

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik
Department für Orthopädie und Traumatologie
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau



Prospektive Evaluation der primären Schockraumphase beim polytraumatisierten Patienten

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau

vorgelegt 2010

von Tobias Joachim Risch
geboren in Emmendingen

Dekan: Herr Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Hubert Erich Blum
Medizinische Fakultät der Universität Freiburg

1. Gutachter: Herr PD Dr. med. Peter Strohm
Department für Orthopädie und Traumatologie
der Chirurgischen Universitätsklinik Freiburg

2. Gutachter: Herr PD Dr. med. Holger Bannasch
Abteilung für Plastische und Handchirurgie
der Chirurgischen Universitätsklinik Freiburg

Jahr der Promotion: 2011

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	7
2 Wissenschaftliche Grundlagen	8
2.1 Begriffsdefinition Polytrauma	8
2.2 Epidemiologie des Polytraumas	8
2.3 Traumascores	10
2.3.1 Glasgow coma scale	11
2.3.2 Abbreviated Injury Scale	12
2.3.3 Injury Severity Score	12
2.3.4 New Injury Severity Score	13
2.3.5 Polytraumaschlüssel	13
2.4 Verletzungslokalisation und Organläsionen	14
2.4.1 Schädel	14
2.4.2 Thorax	14
2.4.3 Abdomen	15
2.4.4 Becken	15
2.4.5 Wirbelsäule	15
2.4.6 Extremitäten	16
2.5 Polytraumaversorgung	16
2.5.1 Stand der Polytraumaversorgung in Deutschland	16
2.5.2 Aktuelle Konzepte und Algorithmen im Polytrauma-Management	17
2.5.2.1 Advanced-Trauma-Life-Support (ATLS)	17
2.5.2.2 Algorithmus für das Schockraum-Management beim Polytrauma nach Nast-Kolb	19
2.5.2.3 Weiterführende Konzepte	20
	3

2.5.3	Tetanusprophylaxe	20
2.5.4	Anforderungen an die frühe klinische Polytraumaversorgung	22
2.5.4.1	Räumliche und materielle Voraussetzungen	22
2.5.4.2	Behandlungsteam	22
2.5.4.3	Organisation der Schockraumversorgung	23
2.5.4.4	Weitere notwendige Vorhaltungen	23
2.5.5	Kostenfaktor Polytrauma	23
3	Das Freiburger Schockraum-Management	24
3.1	Patientenaufkommen	24
3.2	Räumliche Gegebenheiten	25
3.3	Schockraum-Management	26
3.3.1	Personelle und strukturelle Voraussetzungen	26
3.3.2	Versorgungsphasen	27
3.3.2.1	Die Rote Phase	28
3.3.2.2	Die Gelbe Phase	28
3.3.2.3	Die Grüne Phase	29
4	Material und Methoden	30
4.1	Patientenkollektiv	30
4.2	Dokumentation	31
4.3	Alarmierung der Doktoranden	32
4.4	Durchführung	33
4.5	Auswertung	35
5	Ergebnisse	36
5.1	Epidemiologische Daten	36

5.1.1	Allgemeine Patientendaten	37
5.1.2	Unfallarten	38
5.2	Verletzungsmuster	39
5.2.1	Verletzungsschwere	39
5.2.2	Häufigste Verletzungen	40
5.3	Versorgungsdauer	41
5.4	Dokumentierte Zeiten und Maßnahmen der einzelnen Phasen	42
5.4.1	Rote Phase	42
5.4.2	Gelbe Phase	44
5.4.3	Grüne Phase	46
5.5	Verbleib der Patienten nach Abschluss der Schockraumphase	47
6	Diskussion	48
6.1	Alarmierungsschwierigkeiten	48
6.2	Aussagekraft und Vergleich der Ergebnisse mit Daten der DGU	49
6.3	Evaluation und Diskussion der Einhaltung der selbst vorgegebenen Zeiten	50
6.4	Tetanusprophylaxe	56
7	Zusammenfassung	59
8	Anhang	60
8.1	Präsentation des Freiburger Schockraum-Managements	60
8.2	Dokumentationsbögen	64
9	Literaturverzeichnis	66
10	Danksagung	76

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Regierungsbezirk Freiburg mit Einzugsgebiet Schockraum Freiburg	26
Abb. 2: Der Schockraum der chirurgischen Poliklinik des Universitätsklinikums Freiburg	28
Abb. 3: Versorgungsphasen im Schockraum Freiburg	32
Abb. 4: Zur Arbeitsdiagnose Polytrauma führende Unfallhergänge	33
Abb. 5: Altersverteilung der dokumentierten Patienten	40
Abb. 6: Geschlechterverteilung	41
Abb. 7: Unfallarten	42
Abb. 8: Mediane Dauer bis zum Abschluss der häufigsten innerhalb der Roten Phase durchgeführten Maßnahmen	48

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Prozentuale Verteilung der Verletzungen AIS ≥ 3 in Bezug auf die AIS-Körperregionen und am häufigsten dokumentierte Verletzungen dieser Regionen	44
Tab. 2: Dauer der Versorgungsphasen in Minuten	45
Tab. 3: Dauer der wichtigsten Untersuchungen	49

1 Einleitung

„Unfälle ereignen sich an jedem Ort und zu jeder Zeit. Sie treffen – plötzlich, ungeplant und unvorhersehbar – Menschen jeden Alters und in unterschiedlichen Gesundheitszuständen.“ Mit diesen Sätzen beginnt das „Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung“, im Jahr 2006 herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU), das „Empfehlungen zur Struktur, Organisation und Ausstattung der Schwerverletzten-Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland“ enthält [81].

In Deutschland erleiden ca. 35.300 Menschen, meist im Rahmen von Verkehrsunfällen oder Stürzen eine schwere Mehrfachverletzung [30, 47]. Von diesen werden geschätzt 8000 Patienten pro Jahr in Kliniken behandelt [30]. Längst ist bekannt, dass ein standardisiertes Schockraum-Management die Behandlungsabläufe wesentlich verbessern kann [29, 37, 75, 79]. So konnte die Sterblichkeit polytraumatisierter Patienten durch verbesserte Standards und Einführung definierter Algorithmen im Polytrauma-Management von etwa 40 % in den 1970er Jahren auf etwa 10 % im Jahr 2000 gesenkt werden [72].

