

Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
des Bundeswehrkrankenhauses Ulm  
Ärztlicher Direktor: Oberstarzt Prof. Dr. med. Lorenz Lampl  
Sektion Notfallmedizin  
Leitender Arzt: Oberstarzt Prof. Dr. med. Matthias Helm

**Das Explosionstrauma im TraumaRegister DGU®  
(TR-DGU) der Deutschen Gesellschaft für  
Unfallchirurgie  
– Verletzungsmuster, Versorgung, Prognose und  
tatsächliches Outcome**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Jennifer Maier  
Albstadt-Ebingen  
2016

Amtierender Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Matthias Helm

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Benedikt Friemert

Tag der Promotion: 04.05.2017

Meinen wundervollen Eltern in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Das Explosionstrauma .....	1
1.2	Scoringsysteme in der Traumaversorgung.....	4
1.3	Das TraumaRegister DGU® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie .....	5
1.4	Das Einsatzregister des Sanitätsdienstes der Bundeswehr .....	5
1.5	Fragestellung und klinische Relevanz.....	7
2	Material und Methoden .....	8
2.1	Datenerhebung .....	8
2.2	Patientenkollektiv .....	10
2.3	Verwendete Scores.....	11
2.4	Datenauswertung und Darstellung der Ergebnisse .....	24
2.5	Votum der Ethikkommission.....	25
3	Ergebnisse.....	26
3.1	Umfang des Patientenkollektives .....	26
3.2	Altersstruktur .....	27
3.3	Geschlechterverteilung.....	27
3.4	Unfallursache .....	28
3.5	Prälinik.....	29
3.6	Notaufnahme und Schockraum.....	45
3.7	Intensivstation .....	53
3.8	Verlauf.....	62
4	Diskussion .....	73
4.1	Aktuelle Studienlage.....	73
4.2	Diskussion demographischer Daten.....	73

4.3	Diskussion der präklinischen und klinischen Versorgung.....	75
4.4	Diskussion des Verletzungsmusters und möglicher Folgen wie Organversagen und Sepsis.....	82
4.5	Diskussion von Letalität und Outcome .....	85
4.6	Diskussion der Prognoseabschätzung mittels etablierter Scores .....	87
4.7	Einschränkungen .....	93
4.8	Schlussfolgerung.....	95
5	Zusammenfassung .....	97
6	Literaturverzeichnis.....	99
7	Anhang .....	111
7.1	Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU® (Version 03/2009) ....	111
7.2	Das aus dem Datensatz des TraumaRegister DGU® ermittelte Patientenkollektiv mit Explosionstrauma .....	115
8	Danksagung.....	141
9	Lebenslauf .....	142
10	Veröffentlichungen.....	143

## Abkürzungsverzeichnis

AIS	Abbreviated Injury Scale
ASA	American Society of Anesthesiologists
AUC	Akademie der Unfallchirurgie GmbH
BE	Base Excess
BLI	Blast Lung Injury (Explosionsverletzung der Lunge)
c	kodierter Wert
C4	Composite Compound 4 (Plastiksprengstoff)
CI <sub>95</sub>	95%-Konfidenzintervall
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DRG	Diagnosis Related Groups (diagnosebezogene Fallgruppen), eine medizinisch-ökonomische Klassifizierung
EK	Erythrozytenkonzentrat
FASS	Foot and Ankle Severity Scale
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
FFP	Fresh Frozen Plasma (gefrorenes Frischplasma)
FiO <sub>2</sub>	inspiratorische Sauerstofffraktion
GCS	Glasgow Coma Scale
GOS	Glasgow Outcome Scale
Hb	Hämoglobin
HE	High order explosives (hochexplosive, brisante Sprengstoffe)
IED	Improvised Explosive Device
ICU	Intensive Care Unit
IFOM	Institut für Forschung in der Operativen Medizin
IMC	Intermediate Care
INR	International Normalized Ratio (Einheit zur Messung der Blutgerinnung)
ISS	Injury Severity Score
KH	Krankenhaus
LE	Low order explosives (langsame Sprengstoffe)

MOV	Multiorganversagen
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NA	Notarzt
NATO	North Atlantic Treaty Organization (Organisation des Nordatlantikvertrags)
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NISS	New Injury Severity Score
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel im Gesundheitswesen
PaCO <sub>2</sub>	Partialdruck des Kohlendioxides im arteriellen Blut
PaO <sub>2</sub>	Partialdruck des Sauerstoffes im arteriellen Blut
PPSB	Prothrombinkonzentrat
Ps	Probability of Survival
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
QM	Qualitätsmanagement
rFVIIa	Rekombinanter (gentechnologisch hergestellter) Blutgerinnungsfaktor VIIa
RISC	Revised Injury Severity Classification Score
RR	Blutdruckmessung nach Riva-Rocci
RTH	Rettungshubschrauber
RTS	Revised Trauma Score
SAPS	Simplified Acute Physiology Score
SD	Standardabweichung
Sektion NIS	Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung der DGU
SIRS	Systemic Inflammatory Response Syndrom
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment (früher: Sepsis-related Organ Failure Assessment)
SR	Schockraum
StratAirMedEvac	Strategic Aeromedical Evacuation
TacAirMedEvac	Tactical Aeromedical Evacuation
TASH	Trauma Associated Severe Haemorrhage Score
TNT	Trinitrotoluol

TPZ	Thromboplastinzeit (Quick)
TR-DGU	TraumaRegister DGU®
TRISS	Trauma and Injury Severity Score
ZNS	Zentrales Nervensystem

# 1 Einleitung

## 1.1 Das Explosionstrauma

### 1.1.1 Grundlagen

Explosionen entstehen durch die plötzliche Freisetzung großer Energiemengen in Form von Hitze und hoch komprimierten Gasen, die im Rahmen von physikalischen, chemischen und nuklearen Reaktionen gebildet werden. Die schnelle Volumenausdehnung löst eine in der Geschwindigkeit variable Überdruckwelle aus, deren Weiterleitung durch das umgebende Medium, wie zum Beispiel Luft oder Wasser, erfolgt [28,37].

Sprengstoffe lassen sich nach der Geschwindigkeit der Energiefreisetzung in hochexplosive, brisante Sprengstoffe (high order explosives, HE) und langsame Sprengstoffe (low order explosives, LE) einteilen. Beispiele für HE-Substanzen sind TNT (Trinitrotoluol), Nitroglycerin, Dynamit, Ammoniumnitrat-Treibstoffe, sowie die Plastiksprengstoffe Semtex und C4. Zu den LE-Substanzen zählen Rohrbomben, Schwarzpulver und Molotow-Cocktails [28,53,89]. Während die LE durch langsamere Energiefreisetzung nur eine geringere Druckwelle erzeugen und somit keine Überdruckverletzungen verursachen, setzen HE ihre Energie mit hoher Geschwindigkeit frei und erzeugen eine Hochgeschwindigkeitsdruckwelle mit einem idealisierten zeitlichen Verlauf. Nach einer kurzen initialen Überdruckphase fällt der Überdruck zunächst auf einen normalen Umgebungsdruck ab und es folgt eine etwa dreimal längere Unterdruckphase (Sogphase) mit ebenfalls hoher Zerstörungskraft [28,37,53,103].

Neben dem Bombentyp sind auch die Lage der Bombe und die unmittelbare Umgebung des Explosionsortes wichtige Faktoren, die Art und Ausmaß der Verletzungen bestimmen [103]. Erfolgt eine Explosion auf freier Fläche, so nimmt die traumatisierende Wirkung mit zunehmender Entfernung vom Explosionsort exponentiell ab [89]. Innerhalb geschlossener (z.B. Busse, Züge) oder halb geöffneter Räume (z.B. Eingangsbereiche von Gebäuden) hingegen, kann sich die Druckwelle durch Reflexion überlagern und sich in ihrer Wirkung sogar verstärken [28,89].

### 1.1.2 Verletzungsmechanismen und Verletzungsmuster

Entsprechend dem zeitlichen Verlauf und den unmittelbaren Folgen der Explosion mit HE-Substanzen lassen sich typische Verletzungsmuster beschreiben, die sich in fünf Kategorien unterteilen lassen [28].

Primäre Explosionsverletzungen entstehen durch die Druckwelle der Explosion, die zu Spannungs- und Scherkräften besonders in luftgefüllten Organen des Körpers führen. Formen der primären Verletzungen sind beispielsweise die Ruptur des Trommelfells, die Explosionslunge „blast lung“, Perforationen des Gastrointestinaltraktes und arterielle Gasembolien. Der Stoßimpuls der Druckwelle führt zu multiplen Frakturen z.B. der Extremitäten, der Wirbelsäule und des Schädels und/oder zu schweren Amputations-/Abrissverletzungen. Der Überdruckwelle folgt der Explosionswind „blast wind“, der die Splitter und Projektile, sowie die heißen Explosionsgase transportiert. Dieser „blast wind“ ist für die sekundären, tertiären und quartären Explosionsverletzungen ursächlich. Sekundäre Explosionsverletzungen sind multiple penetrierende Verletzungen, traumatische Amputationen und Platzwunden, die durch umherwirbelnde Fragmente verursacht werden. Tertiäre Explosionsverletzungen entstehen durch den Aufprall von Menschen auf Objekte oder Objekte auf Menschen. Hieraus ergeben sich meist weitere stumpfe und/oder penetrierende Verletzungen (z.B. Schädel-Hirn-Trauma). Diese Kategorie von Verletzungen inkludiert außerdem Quetschungen, ausgelöst durch Verschüttung. Quartäre Explosionsverletzungen werden durch Hitze, Flammen, Gas und Rauch, die während der Explosion entstanden sind, verursacht. Es entstehen Verbrennungen, Inhalationstraumen, Kontaminationen und Asphyxie. Quintäre Verletzungen entstehen durch Bakterien, Chemikalien oder radioaktives Material, die dem Sprengmaterial hinzugefügt werden und durch Detonation freigesetzt werden [28,37,53,103].

Bei Explosionstraumen handelt es sich nur selten um singuläre Verletzungen. Vielmehr führen sie klassischerweise zu Kombinationsverletzungen bei den Opfern, deren Versorgung sich in Diagnostik und Therapie als sehr komplex erweist [28,103].

### 1.1.3 Notfallmedizinische Relevanz

Das Explosionstrauma spielt nicht nur für den militärischen Sanitätsdienst eine zunehmende Rolle. Im zivilen Bereich haben, neben den Explosionen in der

Industrie und im häuslichen Umfeld, insbesondere terroristische Anschläge als Ursache für ein Explosionstrauma an Bedeutung zugenommen [53].

Diese Entwicklung ist seit den Terroranschlägen vom 11. September 2001 zu beobachten. Mit ihnen hat ein neuer, globaler Terrorismus in der westlichen Welt Einzug gehalten und führte zu einem exponentiellen Anstieg terroristischer Anschläge [53,89]. Seitdem ist auch Europa wiederholt Schauplatz terroristischer Anschläge geworden. Dies führt uns vor Augen, dass der internationale Terrorismus auch für Europa eine ernstzunehmende Bedrohung darstellt [89,103]. Dem Jahresbericht von Europol ist zu entnehmen, dass im Jahr 2012 insgesamt 219 terroristische Anschläge in den EU-Mitgliedsstaaten verübt wurden. Im Vergleich zum Vorjahr, in dem die Gesamtzahl der Anschläge auf 174 gesunken war, zeigte sich damit wieder ein deutlicher Anstieg des Terrorismus in der EU [29]. Von den insgesamt 17 Menschen, die bei den Terroranschlägen 2012 ums Leben gekommen waren, starben sieben beim Bombenanschlag im bulgarischen Burgas. 20 weitere wurden schwer verletzt. Im Dezember 2012 wurde ein Sprengsatz am Hauptbahnhof in Bonn gefunden. Obwohl der genaue Hintergrund für diese unkonventionelle Spreng- und Brandvorrichtung unklar bleibt, zeigt dieser Vorfall und auch die bereits am 31. Juli 2006 versuchten terroristischen Anschläge auf Regionalbahnen in Deutschland, dass auch in Deutschland jederzeit mit einem Massenanfall von Verwundeten und polytraumatisierten Patienten infolge von Bombenanschlägen gerechnet werden muss [29,89]. Diese Tatsache verdeutlicht die zunehmende Relevanz des zivilen Rettungsdienstes, sich auf derartige Ereignisse vorzubereiten [103]. Die Komplexität der Verletzungsmuster und der mit einem Massenanfall von Verletzten verbundene Bedarf an Personal, Material, Transport- und Behandlungskapazität stellen für die professionelle Versorgung der Anschlagsoffer eine medizinische und logistische Herausforderung dar. Um eine adäquate Versorgung sicherstellen zu können, sind daher Kenntnisse über die komplexen Verletzungsmechanismen des Explosionstraumas, die Fähigkeit einer sicheren Einschätzung der Verletzungsschwere, sowie die Erarbeitung von Notfallplänen mit geeigneten Therapieansätzen Grundvoraussetzung [89,103].

## 1.2 Scoringsysteme in der Traumaversorgung

Für die Einschätzung der Verletzungsschwere und des potentiellen Outcomes eines polytraumatisierten Patienten stehen verschiedene Traumascores zur Verfügung. Jeder dieser Scores ermittelt anhand definierter Messparameter einen Zahlenwert, der eine Kategorisierung in Schweregrade ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit innerhalb der Gruppe polytraumatisierter Patienten erlaubt.

Scoringsysteme finden mittlerweile in vielen Bereichen der Medizin Anwendung. Sie ermöglichen die inner- und zwischenklinische Triagierung, werden für innerklinische therapeutische Entscheidungen verwendet und dienen als Grundlage bei Kosten- und Effizienzanalysen, sowie im Qualitätsmanagement. Zudem werden sie für wissenschaftliche Auswertungen und als Mittel der Ausbildung genutzt [6,50].

Damit sich ein Score in seiner Anwendung durchsetzt, gibt es eine Reihe von Kriterien, die er erfüllen muss. Neben der Validität und Spezifität sind dies insbesondere die Verfügbarkeit der erforderlichen Parameter und die leichte Anwendbarkeit [50].

Die zur Verfügung stehenden Scores lassen sich, basierend auf den verwendeten Messparametern, in physiologische, anatomische und kombiniert anatomisch-physiologische Scoringsysteme einteilen. Eine weitere Kategorisierung kann unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Aussageintention erfolgen. Man unterscheidet Scores, deren Ziel die Erfassung der Gesamtverletzungsschwere ist (z.B. ISS, NISS) von denen zur Erfassung des Verletzungsmusters (z.B. AIS) und zur Beschreibung des klinischen Verlaufs (z.B. SAPS II) [6,50]. Die hier jeweils als Beispiel aufgeführten Scoringsysteme werden, neben weiteren im TR-DGU verwendeten Scores, im weiteren Verlauf detailliert beschrieben (vgl. Seite 11, Abschnitt 2.3).

Es muss stets berücksichtigt werden, dass Traumascores eine vereinfachte Darstellung einer komplexen Realität darstellen und sich somit Besonderheiten und Einschränkungen in deren Anwendung ergeben [6,50]. Obwohl immer wieder neue Scoringsysteme entwickelt werden und an der Verbesserung bereits existierender Scores gearbeitet wird, schaffen es nur wenige dieser Neuerungen sich durchzusetzen. Dennoch wird es in der Zukunft eine wichtige Aufgabe bleiben

fehlende Daten zu ergänzen, um den Vorhersagewert und die Anwendbarkeit von Traumascores zu verbessern [57].

### **1.3 Das TraumaRegister DGU® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie**

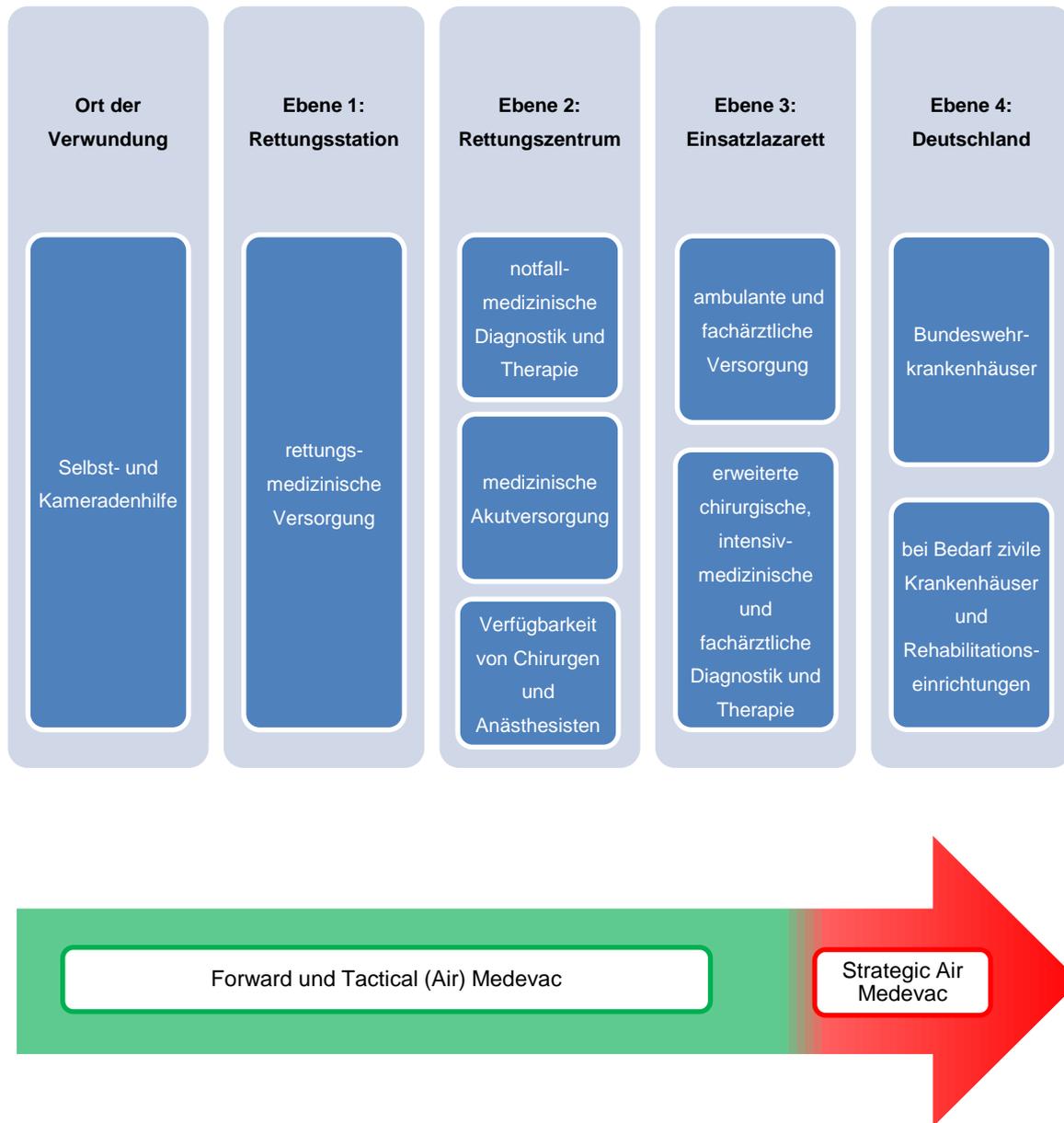
Die Gründung des Traumaregisters erfolgte 1993 durch die Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) [25,74]. Seitdem dient es als Instrument zur multizentrischen Erfassung der Behandlungsdaten Schwerverletzter im deutschsprachigen Raum [1,74]. Die Dokumentation der schwerverletzten Patienten im Traumaregister erfolgt prospektiv, standardisiert und anonymisiert zu vier festgesetzten Zeitpunkten vom Unfallort bis zur Klinikentlassung (Notarzt, Schockraum, Intensivstation, Entlassung) [1,74]. Dem Jahresbericht von 2014 ist zu entnehmen, dass die Anzahl der aktiv teilnehmenden Kliniken von anfänglich fünf auf mittlerweile über 600 angestiegen ist und sich die Anzahl der jährlich dokumentierten Patienten bereits auf circa 35.000 beläuft [25,26]. Die Analyse der Ergebnisse ermöglicht den Kliniken des Traumaregisters die Identifizierung von Schwachstellen und die Erarbeitung, Umsetzung und Überprüfung verbesserter Konzepte [88]. Damit soll die Sicherheit und die Qualität der Schwerverletztenversorgung gesteigert werden.

### **1.4 Das Einsatzregister des Sanitätsdienstes der Bundeswehr**

#### **1.4.1 Ausgangslage**

Der Sanitätsdienst der Bundeswehr macht es sich zur Aufgabe, auch im Rahmen von Auslandseinsätzen eine im Ergebnis dem fachlichen Standard in Deutschland entsprechende medizinische Versorgung der Soldaten zu gewährleisten [41]. Die veränderten Einsatzbedingungen moderner Kriege und die zunehmende Konfrontation des Sanitätsdienstes mit kriegstypischen Verletzungsmustern, stellt den Sanitätsdienst in der Verwirklichung dieser Aufgabe vor eine große Herausforderung [41,55]. Um die Qualität der medizinischen Versorgung von deutschen Soldaten im Auslandseinsatz bewerten zu können und ein umfassendes Qualitätsmanagement der Rettungskette (vgl. Abbildung 1) zu

ermöglichen, implementiert der Sanitätsdienst der Bundeswehr ein eigenes nationales militärisches Einsatzregister [41].



**Abbildung 1: Schematische Darstellung der einsatzspezifischen Rettungskette im Rahmen der sanitätsdienstlichen Versorgung der Bundeswehr. Im Rahmen der Patientenversorgung können einzelne Ebenen übersprungen werden. Forward (Air) Medevac: bodengebundener Verwundetentransport oder Lufttransport Verwundeter vom Ort der Verwundung zu einer der Behandlungsebenen 1-3. Tactical (Air) Medevac: bodengebundener Verwundetentransport oder Lufttransport Verwundeter zwischen den Ebenen 1-3. Strategic Air Medevac: Verwundetentransport von der Ebene 3 im Einsatzgebiet zu Einrichtungen der Behandlungsebene 4 im Inland. [16]**

### 1.4.2 Konzept

Das Konzept für ein „Einsatzregister des Sanitätsdienstes der Bundeswehr“ wurde bereits im Rahmen einer Arbeitsgruppe entwickelt und befindet sich aktuell in der Realisierung [41].

Als „zentrale fachliche Anforderungen an ein deutsches Einsatzregister“ wurden darin folgende drei Punkte formuliert [41]:

1. Die Abbildung sowohl traumatologischer, als auch nichttraumatologischer Patienten.
2. Die Berücksichtigung aller Behandlungsebenen, die ein Patient im Rahmen der sanitätsdienstlichen Versorgung durchläuft (vgl. Abbildung 1).
3. Die Ermöglichung einer militär- und zivilmedizinischen Vergleichbarkeit.

Um diesen Anforderungen an ein derartiges Einsatzregister gerecht zu werden, müssen der Datensatz des zukünftigen NATO-Einsatzregisters sowie die Datensätze des TR-DGU und des Notaufnahmeprotokolls der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) integriert und durch militär- bzw. einsatzmedizinische Spezifika ergänzt werden [32,41,52].

### 1.5 Fragestellung und klinische Relevanz

Das Einsatzregister der Bundeswehr soll in enger Kooperation mit dem TR-DGU entwickelt werden. Die Erhebung des Status Quo im TR-DGU (Heimatland) ist Grundvoraussetzung für die Erarbeitung von QM-Tracern zur Beurteilung der Versorgungsqualität im Einsatzland.

Da das Explosionstrauma eine wesentliche Verletzungsursache in modernen Kriegen ist, soll die Versorgungsrealität auf Grundlage der Daten aus dem TR-DGU analysiert werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, die prä- und innerklinische Versorgung, das Verletzungsmuster und das Outcome von Patienten mit Explosionstrauma im Heimatland zu analysieren. Weiterhin soll geprüft werden, in welchem Maße aktuell bestehende Klassifikationssysteme geeignet sind, die Verletzungsschwere und die Prognose der Patienten mit Explosionstrauma wiederzugeben.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Datenerhebung

In die Datenerhebung im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> werden alle Patienten eingeschlossen, die über den Schockraum einer Klinik aufgenommen werden und im Anschluss eine Intensiv- oder IMC-Überwachung erhalten. Hierzu gehören auch Patienten, die bei Ankunft in der Klinik Vitalzeichen aufweisen und noch vor Aufnahme auf die Intensivstation versterben oder zuverlegte Patienten, für die in der erstbehandelnden Klinik bereits eine Dokumentation für das TR-DGU angelegt wurde [25]. Die Dokumentation der Daten erfolgt anhand eines standardisierten Erhebungsbogens. Dieser ist in die Abschnitte S (Stammdaten), Zeitpunkt A (Präklinik), Zeitpunkt B (Notaufnahme), Zeitpunkt C (Intensivstation) und Zeitpunkt D (Diagnosen, Abschluss) untergliedert. Detaillierte Auszüge aus dem Standard-Dokumentationsbogen des TraumaRegister DGU<sup>®</sup> (Version 03/2009) befinden sich im Anhang (vgl. S. 111, Abschnitt 7.1) [90]. Die Beschreibung folgt dem offiziellen Wortlaut des TR-DGU.

#### 2.1.1 S: Stammdaten

Es wird das Geburtsdatum und das Geschlecht des Patienten erfasst. Außerdem wird eine Unfallanamnese erhoben, die das Unfalldatum, die Unfallzeit, die Unfallursache, die Art des Traumas und die Unfallart beinhaltet. Mit der ASA-Klassifizierung wird der prätraumatische Allgemeinzustand dokumentiert. An dieser Stelle ist es wichtig, ob der Patient aus einer anderen Klinik zuverlegt wurde. Bei Zuverlegung werden die Zeitpunkte A und B von der erstbehandelnden Klinik dokumentiert. Für die Zusammenführung der Daten muss angegeben werden, aus welcher Klinik der Patient kam.

#### 2.1.2 Zeitpunkt A: Präklinik

Zunächst werden die Zeitabläufe des Notarzteinsatzes und die Angabe des verwendeten Transportmittels festgehalten. Als Erstbefunde des Patienten werden die Vitalparameter, die Bewusstseinslage (GCS, vgl. Seite 11, Abschnitt 2.3.1) und der zerebrale Status erfasst. Die Klassifikation der Einsatzschwere unter

Korrelation mit der zu erwartenden Morbidität und Mortalität erfolgt unter Anwendung des NACA-Index (National Advisory Committee for Aeronautics) [85]. Ergänzend wird eine genaue Liste der Verdachtsdiagnosen des Notarztes mit Einschätzung der Verletzungsschwere (keine, leicht, mittel, schwer) angegeben. Weiterhin werden die Therapiemaßnahmen bis zum Eintreffen in der Klinik dokumentiert.

### **2.1.3 Zeitpunkt B: Notaufnahme**

Es werden das Datum und die Uhrzeit bei Eintreffen in der Notaufnahme dokumentiert. Erneut erfolgt eine Erfassung der Vitalparameter und des zerebralen Status. Weiterhin werden, neben dem Aufnahmelabor und einem möglichen ersten operativen Notfalleingriff, die bis zur Aufnahme auf Intensivstation erfolgten diagnostischen Maßnahmen und Therapien erfasst. Zuletzt wird die Weiterversorgung nach regulärer bzw. nicht regulärer Beendigung der Schockraumdiagnostik dokumentiert.

### **2.1.4 Zeitpunkt C: Intensivstation**

Zunächst werden das Datum und die Uhrzeit bei Eintreffen auf der Intensivstation, sowie die anschließende Aufenthaltsdauer und die Dauer einer mechanischen Beatmungstherapie erfasst. Der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten innerhalb des ersten Tages nach dem Unfallereignis wird mit dem SAPS-II-Score (vgl. Seite 20, Abschnitt 2.3.6) angegeben. Neben dem Aufnahmelabor und den durchgeführten Therapiemaßnahmen werden auch aufgetretene Komplikationen dokumentiert. Dabei wird das Vorliegen eines Organversagens bzw. eines Multiorganversagens (MOV) angegeben (SOFA-Score, vgl. Seite 22, Abschnitt 2.3.7). Als weitere Komplikation wird das Auftreten einer Sepsis berücksichtigt.

### **2.1.5 Zeitpunkt D: Abschluss**

Es werden alle Diagnosen dokumentiert, die während des Klinikaufenthaltes gestellt wurden. Mit den Angaben zum Zeitpunkt der Diagnosestellung, der Frakturart und -schwere, den durchgeführten Operationen und Therapiekonzepten werden diese näher beschrieben. Außerdem werden das Entlassungs-/Todesdatum, die Art der Entlassung, der Grad der Erholung und die Prognose des Patienten (Glasgow Outcome Score), sowie Komplikationen in Form von klinisch relevanten thromboembolischen Ereignissen erfasst.

## 2.2 Patientenkollektiv

Die Datenbank des TR-DGU bildet die Grundlage für das in dieser Studie ausgewählte Patientenkollektiv. Die Erstellung des Patientenkollektivs erfolgte anhand der Daten, die zum Zeitpunkt des 19.11.2012 in das Register eingepflegt waren.

Bei der Auswahl wurden durch zwei unabhängige Untersucher zunächst alle Patienten ermittelt, die im TR-DGU unter Verletzungsmechanismus „Sonstiges“ die Beschreibung „Explosion“ und/oder verwandte Begriffe (Blast Injury, Böller, Bombe, Feuerwerk, Firework, IED, RPG, Sprengkörper, Sprengstoff, Verpuffung etc.) aufwiesen. Bestanden bei einzelnen Patienten Unstimmigkeiten wurde durch eine dritte Person entschieden. Von diesen 150 Patienten wurden alle Patienten mit einem ISS < 4 aus der Studie ausgeschlossen. Da in der vorliegenden Arbeit insbesondere der aktuelle Stand der Versorgung von Explosionstraumata im Heimatland betrachtet werden soll, wurden diejenigen Patienten ausgeschlossen, die ein Explosionstrauma im Einsatzland (z.B. Afghanistan) erlitten und zur medizinischen Versorgung in das Heimatland repatriiert wurden.

Um die ermittelten Daten vergleichen zu können, wurden drei Vergleichskollektive bestimmt. Hierfür wurde eine Gruppe mit der Unfallart „Penetrierendes Trauma“, eine Gruppe mit der Unfallart „Verkehr“ und eine Gruppe mit der Unfallart „Sturz“ gebildet. Auch in diesen Vergleichskollektiven wurden alle Patienten mit einem ISS < 4 aus der Studie ausgeschlossen.

Innerhalb der verschiedenen Patientenkollektive ist zu berücksichtigen, dass die zu dokumentierenden Daten aus dem Erhebungsbogen für das TR-DGU nicht immer für alle Patienten vollständig erhoben wurden. Es resultieren daraus, wie im Ergebnisteil ersichtlich, für die einzelnen Parameter teilweise unterschiedlich große Patientenkollektive.

## 2.3 Verwendete Scores

### 2.3.1 Glasgow Coma Scale (GCS)

Die Glasgow Coma Scale dient der Klassifikation der Bewusstseinslage eines Patienten. Es werden drei Kategorien beurteilt: Augen öffnen, verbale Antwort und motorische Reaktion. Diese Kategorien werden nach einem definierten Punktesystem bewertet (vgl. Tabelle 1) [95]. Die erreichbare Punktezahl reicht von mindestens 3 bis maximal 15 Punkten und gibt den Schweregrad der Bewusstseins Einschränkung an: 13-15 Punkte = normal oder leicht, 9-12 Punkte = mittelschwer, 3-8 Punkte = schwer.

**Tabelle 1: Die Glasgow Coma Scale nach Teasdale [95]**

Kategorie	Punkte
<b>Augen öffnen</b>	
spontan	4 Punkte
auf Aufforderung	3 Punkte
auf Schmerzreiz	2 Punkte
keine	1 Punkt
<b>Verbale Antwort</b>	
orientiert	5 Punkte
verwirrt	4 Punkte
inadäquate Äußerung	3 Punkte
unverständliche Laute	2 Punkte
keine	1 Punkt
<b>Motorische Reaktion</b>	
auf Aufforderung	6 Punkte
gezielt auf Schmerzreiz	5 Punkte
ungezielt auf Schmerzreiz	4 Punkte
Beugesynergismen auf Schmerzreiz	3 Punkte
Strecksynergismen auf Schmerzreiz	2 Punkte
keine	1 Punkt

### 2.3.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)

Die Abbreviated Injury Scale ist ein anatomischer Score zur Beschreibung der Verletzungsschwere eines Polytraumapatienten. Dabei werden die Gesamtverletzungen in Einzelverletzungen aufgeteilt. Jede Verletzung ist einer im AIS-Katalog aufgelisteten, 7-stelligen Kennung zugeordnet [21]. Eine Kurzfassung der derzeit aktuellen Version (AIS<sup>®</sup> 2005 Update 2008) ist auf der Internetpräsenz des TraumaRegister DGU<sup>®</sup> zu beziehen, setzt jedoch die Teilnahme der Klinik am TR-DGU voraus [24].

Die erste Stelle beschreibt die betroffene Körperregion (vgl. Tabelle 2); die zweite Stelle beschreibt die Art der anatomischen Struktur; die dritte und vierte Stelle beschreiben die spezifische anatomische Struktur oder die spezifische Art der Verletzung; die fünfte und sechste Stelle beschreiben das Ausmaß der Verletzung.

**Tabelle 2: Kategorisierung der Körperregion der Abbreviated Injury Scale (AIS) nach Haasper [40]**

AIS-Kennung (erste Stelle)	Körperregion
1	Kopf (ohne Gesicht und Gesichtsschädel)
2	Gesichtsschädel, Gesicht (einschließlich Augen und Ohren)
3	Hals (ohne Rückenmark)
4	Brustkorb
5	Bauchraum
6	Rückenmark
7	Arme (einschließlich Schulter)
8	Beine (einschließlich Hüfte und Beckenknochen)
9	Äußere und andere Verletzungen

Der AIS-Code folgt auf eine Dezimalstelle und gibt den Schweregrad einer Verletzung an (vgl. Tabelle 3). Es hat sich gezeigt, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit als sehr valide Proxyvariable für die Schwere einer Verletzung genutzt werden kann [40]. Die Grundidee des AIS-Codes ist das Zusammenfassen von Verletzungen annähernd gleicher Letalität.

Das Besondere des AIS ist, dass die Überlebenswahrscheinlichkeiten für die einzelnen Verletzungen nicht explizit spezifiziert werden, sondern nur Gruppen von Verletzungen mit annähernd gleichem Risiko gebildet werden. Somit werden Verletzungen aus unterschiedlichen Körperregionen in Bezug auf ihre Letalität vergleichbar.

**Tabelle 3: Schweregradeinteilung der Abbreviated Injury Scale (AIS) nach Haasper [40]**

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

### 2.3.2 Injury Severity Score (ISS)

Beim Injury Severity Score handelt es sich ebenfalls um einen anatomisch orientierten Score, der im Gegensatz zur AIS nicht nur die Schwere der Einzelverletzungen eines Patienten bewerten kann, sondern die Wirkung ihrer Kombination [8,9]. Die Berechnung erfolgt auf Grundlage der AIS-Codes. Hierfür werden die drei am schwersten verletzten Körperregionen ausgewählt, deren jeweils höchste AIS-Werte quadriert und dann aufsummiert werden [21]. Die verwendeten Körperregionen stimmen nicht mit denen der AIS überein, sodass vor der Berechnung des ISS eine Umkodierung der Körperregionen vorzunehmen ist (vgl. Tabelle 4) [40]. Der ISS kann Werte von 1 bis 75 annehmen. Findet sich in einer Körperregion ein AIS von 6 erhält der Patient den Maximalscore von 75. Bei einem AIS-Code von 9 kann für den Patienten kein ISS berechnet werden. Ab einer Einstufung des ISS  $\geq 16$  gilt der Patient als polytraumatisiert, ab einem ISS  $\geq 20$  als lebensgefährlich verletzt.

**Tabelle 4: Kategorisierung der Körperregionen im Injury Severity Score (ISS) nach Committee on Injury Scaling [21]**

Körperregionen	
1.	Head or neck: Kopf (ohne Gesicht und Gesichtsschädel) und Hals (mit cervikalem Rückenmark)
2.	Face: Gesichtsschädel, Gesicht (einschließlich Augen und Ohren)
3.	Chest: Brustkorb (mit thorakalem Rückenmark)
4.	Abdominal or pelvic contents: Bauchraum, Organe des Beckens, lumbales Rückenmark
5.	Extremities or pelvic girdle: Arme (einschließlich Schulter), Beine (einschließlich Hüfte und Beckenknochen)
6.	External: äußere und andere Verletzungen

### 2.3.3 New Injury Severity Score (NISS)

Der New Injury Severity Score ist eine einfache Abänderung des anatomisch orientierten ISS, mit dem Ziel einer verbesserten Prognose des Outcomes schwerverletzter Patienten und einer einfacheren Anwendung. Da der ISS maximal eine Verletzung pro Körperregion berücksichtigt, werden schwerere Verletzungen in derselben Körperregion zugunsten weniger schweren Verletzungen in einer anderen Körperregion vernachlässigt. Des Weiteren stimmen die sechs ISS-Körperregionen nicht mit den neun AIS-Körperregionen überein, sodass vor der Berechnung eine aufwändige Umkodierung erforderlich ist. Diese Schwächen des ISS wurden bei der Entwicklung des NISS berücksichtigt.

Der NISS ist definiert als die Summe der quadrierten AIS-Codes der drei schwersten Verletzungen unabhängig der Körperregion (vgl. Formel 1) [75].

Formel 1: 
$$NISS = (AIS - Code_1)^2 + (AIS - Code_2)^2 + (AIS - Code_3)^2$$

Definitionsgemäß ist der NISS so hoch wie der ISS (wenn die drei Verletzungen in drei verschiedenen Körperregionen liegen), kann aber den ISS bei polytraumatisierten Patienten wesentlich übersteigen (wenn beispielsweise mehrere schwerste Verletzungen innerhalb einer Körperregion liegen) [61].

#### 2.3.4 Revised Injury Severity Classification (RISC)-Score und RISC II-Score

Der Revised Injury Severity Classification-Score ist ein Instrument zur Abschätzung und zum Vergleich von Überlebenswahrscheinlichkeiten. Der RISC-Score wurde 2001 aus den Daten des TR-DGU entwickelt. Da dieser Prognose-Score mehr Informationen berücksichtigt und besser an die Daten des Traumaregisters angepasst ist, wird er, nach wiederholter Validierung, seit 2004 anstelle des TRISS (Trauma and Injury Severity Score) zur Vorhersage der Überlebenswahrscheinlichkeit angewandt [26].

Für die Berechnung des RISC-Scores werden 11 verschiedene Parameter berücksichtigt, die meist kurz nach Aufnahme des Patienten zur Verfügung stehen (vgl. Tabelle 5) [60,88].

Die Berechnung erfolgt ausgehend von der Konstanten 5,0. Entsprechend den jeweiligen Befunden werden den einzelnen Parametern Punktwerte (Koeffizienten) zugeordnet, die von diesem Ausgangswert subtrahiert werden. Daraus ergibt sich der Gesamtwert X, der dann mit der folgenden logistischen Funktion in den Ps-Wert (Probability of Survival) umgewandelt wird (vgl. Formel 2) [60]:

Formel 2: 
$$Ps = 1/(1 + e^{-x})$$

Die Ps nimmt Werte zwischen 0 und 1 an, die als Überlebenswahrscheinlichkeit interpretiert werden können. Bei einem X-Wert von 0 ergibt sich eine 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit, positive X-Werte entsprechen einer höheren, negative X-Werte einer niedrigeren Überlebenswahrscheinlichkeit [26]. Da bei vielen Patienten einzelne Werte zur Berechnung des RISC fehlen, wurden für fast alle Parameter sogenannte „Ersatzvariablen“ bestimmt.

Wenn jedoch die AIS-Kodierung der Diagnosen oder mehr als die Hälfte der benötigten Parameter fehlen, kann keine Ersetzung vorgenommen werden und führt zum Ausschluss dieser Fälle aus der Prognosenberechnung.

**Tabelle 5: Revised Injury Severity Classification (RISC)-Score nach Lefering [60]**

Parameter	Wert	Koeffizient
Alter (Jahre)	< 55	---
	55 – 64	-1,0
	65 – 74	-2,0
	75 +	-2,3
NISS	1 - 75	Wert · -0,03
AIS Kopf	0 – 3	---
	4	-0,5
	5 / 6	-1,8
AIS Extremitäten	0 – 4	---
	5	-1,0
GCS (erste präklinische Beurteilung)	6 – 15	---
	3 – 5	-0,9
PTT (s) (erste Messung in der Notaufnahme)	< 40	---
	40 – 49	-0,8
	50 – 79	-1,0
	80 +	-1,2
Base Excess (mmol/l) (erste Messung in der Notaufnahme)	-0,9 bis -19,9	-0,8
	< -20	-2,7
Anzahl indirekter Blutungszeichen - präklinischer systol. RR < 90 mmHg - Hb-Wert < 9 mg/dl (erste Messung in der Notaufnahme) - Anzahl EK > 9 Einheiten (in der Notaufnahme)	0	0
	1	-0,4
	2	-0,8
	3	-1,6
präklinischer Herzstillstand mit Reanimation/Defibrillation	nein	0
	ja	-2,5
Konstante		5,0

Aufgrund verschiedener Limitationen des RISC-Scores wurde inzwischen der RISC II-Score entwickelt. Als Grundlage hierfür wurden 30.000 Patientendaten herangezogen, die in den Jahren 2010 und 2011 im TraumaRegister DGU® erfasst wurden. Ziel war es, unter anderem, die inzwischen veraltete Datenbasis des RISC-Scores (1993-2000) zu aktualisieren. Weiterhin sollte die Anwendung des RISC II-Scores einfacher gestaltet werden, indem keine aufwendigen Ersetzungsregeln bei fehlenden Werten mehr erforderlich sind. Für die Berechnung des RISC II-Scores werden 13 Variablen berücksichtigt, wobei die drei Merkmale des Verletzungsmusters als eine Variable gezählt werden (vgl. Tabelle 6) [56]. Die Berechnung erfolgt hier ausgehend von der Konstanten 3,6.

