Universitätsklinikum Ulm

Klinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Florian Gebhard

Verkürzte Schockraumzeiten bei Traumapatienten durch vor Ort integrierte Computertomographie

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Andreas Junghanns

Wuppertal

2013

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Florian Gebhard

2. Berichterstatter: PD Dr. Thomas Kapapa

Tag der Promotion: 19.12.2014

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis ..... **V**

1. Einleitung **1**

1.1 Definition des Polytraumas 1

1.2 Epidemiologie des Polytraumas 1

1.3 Ökonomische Betrachtung des Polytraumas 3

1.4 Scoresysteme der Traumatologie 4

1.5 Der Schockraum 7

1.6 Bildgebende Verfahren im Schockraum 11

1.7 Zeit als kritischer Faktor 14

1.8 Hintergrund und Fragestellung 16

2. Material und Methoden **18**

2.1 Patientenkollektiv und Einschlusskriterien 18

2.2 Datenerhebung 18

2.3 Stratifikation nach Traumaschweregrad 19

2.4 Zeitintervalle der Versorgung von Patienten im Schockraum 20

2.5 Statistische Auswertung 21

3. Ergebnisse **23**

3.1 Epidemiologie des Patientenkollektivs 23

3.2 Analyse von Zeitintervallen der Schockraumphase 29

4. Diskussion **39**

4.1 Zielsetzung der Studie 39

4.2 Interpretation der Ergebnisse 41

4.3 Schlussfolgerung 47

5. Zusammenfassung **49**

6. Literaturverzeichnis **51**

Anhang **64**

Danksagung **72**

Lebenslauf **73**

Abkürzungsverzeichnis

AAAM	=	Association for the Advancement of Automotive Medicine
ACS	=	American College of Surgeons
AG	=	Aktiengesellschaft
AIS	=	Abbreviated Injury Scale
AM	=	Arithmetisches Mittel
a.p.	=	anterior – posterior
ATLS®	=	Advanced Trauma Life Support
BAuA	=	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BWS	=	Brustwirbelsäule
CCT	=	Craniale Computertomographie
CT	=	Computertomographie bzw. Computertomograph
DCO	=	Damage Control Orthopedics
DCS	=	Damage Control Surgery
DGU	=	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.
EFAST	=	Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma
ETC	=	Early Total Care
ETC®	=	European Trauma Course
FAST	=	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GBE	=	Gesundheitsberichterstattung des Bundes
GCS	=	Glasgow Coma Scale
h	=	Stunden
HNO	=	Hals - Nasen - Ohren - Heilkunde
HWS	=	Halswirbelsäule

ICU	=	Intensive Care Unit
IQR	=	Interquartilsabstand bzw. interquartile range
ISS	=	Injury Severity Score
LWS	=	Lendenwirbelsäule
LKW	=	Lastkraftwagen
m	=	Meter
Max	=	Maximum
min	=	Minuten
Min	=	Minimum
MODS	=	Multiple Organ Dysfunction Syndrome
MSCT	=	Multislice Spiral Computed Tomography
mSv	=	Millisievert
OP	=	Operation bzw. Operationssaal
P	=	Perzentile
PACS	=	Picture Archiving and Communication System
PKW	=	Personenkraftwagen
SAP	=	Systemanalyse und Programmentwicklung
SD	=	Standardabweichung bzw. standard deviation
SHT	=	Schädel-Hirn-Trauma
SIRS	=	Systemic Inflammatory Response Syndrome
SOP	=	Standard Operating Procedure
SR	=	Schockraum
VAV	=	Verletzungsartenverfahren
VU	=	Verkehrsunfall
ZNS	=	Zentrales Nervensystem

1. Einleitung

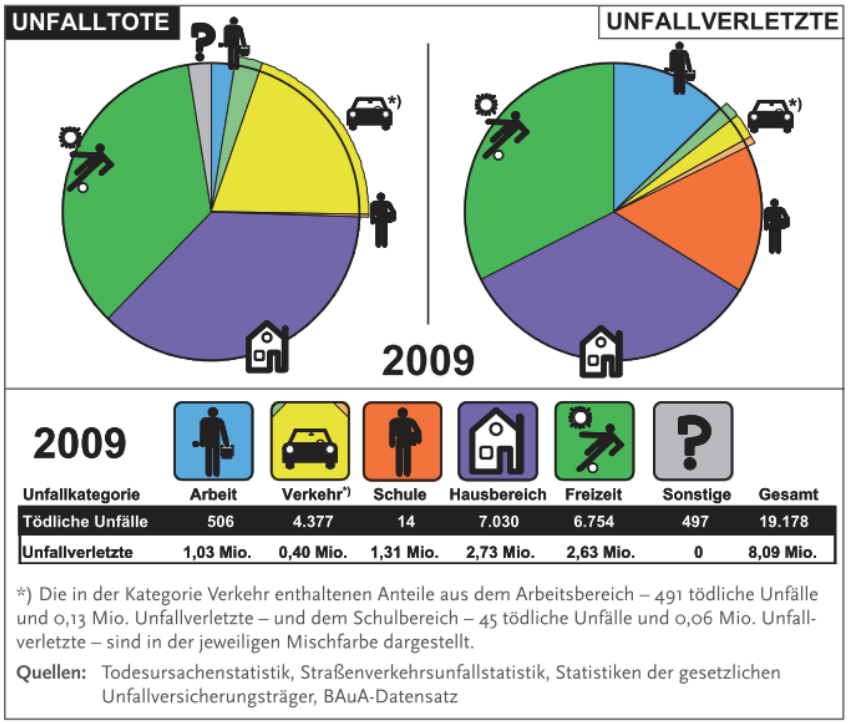
1.1 Definition des Polytraumas

Bei einem Polytrauma liegen Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsysteme vor, wobei mindestens eine oder die Kombination der Verletzungen lebensbedrohlich ist bzw. die Verletzungen nach Injury Severity Score ISS gleich oder größer 16 Punkte betragen. Abzugrenzen hiervon sind nicht lebensbedrohliche Mehrfachverletzungen und das Barytrauma, welches eine schwere Einzelverletzung mit vitaler Bedrohung darstellt. Diese Definition wurde in den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie DGU veröffentlicht und gilt bei der Verwendung des Begriffs in dieser Arbeit [18]. International und auch innerhalb Deutschlands besteht keine einheitliche Definition des Polytraumas und es werden unterschiedliche Eigenschaften bei der Bestimmung, ob es sich um einen polytraumatisierten Patienten handelt, herangezogen [10, 63].

1.2 Epidemiologie des Polytraumas

Aktuell existiert deutschlandweit keine einheitliche und vollständige amtliche Erhebung polytraumatisierter Personen [18]. Der bei statistischen Erhebungen häufig verwendete Terminus *Schwerverletzter* umfasst eine größere Personengruppe, da mit ihm keine Aussage über die Schwere der Verletzungen getroffen wird. Als schwerverletzt wird ein Patient bezeichnet, der unmittelbar nach Traumatisierung für mindestens 24 Stunden zur stationären Behandlung in einem Krankenhaus aufgenommen wurde [27]. Nach Erhebungen der DGU kann von etwa 33 000 bis 38 000 polytraumatisierten Personen pro Jahr in Deutschland ausgegangen werden [17]. Hinzu kommt eine ähnlich hohe Anzahl an Patienten, die nach ihrem Verletzungsgrad (ISS < 16) nicht den Polytraumata zugeordnet werden können, aber aufgrund des Unfallmechanismus oder auffälliger Vitalparameter zunächst ebenfalls in den Schockräumen der Kliniken versorgt werden [81]. Die meisten Unfälle im Jahr 2009 ereigneten sich im häuslichen Umfeld (34 %) und in der Freizeit (32 %), direkt gefolgt von Unfällen in der Schule (16 %) und während der Berufsausübung (13 %).

Nur etwa 5 % aller Unfallopfer entstanden durch Unfälle im Straßenverkehr, die jedoch mit einer vergleichsweise hohen Letalität einhergingen (Abbildung 1).



2009

Unfallkategorie	Arbeit	Verkehr*)	Schule	Hausbereich	Freizeit	Sonstige	Gesamt
Tödliche Unfälle	506	4.377	14	7.030	6.754	497	19.178
Unfallverletzte	1,03 Mio.	0,40 Mio.	1,31 Mio.	2,73 Mio.	2,63 Mio.	0	8,09 Mio.

*) Die in der Kategorie Verkehr enthaltenen Anteile aus dem Arbeitsbereich – 491 tödliche Unfälle und 0,13 Mio. Unfallverletzte – und dem Schulbereich – 45 tödliche Unfälle und 0,06 Mio. Unfallverletzte – sind in der jeweiligen Mischfarbe dargestellt.

Quellen: Todesursachenstatistik, Straßenverkehrsunfallstatistik, Statistiken der gesetzlichen Unfallversicherungsträger, BAuA-Datensatz

Abbildung 1: Unfalltote und Unfallverletzte 2009 in Deutschland

Quelle: Unfallstatistik - Unfalltote und Unfallverletzte 2009 in Deutschland, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2010

Die Häufigkeit der Verkehrsunfälle mit Personenschäden in Deutschland ist seit 1970 rückläufig und erreichte im Jahr 2009 mit 397 671 Verletzten erneut einen Tiefstand, obwohl sich die Zulassungszahl von motorisierten Fahrzeugen im gleichen Zeitraum mehr als verdoppelte. Die Anzahl der Schwerverletzten durch Verkehrsunfälle betrug 68 567 im Jahr 2009 und setzte damit ebenfalls den Abwärtstrend mit einer Abnahme von 3 % gegenüber 2008 fort [97]. Leider wurde dieser positive Verlauf zumindest im ersten Halbjahr 2011 unterbrochen und es kam zu einer Zunahme von 4 % an Verletzten und Getöteten durch Unfälle im Straßenverkehr gegenüber dem Vorjahreszeitraum [98]. Verletzte im Straßenverkehr bilden mit knapp 60 % den größten Anteil der Polytraumata in Deutschland. Von ihnen verunglückt die Hälfte in Kraftfahrzeugen, direkt gefolgt von Motorradfahrern welche knapp 25 % der

Verkehrsunfälle ausmachen. Radfahrer und Fußgänger ergeben das letzte Viertel und sind mit jeweils 13 % an den Unfällen beteiligt. Polytraumata durch Stürze aus Höhen über und unter drei Meter bilden mit jeweils 12 – 20 % den zweitgrößten Anteil der im Schockraum versorgten Patienten. Insgesamt handelt es sich in über 90 % der Fälle um einen stumpfen Verletzungsmechanismus und einer mit jeweils etwa 60 % sehr häufigen Traumatisierung von Schädel/Hirn bzw. Thorax. Bei der Geschlechterverteilung zeigt sich, dass Männer mit einem Anteil von 70 % einen Großteil der polytraumatisierten Patienten darstellen. Das Durchschnittsalter der Betroffenen liegt nach Auswertungen der DGU inzwischen bei 42 Jahren und hat sich im Sinne des demographischen Wandels gegenüber älteren Studien erhöht [3, 56]. Die Letalität von Polytraumata, welche in dem TraumaNetzwerk DGU® angeschlossenen Einrichtungen versorgt wurden, hat sich während des letzten Jahrzehnts signifikant verringert und beträgt aktuell 19 % [82].

1.3 Ökonomische Betrachtung des Polytraumas

Da es sich bei Polytraumata definitionsgemäß um ein äußerst komplexes und schwerwiegendes Verletzungsmuster handelt, ist die Erstversorgung mit Diagnostik im Schockraum, die Weiterversorgung im OP bzw. auf der Intensivstation und die stationäre Anschlussbehandlung oftmals sehr zeit-, material- und personalintensiv. Allein die Kosten des behandelnden Krankenhauses, in welchem der Patient die oben genannten Stationen ohne Notfallversorgung am Unfallort und ohne nachfolgende Rehabilitationsmaßnahmen durchläuft, ergeben eine Summe von durchschnittlich 32 166 Euro. Hierbei entstehen über die Hälfte der Kosten durch die Intensivtherapie und etwa 25 % durch chirurgische Maßnahmen. Der Anteil der Fixkosten pro Patient ist mit annähernd 70 % der Gesamtkosten die beherrschende Größe in der Polytraumaversorgung und zeigt auf, dass eine kostendeckende Behandlung eigentlich nur in Schwerpunktzentren für Traumatologie erfolgen kann, in denen sich eine entsprechend hohe Anzahl an Polytraumatisierten den Fixkostenblock teilen [90]. Aber auch in den für die spezielle Behandlung von Mehrfachverletzten ausgestatteten Zentren ist es aufgrund von Fallpauschalen oftmals schwierig eine

Kostendeckung zu erreichen, wodurch im Jahr 2009 ein Defizit von etwa 5 000 Euro pro behandeltem Polytrauma entstand [73, 85]. Werden zu den Kosten der akutstationären Behandlung die Kosten der Notfallversorgung am Unfallort, die Ausgaben für die sich anschließende Rehabilitation bzw. Pflege, Aufwendungen für Heil- und Hilfsmittel, Lohnersatzleistungen, Haushaltsführungsschäden und eventuell zu zahlende Schmerzensgelder hinzugerechnet, ergeben sich durchschnittliche Gesamtkosten von 379 000 Euro pro Polytrauma. Besonders kostenintensiv fallen Personenschäden mit irreversiblem Funktionsverlust wie Amputation der unteren oder oberen Extremitäten, schwerem Schädel-Hirn-Trauma sowie Para- und Tetraplegie aus. Die hierbei entstehenden Gesamtkosten belaufen sich durchschnittlich auf eine Höhe von 568 000 Euro und können in besonders schweren Einzelfällen auch Summen von über 3 Millionen Euro erreichen [95].

1.4 Scoresysteme der Traumatologie

1.4.1 Eigenschaften von Scoresystemen

Scoring wird in den unterschiedlichsten Fachbereichen verwendet. Es dient dazu, mittels einer Vergabe von Punkten über eine Vielzahl von Eigenschaften eines Systems einen Gesamtwert zu ermitteln, mit dessen Hilfe eine Vergleichbarkeit bzw. Klassifizierung erreicht werden soll. Ein Vorteil des Scoring liegt darin, dass komplexe Sachverhalte über einen Punktwert schnell mitgeteilt und einfach verglichen werden können, solange den jeweiligen Personen das entsprechende Scoresystem bekannt ist. Allerdings ist mit der Transformation von Eigenschaften in einen Punktwert eine starke Verdichtung von Informationen verbunden, die wiederum zu einem Verlust von Feinheiten führt und daher einen großen Nachteil des Scoring darstellt. Völlig unterschiedliche Ausgangssituationen können summiert in einem Scoresystem den gleichen Punktwert erreichen und folglich nicht mehr unterschieden werden [44]. Es ist daher essentiell, dass ein Scoresystem über den Punktwert eine zuverlässige Aussage zu einer Fragestellung abgibt, für welche es entwickelt wurde, es sollte valide sein. Außerdem sollte der Score über eine gute Reliabilität verfügen, also die Ausprägung eines Merkmals objektiv und auch bei

wiederholter Erhebung präzise wiedergeben. In den letzten Jahrzehnten wurde eine Vielzahl an Scoresystemen neu veröffentlicht bzw. bestehende Systeme durch unterschiedliche Rechenvorschriften oder zusätzliche Variablen in Bezug auf ihre jeweilige Aussagekraft verfeinert [30]. Im Folgenden werden zwei seit geraumer Zeit etablierte Scores vorgestellt, die in der Traumatologie weltweit zur Anwendung kommen und deren Punktwerte in unzähligen Studien zur Stratifikation des Patientenkollektivs eingesetzt werden.

1.4.2 GCS – Glasgow Coma Scale

Die Glasgow Coma Scale gehört zu den Scoresystemen, die nicht die Traumatisierung einzelner Organe bzw. Bereiche des Körpers absolut erfassen, sondern deren Auswirkungen auf verschiedene physiologische Funktionen. Sie wurde 1974 von zwei Neurochirurgen der University of Glasgow, Sir Graham Teasdale und Bryan Jennett, mit dem Ziel veröffentlicht, den Bewusstseinszustand von Patienten einheitlich beschreiben und vergleichen zu können. Die GCS basiert auf der Erhebung von Reaktionen des Patienten auf drei Ebenen: dem Öffnen der Augenlider, der verbalen Äußerung und der motorischen Antwort. Je nach Ausprägung der Reaktion werden in jedem der drei Bereiche ein bis maximal vier bzw. sechs Punkte vergeben und anschließend zur Ermittlung des Gesamtwerts summiert [102]. Es können somit Werte zwischen drei, schlechtester Bewusstseinszustand des Patienten, und 15 Punkten, volles Bewusstsein, erreicht werden. Eine GCS von acht Punkten und weniger wird als Indikation zur endotrachealen Intubation des Patienten betrachtet, da dieser aufgrund der eingeschränkten Bewusstseinslage mit möglichem Ausfall von Schutzreflexen einem erhöhten Aspirationsrisiko ausgesetzt ist [31, 68]. Die ursprüngliche GCS wurde mit einem Höchstwert von 14 entwickelt und später um einen Punkt bei der motorischen Antwort erweitert, wodurch es in manchen Publikationen zu Ungenauigkeiten bei der Interpretation der Scale kommt [119]. Die GCS ist weltweit etabliert und lässt eine schnelle und einfache Erhebung zu. Dabei ist die Dynamik im zeitlichen Verlauf zu berücksichtigen, weshalb der Erhebungszeitpunkt immer zusammen mit dem ermittelten Punktwert genannt werden sollte. Die

Sensitivität bei der Ermittlung von schweren Schädel-Hirn-Traumata bei bewusstlosen, mehrfachverletzten Patienten ist jedoch eingeschränkt [28].



Abbildung 2: Glasgow Coma Scale

Berechnung: Erhebung der entsprechenden Reaktion je Untergruppe und Summation der zugehörigen Punktwerte.

1.4.3 ISS – Injury Severity Score

Wie die GCS wurde der Injury Severity Score bereits im Jahr 1974 von Baker et al. als Methode entwickelt, die Traumata von Mehrfachverletzten durch einen Zahlenwert zu beschreiben und zu klassifizieren [2]. Der ISS nutzt dazu die Abbreviated Injury Scale AIS, welche regelmäßig von der Association for the Advancement of Automotive Medicine AAAM aktualisiert wird und jeder einzelnen Verletzung eines Patienten einen bestimmten AIS-Code zuordnet [50]. Über den AIS-Code wird das Ausmaß der einzelnen Traumata, unter anderem über den AIS Schweregrad-Index, genau erfasst und einer Überlebenswahrscheinlichkeit zugeordnet [30]. Zur Berechnung des ISS werden aus sechs definierten Körperregionen die drei am stärksten betroffenen anhand des AIS Schweregrads ermittelt, der jeweilige Wert quadriert und die drei sich daraus ergebenden Zahlen summiert. Der maximal erreichbare Höchstwert ist auf 75 Punkte festgelegt. Dieser muss nach Definition ebenfalls ausgewiesen werden, wenn eine einzelne Verletzung einen AIS-Schweregrad von sechs Punkten aufweist. Die Höhe des errechneten ISS korreliert positiv mit der Letalität des Verletzten und ist daher als Vorhersagewert für das Sterblichkeitsrisiko geeignet [79]. Im Gegensatz zur GCS muss für die Erhebung des ISS das Verletzungsmuster des Patienten genau

bekannt bzw. die komplette Diagnostik abgeschlossen sein. Die Ermittlung des ISS ist daher aufwendiger, aber der Score ergibt nach korrekter Erfassung einen feststehenden Wert, der sich im zeitlichen Verlauf nicht mehr ändert.

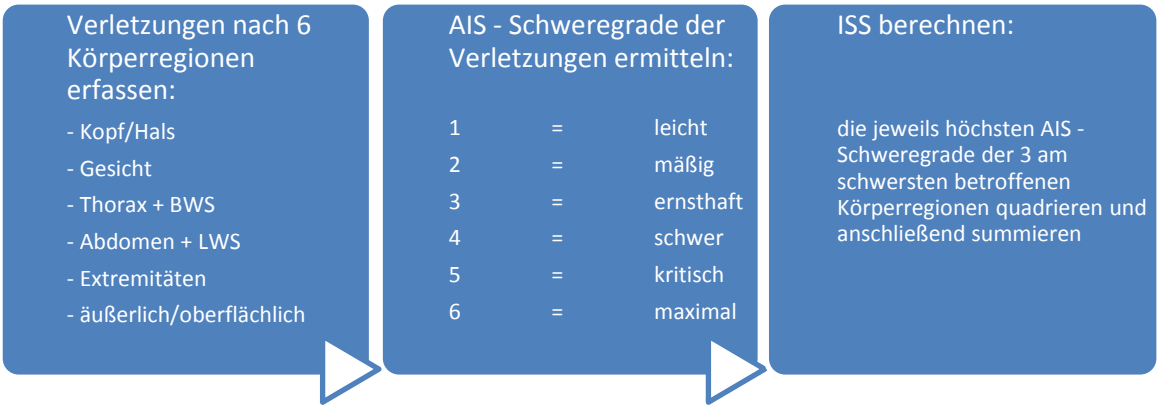


Abbildung 3: Berechnung des Injury Severity Score

Legende: AIS = Abbreviated Injury Scale; BWS = Brustwirbelsäule; ISS = Injury Severity Score; LWS = Lendenwirbelsäule

1.5 Der Schockraum

1.5.1 Anforderungen der DGU

Der Schockraum stellt das Bindeglied zwischen Rettungsdienst und Klinik dar, in welchem die erweiterte Erstversorgung von schwerverletzten bzw. polytraumatisierten Personen interdisziplinär erfolgt. Die hierzu erforderliche personelle und technische Ausstattung ist äußerst komplex und wird als Grundlage bei der Zertifizierung zur Einrichtung der Basisversorgung, als regionales oder überregionales Traumazentrum für die Teilnahme am TraumaNetzwerk DGU® herangezogen. Die empfohlene Grundfläche des Schockraums beträgt mindestens 25 m^2 je zeitgleich zu versorgendem Schwerverletzten, im Idealfall also 50 m^2 zur simultanen Behandlung zweier Polytraumata [94]. Die schnelle Erreichbarkeit des Schockraums muss 24 Stunden am Tag gewährleistet sein, was durch eindeutig gekennzeichnete, möglichst kurze Wegstrecken vom Hubschrauberlandeplatz und der bodengebundenen Übernahme von Patienten gesichert wird. Auch muss die technische Ausrüstung des Schockraums eine schnelle und sensitive

Primärdiagnostik sowie eine eventuell unmittelbar erforderliche Versorgung von akut lebensbedrohlichen Verletzungen ermöglichen. Dies wird durch die Integration von sonographischer und radiologischer Bildgebung und der räumlichen Einrichtung zur Durchführung von Notfall-OPs bzw. der unmittelbaren Nähe zur radiologischen Abteilung und den Operationssälen erreicht.

Die personelle Ausstattung umfasst zunächst das ständig einsatzbereite Basisteam im Schockraum, welches innerhalb von 20 Minuten durch das erweiterte Schockraumteam verstärkt werden kann. Das Basisteam in lokalen Traumazentren besteht aus einem Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie oder Allgemeinchirurgie, einem Facharzt für Anästhesiologie, zwei Pflegekräften der Chirurgie, einer Pflegekraft der Anästhesiologie und einer medizinisch - technischen Radiologie-fachkraft. In regionalen und überregionalen Traumazentren umfasst das Basisteam zusätzlich einen Facharzt für Radiologie, einen Weiterbildungsassistent der Orthopädie/Unfallchirurgie oder Allgemeinchirurgie und ggf. Transportpersonal. Das innerhalb kurzer Zeit verfügbare erweiterte Schockraumteam wird in lokalen Traumazentren aus einem Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie mit der Zusatzqualifikation Spezielle Unfallchirurgie, je einem Facharzt für Allgemein-chirurgie, Anästhesiologie bzw. Radiologie und zwei OP-Pflegekräften gebildet. Regionale Traumazentren benötigen für das erweiterte Schockraumteam zusätzlich je einen Facharzt für Neurochirurgie und Gefäßchirurgie, in überregionalen Traumazentren muss das Basisteam um Fachärzte nahezu aller chirurgischen Disziplinen erweitert werden können [94].

Hauptaufgabe der lokalen Traumazentren ist die Versorgung der häufigsten Einzelverletzungen und die Übernahme der Erstbehandlung, wenn ein primärer Transport eines Polytraumas in ein regionales oder überregionales Traumazentrum nicht möglich ist. Regionale Traumazentren müssen sowohl die notfallmäßige als auch definitive Versorgung nahezu aller Verletzungsformen in hoher Qualität sicherstellen, während überregionale Traumazentren mit Ausnahme von hochgradigen Verbrennungs- und Rückenmarktraumata, für die es spezielle Behandlungszentren gibt, alle Arten von komplexen Mehrfachverletzungen bei mindestens zwei Patienten gleichzeitig definitiv versorgen können müssen [54, 94].