Der im Schockraum-Management der chirurgischen Poliklinik des Universitätsklinikums Freiburg im Breisgau durchgeführte Polytrauma-Algorithmus orientiert sich an verschiedenen aktuellen Konzepten der Polytraumaversorgung, wie den Leitlinien zur Polytraumaversorgung der DGU und dem Advanced Trauma Life Support (ATLS), angepasst an die örtlichen Gegebenheiten.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Evaluation der primären Schockraumphase bei der Versorgung polytraumatisierter Patienten gemäß diesem klinikeigenen Algorithmus, insbesondere hinsichtlich der Umsetzbarkeit der in diesem Konzept vorgesehenen Zeiten zur Durchführung der verschiedenen notwendigen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen.

2 Wissenschaftliche Grundlagen

2.1 Begriffsdefinition Polytrauma

Nach Tscherne ist das Polytrauma definiert als gleichzeitig entstandene Verletzungen mindestens zweier unterschiedlicher Körperregionen, die einzeln für sich oder in ihrer Kombination lebensbedrohlich sind [91]. Trentz legt in seiner Definition außerdem Wert auf die dem Trauma zeitlich folgenden Systemreaktionen. Bei ihm ist das Polytrauma ein „Syndrom von mehrfachen Verletzungen von definiertem Schweregrad (Injury Severity Score $ISS \geq 17$) mit konsekutiven systemischen Reaktionen, die zu Dysfunktion oder Versagen von entfernten, primär nicht verletzten Organen oder Organsystemen mit vitaler Bedrohung führen können.“ [89].

Die DGU definiert in ihrer Leitlinie zur Polytraumaversorgung das Polytrauma entsprechend den Definitionen von Tscherne und Trentz als eine „Verletzung mehrerer Körperregionen oder von Organsystemen, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer Verletzungen vital bedrohlich ist“, außerdem „mit einer Verletzungsschwere nach Injury Severity Score (ISS) > 16 Pkt.“. Die DGU grenzt hierbei das Poly- vom Barytrauma ab [30].

Im Gegensatz zum Polytrauma bezeichnet der Begriff Barytrauma eine schwere Monoverletzung einer Körperregion, die lebensbedrohlich ist und Funktionsstörungen nicht traumatisierter Organe nach sich ziehen kann [63].

2.2 Epidemiologie des Polytraumas

In der Bundesrepublik Deutschland ereignen sich jährlich etwa acht Millionen Unfälle. Sie stellen bei Kindern und jungen Erwachsenen bis zum 25. Lebensjahr, bei Männern sogar bis zum 35. Lebensjahr, die häufigste Todesursache dar. Im Jahr 2004 starben insgesamt knapp 20.000 Menschen in Deutschland an den Folgen eines Unfalls [14].

Verkehrsunfälle stehen, bezogen auf die Gesamtheit aller Unfälle, bezüglich ihrer Häufigkeit mit 8,5 % zwar nur an dritter Stelle, in Bezug auf die Verletzungsschwere führen sie allerdings die Unfallstatistik an [37]. Laut Statistischem Bundesamt Deutschland wurden im

Jahr 2006 2.235.318 Verkehrsunfälle polizeilich erfasst. Hieraus resultierten insgesamt 427.428 verletzte Personen. 5.091 von ihnen wurden tödlich, 74.502 schwer und 347.835 leicht verletzt [83]. Die Definition „schwer verletzt“ ergab sich dabei aus der stationären Aufnahme in ein Krankenhaus für die Dauer von mindestens 24 Stunden unmittelbar nach dem Unfallgeschehen.

Die Zahl der Haus- und Freizeitunfälle in Deutschland liegt etwas mehr als doppelt so hoch wie die Zahl der Verkehrsunfälle. Für sie existiert allerdings keine gesetzliche Grundlage zur Datenerhebung. Verfügbare Daten beruhen auf repräsentativen Haushaltsbefragungen durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Letztmalig wurde eine solche in den Jahren 2000/01 durchgeführt. Hochgerechnet auf die deutsche Gesamtpopulation ereigneten sich danach im Jahr 2000 rund 5,36 Millionen Unfälle zu Hause oder in der Freizeit. Dies entspricht einer Unfallquote von 65 pro 1.000 Einwohner. Differenziert man nach Altersgruppen und Geschlecht zeigt sich, dass das Unfallrisiko in der Gruppe der 15- bis 24-Jährigen am höchsten ist (Unfallquote 91 pro 1.000). Es folgen die 25- bis 34-Jährigen und die 35- bis 44-Jährigen mit 74 bzw. 72 pro 1.000. Das höchste Unfallrisiko besteht für Männer bei den 15- bis 24-Jährigen und für Frauen bei den 55- bis 64-Jährigen [15].

Arbeitsunfälle folgen in ihrer Häufigkeit den Unfällen im Haus und in der Freizeit. Im Jahr 2003 wurden insgesamt 1.142.775 meldepflichtige Arbeitsunfälle dokumentiert. 1.029 davon gingen tödlich aus [16].

Im Gegensatz zu den oben angeführten detaillierten Statistiken über die Verkehrs-, Arbeits- und Wegeunfälle existiert in Deutschland keine Morbiditätsstatistik, die alle Unfälle erfasst. Somit kann nur über die Durchführung klinisch-statistischer Studien abgeschätzt und hochgerechnet werden, wie viele der oben genannten acht Millionen Verunfallten pro Jahr in Deutschland eine schwere Mehrfachverletzung erleiden. Nach unterschiedlichen Berechnungen erleiden etwa 33.000–39.000 Personen pro Jahr ein Polytrauma nach der Definition $ISS > 16$ [36, 47, 54]. Kühne et al. errechneten auf Basis der über das Traumaregister der Arbeitsgemeinschaft Polytrauma (AG Polytrauma, heute Sektion NIS) der DGU für das Jahr 2005 erhobenen Daten die Zahl von ca. 35.300 polytraumatisierten Patienten pro Jahr [47]. Nach Schätzungen von Haas et al. kann von ca. 32.500 Polytraumatisierten ausgegangen werden [36].

Liener et al. kamen in einer Hochrechnung, basierend auf der in ihrer geographischen Untersuchungsregion dokumentierten Inzidenz schwerer Verletzungen, auf 38.782 Polytraumata pro Jahr für Deutschland [54].

Bei den zum Polytrauma führenden Unfallarten stehen Verkehrsunfälle an erster Stelle (55,3 – 65,0 %), gefolgt von akzidentellen Stürzen (11,0 – 14,0 %) bzw. suizidalen Sprüngen (4,3 – 13 %) aus großer Höhe (Stürze/ Sprünge gesamt 18,1 – 25,0 %), Gewaltdelikten (8,4 %), Zugunfällen (2,7 – 8,0 %) und Sportunfällen (1,2 %) [06, 34, 76]. Andere, nicht so häufige Unfallarten, sind z.B. sonstige suizidale Handlungen, Verschüttung, Katastrophen und Kriegseinwirkungen [30].