**Tabelle 6: Revised Injury Severity Classification (RISC) II-Score nach Lefering et al. [56]**

Parameter	Wert	Koeffizient
<b>Konstante</b>		+ 3,6
<b>Schwerste Verletzung</b>	AIS 2	0
	AIS 3	- 0,5
	AIS 4	- 1,3
	AIS 5	- 1,7
	AIS 6	- 2,9
<b>2. Schwerste Verletzung</b>	AIS 0-2	+ 0,2
	AIS 3	0
	AIS 4	- 0,6
	AIS 5-6	- 1,4
<b>Kopfverletzung</b>	AIS 0-2	0
	AIS 3-4	- 0,2
	AIS 5-6	- 0,8
<b>Alter</b>	1-5	+ 1,4
	6-10	+ 0,6
	11-54	0
	55-59	- 0,5
	60-64	- 0,8
	65-69	- 0,9
	70-74	- 1,2
	75-79	- 1,9
	80-84	- 2,4
	≥ 85	- 2,7

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 6

Parameter	Wert	Koeffizient
Geschlecht	männlich / unbekannt	0
	weiblich	+0,2
ASA (vor dem Unfall)	1-2	+ 0,3
	3 / unbekannt	0
	4	- 1,3
Mechanismus	stumpf / unbekannt	0
	penetrierend	- 0,6
Lichtreaktion	normal	+ 0,2
	verzögert / unbekannt	0
	keine	- 1,0
Pupillenweite	normal	+ 0,2
	anisokor / unbekannt	0
	beide weit	- 0,5
GCS Motorik	normal	+ 0,6
	gezielt / unbekannt	0
	ungezielt	- 0,4
	keine	- 0,8
Reanimation	nein / unbekannt	0
	ja	- 1,8
Blutdruck (bei Aufnahme)	< 90	- 0,7
	90-110 / unbekannt	0
	111 / 150	+ 0,3
	> 150	0
Gerinnung: INR	< 1,2	+ 0,6
	1,2-1,39	+ 0,2
	1,4-2,39 / unbekannt	0
	≥ 2,4	- 0,4
Blut: Hb-Wert	≥ 12,0	+ 0,4
	7,0-11,9 / unbekannt	0
	< 7,0	- 0,5
Azidose: Basendefizit	< 6,0	+ 0,3
	6,0-8,9 / unbekannt	0
	9,0-14,9	- 0,4
	≥ 15	- 1,5

Die Mindestanforderung für eine sinnvolle Prognoseabschätzung sind das Alter und das Verletzungsmuster. Bei allen anderen Variablen gilt, dass fehlende Werte die Prognose nicht verändern (Koeffizient = 0), für Normwerte verbessert sich diese (positive Koeffizienten) und für kritische Werte verschlechtert sie sich (negative Koeffizienten). Der RISC II-Score kann somit für alle Patienten berechnet werden, die die Mindestanforderungen erfüllen. Die Patientendaten aus dem Jahr 2012 dienten zu Validierung des RISC II-Scores, sodass seine Anwendung seit 2013 erfolgt. Die Receiver Operating Characteristic (ROC)-Kurve dient der visuellen Darstellung der Abhängigkeit der Effizienz mit der Fehlerrate verschiedener Parameterwerte. Im Vergleich der ROC-Kurven zeigte der RISC II-Score gegenüber dem RISC-Score eine signifikante Verbesserung in der Prognoseschätzung [27].

### 2.3.5 Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score

Ziel des Trauma Associated Severe Haemorrhage-Score ist es, die individuelle Wahrscheinlichkeit eines Schwerverletzten für den Bedarf einer Massentransfusion zu berechnen, wobei die Wahrscheinlichkeit für eine Massentransfusion als Surrogat für eine anhaltende Blutungsproblematik auf Grund nicht beherrschter Blutungsquellen und einer Gerinnungsstörung angesehen wird [77]. Der TASH-Score ist ein einfach und schnell zu kalkulierender Score, der im Jahr 2005 auf Grundlage der Daten des TR-DGU entwickelt und validiert wurde. Als Massentransfusion wurde eine Gabe von  $\geq 10$  Erythrozytenkonzentraten (EKs) definiert, verabreicht vom Zeitpunkt des Eintreffens bis zum Zeitpunkt der Verlegung auf die Intensivstation. Für die Berechnung des TASH-Scores wurden sieben Parameter ermittelt, die innerhalb von maximal 15 Minuten nach Ankunft in der Notaufnahme zur Verfügung stehen und aufgrund ihrer einfachen Erhebung nicht nur spezialisierten Traumazentren vorbehalten sind (vgl. Tabelle 7) [104].

Den verschiedenen Parametern sind Punktwerte zugeordnet, deren Summe einen Wert zwischen 0 und 28 Punkten erreicht. Anhand dieses ermittelten Summenwertes wird mit einer logistischen Funktion die Wahrscheinlichkeit einer Massentransfusion berechnet (vgl. Formel 3).

Formel 3: 
$$p = 1 / (1 + e^{(4,9 - 0,3 \times TASH)})$$

Bei einem TASH-Score von 16 Punkten liegt die Wahrscheinlichkeit einer Massentransfusion bei 50%, bei einem TASH-Score von  $\geq 27$  Punkten bei 100%.

**Tabelle 7: Trauma associated severe haemorrhage (TASH)-Score nach Yücel et al. [104]**

Parameter	Wert	Punkte
Hämoglobin (mg/dl)	< 7	8
	< 9	6
	< 10	4
	< 11	3
	< 12	2
Base Excess (mmol/l)	< -10	4
	< -6	3
	< -2	1
RRsyst (mmHg)	< 100	4
	< 120	1
Herzfrequenz (Schläge/min)	> 120	2
freie intraabdominelle Flüssigkeit (z.B. FAST)		3
klinisch instabile Beckenfraktur		6
offene oder dislozierte Femurfraktur		3
männlicher Patient		1

### 2.3.6 SAPS-II-Score

Der SAPS-II-Score ist ein krankheitsübergreifendes, universell einsetzbares Klassifikationssystem zur Einschätzung der Erkrankungsschwere von Intensivpatienten und der Berechnung eines individuellen Letalitätsrisikos [2,54]. Für die Berechnung des SAPS-II-Scores werden die Werte vorgegebener Parameter berücksichtigt, die in den ersten 24 Stunden nach dem zur Intensiv-Aufnahme führenden Ereignis (Unfall, OP, Komplikation) am weitesten von der Norm abweichen. Diese Werte werden einem Punktwert zugeordnet und addiert.

Tabelle 8: Der SAPS-II-Score nach Le Gall et al. [54]

Parameter	Punkte bei abnormal niedrigen Werten				normal	Punkte bei abnormal hohen Werten				
Alter (Jahre)					<40	40-59 7	60-69 12	70-74 15	75-79 16	≥ 80 18
Herzfrequenz (pro Min.)			<40 11	40-69 2	70-119	120-159 4	≥ 160 7			
Blutdruck (syst., mmHg)			<70 13	70-99 5	100-199	≥200 2				
Temperatur (°C)					<39,0	≥39,0 3				
PaO <sub>2</sub> (mmHg) / FiO <sub>2</sub> (nur bei Beatmung oder Pumonalkatheter)		<100 11	100-199 9	≥ 200 6						
Urinausscheidung (l/Tag)			<0,5 11	0,5-0,99 4	≥1,0					
Harnstoff (mg/dl) oder Harnstoff-Stickstoff (mg/dl)					<60	60-179 6	≥ 180 10			
					<28	28-83 6	≥ 84 10			
Leukozyten (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )				< 1,0 12	1,0-19,9	>20 3				
Serum Kalium (mmol/l)			≥ 5,0 3	< 3,0 3	3,0-4,9					
Serum Natrium (mmol/l)				< 125 5	125-144	≥145 1				
Serum Bikarbonat (mEq/l)			< 15 6	15-19 3	≥20					
Bilirubin (mg/dl)					<4,0	4,0-5,9 4	≥ 6,0 9			
Glasgow Coma Scale (vor Sedierung)	<6 26	6-8 13	9-10 7	11-13 5	14-15					
Vorerkrankungen						Metastas. Karzinom 9	maligne hämatol. Erkrankung 10			AIDS 17
Zuweisung auf ICU					elektiv chirurgisch	medizinisch (ohne OP) 6	ungeplant chirurgisch 8			

### 2.3.7 Sequential Organ Failure Assessment (SOFA)-Score

Der Sequential Organ Failure Assessment-Score dient zur Abschätzung des Grades von Organdysfunktionen schwerkranker Patienten. Er wurde 1994 von der „Working Group on Sepsis-related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine“ zur Anwendung bei Sepsis-Patienten entwickelt und daher zunächst als „Sepsis-related Organ Failure Assessment Score“ bezeichnet [101]. Später zeigte sich jedoch, dass der Score nicht nur auf Sepsis-Patienten anwendbar ist und wurde entsprechend umbenannt [100]. Der Score ist in Einzelscores für sechs Organsysteme untergliedert (Lunge, Gerinnungssystem, Leber, Herz-Kreislauf-System, Zentrales Nervensystem, Niere), die anhand eines möglichst objektiven und einfach zu ermittelnden Parameters bewertet werden. Je nach Ausprägung der Parameter kann jedes Organsystem einen SOFA-Einzelscore von 0 (keine Organdysfunktion) bis 4 (stärkste Organdysfunktion) annehmen. Die tägliche Berechnung des SOFA-Scores erfolgt auf der Grundlage eines 24-Stunden-Zeitraumes. Hierfür werden die jeweils schlechtesten Werte aller Einzelscores addiert. Im Erhebungsbogen des TR-DGU wird das Vorliegen eines Organversagens und eines Multiorganversagens als binäre Angabe (ja/nein) dokumentiert. Ein Organversagen des jeweiligen Organsystems wird dann als stattgefunden dokumentiert, wenn der zugehörige Einzelscore einen Punktwert von  $> 2$  annimmt und an mindestens 2 Tagen vorliegt (vgl. Tabelle 9) [91].

Ergibt sich aus dem SOFA-Score ein Versagen von mindestens zwei Organen zur selben Zeit oder eines Organes über mindestens zwei Tage, wird dies im Erhebungsbogen als Multiorganversagen erfasst.

**Tabelle 9: Sequential Organ Failure Assessment (SOFA)-Score entsprechend der Verwendung im TR-DGU [91]**

Organsystem	Parameter	SOFA-Einzelscore > 2 Punkte
Lunge	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mit Beatmung)	< 200 mmHg
Gerinnungssystem	Thrombozyten	< 50.000 / mm <sup>3</sup>
Leber	Bilirubin	≥ 6,0 mg / dl
Herz-Kreislauf-System	Katecholamindosis	Dopamin > 5 µg/kg·min oder jegliche Adrenalin-/ Noradrenalingabe
Zentrales Nervensystem	Glasgow Coma Scale (GCS)	≤ 9 Punkte
Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge pro Tag	≥ 3,5 mg/dl oder < 500 ml/Tag

### 2.3.8 Sepsis-Kriterien

Die Sepsis ist definiert als eine komplexe systemische Entzündungsreaktion, die durch eine Infektion hervorgerufen wird. Sie liegt vor, wenn eine Infektion mikrobiologisch oder klinisch nachgewiesen wird und mindestens zwei Kriterien eines Systemic Inflammatory Response Syndrom (SIRS) zutreffen [18]:

- Hyperthermie > 38°C oder Hypothermie < 36°C
- Tachykardie (Herzfrequenz > 90/min)
- Tachypnoe (Atemfrequenz > 20/min, PaCO<sub>2</sub> < 32 mmHg)
- Leukozytose (> 12000/mm<sup>3</sup>) oder Leukopenie (< 4000/mm<sup>3</sup>) oder Linksverschiebung (≥ 10% unreife Leukozyten)

### 2.3.9 Glasgow Outcome Scale (GOS)

Die Glasgow Outcome Scale wurde erstmals 1975 durch Jennett und Bond entwickelt [45]. Sie dient der standardisierten und objektiven Beurteilung des Erholungszustandes von Patienten nach Hirnschädigungen. Die Einteilung der Patienten erfolgt in fünf Kategorien und erlaubt dadurch die Abschätzung des Langzeitverlaufs und der Möglichkeit der Wiedereingliederung in Beruf und Alltag (vgl. Tabelle 10).

**Tabelle 10: Kategorisierung der Glasgow Outcome Scale (GOS) nach Jennett und Bond [45]**

Kategorie	Beschreibung
GOS 1: Tod	Tod infolge schwerster Hirnschädigung.
GOS 2: Persistierender vegetativer Zustand	Das Fehlen höherer Geistesfunktionen führt zu einem andauernden Zustand minimaler Reaktionsfähigkeit oder vollständiger Reaktionslosigkeit.
GOS 3: Schwere Behinderung	Aufgrund einer schweren geistigen oder körperlichen Behinderung bedarf es einer dauerhaften Unterstützung im täglichen Leben.
GOS 4: Mäßige Behinderung	Die Patienten sind das tägliche Leben betreffend unabhängig. Die Arbeitstätigkeit in speziellen Einrichtungen ist ebenfalls möglich.
GOS 5: Gut erholt	Wiedererlangung einer normalen Lebensführung trotz leichter Schädigung mit geringen neurologischen und psychologischen Defiziten.

## 2.4 Datenauswertung und Darstellung der Ergebnisse

Nach Antragstellung auf Datenauswertung im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> bei der Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC) erfolgte die Freigabe des Themas mit der TR-DGU-Projekt-ID 2012-035. Die Datenabfrage und Bereitstellung der Rohdaten aus dem TR-DGU, sowie die statistische Beratung erfolgte durch das Institut für Forschung in der Operativen Medizin (IFOM) der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (Sektion NIS). Im Anhang befindet sich, in tabellarischer Übersicht, die Beschreibung des aus dem Datensatz des TR-DGU ermittelten Patientenkollektivs mit Explosionstrauma (vgl. Seite 115, Abschnitt 7.2).

Die statistische Datenanalyse wurde mit den Programmen Excel 2010 (Microsoft, Redmond, USA) und SPSS<sup>®</sup> Statistics 20 (IBM, New York, USA) für Microsoft Windows durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte vornehmlich nach deskriptiven statistischen Gesichtspunkten. Für intervallskalierte Parameter wurden die Kennzahlen Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Median

ermittelt. Die Häufigkeitsverteilung verschiedener Variablen wurde mit Hilfe von Kreuztabellen bestimmt. Für die Lageschätzung des Mittelwertes der Stichprobe wurde das 95%-Konfidenzintervall  $[CI_{95}]$  berechnet.

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse wurde ebenfalls das Programm Excel 2010 (Microsoft, Redmond, USA) verwendet.

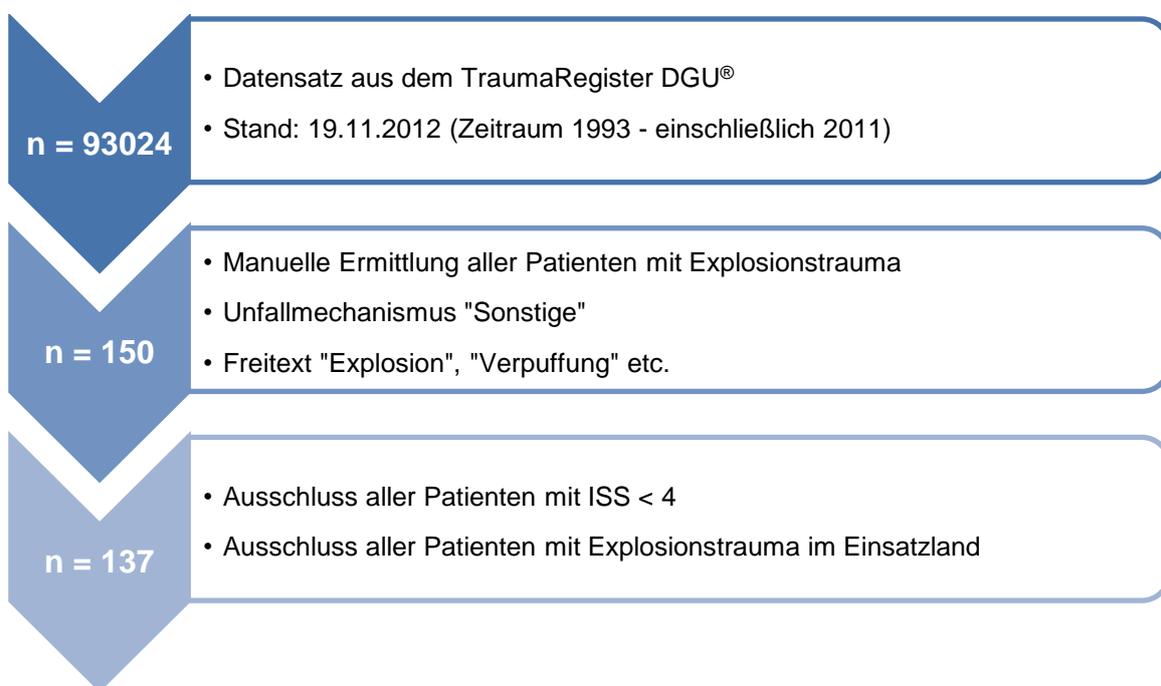
## 2.5 Votum der Ethikkommission

Die zentralisierte Datenerfassung im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> gewährleistet die Anonymität der einzelnen Patienten und der teilnehmenden Kliniken [74]. Die QM-Parameter sind bereits erhoben, werden im Standard-Dokumentationsbogen des TR-DGU erfasst und stehen zur wissenschaftlichen Auswertung zur Verfügung [25]. Aus diesem Grund musste für die von uns durchgeführte Studie kein Ethikantrag an die Ethikkommission der Universität Ulm gestellt werden.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Umfang des Patientenkollektives

Die Datenbank des TR-DGU umfasst zum Zeitpunkt der Erstellung des Patientenkollektives n=93024 Patienten. Durch manuelle Auswahl konnten n=150 Patienten mit Explosionstrauma ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien wurden n=13 Patienten ausgeschlossen. Somit ergaben sich n=137 zivile Explosionstraumata (vgl. S. 115, Tabelle 29).



**Abbildung 2: Flussdiagramm zur Erstellung des Patientenkollektives mit Explosionstrauma**

Als Vergleichskollektive ergaben sich entsprechend der Ausschlusskriterien n=3865 penetrierende Traumen, n=47581 Verkehrsunfälle und n=25850 Stürze.

### 3.2 Altersstruktur

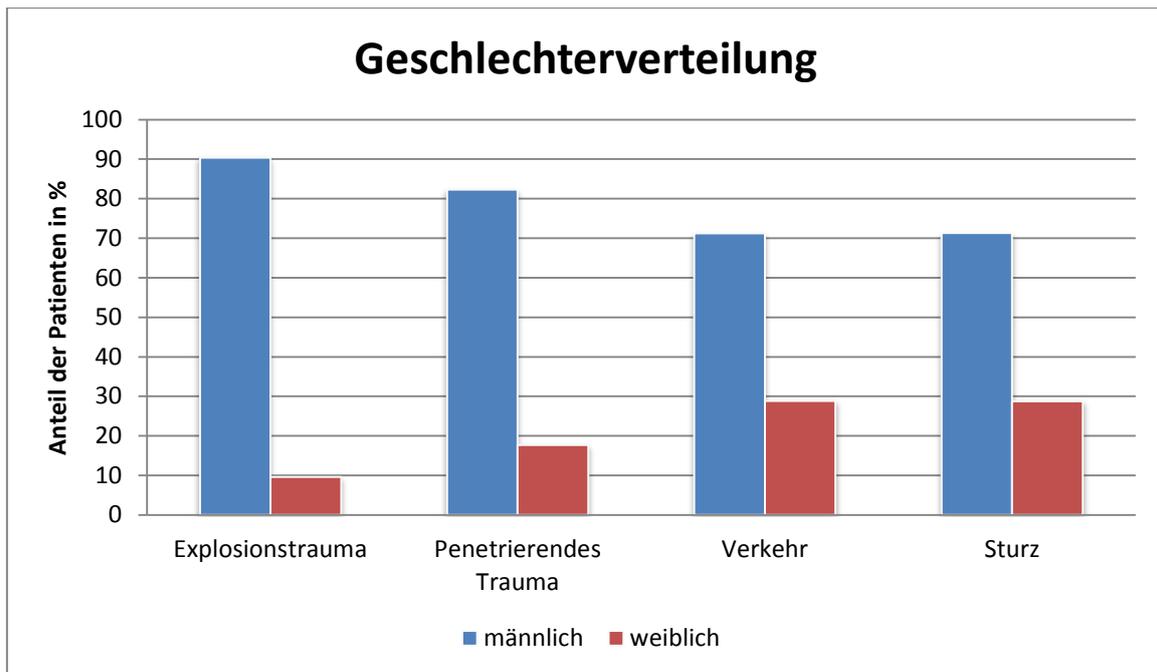
Das Alter der Patienten mit Explosionstrauma lag im Durchschnitt bei 39,5 Jahren. Im Vergleich zu den Patientenkollektiven mit penetrierendem Trauma und mit Verkehrsunfall zeigte sich kein wesentlicher Unterschied hinsichtlich des Lebensalters. Betrachtet man jedoch das Kollektiv der Patienten mit Sturz, hatten diese zum Zeitpunkt des Traumas ein deutlich höheres Lebensalter (vgl. Tabelle 11).

**Tabelle 11: Altersstruktur der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Altersstruktur (Jahre)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 137	n = 3842	n = 47336	n = 25736
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	39,5 [36,9-42,1]	41,1 [40,5-41,7]	40,5 [40,3-40,7]	52,8 [52,5-53,1]
Standardabweichung	15,7	19,0	20,1	22,0
Median	40,0	39,0	38,0	53,0

### 3.3 Geschlechterverteilung

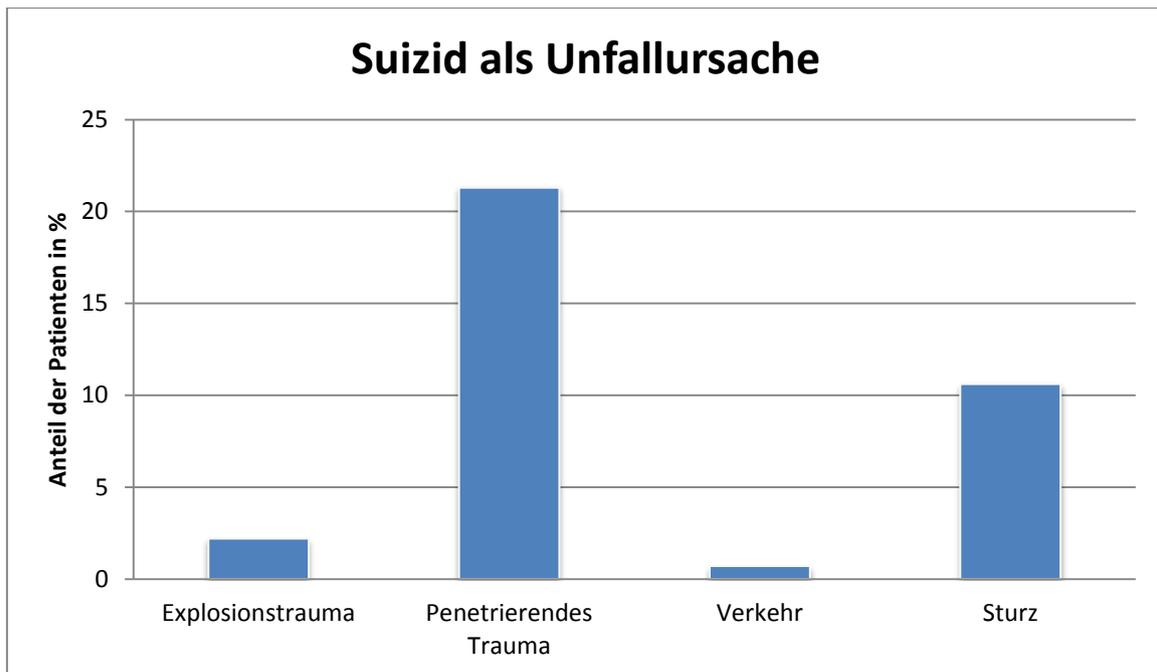
In allen Patientenkollektiven war der überwiegende Anteil der Patienten männlichen Geschlechts. Dabei zeigte das Explosionstrauma als Unfallmechanismus mit 90,4% [85,4-95,4] den größten Anteil männlicher Patienten. Bei den Patienten mit penetrierendem Trauma lag der Anteil der Männer bei 82,3% [81,1-83,5]. Mit 71,2% [70,8-71,6] und 71,3% [70,7-71,9] hatten die Unfallarten Verkehr und Sturz einen nahezu identischen Anteil männlichen Geschlechts (vgl. Abbildung 3).



**Abbildung 3: Geschlechterverteilung der Patientenkollektive Explosionstrauma (n=136), Penetrierendes Trauma (n=3831), Verkehr (n=47277) und Sturz (n=25660) im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.4 Unfallursache

Bei der Dokumentation der Daten im TraumaRegister DGU® wird die Unfallursache in drei Gruppen untergliedert: „Unfall“, „V.a. Gewaltanwendung“ und „V.a. Suizid“. Untersucht man diejenigen Patienten genauer, bei denen als Unfallursache der Verdacht auf einen Suizid besteht, ergeben sich für die ausgewählten Patientenkollektive folgende Ergebnisse: Mit 21,4% [20,1-22,7] aller Patienten mit penetrierendem Trauma nahm diese Unfallart den größten Anteil an Suiziden ein. Bei den Patienten mit Sturz bestand in 10,6% [10,2-11,0] der Fälle der Verdacht auf eine suizidale Absicht. In den Patientengruppen mit Explosionstrauma und mit Verkehrsunfall wurde mit einem Anteil von 2,2% [-0,3-4,7] und 0,7% [0,6-0,8] von einem Suizid ausgegangen (vgl. Abbildung 4).



**Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung mit Suizid als Unfallursache in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=136), Penetrierendes Trauma (n=3804), Verkehr (n=47306) und Sturz (n=25568) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

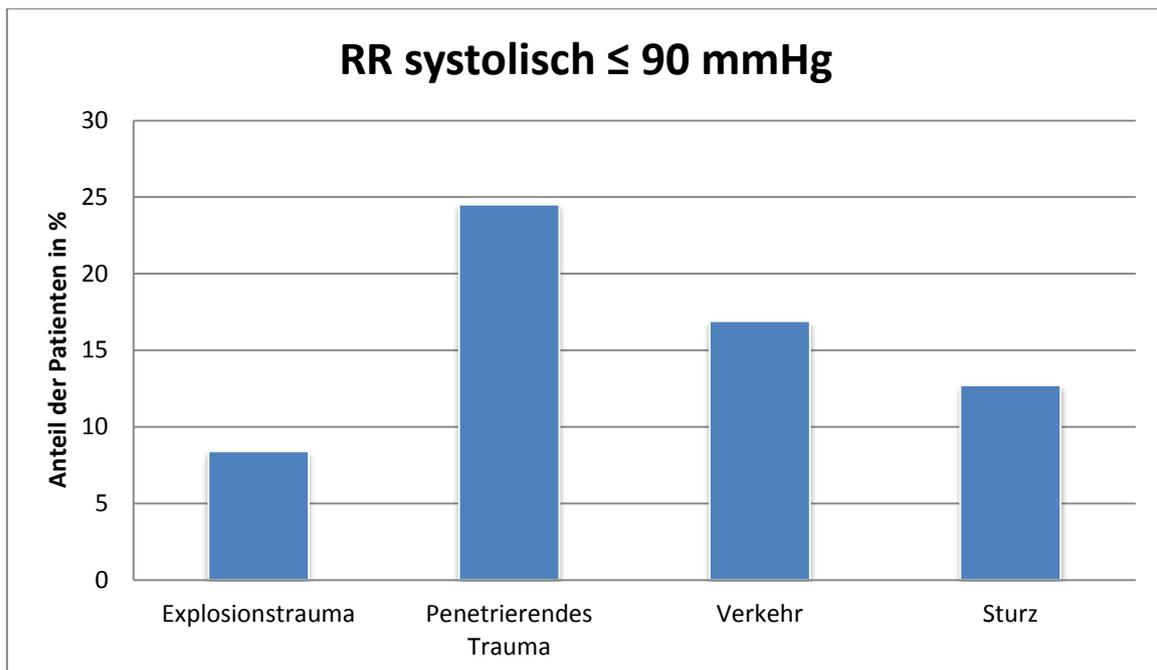
### 3.5 Präklinik

#### 3.5.1 Vitalzeichen

Der am Unfallort gemessene systolische Blutdruck betrug bei den Patienten mit Explosionstrauma durchschnittlich 133 mmHg. Dieser war gegenüber den Vergleichskollektiven am höchsten. War die Unfallursache ein Sturz, lag der systolische Blutdruck im Mittel bei 128 mmHg. Bei den Patienten mit Verkehrsunfall wurde im Durchschnitt ein systolischer Druck von 120 mmHg gemessen. Mit 115 mmHg lag der mittlere systolische Druck bei den Patienten mit penetrierendem Trauma am niedrigsten (vgl. Tabelle 12).

**Tabelle 12: Systolischer Blutdruck am Unfallort der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien ( $CI_{95}$  = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

RR systolisch (mmHg)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 107	n = 3081	n = 38434	n = 19209
Mittelwert [ $CI_{95}$ ]	133 [127-138]	115 [113-116]	120 [120-121]	128 [127-128]
Standardabweichung	29	35	32	34
Median	140	120	120	130



**Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung eines präklinischen Schocks (RR systolisch  $\leq$  90 mmHg) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=107), Penetrierendes Trauma (n=3081), Verkehr (n=38434) und Sturz (n=19209) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Das Vorliegen einer schweren Kreislaufstörung mit einem erniedrigten systolischen Blutdruckwert ( $\leq 90$  mmHg) konnte bei 8,4% [3,1-13,7] der Patienten mit Explosionstrauma beobachtet werden. Damit weist das Explosionstrauma gegenüber den Vergleichskollektiven den geringsten Anteil der Patienten im Schock auf. Die Patienten mit penetrierendem Trauma zeigen mit 24,5% [23,0-26,0] den führenden Anteil beim Vorliegen eines Schockgeschehens. Es folgen die Patientenkollektive „Verkehr“ und „Sturz“ mit einem Anteil von 16,9% [16,5-17,3] und 12,7% [15,7-16,3] der Patienten im Schock (vgl. Abbildung 5).

Betrachtet man die präklinisch initial gemessene Herzfrequenz, war auch diese mit durchschnittlich 97 Schlägen pro Minute bei den Explosionstraumata am höchsten. Es folgen die Patienten mit penetrierendem Trauma, deren mittlere Herzfrequenz 95 Schläge pro Minute betrug. Danach reihen sich die Patienten mit Verkehrsunfall und einer durchschnittlichen Frequenz von 94 Schlägen pro Minute an. Die Patienten mit Sturz hatten im Vergleich die niedrigste präklinische Herzfrequenz. Sie betrug im Mittel 90 Schläge pro Minute (vgl. Tabelle 13).

**Tabelle 13: Herzfrequenz der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien am Unfallort (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Herzfrequenz (Schläge/min)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 72	n = 2463	n = 28994	n = 13245
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	97 [92-103]	95 [94-96]	94 [93-94]	90 [90-90]
Standardabweichung	24	26	23	23
Median	98	98	93	90

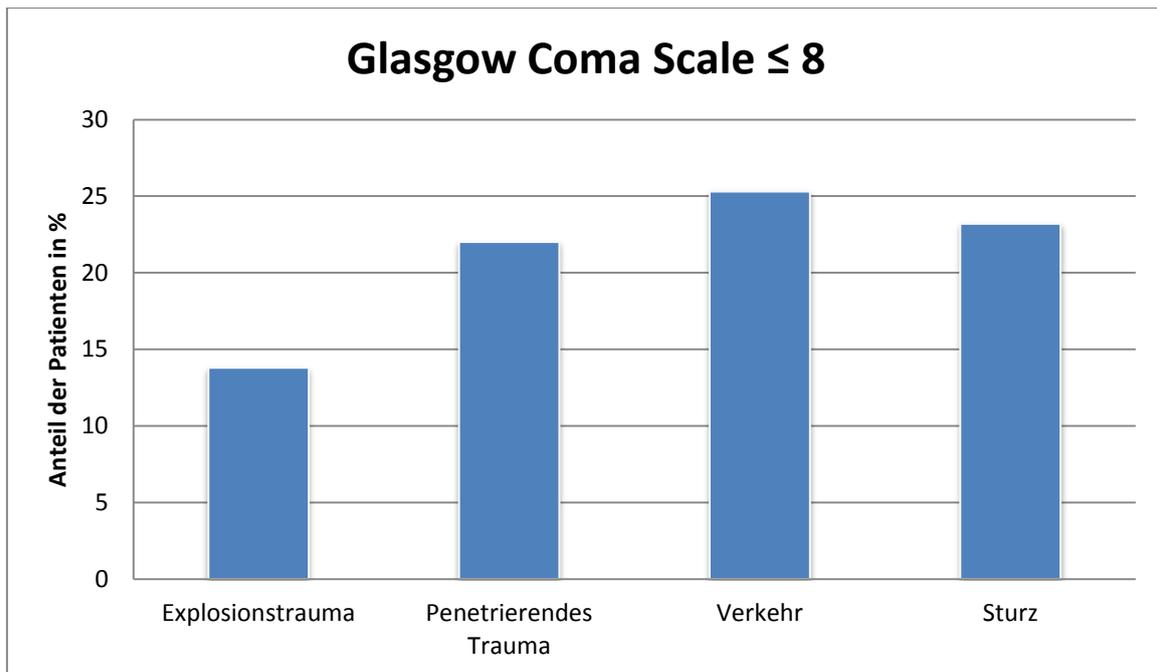
### 3.5.2 Glasgow Coma Scale

Der am Unfallort ermittelte GCS-Wert betrug bei den Patienten mit Explosionstrauma durchschnittlich 13,0 Punkte. Er liegt gegenüber den GCS-Werten der Vergleichskollektive höher. Die Vergleichskollektive untereinander unterscheiden sich jedoch nur gering. Bei den Unfallarten „Penetrierendes Trauma“, „Verkehr“ und „Sturz“ betragen die GCS-Werte im Durchschnitt 12,0 Punkte, 11,6 Punkte und 11,7 Punkte (vgl. Tabelle 14).

**Tabelle 14: Glasgow Coma Scale der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien am Unfallort (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Glasgow Coma Scale (Punkte)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Unfall	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 116	n = 3330	n = 40787	n = 64952
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	13,0 [12,4-13,7]	12,0 [11,8-12,1]	11,6 [11,6-11,7]	11,7 [11,7-11,8]
Standardabweichung	3,8	4,5	4,5	4,3
Median	15,0	15,0	14,0	14,0

Ermittelt man für jedes Vergleichskollektiv den Anteil der Patienten, die am Unfallort einen initialen GCS-Wert von  $\leq 8$  Punkten hatten, ist dieser Anteil bei Verkehrsunfällen mit 25,3% [24,9-25,7] am höchsten, gefolgt von 23,2% [22,6-23,8] nach Sturz und 22,0% [20,6-23,4] nach penetrierendem Trauma. Bei den Patienten mit Explosionstrauma ist der Anteil der Patienten mit einem GCS-Wert von  $\leq 8$  Punkten mit 13,8% [7,5-20,1] vergleichsweise am geringsten (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung einer am Unfallort ermittelten Glasgow Coma Scale  $\leq 8$  Punkte in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=116), Penetrierendes Trauma (n=3330), Verkehr (n=40787) und Sturz (n=20719) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.5.3 Präklinische Versorgungszeit

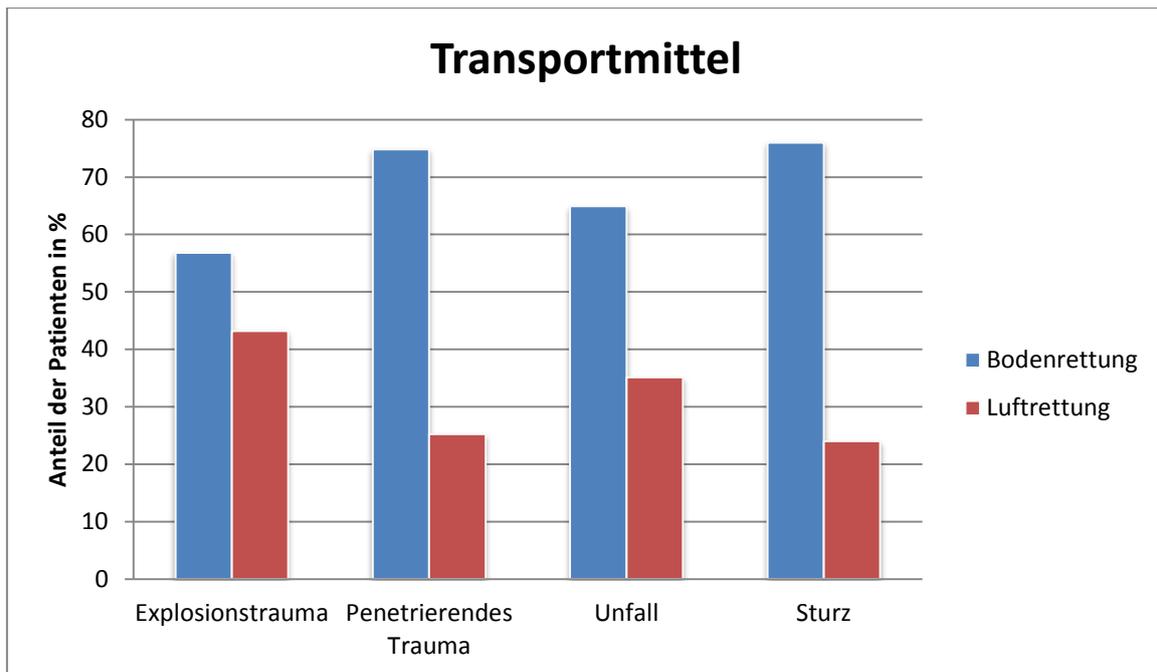
Die präklinische Versorgungszeit ist definiert als die Zeitspanne zwischen Unfallzeitpunkt und Eintreffen des Patienten in der Notaufnahme. Das Explosionstrauma ist mit einer Dauer von durchschnittlich 74 Minuten gegenüber den Vergleichskollektiven die Unfallart, die in der präklinischen Versorgung am meisten Zeit erforderte. Patienten nach Verkehrsunfall trafen im Durchschnitt 70 Minuten nach dem Unfallzeitpunkt in der Klinik ein. Mit ebenfalls 70 Minuten unterscheidet sich die präklinische Versorgungszeit von Stürzen hiervon nicht. Bei der Versorgung penetrierender Traumen verging unter den verglichenen Patientenkollektiven mit 64 Minuten bis zum Eintreffen in der Notaufnahme die kürzeste Zeitdauer (vgl. Tabelle 15).

**Tabelle 15: Präklinische Versorgungszeit der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Präklinische Versorgungszeit (min)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 111	n = 3046	n = 37884	n = 18987
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	74 [67-80]	64 [63-65]	70 [70-70]	70 [69-70]
Standardabweichung	35	36	36	40
Median	55	46	60	55

### 3.5.4 Transportmittel

Im Erhebungsbogen des TR-DGU wird das Transportmittel dokumentiert, das zur Einlieferung des Patienten vom Unfallort in die Klinik verwendet wurde. Hier wird unterschieden zwischen bodengebundenem Transport mit Notarzt, bodengebundenem Transport ohne Notarzt, Transport mittels Rettungshubschrauber und der selbstständigen bzw. privaten Anfahrt des Patienten in die Klinik. Für die verschiedenen Patientenkollektive wurden die Häufigkeiten der verwendeten Transportarten bestimmt. Hierfür wurden die Transportarten bodengebunden mit Notarzt und bodengebunden ohne Notarzt zu einer Gruppe (Bodenrettung) zusammengefasst und dem Transport mittels Rettungshubschrauber (Luftrettung) gegenübergestellt. Bei der Auswertung zeigt sich, dass in der Gesamtheit der bodengebundene Transport überwiegt. Die Einzelbetrachtung der verschiedenen Unfallarten spiegelt dies ebenfalls wider. Jedoch lässt sich beim Explosionstrauma mit einem Anteil von 43,2% [34,3-52,1] eine wesentlich höhere Verwendung des Rettungshubschraubers erkennen als in den Vergleichskollektiven. Von den Patienten mit Verkehrsunfall wurden 35,1% [34,6-35,6] mit dem Rettungshubschrauber in die Klinik geflogen. Bei den Patienten mit penetrierendem Trauma kam in 25,2% [23,7-26,7] der Fälle und bei der Unfallart Sturz in 24% [23,4-24,6] der Fälle der Rettungshubschrauber zum Einsatz (vgl. Abbildung 7).



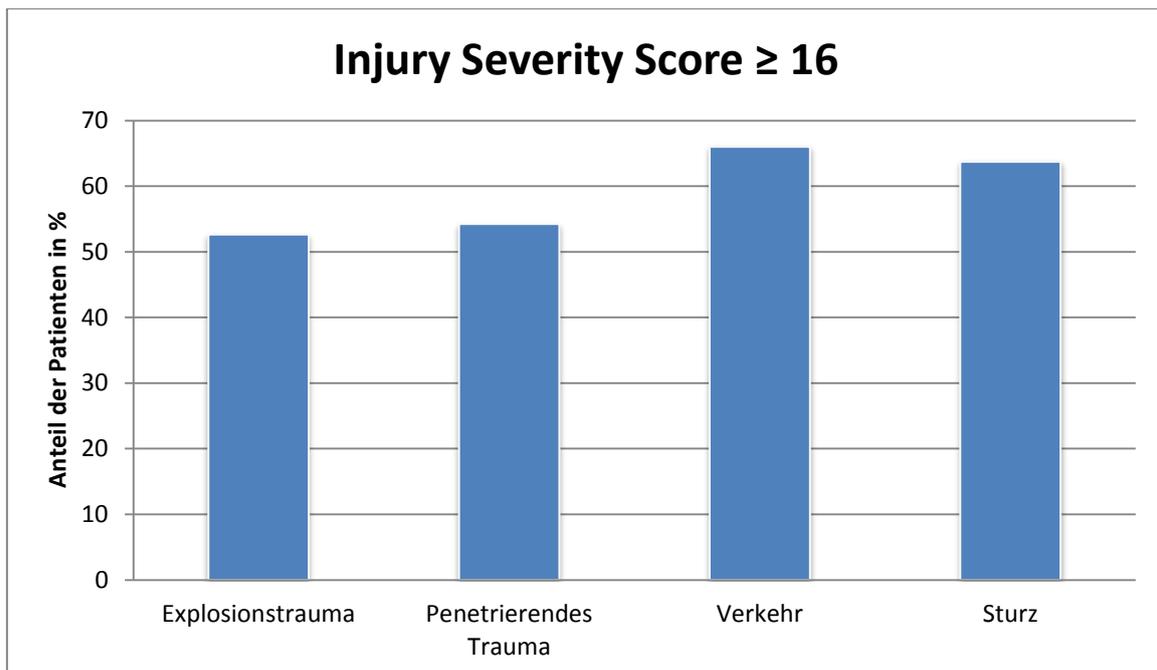
**Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Transportmittel in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=118), Penetrierendes Trauma (n=3421), Verkehr (n=41322) und Sturz (n=21262) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.5.5 Verletzungsausmaß

Mit Hilfe der Diagnosen, die während des Klinikaufenthaltes gestellt und im TR-DGU dokumentiert wurden, lässt sich anhand verschiedener Scoring-Systeme das Verletzungsausmaß abschätzen. Bei der Berechnung des Injury Severity Scores ergab sich für das Explosionstrauma ein Mittelwert von 18,0 Punkten. Dieser Punktwert liegt niedriger als in den Vergleichskollektiven. Für das penetrierende Trauma errechnete sich ein durchschnittlicher Punktwert von 19,7 Punkten. Für die Unfallart „Sturz“ konnte ein mittlerer Punktwert von 20,7 Punkten ermittelt werden. Die Patienten mit Verkehrsunfall hatten mit 22,7 Punkten den höchsten ISS-Punktwert (vgl. Tabelle 16).