1.5.2 Algorithmen im Schockraum

Der Begriff Algorithmus stammt ursprünglich aus dem Bereich der Mathematik, in der man unter diesem eine vollständige und eindeutige Anleitung zur Lösung einer exakt definierten Fragestellung versteht. Algorithmen werden seit geraumer Zeit auch in den verschiedenen Fachbereichen der Medizin zur Diagnose und Therapie mit dem Ziel angewandt, in kurzer Zeit unter Berücksichtigung vieler Variablen und Ausschaltung möglicher Fehlerquellen, ein Ergebnis zu erhalten bzw. zu erreichen. Die Behandlungsqualität von schwerverletzten Patienten im Schockraum profitiert von festgelegten Abläufen, Leitlinien bzw. Standard Operating Procedures (SOP), da viele Aufgaben in engen räumlichen Verhältnissen auf mehrere Personen verteilt werden müssen, ohne dabei Wichtiges zu übersehen. Wenn allen Beteiligten die jeweils aktuellen bzw. folgenden Schritte der Schwerverletztenversorgung und die Umstände, wann von diesen abzuweichen ist, bekannt sind, ist hierdurch eine Beschleunigung des zeitlichen Ablaufs, eine Verringerung von Behandlungsfehlern und letztendlich eine Reduktion der Mortalität der Patienten möglich [66, 82, 117]. Bundesweit sind verschiedene Algorithmen bei der Versorgung von Polytraumata im Einsatz, die allesamt die oben genannten Ziele unter Berücksichtigung verschiedener Prioritäten verfolgen. Da die strukturellen Gegebenheiten jedes Klinikums sowie die Zusammenarbeit der einzelnen Fachrichtungen unterschiedlich ausfallen, kann ein hausinterner Algorithmus durchaus Vorteile haben. Die DGU empfiehlt als übergeordneten Behandlungsleitfaden und zur Ausbildung der im Schockraum anwesenden Chirurgen und Anästhesisten das prioritätenorientierte Advanced Trauma Life Support ATLS® bzw. Schulungskonzepte mit äquivalentem Handlungsablauf, z.B. dem European Trauma Course ETC® [91, 94]. ATLS® ist ein in mehr als 50 Ländern praktiziertes Ausbildungs- bzw. Behandlungskonzept, das im Jahr 2003 in Deutschland eingeführt wurde und nach welchem global über eine Million Ärzte zertifiziert wurden [65]. Aktuell wird ATLS® unter Lizenz des ACS Comittee on Trauma weltweit erfolgreich gelehrt, praktiziert und weiterentwickelt, ist aber aufgrund der Vermarktungsstrategie und der dadurch verlangsamten Anpassbarkeit auf regionale Verhältnisse nicht frei von Kritik [32, 104, 113]. Im Jahr 2008 wurde der ETC® von dem European Resuscitation Council ERC, der

Europäischen Gesellschaft für Trauma und Notfallchirurgie, der Europäischen Gesellschaft für Notfallmedizin und der Europäischen Gesellschaft für Anästhesiologie vorgestellt. Der Kurs baut auf den Grundsätzen von ATLS® auf, richtet aber besonderes Augenmerk auf interdisziplinäre Teamarbeit bei parallel ablaufenden Prozeduren in der Schwerverletztenversorgung [41, 61, 103].

Algorithmen, die auf ATLS® basieren, verlaufen nach einer vorgegebenen Reihenfolge, die bei akuter Verschlechterung der physiologischen Parameter des Patienten wieder von vorne beginnt. Unmittelbar nach der Übergabe des Polytraumas durch den behandelnden Notarzt erfolgt die *Primary Survey*. Dies ist eine Erstuntersuchung, deren Ziel es ist, akut lebensbedrohliche Zustände bzw. Verletzungen des Patienten zu ermitteln und zu versorgen. Eine vollständige Erhebung des gesamten Verletzungsstatus und eine ausgedehnte Diagnostik sind hierbei ausdrücklich nicht vorgesehen. Die *Primary Survey* sollte innerhalb weniger Minuten abgeschlossen sein und orientiert sich an der ABCDE-Regel. *A* steht für *Airway Management* und beinhaltet sowohl die Sicherung der Atemwege als auch die Stabilisierung der HWS, um Traumatisierungen des ZNS zu vermeiden bzw. zu begrenzen. *B* bedeutet *Breathing*, worunter die Überprüfung bzw. Wiederherstellung der Ventilation und Oxygenierung des Bluts zu verstehen ist. *C* wie *Circulation* sieht die Überprüfung verschiedener Parameter des Blutkreislaufs vor, damit ein Schockzustand des Patienten rechtzeitig erkannt und behandelt werden kann. Unter *D* für *Disability* wird die Erhebung des neurologischen Status des Patienten verstanden. Dies geschieht grob orientierend über die Ermittlung des GCS und Beurteilung der Pupillenreaktion auf Lichteinfall. Die Neurologie des Patienten sollte wie die vorhergehenden Parameter in regelmäßigen Abständen erneut überprüft werden, damit Veränderungen rechtzeitig festgestellt und zeitkritische intrakranielle Raumforderungen durch Kraniotomie entlastet werden können. Als letzter Unterpunkt der *Primary Survey* folgt *E* wie *Exposure*, welcher die vollständige Entkleidung des Patienten und eine anschließende Untersuchung von Kopf bis Fuß nach weiteren Verletzungen vorsieht. Für die weitere Diagnostik ist der Patient vor Auskühlung durch Abdecken zu schützen.

Je nach Algorithmus des jeweiligen Traumazentrums erfolgt die sonographische Untersuchung FAST, Focused Assessment with Sonography for Trauma, noch während oder erst nach Abschluss der *Primary Survey*. Ziel des FAST ist die Erfassung bzw. der Ausschluss von freier Flüssigkeit im Abdomen und eingeschränkt auch intrathorakal. Wenn die körperliche Verfassung des Patienten dies zulässt, werden anschließend eine Computertomographie in Form einer Traumaspirale bzw. digitale konventionelle Röntgenaufnahmen angefertigt und der *Secondary Survey* eingeleitet. Anderenfalls muss die Schockraumdiagnostik für Notfalleingriffe unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt vervollständigt werden. Beim *Secondary Survey* handelt es sich um die detaillierte Erhebung aller Verletzungen des Patienten und die Entscheidung über die weitergehende Versorgung. Hierzu erfolgt eine eingehende körperliche Untersuchung, die Auswertung der CT-Aufnahmen durch Radiologen, eventuell das Anfertigen zusätzlicher Röntgenbilder und erweiterte Diagnostik durch Konsiliarärzte [32, 53, 88, 92, 113]. Mit der Verlegung des Patienten in den OP bzw. zur Überwachung auf die Intensivstation endet die Versorgung im Schockraum, der umgehend für die Aufnahme weiterer Polytraumata vorbereitet wird.

1.6 Bildgebende Verfahren im Schockraum

1.6.1 FAST – Focused Assessment with Sonography for Trauma

Die sonographische Untersuchung stellt aufgrund ihrer einfachen, schnellen und nichtinvasiven Durchführbarkeit die erste bildgebende Diagnostik im chronologischen Ablauf der Versorgung Schwerverletzter im Schockraum bzw. in besonderen Fällen und vorhandener Ausrüstung auch in der präklinischen Traumaversorgung dar [105]. Das Ziel des FAST ist es, sowohl bei stumpfen als auch penetrierenden Verletzungen das Vorhandensein freier intraabdomineller Flüssigkeit zu ermitteln und ab einem geschätzten Volumen von 500 ml bei hämodynamisch instabilen Patienten die Indikation zur notfallmäßigen Laparotomie ohne weitere zeitraubende Diagnostik zu stellen [76, 77]. Hierzu werden vier sonographische Schnitte benötigt. Zunächst platziert der Untersucher den Schallkopf direkt unterhalb des Xiphoids in der Transversalebene nach kranial geneigt und erfasst den linken

Leberlappen und das Herz im Vier-Kammer-Blick. Hierbei stellt sich das Perikard echoreich dar und eine eventuell vorhandene perikardiale Flüssigkeitsansammlung bzw. Tamponade erscheint durch die gute Schallleitung als echoarmer, schwarzer Saum. Der zweite Schnitt erfolgt im oberen rechten Quadranten des Abdomen auf Höhe der vorderen Axillarlinie in kranio-kaudaler Ausrichtung, bei der die Leber, das Zwerchfell und die rechte Niere darzustellen sind. In dieser Ebene kann freie Flüssigkeit perihepatisch und insbesondere im hepatorenalen Raum, der Morrison-Pouch, dargestellt werden. Anschließend wird der Schallkopf im oberen linken Quadranten in der mittleren Axillarlinie positioniert und im Längsschnitt die Milz, das Zwerchfell und die linke Niere abgebildet, wodurch eine perisplenische Flüssigkeitsansammlung erfasst werden kann. Werden die beiden lateralen Schnitte jeweils zusätzlich nach kranial verschoben, ist außerdem die Diagnose eines Hämato- bzw. Pneumothorax mit einer Sensitivität von 66 % und einer Spezifität von 100 % möglich. Die erweiterte Ultraschalluntersuchung wird entsprechend EFAST, Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma, genannt. Der vierte und letzte Schnitt erfolgt in der Medianebene suprapubisch zur Beurteilung des kleinen Beckens und speziell des Douglas-Raumes zwischen Rektum und Harnblase bzw. Uterus. Die Gesamtdauer der Untersuchung beträgt zwischen 1,6 und 4 min, wobei für die verlängerten Flankenschnitte beim EFAST noch einmal eine Minute zusätzlich beansprucht wird [109]. Mit einer Sensitivität von etwa 80 % und einer Spezifität von nahezu 100 % ist FAST ein genaues, schnelles und dazu auch kostengünstiges Verfahren, das seinen festen Platz im Ablauf der Versorgung Schwerverletzter im Schockraum hat. Trotzdem sollte ein negativer Befund bezüglich freier Flüssigkeit durch FAST bei kreislaufstabilen Patienten zusätzlich durch eine CT-Bildgebung abgeklärt werden [72, 86, 96].

1.6.2 Digitale radiologische Bildgebung

Die radiologische Bildgebung ist ein unverzichtbarer Bestandteil bei der Beurteilung von Traumata schwerverletzter Patienten und daher ebenfalls fest in den Ablauf der Schockraumversorgung integriert. Hierbei kommen sowohl digitale konventionelle

Röntgenapparate als auch Computertomographie zum Einsatz, wodurch die Erhebung von Verletzungen, deren Klassifikation und die Planung der operativen Versorgung wesentlich vereinfacht bzw. erst ermöglicht wird. Analoge Röntgengeräte haben nicht nur wesentliche Nachteile bezüglich der Weiterverarbeitung und Archivierung der Daten, sondern auch hinsichtlich der Strahlenbelastung des Patienten und der benötigten Zeit bis zum Abschluss der Diagnostik, weshalb deren Stellenwert im Rahmen der Schwerverletztenversorgung gering ist [9]. Lange Zeit stellte die Anfertigung digitaler Röntgenaufnahmen der HWS seitlich, des Thorax a.p. und des Beckens a.p. die Basisdiagnostik im Schockraumalgorithmus dar, welche selektiv durch CT-Bildgebung insbesondere des Schädels und des Abdomens ergänzt wurde. Durch die stetige Weiterentwicklung und Verbreitung der Computer-tomographie rückt diese in immer mehr Traumazentren an die Spitze der radiologischen Diagnostik und wird durch konventionelles Röntgen unterstützt bzw. bei technischen Problemen abgesichert [68, 75, 114].

Kommt die CT bei Polytraumata als erste radiologische Bildgebung zum Einsatz, wird nach der körperlichen Untersuchung durch den Unfallchirurgen je nach Verletzungsgrad entweder eine Ganzkörperaufnahme oder eine Traumaspirale, welche vom Scheitel bis einschließlich der Symphyse reicht, erstellt. Inklusive Kontrastmittelapplikation ist bei dieser Untersuchung mit einem Zeitbedarf von drei bis fünf Minuten zu rechnen, wobei sowohl größere Verletzungsfolgen wie Blutungen im Abdomen, Thorax und Schädel als auch Lufteinschlüsse in den Körperhöhlen schon während des laufenden CT-Scan erkannt werden können [112]. Seit der Einführung des ersten 2-Zeilen-CT im Jahr 1993 konnte die Untersuchungszeit für ein definiertes Volumen und die Abbildungsleistung hinsichtlich der erzeugten Auflösung stetig verbessert werden. Möglich ist dies durch eine Vervielfachung der aufgenommenen Zeilen pro Rotation sowie einer Steigerung der Winkel-geschwindigkeit und der Einrichtung mehrerer Strahlenquellendetektoreinheiten. Zusätzlich ist die Darstellung anatomischer Strukturen als berechnetes, dreidimensionales Modell realisierbar, das zusätzliche Sicherheit bei der Beurteilung komplexer Verletzungen schafft. Den derzeitig modernsten Stand der Technik bilden 256- und 320-Zeilen-CT, die beispielsweise mit einer Rotation eine Distanz von 16 cm

entlang der z-Achse abdecken und ein Ganzkörper-CT in unter vier Sekunden, bei wesentlich geringerer Strahlungsbelastung als durch ein 64-Zeilen-CT, erstellen können [11, 19, 26, 39, 70]. Ein großer Nachteil der CT ist die nicht unerhebliche Strahlungsdosis, der der Patient während der Untersuchung ausgesetzt wird. Die effektive Dosis einer Ganzkörper-CT beträgt 10 bis 20 mSv und entspricht damit der, je nach Wohnort, drei- bis zehnfachen natürlichen Hintergrundstrahlung eines Jahres in Deutschland bzw. der sieben- bis zehnfachen Belastung gegenüber einer vergleichbaren konventionell radiologischen Bildgebung. Werden allerdings zusätzlich zum konventionellen Röntgen auch CT-Untersuchungen zur differenzierten Diagnostik nötig, reduziert sich das Dosisverhältnis gegenüber der Ganzkörper-CT auf 1:3 bis 1:1 [7, 80, 99, 108]. Durch weitere einfache Maßnahmen wie beispielsweise der Positionierung der Arme über dem Kopf des Patienten anstatt direkt neben dem Körper, ist eine erhebliche Reduktion der effektiven Dosis und eine Verbesserung der Bildqualität bei CT-Untersuchungen möglich [48]. Die CT erreicht eine wesentlich höhere Sensitivität bei der Ermittlung von knöchernen als auch anderen organspezifischen Verletzungen gegenüber der Röntgen- und Ultraschall-untersuchung. In 74 % bis 100 % der Fälle erfolgt die Darstellung einzelner Verletzungen erst durch die CT und etwa zwei Drittel aller instabiler Wirbelfrakturen werden im konventionellen Röntgen überhaupt nicht erkannt [4, 15, 16, 23, 42, 43, 67]. Bei Polytraumata handelt es sich um eine Patientengruppe mit sehr hoher Letalitätsrate, deren Ausmaß außerordentlich stark durch die Vollständigkeit der initialen Erfassung aller Verletzungen und der dafür benötigten Zeitdauer bestimmt wird. Die CT ist ein sehr schnelles diagnostisches Werkzeug, welches Vorteile bei der Versorgung schwerverletzter Patienten gegenüber anderen bildgebenden Verfahren aufweist und als Ganzkörper-CT ausgeführt das Überleben polytraumatisierter Patienten signifikant verbessern kann [40, 47].

1.7 Zeit als kritischer Faktor

Mit dem Begriff der *golden hour* prägte Cowley bereits im Jahr 1976 den Gedanken, dass die Letalität schwerverletzter Patienten umso geringer ist, je eher sie in der

Zeitspanne von 60 Minuten einem Traumazentrum zur definitiven Stabilisierung und Versorgung zugeführt werden. Auch wenn die exakte Definition der goldenen Stunde kontrovers diskutiert werden kann, so besteht unzweifelhaft ein direkt nachweisbarer Zusammenhang zwischen Outcome und verzögerter Versorgung durch zu langes Verweilen am Unfallort bzw. primärer Aufnahme durch Einrichtungen, die nicht auf die Behandlung von Polytraumata spezialisiert sind [5, 12, 13, 14, 57, 58, 69]. Im Jahr 2009 betrug die durchschnittliche präklinische Zeit zwischen Unfall und Klinikaufnahme in Deutschland 72 min ± 43 SD bei Schwerverletzten mit einem ISS ≥ 16, womit die *golden hour* von Cowley in vielen Fällen bereits überschritten ist [56]. Unmittelbar nach dem initialen Trauma, dem *first hit*, werden komplexe immunologische und pathophysiologische Vorgänge im Körper des Patienten gestartet, durch die eine Regeneration des geschädigten Gewebes ohne äußere Einflüsse ermöglicht werden soll. Diese überlebenswichtige Reaktion kann allerdings bei einem entsprechend weitreichend ausfallenden *first hit* sowie durch zusätzliche *second hits* in einen Teufelskreis übergehen, an dessen Ende das Systemic Inflammatory Response Syndrome SIRS und das Multiple Organ Dysfunction Syndrome MODS stehen, welche die Überlebenswahrscheinlichkeit des Patienten stark vermindern [24] (Abbildung 4). Der *first hit* ist auch durch schnellstes Eingreifen nicht mehr rückgängig zu machen, weshalb jedes zusätzliche Trauma durch *second hits* möglichst gering ausfallen bzw. gänzlich vermieden werden sollte. Zu den *second hits* zählen Schädigungen des Gewebes durch Hypoxie, Hypothermie, Hypovolämie bzw. Ischämie und anschließender Reperfusion, der daraus resultierenden metabolischen Azidose und einer negativen Beeinflussung der Blutgerinnung [24, 34, 37, 59]. Diese können sowohl durch übersehene und mit zeitlicher Verzögerung behandelte Verletzungen als auch durch ein zu rigoroses operatives Vorgehen mit dem Ziel der frühen definitiven Versorgung entstehen. Daher ist ein schnelles, prioritätenorientiertes Handeln unmittelbar nach Ankunft des Patienten im Schockraum essentiell. Dies betrifft gleichermaßen lebensrettende Erstmaßnahmen wie Sauerstoffgabe, Ventilation, Volumentherapie und Notfalleingriffe als auch die Entscheidung, den Patienten beim Vorliegen einer entsprechend geringen Gesamttraumatisierung sofort definitiv, im Sinne der Early Total Care ETC zu operieren oder besser nach dem Prinzip der Damage Control

Surgery DCS bzw. Damage Control Orthopedics DCO, Verletzungen zunächst temporär zu stabilisieren und die endgültige Rekonstruktion zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen [6, 49, 87, 101, 107]. Die diagnostischen Instrumente FAST und CT liefern wesentliche Informationen bezüglich der Entscheidungsfindung Notfalleingriff, DCS oder ETC und helfen durch ihren frühzeitigen Einsatz, die *traumaload* bzw. Gesamtbelastung des Patienten möglichst gering zu halten.

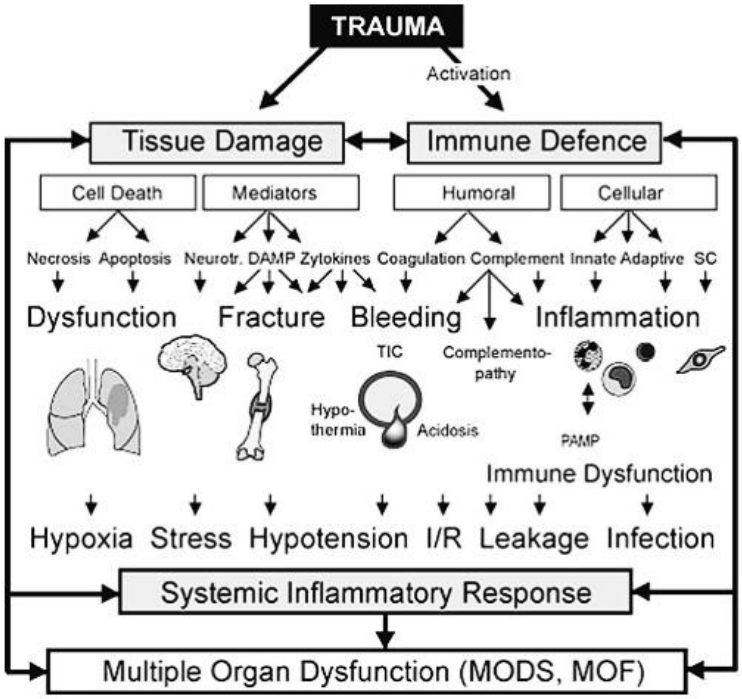


Abbildung 4: Pathophysiologie der Polytraumatisierung

Quelle: F. Gebhard und M. Huber-Lang, *Polytrauma - pathophysiology and management principles.* Langenbecks Arch Surg, 2008. 393(6): S. 827

1.8 Hintergrund und Fragestellung

Bei der Planung eines neuen Schockraums im Rahmen der Bildung eines überregionalen Traumazentrums wurde neben moderner technischer Ausstattung besonderes Augenmerk auf möglichst kurze Wegstrecken gerichtet sowohl hinsichtlich der zurückzulegenden Distanzen zu diagnostischen und operativen Einrichtungen als auch von den boden- bzw. luftgebundenen Anlieferungspunkten. Der bis einschließlich des Jahres 2007 genutzte alte Schockraum befand sich im

ersten Stockwerk in direkter Nachbarschaft zum OP-Trakt, aber in ungünstiger Entfernung zur radiologischen Diagnostik, die im Erdgeschoss eingerichtet ist. Zur Anfertigung einer CT musste die einfache Wegstrecke von 43 m und ein Wechsel des Stockwerks mittels Fahrstuhl bewältigt werden, währenddessen die Versorgung der Patienten nur eingeschränkt möglich war. Im neuen Schockraum ist ein 16-Zeilen-CT baulich integriert, wodurch die Distanz zu diesem vom Versorgungstisch auf 7 m verkürzt wurde und weder ein Wechsel des Stockwerks, noch ein Verlassen des Schockraums zur CT-Diagnostik nötig ist. Zusätzlich stehen für die bildgebende Diagnostik eine digitale Röntgenanlage sowie ein Sonographie-System direkt neben dem Versorgungstisch zur Verfügung. Die Möglichkeit zur interventionellen Angiographie befindet sich in direkter Nachbarschaft und die Anbindung zu den OP-Sälen wird mittels Aufzug gesichert, dessen Zugang sich ebenfalls im Schockraum befindet (Abbildung 5).

In zahlreichen Veröffentlichungen wird der frühzeitige Einsatz von CT und Sonographie sowie die zielgerichtete, zeitoptimierte Versorgung von Polytraumata im Schockraum mit einem verbesserten Outcome für den Patienten, einer optimierten Qualität der Diagnostik und dadurch bedingten Vorteilen in der weitergehenden Versorgung beschrieben [1, 25, 29, 40, 46, 47, 52, 75, 78, 82, 108, 111, 112, 115, 117]. Hierbei wird vor allem zwischen verschiedenen Kliniken verglichen. Ziel dieser Arbeit ist es zu ermitteln, ob die Einrichtung eines neuen Schockraums mit integrierter CT-Diagnostik in ein und derselben Klinik zu signifikanten Veränderungen des Zeitbedarfs in den verschiedenen Abschnitten des Schockraumalgorithmus und der Gesamtzeit der Versorgung schwerverletzter Patienten geführt hat.



Abbildung 5: Neuer Schockraum des Universitätsklinikums Ulm 2009

2. Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv und Einschlusskriterien

In die retrospektive Untersuchung eingeschlossen wurden alle Traumapatienten, die in den Jahren 2005 - 2007 im alten bzw. 2009 im neuen Schockraum des Universitätsklinikums Ulm aufgenommen und anschließend postoperativ oder initial auf der Intensivstation weiterversorgt wurden. Personen, die initial als schwerverletzt deklariert, aber nach Aufnahme in den Schockraum und eventuell operativer Versorgung nicht intensivmedizinisch betreut werden mussten, wurden nicht berücksichtigt. Das Jahr 2008 wurde aufgrund von überlappenden Abläufen und Prozessänderungen der unterschiedlichen Schockräume nicht in die Auswertung einbezogen.

Einschlusskriterien:

- Aufnahme des Patienten im Schockraum der Universitätsklinik Ulm in den Jahren 2005 - 2007 und 2009
- Intensivmedizinische Betreuung im Anschluss an die Versorgung im Schockraum bzw. nach erforderlicher Notfall-OP
- Übermittlung der erhobenen Daten an das TraumaRegister DGU®

2.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte im Jahr 2009 durch Auswertung der Dokumentation über die Versorgung von Schwerverletzten, wie sie im Rahmen des TraumaRegister DGU® von den teilnehmenden Einrichtungen mittels eines standardisierten Erhebungsbogens durchgeführt wird (Anhang II). Die Rohdaten aus den Jahren 2005 - 2007 wurden retrospektiv über das TraumaRegister DGU® erhoben. Wichtige Informationen, insbesondere die genauen Zeitpunkte der verschiedenen Schockraumphasen, konnten über die Auswertung der Patientenakten inklusive Anästhesieprotokolle der Schockraumaufnahme bzw. Notfall-Operationen, des Traumaaufnahmebogens der Unfallchirurgie für den Schockraum sowie über das Patientenverwaltungsmodul der SAP AG Software des Universitätsklinikums Ulm

erhoben werden. Da sowohl das Sonographie- als auch das CT-System direkt mit dem PACS der Klinik verbunden sind, wurden die Bilddaten und deren Aufnahmezeitpunkte über dieses ermittelt und im Jahr 2009 stichprobenartig während aktuell laufenden Schockraumeinsätzen protokolliert und abgeglichen.