In den gesichteten epidemiologischen Untersuchungen zeigt sich, mit etwa 70 – 79,3%, eine deutliche Dominanz der Männer gegenüber den Frauen. Das Durchschnittsalter der Verletzten beträgt 34 – 38,9 Jahre. Die durchschnittliche Verletzungsschwere wird mit einem ISS von 22,1 bis 39,5 Punkten angegeben [06, 34, 35, 54, 76]. Die Gesamtlealität mit 18,2 – 34% [06, 35, 54, 76]. Das schwere Schädel-Hirn-Trauma ist die Haupttodesursache [06, 34, 54].

2.3 Traumascores

Scoringssysteme werden in vielen Bereichen der Medizin angewandt. In der Notfall- bzw. der Akutmedizin dienen sie verschiedenen Zwecken. Sie sind zum Beispiel Entscheidungshilfe, ob eine bestimmte therapeutische Maßnahme bei einem bestimmten Patienten durchzuführen ist oder nicht. Sie werden bei der Triage angewandt, und können zur Erstellung einer Prognose bezüglich des zu erwartenden Outcomes mit herangezogen werden. In jüngster Zeit werden sie außerdem immer häufiger im Qualitätsmanagement und in der Aus- und Fortbildung eingesetzt [11, 20, 69].

Traumascors dienen zur Einschätzung der Verletzungsschwere, zum Beispiel von polytraumatisierten Patienten. Sie sollen den Vergleich großer Patientenkollektive mit unterschiedlichsten Verletzungsmustern ermöglichen. Das Prinzip des Scoring besteht darin, die unterschiedlichen Verletzungsmuster und, je nach angewandtem Score, weitere physiologische, biochemische oder sonstige Parameter zu einem Zahlenwert zu abstrahieren. Dadurch wird eine übersichtliche Vergleichbarkeit erreicht, die dann zum Beispiel eine Einteilung in Schweregrade erlaubt. Im Schockraum angewandte Scores bewerten, im

Vergleich zu auf Intensivstationen eingesetzten, nicht den betriebenen Versorgungsaufwand am Patienten, sondern die Verletzungsschwere.

Kulla et al. stellen an einen idealen Score zur Patientenbeurteilung nach Abschluss der Schockraumphase die Anforderungen einer hohen Validität bezüglich der Verletzungsschwere, einer hohen Reliabilität in Bezug auf unterschiedliche Rahmenbedingungen und einer hohen prognostischen Aussagekraft. Die zu erhebenden Rohdaten sollten leicht verfügbar sein und der Score muss leicht anwendbar sein. Er sollte für alle Verletzungsmuster und alle Patienten, gleich welchen Alters, Vorerkrankungen etc. gleich gut geeignet sein [50].

Im Folgenden werden die für diese Arbeit relevanten Traumascores vorgestellt.

2.3.1 Glasgow coma scale

Die Glasgow coma scale (GCS) wurde 1974 von Teasdale und Jennet veröffentlicht. Sie ist ein einfach zu berechnender Score zur Bewertung der zerebralen Funktion [87]. Die erreichte Punktzahl wird anhand der Parameter „Augen öffnen“, „beste verbale Reaktion“ und „beste motorische Reaktion“ bestimmt. Dabei können Werte zwischen 3 (völlig reaktionsloser Patient) und 15 Punkten (wacher kooperativer und kommunikativer Patient) erreicht werden. Somit korreliert die Verletzungsschwere indirekt mit der Punktzahl. Bei Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma wird bei einem Wert ≤ 8 im Allgemeinen von einem schweren Schädel-Hirn-Trauma ausgegangen. Obwohl die GCS von ihren Erfindern zur Verlaufsbeurteilung von stationär überwachten spontanatmenden, nicht analgosedierten, Schädelhirnverletzten gedacht war, wurde sie mittlerweile in verschiedene präklinische und innerklinische Notfalldokumentationen integriert und ist weltweit für diese Verwendung anerkannt. Es konnte allerdings, besonders bei der Anwendung in der Notfallmedizin, eine deutliche Untersucherabhängigkeit der GCS gezeigt werden [51]. Außerdem wird ihre prognostische Aussagekraft beim mittelschweren Schädel-Hirn-Trauma angezweifelt [46]. Für analgosedierte und intubiert beatmete Patienten ist die GCS im eigentlichen Sinn nicht aussagefähig.

2.3.2 Abbreviated Injury Scale

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) wurde 1971 vom Committee on Injury Scaling, das aus Mitgliedern der American Medical Association (AMA), der American Association for Automobile Medicine (AAAM) und der Society of Automotive Engineers (SAE) besteht, publiziert und bis 1998 mehrmals revidiert [24, 25, 26]. Die AIS teilt die Verletzungsschwere nach morphologischen Gesichtspunkten ein. Dazu verwendet sie einen Katalog mit 1300 systematisch aufgelisteten Verletzungsgruppen. Jeder Verletzung ist ein siebenstelliger Code zugeordnet. Die ersten sechs Stellen stehen für Parameter wie zum Beispiel die Verletzungslokalisierung. Die siebte Stelle kodiert die Verletzungsschwere und nimmt dabei Werte zwischen 1 und 6 an. Ein Wert von 1 bedeutet eine leichte, einer von 6 eine nicht überlebende Verletzung [24]. Die den einzelnen Verletzungen zugewiesenen AIS-Codes haben, für sich alleine betrachtet, noch keine Aussagekraft über die Gesamtverletzungsschwere eines Patienten. Dazu müssen sie in einem aufbauenden Traumascore wie dem Injury Severity Score (siehe unten) weiterverwandt werden. Obwohl die Anwendung der AIS relativ zeitaufwendig ist und sich auch hier eine Untersucherabhängigkeit feststellen ließ, sind die AIS-Codes die Basis für die derzeit in der Literatur am häufigsten angewendeten Scores zur Bestimmung der Verletzungsschwere polytraumatisierter Patienten [52, 56, 95].