**Tabelle 16: Injury Severity Score (ISS) der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

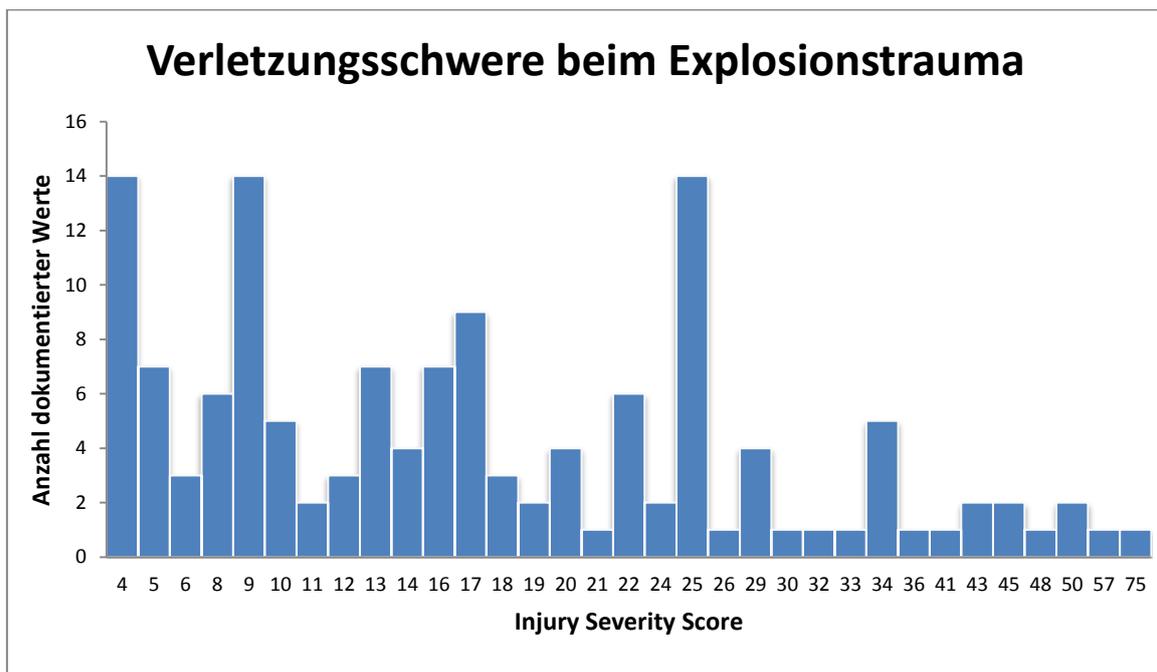
ISS (Punkte)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 137	n = 3865	n = 47581	n = 25850
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	18,0 [15,9-20,1]	19,7 [19,2-20,1]	22,7 [22,6-22,8]	20,7 [20,5-20,9]
Standardabweichung	12,6	14,9	13,9	12,7
Median	16,0	16,0	20,0	18,0



**Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung eines Injury Severity Scores  $\geq 16$  in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=2095), Verkehr (n=31426) und Sturz (n=16471) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Bestimmt man in den Vergleichskollektiven die Patienten, die einen ISS-Wert  $\geq 16$  aufwiesen, zeigt sich in allen Vergleichskollektiven, dass mehr als die Hälfte der Patienten laut Definition als polytraumatisiert gelten. Der Anteil der Patienten mit einem ISS  $\geq 16$  lag bei den Explosionstraumata bei 52,6% [44,2-61,0], bei den penetrierenden Traumen bei 54,2% [52,6-55,8] und bei den Stürzen bei 63,7% [63,1-64,3]. Das Verkehrstrauma hatte mit einem Anteil von 66,0% [65,6-66,4] den größten Anteil an polytraumatisierten Patienten (vgl. Abbildung 8).

Betrachtet man die Verteilung der ISS-Werte nur für das Explosionstrauma, zeigt sich folgende Verteilung. Insgesamt hatten 47,4% [39,0-55,8] des Patientenkollektivs mit Explosionstrauma einen Punktwert  $< 16$ . Mit einem Punktwert von  $\geq 16$  galten 52,6% [44,2-61,0] als Polytrauma. Davon erreichten wiederum 37,2% [29,1-45,3] einen ISS  $\geq 20$  und wurden als lebensgefährlich verletzt eingestuft (vgl. Abbildung 9).



**Abbildung 9: Verteilung der Verletzungsschwere anhand des Injury Severity Scores im Patientenkollektiv Explosionstrauma (n=137) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Wird die Verletzungsschwere anhand des New Injury Severity Scores ermittelt, zeigt sich in allen Vergleichskollektiven ein höherer Punktwert. Das Explosionstrauma erreichte hier einen Mittelwert von 21,3 Punkten, gefolgt vom

penetrierenden Trauma mit 24,8 Punkten und der Unfallart „Sturz“ mit 26,5 Punkten. Für die Patienten mit Verkehrsunfall ergab sich ein Mittelwert von 27,5 Punkten (vgl. Tabelle 17).

**Tabelle 17: New Injury Severity Score (NISS) der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

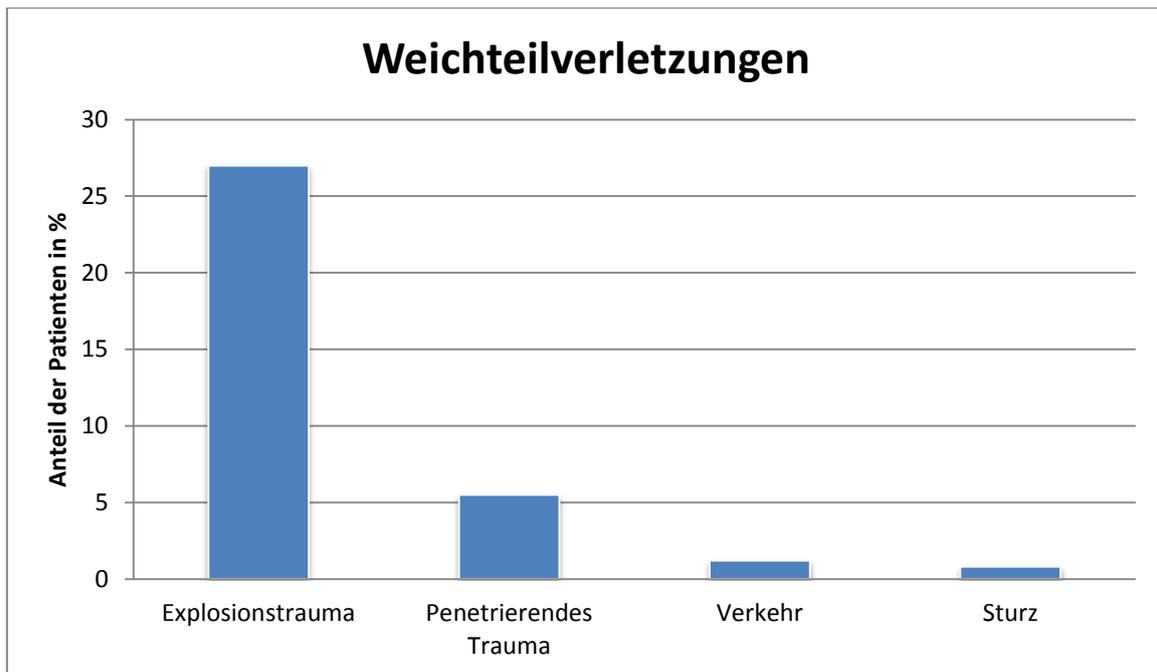
NISS (Punkte)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 137	n = 3865	n = 47581	n = 25850
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	21,3 [18,8-23,8]	24,8 [24,3-25,4]	27,5 [27,4-27,6]	26,5 [26,3-26,7]
Standardabweichung	15,0	17,5	16,0	15,9
Median	17,0	22,0	24,0	24,0

### 3.5.6 Verletzungsmuster

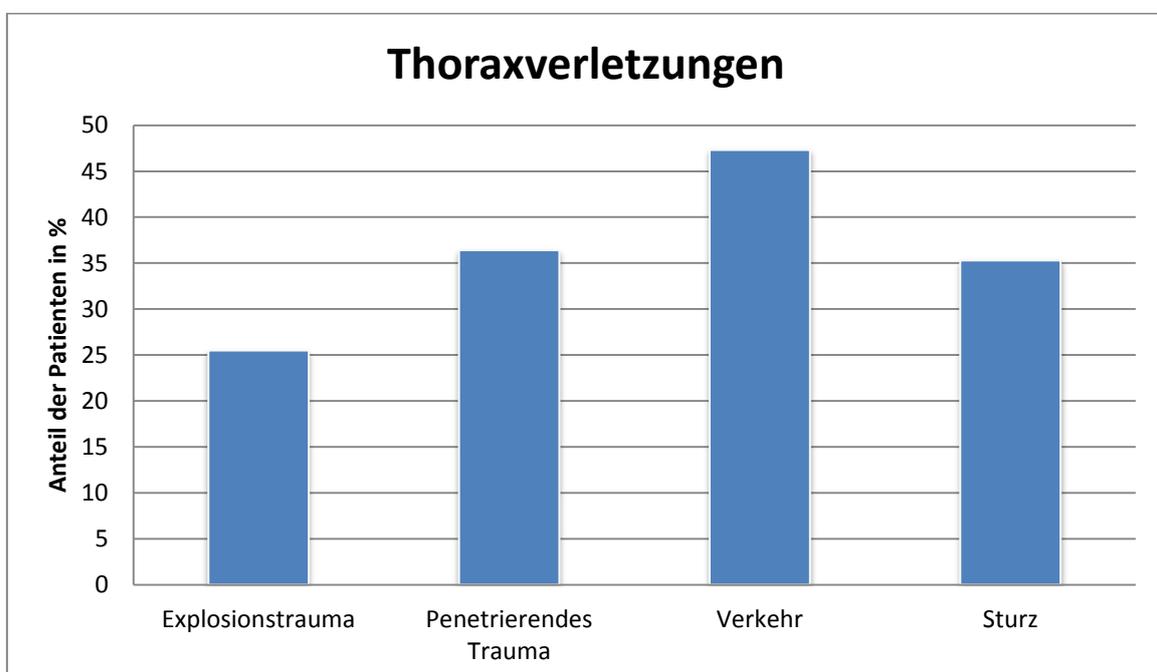
Um darstellen zu können inwiefern sich das Verletzungsmuster in Abhängigkeit der verschiedenen Unfallarten verändert, wurden entsprechend der Kategorisierung im Injury Severity Score sechs Körperregionen verglichen. Hierfür wurden nur Verletzungen berücksichtigt, die mit einem AIS-Schweregrad von 3 oder mehr Punkten als schwer einzuordnen sind.

Das häufigste Verletzungsmuster des Explosionstraumas waren die Weichteilverletzungen. Mit einem Anteil von 27% [19,6-34,4] aller Patienten mit Explosionstrauma trat diese Art von Verletzung häufiger auf als in den Vergleichskollektiven (vgl. Abbildung 10).

Thoraxverletzungen waren in der Gruppe der Explosionstraumata mit 25,5% [18,2-32,8] das zweithäufigste Verletzungsmuster. Im Vergleich zeigt sich jedoch, dass der Anteil der Thoraxverletzungen bei den anderen Unfallarten höher war. Bei Patienten mit Verkehrsunfall sind sie mit 47,3% [46,9-47,7] das führende Verletzungsmuster (vgl. Abbildung 11).

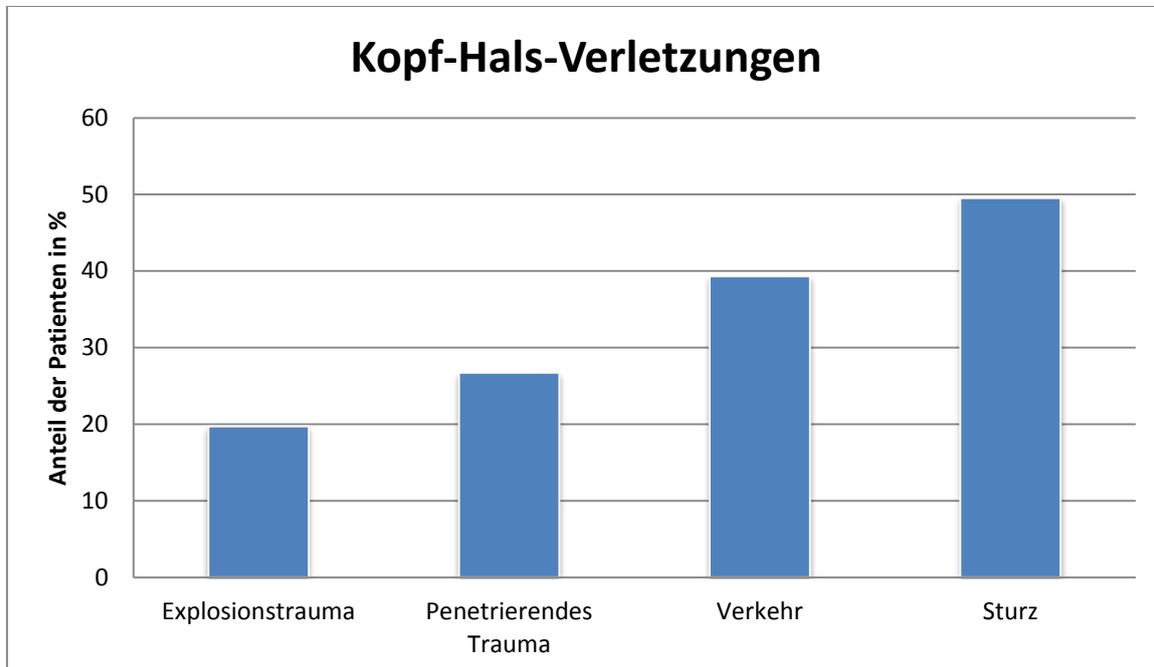


**Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung von Weichteilverletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**



**Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung von Thoraxverletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

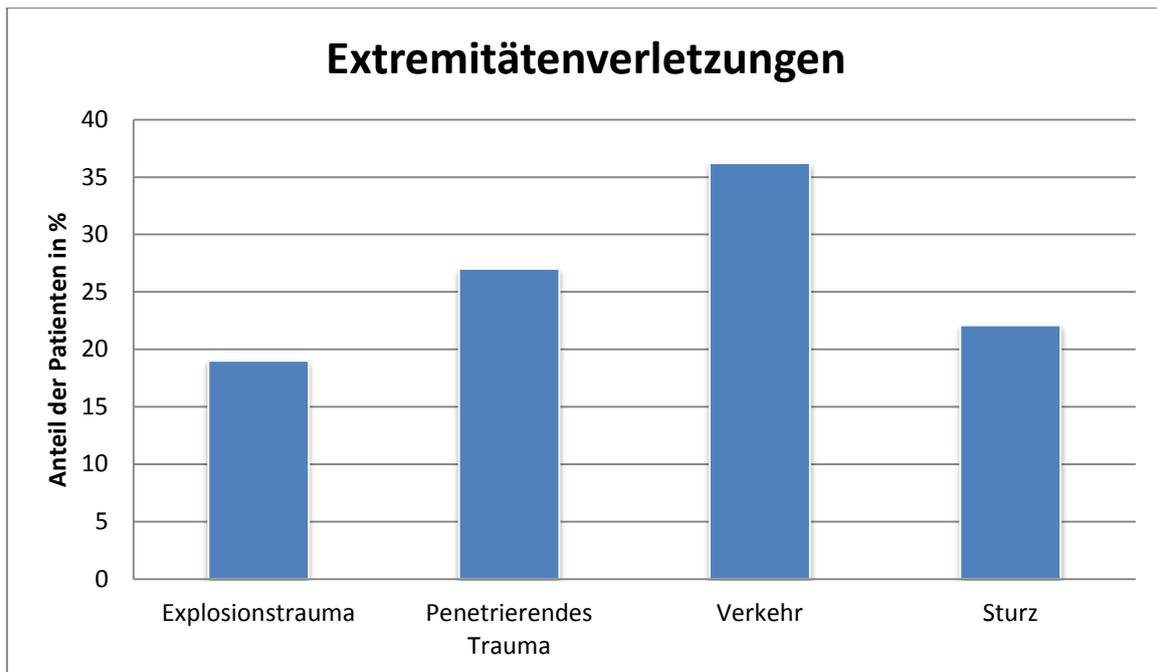
Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich betrafen die Patienten nach Explosionstrauma mit einem Anteil von 19,7% [13,0-26,4]. Mit 49,5% [48,9-50,1] der Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich war der Sturz die führende Ursache (vgl. Abbildung 12).



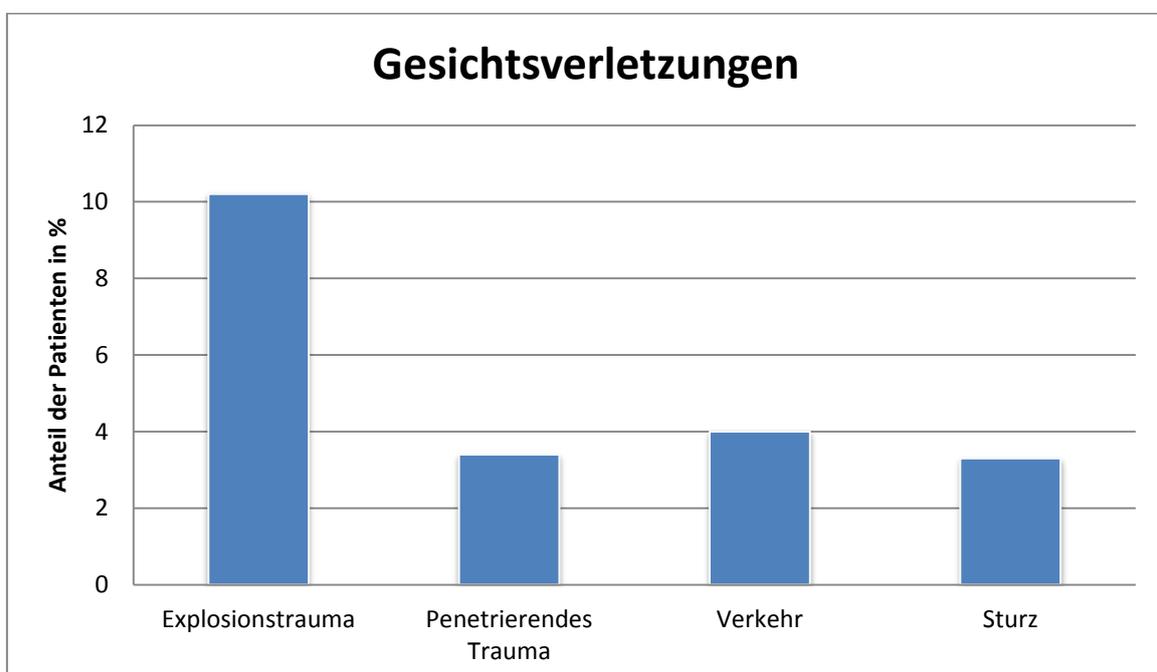
**Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung von Kopf-Hals-Verletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Bei einem Anteil von 19% [12,4-25,6] der Patienten mit Explosionstrauma fanden sich Extremitätenverletzungen. Die genauere Betrachtung zeigt, dass die obere Extremität bei 73% (19/26) und die untere Extremität bei 46% (12/26) der Patienten mit Extremitätentrauma nach Explosion betroffen war. Die Extremitätenverletzungen nahmen bei den Patienten nach Verkehrsunfall mit 36,2% [35,8-36,6] den größten Anteil ein (vgl. Abbildung 13).

Nur 10,2% [5,1-15,3] der Patienten hatten nach einem Explosionstrauma Verletzungen im Gesicht. Verglichen mit den anderen Patientenkollektiven hatten die Explosionstraumata jedoch den höchsten Anteil an Gesichtsverletzungen (vgl. Abbildung 14).

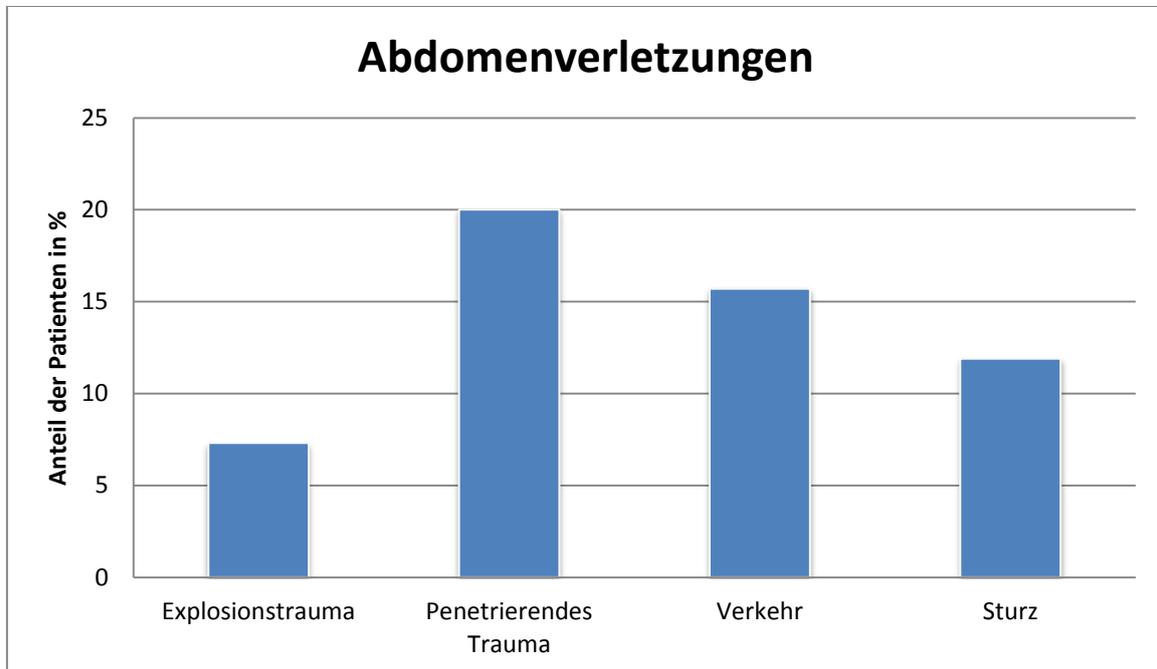


**Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung von Extremitätenverletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**



**Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung von Gesichtsverletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Das Explosionstrauma wies mit 7,3% [2,9-11,7] den geringsten Anteil an Abdomenverletzungen auf. Hier waren die penetrierenden Traumen mit 20% [18,7-21,3] führend (vgl. Abbildung 15).



**Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung von Abdomenverletzungen (AIS-Schweregrad  $\geq 3$ ) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien (AIS=Abbreviated Injury Scale, n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.5.7 Präklinische Therapie

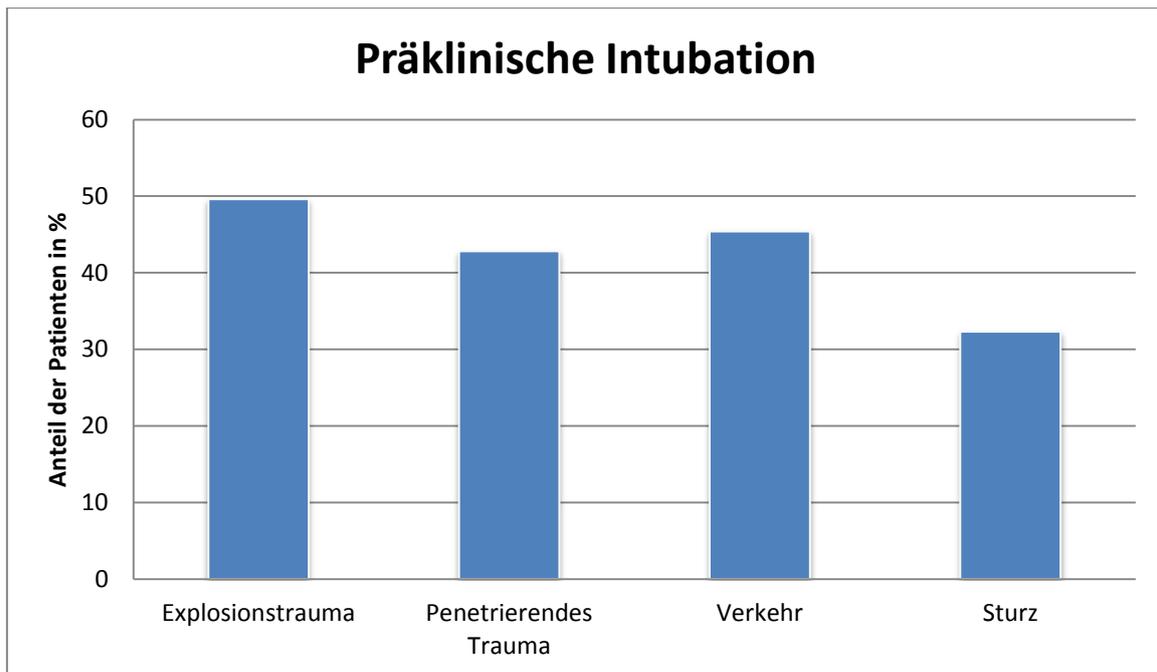
Um die präklinische Volumentherapie der einzelnen Patientenkollektive zu vergleichen wurde die Summe kristalloider, kolloider und hyperonkotischer bzw. hyperosmolarer Lösungen ermittelt. Die Patienten mit penetrierendem Trauma bekamen mit durchschnittlich 1338 ml die höchste Menge an Volumen infundiert. Bei der Volumentherapie von Verkehrsunfällen und Explosionstraumata lag der Mittelwert bei 1307 ml und 1244 ml. Sturzpatienten erhielten in der präklinischen Phase das geringste Volumen. Es lag bei einem Durchschnittswert von 904 ml (vgl. Tabelle 18).

**Tabelle 18: Volumengabe der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien in der präklinischen Versorgung (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

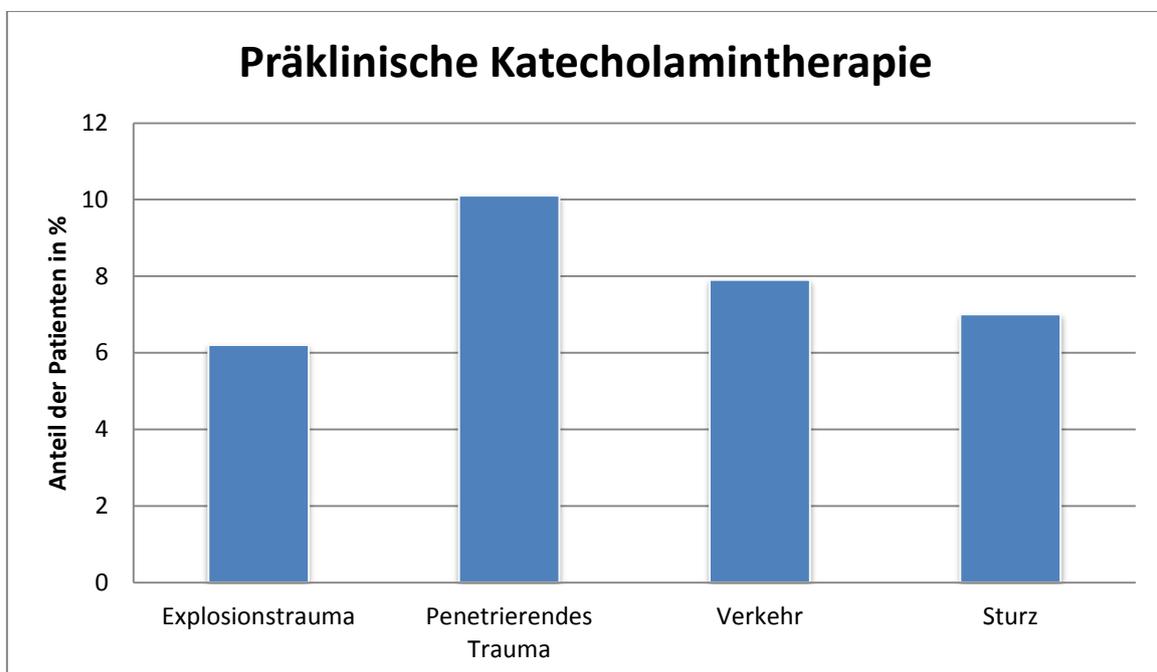
Volumengabe (ml)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 108	n = 3175	n = 38915	n = 18991
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	1244 [1066-1423]	1338 [1302-1374]	1307 [1297-1317]	904 [894-914]
Standardabweichung	946	1036	981	723
Median	1000	1000	1000	500

Der Anteil präklinisch intubierter Patienten lag in dem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma bei 49,6% [40,5-58,7]. Von den Patienten mit penetrierendem Trauma wurden 42,8% [41,1-44,5] in der präklinischen Phase intubiert. Bei den Unfallarten „Verkehr“ und „Sturz“ wurde in 45,4% [44,9-45,9] und in 32,3% [31,7-32,9] der Fälle eine Intubation eingeleitet. Das Explosionstrauma war somit im Vergleich die Unfallursache, bei der am häufigsten eine Indikation zur Intubation gestellt wurde (vgl. Abbildung 16).

Vergleicht man die Patientengruppen in Bezug auf den Einsatz von Katecholaminen in der präklinischen Versorgung war der Anteil von 10,1% [9,0-11,2] der Patienten mit penetrierendem Trauma führend. Die Patienten mit Verkehrsunfall erhielten in 7,9% [7,6-8,2] der Fälle eine Katecholamintherapie, die Sturzpatienten in 7,0% [6,6-7,4] der Fälle. Der Anteil der Patienten, denen nach einem Explosionstrauma Katecholamine verabreicht wurden war mit 6,2% [0,9-11,5] am geringsten (vgl. Abbildung 17).

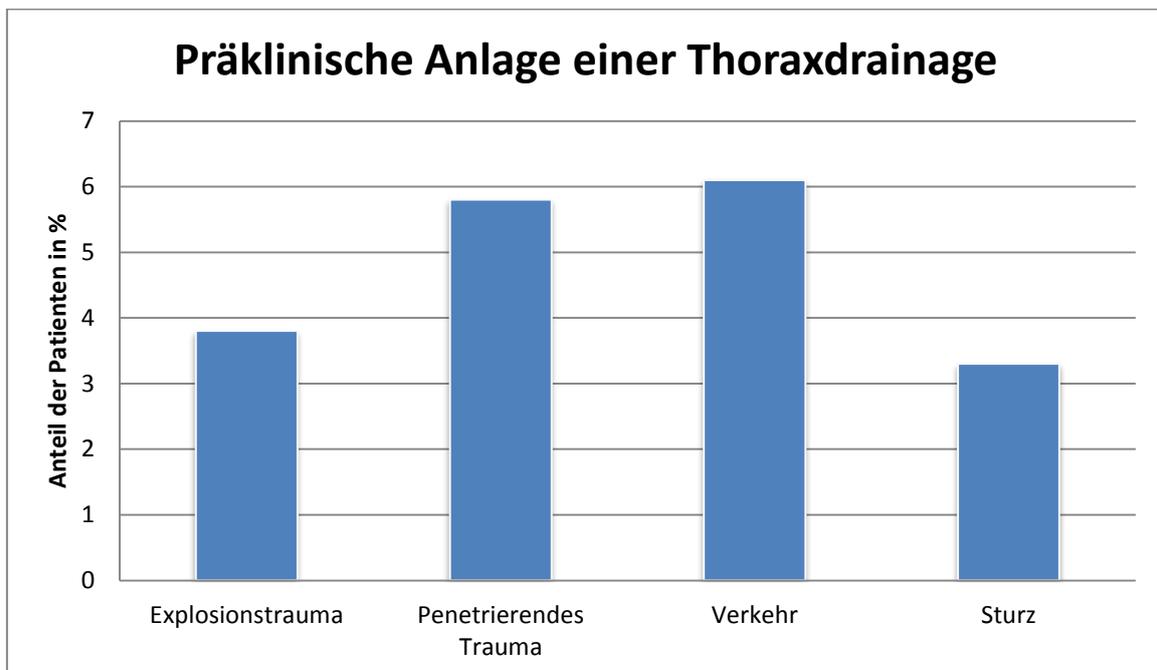


**Abbildung 16:** Häufigkeitsverteilung einer präklinischen Intubation in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=117), Penetrierendes Trauma (n=3418), Verkehr (n=41200) und Sturz (n=21160) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)



**Abbildung 17:** Häufigkeitsverteilung einer präklinischen Katecholamintherapie in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=80), Penetrierendes Trauma (n=2702), Verkehr (n=31053) und Sturz (n=14486) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

Während der präklinischen Versorgungszeit wurde ein Anteil von 6,1% [5,8-6,4] der Patienten nach Verkehrsunfall mit einer Thoraxdrainage versorgt. Beim penetrierenden Trauma betrug der Anteil der Patienten mit Anlage einer Thoraxdrainage 5,8% [4,9-6,7], beim Explosionstrauma 3,8% [-0,4-8,0] und nach Sturz 3,3% [3,0-3,6] (vgl. Abbildung 18).

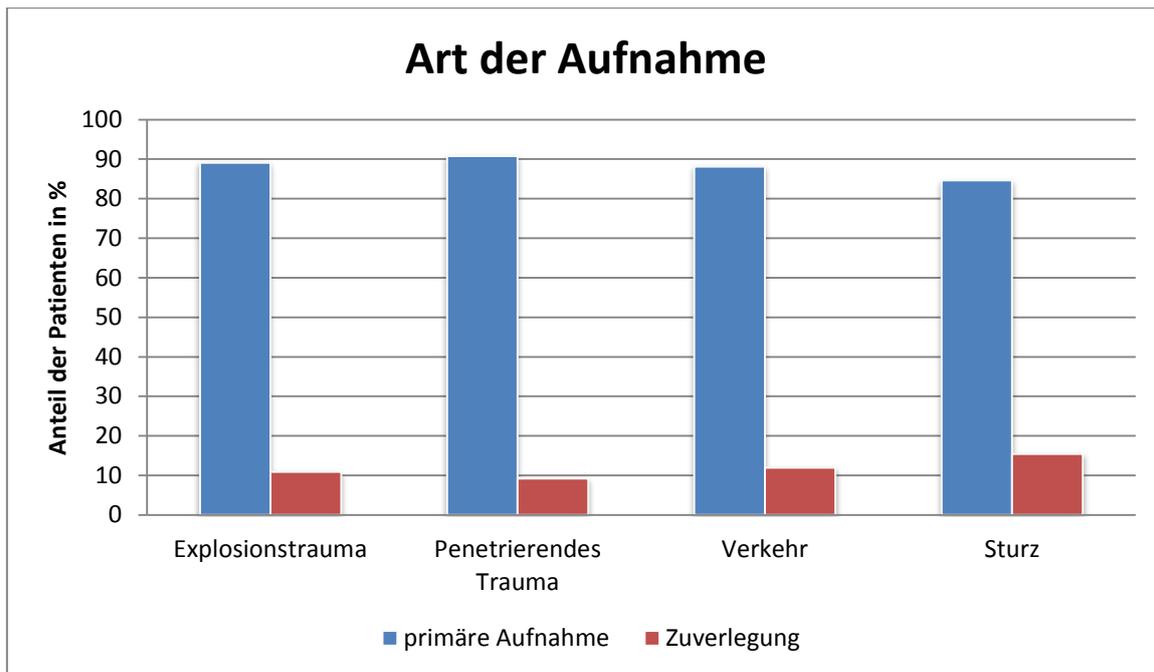


**Abbildung 18:** Häufigkeitsverteilung einer präklinischen Anlage einer Thoraxdrainage in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=80), Penetrierendes Trauma (n=2702), Verkehr (31053) und Sturz (n=14487) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

### 3.6 Notaufnahme und Schockraum

#### 3.6.1 Art der Aufnahme

Die Aufnahme eines Patienten in der Klinik kann auf zwei Arten erfolgen: die Zuverlegung des Patienten aus einem anderem Krankenhaus und die primäre Aufnahme des Patienten. In allen verglichenen Patientenkollektiven wurde der Großteil der Patienten primär in die endversorgende Klinik aufgenommen. Mit 90,8% [89,9-91,7] aller Patienten mit penetrierendem Trauma war der Anteil der primären Aufnahme am höchsten und wurde gefolgt von 89,1% [83,9-94,3] der Patienten mit Explosionstrauma, 88,1% [87,8-88,4] der Patienten mit Verkehrsunfall und 84,6% [84,2-85,0] der Patienten mit Sturz (vgl. Abbildung 19).



**Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Aufnahmearten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

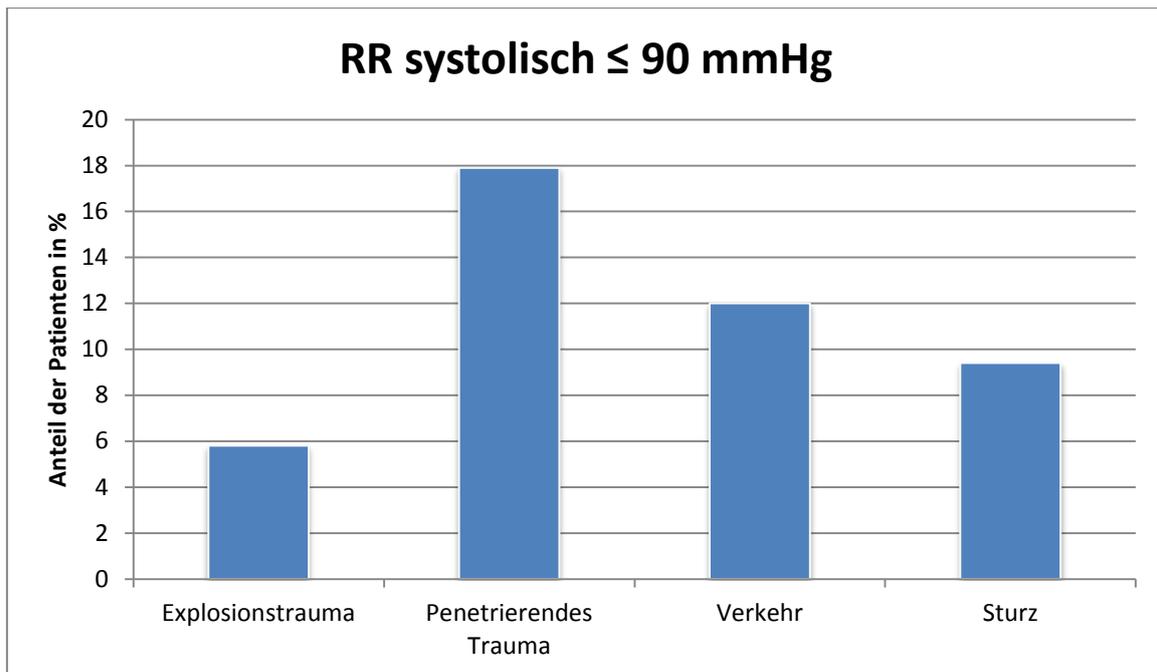
### 3.6.2 Vitalparameter bei Aufnahme

Vergleicht man die präklinisch gemessenen systolischen Blutdruckwerte mit denen zum Zeitpunkt der Aufnahme des Patienten in der Klinik, zeigte sich beim Explosionstrauma ein Abfall des systolischen Blutdrucks auf durchschnittlich 129 mmHg. In allen Vergleichskollektiven war im Gegensatz dazu eine Zunahme des systolischen Blutdrucks zu erkennen. Bei Eintreffen in der Klinik waren es die Patienten mit Sturz und Explosionstrauma, die mit durchschnittlich 129 mmHg den höchsten systolischen Blutdruck aufwiesen. Der systolische Blutdruck der Patienten nach Verkehrsunfall lag bei Klinikaufnahme im Durchschnitt bei 124 mmHg. Bei den Patienten mit penetrierendem Trauma wurde wie bereits präklinisch im Vergleich der niedrigste systolische Blutdruck gemessen. Er betrug durchschnittlich 118 mmHg (vgl. Tabelle 19).

**Tabelle 19: Systolischer Blutdruck der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien bei Aufnahme in der Klinik (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

RR systolisch (mmHg)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 121	n = 3433	n = 43221	n = 23035
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	129 [124-133]	118 [117-119]	124 [123-124]	129 [129-129]
Standardabweichung	26	33	30	30
Median	127	120	120	130

Im Vergleich zum präklinischen Setting, befindet sich zum Zeitpunkt des Eintreffens in der Notaufnahme ein geringerer Anteil aller Patientenkollektive im Schock (RR  $\leq$  90 mmHg). Die Häufigkeitsverteilung der Patienten ähnelt derer präklinisch. Das Explosionstrauma ist mit 5,8% [1,6-10,0] die Unfallursache mit dem geringsten Anteil der Patienten im Schock. Den größten Anteil an Schockpatienten weist das penetrierende Trauma mit 17,9% [16,6-19,2] auf. In den Vergleichskollektiven „Verkehrsunfall“ und „Sturz“ liegt der Anteil der Patienten mit einem Blutdruckwert  $\leq$  90 mmHg bei 12% [11,7-12,3] und 9,4% [9,0-9,8] (vgl. Abbildung 20).



**Abbildung 20: Häufigkeitsverteilung eines Schocks (RR systolisch  $\leq$  90 mmHg) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=121), Penetrierendes Trauma (n=3433), Verkehr (n=43221) und Sturz (n=23035) aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien bei Aufnahme in der Klinik (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Betrachtet man die Herzfrequenzen zum Zeitpunkt der Aufnahme in der Klinik zeigte sich in allen Patientengruppen ein Abfall gegenüber der präklinisch bestimmten Herzfrequenz. Die größte Frequenzabnahme war bei den Patienten mit Explosionstrauma zu beobachten. Die Herzfrequenz betrug in dieser Patientengruppe bei Aufnahme durchschnittlich 88 Schläge pro Minute. Bei Patienten mit penetrierendem Trauma betrug die Herzfrequenz bei Klinikaufnahme im Mittel 92 Schläge pro Minute, bei den Patienten mit Verkehrsunfall 90 Schläge pro Minute und bei den Patienten mit Sturz 88 Schläge pro Minute (vgl. Tabelle 20).

**Tabelle 20: Herzfrequenz der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> unter Anwendung der Einschlusskriterien bei Aufnahme in der Klinik (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Herzfrequenz (Schläge/min)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 83	n = 2717	n = 33097	n = 16295
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	88 [83-93]	92 [91-93]	90 [90-90]	88 [87-88]
Standardabweichung	23	24	21	22
Median	88	90	90	86

### 3.6.3 Labor

Die folgende Tabelle 21 zeigt eine Auswahl der im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> dokumentierten Laborparameter bei Aufnahme:

**Tabelle 21: Laborparameter der Patientenkollektive Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien bei Aufnahme in der Klinik (n = Anzahl dokumentierter Werte, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Hb = Hämoglobin, PTT = partielle Thromboplastinzeit, TPZ = Thromboplastinzeit, BE = Base Excess, CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Laborparameter	Explosionstrauma		Penetrierendes Trauma		Verkehr		Sturz	
	n	MW [CI <sub>95</sub> ] ± SD	n	MW [CI <sub>95</sub> ] ± SD	n	MW [CI <sub>95</sub> ] ± SD	n	MW [CI <sub>95</sub> ] ± SD
Hb (g/dl)	119	12,5 [12,0-12,9] ± 2,6	3429	11,5 [11,4-11,6] ± 3,0	43899	12,0 [12,0-12,1] ± 2,8	23556	12,6 [12,5-12,6] ± 2,5
PTT (sec)	66	34 [29-39] ± 20	2036	35 [34-36] ± 21	25473	34 [34-35] ± 20	13071	32 [32-33] ± 17
TPZ (Quick) (%)	107	84 [80-88] ± 22	3107	79 [78-79] ± 23	40409	81 [80,6-81,0] ± 22	21835	84 [84-84] ± 23
BE (mmol/l)	74	-2,5 [-3,2- -1,7] ± 3,2	2034	-3,8 [-4,1- -3,6] ± 5,8	24978	-2,6 [-2,7- -2,6] ± 4,8	12387	-2,2 [-2,3- -2,1] ± 4,7

Der Referenzbereich des Hämoglobin (Hb)-Wertes ist abhängig vom Geschlecht und beträgt bei Männern 14-18 g/dl und bei Frauen 12-16 g/dl. Das penetrierende Trauma zeigte mit einem durchschnittlichen Hb von 11,5 g/dl (Median: 12,7) den niedrigsten Wert. Bei den Patienten mit der Unfallursache „Sturz“ lag der mittlere Hb-Wert mit 12,6 g/dl (Median: 11,9) im Vergleich am höchsten. Dazwischen lagen mit im Mittel 12,0 g/dl (Median: 12,4) die Patienten mit Verkehrstrauma und mit 12,5 g/dl (Median: 12,7) die Patienten mit Explosionstrauma.