Folgende Daten wurden zur Auswertung herangezogen:

- Patientenidentifikationsnummer
- Alter des Patienten
- Geschlecht
- Unfallursache bzw. Unfallart
- Datum und Uhrzeit der Ankunft im Schockraum
- GCS zu Beginn der Versorgung im Schockraum
- Uhrzeit Durchführung des FAST im Schockraum
- Uhrzeit Durchführung der CT-Untersuchung
- Datum und Uhrzeit der Verlegung des Patienten in den OP bzw. ICU
- AIS und ISS des Patienten
- bei Versterben des Patienten im Krankenhaus: Todeszeitpunkt

2.3 Stratifikation nach Traumaschweregrad

Die Alarmierung des Traumateams und die Aufnahme von Patienten über den Schockraum erfolgt nach Einschätzung des Notarztes vor Ort und basiert auf den Leitlinien zur Polytrauma-/Schwerverletztenbehandlung der DGU. Unter den Kriterien zur Schockraumaktivierung finden sich sowohl Parameter, welche sich direkt auf die Verletzungsschwere des Patienten beziehen als auch Faktoren, welche eine erhebliche Verletzung des Patienten durch das Unfallgeschehen lediglich vermuten lassen. Personen mit offenen Schädelverletzungen und Beckenfrakturen werden ebenso wie unfallbeteiligte Fußgänger bzw. Zweiradfahrer ohne unmittelbar ersichtliche Traumatisierung über den Schockraum aufgenommen [17, 21]. Damit eine Vergleichbarkeit möglich ist, werden die verschiedenen Zeitintervalle sowohl

des gesamten Patientenguts als auch geschichtet nach Verletzungsschwere durch die Scoresysteme GCS und ISS ermittelt. Die Unterteilung nach GCS zum Zeitpunkt der Aufnahme im Schockraum erfolgt bei einem Punktwert von acht, einschließlich und unterhalb dessen von einem schweren SHT ausgegangen wird bzw. von einer besonderen Verletzungsschwere, die eine Intubation des Patienten notwendig machte [31, 68]. Der ISS wird für die Definition des Polytraumas herangezogen, von welchem ab einem Punktwert von 16 gesprochen wird [18]. Eine erste Schichtung findet daher bei diesem Punktwert statt, wodurch eine Unterteilung des Patientenguts in polytraumatisierte und nicht-polytraumatisierte Personen erreicht wird. Zusätzlich erfolgt eine weitere Schichtung ab einem ISS von 25 und aufwärts, durch welche besonders schwer verletzte Patienten separat erfasst werden.

Die Stratifikation des Patientenguts in Traumaschweregrade erfolgt nach:

- GCS bei Ankunft im Schockraum
    - GCS > 8 Punkte
    - GCS ≤ 8 Punkte
- ISS
    - ISS < 16 Punkte
    - ISS ≥ 16 Punkte
    - ISS ≥ 25 Punkte

2.4 Zeitintervalle der Versorgung von Patienten im Schockraum

Zur Untersuchung der Fragestellung werden Zeitabschnitte ausgewählt, die wesentliche Eckpunkte der Versorgung schwerverletzter Patienten im Schockraum darstellen und deren Erfassung durch eine regelmäßige Dokumentation gewährleistet ist (Abbildung 6). Zur Berechnung der im Interesse stehenden Zeitintervalle wird der Zeitpunkt der Ankunft des Patienten im Schockraum, die Uhrzeit der Durchführung des FAST sowie der darauf folgenden CT-Untersuchung und das Ende der Schockraumphase erhoben. Der Abschluss der Versorgung von Patienten im Schockraum ist definiert über den Zeitpunkt der Verlegung in den OP bzw. auf die Intensivstation.

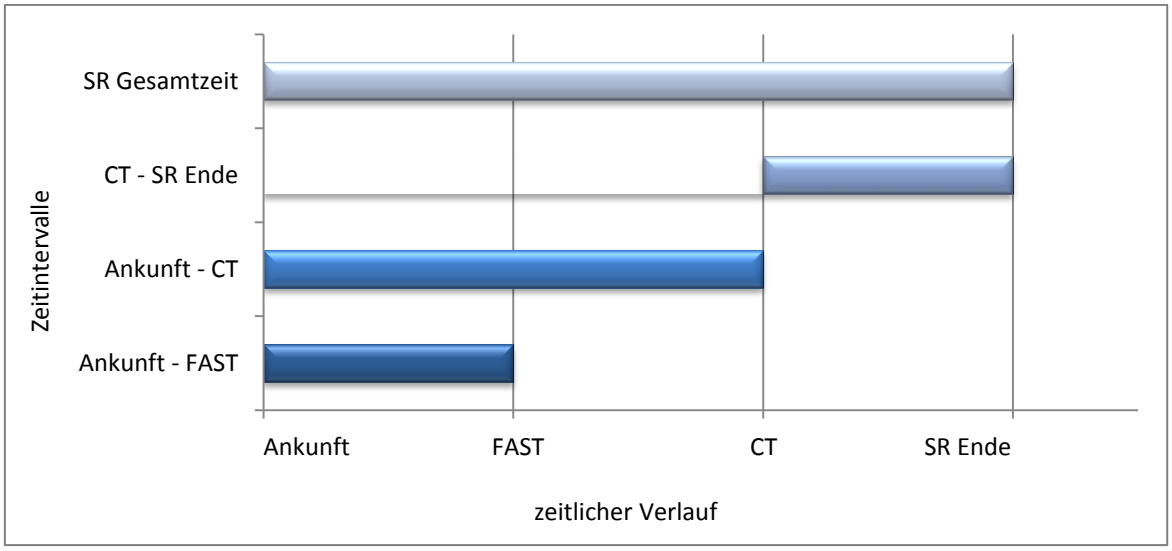


Abbildung 6: Zeitintervalle der Schockraumphase

Legende: CT = Computertomographie; FAST = Focused Assessment with Sonography for Trauma; SR = Schockraum

2.5 Statistische Auswertung

Die Schichtung und explorative Auswertung der über die Jahre 2005 bis 2007 und 2009 erhobenen Daten erfolgt mit der Software IBM SPSS Statistics® und wird mit der Software Microsoft Excel® verifiziert. Die AIS der einzelnen Traumata wird erhoben und damit der Verletzungsschweregrad des jeweiligen Patienten nach ISS errechnet. Nach Zuordnung der GCS bei Ankunft des Patienten im Schockraum erfolgt die Stratifikation nach ISS und GCS. Anschließend wird die Gesamtzahl der Patienten in der jeweiligen Schichtung sowie des Geschlechterverhältnisses und der jeweiligen Zeitintervalle unter Berechnung des Medians, des arithmetischen Mittels, der Spannweite, der Perzentilen sowie der Standardabweichung ermittelt. Die Zeitintervalle in den Untergruppen werden auf Normalverteilung mit Hilfe des Kolmogorow-Smirnow- und Shapiro-Wilk-Tests überprüft, wobei eine asymptotische Signifikanz mit $p \leq 0{,}05$ einer Abweichung von der Normalverteilung entspricht (Anhang I). Da die erhobenen Datensätze der Zeitintervalle vor allem im Untersuchungszeitraum 2005 - 2007 oftmals keiner Normalverteilung folgen, kommt zur statistischen Auswertung der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test für

unabhängige Stichproben mit paarweisem Fallausschluss zur Anwendung. Mit diesem werden die Unterschiede der erfassten Zeitintervalle geschichtet nach ISS und GCS der Jahrgänge 2005 - 2007 und 2009 auf Signifikanz überprüft, wobei ein Signifikanzniveau von $p \leq 0{,}05$ gilt. Die Angabe der jeweiligen Zeiten erfolgt aufgrund der fehlenden Normalverteilung als Median in Verbindung mit dem Interquartilsabstand IQR als Streuungsmaß, der zwischen den Perzentilen P25% und P75% liegt und die Hälfte der jeweiligen Stichprobe umfasst. Die Zeitintervalle werden gruppiert nach ISS, GCS und über das gesamte Patientenkollektiv mit Hilfe von Boxplots graphisch dargestellt, deren Grenzen in Abbildung 7 erläutert werden. Überschreiten einzelne Werte den 1,5-fachen Interquartilsabstand ober- bzw. unterhalb der P75% oder P25%, werden sie als Ausreißer gekennzeichnet. Sobald die Abweichung von der ersten bzw. dritten Quartile mehr als die 3-fache IQR beträgt, erfolgt die Darstellung als Extremwert.

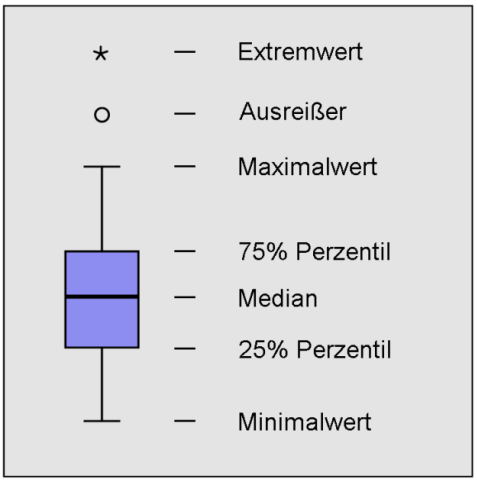


Abbildung 7: Definition der Boxplots

3. Ergebnisse

3.1 Epidemiologie des Patientenkollektivs

3.1.1 Alter und Geschlecht

Im gesamten Beobachtungszeitraum erfüllen 457 Patienten die Einschlusskriterien der Untersuchung. Hiervon ist die Mehrzahl mit 74 % männlichen Geschlechts, Frauen sind in 26 % der Fälle vertreten. Das Medianalter beträgt 41 Jahre, bei männlichen Patienten 42 Jahre und bei weiblichen 37 Jahre, wobei der jüngste Patient noch nicht das erste Lebensjahr vollendet hat, während die älteste Patientin 98 Jahre alt ist. Im Jahr 2009 wurden 116 Patienten im neuen Schockraum und in den Jahren 2005 - 2007 insgesamt 341 Patienten im alten Schockraum versorgt. Kein Unterschied ergibt sich bei der Verteilung der Geschlechter in den beiden Untersuchungszeiträumen, in denen jeweils 74 % der Patienten männlich und 26 % weiblich sind. Die Altersgruppe zwischen 18 und 40 Jahren bildet mit insgesamt 171 Personen den größten Anteil der Patienten, da in den Jahren 2005 - 2007 diese Altersgruppe mit einem Anteil von 39 % (n = 133) besonders stark vertreten war. Im Jahr 2009 hingegen stellten die 18 - 40-Jährigen und die über 60-Jährigen mit jeweils 33 % (n = 38) exakt dieselbe Gruppenstärke (Abb. 8).

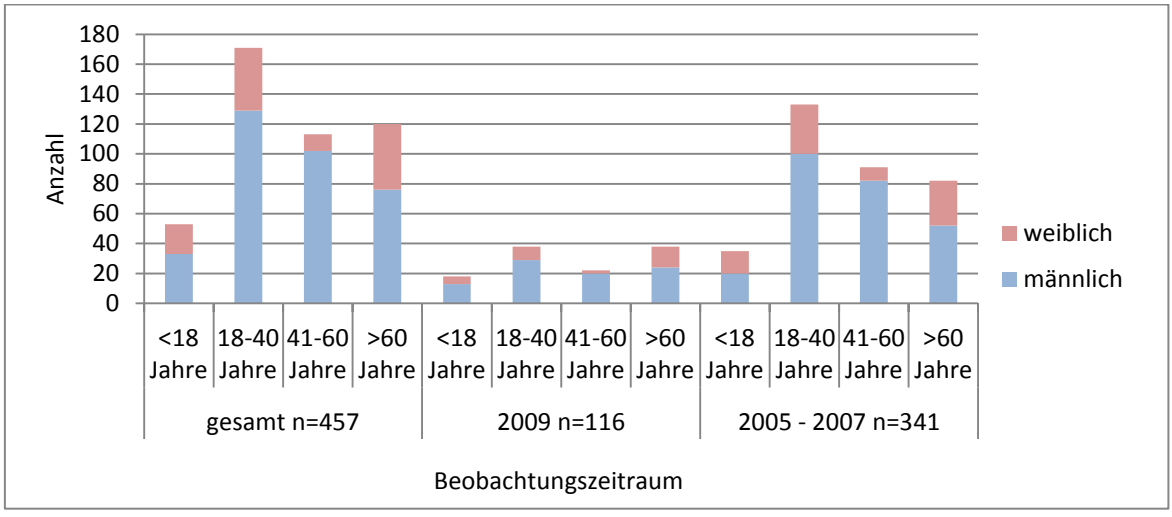


Abbildung 8: Altersgruppen und Geschlechtsverteilung der im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: n = Anzahl

3.1.2 Traumaursache und Unfallart

In über 90 % der Fälle, 95 % in 2009 und 90 % in 2005 - 2007, wurden die Traumata durch Unfälle verursacht. Selbstschädigendes Verhalten folgt an zweiter Stelle und war bei insgesamt 6 % der Patienten, n = 5 im Jahr 2009 und n = 23 in den Jahren 2005 - 2007, für die Aufnahme im Schockraum verantwortlich. Im gesamten Untersuchungszeitraum erfolgte die Behandlung aufgrund von Gewaltverbrechen in acht Fällen, was 2 % aller Patienten entspricht (Abb. 9).

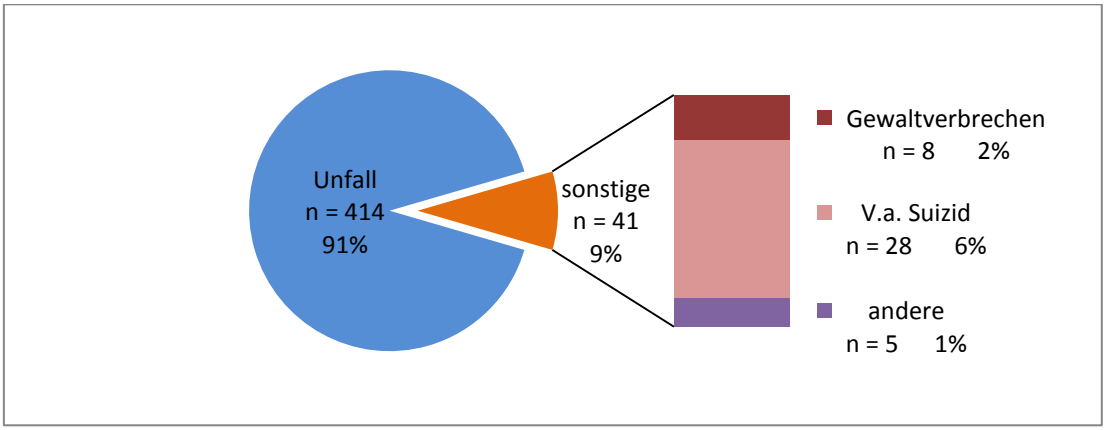


Abbildung 9: Traumaursachen der in den Zeiträumen 2005 - 2007 und 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: n = Anzahl; V.a. = Verdacht auf

Bei den Unfällen handelt es sich in der Mehrzahl, 57 % in 2009 und 55 % in 2005 - 2007, um Verkehrsunfälle, in denen ungefähr die Hälfte der Patienten Insassen eines PKWs bzw. LKWs waren. In 20 % der Fälle erfolgten schwerwiegende Verletzungen beim Führen eines Motorrads und in knapp 10 % waren Fußgänger an Verkehrsunfällen beteiligt. Der relative Anteil an Fahrradfahrern bezogen auf die Verkehrsunfälle im jeweiligen Untersuchungszeitraum beträgt 24 % im Jahr 2009 im Gegensatz zu 11 % in den Jahren 2005 - 2007. Insgesamt verletzten sich 141 Personen bei Stürzen aus unterschiedlichen Höhen im Rahmen von Arbeits- und Freizeitunfällen, wobei der relative Anteil an allen Unfällen 43 % in 2009 und 29 % im Zeitraum 2005 - 2007 ausmacht. Sonstige Unfallarten wie z.B. Verschüttungen oder Verletzungen durch herabfallende Gegenstände erforderten bei 13 % aller

Patienten, allerdings nur in den Jahren 2005 - 2007, eine Aufnahme über den Schockraum (Abb. 10).

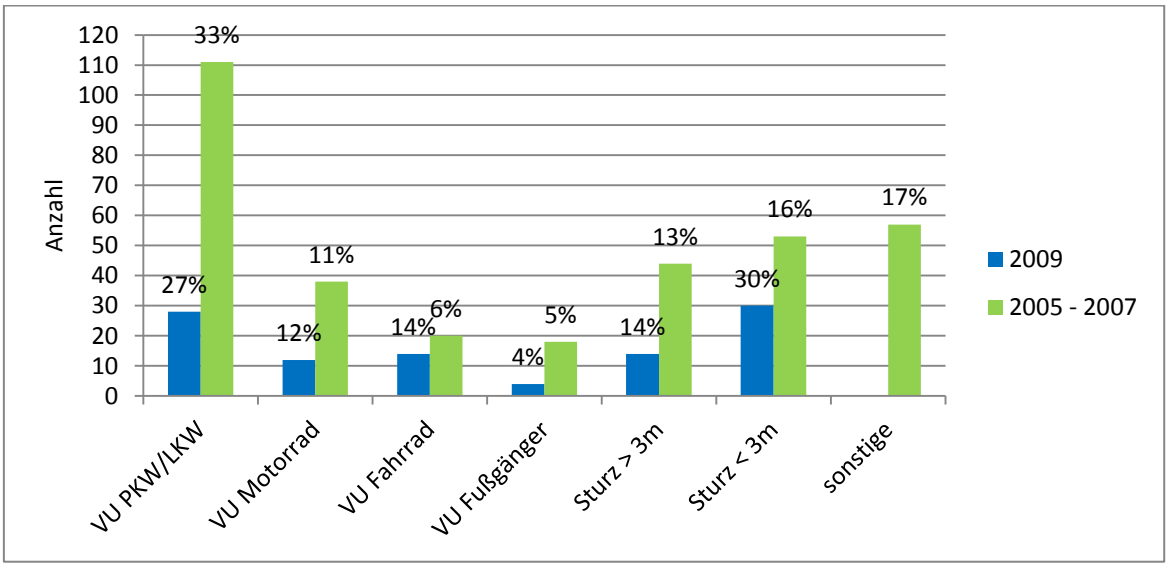


Abbildung 10: Unfallarten der in den Zeiträumen 2005 - 2007 und 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: LKW = Lastkraftwagen; PKW = Personenkraftwagen; m = Meter; VU = Verkehrsunfall

3.1.3 Verletzungsschweregrad nach ISS und GCS

Der Schweregrad der Verletzungen beträgt nach ISS im Median 20 Punkte in den Jahren 2005 - 2007, mit einem Minimalwert von 1 Punkt und einem Maximalwert von 75 Punkten. Im Jahr 2009 liegt der Median des ISS hingegen bei 14 Punkten, wobei ein Minimum von 1 und ein Maximum von 50 Punkten erreicht wird. Besonders schwere Verletzungen, die einen ISS ≥ 25 Punkte ergeben, liegen 2005 - 2007 bei 37 % (n = 126) und 2009 bei 22 % (n = 25) der Patienten vor. Weniger schwer verletzt, mit einem errechneten ISS < 16 Punkten, sind hingegen 35 % (n = 120) der Personen im Zeitraum 2005 - 2007 und 51 % (n = 59) im Jahr 2009 (Abb. 11).

Der Median des GCS bei Ankunft liegt sowohl im alten als auch im neuen Schockraum bei 3 (Min-Max 3 - 15) Punkten, wobei 76 % (n = 88) der Patienten im Jahr 2009 und 67 % (n = 217) in den Jahren 2005 - 2007 ein schweres SHT bzw. schwerwiegende Verletzungen aufwiesen, die eine Intubation erforderlich machten und damit einen GCS ≤ 8 erzielten (Abb. 12).

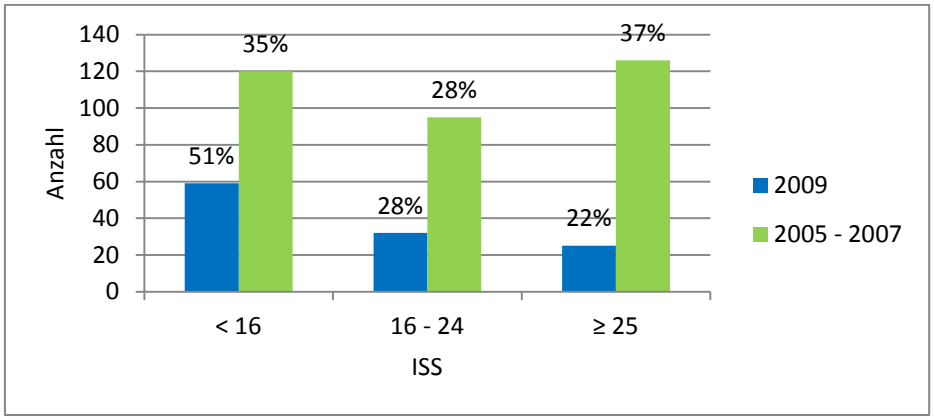


Abbildung 11: Schweregrad der Verletzungen nach ISS der in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: ISS = Injury Severity Score

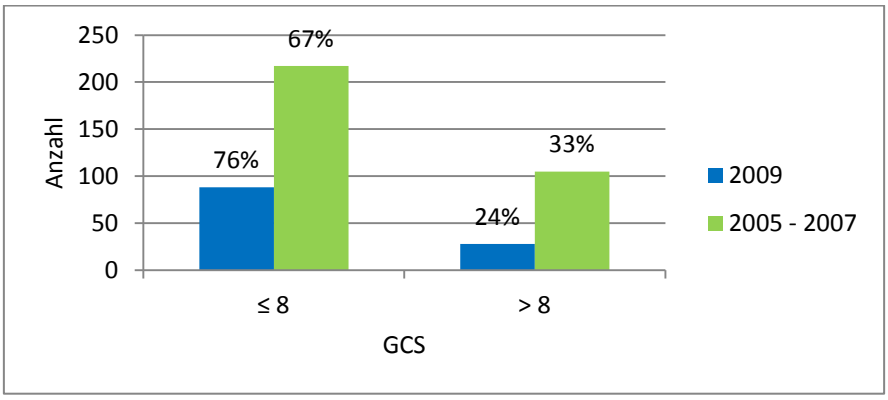


Abbildung 12: GCS bei Ankunft der in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: GCS = Glasgow Coma Scale

3.1.4 Körperregionen mit Traumaschwerpunkt

Die drei von Verletzungen am häufigsten betroffenen Körperregionen sind in beiden Untersuchungszeiträumen der Kopf, der Thorax und die Extremitäten. Während in den Jahren 2005 - 2007 jeweils knapp 60 % der Patienten in diesen Regionen Verletzungen aufweisen, kommen im Jahr 2009 relativ häufiger Traumata im Bereich des Kopfes vor, welche bei 71 % der Personen vorliegen. Verletzungen des Thorax

und der Extremitäten können bei jeweils ca. 45 % der Patienten registriert werden (Abb. 13). Besonders schwer fallen in beiden Untersuchungszeiträumen Traumatisierungen des Kopfes und des Thorax aus. 2009 werden 77 % von insgesamt 52 Thorax- und 74 % der 82 Kopfverletzungen mit einem AIS ≥ 3 bewertet, in den Jahren 2005 - 2007 trifft dies auf 81 % der 198 Traumata des Thorax bzw. 75 % der 195 Traumata des Kopfes zu. Verletzungen des Abdomens hingegen werden in lediglich 21 % der Fälle im Jahr 2009 und 32 % im Zeitraum 2005 - 2007 über die AIS als schwerwiegend eingestuft (Abb. 14 und Abb. 15)

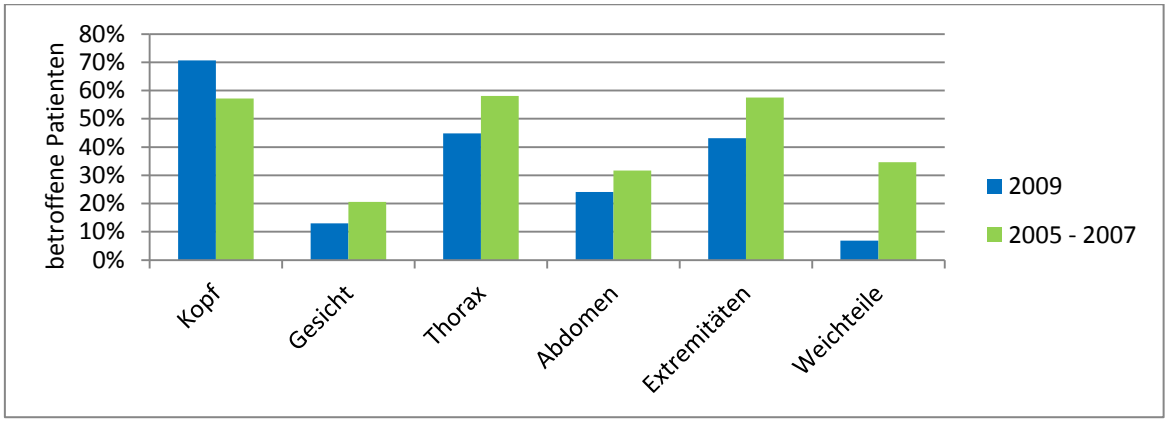


Abbildung 13: Häufigkeit von Verletzungen einzelner Körperregionen der in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