2.3.3 Injury Severity Score

Der Injury Severity Score (ISS) wurde 1974 von Baker publiziert und ist heute der am häufigsten verwandte Score [03, 04, 52]. Er basiert auf der die Verletzungsschwere der jeweiligen Einzelverletzung kodierenden siebten Stelle des AIS-Schlüssels. Dazu teilt der ISS den Körper in sechs Regionen ein: Schädel und Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten und Weichteile. Es werden die jeweils höchsten AIS-Codes der drei am schwersten verletzten ISS-Körperregionen quadriert und dann summiert. Der ISS kann dabei Werte von 1 Punkt bei leicht und bis 75 Punkte bei schwerst mehrfach verletzten Patienten erreichen. Per Definition wird der ISS-Wert ebenfalls = 75 gesetzt, sobald eine ISS-Körperregion mit einem AIS-Code von 6 bewertet wurde. Der ISS zeigt eine sehr gute Korrelation mit der Mortalität, Morbidität, Krankenhausaufenthaltsdauer und anderen Scoring-Systemen [03, 04, 52], hat jedoch Schwächen in der Beurteilung von Patienten mit

schweren Schädel-Hirn-Trauma und von Patienten, die über 75 Jahre alt sind. In beiden Gruppen wird die Verletzungsschwere systematisch unterbewertet [31].

2.3.4 New Injury Severity Score

Der New Injury Severity Score (NISS) wurde 1997 von Osler et. al als Modifikation des oben beschriebenen ISS publiziert [65]. Durch die Änderungen sollen Schwächen des ISS verbessert werden. Wie zur Berechnung des ISS werden die AIS-Codes der drei schwersten Verletzungen des Patienten quadriert und summiert. Allerdings lässt der NISS dabei die Lokalisation außer Acht, sodass auch mehrere schwere Verletzungen derselben ISS-Körperregion ins Gewicht fallen können. Dadurch wird eine höher bewertete Verletzungsschwere erreicht. Diese entspricht sowohl dem zu erwartenden höheren Versorgungsaufwand als auch einem eventuell schlechteren Outcome. Besonders bei Polytraumatisierten mit multiplen Extremitätenverletzungen, wie etwa Verschütteten oder Einklemmten, wird dies deutlich. Hier konnte eine erhöhte Sensitivität und Spezifität gegenüber dem ISS gezeigt werden [13]. Auch in Bezug auf zu erwartende Komplikationen deutet sich eine höhere Vorhersagekraft des NISS gegenüber des ISS an [05, 42].

2.3.5 Polytraumaschlüssel

Der Polytraumaschlüssel (PTS) wurde in Deutschland entwickelt und 1985 von Oestern et al. veröffentlicht [64]. Der Score bewertet die Gesamtverletzungsschwere anhand der Bewertung von Verletzungen in fünf Körperregionen und berücksichtigt zudem das Alter des Patienten. Die Punktwerte zur Bewertung der Verletzungen in den Körperregionen Schädel, Thorax, Abdomen, Extremitäten und Becken entsprechen ihrem durch Diskriminanzanalyse ermittelten Einfluss auf die Letalität. Nachdem die Punktwerte der Verletzungen summiert wurden, geht das Alter des Patienten mit einem weiteren Punktwert in die Berechnung ein. Auf Basis des so ermittelten Gesamtpunktwertes erfolgt eine Einteilung der Patienten in insgesamt vier Schweregrade, aus der sich eine Vorhersage bezüglich der Letalität ableiten lässt. Im Vergleich zum AIS erscheint der PTS praktikabler, da bei vergleichbarer prognostischer Vorhersagekraft wesentlich weniger Einzelverletzungen bewertet werden müssen. Trotzdem konnte er sich international nicht durchsetzen [10].

2.4 Verletzungslokalisation und Organläsionen

Aus den in Kapitel 2.2 genannten Unfallarten ergeben sich unterschiedliche Unfallmechanismen, wie zum Beispiel das Dezelerationstrauma, Absturztrauma, Überrolltrauma, Quetschtrauma, Ausrissverletzungen, penetrierende Verletzungen, Explosionsverletzungen, thermische Verletzungen, chemische oder Strahlenverletzungen. Hieraus resultieren unterschiedliche Verletzungsmuster beim polytraumatisierten Patienten. Einfach ausgedrückt handelt sich um kombinierte Verletzungen der drei Körperhöhlen Schädel, Brustkorb und Bauch, des Achsenorgans mit Wirbelsäule und Rückenmark und des Stütz- und Bewegungsapparates [30].

Insgesamt sind in Deutschland bzw. dem westeuropäischen Raum stumpfe Traumata mit über 90 % deutlich häufiger als penetrierende [06, 30, 77].

2.4.1 Schädel

Eine Kopfverletzung erleiden 51 – 76,3 % der Patienten [34, 35, 54, 76]. Etwa 39,2 – 50,1 % erleiden ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit einem AIS ≥ 3 [06, 54], davon sind besonders häufig Fußgänger betroffen [06, 76]. Bei Kindern und alten Patienten ist das Schädel-Hirn-Trauma die am häufigsten anzutreffende Verletzung [06, 34]. Ein schweres Schädel-Hirn-Trauma ist ein wesentlicher Faktor bezüglich der Letalität [06, 34, 54].

2.4.2 Thorax

Thoraxverletzungen finden sich in 53,4 – 66,2 % der Fälle [34, 35, 54, 76]. Das stumpfe Thoraxtrauma überwiegt in Deutschland gegenüber penetrierenden Verletzungen deutlich [54]. Die häufigste Verletzung ist die Lungenkontusion bzw. Rippenfraktur gefolgt vom Pneumothorax [54, 58]. Seltener Verletzungen sind unter anderen Sternumfrakturen [58] oder Aortenläsionen [54]. 90 % der Thoraxtraumata entstehen bei Verkehrsunfällen [97]. Besonders hoch ist das Risiko für Fahrzeuginsassen [06], vor allem beim seitlichen Aufprall mit einem PKW gegen ein Hindernis [76]. Ein relevantes Thoraxtrauma mit AIS ≥ 3 erleiden etwa 45 % [06, 54]. Schwere Thoraxtraumata sind zu 70 – 90 % mit anderen Verletzungen vergesellschaftet [97]. Mit steigender thorakaler Verletzungsschwere nimmt die Letalität

deutlich zu [06]. Vécsei et al. kamen auf eine Sterblichkeitsrate von 34,3 % für Polytraumatisierte mit Thoraxtrauma und 21,3 % für Polytraumatisierte ohne Thoraxtrauma. Die Letalität für alle in die Studie eingeschlossenen Polytraumata betrug 29,9 % [92]. Thorax und Schädel sind die beiden am häufigsten betroffenen Organsysteme [34, 35, 54, 76].