Die Mittelwerte der partiellen Thromboplastinzeit (PTT) aller Vergleichskollektive lagen im Normbereich von 28-40 Sekunden. Die mittlere PTT der Sturzpatienten

war mit 32 sec (Median: 29) am kürzesten, gefolgt von den Explosionstraumata mit 34 sec (Median: 28), den Verkehrstraumata mit 34 sec (Median: 30) und den penetrierenden Traumata mit 35 sec (Median: 30).

Betrachtet man die Thromboplastinzeit (TPZ) der einzelnen Kollektive, lagen auch hier alle Mittelwerte im Normbereich von 70-120 Prozent. Der Quick-Wert der Patienten mit penetrierendem Trauma war mit durchschnittlich 79% (Median: 83) am niedrigsten. Bei den Patienten mit Verkehrstrauma lag der durchschnittliche Quick-Wert bei 81% (Median: 85). Die höchsten Quick-Werte hatten die Patienten mit Sturz und Explosionstrauma. Er lag sowohl bei den Patienten mit Sturz durchschnittlich bei 84% (Median: 89), als auch bei den Patienten mit Explosionstrauma im Mittel bei 84% (Median: 87).

Der Base Excess hat einen Referenzbereich von -3 bis +3 mmol/l. Vergleicht man die verschiedenen Patientengruppen, fällt nur der Mittelwert der Patienten mit penetrierendem Trauma aus diesem Referenzbereich heraus. Mit einem mittleren Base Excess von -3,8 (Median: -2,9) zeigte das penetrierende Trauma somit eine stark negative Basenabweichung und kennzeichnet eine metabolische Azidose. Die übrigen Patientengruppen lagen mit ihren Mittelwerten im Referenzbereich. Der durchschnittliche Base Excess lag bei den Sturzpationen bei -2,2 (Median: -1,6), bei den Patienten mit Explosionstrauma bei -2,5 (Median: -1,8) und bei den Patienten nach Verkehrsunfall bei -2,6 (Median: -2,0).

#### 3.6.4 Therapie

Während der Versorgung im Schockraum belief sich die Volumentherapie der Patienten mit penetrierendem Trauma auf durchschnittlich 2445 ml und war gegenüber den Vergleichskollektiven am höchsten.

Die geringste Menge an Volumen erhielten die Patienten mit der Unfallart „Sturz“. Sie bekamen im Laufe der Schockraumversorgung im Mittel 1613 ml Volumen infundiert. Bei den Explosionstraumata lag die Menge des substituierten Volumens im Durchschnitt bei 2415 ml und bei den Patienten mit Verkehrsunfall betrug der Mittelwert 2220 ml (vgl. Tabelle 22).

**Tabelle 22: Volumengabe in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien im Laufe der Schockraumversorgung (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Volumengabe (ml)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 76	n = 2550	n = 31188	n = 15243
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	2415 [1957-2873]	2445 [2337-2554]	2220 [2192-2248]	1613 [1580-1646]
Standardabweichung	2038	2804	2504	2113
Median	1750	1500	1500	1000

### 3.6.5 Dauer der Schockraumversorgung

Das Verkehrstrauma erforderte im Vergleich die längste Versorgungszeit. Sie lag im Mittel bei 71 Minuten. Die kürzeste Dauer der Schockraumversorgung zeigte sich bei den Patienten mit penetrierendem Trauma. Sie war nach durchschnittlich 58 Minuten beendet. Dazwischen lagen die Sturzpatienten mit einer mittleren Versorgungsdauer von 70 Minuten und die Patienten nach Explosionstrauma, deren Versorgung im Schockraum im Durchschnitt 66 Minuten dauerte.

Ob die Schockraumdiagnostik zu diesem Zeitpunkt regulär beendet war oder nicht, wurde hier nicht unterschieden (vgl. Tabelle 23).

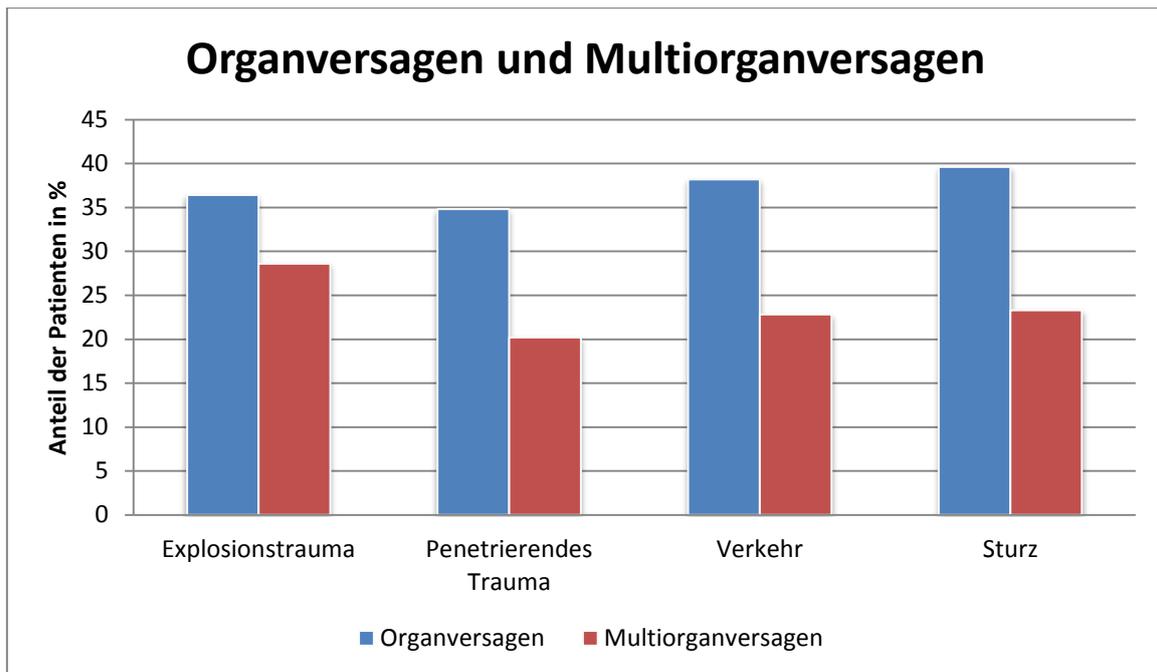
**Tabelle 23: Versorgungsdauer im Schockraum in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien ( $CI_{95}$  = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Dauer der Schockraumversorgung (min)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 79	n = 2216	n = 24882	n = 13589
Mittelwert [ $CI_{95}$ ]	66 [57-75]	58 [56-59]	71 [71-72]	70 [69-71]
Standardabweichung	41	42	46	48
Median	55	46	60	55

### 3.7 Intensivstation

#### 3.7.1 Organversagen und Multiorganversagen

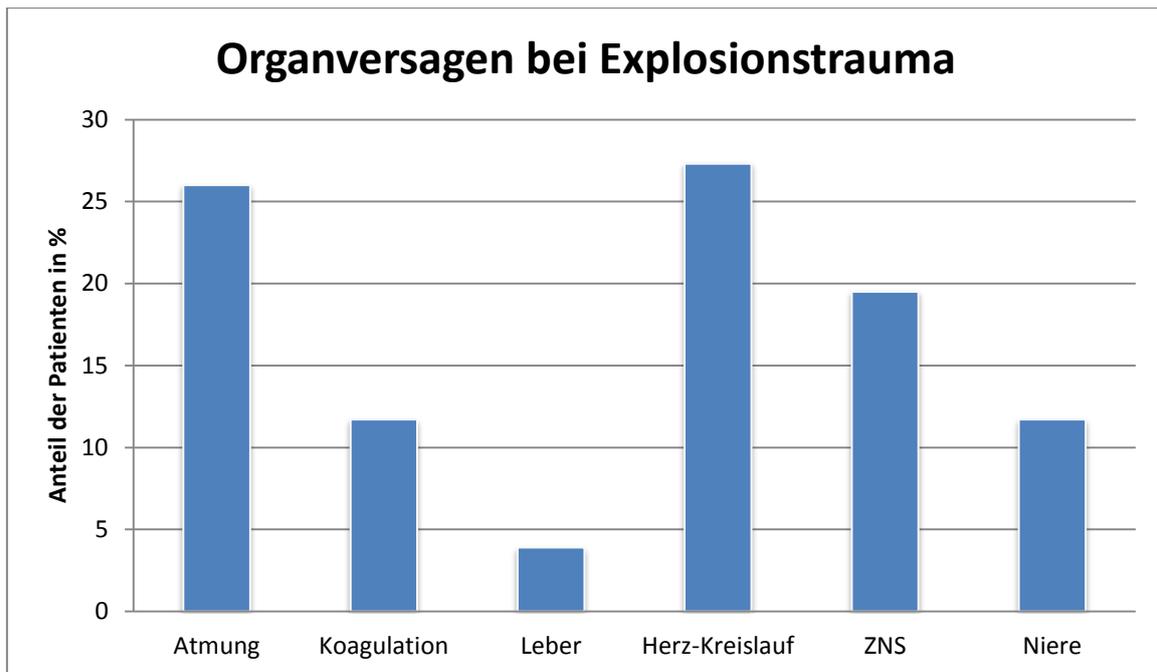
Bei insgesamt 36,4% [25,7-47,1] der Patienten nach Explosionstrauma trat im Verlauf ein Organversagen auf. Im Vergleich zeigt sich, dass in der Patientengruppe mit penetrierendem Trauma ein Organversagen mit einem etwas geringeren Anteil von 34,8% [33,0-36,6] vorkam. Die Patienten mit den Unfallarten „Verkehr“ und „Sturz“ hingegen waren mit 38,2% [37,7-38,7] und 39,6% [38,8-40,4] der Fälle häufiger von dieser Komplikation betroffen. Untersucht man das Vorkommen eines Multiorganversagens, zeigt sich ebenfalls, dass die Patienten mit penetrierendem Trauma im Vergleich mit 20,2% [18,7-21,7] den geringsten Anteil Betroffener aufweist. Auch hier sind die Anteile der Patienten, die ein Multiorganversagen entwickelten bei den Patientengruppen „Verkehr“ und „Sturz“ mit 22,8% [22,3-23,3] und 23,3% [22,6-24,0] höher. Anders als beim singulären Organversagen nimmt beim Multiorganversagen das Explosionstrauma mit 28,6% [18,5-38,7] den größten Anteil der Patienten ein (vgl. Abbildung 21).



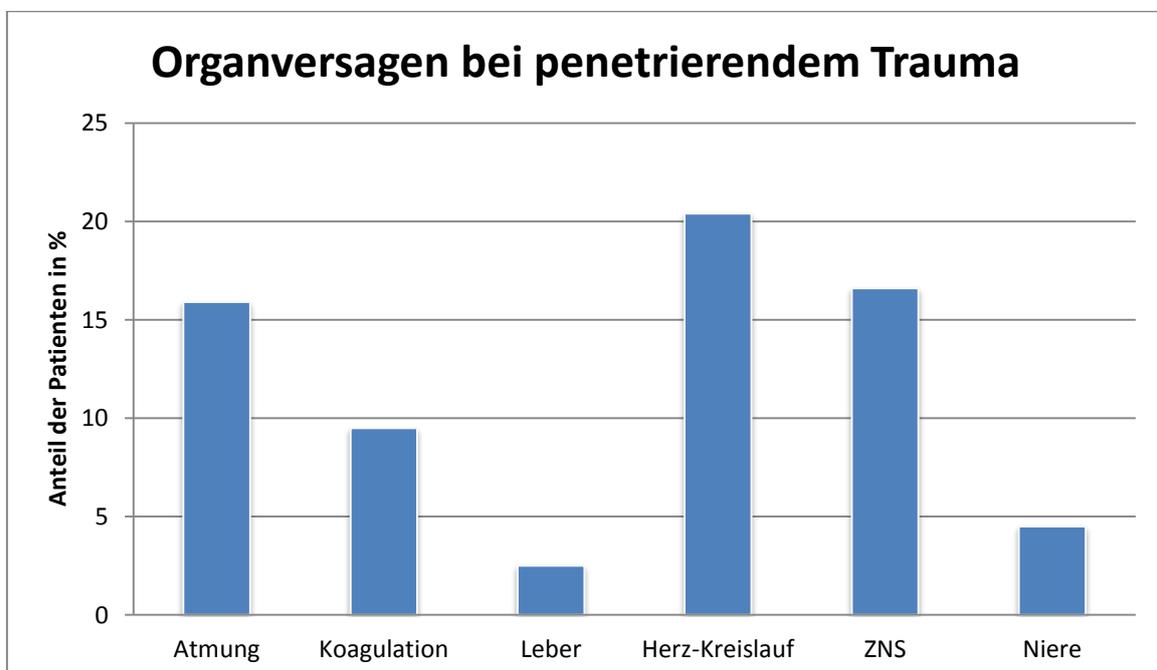
**Abbildung 21: Anteil eines Organversagens und Multiorganversagens in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=77), Penetrierendes Trauma (n=2580), Verkehr (n=31579) und Sturz (n=15757) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Für jedes Vergleichskollektiv wurden die einzelnen Organsysteme näher betrachtet. Am häufigsten zeigte sich beim Explosionstrauma mit 27,3% [17,3-37,3] ein Organversagen des Herz-Kreislauf-Systems und mit 26,0% [16,2-35,8] ein Lungenversagen. Mit abnehmender Häufigkeit folgte das Organversagen des ZNS mit 19,5% [10,7-28,3] sowie ein Koagulations- und Nierenversagen mit jeweils 11,7% [4,5-18,9]. Das Leberversagen nahm mit 3,9% [-0,4-8,2] den kleinsten Anteil ein (vgl. Abbildung 22).

Bei den Patienten mit penetrierendem Trauma war das Herz-Kreislauf-System das Organsystem, bei dem mit 20,4% [18,8-22,0] die Komplikation eines Organversagens am häufigsten auftrat. Das ZNS und die Lunge waren mit einem Anteil von 16,6% [15,2-18,0] und 15,9% [14,5-17,3] betroffen. Seltener entwickelten sich ein Koagulationsversagen mit 9,5% [8,4-10,6], ein Nierenversagen mit 4,5% [3,7-5,3] und ein Organversagen der Leber mit 2,5% [1,9-3,1] (vgl. Abbildung 23).

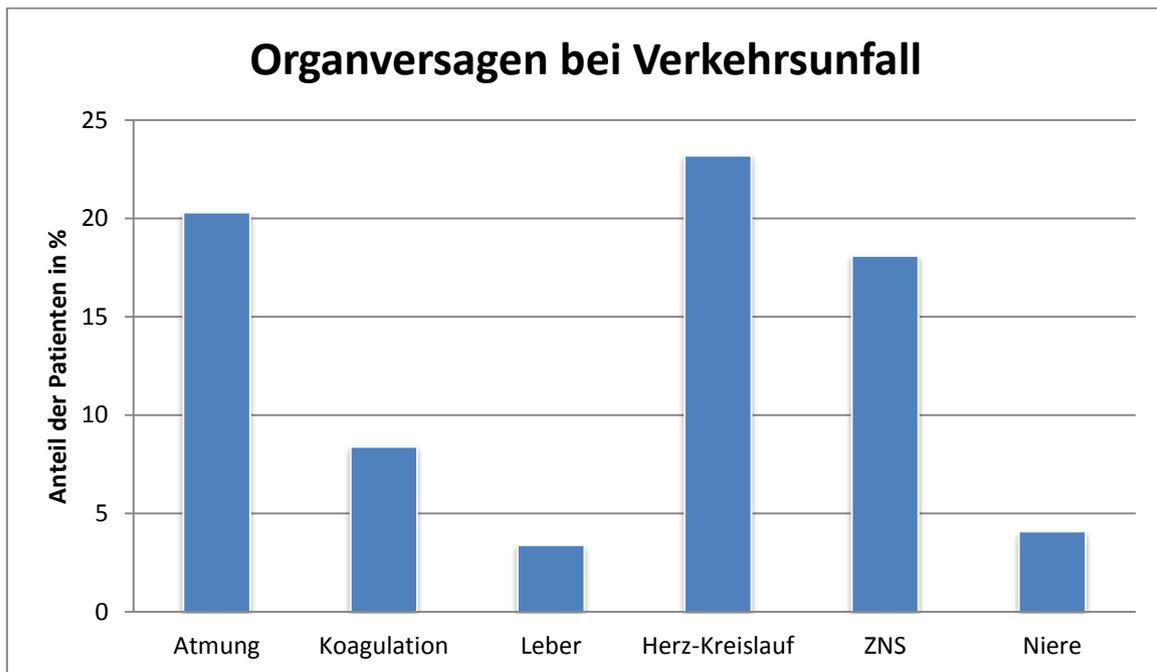


**Abbildung 22:** Häufigkeitsverteilung eines Organversagens der verschiedenen Organsysteme in dem Patientenkollektiv Explosionstrauma (n=77) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)



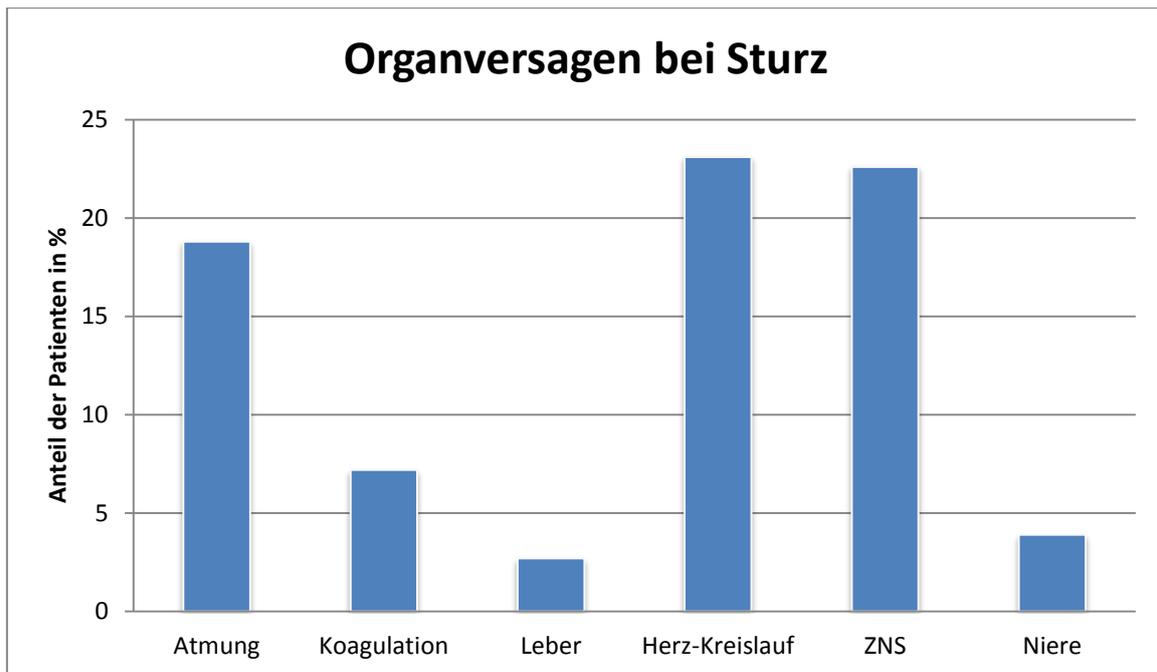
**Abbildung 23:** Häufigkeitsverteilung eines Organversagens der verschiedenen Organsysteme in dem Patientenkollektiv Penetrierendes Trauma (n=2577) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

Die Organsysteme, die nach Verkehrsunfällen am häufigsten von einem Organversagen betroffen waren, sind das Herz-Kreislauf-System mit 23,2% [22,7-23,7], die Lunge mit 20,3% [19,9-20,7] und das ZNS mit 18,1% [17,7-18,5]. Zu einem geringeren Anteil entwickelten sich ein Koagulationsversagen mit 8,4% [8,1-8,7], ein Nierenversagen mit 4,1% [3,9-4,3] und ein Leberversagen mit 3,4% [3,2-3,6] (vgl. Abbildung 24).



**Abbildung 24: Häufigkeitsverteilung eines Organversagens der verschiedenen Organsysteme in dem Patientenkollektiv Verkehr (n=31569) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

Die Patientengruppe mit der Unfallart „Sturz“ war mit einem Anteil von 23,1% [22,4-23,8] am häufigsten von einem Organversagen des Herz-Kreislauf-Systems betroffen. Direkt danach folgte das ZNS, das in 22,6% [21,9-23,3] der Fälle ein Organversagen entwickelte. Ein Lungenversagen trat in 18,8% [18,2-19,4] der Fälle auf. Geringere Anteile nahmen das Koagulationsversagen mit 7,2% [6,8-7,6] sowie das Nieren- und Leberversagen mit einem Anteil von 3,9% [3,6-4,2] und 2,7% [2,4-3,0] ein (vgl. Abbildung 25).



**Abbildung 25:** Häufigkeitsverteilung eines Organversagens der verschiedenen Organsysteme in dem Patientenkollektiv Sturz (n=15749) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

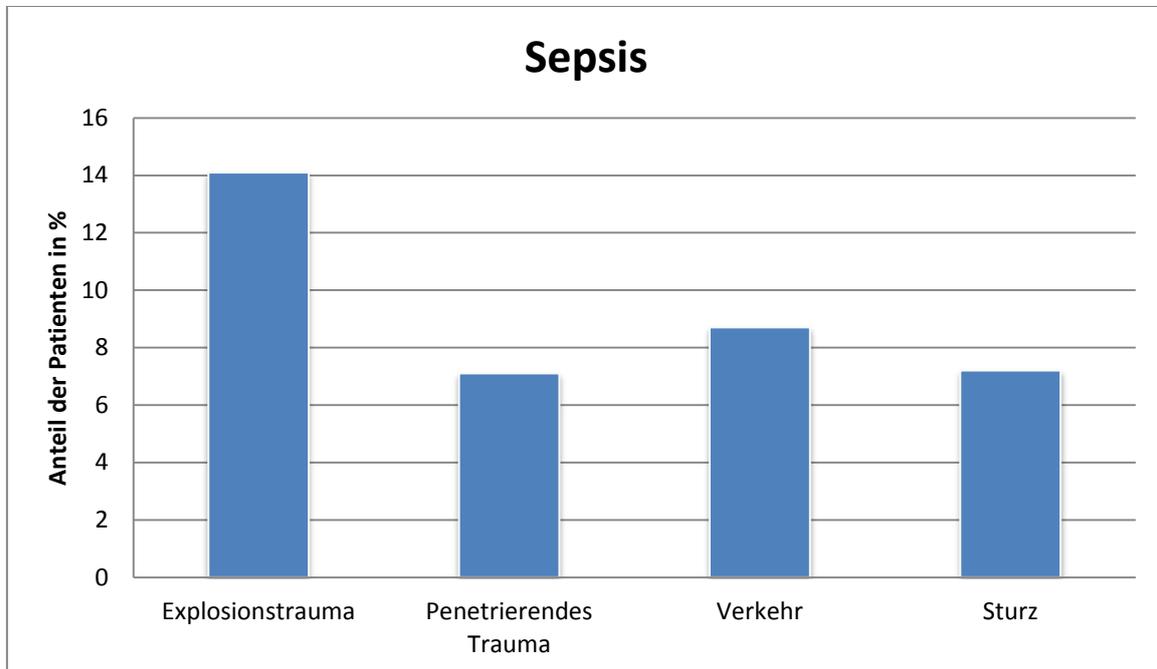
Im Vergleich zeigte sich, dass in allen Patientenkollektiven das Herz-Kreislauf-System am häufigsten von einem Organversagen betroffen war. Bei den Explosionstraumata und Verkehrsunfällen folgten der Häufigkeit nach als nächstes die Lunge und das ZNS, während bei den Patienten mit penetrierendem Trauma und Sturz zunächst das ZNS und dann die Lunge folgten. Die weitere Reihenfolge der Häufigkeit war in allen Vergleichskollektiven wieder identisch. Nach dem Koagulationsversagen kamen das Nieren- und zuletzt das Leberversagen.

Das Explosionstrauma nimmt, mit Ausnahme des ZNS, in allen verglichenen Organsystemen den größten Anteil der Patienten mit dem jeweiligen Organversagen ein. Das ZNS ist in dem Patientenkollektiv mit Sturz am häufigsten von einem Organversagen betroffen.

### 3.7.2 Sepsis

Von den Patienten mit Explosionstrauma entwickelte während der intensivmedizinischen Versorgungsphase ein Anteil von 14,1% [6,4-21,8] eine Sepsis. Betrachtet man die Gruppe der Patienten mit Verkehrsunfall erfüllten hier 8,7% [8,4-9,0] die Kriterien einer Sepsis. In der Vergleichsgruppe mit Sturz befanden sich 7,2% [6,8-7,6] und in der Vergleichsgruppe mit penetrierendem

Trauma 7,1% [6,1-8,1] in einem septischen Zustand. Somit zeigt sich, dass die Entwicklung einer Sepsis nach einem Explosionstrauma bei einem höheren Anteil der Patienten auftritt als in den Vergleichskollektiven (vgl. Abbildung 26).



**Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung einer Sepsis in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=78), Penetrierendes Trauma (n=2560), Verkehr (n=30736) und Sturz (n=15636) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.7.3 Intensivliegezeit

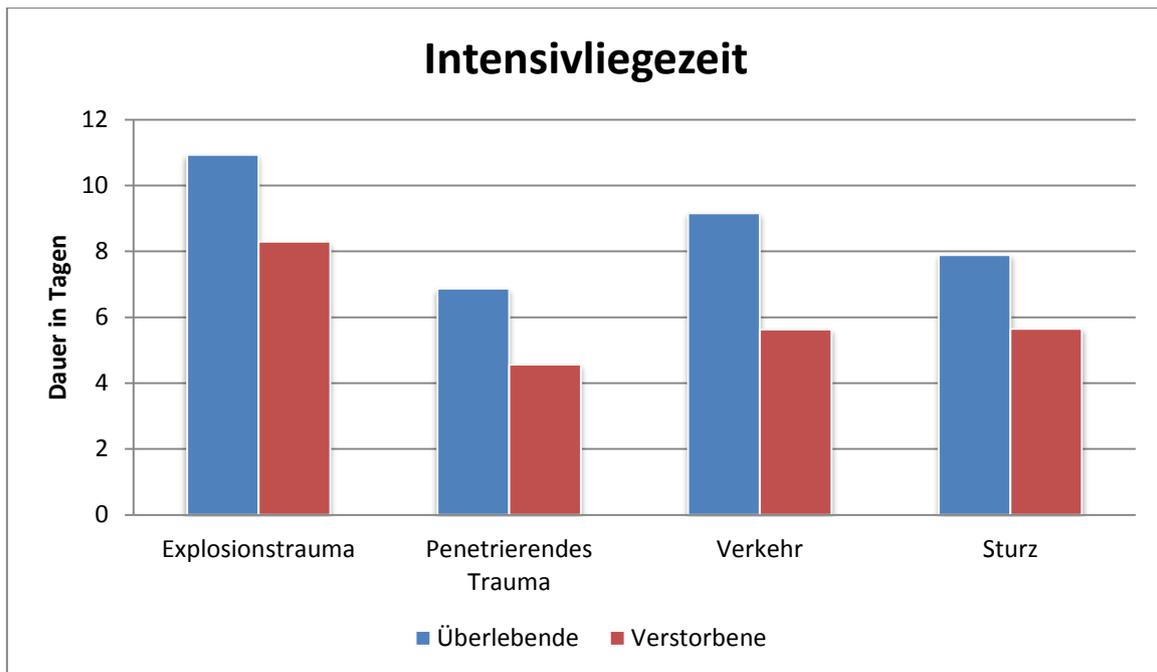
Die intensivmedizinische Versorgung von Explosionstraumata erforderte im Durchschnitt 10,7 Tage. Verglichen mit den Patientenkollektiven mit penetrierendem Trauma, Verkehrsunfall und Sturz zeigt das Explosionstrauma hiermit die insgesamt längste Aufenthaltsdauer auf Intensivstation. In den Vergleichskollektiven belief sich die durchschnittliche Liegedauer auf der Intensivstation auf 8,8 Tage bei den Patienten mit Verkehrsunfall und auf 7,7 Tage bei den Patienten mit Sturz. Die kürzeste Intensivtherapie war mit einer mittleren Verweildauer von 6,5 Tagen in der Patientengruppe mit penetrierendem Trauma erforderlich (vgl. Tabelle 24).

**Tabelle 24: Liegezeit auf Intensivstation in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Intensivliegezeit (Tage)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 136	n = 3864	n = 47561	n = 25847
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	10,7 [7,8-13,6]	6,5 [6,2-6,9]	8,8 [8,7-8,9]	7,7 [7,5-7,8]
Standardabweichung	17,3	11,3	12,7	12,1
Median	4,0	2,0	4,0	3,0

Untersucht man die Dauer der Intensivtherapie in Abhängigkeit vom Überleben des Patienten, zeigt sich bei den Überlebenden gegenüber den Patienten, die im Verlauf verstarben in allen Vergleichskollektiven eine längere Aufenthaltsdauer auf Intensivstation. Die durchschnittliche Liegezeit der Überlebenden betrug bei den Patienten mit Explosionstrauma 10,9 Tage ( $\pm$  18,0, [7,7-14,1], Median: 3,5), bei den Patienten nach Verkehrsunfall 9,2 Tage ( $\pm$  12,8, [9,0-9,3], Median: 4,0) und bei den Patienten nach Sturz und mit penetrierendem Trauma 8,0 Tage ( $\pm$  12,4, [7,8-8,1], Median: 3,0) und 6,9 Tage ( $\pm$  11,1, [6,5-7,3], Median: 3,0).

Wesentlich kürzer war die Aufenthaltsdauer der Patienten, die im Verlauf verstarben. Sie belief sich bei den Explosionstraumata im Mittel auf 8,3 Tage ( $\pm$  10,2, [2,9-13,6], Median: 5,0). Die intensivmedizinische Versorgung der verstorbenen Patienten aus den Kollektiven „Sturz“ und „Verkehr“ erforderte im Durchschnitt 5,7 Tage ( $\pm$  10,3, [5,3-6,0], Median: 2,0) und 5,6 Tage ( $\pm$  11,4, [5,4-5,9], Median: 1,0). Patienten, die ein penetrierendes Trauma erlitten und im Verlauf verstorben waren hatten mit 4,6 Tagen ( $\pm$  12,3, [3,6-5,6], Median: 1,0) die kürzeste Aufenthaltsdauer auf Intensivstation (vgl. Abbildung 27).



**Abbildung 27:** Dauer der Intensivliegezeit überlebender und verstorbener Patienten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=122/14), Penetrierendes Trauma (n=3267/597), Verkehr (n=42102/5459) und Sturz (n=22137/3710) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

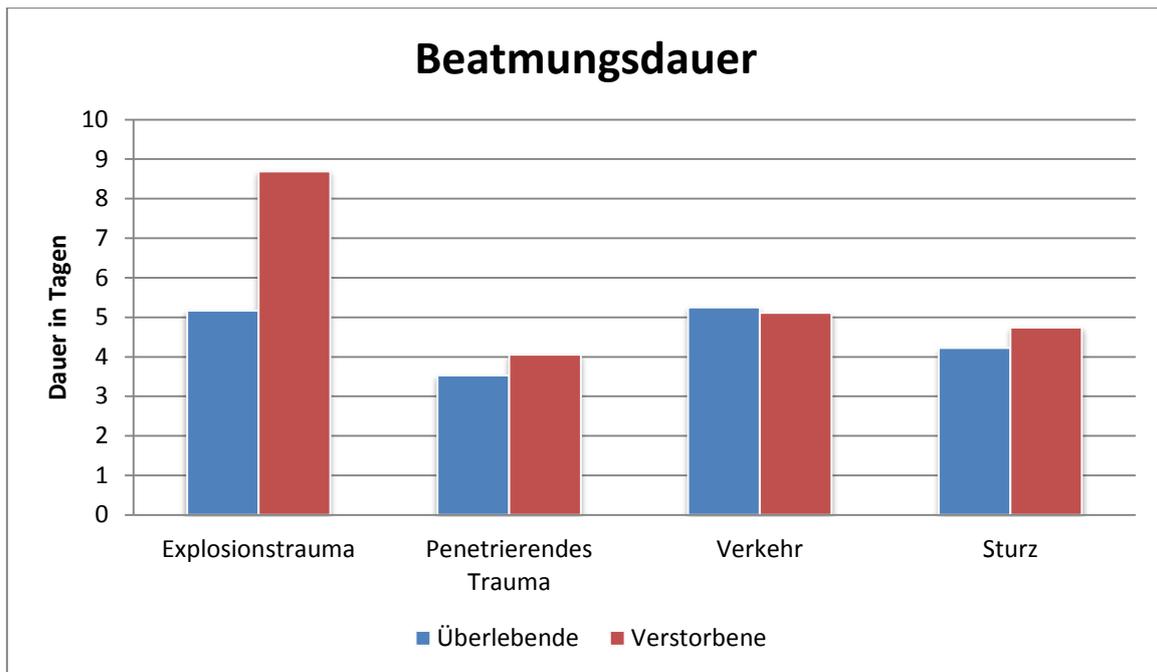
### 3.7.4 Beatmungsdauer

Die längste Beatmungstherapie erfolgte mit einer durchschnittlichen Dauer von 5,5 Tagen bei den Patienten mit Explosionstrauma. Sie unterscheidet sich nicht wesentlich von der Beatmungsdauer des Patientenkollektivs mit Verkehrsunfall, die sich im Durchschnitt auf 5,2 Tage belief. Die Sturzpatienten wurden durchschnittlich für 4,3 Tage mechanisch beatmet. Mit einer mittleren Dauer von 3,6 Tagen war die Beatmungszeit von Patienten mit penetrierendem Trauma am kürzesten (vgl. Tabelle 25).

**Tabelle 25: Beatmungsdauer in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (CI<sub>95</sub> = 95%-Konfidenzintervall) (Zeitraum 1993-2011)**

Beatmungsdauer (Tage)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 134	n = 3840	n = 47245	n = 25630
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	5,5 [3,6-7,4]	3,6 [3,3-3,9]	5,2 [5,1-5,3]	4,3 [4,2-4,4]
Standardabweichung	11,2	8,6	10,0	9,6
Median	1,0	1,0	1,0	0,0

Betrachtet man die Beatmungsdauer der einzelnen Patientenkollektive in Abhängigkeit des Überlebens, so zeigt sich bei den Patientengruppen, die ein Explosionstrauma, ein penetrierendes Trauma oder einen Sturz überlebten eine im Mittel kürzere Beatmungszeit. Die durchschnittliche Beatmungsdauer betrug bei den überlebenden Patienten nach Explosionstrauma 5,2 Tage ( $\pm$  11,3, [3,2-7,2], Median: 1,0), nach Sturz 4,2 Tage ( $\pm$  9,7, [4,1-4,4], Median: 0,0) und nach penetrierendem Trauma 3,5 Tage ( $\pm$  8,2, [3,3-3,8], Median: 1,0). Lediglich die Überlebenden nach Verkehrsunfall wiesen mit einer mittleren Dauer von 5,3 Tagen ( $\pm$  10,0, [5,2-5,4], Median: 1,0) eine gering verlängerte Beatmungszeit gegenüber den an dieser Unfallart verstorbenen Patienten auf. Sie betrug durchschnittlich 5,1 Tage ( $\pm$  10,3, [4,8-5,4], Median: 1,0). Bei den verstorbenen Patienten zeigten insbesondere die Patienten nach Explosionstrauma eine deutlich verlängerte Beatmungszeit. Sie betrug im Mittel 8,7 Tage ( $\pm$  10,5, [3,0-14,4], Median: 5,0). Auch wurden die verstorbenen Patienten der Unfallarten „Penetrierendes Trauma“ und „Sturz“ mit 4,1 Tagen ( $\pm$  10,5, [3,2-4,9], Median: 1,0) und 4,7 Tagen ( $\pm$  9,1, [4,5-5,0], Median: 1,0) durchschnittlich länger beatmet als die überlebenden Patienten derselben Patientengruppe (vgl. Abbildung 28).

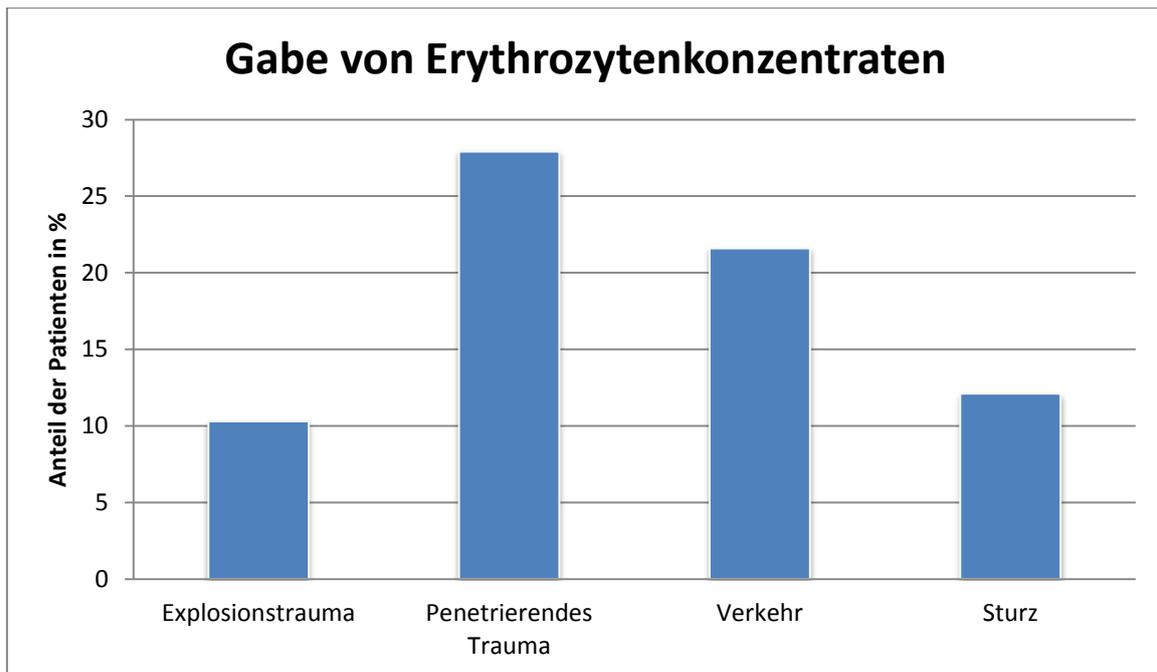


**Abbildung 28: Beatmungsdauer überlebender und verstorbener Patienten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=121/13), Penetrierendes Trauma (n=3244/596), Verkehr (n=41829/5416) und Sturz (n=21960/3670) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

### 3.8 Verlauf

#### 3.8.1 Gabe von Erythrozytenkonzentraten

Die Gabe von Erythrozytenkonzentraten (EKs) wird hier im gesamten klinischen Verlauf betrachtet. Dabei wird sowohl die Häufigkeit der Verwendung von EKs, als auch deren Menge in den einzelnen Vergleichskollektiven untersucht. In der Patientengruppe mit penetrierendem Trauma liegt der Anteil der Patienten, die während der klinischen Versorgung EKs erhielten bei 27,9% [26,5-29,3]. Die durchschnittliche Menge lag bei 2,2 EKs. Bei den Patienten mit Verkehrsunfall war in 21,6% [21,2-22,0] der Fälle eine Gabe von EKs notwendig. Hier betrug die Menge im Mittel 1,6 EKs. Einem Anteil von 12,1% [11,7-12,5] aller Patienten mit Sturz und 10,3% [5,2-15,4] aller Patienten mit Explosionstrauma wurden EKs verabreicht. Dabei lag die durchschnittliche Menge an EKs bei den Sturzpatienten bei 0,8 EKs und bei den Explosionstraumata bei 1,2 EKs (vgl. Abbildung 29 und Tabelle 26).



**Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung der Gabe von Erythrozytenkonzentraten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=136), Penetrierendes Trauma (n=3808), Verkehr (n=47247) und Sturz (n=25721) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

**Tabelle 26: Anzahl an verabreichten Erythrozytenkonzentraten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (Zeitraum 1993-2011)**

Erythrozyten-konzentrate (Anzahl)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 136	n = 3808	n = 47248	n = 25722
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	1,2 [0,4-2,1]	2,2 [2,0-2,4]	1,6 [1,6-1,7]	0,8 [0,7-0,8]
Standardabweichung	4,9	6,1	5,1	3,3
Median	0,0	0,0	0,0	0,0

Mit Hilfe des TASH-Scores kann die individuelle Wahrscheinlichkeit eines Schwerverletzten für den Bedarf einer Massentransfusion ( $\geq 10$  Erythrozytenkonzentrate) berechnet werden.

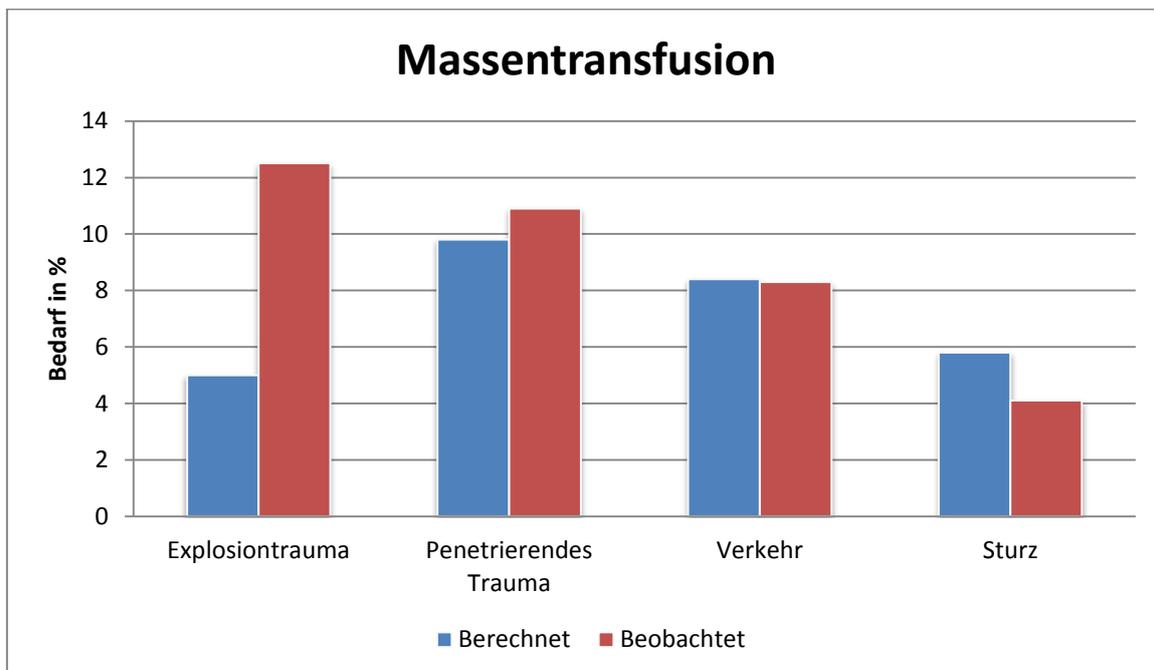
Der mittlere Summenwert des TASH-Scores lag bei den Patienten mit penetrierendem Trauma mit 7,5 Punkten am höchsten. Damit lässt sich die Wahrscheinlichkeit einer Massentransfusion von 9,8% berechnen. Bei den Patienten mit Verkehrsunfall betrug der TASH-Score durchschnittlich 6,6 Punkte. Die Wahrscheinlichkeit für den Bedarf einer Massentransfusion liegt bei 8,4%. Der TASH-Score für die Sturzpatienten hatte einen Mittelwert von 5,3 Punkten. Die Wahrscheinlichkeit einer Massentransfusion beträgt hier 5,8%. Die geringste Wahrscheinlichkeit für eine Massentransfusion zeigte das Explosionstrauma. Mit einem durchschnittlichen TASH-Score von 5,1 Punkten ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von 5,0% für den Bedarf einer Massentransfusion (vgl. Tabelle 27 und Abbildung 30).