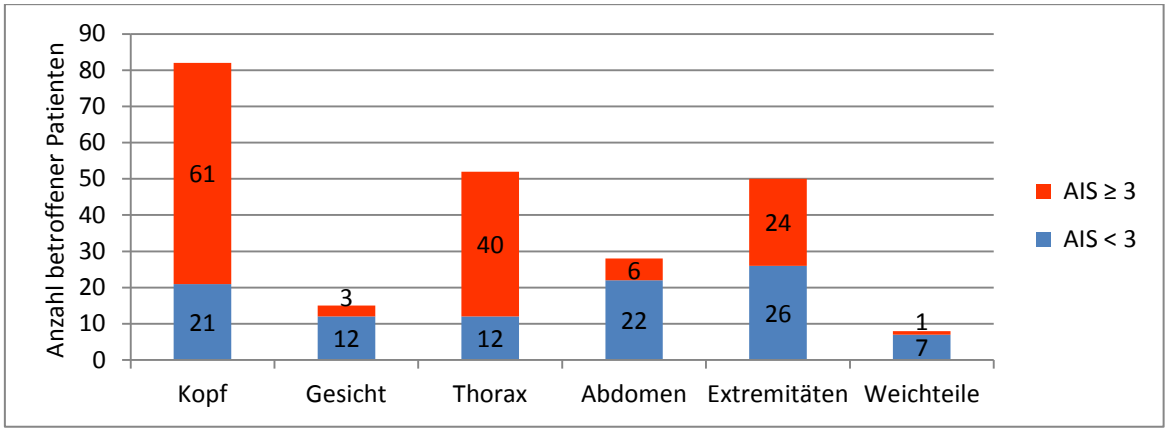


Abbildung 14: Verletzungen nach Körperregion und AIS der im Jahr 2009 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: AIS = Abbreviated Injury Scale

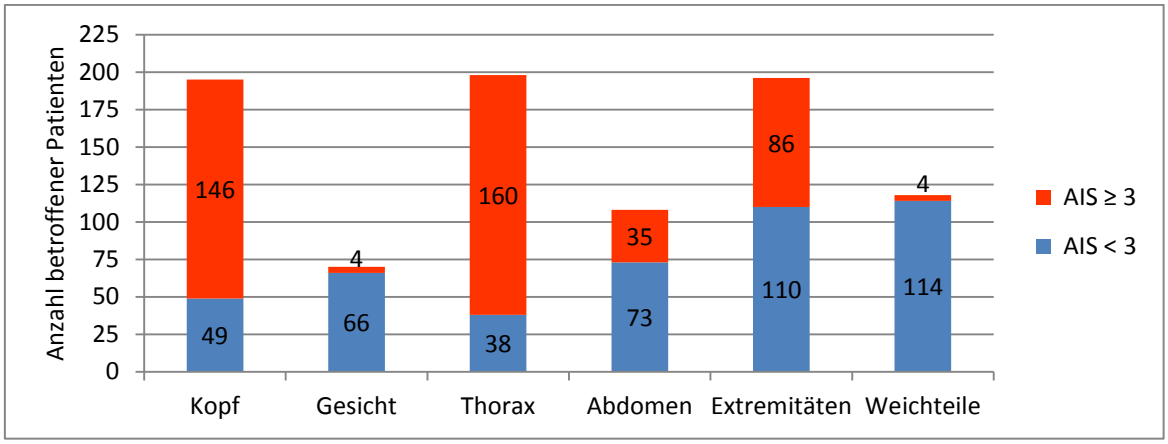


Abbildung 15: Verletzungen nach Körperregion und AIS der in den Jahren 2005 - 2007 im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: AIS = Abbreviated Injury Scale

3.1.5 Letalität in den Untersuchungszeiträumen

Von den insgesamt 116 Patienten, die im Verlauf des Jahres 2009 über den Schockraum aufgenommen und anschließend intensivmedizinisch behandelt wurden, verstarben 16 % (n = 19). 68 % (n = 13) weisen einen Traumaschweregrad nach ISS ≥ 16 und 53 % (n = 10) einen ISS ≥ 25 Punkte auf. Bei 10 Personen bzw. 53 % der Verstorbenen trat der Tod posttraumatisch innerhalb von 24 Stunden ein (Abb. 16).

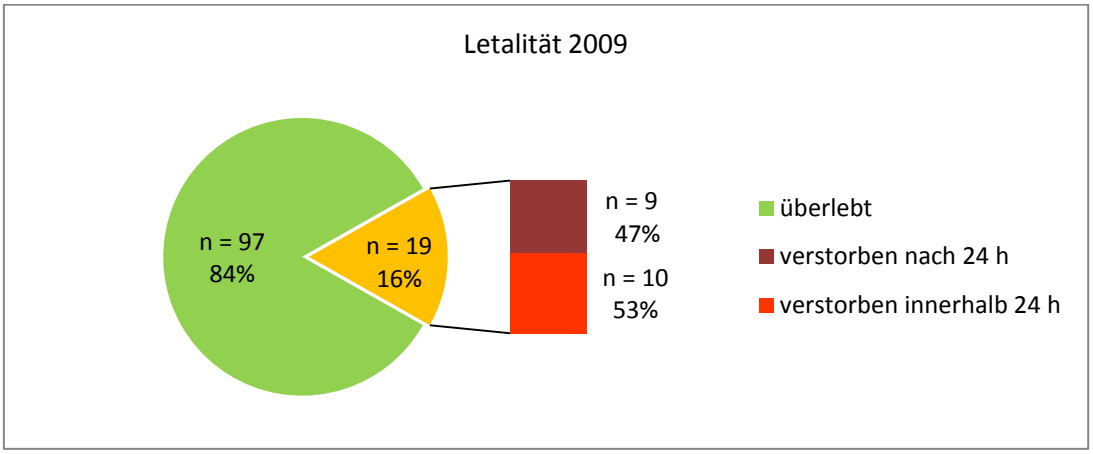


Abbildung 16: Letalität im Zeitraum 2009 der im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: h = Stunden; n = Anzahl

In den Untersuchungsjahren 2005 - 2007 verstarben 9 % (n = 31) der insgesamt 341 in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten, von denen 77 % (n = 24) mit einem ISS ≥ 16 und 74 % (n = 23) mit einem ISS ≥ 25 eingestuft werden. 14 Patienten (45 % der Verstorbenen) überlebten die ersten 24 Stunden nach Trauma nicht (Abb. 17).

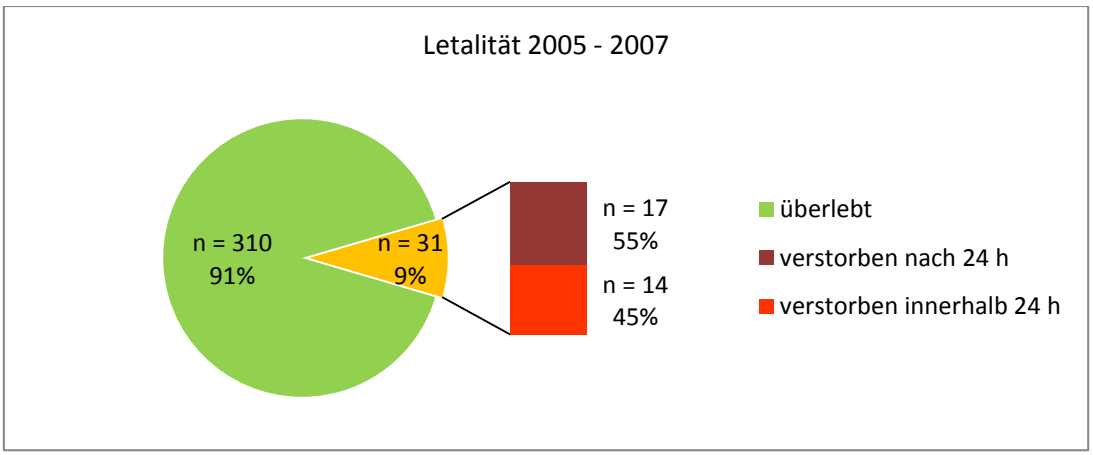


Abbildung 17: Letalität im Zeitraum 2005 - 2007 der im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm versorgten Patienten

Legende: h = Stunden; n = Anzahl

3.2 Analyse von Zeitintervallen der Schockraumphase

3.2.1 Zeitintervall von Ankunft im SR bis Durchführung FAST

Die Zeitspanne von der Ankunft der Patienten bis zur Durchführung des FAST im neuen Schockraum beträgt 5 min (IQR 3 - 5 min; n = 79). Im alten Schockraum werden für dieses Zeitintervall ebenfalls 5 min (n = 279) gemessen, allerdings mit einem IQR von 4 - 5 min (Abb. 18 und Anhang I). Der Unterschied ist gering, aber trotzdem signifikant (p = 0,043) bezogen auf alle Patienten. Auch bei weniger schwer verletzten Patienten mit einem ISS < 16 Punkten wird im Jahr 2009 bis zur sonographischen Untersuchung mit 4 min (IQR 3 - 5 min; n = 32) signifikant weniger Zeit benötigt (p = 0,002) als in den Jahren 2005 - 2007 (5 min; IQR 4 - 5 min; n = 103). Im Gegensatz dazu tritt bei Patienten mit einem ISS ≥ 16 kein Unterschied in diesem Zeitintervall auf (p = 0,901), für welches im Median 5 min benötigt werden. Bei besonders schwer Verletzten mit einem ISS ≥ 25 kommt es im neuen Schockraum

sogar zu einer Verlängerung dieses Zeitabschnitts auf 5 min (IQR 5 - 7 min; n = 18). Im alten Schockraum benötigt man für diese erste Phase auch 5 min, wobei die Hälfte der Werte zwischen 4 und 5 min angesiedelt sind (IQR 4 - 5 min; n = 103) (Abb. 19).

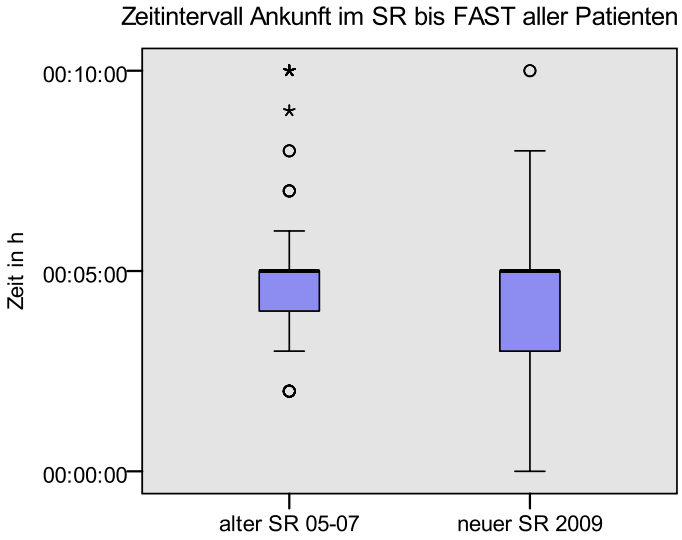


Abbildung 18: Zeitintervall Ankunft im SR bis FAST der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: FAST = Focused Assessment with Sonography for Trauma; h = Stunden; SR = Schockraum

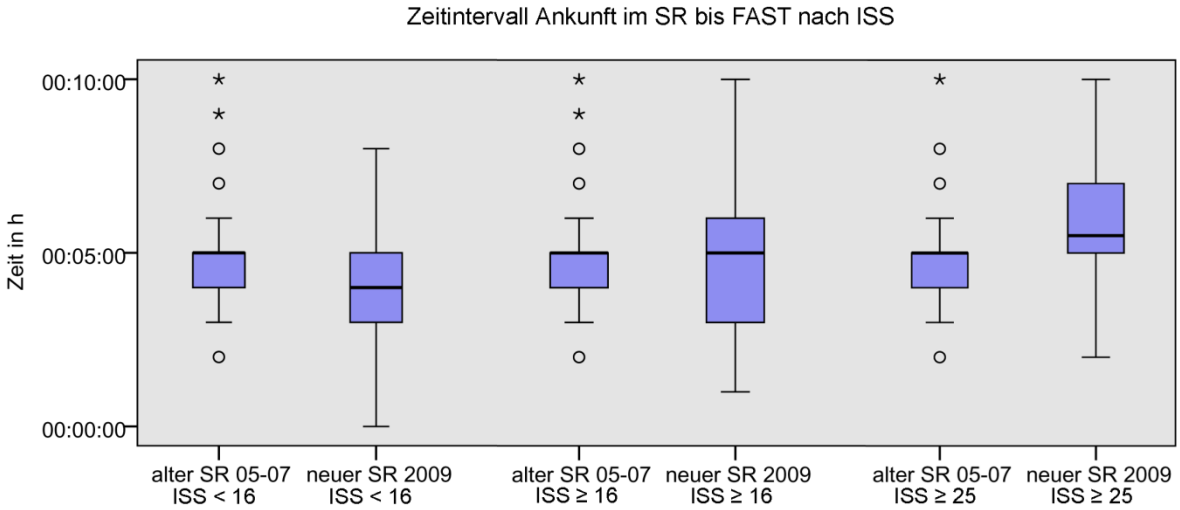


Abbildung 19: Zeitintervall Ankunft im SR bis FAST nach ISS der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: FAST = Focused Assessment with Sonography for Trauma; h = Stunden; ISS = Injury Severity Score; SR = Schockraum

Patienten, die mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma bzw. intubiert in den Schockraum aufgenommen wurden und deren GCS ≤ 8 Punkte betrug, konnten im Jahr 2009 signifikant (p = 0,044) schneller dem FAST zugeführt werden als im Zeitraum 2005 - 2007 (Abb. 20). Im neuen Schockraum werden im Median 5 min (IQR 3 - 5 min; n = 57) für dieses Zeitintervall benötigt, während es im alten Schockraum mit 5 min (IQR 4 - 5 min; n = 193) nur geringfügig länger in der Streuung ausfällt. Kein Unterschied in der Dauer dieser ersten Zeitspanne nach Ankunft im Schockraum wird bei Verletzten mit einem GCS > 8 festgestellt (p = 0,815). Hier beträgt die mediane Zeitspanne im Jahr 2009 5 min (IQR 3 - 6 min; n = 15), wobei in den Jahren 2005 - 2007 nahezu jeder Patient ebenfalls nach 5 min (IQR 5 - 5 min; n = 86) sonographiert wurde.

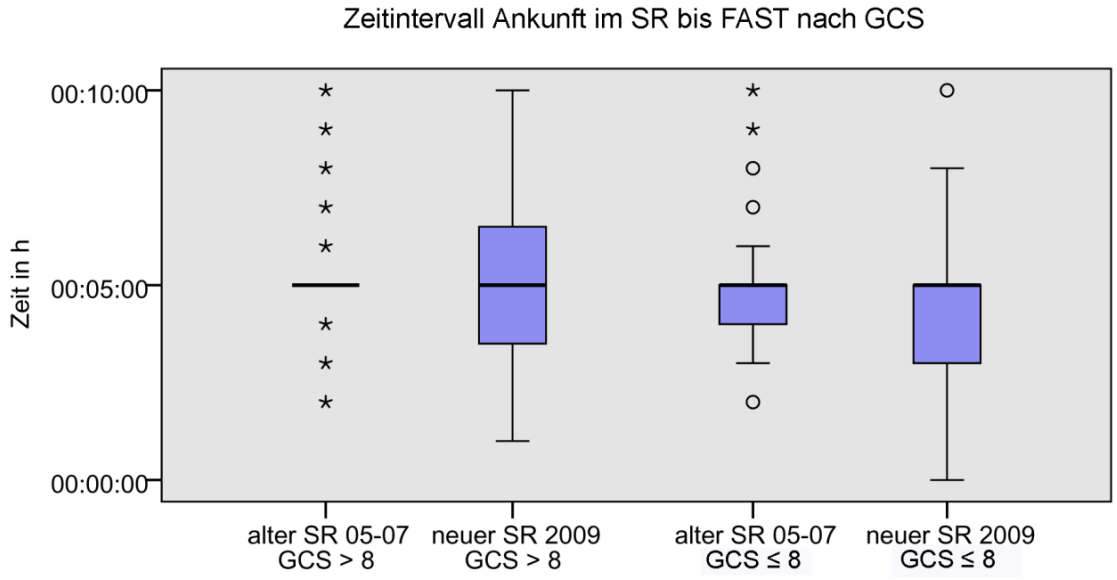


Abbildung 20: Zeitintervall Ankunft im SR bis FAST nach GCS der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: FAST = Focused Assessment with Sonography for Trauma; GCS = Glasgow Coma Scale; h = Stunden; SR = Schockraum

3.2.2 Zeitintervall von Ankunft im SR bis CT-Diagnostik

Das zweite Zeitintervall der Schockraumversorgung umfasst die Dauer ab dem Eintreffen der Patienten bis zur computertomographischen Untersuchung. Hierbei kann im neuen Schockraum 2009 eine signifikant geringere Zeitspanne gegenüber dem alten Schockraum nachgewiesen werden, die bei Patienten sämtlicher Verletzungsschweregrade statistisch signifikant ist ($p < 0{,}001$). Bei Berücksichtigung aller in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten beläuft sich diese Zeitspanne in den Jahren 2005 - 2007 auf 30 min (IQR 20 - 40 min; n = 269) und konnte im Jahr 2009 auf 12 min (IQR 8 - 17 min; n = 105) reduziert werden (Abb. 21).

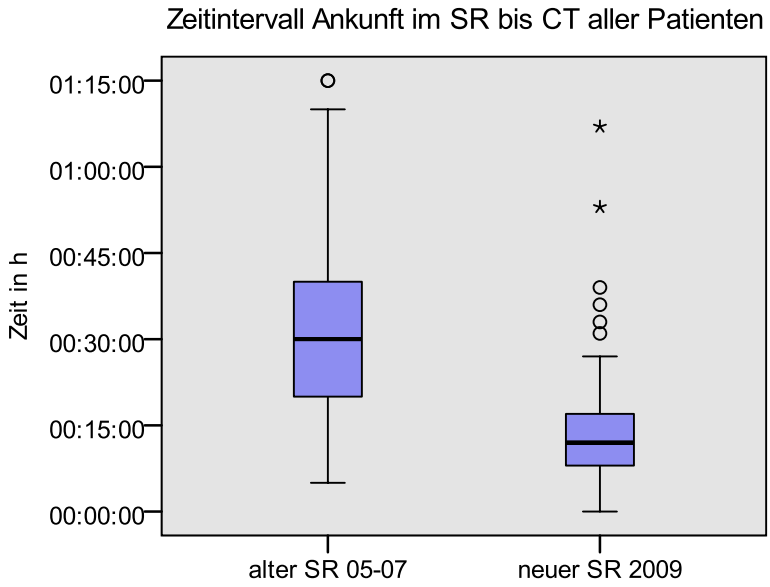


Abbildung 21: Zeitintervall Ankunft im SR bis CT der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: CT = Computertomographie; h = Stunden; SR = Schockraum

Verletzte mit einem ISS < 16 werden im neuen Schockraum nach 11 min (IQR 6 - 15 min; n = 50) im CT untersucht, während dies im alten Schockraum erst nach 30 min (IQR 20 - 40 min; n = 89) geschieht. Bei Patienten mit errechnetem ISS ≥ 16 kann die Untersuchung im Jahr 2009 nach 15 min (IQR 8 - 19 min; n = 55) durchgeführt werden und somit ebenfalls in signifikant kürzerer Zeitdauer als in den Jahren 2005 - 2007, in denen noch 31 min (IQR 24 - 40 min; n = 180) dafür benötigt werden. Diese

Tendenz setzt sich bei besonders schwer verletzten Patienten mit ISS ≥ 25 fort, welche nach Ankunft im alten Schockraum im Median 30 min (IQR 20 - 40; n = 102) auf die radiologische Diagnostik warten. Im Jahr 2009 wird diese Patientengruppe bereits nach 15 min (IQR 8 - 18 min; n = 24) der CT-Diagnostik zugeführt (Abb. 22).

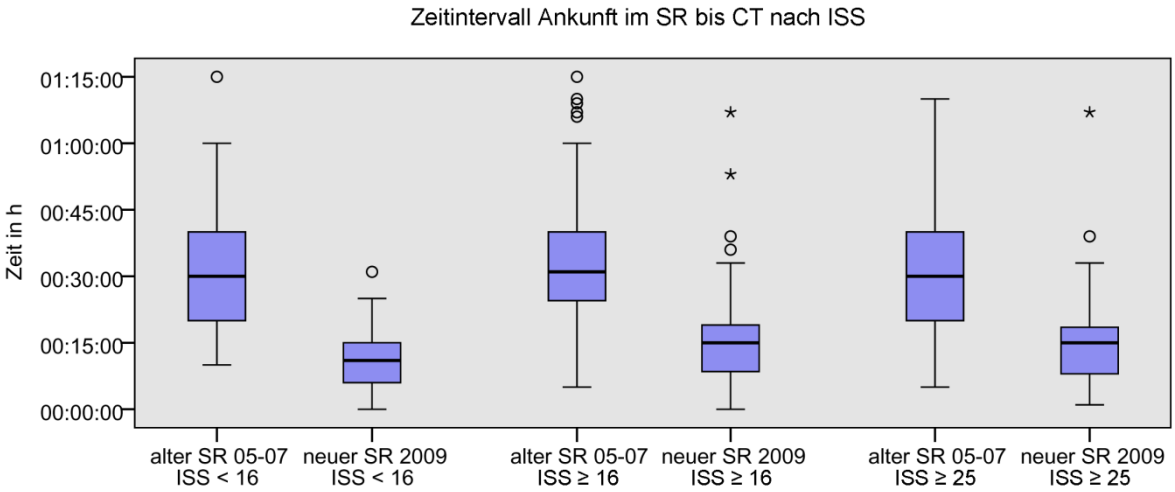


Abbildung 22: Zeitintervall Ankunft im SR bis CT der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach ISS

Legende: CT = Computertomographie; h = Stunden; ISS = Injury Severity Score; SR = Schockraum

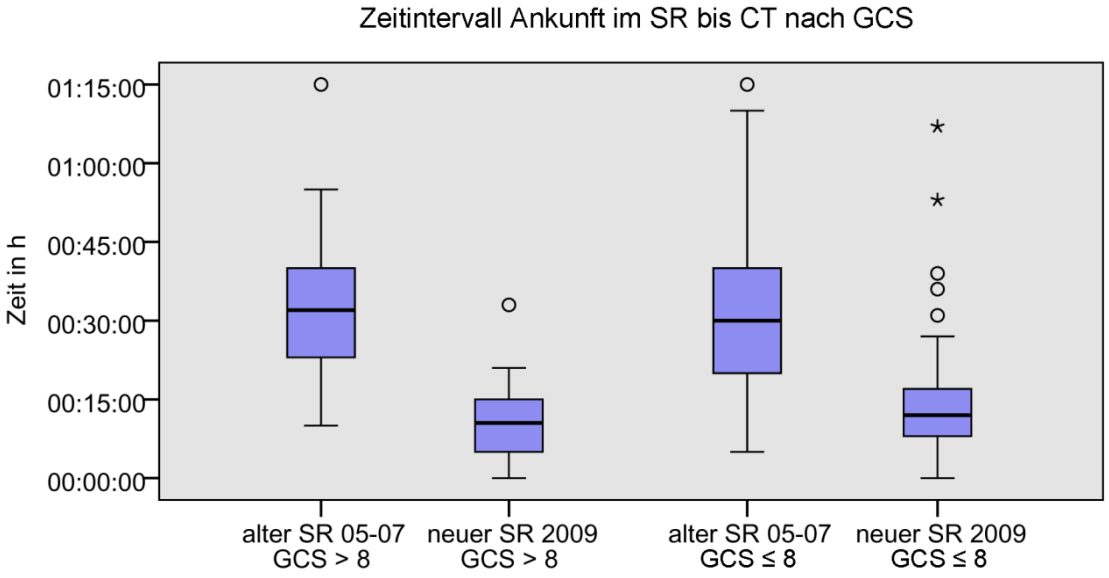


Abbildung 23: Zeitintervall Ankunft im SR bis CT der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach GCS

Legende: CT = Computertomographie; GCS = Glasgow Coma Scale; h = Stunden; SR = Schockraum

Bei der Einteilung des Patientenguts nach der GCS kann ebenfalls eine signifikante Reduktion der Versorgungszeit festgestellt werden ($p < 0,001$). Dies gilt sowohl für die weniger beeinträchtigten Patienten mit GCS > 8, die im neuen Schockraum bereits nach 10 min (IQR 5 - 15 min; n = 24) radiologisch untersucht werden als auch für die Patientengruppe mit GCS ≤ 8, bei denen die CT nach medianen 12 min (IQR 8 - 17 min; n = 81) erstellt werden kann. In den Jahren 2005 - 2007 benötigt man für das gleiche Zeitintervall bei neurologisch stark eingeschränkten Verletzten mit GCS ≤ 8 ganze 30 min (IQR 20 - 40 min; n = 196) und bei Patienten mit GCS > 8 sogar 32 min (IQR 23 - 40 min; n = 73) (Abb. 23).

3.2.3 Zeitintervall von CT-Diagnostik bis SR Ende

Die dritte zu untersuchende Zeitspanne beinhaltet die Durchführung und Beurteilung der CT-Untersuchung und endet mit der Weiterverlegung des Patienten in den OP bzw. die ICU. Bei allen Patienten ergibt sich eine signifikante Verkürzung ($p = 0,024$) dieses Intervalls im Jahr 2009 mit einer Dauer von 49 min (IQR 27 - 65 min; n = 104), im Vergleich zu den Jahren 2005 - 2007, in denen für diesen Abschnitt noch 54 min (IQR 35 - 75 min; n = 246) benötigt werden (Abb. 24).