2.4.3 Abdomen

Verletzungen im Bereich des Abdomen erleiden 29,3 – 43 % [34, 35, 54, 76]. Schwere Traumata mit AIS ≥ 3 etwa 18,9 % [06]. Es finden sich ebenfalls deutlich überwiegend stumpfe gegenüber penetrierenden Traumata [54, 61]. Die am häufigsten betroffenen Organe sind mit jeweils etwa 40 – 50 % die Milz und die Leber [06, 58]. Nierenverletzungen finden sich in etwa 10 – 15 % der Fälle [06, 07, 44]. Verletzungen des Darms oder des Mesenteriums finden sich in etwa 3 – 7 % der Fälle [62]. Eine relativ hohe Rate an abdominellen Traumata findet sich bei Suizidversuchen [06].

Das Bauchtrauma stellt beinahe genauso häufig wie ein schweres Schädel-Hirn-Trauma die Todesursache dar [61].

2.4.4 Becken

Beckenverletzungen werden mit einer Häufigkeit von 15,5 – 41 % angegeben [06, 34, 54, 76]. Etwa 7 % der Patienten erleiden eine schwere Beckenfraktur mit AIS > 4 [06]. Ein besonders hohes Risiko bergen Sprünge aus großer Höhe und Zugunfälle sowie seitliche PKW-Unfälle [76].

2.4.5 Wirbelsäule

Die Wirbelsäule wird bei 16 – 24,8 % der polytraumatisierten Patienten verletzt [06, 34, 54, 76]. Am häufigsten sind Lendenwirbelkörperbrüche [06]. Patienten nach Stürzen und Sprüngen aus großer Höhe sind besonders häufig von Wirbelsäulenverletzungen betroffen [76].

2.4.6 Extremitäten

Verletzungen der Extremitäten finden sich in 59,4 – 76 % der Fälle [06, 34, 35, 54]. Verletzungen mit AIS ≥ 3 in 42,1 % der Fälle [06]. Es dominieren Verletzungen der unteren Extremität. Geschlossene Frakturen sind häufiger als offene [06, 34, 54, 76]. Besonders häufig sind Verkehrsunfallverletzte, besonders Zweiradfahrer und Suizidenten betroffen [06, 34].

2.5 Polytraumaversorgung

2.5.1 Stand der Polytraumaversorgung in Deutschland

Die Sterblichkeit polytraumatisierter Patienten konnte durch verbesserte Standards und die Einführung definierter Algorithmen im Polytrauma-Management von etwa 40 % in den 1970er Jahren auf etwa 10 % im Jahr 2000 gesenkt werden [72].

In Deutschland stehen zur Versorgung Polytraumatisierter derzeit etwas über 100 Krankenhäuser der Maximalversorgung entsprechend dem amerikanischen Trauma-Center Level I und II und etwas mehr als 200 Häuser der Schwerpunktversorgung (Trauma-Center Level III) zur Verfügung. Es bestehen allerdings noch große regionale Unterschiede in der präklinischen und klinischen Versorgung polytraumatisierter Patienten. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die inhomogenen geographischen und infrastrukturellen Voraussetzungen. So bestehen zwischen den Bundesländern zum Beispiel große Differenzen in der Anzahl der Kliniken der Maximal- und Schwerpunktversorgung pro Einwohner, im vorhandenen ausgebauten Straßennetz oder der Größe der Versorgungsfläche von Notarzt- und Luftrettungsstandorten. Besonders die neuen Bundesländer sind noch weit von einer optimalen Infrastruktur zur Versorgung Polytraumatisierter entfernt [47]. Ein anderer Grund sind verschiedene lokale Versorgungssysteme mit nicht einheitlichen Behandlungskonzepten [73]. Biewener et al. zeigten dies in einer Analyse zur Qualität der Polytraumaversorgung bezogen auf die Versorgungsstufe des Zielkrankenhauses. Patienten die in Häusern der Grund- und Regelversorgung behandelt worden waren, zeigten eine signifikant höhere Sterblichkeit als solche, die in Häusern der Maximalversorgung eintrafen [08].

Längst ist bekannt, dass ein standardisiertes Schockraum-Management die Behandlungsabläufe wesentlich verbessern kann [29, 37, 75, 79]. In den USA wurde eine Steigerung der Versorgungsqualität durch Einrichtung regionalisierter Traumasysteme erreicht [18, 21, 57]. Die Letalität der Patienten mit schweren Traumata konnte dadurch um bis zu 20 % gesenkt werden [43, 80]. Experten fordern daher die flächendeckende Einführung standardisierter Algorithmen im Schockraum-Management mit weitestgehender Vereinheitlichung der strukturellen Voraussetzungen und personellen Qualifikation sowie eine Anpassung der Versorgungsstrukturen an regionale infrastrukturelle Gegebenheiten, etwa durch Vernetzung regionaler Krankenhäuser im Sinne der amerikanischen Traumasysteme [47, 86]. Dazu wurde von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie ein Konsenspapier publiziert, das sogenannte Weißbuch [81].

2.5.2 Aktuelle Konzepte und Algorithmen im Polytrauma-Management

2.5.2.1 Advanced-Trauma-Life-Support (ATLS)

Das ATLS entstand auf Initiative des Chirurgen Dr. James Styner, der mit seiner Familie 1976 bei einem Absturz mit einem Kleinflugzeug in Nebraska schwer verletzt wurde. Die in der erstversorgenden Klinik erhaltene Versorgung empfand er als völlig unzureichend. Daher begann er sich für die Verbesserung der Traumaversorgung, zunächst in Nebraska, einzusetzen. Er hatte die Idee, ein allgemeines Konzept als Algorithmus für die Traumaversorgung zu erstellen, was jedem Krankenhaus – egal welcher Versorgungsstufe – eine suffiziente Erstbehandlung von Traumapatienten ermöglichen sollte [22, 23]. Aufgrund seines Engagements entstand Ende der 70er Jahre das ATLS-Kursformat als erstes systematisches Trainingsprogramm für frühes klinisches Traumamanagement [22].