**Tabelle 27: Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score zur Berechnung der individuellen Wahrscheinlichkeit eines Schwerverletzten für den Bedarf einer Massentransfusion ( $\geq 10$  Erythrozytenkonzentrate) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (Zeitraum 1993-2011)**

TASH-Score (Punkte)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 48	n = 1502	n = 18469	n = 8707
Mittelwert	5,1	7,5	6,6	5,3

Der Anteil der Patienten mit Explosionstrauma, die einen tatsächlichen Bedarf an  $\geq 10$  Erythrozytenkonzentraten hatten, belief sich auf 12,5% [3,1-21,9] und weicht gegenüber der berechneten Wahrscheinlichkeit von 5% [-1,2-11,1] stark ab. Gegenüber den Vergleichskollektiven zeigte das Explosionstrauma den höchsten Bedarf einer Massentransfusion. Im Gegensatz zum Explosionstrauma differieren in den Vergleichskollektiven der berechnete und beobachtete Bedarf einer Massentransfusion weniger stark voneinander. Die Patienten mit penetrierendem Trauma zeigten den zweithöchsten Bedarf einer Massentransfusion. Auch hier lag der beobachtete Anteil mit 10,9% [9,3-12,5] höher als der berechnete Anteil von 9,8% [8,3-11,3]. Bei den Patienten mit Verkehrstrauma belief sich der beobachtete

Anteil der Patienten mit dem Bedarf einer Massentransfusion auf 8,3% [7,9-8,7] und liegt nur minimal unter dem berechneten Anteil von 8,4% [8,0-8,7]. In dem Patientenkollektiv „Sturz“ liegt der berechnete Bedarf von  $\geq 10$  Erythrozytenkonzentraten mit 5,8% [5,3-6,3] über dem tatsächlich beobachteten Wert von 4,1% [3,7-4,5] (vgl. Abbildung 30).



**Abbildung 30: Berechneter und beobachteter Bedarf einer Massentransfusion ( $\geq 10$  Erythrozytenkonzentrate) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=48), Penetrierendes Trauma (n=1502/1498), Verkehr (n=18469/18434) und Sturz (n=8707/8695) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)**

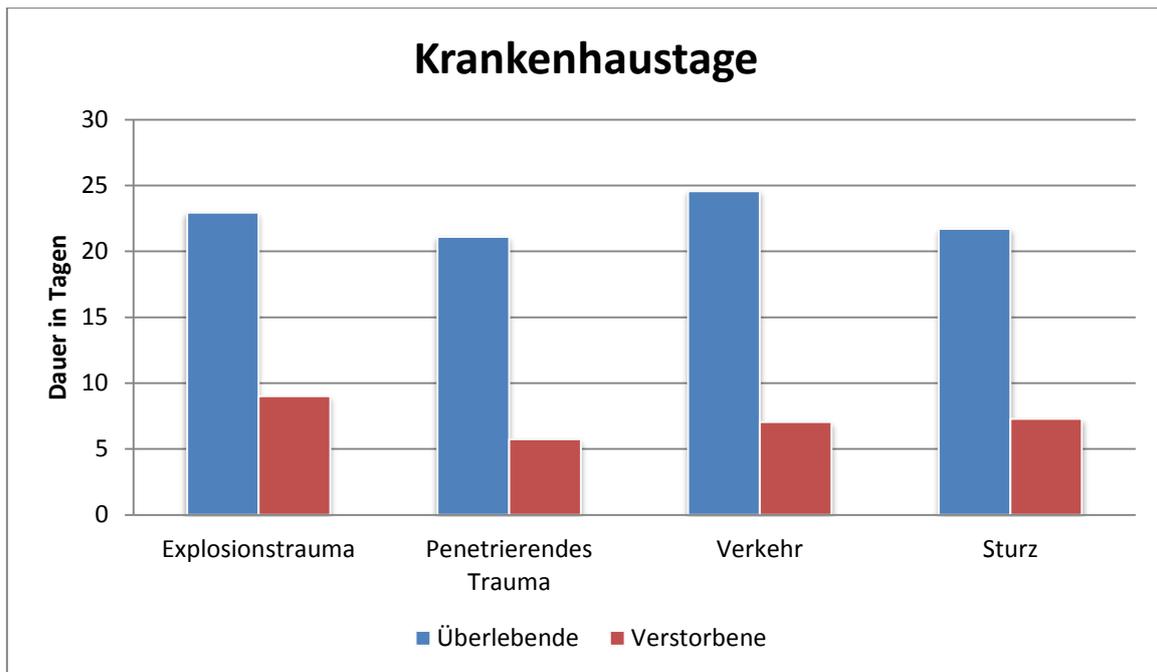
### 3.8.2 Krankenhaustage

Betrachtet man die Gesamtdauer des Krankenhausaufenthaltes, verbrachten die Patienten mit Verkehrsunfall mit durchschnittlich 22,6 Tagen die längste Zeit im Krankenhaus. Trotz der längeren Liegezeit auf Intensivstation gestaltete sich der Krankenhausaufenthalt der Patienten mit Explosionstrauma kürzer und belief sich im Mittel auf insgesamt 21,5 Krankenhaustage. Die Patienten mit den Unfallarten „Sturz“ und „Penetrierendes Trauma“ lagen im Durchschnitt 19,6 Tage und 18,7 Tage im Krankenhaus (vgl. Tabelle 28).

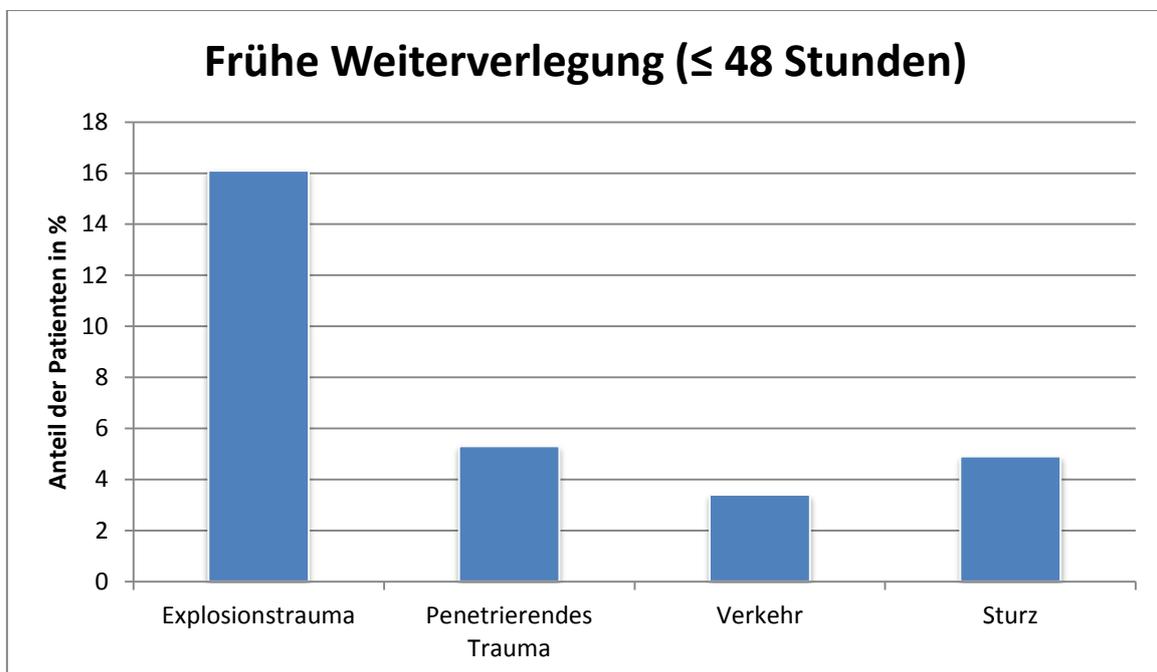
**Tabelle 28: Krankenhausaufenthaltsdauer in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz im TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (Zeitraum 1993-2011)**

Krankenhaus- aufenthaltsdauer (Tage)	Explosionstrauma	Penetrierendes Trauma	Verkehr	Sturz
Anzahl dokumentierter Werte	n = 137	n = 3823	n = 47176	n = 25733
Mittelwert [CI <sub>95</sub> ]	21,5 [16,9-26,2]	18,7 [18,0-19,4]	22,6 [22,3-22,8]	19,6 [19,3-19,9]
Standardabweichung	27,7	23,0	24,5	23,7
Median	12,0	11,0	16,0	13,0

Stellt man die Dauer des Krankenhausaufenthaltes der überlebenden und verstorbenen Patienten gegenüber, zeigt sich, dass die Überlebenden aller Vergleichsgruppen eine wesentlich längere Zeit im Krankenhaus verbrachten, als die Patienten, die im Verlauf verstarben. Nach Verkehrsunfällen lagen die überlebenden Patienten mit durchschnittlich 24,6 Tagen ( $\pm 24,8$ , [24,3-24,8], Median: 18,0) gegenüber den Vergleichskollektiven am längsten im Krankenhaus. Es folgten die Überlebenden des Explosionstraumas mit einer Aufenthaltsdauer von 22,9 Tagen ( $\pm 28,7$ , [17,9-28,0], Median: 14,0), nach Sturz mit 21,7 Tagen ( $\pm 24,4$ , [21,4-22,0], Median: 15,0) und zuletzt nach penetrierendem Trauma mit 21,1 Tagen ( $\pm 23,6$ , [20,3-21,9], Median: 13,0). Betrachtet man die Gruppe der verstorbenen Patienten, war der Krankenhausaufenthalt der Patienten mit penetrierendem Trauma mit 5,7 Tagen ( $\pm 14,2$ , [4,6-6,9], Median: 2,0) am kürzesten. Mit ansteigender Liegedauer folgten die Patienten, die nach Verkehrsunfall (7,0 Tage  $\pm 14,4$ , [6,7-7,4], Median: 2,0), nach Sturz (7,3 Tage  $\pm 12,9$ , [6,9-7,7], Median: 3,0) und nach Explosionstrauma (9,0 Tage  $\pm 10,3$ , [3,6-14,4], Median: 5,5) verstarben (vgl. Abbildung 31).



**Abbildung 31:** Krankenhausaufenthaltsdauer überlebender und verstorbener Patienten in den Patientenkollektiven Explosionstrauma, Penetrierendes Trauma, Verkehr und Sturz aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)



**Abbildung 32:** Häufigkeitsverteilung der frühen Weiterverlegung ( $\leq 48$  Stunden) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

Das Explosionstrauma ist mit 16,1% [9,9-22,3] das Verletzungsmuster mit dem größten Anteil an frühen Weiterverlegungen innerhalb der ersten 48 Stunden. Im Vergleichskollektiv „Penetrierendes Trauma“ wurde ein Anteil von 5,3% [4,6-6,0] der Patienten innerhalb der ersten 48 Stunden an eine andere Klinik weiterverlegt. Der Anteil an frühen Weiterverlegungen bei den Patienten nach Sturz und Verkehrsunfall betrug 4,9% [4,6-5,2] und 3,4% [3,2-3,6] (vgl. Abbildung 32).

### 3.8.3 Letalität

Jedes der Patientenkollektive wurde in Bezug auf die Gesamtletalität und die Frühletalität näher untersucht (vgl. Abbildung 33). Als Frühletalität wurde hierbei ein Versterben in den ersten 24 Stunden nach Unfallereignis definiert.

Zusätzlich wurde die tatsächlich beobachtete Letalität in den Patientenkollektiven mit der erwarteten Prognose verglichen, die mittels RISC-Score und RISC II-Score berechnet wurde (vgl. Abbildung 34).

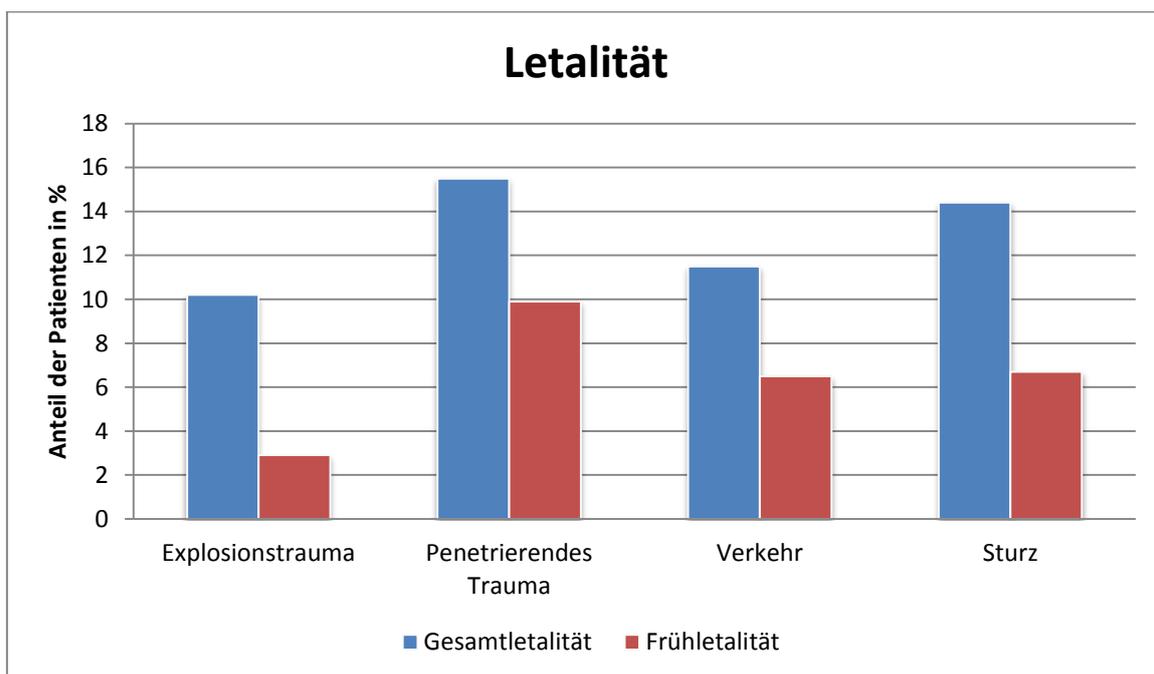


Abbildung 33: Anteil der Gesamt- und Frühletalität in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=137), Penetrierendes Trauma (n=3865), Verkehr (n=47581) und Sturz (n=25850) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte) (Zeitraum 1993-2011)

Das Explosionstrauma ist gegenüber den Vergleichskollektiven die Unfallart mit der geringsten Letalität. Von den 137 Patienten mit Explosionstrauma verstarben insgesamt 14 Patienten (10,2% [5,1-15,3]), davon 4 Patienten (2,9% [0,0-5,8])

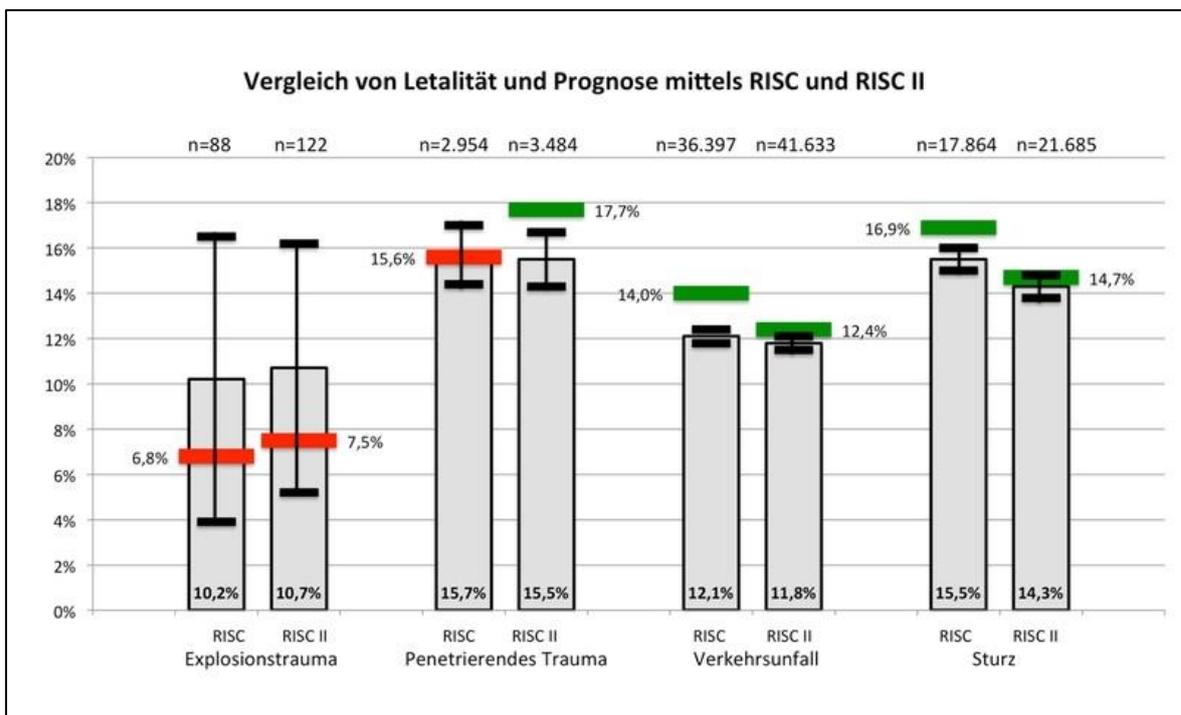
bereits innerhalb der ersten 24 Stunden. Es standen 88 Datensätze zur Verfügung, in denen die Parameter, die für die Berechnung der RISC-Prognose notwendig sind, vollständig dokumentiert wurden. Für diese 88 Patienten ergab sich eine mittlere RISC-Prognose von 6,8% [3,2-10,4]. Die tatsächlich beobachtete Letalität aus den 88 Datensätzen belief sich auf 10,2% [3,9-16,5]. Es zeigt sich, dass die erwartete Letalität dieser 88 Patienten mit 6,8% geringer geschätzt wurde und 3,4% mehr Patienten an den Folgen des Explosionstraumas verstarben. Die Berechnung der RISC II-Prognose basiert auf 122 Patientendaten. Daraus ergab sich eine mittlere RISC II-Prognose von 7,5% [2,8-12,1]. Tatsächlich beobachtet wurde eine Letalität von 10,7% [5,2-16,2]. Auch beim RISC II-Score wurde die erwartete Letalität für das Explosionstrauma geringer geschätzt und lag 3,2%-Punkte unter der tatsächlich beobachteten Letalität.

Das Vergleichskollektiv mit Verkehrsunfall besteht aus 47581 Patienten. Hiervon verstarben 5465 Patienten (11,5% [11,2-11,8]), von denen 3086 Patienten (6,5% [6,3-6,7]) die ersten 24 Stunden nicht überlebten. Die Berechnung des RISC-Scores basiert auf 36397 Patienten und ergibt eine prognostizierte Letalität von 14,0% [13,7-14,2]. Von diesen 36397 Patienten verstarb ein Anteil von 12,1% [11,8-12,4]. Die Letalität wurde demnach um 1,9%-Punkte höher prognostiziert. Die RISC II-Prognose konnte anhand von 41633 Datensätzen berechnet werden. Die Letalität wurde ebenfalls mit 12,4% [12,0-12,7] höher geschätzt, lag jedoch nur 0,6%-Punkte über der tatsächlich beobachteten Letalität von 11,8 % [11,5-12,1].

Der Anteil verstorbener Patienten nach Sturz lag bei 14,4% [14,0-14,8]. 3710 der 25850 gestürzten Patienten erlagen ihren Verletzungen, davon bereits 1741 (6,7% [6,4-7,0]) im Verlauf der ersten 24 Stunden nach dem Sturz. Mit 17864 Datensätzen konnte eine mittlere RISC-Prognose von 16,9% [16,5-17,2] ermittelt werden. Vergleicht man diese Letalitätsprognose mit der tatsächlich beobachteten Letalität von 15,5% [15,0-16,0] zeigte sich ein um 1,4%-Punkte höher prognostizierter Wert. Die RISC II-Prognose basiert auf den Daten von 21685 Patienten. Hier weicht die prognostizierte Letalität von 14,6% [14,2-15,1] nur 0,3%-Punkte von der beobachteten Letalität mit 14,3% [13,8-14,8] ab.

Die Patienten mit penetrierendem Trauma bilden ein Gesamtkollektiv von 3865 Patienten. Mit insgesamt 598 Verstorbenen (15,5% [14,4-16,6]) ging das penetrierende Trauma mit der größten Letalität einher. Auch der Anteil der Patienten mit einer Frühletalität innerhalb der ersten 24 Stunden war in diesem

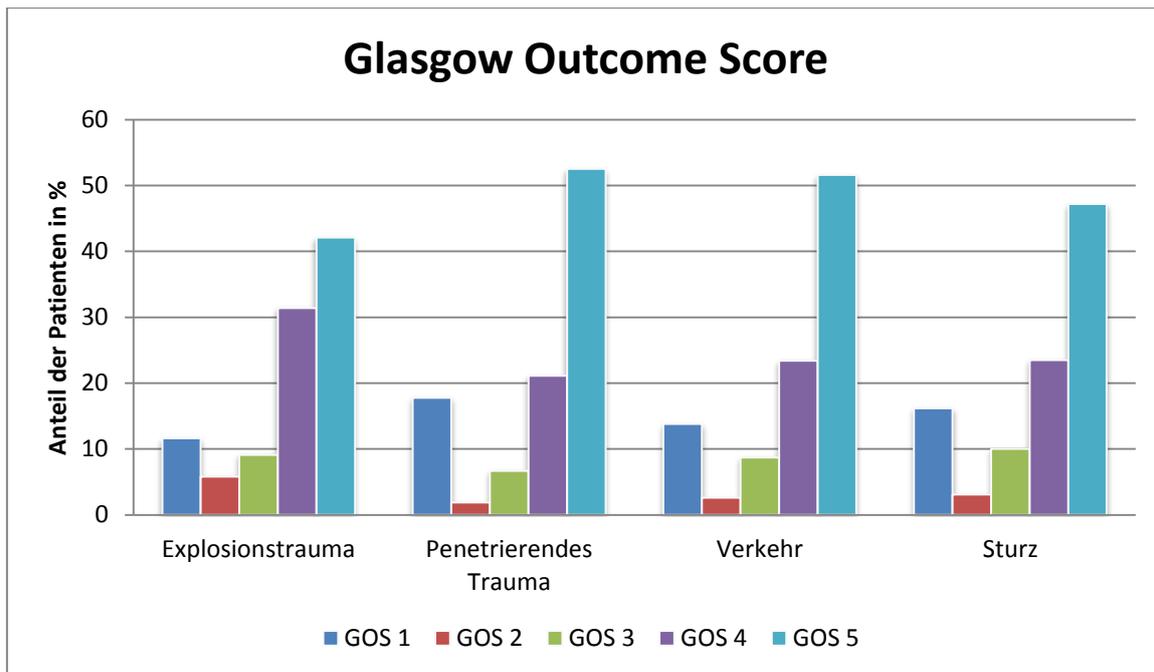
Vergleichskollektiv mit 381 Patienten (9,9% [9,0-10,8]) am höchsten. Die RISC-Prognose konnte mit 2954 Daten berechnet werden und lag im Mittel bei 15,6% [14,6-16,5]. Die tatsächlich eingetretene Letalität dieser 2954 Patienten war mit 15,7% [14,4-17,0] nahezu identisch mit der prognostizierten Letalität. Die Grundlage für die RISC II-Prognose bildeten 3482 Datensätze. Es ergab sich eine prognostizierte Letalität von 17,7% [16,4-18,9]. Die beobachtete Letalität war mit 15,5% [14,3-16,7] um 2,2%-Punkte geringer.



**Abbildung 34: Gegenüberstellung der Letalitätsprognose mittels RISC- und RISC II-Score (roter und grüner Querbalken) und der Häufigkeitsverteilung der tatsächlich eingetretenen Gesamtletalität (grauer Balken) in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=88/122), Penetrierendes Trauma (n=2954/3482), Verkehr (n=36397/41633) und Sturz (n=17864/21685) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte, RISC = Revised Injury Severity Classification) (Zeitraum 1993-2011) (aus „Der Unfallchirurg“ mit freundlicher Genehmigung des Springer-Verlags) [51]**

### 3.8.4 Outcome

Der Glasgow Outcome Score (GOS) beschreibt das Outcome eines Patienten zum Zeitpunkt der Entlassung. Die folgende Abbildung 35 vergleicht das Outcome der einzelnen Patientenkollektive.



**Abbildung 35: Anteil der Patienten in den verschiedenen Kategorien des Glasgow Outcome Scores in den Patientenkollektiven Explosionstrauma (n=121), Penetrierendes Trauma (n=3351), Verkehr (n=39711) und Sturz (n=22914) aus dem TraumaRegister DGU® unter Anwendung der Einschlusskriterien (n=Anzahl dokumentierter Werte, GOS 1 = Tod, GOS 2 = Persistierender vegetativer Zustand, GOS 3 = Schwere Behinderung, GOS 4 = Mäßige Behinderung; GOS 5 = Geringe Behinderung) (Zeitraum 1993-2011)**

Von den Patienten mit Explosionstrauma wurde bei 121 Patienten ein Glasgow Outcome Score angegeben. Es wurden 51 Patienten (42,1% [33,3-50,9]) gut erholt aus der Klinik entlassen und 38 Patienten (31,4% [23,1-39,7]) hatten zu diesem Zeitpunkt noch leichte Behinderungen. Insgesamt hatten 32 Patienten (26,5% [18,6-34,4]) einen GOS < 4. Davon hatten 11 Patienten (9,1% [4,0-14,2]) eine schwere Behinderung und 7 Patienten (5,8% [1,6-10,0]) wurden mit einem persistierenden vegetativen Zustand entlassen. 14 Patienten (11,6% [5,9-17,3]) verstarben in der Klinik.

In der Patientengruppe mit penetrierendem Trauma lag bei 3351 Patienten eine Angabe zum Glasgow Outcome Score vor. Hier verließen 1758 Patienten (52,5% [50,8-54,2]) die Klinik gut erholt und 708 Patienten (21,1% [19,7-22,5]) zeigten bei Entlassung leichte Behinderungen. Mit 885 Patienten (26,5% [25,0-28,0]) ist der Anteil der Patienten mit einem GOS < 4 identisch mit dem der Explosionstraumata. Bei 225 Patienten (6,7% [5,9-7,5]) lag bei Entlassung eine schwere Behinderung vor und 62 Patienten (1,9% [1,4-2,4]) befanden sich im

Wachkoma. Von den Patienten mit penetrierendem Trauma verstarben 598 Patienten (17,8% [16,5-19,1]).

Bei den Verkehrstraumata wurde für 39711 Patienten der Glasgow Outcome Score bestimmt. Es wurden 20484 Patienten (51,6% [51,1-52,1]) als gut erholt eingeschätzt und 9278 Patienten (23,4% [23,0-23,8]) waren bei der Entlassung aus der Klinik leicht behindert. Von den Patienten mit Verkehrstrauma zeigten 9949 Patienten (25,1% [24,7-25,5]) einen GOS < 4 und hatten damit einen geringeren Anteil an Patienten mit schlechtem Outcome als innerhalb der Vergleichskollektive. Eine schwere Behinderung lag bei 3448 der Patienten (8,7% [8,4-9,0]) vor, 1036 Patienten (2,6% [2,4-2,8]) verließen die Klinik in einem persistierenden vegetativen Zustand und 5465 Patienten (13,8% [13,5-14,1]) waren während des Klinikaufenthaltes verstorben.

Zuletzt soll noch die Verteilung der Patienten mit der Unfallart „Sturz“ in den Kategorien des Glasgow Outcome Scores beschrieben werden. Es lagen von 22914 Patienten hierzu Daten vor. Zum Zeitpunkt der Entlassung hatten sich 10812 Patienten (47,2% [46,6-47,8]) gut erholt und bei 5382 Patienten (23,5% [23,0-24,0]) zeigte sich noch eine leichte Behinderung. Insgesamt wurden 6720 Patienten (29,3% [28,7-29,9]) mit Sturz in einen GOS < 4 eingestuft. Somit war der Anteil der Patienten mit einem GOS < 4 innerhalb der Patientengruppe mit der Unfallart Sturz höher als innerhalb der Vergleichskollektive. Es zeigten sich 2295 Patienten (10% [9,6-10,4]), die mit einer schweren Behinderung entlassen wurden und 715 Patienten (3,1% [2,9-3,3]) befanden sich im Wachkoma. Es sind 3710 Patienten (16,2% [15,7-16,7]) während des Klinikaufenthaltes verstorben.

## 4 Diskussion

### 4.1 Aktuelle Studienlage

Die Ergebnisse unserer Studie basieren auf den Daten aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Das TraumaRegister DGU<sup>®</sup> dient als nationaler Standard und stellt mittlerweile die größte Datenbank deutscher Traumapatienten dar. Bei der Auswahl des Patientenkollektivs wurden bewusst Patienten ausgeschlossen, die beispielsweise im Auslandseinsatz im Rahmen eines Explosionstraumas verwundet und zur Versorgung ins Heimatland repatriiert wurden. Auf diese Weise beschränkt sich unsere Studie auf das Explosionstrauma im nationalen Umfeld Deutschlands und ist nach unserer Kenntnis die erste retrospektive Studie zum Thema „Explosionstrauma“, die basierend auf den Daten des Rettungssystems der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt wurde und sich mit akzidentiellen, nicht militärischen und nicht terroristischen Explosionsmechanismen beschäftigt. Bereits publizierte Studien zum Thema „Explosionstrauma“ beschränken sich auf Patientenkollektive aus dem internationalen Umfeld, die Opfer militärischer Konflikte oder (terroristischer) Anschläge wurden [23,38,43]. Unsere Studie hat zum Ziel einen Überblick über demographische Daten, Verletzungsmuster, Versorgung, Prognose und Outcome des Explosionstraumas im nationalen Umfeld zu geben und anhand der Auswertung, Darstellung und Interpretation unserer Ergebnisse Hypothesen zu generieren, die als Grundlage weiterer Studien dienen sollen.

### 4.2 Diskussion demographischer Daten

Die in unserer Studie analysierten Daten ergaben in der Patientengruppe mit Explosionstrauma ein durchschnittliches Alter von 39,5 Jahren. Dieser Altersdurchschnitt entspricht der Studie von Umer et al. [99], in der die Daten von zwei Selbstmordattentaten auf Zivilpersonen in Karachi (Pakistan) untersucht wurden. Das Alter betrug hier im Mittel jeweils 40,5 Jahre und 39,6 Jahre. Insgesamt zeigten vorangegangene Studien jedoch einen geringeren Altersdurchschnitt, der sich im Mittel zwischen 25 und 32 Jahren bewegt [10,13,38,64,79,94,96]. Dabei lässt sich insbesondere in den Studien aus dem

militärischen Bereich ein wesentlich niedrigeres Durchschnittsalter erkennen. Da die Soldaten in den Auslandseinsätzen eine homogene Gruppe aus jungen, gesunden, meist männlichen Patienten bilden, entsprechen sie nicht der Altersverteilung im zivilen Bereich und bewirken dadurch einen geringeren Altersdurchschnitt. In unseren Vergleichskollektiven zeigte sich nur bei den Patienten mit Sturz ein wesentlich höheres durchschnittliches Lebensalter von 52,8 Jahren. Dies ist mit der zunehmenden Gebrechlichkeit und damit erhöhten Sturzgefahr älterer Menschen zu erklären [14,46].

Betrachtet man die Geschlechterverteilung unserer Patientenkollektive, zeigte sich beim Explosionstrauma mit 90,4% der größte Anteil männlicher Patienten. Diese Beobachtung wurde in der Studie von Mirza et al. [72] bestätigt. In die Studie wurden alle Opfer einer Bombenexplosion eingeschlossen, die in einem Zeitraum von 5 Jahren in verschiedenen Krankenhäusern in Karachi behandelt oder obduziert wurden. Davon waren 95,18% männlich. Im Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen zeigt sich deutlich, dass die Geschlechterverteilung von dem jeweils zugrundeliegenden Patientenkollektiv beeinflusst wird. So ist der Anteil männlicher Patienten in Studien mit militärischem und gemischt zivil-militärischem Patientenkollektiv immer sehr hoch und betrug in den Studien von Singleton et al. [94] 99,17%, Allah et al. [3] 93,3% und Thompson et al. [96] 89%. Vergleicht man Untersuchungen mit zivilen Opfern variiert die Geschlechterverteilung sehr stark. In der Studie von Gutierrez de Ceballos et al. [38] beträgt der Anteil männlicher Patienten 59%, in der Studie von Bala et al. [10] 50,9% und in der Studie von Luria et al. [64] sogar nur 43,1%. Dagegen zeigen Bashir et al. [13] und Pizov et al. [79] mit 87,5% und 73,3% wieder ein deutliches Überwiegen des männlichen Geschlechts. Diese große Spannweite lässt vermuten, dass die Geschlechterverteilung zumindest bei zivilen terroristischen Anschlägen eher zufällig und abhängig ist von vielen Umgebungsfaktoren, wie z.B. Tageszeit, Ort und Anlass der Menschen, die sich an einem bestimmten Ort befinden. In der Literatur wird die Geschlechterverteilung des typischen Traumapatienten mit einem Überwiegen des männlichen Geschlechts in einem Verhältnis von 2,6:1 beschrieben [12,59]. Während die Vergleichskollektive „Verkehr“ und „Sturz“ dieser Angabe entsprechen, liegt der Anteil männlicher Patienten bei den Unfallarten „Penetrierendes Trauma“ und „Explosionstrauma“

mit 82,3% und 90,4% höher. Diese Tendenz könnte durch ein erhöhtes Risiko bestimmter Berufsfelder und Freizeitbereiche bedingt sein, die überwiegend von Männern wahrgenommen werden.

### 4.3 Diskussion der präklinischen und klinischen Versorgung

Die präklinische Versorgungszeit unserer Patienten mit Explosionstrauma beträgt durchschnittlich 74 Minuten. Sie ist gegenüber der mittleren Versorgungszeit penetrierender Traumata 10 Minuten verlängert. Auch im Vergleich mit den Unfallarten „Verkehr“ und „Sturz“ zeigt sich bei der Versorgung des Explosionstraumas eine 4 Minuten längere mittlere Versorgungszeit. Da sich die Verwendung der Rettungsmittel innerhalb der Vergleichskollektive unterscheidet und somit Einfluss auf die Transportzeiten nimmt, ist die präklinische Versorgungszeit der verschiedenen Patientenkollektive nur eingeschränkt vergleichbar. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass in allen Patientenkollektiven der bodengebundene Transport überwiegt. Mit einem Anteil von 43,2% aller Patienten mit Explosionstrauma weist dieses Patientenkollektiv eine häufigere Verwendung des luftgebundenen Transports mittels Rettungshubschrauber auf als in den Vergleichskollektiven „Verkehr“ (35,1%), „Penetrierendes Trauma“ (25,3%) und „Sturz“ (24%). Berücksichtigt man bei der Beurteilung der präklinischen Versorgungszeit diesen vermehrten Einsatz des Rettungshubschraubers und die damit verbundene Zeitersparnis, zeigt sich, dass beim Explosionstrauma eine deutlich verlängerte Versorgung erforderlich ist. Die Auswahl des Transportmittels ist abhängig von der ungleichen Verteilung von Luftrettungsstationen und der damit unterschiedlichen Verfügbarkeit [5]. Zudem wird sie von geographischen und infrastrukturellen Unterschieden beeinflusst und führt dazu, dass insbesondere in ländlichen Regionen der Transport mittels Rettungshubschrauber bevorzugt wird [5,87]. Die Studie von Umer et al. [99] beschreibt wie stark die präklinische Versorgungszeit abhängig ist von der Qualität der präklinischen Versorgung und der Entfernung zur nächsten zur Versorgung geeigneten Einrichtung.

Raftery [81] beschreibt in seinem Artikel die notfallmedizinische Versorgung in Südpakistan mit der Problematik, dass Patienten häufig in Krankenhäuser

transportiert werden, die dem Unfallort am nächsten liegen, jedoch nicht die Ressourcen haben den Patienten zu behandeln, was häufig zu einer Verlegung des Patienten in eine andere Einrichtung zur Folge hat. In Deutschland wird kontinuierlich an der Umsetzung des TraumaNetzwerk DGU<sup>®</sup> gearbeitet, mit dem Ziel eindeutige Anforderungen an Struktur, Organisation und Ausstattung für eine kompetente und nachhaltige Schwerverletztenversorgung auch außerhalb von Ballungszentren festzulegen und damit eine einheitlich hohe Versorgungsqualität zu gewährleisten [87]. In unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma wurden 89,1% der Patienten primär in die endversorgende Klinik aufgenommen. Demnach wurden 10,9% aus einem anderen Krankenhaus zuverlegt. In einer retrospektiven Analyse beschreiben Mekel et al. [68] die medizinische Versorgung der Opfer von sechs Selbstmordattentaten, die sich in den Jahren 2000-2006 in der Großstadt Haifa ereigneten. Hier wurden 11,1% der Patienten aus einem anderen Krankenhaus zuverlegt und entspricht damit dem Ergebnis unserer Studie. Betrachtet man den Aspekt der frühen Weiterverlegung innerhalb von 48 Stunden, weist das Explosionstrauma mit 16,1% gegenüber den Vergleichskollektiven den mit Abstand größten Anteil auf. Als wahrscheinlichste Ursache hierfür muss eine Verletzungsursache zugrunde liegen, die die weitere Versorgung an einem Spezialzentrum bedarf. Die häufigste Verletzungsart unseres Patientenkollektives mit Explosionstrauma ist mit einem Anteil von 27% das Weichteiltrauma. Dabei handelt es sich in 90% um Verbrennungen. Da Patienten mit isolierten Verbrennungen nicht im TraumaRegister DGU<sup>®</sup> dokumentiert werden, handelt es sich bei den frühen Weiterverlegungen am ehesten um Patienten, die, neben anderen, primär zu versorgenden Verletzungsarten, zusätzlich Verbrennungen haben, für deren Weiterversorgung eine Verlegung notwendig ist.

Kirkman et al. [47] beschreiben in ihrer Arbeit eine charakteristische kardiorespiratorische Antwort als Folge einer primären Explosionsverletzung des Thorax. Wie bereits in vielen experimentellen Studien und klinische Berichten gezeigt wurde, äußert sich diese in einer Bradykardie, einer anhaltenden Hypotension und einer Apnoe, gefolgt von schnellen, flachen Atemzügen [19,39,44]. Diese klassische Triade konnte in unserer Studie weder mit den Vitalparametern der präklinischen Versorgungsphase noch mit den in der Notaufnahme dokumentierten Vitalparametern bestätigt werden. Am Unfallort

konnte in unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma ein mittlerer systolischer Blutdruck von 133 mmHg bestimmt werden. Bei Aufnahme in der Klinik lag der systolische Druck bei durchschnittlich 129 mmHg. Es lässt sich eine geringe Abnahme des systolischen Blutdrucks erkennen, der jedoch zum einen im Rahmen der Messgenauigkeit begründet werden kann und zum anderen keine Messwerte einer Hypotension darstellen. Auch die systolischen Blutdruckwerte der Vergleichskollektive liegen alle sowohl in der präklinischen Phase, als auch zum Zeitpunkt der Aufnahme im Krankenhaus im Normalbereich.

Ähnlich verhält es sich mit den Werten der Herzfrequenz. Diese liegt in unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma in der präklinischen Phase bei durchschnittlich 97 Schlägen pro Minute. Zum Zeitpunkt der Aufnahme lag die Herzfrequenz im Mittel bei 88 Schlägen pro Minute und zeigt damit eine Abnahme im Vergleich zur präklinischen Phase, kann jedoch nicht als Bradykardie definiert werden. Auch die Vergleichskollektive zeigen alle eine geringe Abnahme in Bezug auf den Herzfrequenzwert am Unfallort, bewegen sich jedoch alle im Normbereich. Umer et al. [99] untersuchten die Vitalparameter der Patienten, die Opfer eines Terroranschlages auf einen Bus und eine Moschee in Karachi wurden. Beide Patientenkollektive zeigten eine erhöhte Atemfrequenz von 23/min. Auch hier konnte mit einem systolischen Blutdruck von 126 mmHg und 132 mmHg keine bradykarde Reaktion auf die Explosion nachgewiesen werden.

In dem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma beläuft sich der Anteil präklinisch intubierter Patienten auf 49,6%. Im Vergleich mit den Patientenkollektiven „Penetrierendes Trauma“ (42,8%), „Verkehr“ (45,4%) und „Sturz“ (32,3%) ist das Explosionstrauma die Unfallart, bei der in der präklinischen Versorgungsphase am häufigsten die Indikation zur Intubation gestellt wurde. Diese Beobachtung deckt sich mit dem von uns erwarteten Ergebnis. In der Literatur überwiegt der Anteil der Intubationen in der Notaufnahme [7,79]. In einer Studie aus Israel wurden 11,9% der Patienten mit Explosionstrauma vor Ort intubiert und bei 46% erfolgte die Intubation in der Notaufnahme [7]. Von den Opfern der Terroranschläge auf zwei Zivilbusse in Jerusalem wurden 20% präklinisch und 73,3% in der Notaufnahme intubiert [79]. Eine mögliche Ursache für die Unterschiede in Bezug auf den Anteil der präklinisch intubierten Patienten könnte die Anwendung unterschiedlicher Rettungskonzepte sein. Es lassen sich die Konzepte „Scoop and Run“ und „Stay

and Play“ unterscheiden. Das Konzept „Scoop and Run“ wird überwiegend im angloamerikanischen Rettungsdienstsystem angewandt und dient dazu den Patienten schnellstmöglich in die Klinik zu bringen, da die therapeutischen Möglichkeiten vor Ort aufgrund fehlender Arztbesetzung beschränkt sind. Dagegen wird im Rahmen der flächendeckenden Einführung des Notarztsystems im frankogermanischen Raum das Rettungskonzept „Stay and Play“ umgesetzt. Dieses Konzept hat zum Ziel beispielsweise mittels Intubation und Volumengabe zunächst den Zustand des Patienten zu stabilisieren, bevor der Transport in die Klinik erfolgt [34].

Mit einer mittleren Dauer von 5,5 Tagen war die Beatmungszeit der Patienten mit Explosionstrauma am längsten. Die Beatmungsdauer der Vergleichskollektive belief sich im Mittel auf 3,6 Tage bei den Patienten mit penetrierendem Trauma, 5,2 Tage bei dem Patientenkollektiv mit Verkehrsunfall und 4,3 Tage bei der Unfallart „Sturz“. Betrachtet man die Beatmungsdauer in Abhängigkeit des Überlebens zeigt sich nur beim Explosionstrauma ein wesentlicher Unterschied. Die Patienten, die nach einem Explosionstrauma im klinischen Verlauf verstarben, weisen mit durchschnittlich 8,7 Tagen gegenüber der mittleren Dauer von 5,2 Tagen bei den Überlebenden eine deutlich verlängerte Beatmungszeit auf. In der Literatur lassen sich nur wenige Angaben zur Dauer der Beatmungstherapie finden. In der Studie von Pizov et al. [79] liegt die durchschnittliche Intubationsdauer von Patienten mit explosionsbedingter Lungenschädigung bei 10,3 Tagen. Von den Patienten, die nach den Bombenanschlägen in Madrid auf der Intensivstation behandelt wurden benötigten 80% eine mechanische Beatmung aufgrund eines Lungenversagens oder Koma und 37% wurden länger als 7 Tage beatmet [38]. In der Literatur wird insbesondere das Atemwegsmanagement bei schweren explosionsbedingten Lungenschädigungen diskutiert. Da eine mechanische Überdruckbeatmung zu Barotraumen und systemischen Luftembolien führen kann, wird für die Behandlung einer explosionsbedingten Lungenschädigung, sofern möglich, die Vermeidung einer Intubation und einer Überdruckbeatmung empfohlen [69,70,78].