Bezogen auf den Schweregrad der Traumatisierung ergibt sich bei Patienten mit ISS < 16 eine nur geringfügige, nicht signifikante ($p = 0,443$) Reduktion dieser Zeitspanne im neuen Schockraum auf 45 min (IQR 30 - 67 min; n = 49), von vormals 50 min (IQR 30 - 65 min; n = 85). Anders verhielt es sich bei schwerer verletzten Patienten, bei denen die Verkürzung der benötigten Zeitdauer signifikant ist (ISS ≥ 16: $p = 0,023$ und ISS ≥ 25: $p = 0,009$). Verletzte mit ISS ≥ 16 können im Jahr 2009 nach der Diagnostik im CT bereits nach 42 min (IQR 26 - 64 min; n = 55) weiterverlegt werden, in den Jahren 2005 - 2007 dauert dies im Median 55 min (IQR 35 - 75 min; n = 161). Noch stärker ausgeprägt ist der Unterschied bei Patienten mit ISS ≥ 25, deren Versorgung im alten Schockraum weitere 56 min (IQR 35 - 76 min; n = 89) nach der CT-Diagnostik benötigt, während dieser Versorgungsabschnitt im neuen Schockraum bereits nach 33 min (IQR 25 - 56 min; n = 24) zur weitergehenden Behandlung beendet werden kann (Abb. 25).

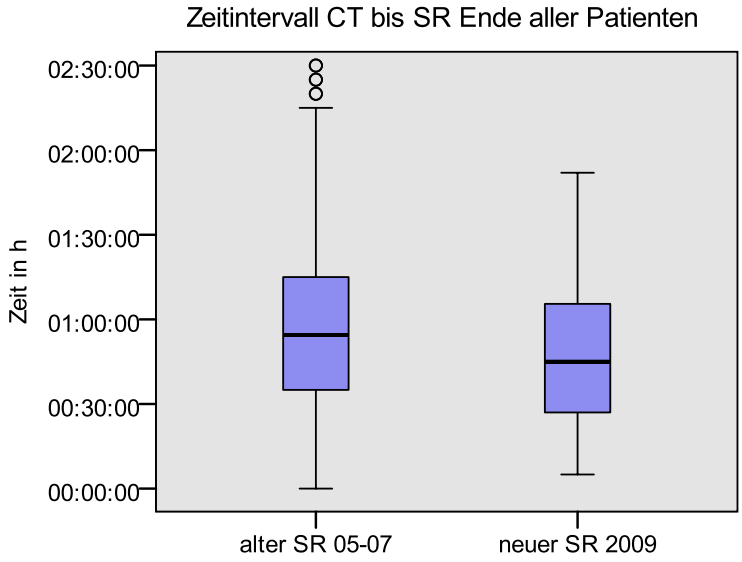


Abbildung 24: Zeitintervall CT-Diagnostik bis SR Ende aller im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: CT = Computertomographie; h = Stunden; SR = Schockraum

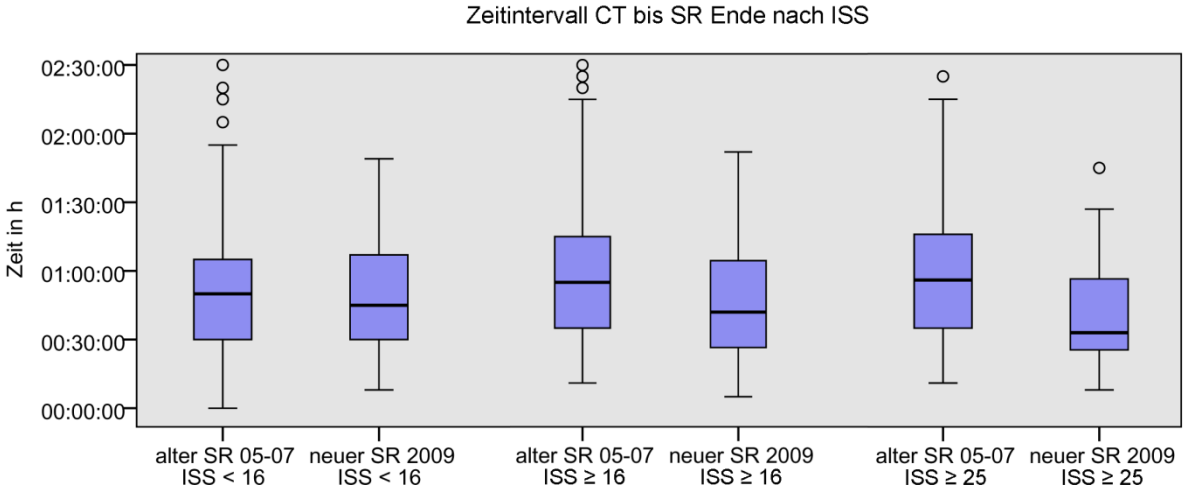


Abbildung 25: Zeitintervall CT bis SR Ende der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach ISS

Legende: CT = Computertomographie; h = Stunden; ISS = Injury Severity Score; SR = Schockraum

Ähnliche Ergebnisse werden bei der Schichtung der Patienten nach deren Bewusstseinszustand bei Ankunft im Schockraum ermittelt. Bei Verletzten mit schwerem SHT bzw. Intubationsindikation werden im Jahr 2009 signifikant kürzere

(p = 0,020) Versorgungszeiten nach Beginn der radiologischen Untersuchung bis zur Weiterverlegung gemessen. Im neuen Schockraum beträgt diese Zeitspanne bei Patienten mit GCS ≤ 8 im Median 42 min (IQR 25 - 65 min; n = 81), während sie sich in den Jahren 2005 - 2007 auf 55 min (IQR 35 - 75 min; n = 180) beläuft. Bei weniger stark beeinträchtigten Verletzten mit GCS > 8 ergibt sich kein signifikanter Unterschied dieses Zeitabschnitts (p = 0,708), der im Jahr 2009 mit 48 min (IQR 31 - 67 min; n = 23) gemessen wird, im Vergleich zu 47 min (IQR 30 - 75 min; n = 66) im alten Schockraum (Abb. 26).

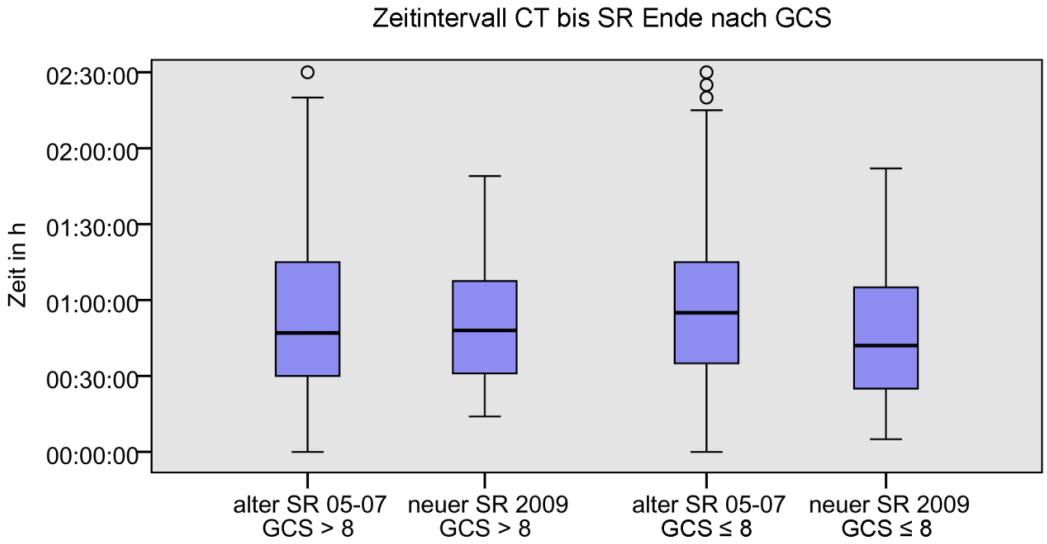


Abbildung 26: Zeitintervall CT bis SR Ende der im Universitätsklinikum Ulm versorgten Patienten in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach GCS

Legende: CT = Computertomographie; GCS = Glasgow Coma Scale; h = Stunden; SR = Schockraum

3.2.4 Gesamtzeit der Versorgung im Schockraum

Die Gesamtzeit der Schockraumphase ist in jeder Schichtung im Jahr 2009 signifikant kürzer als in den Jahren 2005 - 2007. Ohne Berücksichtigung der Schwere der Verletzungen bzw. des Bewusstseinszustands der Patienten dauert die Versorgung im alten Schockraum im Median 80 min (IQR 60 - 105 min; n = 293) und damit deutlich länger (p < 0,001) als im neu eingerichteten Schockraum, aus welchem die Patienten nach 57 min (IQR 35 - 77 min; n = 115) verlegt werden können (Abb. 27).

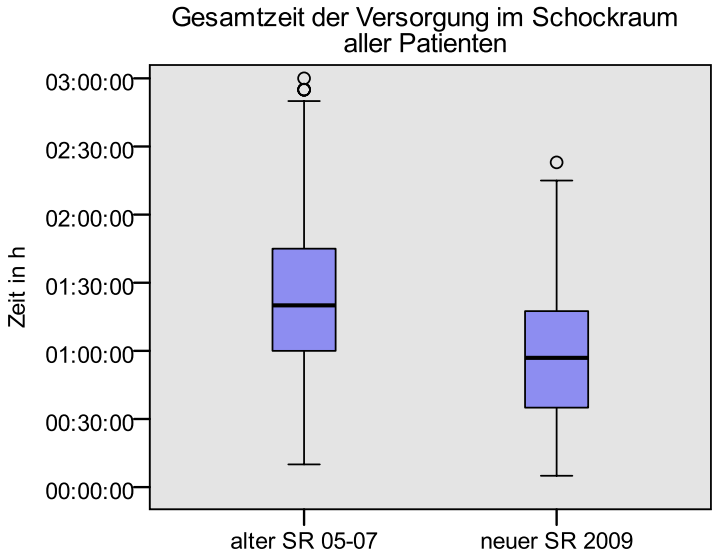


Abbildung 27: Gesamtzeit der Schockraumphase aller Patienten im Universitätsklinikum Ulm in den Jahren 2005 - 2007 und 2009

Legende: h = Stunden; SR = Schockraum

Bei der Gegenüberstellung der Versorgungszeiten geschichtet nach ISS ergeben sich ebenfalls signifikante Veränderungen ($p \leq 0{,}001$). Patienten mit einem ISS < 16 verlassen den Schockraum im Jahr 2009 bereits nach 54 min (IQR 33 - 79 min; n = 58), während das Zeitintervall in den Jahren 2005 - 2007 im Bereich von 70 min (IQR 56 - 94 min; n = 111) liegt. Auch die polytraumatisierten Patienten mit ISS ≥ 16 werden im neuen Schockraum nach 61 min (IQR 40 - 77 min; n = 57) und somit schneller der weiteren Therapie zugeführt als im früheren Schockraum, in dem die Versorgungszeit 85 min (IQR 60 - 110 min; n = 182) beansprucht. Am deutlichsten ist der Unterschied bei den sehr stark Verletzten mit einem ISS ≥ 25, deren Behandlung im Schockraum in den Jahren 2005 - 2007 im Median 90 min (IQR 62 - 110 min; n = 100) andauert und somit eine halbe Stunde länger als im Jahr 2009 mit 60 min (IQR 35 - 70 min; n = 25) (Abb. 28).

Patienten, die bei Ankunft im Schockraum schwere neurologische Beeinträchtigungen aufweisen und mit einem GCS ≤ 8 bewertet werden, erreichen auch eine signifikant kürzere Aufenthaltszeit im neuen Schockraum ($p < 0{,}001$), die 57 min (IQR 35 - 79 min; n = 88) beträgt. Demgegenüber benötigt die gesamte Schockraumphase in den

Jahren 2005 - 2007 noch 80 min (IQR 60 - 105 min; n = 199). Bei Patienten mit GCS > 8 kann ebenfalls eine Verringerung der Gesamtzeit (p = 0,005) im neuen Schockraum von ehemals 70 min (IQR 50 - 105 min; n = 94) auf aktuell 57 min (IQR 40 - 70 min; n = 27) erreicht werden (Abb. 29).

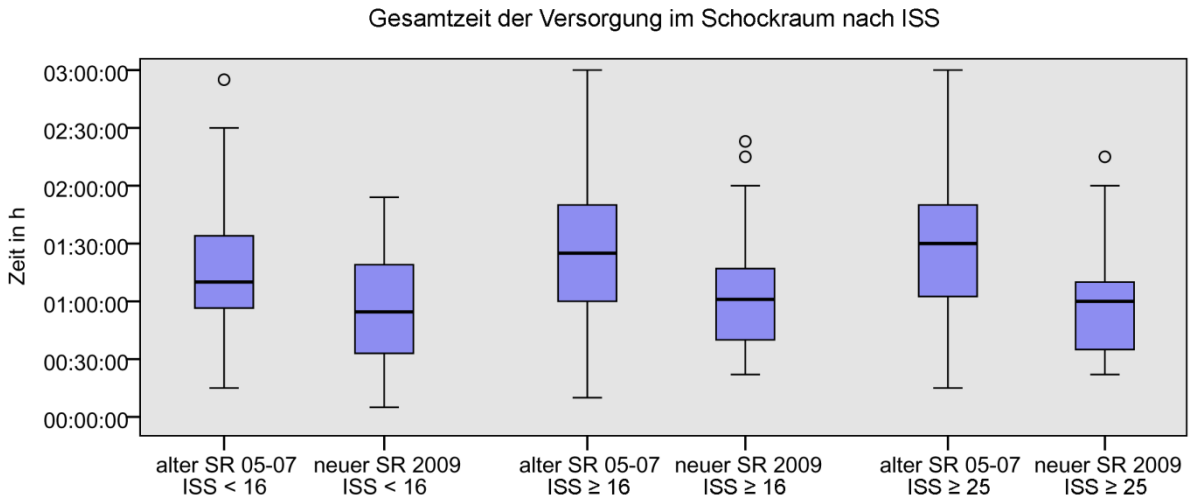


Abbildung 28: Gesamtzeit der Schockraumphase im Universitätsklinikum Ulm in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach ISS der Patienten

Legende: h = Stunden; ISS = Injury Severity Score; SR = Schockraum

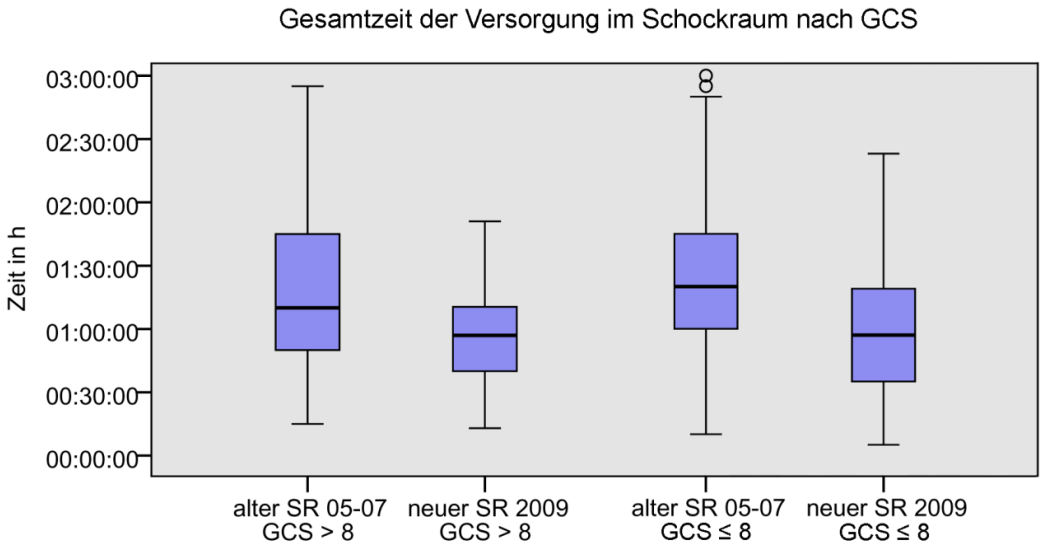


Abbildung 29: Gesamtzeit der Schockraumphase im Universitätsklinikum Ulm in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 nach GCS der Patienten

Legende: GCS = Glasgow Coma Scale; h = Stunden; SR = Schockraum

4. Diskussion

4.1 Zielsetzung der Studie

Überregionale Traumazentren finden sich an Kliniken der Maximalversorgung und müssen Behandlungskapazitäten für alle Arten von Schwerverletzten bzw. Polytraumata vorhalten. Hierzu gehört nach dem *Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung* der DGU neben entsprechender personeller Ausstattung ein Schockraum mit ausreichender Grundfläche zur simultanen Behandlung zweier Schwerverletzter, der sich in räumlicher Nähe zum Hubschrauberlandeplatz bzw. der Krankenanfahrt sowie der Operationssäle und radiologischen Diagnostik befinden sollte. Zur schnellen Identifikation lebensbedrohlicher Verletzungen muss im Schockraum eine bildgebende Diagnostik durch Sonographie und konventionelles Röntgen oder idealerweise einer vor Ort installierten CT-Einheit möglich sein [94]. Bei der Neueinrichtung eines modernen Schockraums am Universitätsklinikum Ulm wurde diesen Anforderungen entsprochen und neben qualitativ hochwertiger technischer Ausstattung besonderes Augenmerk auf eine Verkürzung der Wegstrecken, insbesondere zur radiologischen Diagnostik gerichtet. Durch die örtliche Integration eines CT-Systems unmittelbar im Schockraum konnte die zu bewältigende einfache Distanz von 43 m auf 7 m und somit der Aufwand für den Transport eines Schwerverletzten wesentlich gegenüber dem früheren Standort verringert werden.

Die sogenannte *golden hour* ist ein in der Traumatologie häufig verwendeter Begriff, der bereits vor 35 Jahren eingeführt wurde und welcher den engen Zeitkorridor beschreibt, in dem schwerverletzte Patienten einer definitiven Versorgung zugeführt werden sollten [13, 58, 107]. In Deutschland beträgt die durchschnittliche Zeitspanne vom Unfallhergang über die Erstversorgung bis zur Ankunft des Patienten im Krankenhaus 72 min ± 43 SD, womit die *golden hour* bereits zu Beginn der Behandlung im Schockraum verstrichen ist [56]. Bis zum regulären Abschluss der Schockraumphase vergehen bei schwerverletzten Patienten im Durchschnitt nochmals über 70 Minuten bis zur Verlegung auf die Intensivstation bzw. bis zum Beginn einer Frühoperation [118]. Der Behandlungsverlauf im Schockraum ist daher prioritätenorientiert unter dem zeitlichen Aspekt zu sehen, bei dem eine vollständige

Erfassung der Verletzungen stattfinden und eine Therapieentscheidung getroffen werden muss, ohne den Patienten durch aufschiebbare Eingriffe oder unnötige Verzögerungen zu gefährden. Mit der Gründung des TraumaNetzwerk DGU® im Jahr 2006 wurden im *Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung* Standards für die Organisation, Ausstattung und Qualitätssicherung in teilnehmenden Kliniken definiert [81, 93]. Aufgrund der geforderten Dokumentationspflichten und vergleichbaren Prozessabläufen ist es möglich, die Versorgung von Schwerverletzten sowohl innerbetrieblich als auch im Vergleich mit anderen Häusern zu analysieren und dadurch Bereiche mit Optimierungspotential aufzudecken [33, 62, 81]. Bundesweit nehmen inzwischen über 870 Kliniken, die in 53 regionalen Netzwerken organisiert sind, am TraumaNetzwerk DGU® teil. Durch das TraumaNetzwerk DGU® und der damit verbundenen Bildung interdisziplinärer Qualitätszirkel, deren Ziel eine stetige Verbesserung der Behandlungsalgorithmen durch Vernetzung verschiedener Fachbereiche und das Aufzeigen von Fehlerquellen ist, wurden bereits messbare Fortschritte bei der Schwerverletztenversorgung in Deutschland erreicht. Sowohl die Letalität als auch die Dauer der Behandlung im Schockraum konnte in den vergangenen Jahren bundesweit gesenkt werden [20, 33, 55, 74, 82, 116, 118].

Mit dem Einzug der CT in die Notfalldiagnostik zu Beginn der neunziger Jahre wurde eine weitere Beschleunigung bei der klinischen Versorgung polytraumatisierter Patienten ermöglicht. Auch die Sensitivität bei der Detektion von Verletzungen bzw. freier Flüssigkeit in Cranium, Thorax und Abdomen sowie bei der Klassifikation von Frakturen der Gelenke und Wirbelsäule konnte durch die CT-Diagnostik im Vergleich zur konventionellen Radiographie erheblich gesteigert werden. Durch den frühzeitigen Einsatz der CT ist nach Studienlage eine Verminderung der Letalität bei polytraumatisierten Personen möglich und in der Literatur werden Unterschiede durch Vergleiche von Schockräumen mit und ohne integrierte CT-Einheit aufgewiesen [25, 35, 40, 46, 47, 51, 60, 100, 106]. Arbeiten über bauliche Veränderungen in ein und derselben Klinik sind dagegen nur selten beschrieben.

Ziel dieser Arbeit ist es zu ermitteln, ob die Einrichtung eines neuen Schockraums mit integrierter CT-Diagnostik zu signifikanten Veränderungen des Zeitbedarfs in den

verschiedenen Abschnitten des Schockraumalgorithmus und der Gesamtzeit der Versorgung schwerverletzter Patienten geführt hat.

4.2 Interpretation der Ergebnisse

Insgesamt gehen Daten von 457 Patienten in die Studie ein, von denen 341 in den Jahren 2005 - 2007 und 116 im Jahr 2009 im alten bzw. neuen Schockraum der Universitätsklinik Ulm versorgt wurden. Das Geschlechtsverhältnis ist mit 74 % männlichen und 26 % weiblichen Personen sowohl innerhalb der beiden Untersuchungszeiträume als auch in anderen Studien und bundesweit im Vergleich nahezu identisch [56, 75, 106]. Die Patienten sind im Durchschnitt 43 Jahre alt, wobei die Gruppe der über 60- und unter 18-Jährigen im Jahr 2009 gegenüber den Jahren 2005 - 2007 stärker vertreten ist. Ein Unfallgeschehen ist in über 90 % der Fälle Ursache für die Aufnahme im Schockraum, wobei ca. ein Drittel aller Patienten im PKW bzw. LKW verunglücken. Das Verletzungsmuster der Patienten stellt sich äußerst inhomogen dar und reicht von der leichtverletzten Patientin, die nach Unfall mit Todesfolge des Fahrers zur Überwachung aufgenommen wird, über Patienten fortgeschrittenen Alters mit unklarer Bewusstseinstrübung nach Sturz bis hin zum schwersten Polytrauma. Es fällt auf, dass im neuen Schockraum im Verhältnis nahezu doppelt so viele Verletzte aufgrund von Stürzen aus einer Höhe unterhalb drei Meter und verunfallte Fahrradfahrer behandelt wurden als im Untersuchungszeitraum 2005 - 2007. Dies könnte auch die Ursache für die häufige Beteiligung des Kopfes unter den verletzten Körperregionen im Jahr 2009 sein, in dem 71 % aller Patienten solche Verletzungen aufweisen, von welchen wiederum drei viertel mit einem AIS ≥ 3 als ernsthaft bis kritisch klassifiziert werden. Im Jahr 2005 - 2007 hingegen sind nur bei 57 % der Personen Kopfverletzungen feststellbar, allerdings kam es häufiger zu Traumata des Thorax und der Extremitäten, von denen ebenfalls knapp 60 % der Patienten betroffen sind. Die im Verhältnis hohe Anzahl an SHT bzw. intubierten Patienten, die im neuen Schockraum behandelt werden, zeigt sich auch in der Schichtung nach GCS. Im Zeitraum 2009 weisen 76 % der Patienten einen GCS ≤ 8 bei Ankunft im Schockraum auf, während dies in den Jahren 2005 - 2007 nur auf 67 %

zutrifft. Im Gegensatz dazu wird über die Hälfte des Kollektivs 2009 mit einem ISS < 16 Punkten eingestuft und somit nach Definition nicht als Polytrauma, während im alten Schockraum 65 % der Patienten einen ISS ≥ 16 aufweisen. Dieser Unterschied könnte zum einen auf die Einführung der Sektion Neurochirurgie im ersten Beobachtungszeitraum zurückzuführen sein, zum anderen auch auf Revisionen der AIS-Codierrichtlinien bzw. fehlerhafte Codierungen [30, 71]. Der Grad der Traumatisierung liegt im Zeitraum 2005 - 2007 mit einem mittleren ISS von 21 Punkten näher am durchschnittlichen Wert aller teilnehmenden Kliniken des TraumaRegister DGU® als im Jahr 2009, in dem der ISS durchschnittlich 17 Punkte beträgt [56]. Die Letalität in den verschiedenen Untersuchungszeiträumen wurde erhoben und es kann diesbezüglich keine Verbesserung festgestellt werden. Da die Versorgung schwerverletzter Patienten interdisziplinär, unter Einwirkung zahlreicher Einflussfaktoren durchgeführt wird, ist in dieser Arbeit keine Aussage zur unmittelbaren Auswirkung von veränderten Versorgungszeiten auf das Outcome vorgesehen [38, 83]. Trotz sorgfältiger Vorbereitung und Durchführung bestehen unvermeidliche Einschränkungen bei der Interpretation der Studienergebnisse. Hierzu gehört das inhomogene Patientengut, welches sich insbesondere durch das Verletzungsmuster und die Verletzungsschwere wie ausgeführt unterschied. Des Weiteren wurden die Daten über ungleiche Zeiträume und notwendigerweise zeitversetzt erhoben, was zu Trainingseffekten im Prozessablauf geführt haben könnte. Durch regelmäßige Kalibrierung wurden systematische Fehler bei Zeitmessungen kleinstmöglich gehalten. Trotzdem stellen die Benutzung der Messinstrumente durch verschiedene Personen und Justierung im Rahmen von Servicearbeiten Fehlerquellen dar, welche nicht vollständig auszuschließen sind.