ATLS ist ein einfach strukturiertes Konzept, das klare diagnostische und therapeutische Prioritäten in der frühen Phase der klinischen Traumaversorgung festlegt. Dabei soll der Zustand des Patienten anhand der strukturierten Evaluation seiner Vitalparameter zügig eingeschätzt werden. Das grundsätzliche Vorgehen richtet sich nach dem folgenden ABCDE-Konzept, wodurch sichergestellt werden soll, dass lebensbedrohliche Verletzungen möglichst früh erkannt und dementsprechend behandelt werden („treat first what kills first“):

- A – Airway with cervical spine protection (Atemwege sichern)
- B – Breathing (Atmung)
- C – Circulation and control of external bleeding (Kreislauf und Blutungskontrolle)
- D – Disability (Neurologie)
- E – Exposure and Environment (Entkleidung)

Das ATLS-Konzept umfasst dabei grundsätzlich zwei Untersuchungsgänge. In der Erstuntersuchung „Primary Survey“ werden nach oben genanntem Schema die akut bedrohlichen Verletzungen rasch erfasst und umgehend, noch vor Abschluss des Untersuchungsganges, behandelt. Als ergänzende Maßnahmen der Erstuntersuchung kommen ggf. EKG, Legen eines Blasenkatheters oder definierte Röntgenaufnahmen in Frage. Zusätzlich müssen frühzeitig anhand der Einschätzung des Zustandes des Patienten die weitere Versorgung bedacht und damit auch möglichst bald eventuell notwendige Verlegungen in die Wege geleitet werden. So sollte im Idealfall schon in der Phase des „Primary Survey“, z.B. bei dem Verdacht auf ein therapiebedürftiges Schädel-Hirn-Trauma, ein geeigneter und zügiger Transport in eine Klinik mit einem Neurochirurgen organisiert werden.

Die folgende Zweituntersuchung „Secondary Survey“ beginnt erst nachdem die Erstuntersuchung und die entsprechenden lebensrettenden Sofortmaßnahmen durchgeführt und die Vitalfunktionen stabilisiert worden sind. Sie umfasst eine gründliche körperliche Untersuchung von Kopf bis Fuß und die weitere Anamneseerhebung bezüglich Unfallgeschehen und möglichen Vorerkrankungen. Ebenso werden die zusätzlichen notwendigen Untersuchungen wie Labor und eine radiologische Diagnostik einschließlich Computertomographie (CT) durchgeführt.

Dabei wird der Patient ständig anhand des ABCDE-Schemas reevaluiert um Veränderungen seines Zustandes erkennen und entsprechend reagieren zu können.

Nach Auswertung aller während der Untersuchungsgänge erhobenen Befunde wird ein Therapiekonzept zur weiteren Versorgung des Patienten erstellt. Während der Versorgung des Patienten soll stets Klarheit über die lokal vorhandenen Ressourcen herrschen und der Patient im Bedarfsfall schnellstmöglich weiterverlegt werden.

Das ATLS-Programm ist mittlerweile in 46 Ländern etabliert. Durch seine standardisierte Struktur bietet es die Möglichkeit zur geordneten fachübergreifenden Zusammenarbeit in der Traumaversorgung. Bisher ist es allerdings noch nicht evidenzbasiert [09].

Im Jahr 2003 wurde das Konzept von der DGU offiziell in Deutschland eingeführt und ist auch in den Freiburger Schockraumalgorithmus zur Polytraumaversorgung eingebunden (siehe Kapitel 3.3).

2.5.2.2 Algorithmus für das Schockraum-Management beim Polytrauma nach Nast-Kolb

Im deutschen Sprachraum stellten Nast-Kolb et al. 1994 eine Behandlungsleitlinie zur Versorgung polytraumatisierter Patienten mit einer Unterteilung in vier Phasen vor, welche lange Zeit als „Goldstandard“ im Schockraum-Management galt. Sie wiesen den verschiedenen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen, abgestuft nach ihrer Dringlichkeit, einen engen Zeitrahmen als Zielvorgabe zu [60, 94].

In der „Phase Alpha“ (erste Minute) sollen lebensbedrohliche Störungen der Atmung und des Blutkreislaufes erkannt und durch lebensrettende Sofortmaßnahmen behandelt werden.

In der „Phase Bravo“ (erste fünf Minuten) werden dringliche Sofortmaßnahmen getroffen, um die Atmungs- und Kreislauffunktion zu sichern bzw. wieder herzustellen.

In der „Phase Charlie“ (30 Minuten) werden Maßnahmen der klinischen und radiologischen Primärdiagnostik zusammengefasst. Vorgesehen ist die Durchführung der bildgebenden Basisdiagnostik innerhalb der ersten 15 Minuten. Diese umfasst eine anteroposteriore Aufnahme des Thorax im Liegen sowie des Schädels und der Halswirbelsäule in zwei Ebenen, eine Beckenübersichtsaufnahme und die sonographische Untersuchung des Abdomens. Gleichzeitig werden die angezeigten therapeutischen Maßnahmen weitergeführt.

In der „Phase Delta“ sollen Diagnostik und Erstversorgung vervollständigt werden, bevor der Patient in den Operationssaal oder auf die Intensivstation verlegt wird. Dabei wird nach organbezogenen Algorithmen vorgegangen [60].

Diese Vorgehensweise der Aufteilung der Versorgung eines Patienten in mehrere aufeinanderfolgende, nach der Dringlichkeit abgestufte, Diagnose- bzw. Behandlungsphasen ist heute die Grundlage eines jeden Schockraumalgorithmus.

2.5.2.3 Weiterführende Konzepte

Es existieren heute weitere Konzepte und Leitlinien zur Versorgung polytraumatisierter Patienten, die den zeitlichen Ablauf der notwendigen Operationen ab dem Eintreffen des Patienten im Schockraum betreffen. Zu nennen sind hierbei unter anderen das sogenannte „Damage Control“ sowie das „Definitiv Surgical Trauma Care“ [09, 30, 82].

2.5.3 Tetanusprophylaxe

Die Infektion von Wunden mit dem Erreger des Tetanus, *Clostridium tetani*, spielt in allen Bereichen der unfallchirurgischen Behandlung, so auch in der Versorgung polytraumatisierter Patienten, eine wichtige Rolle.

Die Sporen des Tetanuserregers kommen im Erdreich ubiquitär vor. Bei der weltweiten Verbreitung von Tetanus bestehen große regionale Unterschiede. Besonders in Ländern mit niedriger Impfrate und schlechter medizinischer Versorgung erkranken und sterben auch heute noch viele Menschen an Tetanus. In Asien und Afrika beträgt die Inzidenz 10 – 50 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner. Nach Schätzungen der World Health Organization (WHO) sterben weltweit jährlich über eine Million Menschen an der Krankheit [88]. Eine Anfrage von Frink et al. 2004 an das Statistische Bundesamt, ergab 140 gemeldete Fälle einer Tetanus-Erkrankung für die Jahre 1990 bis 2000. Seit 2001 besteht keine Meldepflicht mehr [32].

Die Infektion erfolgt über eine Verletzung der Haut. Dabei müssen die Wunden nicht sichtbar offen sein. Auch kaum auffällige Bagatellverletzungen können bereits zur Infektion führen. Die nach der Infektion unter anaeroben Bedingungen gebildeten Toxine Tetanospasmin und Tetanolysin wandern langsam retrograd entlang der peripheren Nerven zum Zentralnervensystem. Häufigste klinische Manifestation ist die generalisierte Form des Tetanus mit tonischen und klonischen Krämpfen besonders im Bereich des Körperstammes. Auch die Atemmuskulatur und das sympathische Nervensystem können betroffen sein.