Der Anteil der Patienten, die nach einem Explosionstrauma eine präklinische Katecholamintherapie erhielten liegt bei 6,2%. Gegenüber den

Vergleichskollektiven zeigt sich damit beim Explosionstrauma der geringste Einsatz an Katecholaminen während der präklinischen Versorgung. In der Literatur lassen sich keine Angaben zur Katecholamintherapie von Explosionstraumata finden.

Die präklinische Anlage einer Thoraxdrainage erfolgte in dem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma bei einem Anteil von 3,8%. In den Vergleichsgruppen mit den Unfallarten „Penetrierendes Trauma“ und „Verkehr“ wurden mit 5,8% und 6,1% bereits deutlich mehr Patienten präklinisch mit einer Thoraxdrainage versorgt. Das Patientenkollektiv mit Sturz erforderte in 3,3% der Fälle die Anlage einer Thoraxdrainage und war damit das Vergleichskollektiv mit dem geringsten Anteil. Es konnte gezeigt werden, dass das Ergebnis von unseren Erwartungen an eine deutlich erhöhte Versorgung der Explosionstraumata mittels Thoraxdrainage abweicht. Kosashvili et al. [49] untersuchten die Versorgung der Patienten mittels Thoraxdrainage in Abhängigkeit von der Umgebung, in der sich die Explosion ereignete. Bei Explosionen in geschlossenen Räumen war bei einem Anteil von 8,4% der Patienten die Anlage einer Thoraxdrainage erforderlich, bei Explosionen in Bussen lag der Anteil bei 2,4% und in offenen Räumen bei 0,7%. Damit konnte gezeigt werden, dass bei Explosionen in geschlossenen Räumen deutlich mehr Patienten mit einer Thoraxdrainage versorgt wurden, als bei den Explosionen in halboffenen und offenen Räumen.

Von den Patienten mit Explosionstrauma war bei einem Anteil von 10,3% während des gesamten klinischen Verlaufs eine Gabe von Erythrozytenkonzentraten notwendig. Dieser Anteil ist im Vergleich niedriger als in den Patientenkollektiven „Penetrierendes Trauma“ mit 27,9%, „Verkehr“ mit 21,6% und „Sturz“ mit 12,1%. Die durchschnittliche Menge an EKs belief sich in unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma auf 1,2 EKs. Sie lag damit über der des Vergleichskollektivs „Sturz“ mit 0,8 EKs und unter der mittleren Anzahl bei den Unfallarten „Penetrierendes Trauma“ (2,2 EKs) und „Verkehrsunfall“ (1,6 EKs). Im Vergleich mit den Ergebnissen unserer Studie, gibt die Literatur bei der Versorgung der Explosionstraumata einen höheren durchschnittlichen Bedarf an Blutprodukten an [31,73,79]. Die Studie von Pizov et al. [79] berücksichtigt, vergleichbar mit unserer Studie, Patienten, die nach der Aufnahme in der Klinik eine Versorgung auf

Intensivstation erhielten. Die durchschnittliche Menge an Bluttransfusionen betrug hier 1,9 Einheiten und entspricht damit am ehesten dem Ergebnis unserer Studie. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass hier nur ein Zeitraum von 24 Stunden betrachtet wurde. Morrison et al. [73] untersuchten 51 Soldaten, die aufgrund schwerer Explosionsverletzungen eine Operation benötigten. Hier war der Bedarf an Erythrozytenkonzentraten erwartungsgemäß höher und lag im Mittel bei 27 Einheiten. In einem Vergleich von Patienten mit einfachen und multiplen Extremitätenamputationen konnten Fleming et al. [31] mit 19,5 Einheiten gegenüber 6,1 Einheiten in der Patientengruppe mit multiplen Extremitätenamputationen einen deutlich erhöhten Bedarf an Blutprodukten zeigen. Damit wird deutlich, dass die Menge an Erythrozytenkonzentraten maßgeblich von der Art der Verletzung abhängt.

Betrachtet man die Dauer der intensivmedizinischen Versorgung, ergibt sich bei unseren Patienten mit Explosionstrauma eine durchschnittliche Liegezeit von 10,7 Tagen. Die zum Vergleich herangezogenen Studien von Aschkenasy-Steuer et al. [7] und Gutierrez de Ceballos et al. [38] berücksichtigten ebenfalls Patienten, die nach einem Explosionstrauma auf Intensivstation aufgenommen wurden und bestätigten mit durchschnittlichen Intensivliegezeiten von 9 Tagen und 10 Tagen das Ergebnis unserer Studie. Die mittlere Dauer des Intensivaufenthaltes war mit 8,8 Tagen bei den Patienten mit Verkehrsunfall, 7,7 Tagen bei den Sturzpatienten und 6,5 Tagen bei den Patienten mit penetrierendem Trauma bei allen Vergleichskollektiven geringer. Auch Kluger et al. [48] zeigten, dass die Patienten infolge terroristischer Gewalt im Vergleich zu anderen Traumata eine verlängerte Dauer der intensivmedizinischen Versorgung aufwiesen. Fleming et al. [31] verglichen die mittlere Aufenthaltsdauer auf Intensivstation einer Gruppe mit multiplen Extremitätenamputationen und einer Gruppe mit einzelner Extremitätenamputation. Dabei konnte in der Gruppe mit multiplen Extremitätenamputationen mit durchschnittlich 9,3 Tagen gegenüber 3,7 Tagen ein längerer Aufenthalt auf Intensivstation nachgewiesen werden. Damit zeigt sich, dass sich die Verletzungsschwere deutlich auf die Dauer der intensivmedizinischen Versorgung auswirkt. Obwohl der Injury Severity Score in unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma niedriger ist als in den Vergleichskollektiven, zeigt sich jedoch die längste Aufenthaltsdauer auf

Intensivstation. Dieser Sachverhalt unterstreicht die fragliche Anwendbarkeit des ISS-Scores auf das Explosionstrauma, die im späteren Verlauf genauer diskutiert werden soll. Die Patienten nach Explosionstrauma verstarben im Laufe des intensivmedizinischen Aufenthaltes mit einer mittleren Aufenthaltsdauer von 8,3 Tagen zu einem späteren Zeitpunkt als die Vergleichskollektive „Penetrierendes Trauma“ (4,6 Tage), „Verkehr“ (5,6) und „Sturz“ (5,7). Zu diesem Ergebnis gibt es bisher noch keine Angaben in der Literatur.

Die mittlere Gesamtdauer des Krankenhausaufenthaltes liegt in dem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma bei 21,5 Tagen. Die meisten Vergleichsstudien berücksichtigten in ihrer Bestimmung der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer im Krankenhaus alle Patienten, die im Krankenhaus behandelt wurden. So betrug die Krankenhausaufenthaltsdauer bei Thompson et al. [96] im Mittel 6,1 Tage und bei Bala et al. [10] durchschnittlich 11 Tage. Auch hier bietet sich jedoch die Studie von Aschkenasy-Steuer et al. [7] mit ihrem vergleichbaren Patientenkollektiv zur Gegenüberstellung an. Mit einem durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von  $18 \pm 6$  Tagen ist dieser zwar noch etwas kürzer, kommt unserem Ergebnis aber bereits näher. Eine retrospektive Studie von Fleming et al. [31] bestimmte im Vergleich zweier Gruppen von U.S. Soldaten, die während Fußpatrouillen Explosionstraumata erlitten, eine Krankenhausaufenthaltsdauer von 33 Tagen bei Patienten mit multiplen Extremitätenverletzungen und 26 Tagen bei Patienten mit einzelnen Extremitätenverletzungen. Zusätzlich wurde gezeigt, dass bei steigender Verletzungsschwere nach ISS auch die Dauer des Krankenhausaufenthaltes zunahm. In der Studie von Linn et al. [63] wurde ebenfalls ein Zusammenhang zwischen ISS und der Länge des Krankenhausaufenthaltes bei Kriegsopfern beschrieben. Die Aussage von Kluger et al. [48], dass Opfer von Terroranschlägen im Vergleich eine verlängerte Dauer des gesamten Krankenhausaufenthaltes benötigen, bestätigt sich in unserer Studie für die Vergleichskollektive „Sturz“ und „Penetrierendes Trauma“, die jeweils durchschnittlich 19,6 Tage und 18,7 Tage im Krankenhaus lagen. Die Gesamtdauer bei den Patienten nach Verkehrsunfall war jedoch im Vergleich zu den Explosionstraumata mit im Mittel 22,6 Tagen länger. Untersucht man die Dauer des Krankenhausaufenthaltes der verstorbenen Patienten, zeigt das Explosionstrauma mit 9,0 Tagen gegenüber den

Vergleichskollektiven „Penetrierendes Trauma“ (5,7 Tage), „Verkehr“ (7,0 Tage) und „Sturz“ (7,3 Tage) die längste Liegedauer bis zum Versterben. Hierzu konnten in der Literatur keine Angaben gefunden werden.

#### **4.4 Diskussion des Verletzungsmusters und möglicher Folgen wie Organversagen und Sepsis**

Eine zentrale Frage dieser Studie ist es, inwiefern sich die Art des Verletzungsmusters nach einem Explosionstrauma von den Verletzungen der Vergleichskollektive unterscheidet. Die Ergebnisse zeigten, dass die Weichteilverletzungen mit 27% aller Patienten mit Explosionstrauma das führende Verletzungsmuster darstellten und gegenüber den Vergleichskollektiven wesentlich häufiger auftraten. Das zweithäufigste Verletzungsmuster waren mit einem Anteil von 25,5% die Thoraxverletzungen, gefolgt von Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich mit 19,7% und den Extremitäten mit 19%. Unter den Extremitätenverletzungen war die obere Extremität bei 73% und die untere Extremität bei 46% der Patienten verletzt. Der Anteil der Patienten, die sich im Rahmen eines Explosionstraumas eine Gesichtsverletzung zugezogen hatten, betrug 10,2% und trat, ebenso wie die Weichteilverletzungen, gegenüber den Vergleichskollektiven am häufigsten auf. Die Patienten mit Explosionstrauma wiesen mit 7,3% den geringsten Anteil an Abdomenverletzungen auf. Eine retrospektive Betrachtung von schwerverletzten Patienten, die nach terroristischen Bombenattentaten in Israel auf Intensivstationen behandelt wurden, zeigte, dass 56% der Patienten Gesichtsverletzungen erlitten und diese somit das führende Verletzungsmuster darstellten. Von schweren Thoraxverletzungen waren 51% der Patienten betroffen, 46% der Patienten zeigten Verletzungen der unteren Extremität und 32% erlitten ein Abdominaltrauma [7]. Gutierrez de Ceballos et al. [38] beschrieben das Verletzungsmuster kritisch kranker Patienten, die nach den Bombenanschlägen in Madrid auf Intensivstation aufgenommen wurden. Hier waren die Thorax- und Weichteilverletzungen mit 89% und 85% der betroffenen Patienten führend. Es waren 55% der Patienten von Frakturen betroffen, Kopfverletzungen erlitten 52% und 37% der Patienten zeigten Abdominalverletzungen. Vergleicht man das Verletzungsmuster der Studien, lassen sich deutliche Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung der verletzten

Körperregionen und der führenden Verletzungen erkennen. Diese Unterschiede werden auch in der Literatur beschrieben und durch beeinflussende Faktoren, wie die Art und die Explosionskraft des Sprengmittels, die Entfernung und die Lage des Opfers zur Explosion, sowie die Umgebung in der die Explosion stattfindet erklärt [7,10,76,103]. Singleton et al. [94] zeigten in ihrer Studie die Unterschiede im Verletzungsmuster von Soldaten, die bei IED-Explosionen in Afghanistan getötet wurden. Bei den Soldaten, die sich innerhalb eines Fahrzeuges befanden erlitten 53% Kopfverletzungen und 23% Verletzungen des Thorax. Dagegen führten bei den Soldaten, die zu Fuß auf Patrouille waren mit 48% die Verletzungen der unteren Extremität, Kopfverletzungen erlitten 19% und Verletzungen des Abdomens lagen bei 13% vor. Rezaei et al. [86] erklärten den erhöhten Anteil von Kopfverletzungen in geschlossenen Räumen mit den Reflexionen der Druckwellen an den Wänden und den damit verbundenen langanhaltend erhöhten intrakraniellen Druckspitzenwerten. Die signifikant höhere Prävalenz einer explosionsbedingten Lungenschädigung und assoziierter Thoraxverletzungen in geschlossenen Räumen wird auch von Almogy et al. [4], Bala et al. [10] und Pizov et al. [79] bestätigt. Mayo [67] betont in seinem Artikel, dass die Anzahl der betroffenen Körperregionen nach Explosionstrauma signifikant höher ist als bei den üblichen Traumata. Von den Opfern mit Explosionstrauma, so Mayo, weisen ungefähr 18% Verletzungen von drei Körperregionen auf und 11% der Opfer sind von vier oder mehr Körperregionen betroffen. Bei den üblichen Traumata liegen in 5% der Fälle drei Verletzungen und in 1,5% der Fälle vier oder mehr Verletzungen vor. Auch Aschkenasy-Steuer et al. [7] beschrieben, dass in 85% der Patienten mit Kombinationsverletzungen zu rechnen ist. Kosashvili et al. [49] zeigten, dass ein multiples Trauma bei Explosionen mit 11,1% in geschlossenen Räumen am höchsten ist und nahezu doppelt so häufig auftritt als bei Explosionen in Bussen (5,7%) und in offenen Räumen (5,5%). Im direkten Vergleich des Verletzungsmusters der einzelnen Patientenkollektive unserer Studie zeigt sich, dass, abgesehen von den Weichteil- und Gesichtsverletzungen, die bei den Explosionstraumata deutlich überwiegen, alle anderen Verletzungen in den Vergleichskollektiven „Penetrierendes Trauma“, „Verkehr“ und „Sturz“ häufiger vorkommen.

Die Komplikation eines Organversagens trat in unserem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma bei einem Anteil von 36,4% auf. Nur bei den Patienten mit penetrierendem Trauma kam diese Komplikation mit 34,8% weniger häufig vor. Die Patientenkollektive mit Verkehrsunfall und Sturz wiesen dagegen mit 38,2% und 39,6% eine höhere Komplikationsrate für ein Organversagen auf. Untersucht man jedoch die Häufigkeit eines Multiorganversagens, hebt sich das Explosionstrauma deutlich gegenüber allen Vergleichskollektiven ab und weist mit 28,6% aller Patienten mit Explosionstrauma den höchsten Anteil eines Multiorganversagens auf. In den Vergleichskollektiven belaufen sich die Anteile auf 20,2% beim penetrierenden Trauma, 22,8% in der Patientengruppe nach Verkehrsunfall und 23,3% bei der Unfallart „Sturz“. Dieses Ergebnis unterstreicht noch einmal die Komplexität des Verletzungsmusters bei einem Explosionstrauma. Im Allgemeinen erleiden die Opfer Verletzungen, die durch mehr als einen Verletzungsmechanismus entstehen und in die Kategorien stumpfes Trauma, penetrierendes Trauma und Verbrennung eingeteilt werden können [7]. Das Überwiegen der Kombinationsverletzungen bei den Explosionstraumata führt folglich zu einem häufigeren Auftreten eines Multiorganversagens. Betrachtet man die unterschiedlichen Organsysteme gesondert, zeigt sich beim Explosionstrauma gegenüber allen Vergleichskollektiven ein höherer Anteil an Herz-Kreislauf-Versagen, Lungenversagen, Koagulationsversagen, Nieren- und Leberversagen. Einzig das Organversagen des ZNS überwiegt bei der Unfallart „Sturz“. Damit bestätigt das Ergebnis unserer Studie die erwartete erhöhte pulmonale Komplikationsrate des Explosionstraumas und zeigt zusätzlich das Überwiegen weiterer Organsysteme. Als weitere Komplikation entwickelte ein Anteil von 14,1% der Patienten mit Explosionstrauma während der intensivmedizinischen Versorgungsphase eine Sepsis. Wesentlich niedriger sind die Anteile in den Vergleichsgruppen „Penetrierendes Trauma“ (7,1%), „Verkehr“ (8,7%) und „Sturz“ (7,2%). Eine mögliche Ursache für das deutlich häufigere Vorkommen dieser Komplikation ist das Überwiegen an Weichteilverletzungen bei den Explosionstraumata. In der Studie von Fares et al. [30] entwickelten 19,4% schwere Infektionen. Auch Bashir et al. [13] beschreiben in 12,5% der Fälle oberflächliche Wundinfektionen. Diese Infektionen bilden die Grundlage für die Entwicklung einer Sepsis.

#### 4.5 Diskussion von Letalität und Outcome

Die beobachtete Gesamtletalität nach Explosionstrauma liegt in dem von uns untersuchten Patientenkollektiv bei 10,2%. Aschkenasy-Steurer et al. [7] untersuchten in einer retrospektiven Studie das Patientenkollektiv, das nach Terroranschlägen in Israel im Hadassah Hebrew Medical University Center, dem einzigen Level I Traumazentrum in Jerusalem, versorgt wurden. Das untersuchte Kollektiv dieser Studie beinhaltet alle Patienten, die zur weiteren Versorgung auf der Intensivstation aufgenommen wurden und ist daher gut mit dem Patientenkollektiv unserer Studie vergleichbar. Die Gesamtletalität dieser Patienten betrug in den Jahren von 2001-2004 8,5%. Auch das Patientenkollektiv von Gutierrez de Ceballos et al. [38] lässt sich mit dem unserer Studie vergleichen und ergab eine Gesamtmortalität von 17,2%. Die Vergleichbarkeit mit den Letalitätsraten weiterer Studien ist nur eingeschränkt möglich, da sich die Patientenkollektive überwiegend auf die Gesamtheit aller im Krankenhaus behandelten Patienten beziehen oder zusätzlich die unmittelbare Letalität vor Ort berücksichtigen [10,17,68,79]. Dennoch zeigt sich im Vergleich, dass der Unterschied in den Letalitätsraten der Literatur von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Die Studie von Thompson et al. [96] beschreibt eine erhöhte Letalität von Opfern die sich nahe der Explosion befanden. Pizov et al. [79], Singleton et al. [93] und Goh [36] bestätigten das Vorliegen einer Lungenschädigung als Ursache einer erhöhten Letalität. Eine vergleichsweise höhere Letalität fand sich auch bei Explosionen in geschlossenen Räumen, wie durch die Arbeiten von Leibovici et al. [62], Kosashvili et al. [49] und Patel et al. [76] bestätigt wird. Der gleichzeitige Einsturz von Gebäuden, wie es sich bei den Bombenattentaten in Oklahoma City 1995, Buenos Aires 1994 und Beirut 1983, sowie bei den Anschlägen auf das World Trade Center in New York ereignete, sind ebenfalls mit einer erhöhten Mortalität verbunden [15,22,33,65]. Zuletzt wurde auch die unterschiedliche Versorgungsqualität, insbesondere in den Entwicklungsländern, als möglicher Einflussfaktor einer erhöhten Letalität berücksichtigt [99]. Die Gesamtletalität unserer drei Vergleichskollektive liegt mit 15,5% bei der Unfallart „Penetrierendes Trauma“, 11,5% bei der Unfallart „Verkehr“ und 14,4% bei der Unfallart „Sturz“ höher. Dies wird nicht bestätigt durch die Arbeit von Kluger [48], in der bei den Patienten nach Terroranschlägen eine

höhere Verletzungsschwere und eine doppelt so hohe Letalität gegenüber anderen Traumaarten beschrieben wird.

Der Anteil der Patienten, die innerhalb der ersten 24 Stunden nach einem Explosionstrauma verstarben betrug 2,9%. Die Frühletalität der Patienten mit penetrierendem Trauma lag bei 9,9%, bei der Patientengruppe nach Verkehrsunfall bei 6,5% und bei den Patienten nach Sturz bei 6,7%. Das Ergebnis zeigt deutlich, dass die Patienten mit Explosionstrauma im Vergleich später versterben. Diese erhöhte verspätete Mortalität unterstreicht die Bedeutsamkeit der wiederholten Neubewertung der Patienten anhand körperlicher Untersuchungen, sowie der engmaschigen Überprüfung von Labor- und bildgebenden Befunden. Dadurch kann eine späte Diagnose potentiell lebensbedrohlicher Verletzungen verhindert werden [4]. Aufgrund der häufig späten Manifestation der Verletzungen, sollten insbesondere Patienten, die sich sehr nahe der Explosion befanden und bei der Aufnahme im Krankenhaus keine offensichtlichen Verletzungen zeigen über einen bestimmten Zeitraum beobachtet werden [102].

Betrachtet man das Outcome unseres Patientenkollektives mit Explosionstrauma anhand der Glasgow Outcome Scale, zeigt sich, dass der überwiegende Anteil der Patienten gut erholt (42,1%) oder mit leichten Behinderungen (31,4%) aus der Klinik entlassen wird. Von den Patienten mit schlechterem Outcome hatten 9,1% schwere Behinderungen, 5,8% wurden mit einem persistierenden vegetativen Zustand entlassen und 11,6% verstarben während des Klinikaufenthaltes. In der Literatur ist die Verwendung der Glasgow Outcome Scale im Zusammenhang mit Explosionstraumata selten zu finden. In der Studie von Bashir et al. [13] wurden Daten von Patienten mit Kopfverletzungen infolge Terrorismus-bedingter Explosionen beschrieben. Von diesen Patienten hatten 56,25% eine GOS von 5, ein Anteil von 18,75% zeigte eine GOS von 4 und bei 25% lag die GOS bei 3. Vergleichbar mit unseren Ergebnissen, zeigte sich auch hier ein überwiegender Anteil der Patienten mit gutem Outcome. Die Studie von Bashir et al. [13] beschreibt jedoch bei den Patienten mit explosionsbedingtem Schädel-Hirn-Trauma eine signifikante neurologische und psychiatrische Morbidität aufgrund von Komplikationen wie einem Liquorverlustsyndrom, posttraumatischen Krampfanfällen und Wundinfektionen.

Vergleicht man die verschiedenen Patientenkollektive unserer Studie in Bezug auf die anteilmäßige Verteilung in den Kategorien der GOS, zeigt sich folgendes: der Anteil der Patienten mit einer GOS < 4 liegt bei der Unfallart „Sturz“ mit 29,3% höher als in den Vergleichskollektiven „Explosionstrauma“ (26,5%), „Penetrierendes Trauma“ (26,4%) und „Verkehr“ (25,1%). Diese Beobachtung deckt sich mit den ebenfalls höchsten Werten eines Organversagens des ZNS in der Gruppe mit Sturz. Bei gutem Outcome ist beim Explosionstrauma der Anteil der „gut erholten“ geringer und der Anteil mit „leichten Behinderungen“ höher als in den Vergleichskollektiven. Die Verteilung in gutes (GOS 4 und 5) und schlechtes Outcome (GOS 1 bis 3) unterscheidet sich verglichen mit den Patientenkollektiven „Penetrierendes Trauma“ und „Sturz“ sonst nicht wesentlich.

#### 4.6 Diskussion der Prognoseabschätzung mittels etablierter Scores

In der Patientengruppe mit Explosionstrauma ergab die am Unfallort bestimmte Glasgow Coma Scale einen durchschnittlichen Wert von 13,0 Punkten und beschreibt damit eine leichte Bewusstseinsbeschränkung. Der Anteil der Patienten die eine GCS  $\leq 8$  hatten lag bei 13,8%. Eine retrospektive Studie von 15 Patienten, die nach den Explosionen zweier Zivilbusse in Jerusalem primäre Explosionsverletzungen der Lunge erlitten, ergab einen durchschnittlichen GCS-Wert von 12 Punkten [79]. Bashir et al. [13] untersuchten Patienten, die sich innerhalb eines 5-Jahres-Zeitraumes infolge von Terrorismus-bedingten Explosionen in Pakistan Kopfverletzungen zugezogen hatten und beschrieben einen GCS-Wert, der im Mittel bei 11,2 lag. In beiden Studien lag damit durchschnittlich bereits eine mittelschwere Bewusstseinsbeschränkung vor. In der Arbeit von Aschkenasy-Steuer et al. [7] wurde bei den Patienten, die während Bombenexplosionen in Israel Kopfverletzungen erlitten, in 65,3% der Fälle eine GCS-Wert von 13-15 bestimmt, 5,9% hatten eine Punktzahl von 9-12 und bei 28,7% lag der initiale Wert bei 3-8. Damit zeigt sich auch hier, dass die überwiegende Zahl der Patienten nur leichte Bewusstseinsbeschränkungen davontrugen. Betrachtet man jedoch den Anteil der Patienten mit einem GCS-Wert  $\leq 8$  lag dieser mit 28,7% höher als in unserem Studienkollektiv. Das Ergebnis von Mayo et al. [67] in dem die Anzahl der Patienten mit einem GCS  $\leq 5$  nach Explosionstraumata viermal höher war als bei herkömmlichen Traumaopfern

konnte mit den Auswertungen unserer Studie nicht bestätigt werden. Im Gegensatz dazu haben in unserer Studie alle Vergleichsgruppen gegenüber den Explosionstraumata einen höheren Anteil an Patienten mit einem GCS  $\leq 8$ . Die mittleren GCS-Werte der Vergleichsgruppen untereinander unterschieden sich mit 12,0 Punkten beim penetrierendem Trauma, 11,6 Punkten bei Verkehrsunfall und 11,7 Punkten bei Sturz nur minimal voneinander und haben damit alle einen schlechteren GCS-Durchschnittswert als das Explosionstrauma.

Der Injury Severity Score (ISS) ist derzeit der weltweit am häufigsten verwendete Score zur Beschreibung der Gesamtverletzungsschwere [6,50]. In unserer Studie lag die durch den ISS ermittelte Verletzungsschwere der Patienten mit Explosionstrauma bei einem durchschnittlichen Wert von 18,0 Punkten. In der Literatur lassen sich die unterschiedlichsten Ausprägungen in der Verletzungsschwere nach Explosionsereignissen finden. Die Angaben der Studien variieren zwischen mittleren ISS-Werten von 6 und 35 Punkten [7,10,38,79,96,99]. Als Gründe hierfür werden viele Faktoren diskutiert, die die Verletzungsschwere der Explosionstraumata beeinflussen. Zunächst haben die Art des explosiven Materials und die damit in Zusammenhang stehende Explosionskraft einen wesentlichen Einfluss. Häufig bewirken zusätzlich beigefügte Schrapnelln eine Zunahme der Verletzungsschwere [4]. Auch die Position, das heißt die Entfernung, die Höhe und der Winkel des Opfers im Verhältnis zum Epizentrum des explosiven Materials, spielt eine wesentliche Rolle [4,10,35,36]. Ob sich die Explosion in einem geschlossenen Raum oder im Freien ereignet beeinflusst ebenfalls das Ausmaß der Verletzungsschwere [35,36,94]. Während sich die Explosionswellen im Freien ungestört vom Zentrum weg fortpflanzen können und sich mit einer relativ schnellen Geschwindigkeitsabnahme der Schockfront auflösen, werden die Explosionswellen in geschlossenen Räumen und im Wasser reflektiert und resultieren durch die wiederholte Einwirkung auf das Opfer in einer erhöhten Verletzungsschwere [36]. Von unseren Patienten mit Explosionstrauma galten 52,5% mit einem ISS-Wert von  $\geq 16$  Punkten definitionsgemäß als Polytrauma. Bala et al. [10] und Kosashvili et al. [49] bestätigten in ihren Studien das Überwiegen polytraumatisierter Patienten nach Explosionstrauma. In der Zusammenschau der Ergebnisse zeigt sich, dass sowohl der mittlere ISS-Wert unserer Patienten mit Explosionstrauma, als auch der Anteil mit einem ISS-Wert

$\geq 16$  unter dem aller Vergleichskollektive liegt. Betrachtet man die Komplexität des Verletzungsmusters, das durch Explosionen bedingt ist, ist dieses Ergebnis überraschend. Die Tatsache, dass nur ein AIS-Code je Körperregion und maximal drei Körperregionen berücksichtigt werden führt zu nachgewiesenen Schwächen des ISS. So kommt es zu systematischen Unterbewertungen bei mehr als drei verletzten Körperregionen, bei schwerem SHT mit mehr als einer Verletzungsmorphologie oder bei multiplen schweren Extremitätenverletzungen [6]. Die Studie von Shin et al. [92] untersuchte die Fähigkeit des ISS die Verletzungsschwere von kampfbedingten Amputationen einzuschätzen. Dabei war die Mehrheit der Verletzungen durch hochenergetische Explosionen verursacht. Obwohl die Patienten mit einer Amputation der oberen Extremität durchschnittlich eine Amputation mehr aufwiesen als diejenigen mit isolierter Amputation der unteren Extremität, die Anzahl der verwendeten Blutprodukte signifikant erhöht und auch der Aufenthalt auf der ICU und im Krankenhaus signifikant verlängert waren, zeigte sich kein Unterschied bezüglich des ISS in den beiden Gruppen. Das Ergebnis verdeutlicht die fehlende Berücksichtigung multipler Verletzungen einer anatomischen Region und die daraus resultierende Unterschätzung der Verletzungsschwere. Diese Unterschätzung der Verletzungsschwere von Patienten mit multiplen Extremitätenverletzungen wird ebenfalls von Poole et al. [80] und Michaels et al. [71] beschrieben. Auch Cernak et al. [20] zeigt in seiner Studie, dass der ISS die Schwere von Explosionsverletzungen nicht präzise einschätzen kann und sieht die Problematik insbesondere in den oft fehlenden äußerlich sichtbaren Verletzungen und dem Mangel an leicht verfügbaren und reliablen Diagnostikparametern. Um die Schwächen des ISS zu berücksichtigen wurde der New Injury Severity Score (NISS) entwickelt, bei dem die drei schwersten Verletzungen unabhängig der Körperregion in die Berechnung der Verletzungsschwere einfließen [75,92]. Betrachtet man die Verletzungsschwere unserer Vergleichskollektive anhand des NISS, wurden die Patienten mit Explosionstrauma weiterhin als das Patientenkollektiv mit der geringsten Verletzungsschwere eingeschätzt. Dennoch ergab sich für alle Vergleichskollektive ein wesentlich höherer Punktwert. Die Verletzungsschwere des Explosionstraumas wurde mit dem NISS im Mittel auf 21,3 Punkte eingeschätzt. Die verbesserte Einschätzung der Verletzungsschwere anhand des NISS wurde auch in vorangegangenen Studien beschrieben [11,92,94]. Obwohl

der NISS bei der Einschätzung der Verletzungsschwere bereits effektiver ist als der ISS, erfüllt auch er nicht die Anforderungen zur Anwendung bei kampfbedingten Verletzungen [92].

Der RISC-Score ist ein aus den Daten des Traumaregisters der DGU entwickelter Score zur Berechnung der Überlebenschance und wird seit 2004 zur besseren Abschätzung der Letalität eingesetzt. In der Arbeit von Lefering [58] wurde die genauere Vorhersagekraft des RISC-Scores gegenüber anderen Scores nachgewiesen. Der RISC-Wert für unser Patientenkollektiv mit Explosionstrauma betrug im Mittel 6,8%. Für das Vergleichskollektiv mit der Unfallursache „Penetrierendes Trauma“ ließ sich ein mittlerer RISC-Wert von 15,5% berechnen und bei den Vergleichskollektiven „Verkehr“ und „Sturz“ lagen die RISC-Werte im Mittel bei 14,0% und 16,9%. Im Vergleich mit der beobachteten Letalität der einzelnen Patientenkollektive zeigt sich, dass die RISC-Prognose nur in der Patientengruppe mit penetrierendem Trauma mit der beobachteten Letalität übereinstimmt. Während die erwartete Letalität in den Patientenkollektiven mit Sturz und Verkehrsunfall etwas höher lag, wurde sie bei den Explosionstraumata stark unterschätzt. Da die Anwendung des RISC-Scores bisher nur auf das TraumaRegister DGU<sup>®</sup> beschränkt ist, lassen sich in der internationalen Literatur noch keine Vergleichsdaten zu dieser Beobachtung finden. Es stellt sich daher die Frage, welche Ursachen diesem Ergebnis zugrunde liegen könnten. Mögliche Erklärungen scheinen zum einen eine schlechtere Versorgung der Patienten mit Explosionstrauma oder die eingeschränkte Zuverlässigkeit des RISC-Scores zur Einschätzung der Letalität dieses Patientenkollektives zu sein. Der NISS und der AIS sind Parameter zur Berechnung des RISC-Scores. Ihre Anwendbarkeit auf das Explosionstrauma wurden bereits diskutiert und legen die Vermutung nahe, dass auch dieser Score die Letalität von Explosionstraumata nicht präzise vorhersagen kann, da die typischen Verletzungen von Explosionstraumata nicht adäquat eingebracht werden können. Eine weitere Einschränkung ergibt sich in der Vielzahl der Daten, die für die Berechnung des RISC-Scores notwendig sind. Zwar wurde bei der Entwicklung des Scores für fast alle Parameter „Ersatzvariablen“ bestimmt, mit denen einzelne fehlende Werte ergänzt werden können, dennoch konnten viele Patienten nicht in die Datenerhebung eingebunden werden, da zu viele Faktoren für die Berechnung nicht dokumentiert

waren. Der mittlere RISC-Wert der einzelnen Vergleichsgruppen stellt daher nur ein Teilkollektiv der verschiedenen Unfallarten dar. Durch die Neuerungen des seit 2013 in Anwendung befindlichen RISC II-Scores besteht die Mindestanforderung für eine sinnvolle Prognoseabschätzung nur noch in den Angaben zum Alter und dem Verletzungsmuster. Alle übrigen Variablen werden nicht mehr wie im RISC-Score aufwendig ersetzt, sondern als fehlend in das Modell miteinbezogen. Dadurch können deutlich mehr Datensätze für die Prognoseberechnung der Letalität herangezogen werden. Für unser Patientenkollektiv mit Explosionstrauma ließ sich anhand des RISC II-Scores eine mittlere Letalitätsprognose von 7,5% berechnen. Der RISC II-Wert betrug in dem Vergleichskollektiv „Penetrierendes Trauma“ im Mittel 17,7%. In den Patientenkollektiven „Verkehr“ und „Sturz“ lag die Letalitätsprognose anhand des RISC II-Scores im Mittel bei 12,4% und 14,6%. Trotz der größeren Anzahl zugrunde liegender Datensätze für die Berechnung des RISC II-Scores, zeigt sich in der Bewertung der Ergebnisse ebenfalls der Trend zur Unterschätzung der Letalität des Explosionstraumas (vgl. Abbildung 34). Dies bestätigt die Vermutung, dass die fehlende Berücksichtigung relevanter pathophysiologischer Besonderheiten oder anatomischer Verletzungen des Explosionstraumas ursächlich sein könnte.

Der Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score dient zur Berechnung der individuellen Wahrscheinlichkeit eines Schwerverletzten für den Bedarf einer Massentransfusion ( $\geq 10$  Erythrozytenkonzentrate). Der Vergleich zwischen dem berechneten Bedarf einer Massentransfusion mittels TASH-Score und dem tatsächlich beobachteten Bedarf einer Massentransfusion zeigte für das Patientenkollektiv „Verkehr“ ein nahezu deckungsgleiches Ergebnis (berechnet vs. beobachtet: 8,4% vs. 8,3%). Im Patientenkollektiv „Penetrierendes Trauma“ lag der beobachtete Bedarf einer Massentransfusion 1,1%-Punkte über dem berechneten Bedarf (berechnet vs. beobachtet: 9,8% vs. 10,9%). Das Patientenkollektiv „Sturz“ zeigte einen um 1,7%-Punkte geringeren Bedarf als die Berechnung vorhersagte (berechnet vs. beobachtet: 5,8% vs. 4,1%). Besonders auffällig war jedoch das Ergebnis in unserem Patientenkollektiv „Explosionstrauma“. Es zeigte sich ein um 7,5%-Punkte höherer beobachteter Bedarf einer Massentransfusion (berechnet vs. beobachtet: 5% vs. 12,5%). Obwohl das Explosionstrauma mittels TASH-Score als Unfallmechanismus mit

dem geringsten berechneten Bedarf einer Massentransfusion eingeschätzt wurde, zeigte sich beobachtet jedoch der größte Bedarf. Zur Anwendung des TASH-Scores auf das Explosionstrauma lassen sich in der internationalen Literatur keine Vergleichsdaten finden. Betrachtet man die Parameter, die für die Berechnung des TASH-Scores angewendet werden, liegt auch hier die Vermutung nahe, dass relevante Verletzungen des Explosionstraumas, die einen erhöhten Bedarf einer Massentransfusion erfordern, nicht erfasst werden und der berechnete Bedarf somit deutlich unterschätzt wird.

Aufgrund der eingeschränkten Anwendbarkeit bestehender Scores werden in verschiedensten Studien alternative Scoringsysteme diskutiert.

Durch die zunehmende Verwendung von Improvised Explosive Devices (IED) und Autominen haben insbesondere Verletzungen der unteren Extremität in militärischen Einsätzen an Bedeutung zugenommen [82,83]. Da die Verletzungen von Fuß und Knöchel mit einer signifikanten Morbidität einhergehen, ist die frühe und genaue Einschätzung der Verletzungsschwere wichtig, um die Letalität und die Wahrscheinlichkeit langfristiger Schäden zu reduzieren [84,97,98]. Hierfür wird noch immer überwiegend der AIS-Score verwendet. Die Foot and Ankle Severity Scale (FASS) wurde von der Amerikanischen Orthopädischen Fuß- und Knöchel-Gesellschaft entwickelt, um die Verletzungen der unteren Extremität zu bewerten und fand bisher nur als Forschungsinstrument und in klinischen Studien Anwendung [66]. Ramasamy et al. [84] untersuchten anhand des Joint Theatre Trauma Registry die Daten von britischen Soldaten, die in den Auslandseinsätzen im Irak und in Afghanistan durch Autobomben Verletzungen der unteren Extremität erlitten. Ziel der Studie war es, die Anwendbarkeit des AIS-Scores und der FASS zur Vorhersage eines schlechten klinischen Outcomes und dem Risiko einer Amputation zu vergleichen. Das Ergebnis zeigte, dass beide Scores in der Lage sind das Risiko einer Amputation vorherzusagen. Jedoch hatte die FASS eine höhere Spezifität und einen größeren prädiktiven Wert. Bei der Vorhersage des Outcomes war die FASS dem AIS-Score deutlich überlegen. Der Vorteil der FASS gegenüber dem AIS-Score liegt insbesondere in der Fähigkeit intraartikulären Verletzungen, die gewöhnlich mit einer schweren Behinderung eingehen, gegenüber extraartikulären Verletzungen einen höheren Wert zuzuordnen.

Hirshberg et al. [42] untersuchten 11 Opfer mit Lungenschädigung als Folge eines Bombenanschlags auf einen Bus in Israel und konnten zeigen, dass die meisten Patienten, die eine explosionsbedingte Lungenschädigung überlebten, innerhalb eines Jahres wieder eine gute Lungenfunktion erlangen. Die Möglichkeit einer zeitnahen Schweregradeinteilung der explosionsbedingten Lungenschädigung und eines damit verbundenen früheren Behandlungsbeginns könnten somit einen positiven Einfluss auf das Outcome haben. In der Studie von Pizov et al. [79] wurde ein Blast Lung Injury (BLI)-Score festgelegt, der Angaben zum  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -Verhältnis, zur Ausprägung von Infiltraten im Röntgen-Thorax und dem Vorhandensein von bronchopleuralen Fisteln berücksichtigt und damit eine Einteilung in eine schwere, moderate und milde Explosionsverletzung der Lunge ermöglicht. Dieser Score wurde mit einer modifizierten Form des Lung Injury Score nach Murray verglichen. Es konnte eine gute Korrelation zwischen den beiden Scores gezeigt werden. Der Vorteil des BLI-Scores war die Fähigkeit bereits in einem frühen Stadium zwischen einer moderaten und schweren BLI zu differenzieren und ermöglicht dadurch die Anwendung in der Triage von Explosionstraumata.

#### 4.7 Einschränkungen

Die verwendeten Daten wurden von den im TR-DGU teilnehmenden Kliniken anhand eines Erhebungsbogens dokumentiert. Hier ergeben sich zum einen durch die teilweise unvollständige Datenlage und zum anderen durch möglicherweise fehlerhafte Übertragungen Einschränkungen in der Qualität des Materials.

Zudem ist bei der Auswertung der auf Grundlage von Scoringsystemen erhobenen Daten zu berücksichtigen, dass selbst bei fachgerechter Anwendung die subjektive Einschätzung des Untersuchers einen wesentlichen Einfluss auf die ermittelten Scorewerte hat. Insbesondere die im Schockraum erhobenen physiologischen Scores werden durch die präklinische Therapie beeinflusst und sind somit in ihrer Vorhersagekraft eingeschränkt [50].

Während für die Unfallarten „Verkehr“ und „Sturz“ im Erhebungsbogen feste Felder zur Auswahl stehen, müssen die Patienten mit Explosionstrauma unter der Unfallart „Sonstige“ und dem Unterpunkt „Andere“ von Hand eingegeben werden. Daher ist es möglich, dass bei der Erstellung unseres Patientenkollektives mit

Explosionstrauma nicht alle Patienten ermittelt werden konnten und das gebildete Kollektiv eher einer Stichprobe entspricht.

Ferner wird das Patientenkollektiv mit penetrierendem Trauma nicht direkt als Unfallart erfasst. Bei der Datenerhebung werden die Traumata vielmehr in „stumpf“ und „penetrierend“ unterschieden. Es besteht somit die Möglichkeit, dass sich ein Patient aus unserem gebildeten Vergleichskollektiv mit penetrierendem Trauma auch in den Unfallarten „Explosionstrauma“, „Verkehr“ und „Sturz“ wiederfindet. Dennoch wurde das penetrierende Trauma hier als eigenständige Gruppe betrachtet und als Vergleichskollektiv herangezogen.

Bei der Datenerhebung werden keine präklinisch verstorbenen Patienten berücksichtigt. Weiterhin entfallen alle Patienten, die nach Aufnahme über den Schockraum entlassen werden oder direkt aus dem Schockraum und nach einem operativen Eingriff auf Normalstation verlegt wurden. Außerdem werden in das Register keine Patienten aufgenommen, die primär als Verbrennungspatienten gelten. Aufgrund dieser Einschränkungen ergeben sich Grenzen in der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen bestehender Literatur. Zusätzlich zeigen Studien aus dem zivilen Bereich bezüglich des Alters, des Geschlechts und weiterer Faktoren, wie z.B. bestehender Vorerkrankungen, eine Inhomogenität des Patientenkollektivs. Dagegen bilden die Patientenkollektive der Studien aus dem militärischen Bereich mit jungen, gesunden und überwiegend männlichen Opfern eine deutlich homogenere Gruppe [49]. Somit unterscheiden sich nicht nur die Patientenkollektive aus dem TR-DGU von den Patienten anderer Studien. Auch diese unterscheiden sich untereinander stark. Der direkte Vergleich unserer Ergebnisse mit der Literatur ist somit aufgrund dieser großen Unterschiede meist nur eingeschränkt möglich. Da jedoch die Gegenüberstellung unserer Daten mit der bestehenden Literatur insbesondere zum Ziel hat die Besonderheiten der prä- und innerklinischen Versorgung, des Verletzungsmusters und des Outcomes von Explosionstraumata, die für die Erarbeitung des Einsatzregisters der Bundeswehr von Bedeutung sind, hervorzuheben, können durch diese Unterschiede, insbesondere in Bezug auf die Umgebungsfaktoren, sogar noch zusätzliche relevante Aspekte aufgezeigt werden.