4.2.1 Zeitintervall Ankunft im SR bis FAST

Das erste gemessene Zeitintervall beginnt direkt nach Ankunft der Patienten im Schockraum und endet mit der Durchführung der sonographischen Untersuchung FAST. Da das FAST eine hohe Sensitivität bei der Darstellung von freier Flüssigkeit im Abdomen aufweist und zusätzlich eine schnelle Untersuchungsmethode darstellt,

während der Patient weiterhin versorgt werden kann, ist sie fester Bestandteil im Schockraumalgorithmus [8, 76, 89]. In beiden Untersuchungszeiträumen vergehen bis zum FAST im Median 5 min, wobei sich trotzdem signifikante Unterschiede aufgrund der Streuung ergeben. Ohne Berücksichtigung des Schweregrads der Verletzung werden Patienten im neuen Schockraum größtenteils schneller sonographisch untersucht, wobei maximal 15 min bis zu diesem Zeitpunkt vergehen. In den Jahren 2005 - 2007 benötigt man teilweise bis zu 40 min für dieses Zeitintervall. Erwartet wurden hierbei keine Unterschiede im Zeitbedarf, da es keine Veränderungen im Prozessablauf vom alten zum neuen Schockraum gab. Wegen der zentralen Lage verkürzt sich lediglich die Wegstrecke des Radiologen, der mit der Durchführung des FAST betraut ist, zum neu eingerichteten Schockraum. Auch im Vergleich zu den am TraumaNetzwerk DGU® teilnehmenden Kliniken kann im neuen Schockraum eine mittlere Verkürzung von 1 min bis zur Sonographie (AM 4 min ± 2 SD) erreicht werden und damit auch dem beobachteten Zeitbedarf in einer ähnlichen Studie entsprechen [47, 56]. Wir führen dies auf die interdisziplinäre Einhaltung der SOPs und regelmäßige Aufarbeitung im Rahmen der von der DGU geforderten Qualitätszirkel zurück. Bei der Schichtung nach ISS ergibt sich ein aufgeteiltes Bild. Während Patienten mit einem ISS < 16 im Jahr 2009 signifikant schneller das FAST erhielten, gab es bei Polytraumata mit ISS ≥ 16 keinen Unterschied. Schwerverletzte mit ISS ≥ 25 wurden allerdings im alten Schockraum in signifikant kürzerer Zeit sonographisch untersucht, da angesichts der weiten Wegstrecke zum CT der FAST möglicherweise ein höherer Stellenwert in der Akutdiagnostik eingeräumt wurde. Auch in der Stratifikation nach GCS kann eine signifikant schnellere Versorgung im Jahr 2009 bei Personen nachgewiesen werden, die intubiert waren oder an einem schweren SHT litten. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen fallen jedoch nur gering aus und eine Signifikanz ergibt sich aufgrund der kurzen Zeitspanne dieses ersten Intervalls schon durch Differenzen im zweistelligen Sekundenbereich. Da die gesamte Untersuchung nach dem FAST-Schema allerdings durchschnittlich nur 2,8 min ± 1,2 SD beansprucht, sollte auch hier auf eine kurze Vorlaufzeit geachtet werden [110].

4.2.2 Zeitintervall Ankunft im SR bis CT

Eine hochsignifikante Reduktion des Zeitintervalls von der Ankunft Schwerverletzter im Schockraum bis zur CT-Diagnostik kann im Jahr 2009 für das gesamte Patientenkollektiv und auch innerhalb der Einteilung nach Traumaschweregrad nachgewiesen werden. Im Median fällt diese Zeitspanne mindestens 15 min (ISS ≥ 25) bis 22 min (GCS > 8) kürzer aus als bei den vergleichbar schwer traumatisierten Patienten in den Jahren 2005 - 2007. Dies entspricht einer Zeitersparnis von 50 % bis 69 % und ermöglicht die CT-Bildgebung im neuen Schockraum bereits nach 12 min (IQR 8 - 17 min). Auch im Vergleich mit Daten des TraumaRegister DGU® des Jahres 2009 kann in der Universitätsklinik Ulm eine im Durchschnitt 12 min kürzere Zeitspanne bis zur Durchführung der CT ausgewiesen werden [56].

In anderen Studien, die eine in den Schockraum integrierte CT-Einheit und eventuell zusätzlich veränderte Behandlungsalgorithmen untersuchen, zeigen sich ähnlich große Zeiteinsparungen. Wurmb et al. konnten im Universitätsklinikum Würzburg mit in den Schockraum integriertem CT und Umstellung des Behandlungsalgorithmus auf eine primäre computertomographische Diagnostik die benötigte Zeitdauer von der Ankunft der Patienten bis zum Abschluss der radiologischen Bildgebung auf 17 min (IQR 13 - 21 min) reduzieren [115]. Ebenfalls mit einem auf das integrierte CT-System zugeschnittenen Arbeitsablauf im Schockraum der Universitätsklinik München-Innenstadt ermitteln Kanz et al. einen Zeitbedarf von 21 min (IQR 13 - 28 min) bis zum Abschluss der CCT bzw. durchschnittlich 20,7 min ± 17,6 SD bis zur vollständigen Ganzkörper-CT [46, 47]. In den BG Kliniken Bergmannstrost Halle/Saale können Hilbert et al. sogar eine Versorgungszeit inkl. CT-Diagnostik von durchschnittlich 13 min ± 8 SD nachweisen, während Prokop et al. bei einem Patientenkollektiv der Jahre 2001 - 2003 noch eine Verweildauer im Schockraum vor der CT von im Mittel 33 min ± 14 SD ermittelten [36, 75]. Die deutliche Verkürzung der Zeitspanne bis zur Anfertigung der CT-Bildgebung im neuen Schockraum der Universitätsklinik Ulm ist demnach auch im Vergleich mit anderen Einrichtungen konkurrenzfähig und es konnte der Zeitvorteil innerhalb derselben Klinik nach Neueinrichtung nachgewiesen werden.

4.2.3 CT bis SR Ende

Das dritte untersuchte Zeitintervall umfasst die Durchführung der CT-Diagnostik bis zum Abschluss der Patientenversorgung im Schockraum. Umfangreiche Vorbereitungen der Patienten für den Transport bzw. eine Einschätzung der Transportfähigkeit mussten bereits für den Weg in die CT-Diagnostik vorgenommen werden und belasten den Zeitbedarf für den Rückweg in wesentlich geringerem Ausmaß. Da auch der Schockraumalgorithmus im weiteren Verlauf der Behandlung in den Jahren 2005 - 2007 und 2009 identisch ist, ergeben sich Veränderungen der hierfür benötigten Zeit größtenteils durch die längere Wegstrecke inkl. des Wechsels des Stockwerks in den alten Schockraum und fallen erwartungsgemäß gering aus. Für Patienten mit weniger stark ausgeprägten Verletzungen (ISS < 16) bzw. neurologischer Beeinträchtigung (GCS > 8) kann lediglich eine nicht signifikante Verkürzung dieses Zeitintervalls von im Median 1 - 5 min ermittelt werden. Über das gesamte Patientenkollektiv und in den weiteren Schichtungen hingegen werden signifikant kürzere Zeiten im neuen Schockraum gemessen. Mit 49 min (IQR 27 - 65 min) im Jahr 2009 wird ohne Stratifikation eine Verkürzung dieser Zeitspanne um 10 % gegenüber dem Zeitraum 2005 - 2007 erreicht. Noch deutlicher fällt die zeitliche Reduktion bei besonders schwerverletzten Patienten (ISS ≥ 25) aus, deren Behandlung im neuen Schockraum mit 41 % Zeitersparnis gegenüber dem alten in nur 33 min (IQR 25 - 56 min) abgeschlossen wird. Dieser Unterschied könnte durch Stabilisierungsmaßnahmen beim Patienten hervorgerufen worden sein, die zunächst in der radiologischen Abteilung durchgeführt werden mussten und einen Rücktransport in den Schockraum verzögerten. Die mediane Verkürzung dieses Versorgungsabschnitts um wenige Minuten im gesamten Patientenkollektiv dürfte sich fast ausschließlich auf eingesparte Wegstrecken im neuen Schockraum zurückführen lassen.

4.2.4 Gesamtzeit im SR

Die Gesamtzeit der Versorgung schwerverletzter Patienten fällt im Jahr 2009 gegenüber den Jahren 2005 - 2007 in allen Traumatisierungsgraden signifikant

kürzer aus und beträgt im Median 57 min (IQR 35 - 77 min). Mit der Integration des CT-Systems in den neuen Schockraum konnte die gesamte Behandlungsdauer bei Polytraumata (ISS ≥ 16) um 28 % verkürzt werden und auch im Vergleich mit den am TraumaRegister DGU® teilnehmenden Kliniken im Jahr 2009 werden bis zur Weiterverlegung in den OP durchschnittlich 8 min bzw. auf die Intensivstation 4 min weniger Zeit beansprucht [56]. Prokop et al. erreichen durch eine Umstellung des gesamten Schockraummanagements auf eine integrierte CT-Einheit eine Reduktion der Gesamtzeit um 44 % auf 48 min ± 14 SD [75]. Außerdem weisen sie in der Studie eine verminderte Verweilzeit auf der Intensivstation und geringere Gesamthospitalisation bei kürzerer Aufenthaltsdauer in der Notaufnahme nach. In einer Untersuchung von Wurmb et al. verringert sich die Gesamtzeit nach Einführung der CT-Diagnostik unmittelbar im Schockraum um 43 % auf 47 min (IQR 37 - 59 min) und nach Umstellung des Algorithmus auf eine primäre Ganzkörper-CT nochmals im Median um 5 Minuten [115]. Durch Verlagerung der CT-Diagnostik noch vor die definitive intensivmedizinische Stabilisierung des Patienten ermitteln Hilbert et al. eine drastische Zeitreduktion von 56 % und einen Abschluss der Schockraumphase nach 38 min ± 19 SD [36]. Auch im Academic Medical Center Amsterdam kann durch Installation eines CT-Systems mit einer mobilen Gantry zwischen zwei benachbarten Schockräumen die durchschnittliche Gesamtzeit von 105 min ± 48 SD auf 79 min ± 29 SD verkürzt werden. Dies entspricht einer Reduktion der benötigten Versorgungszeit um 25 % [22]. Die Aufenthaltsdauer im neuen Schockraum der Universitätsklinik Ulm verkürzt sich im Verhältnis zur alten Einrichtung wesentlich und die aktuelle Gesamtzeit ist auch im nationalen Vergleich überdurchschnittlich gut. Trotzdem zeigt der Vergleich mit Studien, in denen auch der Schockraumalgorithmus angepasst wurde, eine geringer ausgeprägte relative Zeitreduktion in Ulm und weist damit auf weiteres Einsparpotential durch Optimierung des Behandlungsablaufs hin [36, 56, 75, 115].

Im Jahr 2009 wurde bei 90 % der Schwerverletzten im Schockraum der Universitätsklinik Ulm eine Schnittbildgebung mittels CT durchgeführt. CT-Untersuchungen sind mit einer bis zu zehnfach höheren Strahlungsdosis als vergleichbare Röntgenaufnahmen verbunden, weshalb die Durchführung nur bei

entsprechender Indikation erfolgen sollte. Bei schwerverletzten Patienten, Kinder und Schwangere eingeschlossen, ist nach Studienlage eine CT-Diagnostik, abhängig von der Kreislaufsituation aber auch vom Unfallmechanismus gerechtfertigt, da der hiermit verbundene Erkenntnisgewinn das Risiko der Strahlenexposition überwiegt [45, 64, 99]. Auch zu bedenken ist, dass bei zunächst konventioneller Bildgebung und der Notwendigkeit, weitere Röntgenaufnahmen bzw. zusätzliche Schnittbilder mittels CT anzufertigen, die insgesamt erreichte Strahlungsdosis der einer initialen Ganzkörper-CT entsprechen kann [108]. Die radiologische Untersuchung sollte daher nicht unnötig verschoben werden, wobei auf eine Dosisoptimierung durch einfache Zusatzmaßnahmen wie der korrekten Platzierung des Patienten in der Gantry, einer exakten Einstellung der Scanlänge, Planungsaufnahmen (Pilot Scan) mit reduzierter Röhrenspannung und der Abdeckung mit 0,5 mm Bleiäquivalent von Körperarealen außerhalb des Untersuchungsbereichs geachtet werden muss [48, 84].

4.3 Schlussfolgerung

Die Versorgungszeiten von Schwerverletzten im Universitätsklinikum Ulm konnten im neu errichteten Schockraum gegenüber der früheren Einrichtung signifikant reduziert werden. Besonders das Zeitintervall von der Ankunft der Patienten im Schockraum bis zur CT-Diagnostik und als Folge daraus die Gesamtzeit des Aufenthalts im Schockraum, fallen bedeutend kürzer aus. Im Zeitabschnitt von der Ankunft bis zur sonographischen Untersuchung bestehen erwartungsgemäß keine oder nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Untersuchungszeiträumen. Die Reduktion der Zeitintervalle ist im Wesentlichen auf die bauliche Integration des CT-Systems in den neuen Schockraum zurückzuführen. Nur mit der Verkürzung der einfachen Distanz zum CT um 36 m und der dadurch verminderten Transferzeit kann der Zeitgewinn im Untersuchungszeitraum 2009 allerdings nicht vollständig erklärt werden. Dies zeigt der relativ kleine Unterschied, der in der Zeitspanne von der CT-Diagnostik bis zum Ende der gesamten Schockraumphase erreicht wurde, im Gegensatz zu dem im Median um bis zu 69 % verringerten Zeitintervall von der Ankunft des Patienten bis zur Untersuchung im CT. Aufwendige Vorbereitungen für

einen Transport von Schwerverletzten können wesentlich reduziert werden, da der Patient für die radiologische Untersuchung den Schockraum nicht verlassen muss und eine eventuell auftretende Verschlechterung des Gesundheitszustands unmittelbar vor Ort mit der verfügbaren Vollausstattung therapiert werden kann. Dieser Sicherheitsgewinn vereinfacht die Entscheidung für den zuständigen Arzt, die CT-Diagnostik einzuleiten. Der Patient kann durch den Verbleib im Schockraum von einer frühzeitigen, vollständigen Erfassung seiner Verletzungen und einer schnellen Einleitung der Therapie profitieren.

Die Integration der CT in den neu errichteten Schockraum der Universitätsklinik Ulm führt zu signifikant kürzeren Zeiten bei der Versorgung von schwerverletzten Patienten. Bei Neueinrichtung eines Schockraums bzw. bei der Planung zum Neubau eines Klinikums kann daher auch anderen Einrichtungen empfohlen werden, die Implementation einer CT-Einheit unmittelbar vor Ort in Erwägung zu ziehen und die Möglichkeit einer Reduktion des Zeitbedarfs in der Akutversorgung polytraumatisierter Personen im Sinne der *golden hour* zu nutzen.

5. Zusammenfassung

Die *golden hour of shock*, der Zeitkorridor in dem Schwerverletzte einer definitiven Versorgung zugeführt werden sollten, ist bei der Ankunft des Patienten im Schockraum häufig bereits verstrichen. Der Schockraum bildet die Schnittstelle zur präklinischen Rettungskette, in dem neben stabilisierenden Maßnahmen schnellstmöglich eine umfassende Diagnostik durchgeführt werden muss. Die Spiralcomputertomographie stellt derzeit den Goldstandard in der Notfalldiagnostik schwerverletzter Patienten im Schockraum dar. Ihr frühzeitiger Einsatz wird in zahlreichen Veröffentlichungen mit einer Verbesserung des Outcome beim Patienten beschrieben.

Im Rahmen der Zertifizierung als überregionales Traumazentrum im TraumaNetzwerk DGU® (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie) wurde am Universitätsklinikum Ulm ein neuer Schockraum eingerichtet. Hierbei wurde neben einer zentralen Lage insbesondere die Einrichtung eines Computertomographen (CT) unmittelbar im Schockraum vorgesehen. Der bis Ende des Jahres 2007 genutzte alte Schockraum befand sich eine Etage höher als die radiologische Diagnostik, mit einer Distanz von 43 m zum CT der Radiologie im Erdgeschoss. Im neuen Schockraum wurde eine CT-Einheit direkt vor Ort installiert und steht für die Notfalldiagnostik rund um die Uhr zur Verfügung.

Ziel dieser Arbeit war es zu ermitteln, ob durch einen vor Ort integrierten Computertomographen der Zeitbedarf für die Versorgung schwerverletzter Patienten im Schockraum bei sonst unveränderten Prozessabläufen gesenkt werden kann. In die Studie eingeschlossen wurden alle Personen, die im Zeitraum 2005 - 2009 im Anschluss an die Schockraumversorgung bzw. nach Notfalloperation intensivmedizinisch betreut und deren Daten an das TraumaRegister DGU® übermittelt wurden. Zur besseren Vergleichbarkeit erfolgte eine Stratifikation des Patientenkollektivs über den Injury Severity Score und den Glasgow Coma Scale bei Ankunft im Schockraum. Insgesamt konnten die Daten von 457 Patienten erfasst werden, von denen 341 in den Jahren 2005 - 2007 im ehemaligen und 116 im Jahr

2009 im neu eingerichteten Schockraum der Universitätsklinik Ulm behandelt wurden.

Anhand der gemessenen Zeitpunkte konnten signifikante Verkürzungen der Zeitintervalle von Ankunft der Patienten bis zur CT-Diagnostik sowie der Gesamtzeit der Schockraumbehandlung über alle Schichtungen hinweg dargestellt werden. Die Zeitspanne von Ankunft bis zur Durchführung der Computertomographie wurde im Median von 30 min (IQR 20 - 40 min) im Untersuchungszeitraum 2005 - 2007 auf 12 min (IQR 8 - 17 min; $p < 0{,}001$) im Jahr 2009 reduziert. Aus dem alten Schockraum konnten Patienten im Median erst nach einer Gesamtzeit von 80 min (IQR 60 - 105 min) auf die Intensivstation oder in den Operationssaal verlegt werden, während dies im neuen Schockraum schon nach 57 min (IQR 35 - 77 min; $p < 0{,}001$) möglich war. Weniger signifikante Veränderungen ergaben sich im Zeitintervall von Ankunft des Patienten bis zur sonographischen Untersuchung sowie ab CT-Diagnostik bis zum Ende der Versorgung des Patienten.

Aufgrund der direkt verfügbaren CT-Diagnostik im Schockraum wurde eine signifikante Reduktion des Zeitbedarfs für die Versorgung Schwerverletzter nachgewiesen. Die räumliche Integration der Computertomographie sollte bei der Planung und Neueinrichtung von Schockräumen vorrangig berücksichtigt werden, da die Zeit bis zur definitiven Versorgung polytraumatisierter Patienten dadurch signifikant reduziert werden kann.

6. Literaturverzeichnis

1. Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ: The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients--comparison with conventional radiography and abdominal sonography. Rofo 176: 1142-1150 (2004)

2. 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)

3. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D: Epidemiology of the severely injured patient. A prospective assessment of preclinical and clinical management. AG Polytrauma of DGU. Unfallchirurg 103: 355-363 (2000)

4. Berry GE, Adams S, Harris MB, Boles CA, McKernan MG, Collinson F, Hoth JJ, Meredith JW, Chang MC, Miller PR: Are plain radiographs of the spine necessary during evaluation after blunt trauma? Accuracy of screening torso computed tomography in thoracic/lumbar spine fracture diagnosis. J Trauma 59: 1410-1413; discussion 1413 (2005)

5. Biewener A, Aschenbrenner U, Sauerland S, Zwipp H, Rammelt S, Sturm J: Impact of rescue method and the destination clinic on mortality in polytrauma. A status report. Unfallchirurg 108: 370-377 (2005)

6. Bogner V, Mutschler W, Biberthaler P: The "time" factor. Its impact in pathophysiology and therapy of multiple trauma. Unfallchirurg 112: 838-845 (2009)

7. Brenner DJ, Elliston CD: Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. Radiology 232: 735-738 (2004)

8. Brooks A, Davies B, Smethhurst M, Connolly J: Prospective evaluation of non-radiologist performed emergency abdominal ultrasound for haemoperitoneum. Emerg Med J 21: e5 (2004)

9. Burger C, Zwingmann J, Kabir K, Tolba RH, Goost H, Wilhelm KE: Faster diagnostics by digital X-ray imaging in the emergency room: a prospective study in multiple trauma patients. Z Orthop Unfall 145: 772-777 (2007)

10. Butcher N, Balogh ZJ: The definition of polytrauma: the need for international consensus. Injury 40 Suppl 4: S12-22 (2009)

11. Coolens C, Breen S, Purdie TG, Owrangi A, Publicover J, Bartolac S, Jaffray DA: Implementation and characterization of a 320-slice volumetric CT scanner for simulation in radiation oncology. Med Phys 36: 5120-5127 (2009)

12. Cowley R: A total emergency medical system for the State of Maryland. Md State Med J 24: 37-45 (1975)

13. Cowley R: The resuscitation and stabilization of major multiple trauma patients in a trauma center environment. Clin Med 83: 16–22 (1976)

14. Curtis K, Chong S, Mitchell R, Newcombe M, Black D, Langcake M: Outcomes of severely injured adult trauma patients in an Australian health service: does trauma center level make a difference? World J Surg 35: 2332-2340 (2011)

15. Deunk J, Dekker HM, Brink M, van Vugt R, Edwards MJ, van Vugt AB: The value of indicated computed tomography scan of the chest and abdomen in addition to the conventional radiologic work-up for blunt trauma patients. J Trauma 63: 757-763 (2007)

16. Deunk J, Brink M, Dekker HM, Kool DR, Blickman JG, van Vugt AB, Edwards MJ: Routine versus selective multidetector-row computed tomography (MDCT) in blunt trauma patients: level of agreement on the influence of additional findings on management. J Trauma 67: 1080-1086 (2009)

17. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie AWMF online AWMF-Register Nr. 012/019: S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten Behandlung. http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2011-07_01.pdf (01.07.2011)

18. Dresing K Arbeitsgruppe Unfallchirurgische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie Leitlinien - Polytrauma. http://www.dgu-online.de/de/leitlinien/polytrauma.jsp (22.05.2010)

19. Einstein AJ, Elliston CD, Arai AE, Chen MY, Mather R, Pearson GD, Delapaz RL, Nickoloff E, Dutta A, Brenner DJ: Radiation dose from single-heartbeat coronary CT angiography performed with a 320-detector row volume scanner. Radiology 254: 698-706 (2010)

20. Ernstberger A, Leis A, Dienstknecht T, Schandelmaier P, Nerlich M: Realization and implementation of a trauma network of the German Association of Trauma Surgery (DGU) exemplified by the Trauma Network of eastern Bavaria. Unfallchirurg 112: 1010-1016, 1018-1020 (2009)

21. Flohe S, Buschmann C, Nabring J, Merguet P, Luetkes P, Lefering R, Nast-Kolb D, Ruchholtz S: Definition of polytrauma in the German DRG system 2006. Up to 30% "incorrect classifications". Unfallchirurg 110: 651-658 (2007)

22. Fung Kon Jin PH, Goslings JC, Ponsen KJ, van Kuijk C, Hoogerwerf N, Luitse JS: Assessment of a new trauma workflow concept implementing a sliding CT scanner in the trauma room: the effect on workup times. J Trauma 64: 1320-1326 (2008)

23. Gale SC, Gracias VH, Reilly PM, Schwab CW: The inefficiency of plain radiography to evaluate the cervical spine after blunt trauma. J Trauma 59: 1121-1125 (2005)

24. Gebhard F, Huber-Lang M: Polytrauma--pathophysiology and management principles. Langenbecks Arch Surg 393: 825-831 (2008)

25. Geijer M, El-Khoury GY: MDCT in the evaluation of skeletal trauma: principles, protocols, and clinical applications. Emerg Radiol 13: 7-18 (2006)

26. Gervaise A, Louis M, Batch T, Loeuille D, Noel A, Guillemin F, Blum A: Dose reduction at CT of the lumbar spine using a 320-detector row scanner: initial results. J Radiol 91: 779-785 (2010)

27. Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Definition: Schwerverletzte. http://www.gbe-bund.de/gbe10/ergebnisse.prc_tab?fid=8960&suchstring=&query_id=&sprache=D&fund_typ=DEF&methode=&vt=&verwandte=1&page_ret=0&seite=1&p_lfd_nr=11&p_news=&p_sprachkz=D&p_uid=gast&p_aid=17938900&hlp_nr=2&p_janein=J (02.06.2010)

28. Grote S, Bocker W, Mutschler W, Bouillon B, Lefering R: Diagnostic value of the Glasgow Coma Scale for traumatic brain injury in 18 002 patients with multiple injuries. J Neurotrauma: (2011)

