollen Einblicke in das Themenfeld sowie den fachlichen Austausch, der meine Perspektive geschärft und die Relevanz dieser Arbeit maßgeblich mitgeprägt hat.

Auch meinen Eltern danke ich von Herzen dafür, dass sie mich immer unterstützt und ermutigt haben.