## 4.8 Schlussfolgerung

Die retrospektive Analyse ziviler Explosionstraumata aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> ergab ein Patientenkollektiv jüngeren Alters mit größtenteils männlichen Patienten. Die präklinische Versorgung zeigte sich verlängert, mit einer häufigeren Indikation zur Intubation und Verwendung des luftgebundenen Transports mittels Rettungshubschrauber. Innerklinisch waren verlängerte Beatmungszeiten und, bei einer sehr geringen Frühletalität, ein tendenziell längerer Intensivaufenthalt notwendig. Als häufigstes Verletzungsmuster hoben sich schwere Weichteilverletzungen hervor. Im Vergleich zeigte sich ein höherer Anteil an Organversagen, Multiorganversagen und septischen Verläufen. In der vorliegenden Arbeit konnten wir insbesondere die eingeschränkte Anwendbarkeit etablierter Scoring-Systeme auf das Explosionstrauma nachweisen. Die Verletzungsschwere anhand des ISS, die Letalitätsprognose mittels RISC- und RISC II und die Wahrscheinlichkeit einer Transfusion mit dem TASH-Score werden beim Explosionstrauma tendenziell unterschätzt. Dieser Einschränkung muss man sich bei der weiteren Anwendung und Bewertung der ermittelten Scores bewusst sein. Zum anderen stellt diese Erkenntnis eine wichtige Grundlage für die Entwicklung des Einsatzregisters der Bundeswehr und für die Verbesserung von Scoring-Systemen dar. Im Vergleich unserer Ergebnisse mit der einschlägigen Literatur konnten wichtige Marker gefunden werden, mit deren Hilfe sich die Anwendung der bestehenden Scoring-Systeme optimieren lässt. Dies ist von großer Bedeutung, da durch eine bessere Einschätzung der Verletzungsschwere auch die medizinische Versorgung angepasst und verbessert werden kann. Insbesondere im Einsatzland, wo schwerere Explosionstraumata erwartet werden, ist eine adäquate Einschätzung der Verletzungsschwere und eine damit angepasste Versorgung von entscheidender Bedeutung.

Lange Zeit galt die Untersuchung des Trommelfells als ein schneller Weg zur Triagierung von Explosionsopfern in Bezug auf Lungen- und Darmverletzungen. Man ging davon aus, dass bei intaktem Trommelfell die Chance einer Verletzung von Hohlorganen geringer ist [36]. Diese Annahme konnte jedoch durch verschiedene Studien widerlegt werden und findet als Marker zur besseren Einschätzung der Verletzungsschwere keine Anwendung mehr [23,62]. Im

TraumaRegister DGU<sup>®</sup> wird die Untersuchung des Trommelfells nicht gesondert dokumentiert, sodass wir im Rahmen unserer Studie hierzu keine Aussage machen können.

Um die Verletzungsschwere nach einem Explosionstrauma dennoch besser einschätzen zu können, müssen zusätzlich zum Injury Severity Score insbesondere Marker verwendet werden, die die Art des explosiven Materials, die Lage des Opfers zur Explosion und die Umgebung der Explosion (geschlossener vs. offener Raum) berücksichtigen. Diese Faktoren haben Einfluss auf den Unfallmechanismus einer Explosion und können dadurch einen genaueren Anhalt für die Verletzungsschwere geben. Man muss sich im Klaren sein, dass Explosionstraumata meist Kombinationsverletzungen auslösen, deren Verteilung keinem allgemeingültigen Schema entspricht, sondern sehr unterschiedlich ausfallen kann. Als Fazit für die Praxis gilt daher, dass eine wiederholte Reevaluation, bestehend aus körperlicher Untersuchung und Überprüfung der Labor- und bildgebenden Befunde, unbedingt notwendig ist, um verborgene, potentiell lebensbedrohliche Verletzungen nicht zu übersehen.

## 5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, anhand der Datenbank des TraumaRegister DGU® (TR-DGU) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, relevante Unterschiede in der Versorgung, dem Verletzungsmuster und dem Outcome des Explosionstraumas gegenüber anderen Traumaarten zu erkennen, um damit mögliche Ansatzpunkte für die Verbesserung der Versorgungsqualität des Sanitätsdienstes der Bundeswehr im Einsatzland aufzuzeigen.

Hierfür wurden die Daten von 137 Patienten ermittelt, die innerhalb des Heimatlandes ein Explosionstrauma erlitten und einen Injury Severity Score  $\geq 5$  aufwiesen. Um die Daten vergleichen zu können, wurden entsprechend dieser Einschlusskriterien drei Vergleichskollektive mit den Unfallarten „Penetrierendes Trauma“ (n=3865), „Verkehr“ (n=47581) und „Sturz“ (n=25850) gebildet.

Das Alter der Patienten mit Explosionstrauma lag im Durchschnitt bei 39,5 Jahren und unterschied sich damit nur von dem Vergleichskollektiv „Sturz“, das mit durchschnittlich 52,8 Jahren ein wesentlich höheres Lebensalter aufwies. Das Explosionstrauma zeigte mit 90,4% gegenüber allen Vergleichskollektiven den größten Anteil männlicher Patienten. Weiterhin war die präklinische Versorgungszeit mit 74 Minuten gegenüber allen Vergleichskollektiven verlängert. Mit einem Anteil von 43,2% aller Patienten mit Explosionstrauma wies dieses Patientenkollektiv eine deutlich häufigere Verwendung des luftgebundenen Transports mittels Rettungshubschrauber auf als in den Vergleichskollektiven. Die präklinische Versorgung des Explosionstraumas unterschied sich von den Vergleichskollektiven insbesondere in der häufigeren Indikation zur Intubation (49,6%) und dem geringeren Einsatz an Katecholaminen (6,2%). Mit einer mittleren Dauer von 5,5 Tagen war die Beatmungszeit der Patienten mit Explosionstrauma im Vergleich am längsten. Von den Patienten mit Explosionstrauma war bei einem Anteil von 10,3% während des gesamten klinischen Verlaufs eine Gabe von Erythrozytenkonzentraten notwendig. Dieser Anteil war niedriger als in den Vergleichskollektiven. Der Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score unterschätzt die Wahrscheinlichkeit einer Massentransfusion insbesondere beim Explosionstrauma (berechnet vs. beobachtet: 5,0 vs. 12,5%). Die Dauer der intensivmedizinischen Versorgung war mit durchschnittlich 10,7 Tagen länger als in den anderen Patientenkollektiven.

Betrachtet man die Gesamtdauer im Krankenhaus, war das Patientenkollektiv mit Verkehrsunfall die einzige Vergleichsgruppe, die die durchschnittliche Aufenthaltsdauer des Explosionstraumas von 21,5 Tagen übertraf. Mit einem Anteil von 27% Weichteilverletzungen und 10,2% Gesichtsverletzungen traten diese Verletzungen in dem Patientenkollektiv mit Explosionstrauma häufiger auf als in den Vergleichskollektiven. Dagegen war das Explosionstrauma die Unfallart, bei der Verletzungen des Thorax (25,5%), des Kopf-Hals-Bereichs (19,7%), der Extremitäten (19%) und des Abdomens (7,3%) am wenigsten vorkamen. Die Unfallart „Penetrierendes Trauma“ war die einzige Vergleichsgruppe, bei der die Komplikation eines Organversagens weniger häufig vorkam als bei den Patienten nach Explosionstrauma, bei denen sich der Anteil auf 36,4% belief. Betrachtet man die unterschiedlichen Organsysteme gesondert, zeigte sich beim Explosionstrauma gegenüber allen Vergleichskollektiven ein höherer Anteil an Herz-Kreislauf-Versagen, Lungenversagen, Koagulationsversagen sowie Nieren- und Leberversagen. Einzig das Organversagen des ZNS überwog bei der Unfallart „Sturz“. Mit einem Anteil von 28,6% aller Patienten mit Explosionstrauma wies dieses Patientenkollektiv den höchsten Anteil eines Multiorganversagens auf. Während der intensivmedizinischen Versorgungsphase entwickelte ein Anteil von 14,1% der Patienten mit Explosionstrauma als weitere Komplikation eine Sepsis und übertraf damit alle anderen Patientenkollektive. Ein Anteil von 10,2% der Patienten mit Explosionstrauma verstarb während des Krankenhausaufenthaltes, davon 2,9% innerhalb der ersten 24 Stunden. Damit ist die Letalität in den Vergleichskollektiven höher. Das Explosionstrauma ist das einzige Patientenkollektiv, in dem die Spätletalität dominiert. Auffällig ist die Diskrepanz der mit der Revised Injury Severity Classification berechneten erwarteten Letalität (RISC: 6,8%, RISC II: 7,5%) gegenüber der beobachteten Letalität (10,2%, 10,7%). Auch die Verletzungsschwere anhand des Injury Severity Scores wird beim Explosionstrauma mit 18 Punkten geringer eingeschätzt als in den Vergleichskollektiven. Da bestehende anatomisch orientierte Scoring-Systeme die Verletzungsformen des Explosionstraumas nicht gut abbilden können, sind sie somit nicht in der Lage die Verletzungsschwere eines Explosionstraumas präzise einzuschätzen. Mit den Ergebnissen unserer Arbeit konnte, wie bereits in mehreren Studien beschrieben, eine eingeschränkte Anwendbarkeit etablierter Scoring-Systeme auf das Explosionstrauma nachgewiesen werden.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Arbeitsgemeinschaft „Scoring“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Unfallchirurg*, 97: 230-237 (1994)
2. Agha A, Bein T, Fröhlich D, Höfler S, Krenz D, Jauch K: "Simplified Acute Physiology Score" (SAPS II) zur Einschätzung der Erkrankungsschwere bei chirurgischen Intensivpatienten. *Chirurg*, 73: 439-442 (2002)
3. Allah KC, Kossoko H, Assi Djè Bi Djè V, Yéo S, Bonny R, Richard Kadio M: Blast injuries of the hands in precarious health situation. *Ann Chir Plast Esthet*, 59: 181-188 (2014)
4. Almogy G, Belzberg H, Mintz Y, Pikarsky AK, Zamir G, Rivkind AI: Suicide bombing attacks: update and modifications to the protocol. *Ann Surg*, 239: 295-303 (2004)
5. Altmann K: Vergleich der Letalität polytraumatisierter Patienten abhängig von Rettungsregion und Rettungszeit anhand der Revised Injury Severity Classification (RISC). Med. Dissertation. Universität Ulm. (2011)
6. Andruszkow H, Pape HC, Sellei R, Hildebrand F: Prognose des polytraumatisierten Patienten: Einschätzung im Schockraum und auf der Intensivstation. *Unfallchirurg*, 116: 451-464 (2013)
7. Aschkenasy-Steuer G, Shamir M, Rivkind A, Mosheiff R, Shushan Y, Rosenthal G, Mintz Y, Weissman C, Sprung CL, Weiss YG: Clinical review: the Israeli experience: conventional terrorism and critical care. *Crit Care*, 9: 490-499 (2005)
8. Baker SP, O'Neill B: The injury severity score: an update. *J Trauma*, 16: 882-885 (1976)
9. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB: The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*, 14: 187-196 (1974)

10. Bala M, Shussman N, Rivkind AI, Izhar U, Almogy G: The pattern of thoracic trauma after suicide terrorist bombing attacks. *J Trauma*, 69: 1022-1028; discussion 1028-1029 (2010)
11. Balogh Z, Varga E, Tomka J, Süveges G, Tóth L, Simonka J: The new injury severity score is a better predictor of extended hospitalization and intensive care unit admission than the injury severity score in patients with multiple orthopaedic injuries. *J Orthop Trauma*, 17: 508-512 (2003)
12. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D: Epidemiologie des Schwerverletzten. Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. *Unfallchirurg*, 103: 355-363 (2000)
13. Bashir M, Tahir M, Bari E, Mumtaz S: Craniocerebral injuries in war against terrorism - a contemporary series from pakistan. *Chin J Traumatol*, 16: 149-157 (2013)
14. Becker C, Gebhard F, Muche R, Scheible S, Nikolaus T: Epidemiologie von Stürzen Älterer. *Z Orthop Unfall*, 137: 482-485 (1999)
15. Biancolini C, Del Bosco C, Jorge M: Argentine Jewish community institution bomb explosion. *J Trauma*, 47: 728-732 (1999)
16. Bickelmayer J: Versorgungsebenen und Evakuierung von Verwundeten. In: Neitzel C and Ladehof K (Hrsg.) *Taktische Medizin - Notfallmedizin und Einsatzmedizin*, 1. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, S. 47-56 (2012)
17. Bilukha O, Laurence H, Danee L, Subedi K, Becknell K: Injuries and deaths due to victim-activated improvised explosive devices, landmines and other explosive remnants of war in Nepal. *Inj Prev*, 17: 326-331 (2011)
18. Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA, Schein RM, Sibbald WJ: Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine. *Chest*, 101: 1644-1655 (1992)

19. Cernak I, Savic J, Malicevic Z, Zunic G, Radosevic P, Ivanovic I, Davidovic L: Involvement of the central nervous system in the general response to pulmonary blast injury. *J Trauma*, 40: 100-104 (1996)
20. Cernak I, Savic J, Zunic G, Pejnovic N, Jovanikic O, Stepic V: Recognizing, scoring, and predicting blast injuries. *World J Surg*, 23: 44-53 (1999)
21. Committee on Injury Scaling: The Abbreviated Injury Scale 1990 Revision - Update 98. Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM), Barrington, Illinois, S. III-XIX (1998)
22. Cushman J, Pachter H, Beaton H: Two New York City hospitals' surgical response to the September 11, 2001, terrorist attack in New York City. *J Trauma*, 54: 147-154 (2003)
23. DePalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ: Blast injuries. *N Engl J Med*, 352: 1335-1342 (2005)
24. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie: Kurzfassung AIS 2005 für das TraumaRegister DGU®. Version: 18.01.2016. Internet: <https://intern.dgu-traumanetz.de/intern/modulTr/information/ais2005/index.jsp> (06.03.2016)
25. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie: TraumaRegister DGU®. Internet: [www.traumaregister-dgu.de](http://www.traumaregister-dgu.de) (03.01.2016)
26. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Sektion Intensiv- & Notfallmedizin, Schwerverletztenversorgung (NIS) und Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC): TraumaRegister DGU® - Jahresbericht 2014 für den Zeitraum bis Ende 2013. Internet: [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU-Jahresbericht\\_2014.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU-Jahresbericht_2014.pdf) (13.01.2016)

27. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Sektion Intensiv- & Notfallmedizin, Schwerverletztenversorgung (NIS) und Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC): TraumaRegister DGU® - Jahresbericht 2013 für den Zeitraum bis Ende 2012. Internet: [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU-Jahresbericht\\_2013.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU-Jahresbericht_2013.pdf) (13.01.2016)
28. Di Micoli M: Explosionsverletzungen. In: Neitzel C und Ladehof K (Hrsg.) Taktische Medizin - Notfallmedizin und Einsatzmedizin, 1. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 217-227 (2012)
29. Europol. TE-SAT 2013: EU Terrorism Situation and Trend Report: Internet: [https://www.europol.europa.eu/latest\\_publications/37](https://www.europol.europa.eu/latest_publications/37) (12.01.2016)
30. Fares Y, El-Zaatari M, Fares J, Bedrosian N, Yared N: Trauma-related infections due to cluster munitions. *J Infect Public Health*, 6: 482-486 (2013)
31. Fleming M, Waterman S, Dunne J, D'Alleyrand J, Andersen R: Dismounted complex blast injuries: patterns of injuries and resource utilization associated with the multiple extremity amputee. *J Surg Orthop Adv*, 21: 32-37 (2012)
32. Fosse E: Establishment of a NATO Trauma Registry - A Joint Project within the NATO Framework. Internet: [http://wehrmed.de/article/1229-Establishment\\_of\\_a\\_NATO\\_trauma\\_registry\\_a\\_joint\\_project\\_within\\_the\\_NATO\\_framework.html](http://wehrmed.de/article/1229-Establishment_of_a_NATO_trauma_registry_a_joint_project_within_the_NATO_framework.html) (13.01.2016)
33. Frykberg E, Hutton P, Balzer RJ: Disaster in Beirut: an application of mass casualty principles. *Mil Med*, 152: 563-566 (1987)
34. Geldner G, Schwarz U: Präklinische Polytraumaversorgung: Eilen oder Verweilen? *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 38: 196-197 (2003)
35. Glenshaw MT, Vernick JS, Li G, Sorock GS, Brown S, Mallonee S: Factors associated with injury severity in Oklahoma City bombing survivors. *J Trauma*, 66: 508-515 (2009)

36. Goh SH: Bomb blast mass casualty incidents: initial triage and management of injuries. *Singapore Med J*, 50: 101-106 (2009)
37. Groß B: Kinematik des Traumas - Explosionsverletzungen. In: NAEMT (Hrsg.) *Präklinisches Traumamanagement - Prehospital Trauma Life Support (PHTLS)*, 2. Auflage, Elsevier, München, S. 81-83 (2012)
38. Gutierrez de Ceballos JP, Turegano-Fuentes F, Perez-Diaz D, Sanz-Sanchez M, Martin-Llorente C, Guerrero-Sanz JE: 11 March 2004: The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain - an analysis of the logistics, injuries sustained and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Crit Care*, 9: 104-111 (2005)
39. Guy RJ, Kirkman E, Watkins PE, Cooper GJ: Physiologic responses to primary blast. *J Trauma*, 45: 983-987 (1998)
40. 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*, 113: 366-372 (2010)
41. Helm M, Klinger S, Hentsch S, Biehler D, Lampl L, Kulla M: Konzept für ein Einsatzregister des Sanitätsdienstes der Bundeswehr. *Notfall Rettungsmed*, 15: 617-620 (2012)
42. Hirshberg B, Oppenheim-Eden A, Pizov R, Sklair-Levi M, Rivkin A, Bardach E, Bublil M, Sprung C, Kramer MR: Recovery from blast lung injury: one-year follow-up. *Chest*, 116: 1683-1688 (1999)
43. Hossfeld B, Holsträter T, Holsträter S, Rein D, Josse F, Lampl L, Helm M: Primärversorgung penetrierender Verletzungen. *Anaesthesist*, 63: 439-450 (2014)
44. Irwin RJ, Lerner MR, Bealer JF, Brackett DJ, Tuggle DW: Cardiopulmonary physiology of primary blast injury. *J Trauma*, 43: 650-655 (1997)
45. Jennett B, Bond M: Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet*, 1: 480-484 (1975)

46. Kannus P, Parkkari J, Niemi S, Palvanen M: Fall-induced deaths among elderly people. *Am J Public Health*, 95: 422-424 (2005)
47. Kirkman E, Watts S: Characterization of the response to primary blast injury. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 366: 286-290 (2011)
48. Kluger Y: Bomb explosions in acts of terrorism - detonation, wound ballistics, triage and medical concerns. *Isr Med Assoc J*, 5: 235-240 (2003)
49. Kosashvili Y, Loebenberg MI, Lin G, Peleg K, Zvi F, Kluger Y, Blumenfeld A: Medical consequences of suicide bombing mass casualty incidents: the impact of explosion setting on injury patterns. *Injury*, 40: 698-702 (2009)
50. Kulla M, Fischer S, Helm M, Lampl L: Traumascores für den Schockraum - eine kritische Übersicht. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 40: 726-736 (2005)
51. Kulla M, Maier J, Bieler D, Lefering R, Hentsch S, Lampl L, Helm M: Zivile Explosionstraumata - ein unterschätztes Problem? Ergebnisse einer retrospektiven Analyse aus dem TraumaRegister DGU®. *Unfallchirurg*, DOI: 10.1007/s00113-015-0046-3 (online first) (2015)
52. Kulla M, Röhrig R, Helm M, Bernhard M, Gries A, Lefering R, Walcher F, Sektion Notaufnahmeprotokoll der DIVI: Nationaler Datensatz „Notaufnahme“ - Entwicklung, Struktur und Konsentierung durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin. *Anaesthesist*, 63: 243-252 (2014)
53. Ladehof K: Massenvernichtungswaffen. In: NAEMT (Hrsg.) *Präklinisches Traumamanagement - Prehospital Trauma Life Support (PHTLS)*, 2. Auflage, Elsevier, München, S. 441-471 (2012)
54. Le Gall J, Lemeshow S, Saulnier F: A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*, 270: 2957-2963 (1993)

55. Lechner R, Achatz G, Hauer T, Palm HG, Lieber A, Willy C: Verletzungsmuster und -ursachen in modernen Kriegen. *Unfallchirurg*, 113: 106-113 (2010)
56. 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*, 18: 476-487 (2014)
57. Lefering R: Trauma scoring systems. *Curr Opin Crit Care*, 18: 637-640 (2012)
58. Lefering R: Development and Validation of the Revised Injury Severity Classification Score for Severely Injured Patients. *Europ J Trauma Emerg Surg*, 35: 437-447 (2009)
59. Lefering R, Paffrath T: Versorgungsrealität auf der Basis der Daten des TraumaRegister DGU®. *Unfallchirurg*, 115: 30-32 (2012)
60. Lefering R: Development and validation of the revised injury severity classification score for severely injured patients. *Europ J Trauma and Emerg Surg*, 35: 437-447 (2009)
61. Lefering R: Trauma Score Systems for Quality Assessment. *Europ J Trauma*, 28: 52-63 (2002)
62. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, Shapira SC, Noga Y, Heruti RJ, Shemer J: Blast injuries: bus versus open-air bombings - a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma*, 41: 1030-1035 (1996)
63. Linn S, Linn R, Sheps S, Sarid M, Michaelson M, Geva H, Wiener M, Brandes J, Revach M: Injury severity scoring and length of stay in hospital of war casualties - demonstration of an association and possible selection bias. *Int J Epidemiol*, 22: 905-910 (1993)
64. Luria S, Rivkin G, Avitzour M, Liebergall M, Mintz Y, Mosheiff R: Comparative outcome of bomb explosion injuries versus high-powered gunshot injuries of the upper extremity in a civilian setting. *Isr Med Assoc J*, 15: 148-152 (2013)

65. Mallonee S, Shariat S, Stennies G, Waxweiler R, Hogan D, Jordan F: Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing. *JAMA*, 276: 382-387 (1996)
66. Manoli A, Prasad P, Levine R: Foot and ankle severity scale (FASS). *Foot Ankle Int*, 18: 598-602 (1997)
67. Mayo A, Kluger Y: Terrorist bombing. *World J Emerg Surg*, 1: 33-38 (2006)
68. Mekel M, Bumenfeld A, Feigenberg Z, Ben-Dov D, Kafka M, Barzel O, Michaelson M, Krausz MM: Terrorist suicide bombings: lessons learned in Metropolitan Haifa from September 2000 to January 2006. *Am J Disaster Med*, 4: 233-248 (2009)
69. Mellor S: The relationship of blast loading to death and injury from explosion. *World J Surg*, 16: 893-898 (1992)
70. Mellor S: The pathogenesis of blast injury and its management. *Br J Hosp Med*, 39: 536-539 (1988)
71. Michaels A, Madey S, Krieg J, Long W: Traditional injury scoring underestimates the relative consequences of orthopedic injury. *J Trauma*, 50: 389-395 (2001)
72. Mirza F, Parhyar H, Tirmizi S: Rising threat of terrorist bomb blasts in Karachi - A 5-year study. *J Forensic Leg Med*, 20: 747-751 (2013)
73. Morrison J, Ross J, Poon H, Midwinter M, Jansen J: Intra-operative correction of acidosis, coagulopathy and hypothermia in combat casualties with severe haemorrhagic shock. *Anaesthesia*, 68: 846-850 (2013)
74. Nast-Kolb D, Ruchholtz S, Oestern HJ, Neugebauer E: Das Traumaregister der Arbeitsgemeinschaft Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Notfall Rettungsmed*, 3: 147-150 (2000)
75. Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M: Classification of the severity of injury. *Unfallchirurg*, 88: 465-472 (1985)

76. Patel H, Dryden S, Gupta A, Ang S: Pattern and mechanism of traumatic limb amputations after explosive blast: experience from the 07/07/05 London terrorist bombings. *J Trauma Acute Care Surg*, 73: 276-281 (2012)
77. Peiniger S, Maegele M: Traumaassoziierte Blutung beim Schwerverletzten: Relevanz, Risikostratifizierung und aktuelle Therapieansätze. *Unfallchirurg*, 115: 173-183 (2010)
78. Phillips Y: Primary blast injuries. *Ann Emerg Med*, 15: 1446-1450 (1986)
79. Pizov R, Oppenheim-Eden A, Matot I, Weiss YG, Eidelman LA, Rivkind AI, Sprung CL: Blast lung injury from an explosion on a civilian bus. *Chest*, 115: 165-172 (1999)
80. Poole G, Tinsley M, Tsao A, Thomae K, Martin R, Hauser C: Abbreviated Injury Scale does not reflect the added morbidity of multiple lower extremity fractures. *J Trauma*, 40: 951-954 (1996)
81. Raftery KA: Emergency medicine in southern Pakistan. *Ann Emerg Med*, 27: 79-83 (1996)
82. Ramasamy A, Harrison SE, Clasper JC, Stewart MP: Injuries from roadside improvised explosive devices. *J Trauma*, 65: 910-914 (2008)
83. Ramasamy MA, Harrison S, Lasrado I, Stewart MP: A review of casualties during the Iraqi insurgency 2006 - a British field hospital experience. *Injury*, 40: 439-497 (2009)
84. Ramasamy MA, Hill AM, Phillip R, Gibb I, Bull AM, Clasper JC: FASS is a better predictor of poor outcome in lower limb blast injury than AIS: implications for blast research. *J Orthop Trauma*, 27: 49-55 (2013)
85. Reith MW: Anästhesie des vitalbedrohten Traumapatienten. In: Roissant R, Werner C und Zwißler B (Hrsg.) *Die Anästhesiologie*, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 1107-1122 (2012)

86. Rezaei A, Salimi Jazi M, Karami G: Computational modeling of human head under blast in confined and open spaces: primary blast injury. *Int J Numer Method Biomed Engng*, 30: 69-82 (2014)
87. Ruchholtz S, Kühne CA, Sturm J, Initiative Traumanetzwerk der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie: Die Umsetzung des Traumanetzwerks - Vision und Wirklichkeit. *Intensivmed*, 44: 142-148 (2007)
88. Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Bouillon B: Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Trauma und Berufskrankheit*, 9: 271-278 (2007)
89. Schwab R, Güsgen C, Hentsch S, Kollig E: Terrorismus - Eine neue Dimension des Polytraumas. *Chirurg*, 78: 902-909 (2007)
90. Sektion NIS der DGU: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie - Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU. Version 03/2009. Internet: [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU\\_-\\_Standardbogen\\_mit\\_Leitfaden\\_-\\_v2009.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU_-_Standardbogen_mit_Leitfaden_-_v2009.pdf) (03.01.2016)
91. Sektion NIS der DGU: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie - Leitfaden zur Ausfüllung des TraumaRegister DGU-Erhebungsbogens. Internet: [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU\\_-\\_Standardbogen\\_mit\\_Leitfaden\\_-\\_v2009.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU_-_Standardbogen_mit_Leitfaden_-_v2009.pdf) (03.01.2016)
92. Shin E, Evans K, Fleming M: Injury Severity Score Underpredicts Injury Severity and Resource Utilization in Combat-Related Amputations. *J Orthop Trauma*, 22: 419-423 (2013)
93. Singleton JA, Gibb IE, Bull AM, Mahoney PF, Clasper JC: Primary blast lung injury prevalence and fatal injuries from explosions: insights from postmortem computed tomographic analysis of 121 improvised explosive device fatalities. *J Trauma Acute Care Surg*, 75: 269-274 (2013)

94. Singleton JA, Gibb IE, Hunt NC, Bull AM, Clasper JC: Identifying future 'unexpected' survivors: a retrospective cohort study of fatal injury patterns in victims of improvised explosive devices. *BMJ Open*, 3: e003130 (2013)
95. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 2: 81-84 (1974)
96. Thompson D, Brown S, Mallonee S, Sunshine D: Fatal and non-fatal injuries among U.S. Air Force personnel resulting from the terrorist bombing of the Khobar Towers. *J Trauma*, 57: 208-215 (2004)
97. Tran T, Thordarson D: Functional outcome of multiply injured patients with associated foot injury. *Foot Ankle Int*, 23: 340-343 (2002)
98. Turchin D, Schemitsch E, McKee M, Waddell J: Do foot injuries significantly affect the functional outcome of multiply injured patients? *J Orthop Trauma*, 13: 1-4 (1999)
99. Umer M, Sepah YJ, Shahpurwala MM, Zafar H: Suicide bombings: process of care of mass casualties in the developing world. *Disasters*, 33: 809-821 (2009)
100. Vincent JL, de Mendonca A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, Sprung CL, Colardyn F, Blecher S: Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. Working group on "sepsis-related problems" of the European Society of Intensive Care Medicine. *Crit Care Med*, 26: 1793-1800 (1998)
101. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, Mendonça A, Bruining H, Reinhart CK, Suter PM, Thijs LG: The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med*, 22: 707-710 (1996)
102. Wani I, Parray F, Sheikh T, Wani R, Amin A, Gul I, Nazir M: Spectrum of abdominal organ injury in a primary blast type. *World J Emerg Surg*, 4: 1-14 (2009)

103. Winter M, Petit D, Schmidbauer W, Hoßfeld B, Helm M: Das Explosionstrauma - Medizinische Konsequenzen - eine notfallmedizinische Herausforderung. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Katastrophenmedizin (DGKM) e.V., 1: 10-14 (2007)

104. Yücel N, Lefering R, Maegele M, Vorweg M, Tjardes T, Ruchholtz S, Neugebauer EA, Wappler F, Bouillon B, Rixen D, Polytrauma Study Group of the German Trauma Society: Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score: probability of mass transfusion as surrogate for life threatening hemorrhage after multiple trauma. J Trauma, 60: 1228-1236; discussion 1236-1237 (2006)

## 7 Anhang

### 7.1 Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU® (Version 03/2009)

 <b>Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie</b> Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU		<b>1</b> © DGU 03/2009																																																		
<b>S: Stammdaten</b> (Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)		Index ____ - ____ - ____ - ____ - ____ - ____ <small>Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID</small>																																																		
<b>Patient:</b> Geburtsdatum ____ - ____ - ____ M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/>																																																				
<b>Unfall-Anamnese:</b> Unfalldatum ____ - ____ - ____ 20 ____ Unfallzeit ____ : ____ Uhr																																																				
<b>Ursache:</b> Unfall <input type="checkbox"/> V. a. Gewaltanwendung <input type="checkbox"/> V. a. Suizid <input type="checkbox"/>  <b>Trauma:</b> stumpf <input type="checkbox"/> penetrierend <input type="checkbox"/>		<b>Unfallart:</b> <u>Verkehr:</u> PKW / LKW-Insasse <input type="checkbox"/> Motorradfahrer <input type="checkbox"/> Fahrradfahrer <input type="checkbox"/> Fußgänger <input type="checkbox"/> andere (Zug, Schiff,...) <input type="checkbox"/> <u>Sturz:</u> über 3 m Höhe <input type="checkbox"/> unter 3 m Höhe <input type="checkbox"/> <u>Sonstige:</u> Schlag (Gegenstand, Ast,...) <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Stich <input type="checkbox"/> Anderer _____ <input type="checkbox"/>																																																		
<b>ASA</b> vor Unfall gesund 1 <input type="checkbox"/> leichte Einschränkungen 2 <input type="checkbox"/> schwere system. Einschr. 3 <input type="checkbox"/> lebensbedr. Allgemeinerkr. 4 <input type="checkbox"/>																																																				
<b>Zeitpunkt A: Präklinik</b> (Erstbefund, Therapie)		<b>Alarmzeit</b> ____ : ____ Uhr <b>Eintreffen des Notarztes</b> ____ : ____ Uhr <b>Abfahrt vom Unfallort</b> ____ : ____ Uhr  <b>Transportmittel</b> bodengebunden mit NA <input type="checkbox"/> RTH <input type="checkbox"/> bodengebunden ohne NA <input type="checkbox"/> selbst / privat <input type="checkbox"/>																																																		
<b>Vitalzeichen</b>  RR systolisch ____ mm Hg Puls ____ /min Atemfrequenz ____ /min Sauerstoffsättigung (Sp O <sub>2</sub> ) ____ %		<b>Verletzungen</b> (Verdachtsdiagnosen Notarzt) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>keine</th> <th>leicht</th> <th>mittel</th> <th>schwer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Schädel-Hirn</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Gesicht</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Thorax</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Abdomen</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Wirbelsäule</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Becken</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Obere Extremitäten</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Untere Extremitäten</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Weichteile</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>		keine	leicht	mittel	schwer	Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	keine	leicht	mittel	schwer																																																
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																
<b>Glasgow Coma Scale</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Augenöffnen</th> <th>Verbale Antwort</th> <th>Motorische Antwort</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>④ spontan</td> <td>⑤ orientiert</td> <td>⑥ Aufforderung</td> </tr> <tr> <td>③ Aufforderung</td> <td>④ verwirrt</td> <td>⑤ gezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>② Schmerz</td> <td>③ inadäquat</td> <td>④ ungezielt (Schmerz)</td> </tr> <tr> <td>① keine</td> <td>② unverständl.</td> <td>③ Beugekrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>① keine</td> <td>② Streckkrämpfe</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>① keine</td> </tr> </tbody> </table> Summe: ____ + ____ + ____ = GCS ____		Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort	④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung	③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)	② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)	① keine	② unverständl.	③ Beugekrämpfe		① keine	② Streckkrämpfe			① keine	<b>Therapie</b> bis zur Klinikaufnahme Kristalloide ____ ml Intubation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Kolloide ____ ml Analgosedierung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> hyperonkotische / hyperosmolare Katecholamine nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Lösungen ____ ml Thoraxdrainage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>																													
Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort																																																		
④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung																																																		
③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)																																																		
② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)																																																		
① keine	② unverständl.	③ Beugekrämpfe																																																		
	① keine	② Streckkrämpfe																																																		
		① keine																																																		
<b>Pupillengröße</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>rechts</th> <th>links</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>eng</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>mittel</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>weit</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table> <b>Lichtreaktion</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>rechts</th> <th>links</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>prompt</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>träge</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>keine</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>			rechts	links	eng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	weit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		rechts	links	prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	träge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																											
	rechts	links																																																		
eng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
weit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
	rechts	links																																																		
prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
träge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																		
<b>NACA-Index (I-VII):</b> <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> VI <input type="checkbox"/> VII																																																				

Abbildung 36: Auszug aus dem Standard-Dokumentationsbogen für das TraumaRegister DGU® (Version 03/2009): Abschnitt S (Stammdaten) und Zeitpunkt A (Präklinik) (mit freundlicher Genehmigung der Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC)) [90]



<b>Zeitpunkt C: Intensivstation</b> (Aufnahmebefund, Verlauf)		Index ____ - ____ - ____ - 20 ____ - ____ <small>Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID</small>	
<b>Eintreffen</b> Datum ____ . ____ . 20 ____		Uhrzeit ____ : ____ Uhr	
<b>SAPS II – Score</b> (1. Tag) ____ Punkte		<b>Labor</b> bei Aufnahme	
<b>Organversagen</b> (SOFA-Score > 2)		Hb ____ g/dl INR ____	
1. Atmung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Thrombozyten ____ /µl BE [ +/- ] [ ] ____ mmol/l	
2. Koagulation nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		TPZ (Quick) ____ % Laktat ____ mmol/l	
3. Leber nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		PTT ____ sec Temperatur ____ °C	
4. Herz-Kreislauf nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		<b>Therapie</b>	
5. ZNS nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		FFP ____ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme	
6. Niere nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		EK ____ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme	
<b>MOV</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		Nierenersatzverfahren nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
<b>Sepsis</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		<b>Hämostase – Therapie</b>	
<b>Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie</b>		rFVIIa nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
Intensivtage nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ Tage		PPSB nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
Dauer mech. Beatmung nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> ____ Tage		Antifibrinolytika nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
		Fibrinogen nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
		andere hämost. Medikamente nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	

<b>Zeitpunkt D: Abschluss (1)</b> (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)	
Datum ____ . ____ . 20 ____	
<input type="checkbox"/> verstorben Uhrzeit ____ : ____ Uhr	
<input type="checkbox"/> überlebt	<b>Entlassung/Verlegung</b> nach Hause <input type="checkbox"/> Reha-Klinik <input type="checkbox"/> Krankenhaus <input type="checkbox"/> Welches KH : _____ sonstiges <input type="checkbox"/>
	<b>Glasgow Outcome Scale</b> gut erholt 5 <input type="checkbox"/> mäßig behindert 4 <input type="checkbox"/> schwer behindert 3 <input type="checkbox"/> nicht ansprechbar 2 <input type="checkbox"/>
<b>(Nur für Deutschland)</b>  DRG-Nr.: _____  Aufwandpunkte Intensivmedizin: _____	<b>Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse</b> <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Herzinfarkt <input type="checkbox"/> Lungenembolie <input type="checkbox"/> Tiefe Beinvenenthrombose <input type="checkbox"/> Apoplex <input type="checkbox"/> Andere thromboembolische Ereignisse
	Bestand Thromboseprophylaxe: nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

Abbildung 38: Auszug aus dem Standard-Dokumentationsbogen für das TraumaRegister DGU® (Version 03/2009): Zeitpunkt C (Intensivstation) und Zeitpunkt D (Abschluss, Teil 1) (mit freundlicher Genehmigung der Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC)) [90]

Zeitpunkt D: Abschluss (2) (Diagnosen, Operationen, Therapieschema)		Index				
		Land	PLZ	Buchstabe	Jahr	Patienten-ID
					20	
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>				
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): _____						
Operation:		OPS 301		Datum		
1. _____		-		____.20		
2. _____		-		____.20		
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____				
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>				
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): _____						
Operation:		OPS 301		Datum		
1. _____		-		____.20		
2. _____		-		____.20		
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____				
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>				
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): _____						
Operation:		OPS 301		Datum		
1. _____		-		____.20		
2. _____		-		____.20		
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____				

**Abbildung 39: Auszug aus dem Standard-Dokumentationsbogen für das TraumaRegister DGU® (Version 03/2009): Zeitpunkt D (Abschluss, Teil 2) (mit freundlicher Genehmigung der Akademie der Unfallchirurgie GmbH (AUC)) [90]**

## 7.2 Das aus dem Datensatz des TraumaRegister DGU<sup>®</sup> ermittelte Patientenkollektiv mit Explosionstrauma

**Tabelle 29: Detaillierte Übersicht des aus dem Datensatz des TraumaRegister DGU<sup>®</sup> ermittelten Patientenkollektives mit Explosionstrauma. Rechtschreibfehler, der durch die dokumentierenden Kliniken als Freitext erfassten Diagnosen, wurden belassen. (Geschlecht: 0 = weiblich, 1 = männlich; Überleben: 0 = Überlebender, 1 = Verstorbenen)**

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
1	20	1	5	0	251499.1 912012.2	
2	17	1	9	0	161001.1 210604.2 442202.2 710099.1	Commotio cerebri Subtotaler Abriss der rechten Ohrmuschel Spitzenpneumothorax rechts Kontusion rechte Schulter
3	19	1	4	0	912012.2 912006.1 912006.1 912006.1	II° Verbrennung Thorax II° Verbrennung Kopf-Hals II° Verbrennung Unterschenkel II° Verbrennung Hand
4	42	1	34	0	140632.4 250808.3 441408.3	Offenes SHT III° kleines EDH li, diff. Hirnödem Panfaciales Mittelgesichtsstrauma, paramed. UK Blutaspiration
5	29	1	17	0	241200.2 251200.2 216000.1 310604.2 750500.2 441002.1 711003.3 853000.3 816004.2 240299.1	Enukleation Auge links Orbita - dach, - Boden, - Wand late links Maßive Weichteilverletzung und Verbrennung Gesicht Weichteilverletzung Hals Clavicula re Herzkontusion Hohlhandzerreißen links mit Amputation D5, MHK5, N. Medianus und A Ulnaris Beteiligung supracondyläre Femur re 3 Grades offen Weichteilschaden Oberschenkel bds Trommelfell Zerreißen bds
6	20	0	18	0	912006.1 440806.3 419204.4 740200.1 910000.1	Burns second degree face , head , neck oedema oesophagus Inhalation injury lung / toxic effect cyanide laceration hand ( foreign body) and injury extensor muscle and tendom laceration thorax and extremität

**Fortsetzung**

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
7	30	1	17	0	711003.3 416000.1 716000.1 241200.2 541410.2 540810.2 816000.1 816000.1 240299.1	Explosionsverletzung mit völliger Zerstörung re Hand Fremdkörpereinsprengung thorakal Fremdkörpereinsprengung li Hand Fremdkörpereinsprengung Cornea re Fremdkörpereinsprengung Dünndarm Fremdkörpereinsprengung Colon Fremdkörpereinsprengung li+re Bein Fremdkörpereinsprengung li Hüfte Verletzung re Ohr mit Trommelfellperforation
8	61	0	21	0	419204.4 912006.1 442206.4 752800.2	Inhalationstrauma Verbrennung re Flanke und Oberschenkelaußenseite 1-2 SRF 5-8 li. mit Pneumothorax Fract. raddii dext. apert.
9	21	1	20	0	811003.3 545020.2 543026.2 856151.2 856162.4	subtotale Oberschenkelamputation rechts Urethraabriß Heden- und Penisabriß Azetabulumfraktur Beckenringfraktur
10	40	1	13	0	711003.3 241200.2	Amputation Hand Perforierende Augenverletzung
11	35	1	22	0	140638.3 250808.3 752800.2	Kleine ICB Le Fort III Fraktur Radiusfraktur
12	30	1	4	0	912012.2	Verbrennungen 2.° etwa 15 % KOF
13	36	1	36	0	140664.4 541610.2 820208.4 811003.3	Hirnödem Nierenversagen A. Femoralis-Verletzung durch Explosion z.n. oper. Versorgung Us- Amputation
14	43	1	13	0	711003.3 241200.2	traumatische amputation li hand penetrierende augenverletzung bds
15	63	1	9	0	912018.3	Verbrennung II-III°, 21% KOF
16	33	1	33	0	140656.5 140606.3 250804.2 912012.2	offenes SHT mit Subduralhämatom Contusio cerebri Jochbeinfraktur Verbrennung
17	50	1	5	0	250610.2 752600.1 752600.1	Unterkiefertrümmerfraktur Multiple Fingerfrakturen Offene Fingerfraktur mit Sehnenbeteiligung D1li.