29. Haas NP, Lindner T, Bail HJ: Developments in polytrauma management. Priority-based strategy. Chirurg 78: 894-901 (2007)

30. Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Brehme H, Hannawald L, Langer C, Nehmzow J, Otte D, Sander U, Krettek C, Zwipp H: The Abbreviated Injury Scale (AIS). Options and problems in application. Unfallchirurg 113: 366-372 (2010)

31. Heinzelmann M, Imhof HG, Trentz O: Shock trauma room management of the multiple-traumatized patient with skull-brain injuries. A systematic review of the literature. Unfallchirurg 107: 871-880 (2004)

32. Helm M, Kulla M, Lampl L: Advanced Trauma Life Support. A training concept also for Europe. Anaesthesist 56: 1142-1146 (2007)

33. Helm M, Bitzl A, Klinger S, Lefering R, Lampl L, Kulla M: The TraumaRegister DGU(R) as the basis of medical quality management : Ten years experience of a national trauma centre exemplified by emergency room treatment. Unfallchirurg: (2012)

34. Hess JR, Brohi K, Dutton RP, Hauser CJ, Holcomb JB, Kluger Y, Mackway-Jones K, Parr MJ, Rizoli SB, Yukioka T, Hoyt DB, Bouillon B: The coagulopathy of trauma: a review of mechanisms. J Trauma 65: 748-754 (2008)

35. Hessmann MH, Hofmann A, Kreitner KF, Lott C, Rommens PM: The benefit of multislice CT in the emergency room management of polytraumatized patients. Acta Chir Belg 106: 500-507 (2006)

36. Hilbert P, zur Nieden K, Hofmann GO, Hoeller I, Koch R, Stuttmann R: New aspects in the emergency room management of critically injured patients: a multi-slice CT-oriented care algorithm. Injury 38: 552-558 (2007)

37. Hildebrand F, Probst C, Frink M, Huber-Wagner S, Krettek C: Importance of hypothermia in multiple trauma patients. Unfallchirurg 112: 959-964 (2009)

38. Hirschmann MT, Uike KN, Kaufmann M, Huegli R, Regazzoni P, Gross T: Quality management of interdisciplinary treatment of polytrauma. Possibilities and limits of retrospective routine data collection. Anaesthesist 56: 673-678 (2007)

39. Hsiao EM, Rybicki FJ, Steigner M: CT coronary angiography: 256-slice and 320-detector row scanners. Curr Cardiol Rep 12: 68-75 (2010)

40. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, Korner M, Kay MV, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W, Kanz KG: Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. Lancet 373: 1455-1461 (2009)

41. Hussmann B, Waydhas C, Lendemans S: Emergency trauma room management in severely and most severely injured patients. A multidisciplinary task. Med Klin Intensivmed Notfmed 107: 217-227; quiz 228-219 (2012)

42. Inaba K, Munera F, McKenney M, Rivas L, de Moya M, Bahouth H, Cohn S: Prospective evaluation of screening multislice helical computed tomographic angiography in the initial evaluation of penetrating neck injuries. J Trauma 61: 144-149 (2006)

43. Inaba K, Munera F, McKenney M, Schulman C, de Moya M, Rivas L, Pearce A, Cohn S: Visceral torso computed tomography for clearance of the thoracolumbar spine in trauma: a review of the literature. J Trauma 60: 915-920 (2006)

44. Jagger J, Jane JA, Rimel R: The Glasgow coma scale: to sum or not to sum? Lancet 2: 97 (1983)

45. Junkermann H: Indications and contraindications for contrast-enhanced MRI and CT during pregnancy. Radiologe 47: 774-777 (2007)

46. Kanz KG, Korner M, Linsenmaier U, Kay MV, Huber-Wagner SM, Kreimeier U, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W: Priority-oriented shock trauma room management with the integration of multiple-view spiral computed tomography. Unfallchirurg 107: 937-944 (2004)

47. Kanz KG, Paul AO, Lefering R, Kay MV, Kreimeier U, Linsenmaier U, Mutschler W, Huber-Wagner S: Trauma management incorporating focused assessment with computed tomography in trauma (FACTT) - potential effect on survival. J Trauma Manag Outcomes 4: 4 (2010)

48. Karlo C, Gnannt R, Frauenfelder T, Leschka S, Bruesch M, Wanner GA, Alkadhi H: Whole-body CT in polytrauma patients: effect of arm positioning on thoracic and abdominal image quality. Emerg Radiol: (2011)

49. Keel M, Trentz O: Pathophysiology of polytrauma. Injury 36: 691-709 (2005)

50. Keller W: Rating the severity of tissue damage. I. The abbreviated scale. JAMA 215: 277-280 (1971)

51. Kloth JK, Kauczor HU, Hosch W: Imaging in the emergency room. Med Klin (Munich) 106: 82-88 (2011)

52. Korner M, Reiser M, Linsenmaier U: Imaging of trauma with multi-detector computed tomography. Radiologe 49: 510-515 (2009)

53. Kortbeek JB, Al Turki SA, Ali J, Antoine JA, Bouillon B, Brasel K, Brenneman F, Brink PR, Brohi K, Burris D, Burton RA, Chapleau W, Cioffi W, Collet e Silva Fde S, Cooper A, Cortes JA, Eskesen V, Fildes J, Gautam S, Gruen RL, Gross R, Hansen KS, Henny W, Hollands MJ, Hunt RC, Jover Navalon JM, Kaufmann CR, Knudson P, Koestner A, Kosir R, Larsen CF, Livaudais W, Luchette F, Mao P, McVicker JH, Meredith JW, Mock C, Mori ND, Morrow C, Parks SN, Pereira PM, Pogetti RS, Ravn J, Rhee P, Salomone JP, Schipper IB, Schoettker P, Schreiber MA, Smith RS, Svendsen LB, Taha W, van Wijngaarden-Stephens M, Varga E, Voiglio EJ, Williams D, Winchell RJ, Winter R: Advanced trauma life support, 8th edition, the evidence for change. J Trauma 64: 1638-1650 (2008)

54. Kuhne CA, Ruchholtz S, Sauerland S, Waydhas C, Nast-Kolb D: Personnel and structural requirements for the shock trauma room management of multiple trauma. A systematic review of the literature. Unfallchirurg 107: 851-861 (2004)

55. Kuhne CA, Mand C, Sturm J, Lackner CK, Kunzel A, Siebert H, Ruchholtz S: The Trauma Network of the German Society for Trauma 2009. Unfallchirurg 112: 878-884 (2009)

56. Lefering R: TraumaRegister DGU Jahresbericht 2010. Sektion Notfall- & Intensivmedizin, Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU); Arbeitskreis Traumaregister (Leitung: PD Dr. Lefering und Dr. Paffrath), p 2-9 (2010)

57. Lerner EB, Moscati RM: The golden hour: scientific fact or medical "urban legend"? Acad Emerg Med 8: 758-760 (2001)

58. Liberman M, Mulder D, Sampalis J: Advanced or basic life support for trauma: meta-analysis and critical review of the literature. J Trauma 49: 584-599 (2000)

59. Lier H, Krep H, Schochl H: Coagulation management in the treatment of multiple trauma. Anaesthesist 58: 1010-1026 (2009)

60. Linsenmaier U, Reiser M: Multislice computed tomography in emergency radiology. Radiologe 49: 479-480 (2009)

61. Lott C, Araujo R, Cassar MR, Di Bartolomeo S, Driscoll P, Esposito I, Gomes E, Goode P, Gwinnutt C, Huepfl M, Lippert F, Nardi G, Robinson D, Roessler M, Davis M, Thies KC: The European Trauma Course (ETC) and the team approach: past, present and future. Resuscitation 80: 1192-1196 (2009)

62. Mand C, Muller T, Ruchholtz S, Kunzel A, Kuhne CA: Organizational, personnel and structural alterations due to participation in TraumaNetwork(D) DGU : The first stocktaking. Unfallchirurg: (2010)

63. Mohta M, Dickson RE, McNeill JM: What do we mean by the term polytrauma. Injury 39: 962-963 (2008)

64. Munk RD, Strohm PC, Saueressig U, Zwingmann J, Uhl M, Sudkamp NP, Kotter E, Langer M, Bley TA: Effective dose estimation in whole-body multislice CT in paediatric trauma patients. Pediatr Radiol 39: 245-252 (2009)

65. Munzberg M, Mahlke L, Bouillon B, Paffrath T, Matthes G, Wolfl CG: Six years of Advanced Trauma Life Support (ATLS) in Germany: the 100th provider course in Hamburg. Unfallchirurg 113: 561-566 (2010)

66. Nast-Kolb D, Waydhas C, Kanz KG, Schweiberer L: An algorithm for management of shock in polytrauma. Unfallchirurg 97: 292-302 (1994)

67. Nast-Kolb D, Bail HJ, Taeger G: Current diagnostics for intra-abdominal trauma. Chirurg 76: 919-926 (2005)

68. Nast-Kolb D, Ruchholtz S, Waydhas C, Taeger G: Management of polytrauma. Chirurg 77: 861-872; quiz 873 (2006)

69. Nirula R, Maier R, Moore E, Sperry J, Gentilello L: Scoop and run to the trauma center or stay and play at the local hospital: hospital transfer's effect on mortality. J Trauma 69: 595-599; discussion 599-601 (2010)

70. Ohnesorge B, Flohr T, Schaller S, Klingenbeck-Regn K, Becker C, Schopf UJ, Bruning R, Reiser MF: The technical bases and uses of multi-slice CT. Radiologe 39: 923-931 (1999)

71. Palmer CS, Franklyn M: Assessment of the effects and limitations of the 1998 to 2008 Abbreviated Injury Scale map using a large population-based dataset. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 19: 1 (2011)

72. Poletti PA, Kinkel K, Vermeulen B, Irmay F, Unger PF, Terrier F: Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? Radiology 227: 95-103 (2003)

73. Probst C, Schaefer O, Hildebrand F, Krettek C, Mahlke L: The economic challenges of polytrauma care. Unfallchirurg 112: 975-980 (2009)

74. Probst C, Pape HC, Hildebrand F, Regel G, Mahlke L, Giannoudis P, Krettek C, Grotz MR: 30 years of polytrauma care: An analysis of the change in strategies

and results of 4849 cases treated at a single institution. Injury 40: 77-83 (2009)

75. Prokop A, Hotte H, Kruger K, Rehm KE, Isenberg J, Schiffer G: Multislice CT in diagnostic work-up of polytrauma. Unfallchirurg 109: 545-550 (2006)

76. Rauchfuss F, Voigt R, Gotz M, Heise M, Uberruck T, Settmacher U: Damage control concept in liver trauma. Package strategies and secondary measures. Chirurg 80: 923-928 (2009)

77. Rhea JT, Garza DH, Novelline RA: Controversies in emergency radiology. CT versus ultrasound in the evaluation of blunt abdominal trauma. Emerg Radiol 10: 289-295 (2004)

78. Riepl C, Junghanns A, Gebhard F, Kraus M: Reduced emergency room time for trauma patients by integrated CT. Z Orthop Unfall 151: 168-172 (2013)

79. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Schlosser LE, Neugebauer E: Predicting the outcome in severe injuries: an analysis of 2069 patients from the trauma register of the German Society of Traumatology (DGU). Unfallchirurg 104: 230-239 (2001)

80. Ruchholtz S, Waydhas C, Schroeder T, Piepenbrink K, Kuhl H, Nast-Kolb D: The value of computed tomography in the early treatment of seriously injured patients. Chirurg 73: 1005-1012 (2002)

81. Ruchholtz S, Kuhne CA, Siebert H: Trauma network of the German Association of Trauma Surgery (DGU). Establishment, organization, and quality assurance of a regional trauma network of the DGU. Unfallchirurg 110: 373-379 (2007)

82. Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern HJ, Neugebauer E, Nast-Kolb D, Pape HC, Bouillon B: Reduction in mortality of severely injured patients in Germany. Dtsch Arztebl Int 105: 225-231 (2008)

83. Ruchholtz S: Time delay in resuscitation room treatment and the effect on outcome. Unfallchirurg 113: 44 (2010)

84. Schindera ST, Nauer C, Treier R, Trueb P, von Allmen G, Vock P, Szucs-Farkas Z: Strategies for reducing the CT radiation dose. Radiologe 50: 1120, 1122-1127 (2010)

85. Schmelz A, Ziegler D, Beck A, Kinzl L, Gebhard F: Costs for acute, stationary treatment of polytrauma patients. Unfallchirurg 105: 1043-1048 (2002)

86. Schnuriger B, Kilz J, Inderbitzin D, Schafer M, Kickuth R, Luginbuhl M, Candinas D, Exadaktylos AK, Zimmermann H: The accuracy of FAST in relation to grade of solid organ injuries: a retrospective analysis of 226 trauma patients with liver or splenic lesion. BMC Med Imaging 9: 3 (2009)

87. Schreiber VM, Tarkin IS, Hildebrand F, Darwiche S, Pfeifer R, Chelly J, Giannoudis P, Pape HC: The timing of definitive fixation for major fractures in polytrauma-A matched-pair comparison between a US and European level I centres: Analysis of current fracture management practice in polytrauma. Injury: (2010)

88. Schroter C, Reiss G, Klein W, Menzel M, Eichholz C, Bohlo A: Development of an emergency room algorithm for treatment of multiple trauma : Wolfsburg model. Unfallchirurg: (2010)

89. Schwarz F, Sommer WH, Reiser M, Clevert DA: Contrast-enhanced sonography for blunt force abdominal trauma. Radiologe 51: 475-482 (2011)

90. Schwermann T, Grotz M, Blanke M, Ruchholtz S, Lefering R, JM VdS, Krettek C, Pape HC: Evaluation of costs incurred for patients with multiple trauma particularly from the perspective of the hospital. Unfallchirurg 107: 563-574 (2004)

91. Shafizadeh S, Tjardes T, Steinhausen E, Balke M, Paffrath T, Bouillon B, Bathis H: Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room. Is it suitable as an SOP? Orthopade 39: 771-776 (2010)

92. Siebers C, Huber-Wagner S, Ivanova N, Jacob M, Heindl B, Kanz KG: Emergency room management of severely injured patients. Anaesthesist 58: 1216-1222 (2009)

93. Siebert H: White book of severely injured - care of the DGU. Recommendations on structure, organization and provision of hospital equipment for care of severely injured in the Federal Republic of Germany. Unfallchirurg 109: 815-820 (2006)

94. Siebert H, Ruchholtz S, Landemans S, Kühne C, Flohe S, Bouillon B: Weißbuch Schwerverletztenversorgung DGU 2. Auflage. Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung sowie Förderung von Qualität und Sicherheit in der Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Orthopädie und Unfallchirurgie - Mitteilungen und Nachrichten Supplement 1/2012: 1 - 35 (2012)

95. Sittaro NA, Lohse R, Panzica M, Probst C, Pape HC, Krettek C: Hannover-Polytrauma-Longterm-Study HPLS. Versicherungsmedizin 59: 20-25 (2007)

96. Soffer D, Schulman CI, McKenney MG, Cohn S, Renaud NA, Namias N, Lynn M: What does ultrasonography miss in blunt trauma patients with a low Glasgow Coma Score (GCS)? J Trauma 60: 1184-1188 (2006)

97. Statistisches Bundesamt: Unfallentwicklung im Straßenverkehr 2009. Verkehrsunfälle. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, p 3 - 5 (2010)

98. Statistisches Bundesamt: Verunglückte und Getötete bei Straßenverkehrs-unfällen Januar bis August 2011. Pressemitteilung Nr. 394 (2011)

99. Strohm PC, Uhl M, Hauschild O, Stankovic Z, Reising KJ, Lesniak M, Sudkamp NP: What is the value of the whole body spiral CT in the primary radiological imaging of severely injured children? Z Orthop Unfall 146: 38-43 (2008)

100. Strohm PC, Hauschild O, Sudkamp NP: Effect on survival of whole-body CT during trauma resuscitation. Lancet 374: 197-198; author reply 198-199 (2009)

101. Stubig T, Mommsen P, Krettek C, Probst C, Frink M, Zeckey C, Andruszkow H, Hildebrand F: Comparison of early total care (ETC) and damage control orthopedics (DCO) in the treatment of multiple trauma with femoral shaft fractures: benefit and costs. Unfallchirurg 113: 923-930 (2010)

102. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. Lancet 2: 81-84 (1974)

103. Thies K, Gwinnutt C, Driscoll P, Carneiro A, Gomes E, Araujo R, Cassar MR, Davis M: The European Trauma Course--from concept to course. Resuscitation 74: 135-141 (2007)

104. Thies KC, Nagele P: Advanced Trauma Life Support--a standard of care for Germany? No substantial improvement of care can be expected. Anaesthesist 56: 1147-1154 (2007)

105. Walcher F, Kortum S, Kirschning T, Weihgold N, Marzi I: Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound. Unfallchirurg 105: 986-994 (2002)

106. Weber MA: Should whole-body computed tomography no longer be missing in any resuscitation room? Radiologe 49: 581-582 (2009)

107. Weber U, Ertel W: Introduction to the topic: The golden hour is decisive. Standard procedures in polytrauma. Orthopade 34: 821-822 (2005)

108. Wedegartner U, Lorenzen M, Nagel HD, Weber C, Adam G: Diagnostic imaging in polytrauma: comparison of radiation exposure from whole-body MSCT and conventional radiography with organ-specific CT. Rofo 176: 1039-1044 (2004)

109. Wening JV, Tesch C, Huhnholz J, Friemert B: The value of sonography in traumatology and orthopedics : Part 2: emergency diagnostics in blunt abdominal and thoracic trauma. Unfallchirurg 111: 958-964, 966-957 (2008)

110. Wening JV: Sonography in orthopaedic and trauma surgery. Unfallchirurg 111: 657-658 (2008)

111. Weninger P, Mauritz W, Fridrich P, Spitaler R, Figl M, Kern B, Hertz H: Emergency room management of patients with blunt major trauma: evaluation of the multislice computed tomography protocol exemplified by an urban trauma center. J Trauma 62: 584-591 (2007)

112. Wenzl ME, Lenz G, Hocherl E: Multislice CT for primary diagnosis in multiple trauma patients. Unfallchirurg 113: 676-678 (2010)

113. Wolfl CG, Gliwitzky B, Wentzensen A: Standardised primary care of multiple trauma patients. Prehospital Trauma Life Support und Advanced Trauma Life Support. Unfallchirurg 112: 846-853 (2009)

114. Wurmb T, Fruhwald P, Brederlau J, Maroske J, Schindler G, Roewer N: Management of seriously injured patients without conventional radiography? Does a whole body MSCT scanner replace the conventional X-ray unit in the emergency room? Anaesthesist 55: 17-25 (2006)

115. Wurmb T, Balling H, Fruhwald P, Keil T, Kredel M, Meffert R, Roewer N, Brederlau J: Polytrauma management in a period of change: time analysis of new strategies for emergency room treatment. Unfallchirurg 112: 390-399 (2009)

116. Wurmb T, Muller T, Jansen H, Ruchholtz S, Roewer N, Kuhne CA: Interdisciplinary treatment of severely injured patients in the trauma resuscitation room. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 45: 390-398 (2010)

117. Wurmb TE, Fruhwald P, Knuepffer J, Schuster F, Kredel M, Roewer N, Brederlau J: Application of standard operating procedures accelerates the process of trauma care in patients with multiple injuries. Eur J Emerg Med 15: 311-317 (2008)

118. Wutzler S, Westhoff J, Lefering R, Laurer HL, Wyen H, Marzi I: Time intervals during and after emergency room treatment. An analysis using the trauma register of the German Society for Trauma Surgery. Unfallchirurg 113: 36-43 (2010)

119. Zuercher M, Ummenhofer W, Baltussen A, Walder B: The use of Glasgow Coma Scale in injury assessment: a critical review. Brain Inj 23: 371-384 (2009)

Anhang

Anhang I: Tests auf Normalverteilung innerhalb der Zeitintervalle

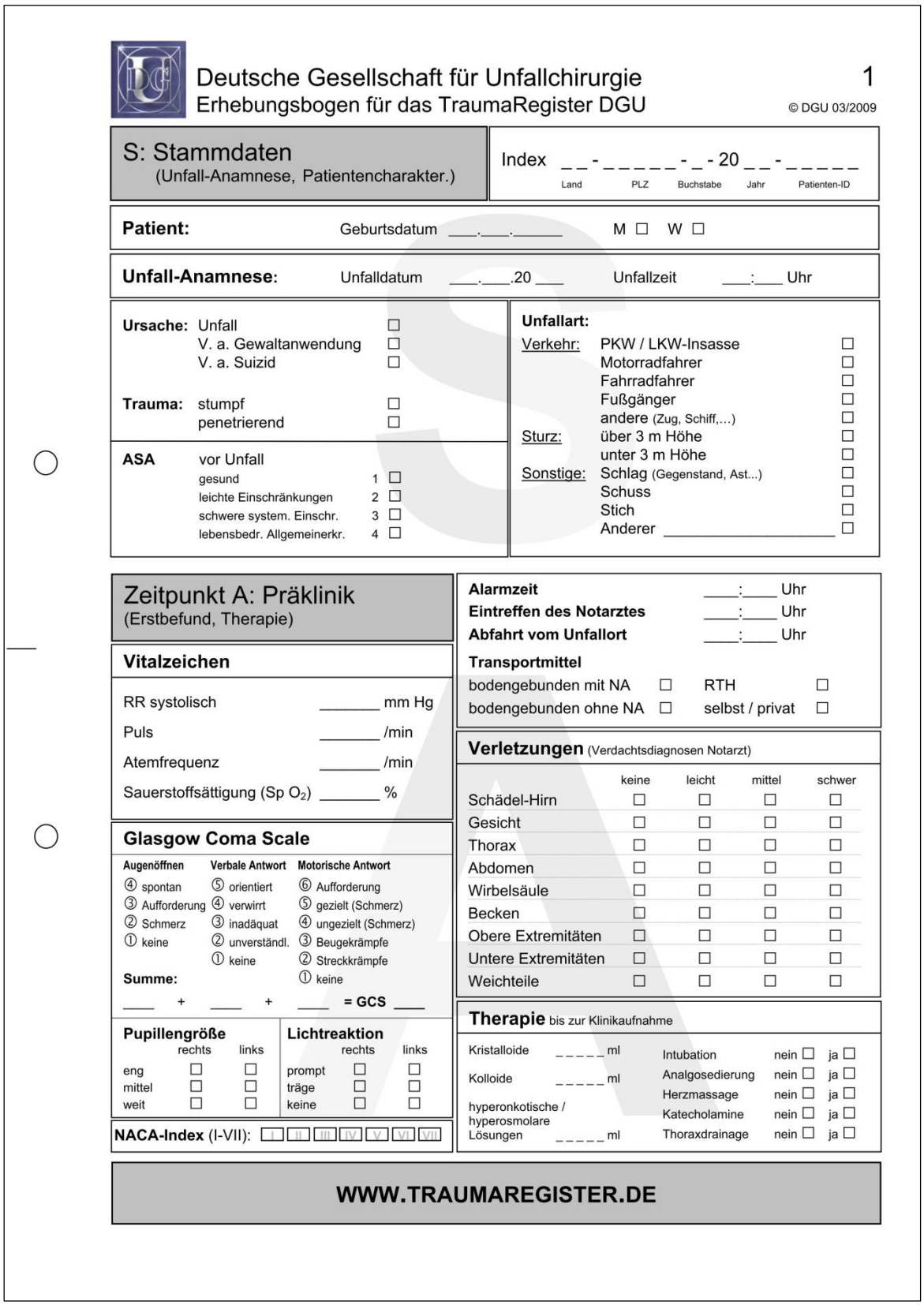
Legende:
CT = Computertomographie bzw. Computertomograph
df = Freiheitsgrade bzw. degrees of freedom
FAST = Focused Assessment with Sonography for Trauma
GCS = Glasgow Coma Scale
ISS = Injury Severity Score
SR = Schockraum

Schichtung	Zeitintervall	SR/Jahr	Kolmogorow - Smirnow (Signifikanzkorrektur nach Lilliefors)			Shapiro - Wilk		
			Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
alle ISS	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,403	279	,000	,480	279	,000
		SR 2009	,193	72	,000	,913	72	,000
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,230	269	,000	,582	269	,000
		SR 2009	,163	105	,000	,831	105	,000
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,172	246	,000	,882	246	,000
		SR 2009	,095	104	,021	,901	104	,000
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,108	293	,000	,928	293	,000
		SR 2009	,098	115	,009	,923	115	,000
ISS < 16	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,401	103	,000	,371	103	,000
		SR 2009	,140	32	,114	,956	32	,214
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,184	89	,000	,666	89	,000
		SR 2009	,090	50	,200	,970	50	,227
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,187	85	,000	,867	85	,000
		SR 2009	,116	49	,099	,912	49	,001
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,155	111	,000	,887	111	,000
		SR 2009	,111	58	,073	,922	58	,001
ISS ≥ 16	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,405	176	,000	,586	176	,000
		SR 2009	,211	40	,000	,881	40	,001
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,233	180	,000	,581	180	,000
		SR 2009	,196	55	,000	,821	55	,000
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,165	161	,000	,886	161	,000
		SR 2009	,136	55	,013	,886	55	,000
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,082	182	,004	,939	182	,000
		SR 2009	,126	57	,024	,907	57	,000
ISS ≥ 25	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,417	103	,000	,469	103	,000
		SR 2009	,180	18	,126	,901	18	,059
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,201	102	,000	,603	102	,000
		SR 2009	,270	24	,000	,763	24	,000
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,140	89	,000	,915	89	,000
		SR 2009	,201	24	,013	,928	24	,089
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,079	100	,126	,962	100	,005
		SR 2009	,150	25	,153	,930	25	,087