Todesursachen sind meist respiratorische Insuffizienz oder kardiovaskuläre Komplikationen. Unter moderner Intensivtherapie liegt die Letalität zwischen 10 und 20 %, ohne diese erheblich höher. Zur Neutralisation von noch nicht an Neuronen gebundenem Toxin kann humanes Tetanus-Immunglobulin (TIG) verabreicht werden. Außerdem muss schnellstmöglich eine gründliche chirurgische Wundversorgung durchgeführt werden [88].

Im Impfkalender der Ständigen Impfkommission (STIKO) des Robert Koch-Instituts (RKI) wird zur Krankheitsprophylaxe eine Grundimmunisierung mit vier Aktiv-Impfungen Tetanus-Toxoid (T) in definierten Abständen bis zum 14. Lebensmonat als Standardimpfung empfohlen. Diese sollen möglichst als Kombinationsimpfstoff mit den übrigen Standardimpfungen des Impfkalenders verabreicht werden. Danach wird eine Auffrischungsimpfung alle zehn Jahre empfohlen. Das RKI empfiehlt in der Regel eine Kombinationsimpfung mit dem Impfstoff gegen Diphtherie (Td). Jede Auffrischungsimpfung soll auch zum Anlass genommen werden, eine Indikation zur Pertussis-Impfung zu überprüfen, um ggf. den entsprechenden Kombinationsimpfstoff (Tdap), der alle drei Impfsereen enthält, einzusetzen.

Im Fall einer Verletzung, so auch beim Polytrauma, ist der Impfstatus des Patienten zu eruieren. Die Indikation zur Tetanus-Immunprophylaxe im Verletzungsfall ist gemäß den Experten des RKI bei einer sauberen, geringfügigen Wunde und erfolgter Grundimmunisierung nur gegeben, wenn seit der letzten Auffrischungsimpfung mehr als zehn Jahre vergangen sind. Bei tiefen und/oder verschmutzten Wunden, Verletzungen mit Gewebstrümmern und reduzierter Sauerstoffversorgung oder mit Eindringen von Fremdkörpern ist die Indikation bereits bei einer mehr als fünf Jahre zurückliegenden Impfung gegeben. Bezogen auf die zur Entstehung führenden Unfallmechanismen werden beispielhaft Quetsch-, Riss-, Biss-, Stich- und Schusswunden, schwere Verbrennungen oder Erfrierungen genannt. Die Empfehlung zur Gabe von TIG schließt nur Patienten mit unbekanntem Impfstatus oder nicht erfolgter Grundimmunisierung ein, die eine nicht geringfügige Wunde aufweisen. Dabei werden auch nur zwei erfolgte Aktiv-Impfungen zur Grundimmunisierung als ausreichend erachtet, wenn die Wunde nicht älter als 24 Stunden ist. Besteht die Indikation zur Gabe von TIG, wird eine Dosis von 250 IE i.m. empfohlen. Diese kann auf 500 IE erhöht werden. Die Gabe von TIG soll als simultane Aktiv-/ Passiv-Impfung mit Td- oder T-Impfstoff erfolgen. Das RKI empfiehlt für die Kinder unter sechs Jahren die Verwendung des einfachen T-Impfstoffes, für alle älteren Personen den

Kombinationsimpfstoff mit Diphtherietoxoid Td. Ausserdem wird, wie oben erwähnt, im Fall jeder Auffrischungsimpfung, also auch der im Verletzungsfall, die Überprüfung der Indikation zur Pertussis-Impfung empfohlen [71]. Strohm et al. veröffentlichten zum Thema Offene Frakturen und Weichteilschaden eine Arbeit in der sie auf die Tetanusproblematik eingehen [84].

2.5.4 Anforderungen an die frühe klinische Polytraumaversorgung

Der Behandlungsplatz für einen polytraumatisierten Patienten sollte heutzutage ein personell adäquat besetzter, modern ausgestatteter Schockraum sein. In der Literatur werden gewisse Anforderungen an einen solchen Ort gestellt.

2.5.4.1 Räumliche und materielle Voraussetzungen

Für den Schockraum wird eine Mindestgröße von 25 – 50 m² empfohlen [48, 100]. Der eines überregionalen Traumazentrums sollte mindestens 50 m² groß sein, da zwei Patienten gleichzeitig versorgt werden können müssen [45]. Ein mit entsprechendem Material bestückter Raum zur Durchführung von Notfalleingriffen sollte sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum eigentlichen Schockraum befinden [86].

2.5.4.2 Behandlungsteam

Es wird gefordert, dass das Schockraumteam bei Eintreffen des Patienten aus mindestens jeweils drei ärztlichen und nichtärztlichen Team-Mitgliedern besteht. Ärztlicherseits sollten ein Unfallchirurg oder ein Chirurg in unfallchirurgischer Weiterbildung, ein Assistenzarzt der Chirurgie, sowie ein Anästhesist bereit stehen. Das nichtärztliche Team sollte aus jeweils einer Pflegekraft der Chirurgie und der Anästhesie, sowie einer Medizinisch-Technischen Röntgen-Assistenzkraft bestehen [45, 55, 78]. Bei im Schockraum integrierten CT sollte auch ein Radiologe von Anfang an anwesend sein [27, 93]. Ein unfallchirurgischer Oberarzt sollte, wenn nötig, innerhalb von 20 Minuten eintreffen [28, 33, 39].

Sturm et al. belegen mit etlichen Quellen, dass in einem größeren Traumazentrum das Schockraum-Team kurzfristig mit Ärzten der Viszeralchirurgie, Neurochirurgie, Radiologie, Herz-Thorax-Chirurgie, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Augenheilkunde, Urologie oder

Pädiatrie erweitert werden können muss. Deren Eintreffzeit sollte ebenfalls maximal 20 Minuten betragen [86].

Zu einem erweiterten Team sollte auch ein anästhesiologischer Oberarzt und das Operationspersonal gehören [48].

2.5.4.3 Organisation der Schockraumversorgung

Für die Versorgung der im Schockraum eintreffenden Patienten sollten klinikinterne, interdisziplinär gültige Algorithmen auf Grundlage der aktuellen Leitlinie zur Polytraumaversorgung der DGU erstellt werden [29, 30, 37, 75, 79]. Die teamleitenden Chirurgen sollten nach Empfehlung der DGU nach dem ATLS-Konzept ausgebildet sein [09].