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
18	42	1	26	1	140608.4 140652.4 150404.3 150200.3 250699.1 752274.3	Intracerebrale Kontusionsblutungen SDH Schädelkalottenfraktur Schädelbasisfraktur Multiple Gesichtsschädelfrakturen Ulnafraktur re
19	41	1	43	0	140606.3 516006.3 854001.3 912030.5 854000.2	SHT III° Abdomen apertum mit Dünndarmverlagerung nach aussen US-Trümmerfraktur li. Verberennung von 35% KOF mit Gesicht US-Fraktur re.
20	56	1	41	1	544224.3 542828.4 540610.2 542210.2 251200.2 250699.1 441451.4 711003.3 711003.3	Milz-(Ein)Riß mäßig, keine Zerstörung hilusnah oder segmental, >3cm tief oder Beteiligung größerer Gefäße Pankreas-(Ein)Riß ausgedehnt, multiple Risse Kolon (Dickdarm) (Ein)Riß n.n.bez. Omentum-(Ein)Riß n.n.bez. Orbitafraktur geschlossen Mittelgesichtsfraktur n.n.bez. Lungenkontusion/-einriß beidseits mit oder ohne Hämato-/Pneumothorax, wenn nachfolgende Zuordnung nicht möglich: (Bei Kombination mit Rippenfraktur Obere Extremität: Traumatische Amputation an jeglicher Stelle der Extr. außer der Finger Crush-Verletzung: Massive Zerstörung von Knochen, Muskeln, Nerven und Gefäßen eines Teils einer Extremität oder einer ganzen E.
21	40	1	9	0	912018.3	Verbrennung 2° ca. 25 % der Körperoberfläche
22	41	1	9	0	216004.2 341099.2 240499.1 450200.1 210099.1 240499.1	tiefe RQW linke Gesichtshälfte Einriss Glandula submandibularis Einriss Aderhaut linkes Auge Thoraxprellung RQW der Oberlippe paramedian Lidwunde
23	43	1	13	0	540824.3 710604.2	Stumpfes Bauchtrauma mit Läsion C. transversum, V. mesent. sup. Rißwunden Arm
24	35	1	16	0	150200.3 140640.4 150200.3	Schädelbasis Fraktur mit Felsenbein Kontusionsblutung Temporal und fronto-temporal periphere Fazialis Parese

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
25	26	1	43	0	441411.3 240299.1 912018.3 251200.2 240402.2 116004.5	Lungenkontusion beidseits (Bei Kombination mit Rippenfraktur und Hämato-/Pneumothorax Lungenkotusion mit Hämato-/Pneumothorax kodieren und die Rippe Ohrverletzung Trommelfellverletzung Verbrennung 2° oder 3°, KOF 20-29% Gesicht, Hände, Genitalien beteiligt Orbitafraktur offen/disloziert/gesplittert Augenverletzung Erukulation penetrierende Verletzung (falls keine Hirnbeteiligung als Skalpablennerung codieren) größer, >2cm tief
26	43	1	45	0	140664.4 140652.4 140640.4 150402.2 250804.2 150206.4 251200.2 251200.2 230204.2 251002.2 250804.2 442204.5 450203.3 750500.2 544210.2 250804.2	Traumatisches Hirnödem Traumatische Subdurale Blutung Traumatische subarachnoidalblutung Kalottenfraktur Jochbogenfraktur Keilbeinhöhlenfraktur, Felsenbeinfraktur bds. Multiple Frakturen der rechten Orbita mit Beteiligung des Canalis opticus und Monokelhämetom Orbitadachfraktur N. opticus Verletzung Offene Nasenbeinfraktur Stirnhöhlenwandfraktur Lungenkontusion nds.mit Spannungspneumothorax rechts Rippenserienfraktur 5-8 rechts Clavikulafraktur rechts Traumatisches Milzhämatom Stirnhöhlenwandfraktur rechts
27	63	1	29	1	912030.5 419201.2	Verbrennungen II bis III°, 55% KOF Inhalationstrauma
28	47	1	30	0	912030.5 854000.2 161001.1	Verbrennung 43% KOF Tibiafraktur SHT
29	23	1	16	1	150406.4 150200.3	offenes Schädelhirntrauma frontobasale Fraktur

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
30	24	1	29	0	541826.4 544224.3 540824.3 521499.3 540824.3 752274.3 216000.1 110604.2 516006.3	Leberriß Milzriß Hilus multiple Darmperforationen Dünndarm Verletzung Ductus hepaticus multiple Dickdarmperforationen Ulnarschaffraktur li multiple Rißwunden Gesicht multiple Rißwunden Thorax multiple Rißwunden Perforationswunden Abdomen
31	46	1	25	0	912030.5	Verbrennung II.-III.-grad. 49% KÖF
32	50	0	9	0	916000.1 161002.2 752800.2 0	multiple Schnittverletzungen SHT ° I nichtdislozierte Radiusfraktur links Thoraxprellung links
33	27	1	19	0	853000.3 650634.3 912006.1 510099.1 110600.1 0	fract per et subtorvch fem dext fract lwk I /II Hypovolämischer Schock cont abdominalis Cont. Capitis cont thoracis dext
34	20	1	14	0	441411.3 510099.1 150402.2	stumpfes Thoraxtrauma stumpfes Bauchtrauma Schädelprellung
35	35	1	13	0	150402.2 251200.2 251200.2 251200.2 150200.3 251200.2 250699.1 150200.3 251000.1 251000.1 150200.3 250804.2 250804.2	Nicht rel. dislozierte der basalen Stirnhöhlenanteile bds Destruktion des li Orbitabodens mit Anhebung nach cranio-vental Orbitaboden re Frakturierung der re Lamina Papyracea mit Einspießung Trümmerfraktur der vorderen Siebbeinzellen Fraktur li lateraler Orbitapfeiler Eingestauchte Frakturierung li Jochbogen bds Frakturierung der Processus pterygodei bds Destruktion des Canalis NasoLacimalis mehrfragmentäre Os nasale Frakturierung aller drei Kieferhöhlenwände rechts Trümmerfraktur der linken Kieferhöhle mit Versprengung multifragmentäre Frakturierung der Maxilla mit sag. Spaltung
36	16	1	8	0	241200.2 816004.2 816004.2 716004.2	penetrierende Augenverletzung mit Verlust von Linse u. Glaskörper multiple Weichteilverletzungen Inhalationstrauma 1° penetrierende Verletzung li. Hand
37	54	1	9	0	912018.3	Verbrennung 1. bis 2. Grades (25% KÖF)

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
38	48	1	29	0	912030.5 419201.2	Explosionstrauma mit Verbrennungen I und II Grades ca. 30 % der KÖF Inhalationstrauma
39	42	1	10	0	419201.2 912006.1 912006.1 912006.1 419202.3	Inhalationstrauma Verbrennung 1.-2. Grades des Gesichts, Kopf und Halses Verbrennung 2. Grades des Unterarmes rechts Verbrennung 2. Grades an der Hand links Beginnendes Lungenödem durch Rauch
40	14	1	6	0	710604.2 730699.1 752600.1 711006.1 711006.1 711006.1 912006.1 710099.1 210099.1 240499.1	III°offene Explosionsverletzung rechte Schulter Verletzung N. coracobrachialis re. Grundgliedfraktur Daumen li (Aitken I) traumatische Amputation Finger D2 prox. Grundgliedhöhe traumatische Amputation Finger D3 prox. Grundgliedhöhe traumatische Amputation Finger D4 auf Endgliedhöhe II° Verbrennungen Handrücken re Pulvereinsprengungen Hand re Pulvereinsprengungen Lid Pulvereinsprengungen Cornea
41	51	1	22	1	442200.3 541822.2 856161.3 540810.2 711003.3	traumatischer Hämatothorax Leberruptur bei stumpfem Trauma Ileozökal-Perforation Verletzung Colon ascendens Traumatische Amputation am Unterarm, Höhe nicht näher bezeichnet
42	42	1	34	1	140610.5 250808.3 240402.2	massive Kontusionsblutungen bei SHT multiple Gesichtsschädelfrakturen Abriss re Augapfel
43	39	1	34	1	912030.5 442602.3	III° Verbrennung 70-80% KOF Massives Inhalationstrauma
44	41	1	16	0	912024.4	
45	26	1	8	0	241200.2 912006.1 710604.2	explosion mit bulbuserforation und verätzung bulbus bds (Fluorecetät) gesicht, UA bds, Verätzungen, II-III° Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm am Arm >10 cm an der Hand)
46	78	1	25	0	912030.5	Verbrennung II° bis III° Gesicht, Rücken, Extremitäten, 40 bis 50 % KOF

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
47	35	1	34	0	543800.2	Abdomen - Gefäße, Abdomen: Retroperitonealhämatom
					520698.4	Abdomen - Gefäße, Abdomen - Arterielle abdominelle Gefäße, Abdomen: A. iliaca (communis, interna, externa), beidseits, oder Ruptur, oder mit Blutver
					520806.4	Abdomen - Gefäße, Abdomen - Venöse Gefäße: V. iliaca communis Ruptur oder mit Blutverlust > 20% des Blutvolumens
					450200.1	Thorax - Knöchernen Verletzungen, Thorax - Rippen: Fraktur, 1 Rippe
					441408.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: einseitig, schwer (&#8805; 1 Lappen betreffend)
					810604.2	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm)
					853000.3	rechtes/linkes Bein - Knöchernen Verletzungen / Frakturen, Bein: Femur
					854000.2	rechtes/linkes Bein - Knöchernen Verletzungen / Frakturen, Bein: Tibia
					874099.1	rechtes/linkes Bein - Gelenke und Bänder, Bein: Knie (Verstauchung, Subluxation)
					912018.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
					544020.1	Abdomen - Innere Organe - Geschlechtsorgane - männliche Geschlechtsorgane: Scrotum: Kontusion, Hämatom, Verletzung
					650616.2	Wirbelsäule - Lendenwirbelsäule LWS - knöchernen / ligamentäre Wirbelsäule LWS (ohne Rückenmarksverletzung): Wirbelfraktur (ohne Beteiligung des Rück
48	29	1	5	0	210099.1	Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: Weichteilverletzung
					710604.2	Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm am Arm >10 cm an der Hand)
					240299.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Ohr: Verletzung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
49	40	1	48	1	150406.4	Kopf - Knöchene Verletzungen Kopf: Schädeldachfraktur, komplex oder offen oder Trümmerbruch mit Hirnfreilegung
					140693.2	Kopf - Gehirn - Großhirn - Blutungen Hämatome (Großhirn) - SAB / Intraventrikulär: Subarachnoidalblutung (SAB)
					140608.4	Diffuse Hirnkontusionen
					541824.3	Abdomen - Innere Organe - Leber: Verletzung &#8805 3cm tief, oder Beteiligung des Gallenganges, oder Blutverlust > 20% des Blutvolumens, oder massi
					541426.4	Abdomen - Innere Organe - Jejunum / Ileum: massive, komplexe Verletzung, vollständige Ruptur langstreckige Devascularisation mit Gewebeverlust (OI
					440606.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Zwerchfell/Diaphragma: Verletzung &#8804 10cm
					442206.4	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Hämato-/Pneumothorax: Hämato-pneumothorax, schwer (> 1000 ml Blutverlust auf mind. einer Seite)
					441605.4	Thorax - Innere Organe, Thorax - Perikard: Hämoperikard, mit Tamponade, aber ohne Herzverletzung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
50	67	1	50	1	140664.4	Kopf - Gehirn - Großhirn - Schwellung Ödem: mäßig mit Ventrikelkompression und Kompression der Hirnstammcisterne
					150406.4	Kopf - Knöcherner Verletzungen Kopf: Schädeldachfraktur, komplex oder offen oder Trümmerbruch mit Hirnfreilegung
					150206.4	Kopf - Knöcherner Verletzungen Kopf: Schädelbasisfraktur, komplex oder offen oder Trümmerbruch mit Hirnfreilegung
					140652.4	Kopf - Gehirn - Großhirn - Blutungen Hämatome (Großhirn) - Subduralblutung: klein: 0,6-1cm dick oder Volumen &#8804 50cm <sup>3</sup> (Kinder &#8804 25cm <sup>3</sup> )
					140693.2	Kopf - Gehirn - Großhirn - Blutungen Hämatome (Großhirn) - SAB / Intraventrikulär: Subarachnoidalblutung (SAB)
					140418.4	Kopf - Gehirn - Kleinhirn - Epi- und Extradurale Blutungen, Hämatome, Kleinhirn - Epi- und Extradurale Blutungen: klein: 0,6-1cm dick oder Volumen &
					251200.2	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf)
					251900.3	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: komplexe Mittelgesicht-Frakturen (außer LeFort)
					250804.2	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: komplexe Maxilla-Fraktur LeFort I oder II
					210604.2	Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend)
					420202.4	Thorax - Gefäße, Thorax - Aorta: Aorta, Verletzung, Intimaschaden, Teilruptur Blutverlust &#8804 20% des Blutvolumens
					441452.5	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Parenchymverletzung, Lunge: beidseitig, schwer (&#8805 1 Lappen betreffend auf mind. einer Seite)
					450203.3	Thorax - Knöcherner Verletzungen, Thorax - Rippen: Fraktur, &#8805 3 Rippen
					650416.2	Wirbelsäule - Brustwirbelsäule BWS - Knöcherner / ligamentäre Wirbelsäule BWS (ohne Rückenmarksverletzung): Wirbelfraktur (ohne Beteiligung des Rückes)
51	68	0	25	0	912030.5	Verbrennung 65% KOF
					912030.5	Verbrennung
52	24	1	10	0	711003.3	traumatischer Amputation der rechten Hand
					752800.2	Radiusfraktur rechts
					753200.2	Ulnaschaftfraktur rechts
					752800.2	Defektfaktur Radiuschaft links
					752400.2	Fraktur Os triquetrum und Os hamatum links
					510099.1	Skrotumverletzung mit Einblutung in Penisschaft und Fremdkörper in der Peniswurzel

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
53	29	1	75	0	640269.6	Wirbelsäule – Halswirbelsäule HWS – Rückenmarksverletzung HWS (mit oder ohne
					140638.3	knöcherne Beteiligung): Verletzung (auch penetrierend) mit komplettem Q Kopf - Gehirn - Großhirn – Blutungen Hämatome (Großhirn) –
					210604.2	Intracerebrale Blutung: Ausdehnung nicht genau bekannt
					251200.2	Gesicht – Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend)
					441411.3	Gesicht – Knöcherne Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf)
					751272.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: beidseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend)
					541822.2	Rechter/linker Arm – Knöcherne Verletzung/Fraktur, Arm: Humerus, offene Mehrfragment-Fraktur
					544210.2	Abdomen - Innere Organe - Leber: oberflächliche Verletzungen (< 3cm tief, < 10cm lang), Blutverlust &#8804 20% des Blutvolumens (OIS II)
					856162.4	Abdomen - Innere Organe - Milz: Kontusion, Hämatom, (OIS I-II)
54	32	1	57	1	419206.5	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge – Inhalationstrauma: schwere Entzündung mit Bröckeligkeit, kohleartigen Ablagerungen, Bronchorrhö, bronchiale
					441452.5	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Parenchymverletzung, Lunge: beidseitig, schwer (&#8805 1 Lappen betreffend auf mind. einer Seite)
					150200.3	Kopf – Knöcherne Verletzungen Kopf: Schädelbasisfraktur (incl. Orbitadach)
					140682.3	Kopf - Gehirn - Großhirn – Verletzungen, sonstige: Pneumocephalus
					216008.4	Gesicht – Penetrierende Verletzungen (Schuss Stich): massive penetrierende Verletzungen im Gesicht mit Zerstörung beider Augen
					711003.3	Rechter/linker Arm – Amputationen, Arm: unterhalb Ellenbogen bis Handgelenk
					711004.2	Rechter/linker Arm – Amputationen, Arm: Hand, auch partiell, Daumen
					752500.2	Rechter/linker Arm – Knöcherne Verletzung/Fraktur, Arm: Mittelhandknochen
					912006.1	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen – Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K
					912024.4	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
55	38	1	25	0	912024.4 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen – Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
56	38	1	4	0	750900.2 856200.2 856151.2 751100.2	Rechter/linker Arm – Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Scapula Becken: Acetabulumfraktur Becken: stabile Beckenringfraktur Typ A Rechter/linker Arm - Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Humerus
57	90	0	25	1	140648.5	Kopf - Gehirn - Großhirn - Blutungen Hämatome (Großhirn) - Intracerebrale Blutung: groß, massiv: Volumen > 30cm <sup>3</sup> (Kinder > 15cm <sup>3</sup> ) oder > 4cm im Dur
58	56	1	8	0	912012.2 419201.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen – Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
59	52	1	20	0	150404.3 140652.4 419201.2	Kopf – Knöcherner Verletzungen Kopf: Schädeldachfraktur, Trümmerbruch &#8804;2cm tief Dura intakt Kopf - Gehirn - Großhirn – Blutungen Hämatome (Großhirn) – Subduralblutung: klein: 0,6-1cm dick oder Volumen &#8804; 50cm <sup>3</sup> (Kinder &#8804; 25cm <sup>3</sup> ) Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
60	56	1	17	0	650616.2 854441.2 510099.1 441411.3 419201.2	Wirbelsäule – Lendenwirbelsäule LWS – knöcherner / ligamentäre Wirbelsäule LWS (ohne Rückenmarksverletzung): Wirbelfraktur (ohne Beteiligung des Rück rechtes/linkes Bein – Knöcherner Verletzungen / Frakturen, Bein: Fibula Abdomen – Weichteilverletzungen, Abdomen: Weichteilverletzung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge – Kontusion, Lunge: beidseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend) Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
61	75	1	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
62	32	1	5	0	912006.1 340602.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen – Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K Hals - Organe, Hals - Pharynx: Kontusion Hämatom leichte Verletzung
63	23	1	12	0	251200.2 210604.2 140693.2 240499.1 240299.1 716000.1 912006.1	Gesicht – Knöchernen Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf) Gesicht – Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend) Kopf - Gehirn - Großhirn – Blutungen Hämatome (Großhirn) - SAB / Intraventrikulär: Subarachnoidalblutung (SAB) Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung Gesicht - Organe, Gesicht - Ohr: Verletzung Rechter/linker Arm - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Arm: penetrierende Verletzung Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K
64	22	1	17	0	542010.2 516004.2 711003.3 450200.1 540810.2 912012.2	Abdomen - Innere Organe - Omentum / Mesenterium: Mesenterium: Kontusion, Hämatom, Verletzung Abdomen - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Abdomen: große penetrierende Verletzung (> 100cm_) Rechter/linker Arm - Amputationen, Arm: unterhalb Ellenbogen bis Handgelenk Thorax - Knöchernen Verletzungen, Thorax - Rippen: Fraktur, 1 Rippe Abdomen - Innere Organe - Colon: Kontusion, Hämatom, Einriss (&#8804; 50% vom Umfang), keine Perforation (OIS I-II) Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
65	15	1	17	0	140611.3 140638.3 140662.3 150402.2 251800.1 251200.2 216004.2 210604.2 131605.3	contusion cerebrum Head - Hemorrhage (Cerebrum) - with .. brain swelling fracture with impression fracture zygoma orbit Face - Penetrating Injury (gun shot, stabbing), Face: penetrating injury with tissue loss >25cm² laceration face Head - Nerves, Head: facial nerve (VII), laceration bilateral

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
66	17	1	34	1	140692.5	Head - Penetrating Injury (gun shot, stabbing): cerebrum, laceration >2cm length or depth
					150406.4	Head - Skeletal Injuries, Head: complex open with torn, exposed or loss of brain tissue
					140686.4	Head - Brain - Cerebrum - Laceration, Miscellaneous: laceration >2cm length or depth
					140682.3	Head - Brain - Cerebrum - Hemorrhage Hematoma (Cerebrum) - Intracerebral
					140648.5	Hemorrhage: large massive volume > 30cc (children > 15cc) or > 4cm diame
					140202.5	Head - Brain - Brain Stem: compression, contusion, hemorrhage, infarction
					110606.3	Head - Soft Tissue Injuries, Head: scalp, major laceration blood loss >20% by volume
					010004.2	Skin, Soft Tissue, Others (not associated with a specific body region) - Hypothermia (only related to accident, not to treatment): 33-32°C
67	28	1	25	0	251902.4	Face - Skeletal Injuries Face: complex panfacial fracture (without LeFort) with blood loss >20% by volume
					210606.3	Face - Soft tissue Injuries, Face: laceration with blood loss >20% by volume
68	39	1	25	0	912030.5	Skin, Soft Tissue, Others (not associated with a specific body region) - Burns - Burns: 2nd ord 3 <sup>rd</sup> degree 90% TBSA
69	38	1	6	0	751100.2	Rechter/linker Arm - KnöchernVerletzung/Fraktur, Arm: Humerus
					710099.1	Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: kleinere Weichteilverletzungen
					810099.1	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen
					240499.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung
					240299.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Ohr: Verletzung
70	50	1	13	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
					419202.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
71	46	-	4	0	912012.2	Explosionstrauma mit Verbrennungen 2-3°, ca. 13% KOF
					912006.1	Gesicht (4%) 2°
					912006.1	OS re (1%), 2°
					912006.1	Hände und Unterarme zirkulär bds (jeweils 4%), 2b-3°

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
72	62	0	16	0	912024.4	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
73	38	1	13	0	912012.2 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3. gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
74	58	1	8	0	912012.2 241200.2 710604.2 240207.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung der äußeren Augenhaut Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm am Arm >10 cm an der Hand) Gesicht - Organe, Gesicht - Ohr: Verletzung beidseitig
75	53	1	25	0	912018.3 419204.4	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) – Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: mäßiger Grad von Erythemen, kohleartigen Ablagerungen, Bronchorrhö mit oder ohne Gefährd
76	44	1	5	0	912006.1 419201.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
77	49	1	25	0	912030.5	T22.31 B

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
78	51	1	9	0	810604.2	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm)
					810604.2	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm)
					710604.2	Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm am Arm >10 cm an der Hand)
					240499.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung Perforationsverletzung mit Fremdkörpereinsprengung retroauriculär)
					240299.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Ohr: Verletzung (traumatische Trommelfellperforation)
					140693.2	Kopf - Gehirn - Großhirn - Blutungen Hämatome (Großhirn) - SAB / Intraventrikulär: Subarachnoidalblutung (SAB)
					140605.2	Kopf - Gehirn - Großhirn - Kontusionen: winzig, < 1cm im Durchmesser
79	48	1	9	0	752272.3	Rechter/linker Arm - Knöchelverletzung/Fraktur, Arm: Radius, offene Mehrfragment-Fraktur
					752274.3	Rechter/linker Arm - Knöchelverletzung/Fraktur, Arm: Ulna, offene Mehrfragment-Fraktur
					716004.2	Rechter/linker Arm - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Arm: große penetrierende Verletzung mit Gewebeverlust >25 cm
					711006.1	Rechter/linker Arm - Amputationen, Arm: ein oder mehrere Finger
					730604.2	Rechter/linker Arm - Nerven, Arm: Hand-/Armnerve Verletzung
					730699.1	Rechter/linker Arm - Nerven, Arm: Hand-/Armnerve, Kontusion
					711001.4	Oberarmamputationsverletzung dorsoradial mit Durchtrennung des N. radialis, sowie aller dorsoradialer Weichteile rechts
80	29	1	24	0	752500.2	Mittelhandknochen 2 Trümmerfraktur distal mit Köpfchenbeteiligung, MHK 3 Schaftschrägfraktur mit frakturiertem Keil
					740200.1	Unterarmverletzung beugeseitig mit Teildurchtrennung M.flex.dig. rechts
					510604.2	Weichteilverletzung der Bauchdecke ohne Faszien durchtrennung
					710604.2	tiefe Risswunde beugeseitig D5 Höhe MCP-Gelenk links
					419201.2	Staubinhalation
					240299.1	Explosionstrauma re. Ohr
					711001.4	Oberarmamputationsverletzung dorsoradial mit Durchtrennung des N. radialis, sowie aller dorsoradialer Weichteile rechts

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
81	19	1	25	0	640220.5	Wirbelsäule - Halswirbelsäule HWS -Rückenmarksverletzung HWS (mit oder ohne knöcherne Beteiligung): Kontusion mit komplettem Querschnitt (Tetrapleg
					650234.3	Wirbelsäule - Halswirbelsäule HWS - Knöcherne / ligamentäre Wirbelsäule HWS (ohne Rückenmarksverletzung): massive Kompressionsfraktur (> 20% der Höh
					640260.5	Wirbelsäule - Halswirbelsäule HWS - Rückenmarksverletzung HWS (mit oder ohne knöcherne Beteiligung): Verletzung (auch penetrierend) mit komplettem Q
82	35	1	12	0	161001.1	Commotio cerebri
					210604.2	Ausgedehnte RQW Unterkiefer paramedian rechts mit Verbindung intra-extraoral
					250610.2	Paramediane mehrfragmentäre Unterkieferfraktur rechts
					419201.2	Inhalation von Zement/Beton
83	52	1	17	0	210604.2	Multiple RQW Gesicht
					250808.3	Offene Mittelgesichtsfrakturen LeFort III
					251000.1	Nasenbeinfraktur
					419201.2	Inhalationstrauma
					240499.1	Contusion bulbi
84	16	1	22	0	140650.3	Parafalxiale subdurale Blutung li
					250804.2	LeFort II Fx. Li
					251800.1	Tripodfx. Li
					150200.3	Felsenbeinfx. Li
					251200.2	Orbitabodenfx. bds.
					251900.3	Paramediane Oberkieferfx. re
					250699.1	Paramediane Unterkieferfx. li
					250699.1	Kieferwinkelfx. li
					912006.1	Verbrennung I-IIa° Gesicht ca. 2% KOF
					210604.2	Multiple Schmaucheinsprengungen Gesicht
					210604.2	Multiple Schmaucheinsprengungen Hals li
					241200.2	Erosio cornea bds.
					240499.1	Vd. a. Contusio bulbi li>re

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
85	23	1	8	0	711004.2 710604.2 810099.1 740200.1 752400.2	Rechter/linker Arm - Amputationen, Arm: Hand, auch partiell, Daumen Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: größere Weichteilverletzungen (tiefe Wunden >20 cm am Arm >10 cm an der Hand) rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen Rechter/linker Arm - Gelenke und Bänder, Arm: Sehnen-/Band-/Muskelverletzungen Rechter/linker Arm - Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Handwurzelknochen
86	43	1	17	0	251200.2 241006.2 241006.2 210604.2 912006.1 441408.3	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf) Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung mit Retinaablösung Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung mit Retinaablösung Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend) Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: einseitig, schwer (&#8805 1 Lappen betreffend)
87	70	1	18	0	912018.3 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
88	75	1	10	0	150402.2 140606.3 240499.1	Kopf - Knöcherner Verletzungen Kopf: Schädeldachfraktur, geschlossen Kopf - Gehirn - Großhirn - Kontusionen: klein, oberflächlich, 1-4cm im Durchmesser (Kinder: &#8804 2cm) oder Volumen < 30cm <sup>3</sup> (Kinder: < 15cm <sup>3</sup> ) Mit Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung
89	17	1	32	0	912024.4 419204.4	Skin, Soft Tissue, Others (not associated with a specific body region) - Burns - Burns: 2nd ord 3rd degree 40% TBSA Thorax - Inner organs, Thorax - Lung - Inhalation Injury: moderate degree of erythema, carbonaceous deposits, bronchorrhea with or without compromis

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
90	57	1	50	0	240402.2 650434.3 140611.3 250810.4 450213.4 750900.2 752274.3 650234.3 751272.3 711004.2 441452.5 750500.2	Augenbulbusluxation BWK-3/4-Fx, Proc. Transversus BWK-1,2 re, 4-6 bds., 7li ICB re frontobasal Le-Fort-III-Fx Rippenserienfx bds. Schulterblatt-Mehrfragmentfx li 3° offene Ulnamehrfragmentfx re HWK-7-Bogenwurzelfraktur 7. bds. 3° offene distale Humerusquerfx li+Radialisläsion Amputation D4/5 li Hand+Daumen re Lungenkontusion bds. + Pneu laterale Claviculafx li
91	34	1	25	0	912030.5	40% KOF Grad 2b
92	30	1	45	0	150406.4 150206.4 140636.5 140693.2 752500.2 752600.1 210604.2 251902.4	Kalottenfraktur Schädelbasisfraktur Epiduralhämatom SAB Mittelhandfraktur links Schnittverletzung Finger Multiple Gesichtswunden Komplexe Mittelgesichtsfrakturen
93	38	1	9	0	912018.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
94	46	1	17	0	650216.2 441411.3 450203.3 442205.3 856151.2 840800.2 810099.1	Wirbelsäule - Halswirbelsäule HWS - Knöcherne / ligamentäre Wirbelsäule HWS (ohne Rückenmarksverletzung): Wirbelfraktur (ohne Beteiligung des Rücken Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: beidseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend) Thorax - Knöcherne Verletzungen, Thorax - Rippen: Fraktur, &#8805 3 Rippen Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Hämato-/Pneumothorax: Hämato-pneumothorax Becken: stabile Beckenringfraktur Typ A rechtes/linkes Bein - Gelenke und Bänder, Bein: Sehnen-/Bandverletzung (partiell oder komplett) rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
95	44	1	22	0	912002.1	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: nur erstgradige Verbrennungen
					140662.3	Kopf - Gehirn - Großhirn - Schwellung Ödem: gering, mit Ventrikelkompression aber ohne Tangierung der Hirnstammcisterne
					750900.2	Rechter/linker Arm - Knöchelverletzung/Fraktur, Arm: Scapula
					442202.2	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Hämato-/Pneumothorax: Pneumothorax
					419202.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
					441411.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: beidseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend)
					450200.1	Thorax - Knöchelverletzungen, Thorax - Rippen: Fraktur, 1 Rippe
					752600.1	Rechter/linker Arm - Knöchelverletzung/Fraktur, Arm: Finger
210604.2	Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend)					
96	27	1	5	0	240402.2	Face - Organe, Face - Eye: avulsion enucleation
					912002.1	Skin, Soft Tissue, Others (not associated with a specific body region) - Burns - Burns: 1st degree
97	24	1	6	0	772499.1	Rechter/linker Arm - Gelenke und Bänder, Arm: Handgelenk (Verstauchung, Subluxation)
					740200.1	Rechter/linker Arm - Gelenke und Bänder, Arm: Sehnen-/Band-/Muskelverletzungen
					874099.1	rechtes/linkes Bein - Gelenke und Bänder, Bein: Knie (Verstauchung, Subluxation)
					810099.1	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen
					510099.1	Abdomen - Weichteilverletzungen, Abdomen: Weichteilverletzung
					441406.2	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: einseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend)
98	63	0	16	0	912024.4	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
99	23	1	10	0	250808.3	Face - Skeletal Injuries Face: complex maxilla fracture LeFort III
					250699.1	Face - Skeletal Injuries Face: mandible fracture
					210099.1	Face - Soft tissue Injuries, Face: soft tissue injury NFS
100	50	1	16	0	912024.4	35% KO Rücken.

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
101	33	0	14	0	912018.3 751100.2 857300.2 857400.2 243099.1 416000.1 816000.1 410099.1	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Rechter/linker Arm - Knöcherne Verletzung/Fraktur, Arm: Humeruskopffraktur rechts. rechtes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Calcaneus rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: MFK II Fraktur rechts Gesicht - Organe, Gesicht - Mund und Mundhöhle: Mund, Inhalationstrauma II° Thorax - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Thorax: oberflächliche penetrierende Thoraxverletzung rechtes/linkes Bein - Penetrierende Verletzungen, Bein: penetrierende Verletzung am Bein Thorax - Weichteilverletzungen, Thorax: Weichteilemphysem
102	27	1	13	0	912012.2 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
103	29	1	9	0	912018.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
104	53	1	14	0	711004.2 710099.1 541424.3 210099.1 510099.1 810099.1	Rechter/linker Arm - Amputationen, Arm: Hand, auch partiell, Daumen Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: kleinere Weichteilverletzungen Abdomen - Innere Organe - Jejunum / Ileum: Einriss Teilruptur (> 50%) mehrere Verletzungen (OIS III) Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: Weichteilverletzung Abdomen - Weichteilverletzungen, Abdomen: Weichteilverletzung rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen
105	21	1	16	0	440808.4	Thorax - Innere Organe, Thorax - Ösophagus (Thorax-Bereich, sonst unter Hals codieren): Verletzung Perforation Einriss > 50%
106	52	1	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
107	40	1	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
108	17	1	4	0	857400.2	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Fußwurzelknochen
					857400.2	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Fußwurzelknochen
					857400.2	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Fußwurzelknochen
					858200.1	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Zehen
					811004.2	rechtes/linkes Bein - Amputationen, Bein: Fuß (ganz oder teilweise) oder einzelne Zehen
					857400.2	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Fußwurzelknochen
109	45	1	9	0	811004.2	rechtes/linkes Bein - Amputationen, Bein: Fuß (ganz oder teilweise) oder einzelne Zehen
					854001.3	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Tibia, offen
					714000.2	Rechter/linker Arm - Weichteilverletzungen, Arm: großflächige Hautabderungen (Decollement)
110	25	1	9	0	216006.3	Explosionsverletzung Mittelgesicht mit verbleibendem Fremdkörper im Bereich der Nase
					241006.2	Verletzung mit Netzhautablösung
					240402.2	Bulbusruptur rechts
					240499.1	Glaskörperblutung
111	13	1	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
112	34	1	18	0	854001.3	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Tibia, offen
					810606.3	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: größere Weichteilverletzungen mit Blutverlust > 20% des Blutvolumens
113	56	1	5	0	912006.1	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K
					854000.2	rechtes/linkes Bein - Knöcherne Verletzungen / Frakturen, Bein: Tibia

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
114	53	1	8	0	912012.2 419201.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
115	29	0	4	0	210604.2 912012.2	Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend) Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
116	40	1	24	0	856171.4 912012.2 840800.2 874030.2 650616.2 544020.1 161002.2 110600.1 544020.1	Becken: instabile Beckenringfraktur Typ C (vertical shear, Dislokation) auch mit Blutverlust &#8804 20% des Blutvolumens Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung rechtes/linkes Bein - Gelenke und Bänder, Bein: Sehnen-/Bandverletzung (partiell oder komplett) rechtes/linkes Bein - Gelenke und Bänder, Bein: Knie mit Dislokation Wirbelsäule - Lendenwirbelsäule LWS - knöcherner / ligamentäre Wirbelsäule LWS (ohne Rückenmarksverletzung): Wirbelfraktur (ohne Beteiligung des Rück Abdomen - Innere Organe - Geschlechtsorgane - männliche Geschlechtsorgane: Scrotum: Kontusion, Hämatom, Verletzung Kopf - Gehirn - Commotio: Commotio cerebri mit kurzer Bewusstlosigkeit Kopf - Weichteilverletzungen Kopf: Kopfschwarte, leichte Verletzung (&#8804 10cm lang), Abschürfung Kontusion Abdomen - Innere Organe - Geschlechtsorgane - männliche Geschlechtsorgane: Scrotum: Kontusion, Hämatom, Verletzung
117	21	1	9	0	711003.3	Amputation rechts über dem Handgelenk
118	21	0	10	0	711003.3 912006.1	linker Arm - Amputationen, Arm:Handgelenk Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Diagnose	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
119	40	1	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
120	53	1	17	0	912012.2 251200.2 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf) Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
121	20	1	4	0	912012.2	Verbrennungen 1.-2. Grad an Gesicht und Händen, z.T. Wade und Oberschenkel
122	30	1	22	0	912018.3 240207.2 240499.1 419202.3	T22.32 R S09.2 B T15.0 L
123	29	1	14	0	250808.3 161001.1 840800.2	S02.4 B S06.0
124	48	1	25	0	811002.4 752272.3 510606.3	rechtes/linkes Bein - Amputationen, Bein: oberhalb des Knies bis zur Hüfte komplettes Bein Rechter/linker Arm - Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Radius, offene Mehrfragment-Fraktur Abdomen - Weichteilverletzungen, Abdomen: massive Weichteilverletzung mit Blutverlust > 20% des Blutvolumens
125	52	1	11	0	516000.1 544424.3 540824.3 216000.1 716000.1 912002.1	Abdomen - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Abdomen: penetrierende Abdominalverletzung Abdomen - Innere Organe - Magen: Magenperforation (OIS II, III) Abdomen - Innere Organe - Colon: Perforation Einriss (> 50%) mehrere Verletzungen (OIS III) Gesicht - Penetrierende Verletzungen (Schuss Stich): penetrierende Verletzung Rechter/linker Arm - Penetrierende Verletzungen (Schuss, Stich), Arm: penetrierende Verletzung Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: nur erstgradige Verbrennungen

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
126	68	1	25	0	912024.4 419202.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: gering oder fleckige Gebiete von Erytheme, Bronchorrhö, kohleartigen Ablagerungen in den
127	43	1	29	1	010006.3 912030.5 419201.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Hypothermie (nur direkte Unfallfolgen kodieren, keine Behand Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion
128	22	1	25	1	010002.1 912030.5	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Hypothermie (nur direkte Unfallfolgen kodieren, keine Behand Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
129	42	1	12	0	419201.2 912006.1 250804.2 251200.2 210604.2 241200.2 340602.2	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: Abwesenheit von kohleartigen Ablagerungen, Erytheme, Ödem, Bronchorrhö, Obstruktion Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2.gradige Verbrennungen 10% K Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: komplexe Maxilla-Fraktur LeFort I oder II Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf) Gesicht - Weichteilverletzungen, Gesicht: große Weichteilverletzung (> 10cm lang und ins Subcutangewebe reichend) Gesicht - Organe, Gesicht - Auge: Verletzung der äußeren Augenhaut Hals - Organe, Hals - Pharynx: Kontusion Hämatom leichte Verletzung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
130	46	1	22	0	230204.2	Gesicht - Nerven, Gesicht: Nervus opticus, Verletzung oder Abriss unilateral
					250699.1	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Unterkiefer-Fraktur
					250808.3	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: komplexe Maxilla-Fraktur LeFort III
					251200.2	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Orbita (ohne Orbitadach, siehe Kopf)
					251000.1	Gesicht - Knöcherner Verletzungen, Gesicht: Nasenbeinfraktur
					251499.1	Gesicht - Organe, Gesicht - Mund und Mundhöhle: Zahn Luxation, Fraktur, Verlust
					753200.2	Rechter/linker Arm - Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Ulna
					752500.2	Rechter/linker Arm - Knöcherner Verletzung/Fraktur, Arm: Mittelhandknochen
					441411.3	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Kontusion, Lunge: beidseitig, mäßig schwer (< 1 Lappen betreffend)
					544210.2	Abdomen - Innere Organe - Milz: Kontusion, Hämatom, (OIS I-II)
					541822.2	Abdomen - Innere Organe - Leber: oberflächliche Verletzungen (< 3cm tief, < 10cm lang), Blutverlust &#8804; 20% des Blutvolumens (OIS II)
810099.1	rechtes/linkes Bein - Weichteilverletzungen, Bein: kleinere Weichteilverletzungen					
131	77	1	20	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
					419204.4	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Inhalationstrauma: mäßiger Grad von Erythemen, kohleartigen Ablagerungen, Bronchorrhö mit oder ohne Gefährd
					442202.2	Thorax - Innere Organe, Thorax - Lunge - Hämato-/Pneumothorax: Pneumothorax
132	56	1	20	0	110604.2	Kopf - Weichteilverletzungen Kopf: Kopfschwarte, schwere Verletzung (> 10cm lang oder Skalpierungsverletzung)
					150406.4	Kopf - Knöcherner Verletzungen Kopf: Schädeldachfraktur, komplex oder offen oder Trümmerbruch mit Hirnfreilegung
133	43	0	9	0	912018.3	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung
134	38	0	4	0	912012.2	Haut, Weichteile, Sonstiges (die nicht einer speziellen Körperregion zuzuordnen sind) - Verbrennungen - Verbrennungen: 2. oder 3.gradige Verbrennung

Fortsetzung

Fortsetzung Tabelle 29

Patient	Alter	Geschlecht	ISS	Überleben	AIS-Code	Diagnose
135	51	1	11	0	210099.1	Leichtes Gesichtstrauma
					240499.1	Zementinoculation
					110600.1	RQW parieto-occipital links
					419202.3	Zementingestion
					419202.3	Explosionstrauma mit Zementstaubkontamination mit Inhalationstrauma Verätzung ++ (OS > OD)
					161001.1	Commotio cerebri
					450203.3	Rippenserienfraktur links 7-10 dorsal sowie 3,5 und 6 ventral
442202.2	Pneumothorax links					
136	30	0	19	0	161001.1	Commotio cerebri
					810099.1	Oberflächliche Schürfungen Bein li
					441411.3	Lungenkontusion bds.
					912002.1	Verbrennungen 1-2° (ca. 7% KOF), Thorax, Abdomen, OS bds, Arme bds.
					540824.3	Multiple Perforation Colon ascendens u. transversum
					410099.1	Oberflächliche Schürfungen Thorax
					710099.1	Oberflächliche Schürfungen Arme li
					810099.1	Oberflächliche Schürfungen Bein re
					510099.1	Oberflächliche Schürfungen Abdomen
					710099.1	Oberflächliche Schürfungen Arme re
752600.1	Offene querfx. Grundphalanx Dig man IV re					
137	17	1	4	0	912012.2	Verbrennung Linke Hand 1%
					912012.2	Verbrennung Rechter Oberschenkel 1%
					912012.2	Verbrennung Linker Oberarm 2%
					912012.2	Verbrennung linker Unterarm 2%
					912012.2	Verbrennung Kopf 1%
					912012.2	Verbrennung von 12% der Körperoberfläche Grad II a-b nach Explosionstrauma
					912012.2	Verbrennung li Unterschenkel 4%
912012.2	Verbrennung Linker Oberschenkel 1%					

## 8 Danksagung

Mit großem Stolz und voller Freude ist es an der Zeit mich bei einer Vielzahl von Menschen zu bedanken, die mich auf meinem Weg zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin begleitet und unterstützt haben.

Ich danke Herrn Oberstarzt Prof. Dr. med. Lorenz Lampl für die Überlassung dieses Promotionsthemas und die Möglichkeit zur Promotion in seiner Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Bundeswehrkrankenhauses Ulm.

Meinen besonderen Dank möchte ich Herrn Oberfeldarzt PD Dr. med. Martin Kulla aussprechen, der durch seine hervorragende und freundliche Betreuung, seine unendliche Geduld und unermüdliche Motivation wesentlich zur Entstehung und Vollendung dieser Arbeit beitrug. Auch für sein Interesse und offenes Ohr bei Anliegen über den Rahmen der Dissertation hinaus und seine damit verbundene Unterstützung möchte ich mich bei dieser Gelegenheit herzlich bedanken.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Oberstarzt Prof. Dr. med. Matthias Helm für die Bereicherung meiner Arbeit mit vielen Ideen, Anregungen und konstruktiver Kritik.

Die Grundlage dieser Arbeit bildeten die Daten aus dem TraumaRegister DGU<sup>®</sup> der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Ich danke allen teilnehmenden Kliniken für die Dokumentation der Behandlungsdaten im Traumaregister. Für die Bereitstellung der Daten und die statistische Betreuung bedanke ich mich insbesondere bei Herrn Prof. Dr. rer. medic. Rolf Lefering aus dem Institut für Forschung in der Operativen Medizin (IFOM) in Köln.

Ganz besonders danke ich meinen lieben Eltern, die in jeglicher Hinsicht die Grundsteine für meinen Weg gelegt haben. Sie und meine Schwester haben immer an mich geglaubt und mich stets mit viel Verständnis, Geduld und Rückhalt in der Verwirklichung meiner Träume unterstützt.

## 9 Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.

## 10 Veröffentlichungen

- I. Kulla M, Maier J, Bieler D, Hentsch S, Helm M: Das Explosionstrauma im nationalen Umfeld. Wehrmedizin und Wehrpharmazie, 1: 51 (2015)
  
- II. Kulla M, Maier J, Bieler D, Lefering R, Hentsch S, Lampl L, Helm M: Zivile Explosionstraumata - ein unterschätztes Problem? Ergebnisse einer retrospektiven Analyse aus dem TraumaRegister DGU®. Unfallchirurg, DOI: 10.1007/s00113-015-0046-3 (online first) (2015)