Fortsetzung siehe folgende Seite

Schichtung	Zeitintervall	SR/Jahr	Kolmogorow - Smirnow Signifikanzkorrektur nach Lilliefors			Shapiro - Wilk		
			Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
GCS ≤ 8	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,395	193	,000	,597	193	,000
		SR 2009	,204	57	,000	,887	57	,000
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,249	196	,000	,548	196	,000
		SR 2009	,171	81	,000	,818	81	,000
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,175	180	,000	,883	180	,000
		SR 2009	,107	81	,022	,886	81	,000
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,114	199	,000	,924	199	,000
		SR 2009	,106	88	,016	,911	88	,000
GCS > 8	Ankunft - FAST	SR 05 - 07	,422	86	,000	,313	86	,000
		SR 2009	,156	15	,200	,971	15	,878
	Ankunft - CT	SR 05 - 07	,179	73	,000	,716	73	,000
		SR 2009	,095	24	,200	,939	24	,154
	CT - SR Ende	SR 05 - 07	,165	66	,000	,875	66	,000
		SR 2009	,092	23	,200	,962	23	,500
	Gesamtzeit	SR 05 - 07	,128	94	,001	,925	94	,000
		SR 2009	,087	27	,200	,977	27	,784

Anhang II: Erhebungsbogen TraumaRegister DGU®



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 1
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU
© DGU 03/2009

S: Stammdaten
(Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)

Index _ _ - _ _ _ _ _ - _ - 20 _ _ - _ _ _ _ _
Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

Patient: Geburtsdatum ___.___._____ M ☐ W ☐

Unfall-Anamnese: Unfalldatum ___.___.20 ___ Unfallzeit ___:___ Uhr

Ursache: Unfall ☐
V. a. Gewaltanwendung ☐
V. a. Suizid ☐

Trauma: stumpf ☐
penetrierend ☐

ASA vor Unfall
gesund 1 ☐
leichte Einschränkungen 2 ☐
schwere system. Einschr. 3 ☐
lebensbedr. Allgemeinerkr. 4 ☐

Unfallart:
Verkehr: PKW / LKW-Insasse ☐
Motorradfahrer ☐
Fahrradfahrer ☐
Fußgänger ☐
andere (Zug, Schiff,…) ☐
Sturz: über 3 m Höhe ☐
unter 3 m Höhe ☐
Sonstige: Schlag (Gegenstand, Ast...) ☐
Schuss ☐
Stich ☐
Anderer _____ ☐

Zeitpunkt A: Präklinik
(Erstbefund, Therapie)

Alarmzeit ____:____ Uhr
Eintreffen des Notarztes ____:____ Uhr
Abfahrt vom Unfallort ____:____ Uhr

Transportmittel
bodengebunden mit NA ☐ RTH ☐
bodengebunden ohne NA ☐ selbst / privat ☐

Vitalzeichen

RR systolisch _____ mm Hg
Puls _____ /min
Atemfrequenz _____ /min
Sauerstoffsättigung (Sp O_2) _____ %

Glasgow Coma Scale

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

Summe: ____ + ____ + ____ = GCS ____

Pupillengröße

	rechts	links
eng	☐	☐
mittel	☐	☐
weit	☐	☐

Lichtreaktion

	rechts	links
prompt	☐	☐
träge	☐	☐
keine	☐	☐

NACA-Index (I-VII): I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐ VI ☐ VII ☐

Verletzungen (Verdachtsdiagnosen Notarzt)

	keine	leicht	mittel	schwer
Schädel-Hirn	☐	☐	☐	☐
Gesicht	☐	☐	☐	☐
Thorax	☐	☐	☐	☐
Abdomen	☐	☐	☐	☐
Wirbelsäule	☐	☐	☐	☐
Becken	☐	☐	☐	☐
Obere Extremitäten	☐	☐	☐	☐
Untere Extremitäten	☐	☐	☐	☐
Weichteile	☐	☐	☐	☐

Therapie bis zur Klinikaufnahme

Kristalloide _____ ml
Kolloide _____ ml
hyperonkotische / hyperosmolare Lösungen _____ ml

Intubation nein ☐ ja ☐
Analgosedierung nein ☐ ja ☐
Herzmassage nein ☐ ja ☐
Katecholamine nein ☐ ja ☐
Thoraxdrainage nein ☐ ja ☐

WWW.TRAUMAREGISTER.DE

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU

2

© DGU 03/2009

Zeitpunkt B: Notaufnahme
(Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)

Index _ _ - _ _ _ _ _ - _ - 20 _ _ - _ _ _ _ _
Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

Eintreffen **Datum** ___.___.20___ **Uhrzeit** ___:___ **Uhr**

Optionale klinikinterne Zusatz-ID: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Zuverlegung aus anderem KH: nein ☐ → **Zeitpunkt A** ja ☐ → **Zeitpunkt B**

Wenn ja: Welches KH? _____ **KH-Code:** _____

Vitalparameter + Atmung

RR systolisch	_____ mm Hg
Puls	_____ /min
Atemfrequenz (spontan)	_____ /min
Sauerstoffsättigung (Sp O_2)	_____ %
Bereits bei Ankunft intubiert?	nein ☐ ja ☐
– wenn **ja** FiO_2	_____
PaO_2	_____ mm Hg

Diagnostik bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

	durchgeführt	Uhrzeit
Sono-Abdomen.	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
Röngten Thorax	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
Röntgen Becken	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
Röntgen Wirbelsäule	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
CCT	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
CT-Ganzkörper	nein ☐ ja ☐	___:___ Uhr
Rotem / Rotec	nein ☐ ja ☐	

Glasgow Coma Scale

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

Summe:

____ + ____ + ____ **= GCS** ____

Pupillengröße	rechts	links
eng	☐	☐
mittel	☐	☐
weit	☐	☐

Lichtreaktion	rechts	links
prompt	☐	☐
träge	☐	☐
keine	☐	☐

Labor bei Aufnahme

Hb	___ g/dl	INR	_._
Thrombozyten	_ _ _ _ _ _ /µl	BE [+/-]	[ ] _ _ _._ mmol/l
TPZ (Quick)	___ %	Laktat	_ _ _._ mmol/l
PTT	___._ sec	Temperatur	_ _._ °C

Erster operativer Notfalleingriff:

☐ Craniotomie (dekompressive Craniotomie)
☐ Thorakotomie (ohne Thoraxdrainage/Mini-Thorakotomie)
☐ Laparotomie
☐ Revaskularisation
☐ Embolisation
☐ Stabilisierung Becken
☐ Stabilisierung Extremität

Beginn der OP:

Schnitt: ___:___ Uhr

Weiterversorgung

SR-Diagnostik regulär beendet? nein ☐ ja ☐

– wenn **ja:**
Weiterverlegung: Früh-OP ☐ Intensiv ☐ andere(s) ☐
Uhrzeit: ___:___ Uhr

– wenn **nein:**
Abbruch wegen: Not-OP ☐ sonstiges ☐
Uhrzeit: ___:___ Uhr

Komplettierung der Diagnostik vor ICU? nein ☐ ja ☐

Therapie bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

Kristalloide	_ _ _ _ _ ml
Kolloide	_ _ _ _ _ ml
Hyperonk. / Hyperosmol. Lösung	_ _ _ _ _ ml
Blut	_ _ _ EKs
FFP / Frischplasma	_ _ _ Einheiten
Thrombozyten	_ _ _ Einheiten
Intubation	nein ☐ ja ☐
Herzmassage	nein ☐ ja ☐
Katecholamine	nein ☐ ja ☐
Thoraxdrainage	nein ☐ ja ☐
Embolisation	nein ☐ ja ☐
Akute externe Frakturstabilisierung *(außerhalb des OP)*	nein ☐ ja ☐

Hämostase – Therapie

rFVIIa	nein ☐ ja ☐	Fibrinogen	nein ☐ ja ☐
PPSB	nein ☐ ja ☐	andere hämost. Medikamente	nein ☐ ja ☐
Antifibrinolytika	nein ☐ ja ☐		

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie 3
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU
© DGU 03/2009

Zeitpunkt C: Intensivstation
(Aufnahmebefund, Verlauf)

Index _ _ - _ _ _ _ _ - _ - 20 _ _ - _ _ _ _ _
Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

Eintreffen **Datum** ___.___.20___ **Uhrzeit** ___:___ **Uhr**

SAPS II – Score (1. Tag) __ __ Punkte

Organversagen (SOFA-Score > 2)

1. Atmung	nein ☐	ja ☐
2. Koagulation	nein ☐	ja ☐
3. Leber	nein ☐	ja ☐
4. Herz-Kreislauf	nein ☐	ja ☐
5. ZNS	nein ☐	ja ☐
6. Niere	nein ☐	ja ☐

MOV	nein ☐	ja ☐
Sepsis	nein ☐	ja ☐

Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie

Intensivtage	nein ☐	ja ☐	___ Tage
Dauer mech. Beatmung	nein ☐	ja ☐	___ Tage

Labor bei Aufnahme

Hb	_ _ _ g/dl	INR	_._
Thrombozyten	_ _ _ _ _ /µl	BE [+/-]	[ ] _ _ _._ mmol/l
TPZ (Quick)	_ _ _ %	Laktat	_ _ _._ mmol/l
PTT	_ _ _._ sec	Temperatur	_ _._ °C

Therapie

FFP _ _ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme
EK _ _ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme
Nierenersatzverfahren nein ☐ ja ☐

Hämostase – Therapie

rFVIIa	nein ☐	ja ☐
PPSB	nein ☐	ja ☐
Antifibrinolytika	nein ☐	ja ☐
Fibrinogen	nein ☐	ja ☐
andere hämost. Medikamente	nein ☐	ja ☐

Zeitpunkt D: Abschluss (1) (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)

Datum ___.___.20___

☐ verstorben Uhrzeit ___:___ Uhr

☐ überlebt

Entlassung/Verlegung

nach Hause	☐	
Reha-Klinik	☐	
Krankenhaus	☐	Welches KH : _____
sonstiges	☐	

Glasgow Outcome Scale

gut erholt	5 ☐
mäßig behindert	4 ☐
schwer behindert	3 ☐
nicht ansprechbar	2 ☐

(Nur für Deutschland)

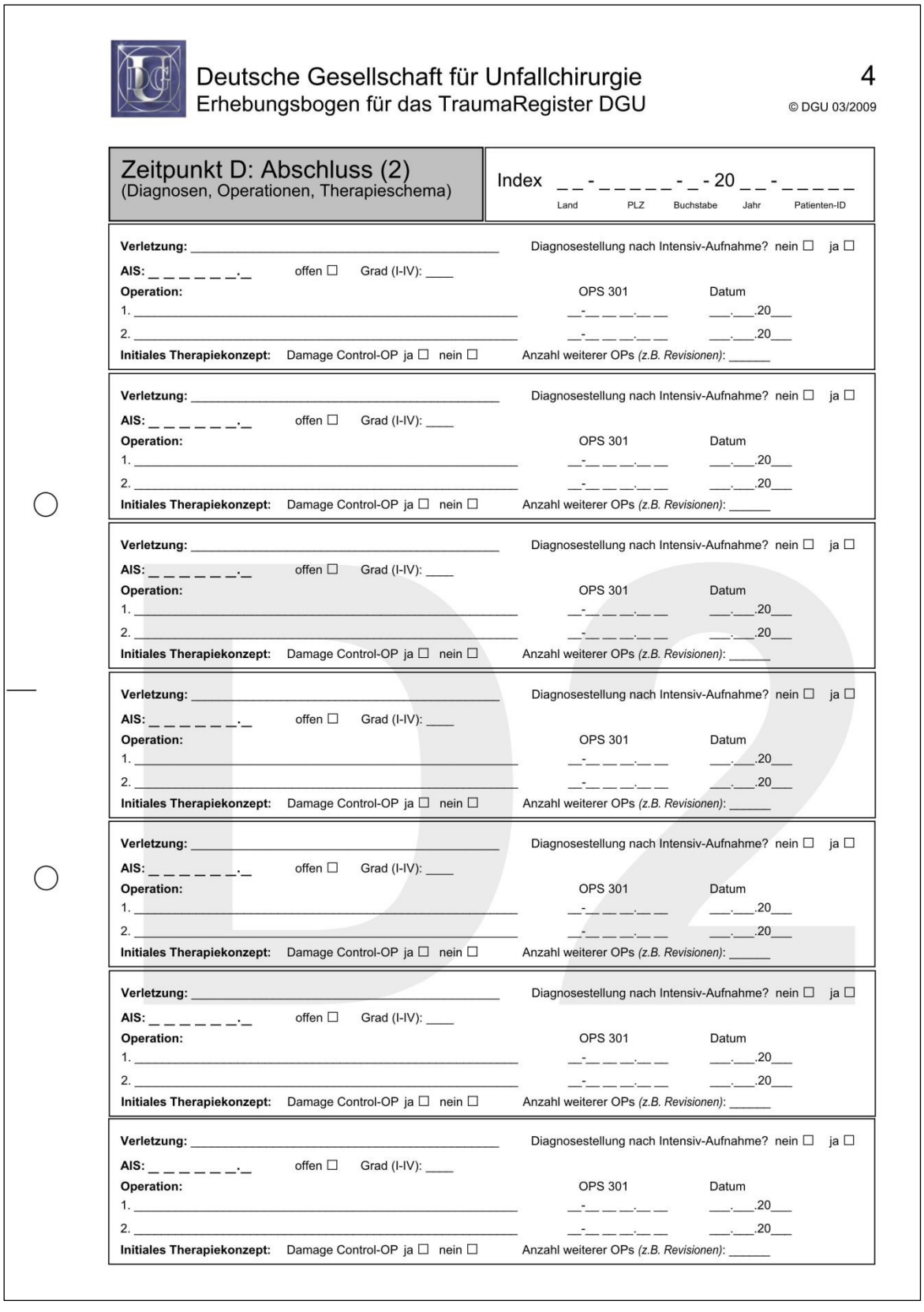
DRG-Nr.:
_____

Aufwandpunkte Intensivmedizin:
_____

Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse

☐ keine
☐ Herzinfarkt
☐ Lungenembolie
☐ Tiefe Beinvenenthrombose
☐ Apoplex
☐ Andere thromboemoblische Ereignisse

Bestand Thromboseprophylaxe: nein ☐ ja ☐



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU

4

© DGU 03/2009

Zeitpunkt D: Abschluss (2)
(Diagnosen, Operationen, Therapieschema)

Index __ __ - _ _ _ _ _ - _ - 20 _ _ - _ _ _ _ _
Land PLZ Buchstabe Jahr Patienten-ID

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Verletzung: _____ Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein ☐ ja ☐

AIS: _ _ _ _ _ _._ offen ☐ Grad (I-IV): ____

Operation: OPS 301 Datum

1. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___
2. _____ __-__ __ __.__ __ ___.___.20___

Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja ☐ nein ☐ Anzahl weiterer OPs *(z.B. Revisionen)*: _____

Quelle: Th. Paffrath und R. Lefering, Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung NIS, *Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU,* 2009

Anhang III: Tabellarische Zusammenfassung der Zeitintervalle

Legende:

AM	=	Arithmetisches Mittel
CT	=	Computertomographie bzw. Computertomograph
FAST	=	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GCS	=	Glasgow Coma Scale
ISS	=	Injury Severity Score
Max	=	Maximalwert
Min	=	Minimalwert
N	=	Anzahl
N0	=	Nullhypothese
p	=	Signifikanzniveau
P25%	=	25 % Perzentil
P75%	=	75 % Perzentil
SD	=	Standardabweichung bzw. standard deviation
SR	=	Schockraum

Schichtung	**SR/Jahr**	**Ankunft - FAST**								**Mann-Whitney-U-Test** N0: Keine Veränderung des Zeitbedarfs
		N	**Median**	**P25%**	**P75%**	**AM**	SD	Min	Max	p = 0,05
alle ISS	alter Schockraum 05 - 07	279	**0:05**	**0:04**	**0:05**	**0:05**	0:03	0:02	0:40	0,043
	neuer Schockraum 09	72	**0:05**	**0:03**	**0:05**	**0:04**	0:02	0:00	0:15	
ISS < 16	alter Schockraum 05 - 07	103	**0:05**	**0:04**	**0:05**	**0:05**	0:03	0:02	0:40	0,002
	neuer Schockraum 09	32	**0:04**	**0:03**	**0:05**	**0:03**	0:01	0:00	0:08	
ISS ≥ 16	alter Schockraum 05 - 07	176	**0:05**	**0:04**	**0:05**	**0:05**	0:02	0:02	0:24	0,901
	neuer Schockraum 09	40	**0:05**	**0:03**	**0:06**	**0:05**	0:02	0:01	0:15	
ISS ≥ 25	alter Schockraum 05 - 07	103	**0:05**	**0:04**	**0:05**	**0:05**	0:02	0:02	0:24	0,022
	neuer Schockraum 09	18	**0:05**	**0:05**	**0:07**	**0:06**	0:03	0:02	0:15	
GCS ≤ 8	alter Schockraum 05 - 07	193	**0:05**	**0:04**	**0:05**	**0:05**	0:02	0:02	0:24	0,044
	neuer Schockraum 09	57	**0:05**	**0:03**	**0:05**	**0:04**	0:02	0:00	0:15	
GCS > 8	alter Schockraum 05 - 07	86	**0:05**	**0:05**	**0:05**	**0:05**	0:04	0:02	0:40	0,815
	neuer Schockraum 09	15	**0:05**	**0:03**	**0:06**	**0:04**	0:02	0:01	0:10	
Schichtung	**SR/Jahr**	**Ankunft - CT**								**Mann-Whitney-U-Test**
		N	**Median**	**P25%**	**P75%**	**AM**	SD	Min	Max	p = 0,05
alle ISS	alter Schockraum 05 - 07	269	**0:30**	**0:20**	**0:40**	**0:35**	0:27	0:05	4:00	0,000
	neuer Schockraum 09	105	**0:12**	**0:08**	**0:17**	**0:13**	0:10	0:00	1:17	
ISS < 16	alter Schockraum 05 - 07	89	**0:30**	**0:20**	**0:40**	**0:31**	0:18	0:10	2:45	0,000
	neuer Schockraum 09	50	**0:11**	**0:06**	**0:15**	**0:11**	0:06	0:00	0:31	
ISS ≥ 16	alter Schockraum 05 - 07	180	**0:31**	**0:24**	**0:40**	**0:37**	0:31	0:05	4:00	0,000
	neuer Schockraum 09	55	**0:15**	**0:08**	**0:19**	**0:15**	0:12	0:00	1:07	
ISS ≥ 25	alter Schockraum 05 - 07	102	**0:30**	**0:20**	**0:40**	**0:34**	0:27	0:05	3:59	0,000
	neuer Schockraum 09	24	**0:15**	**0:08**	**0:18**	**0:16**	0:13	0:01	1:07	
GCS ≤ 8	alter Schockraum 05 - 07	196	**0:30**	**0:20**	**0:40**	**0:35**	0:29	0:05	4:00	0,000
	neuer Schockraum 09	81	**0:12**	**0:08**	**0:17**	**0:14**	0:10	0:00	1:07	
GCS > 8	alter Schockraum 05 - 07	73	**0:32**	**0:23**	**0:40**	**0:35**	0:22	0:10	2:45	0,000
	neuer Schockraum 09	24	**0:10**	**0:05**	**0:15**	**0:11**	0:07	0:00	0:33	

Fortsetzung siehe folgende Seite

Schichtung	SR/Jahr	CT - SR Ende								Mann-Whitney-U-Test
		N	**Median**	**P25%**	**P75%**	**AM**	SD	Min	Max	p = 0,05
alle ISS	alter Schockraum 05 - 07	246	**0:54**	**0:35**	**1:15**	**1:00**	0:37	0:00	3:04	0,024
	neuer Schockraum 09	104	**0:49**	**0:27**	**1:05**	**0:49**	0:31	0:05	3:07	
ISS < 16	alter Schockraum 05 - 07	85	**0:50**	**0:30**	**1:05**	**0:58**	0:39	0:00	3:00	0,443
	neuer Schockraum 09	49	**0:45**	**0:30**	**1:07**	**0:51**	0:30	0:08	2:45	
ISS ≥ 16	alter Schockraum 05 - 07	161	**0:55**	**0:35**	**1:15**	**1:01**	0:36	0:11	3:04	0,023
	neuer Schockraum 09	55	**0:42**	**0:26**	**1:04**	**0:48**	0:32	0:05	3:07	
ISS ≥ 25	alter Schockraum 05 - 07	89	**0:56**	**0:35**	**1:16**	**1:00**	0:34	0:11	2:57	0,009
	neuer Schockraum 09	24	**0:33**	**0:25**	**0:56**	**0:42**	0:25	0:08	1:45	
GCS ≤ 8	alter Schockraum 05 - 07	180	**0:55**	**0:35**	**1:15**	**1:00**	0:36	0:00	3:04	0,020
	neuer Schockraum 09	81	**0:42**	**0:25**	**1:05**	**0:49**	0:33	0:05	3:07	
GCS > 8	alter Schockraum 05 - 07	66	**0:47**	**0:30**	**1:15**	**0:59**	0:40	0:00	2:57	0,708
	neuer Schockraum 09	23	**0:48**	**0:31**	**1:07**	**0:51**	0:24	0:14	1:49	
Schichtung	**SR/Jahr**	**Gesamtzeit**								**Mann-Whitney-U-Test**
		N	**Median**	**P25%**	**P75%**	**AM**	SD	Min	Max	p = 0,05
alle ISS	alter Schockraum 05 - 07	293	**1:20**	**1:00**	**1:45**	**1:26**	0:42	0:10	4:00	0,000
	neuer Schockraum 09	115	**0:57**	**0:35**	**1:17**	**1:01**	0:33	0:05	3:10	
ISS < 16	alter Schockraum 05 - 07	111	**1:10**	**0:56**	**1:34**	**1:21**	0:42	0:15	4:00	0,000
	neuer Schockraum 09	58	**0:54**	**0:33**	**1:19**	**0:56**	0:32	0:05	3:10	
ISS ≥ 16	alter Schockraum 05 - 07	182	**1:25**	**1:00**	**1:50**	**1:29**	0:42	0:10	3:45	0,000
	neuer Schockraum 09	57	**1:01**	**0:40**	**1:17**	**1:05**	0:33	0:22	3:08	
ISS ≥ 25	alter Schockraum 05 - 07	100	**1:30**	**1:02**	**1:50**	**1:30**	0:39	0:15	3:45	0,001
	neuer Schockraum 09	25	**1:00**	**0:35**	**1:10**	**1:01**	0:31	0:22	3:15	
GCS ≤ 8	alter Schockraum 05 - 07	199	**1:20**	**1:00**	**1:45**	**1:27**	0:41	0:10	3:45	0,000
	neuer Schockraum 09	88	**0:57**	**0:35**	**1:19**	**1:02**	0:35	0:05	3:10	
GCS > 8	alter Schockraum 05 - 07	94	**1:10**	**0:50**	**1:45**	**1:23**	0:44	0:15	4:00	0,005
	neuer Schockraum 09	27	**0:57**	**0:40**	**1:10**	**0:57**	0:25	0:13	1:51	

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Florian Gebhard und Herrn Dr. Christoph Riepl für die freundliche Überlassung des Themas und die ausgezeichnete Betreuung und Zusammenarbeit von den ersten Aufzeichnungen bis zur Fertigstellung der Arbeit. Für die stetige Unterstützung im Rahmen meiner wissenschaftlichen und klinischen Ausbildung möchte ich mich sehr herzlich bedanken.

Großer Dank gebührt ebenfalls allen Ärzten und Pflegekräften, die in der chirurgischen Ambulanz und im Schockraum des Universitätsklinikums Ulm tätig sind. Durch die Möglichkeit der Teilnahme an Schockraumeinsätzen zu jeder Zeit und die unermüdliche Hilfsbereitschaft bei der Beantwortung anfallender Fragen konnte diese Arbeit überhaupt erst entstehen.

Herrn Prof. Dr. Manfred Weiß und dem gesamten Team der anästhesiologischen Intensivmedizin möchte ich vielmals für die sehr gute Zusammenarbeit, insbesondere bei der Berechnung von intensivmedizinischen Scores, danken.

Für die Korrektur des Manuskripts und die wertvollen Hinweise zur Verbesserung der Übersichtlichkeit danke ich sehr herzlich meiner Freundin Claudia Lohmann und meinem Vater Jürgen Junghanns.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich meinen Eltern, Monika und Jürgen Junghanns, für die jahrelange Motivation, Unterstützung und Ermöglichung meiner beruflichen Ausbildung aussprechen. Vielen, vielen Dank.

Lebenslauf

- Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt -

Publikation

Die vorliegende Dissertation führte zu folgender Publikation:

Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie
Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

Verkürzte Schockraumzeiten bei Traumapatienten durch vor Ort integrierte Computertomografie

Reduced Emergency Room Time for Trauma Patients by Integrated CT

C. Riepl, A. Junghanns, F. Gebhard, M. Kraus

Z Orthop Unfall 2013; 151(2): 168-172

DOI: 10.1055/s-0032-1328403