2.5.4.4 Weitere notwendige Vorhaltungen

In einem Traumazentrum sollten weitere Einrichtungen vorgehalten werden. Blutbank und Zentrallabor sollten rund um die Uhr erreichbar sein. In der Radiologie sollte zu jeder Zeit ein Multislice-CT möglich sein. Die Klinik sollte über eine Intensivstation verfügen [36].

2.5.5 Kostenfaktor Polytrauma

Die Vergütung, die die behandelnde Klinik von den gesetzlichen Krankenkassen für die Versorgung eines polytraumatisierten Patienten erhält, richtet sich nach dem standardisierten Abrechnungssystem der Diagnosis Related Groups (DRG). In einer Arbeit von Grotz et al. aus dem Jahr 2004 betrug die mittlere Vergütung der drei beim Polytrauma am häufigsten verschlüsselten DRG-Gruppen 21.380 ± 12.300 Euro. Nach einem Berechnungsalgorithmus der AG Polytrauma [66] wurden die realen durchschnittlichen Krankenhauskosten errechnet. Diese lagen bei 34.274 ± 22.501 Euro. Es ergab sich somit eine mittlere Differenz von 12.893 ± 15.534 Euro zwischen den tatsächlich anfallenden Kosten und der Vergütung gemäß DRG-System. Besonders Patienten mit einem ISS > 35 , Patienten mit langem Krankenhausaufenthalt, spät verstorbene Patienten und langzeitbeatmete Patienten (> 11 Tage) wirkten sich negativ auf das betriebswirtschaftliche Ergebnis aus [35]. Die Behandlung polytraumatisierter Patienten ist für die versorgende Klinik also durchaus mit ökonomischen Unwägbarkeiten behaftet, wie auch Ruchholtz findet [74]

3 Das Freiburger Schockraum-Management

3.1 Patientenaufkommen

Als überregionales Traumazentrum versorgt die Universitätsklinik nicht nur das Stadtgebiet Freiburg mit dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, sondern auch den angrenzenden Landkreis Emmendingen, den Ortenaukreis, sowie die Landkreise Schwarzwald-Baar, Waldshut und Lörrach mit insgesamt circa 1,5 Millionen Einwohnern.

Pro Jahr werden etwa 770 bis 900 Patienten über den Schockraum aufgenommen, davon etwa 100 bis 150 mit der Arbeitsdiagnose Polytrauma.



Abb. 1: Regierungsbezirk Freiburg mit Einzugsgebiet Schockraum Freiburg

3.2 Räumliche Gegebenheiten

Der Schockraum befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft der chirurgischen Notaufnahme und der Poliklinik. Dank eines separaten Eingangs kann er von den Fahrzeugen des Rettungsdienstes direkt angefahren werden. Die Entfernung von der Stellfläche der Fahrzeuge bis zum Schockraum beträgt circa 15 Meter. Der Landeplatz für den Rettungshubschrauber befindet sich direkt auf dem Dach desselben Gebäudes. Die Strecke vom Aufzug zum Schockraum beträgt circa acht Meter.

Die Gesamtfläche des Schockraums misst etwa 50 m². Es stehen zwei gleichwertig ausgerüstete Patientenplätze zur Verfügung, an denen parallel gearbeitet werden kann. Beide Plätze sind mit einer Überwachungseinheit mit umfassendem mobilem Monitoring und einem stationären Respirator ausgestattet. Zusätzlich sind transportable Beatmungsgeräte verfügbar.

Zur primären bildgebenden Diagnostik steht ein mobiles Ultraschallgerät (Sonoline Adara von Siemens) und ein fest installiertes Röntgengerät (SA LR von Philipps) zur Verfügung. Dieses Gerät ermöglicht die Anfertigung einer konventionellen Thorax- und Beckenübersichtsaufnahme, in Ausnahmefällen auch von Extremitätenaufnahmen. Für letztere steht, beim stabilen Patient, zusätzlich das Röntgengerät der benachbarten Poliklinik (Bucky Diagnost von Phillips) zur Verfügung, welches qualitativ höherwertige Aufnahmen liefert.

Zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik steht der 64-Zeilen-Computertomograph der Chirurgischen Klinik (Sensation 64 von Siemens) rund um die Uhr zur Verfügung. Dieser befindet sich auf gleicher Ebene mit dem Schockraum und ist circa 30 Meter entfernt. Im Schockraum selbst ist die Möglichkeit zur Durchführung einer CT derzeit nicht gegeben. Allerdings ist dort ein Bildschirmarbeitsplatz mit Netzwerkanbindung installiert, über den alle radiologischen Aufnahmen und schriftlichen Erstbefunde zeitnah abgerufen werden können.

Alle zur Versorgung des Patienten notwendigen Materialien werden vorgehalten. Neben Notfallmedikamenten und Volumenersatzmitteln werden auch Erythrozytenkonzentrate der Blutgruppe „O negativ“ direkt im Schockraum gekühlt gelagert. Entsprechend zusammengestellte Operationssets zur Durchführung von Notfalleingriffen mit OP-Beleuchtung an beiden Arbeitsplätzen sind ebenfalls vorhanden. Die Intensivstationen und die nächstgelegenen Operationssäle befinden sich eine Ebene über dem Schockraum.

Mit dieser Ausstattung erfüllt der Freiburger Schockraum die allgemeinen durch die Experten gestellten Anforderungen (siehe 2.3.4.1. und 2.3.4.4.).



Abb. 2: Der Schockraum der chirurgischen Poliklinik des Universitätsklinikums Freiburg

3.3 Schockraum-Management

Entsprechend den Vorgaben des sogenannten Weißbuches (siehe oben) wird der Freiburger Schockraum ganzjährig rund um die Uhr vorgehalten. Der im Schockraum-Management durchgeführte Polytrauma-Algorithmus orientiert sich an verschiedenen aktuellen Konzepten der Polytraumaversorgung, wie den Leitlinien zur Polytraumaversorgung der DGU und dem ATLS, angepasst an die örtlichen Gegebenheiten.

3.3.1 Personelle und strukturelle Voraussetzungen

Im schriftlich fixierten Versorgungs-Algorithmus sind zunächst die personellen und strukturellen Voraussetzungen festgelegt. Der gesamte Freiburger Schockraumalgorithmus hängt für alle Mitarbeitenden sichtbar in großen Postern im Schockraum, einschließlich aller

Funktionsnummern der Dienstärzte der anderen Fachdisziplinen. Die Anwesenheit entsprechender Mitarbeiter aus den Abteilungen Unfallchirurgie und Anästhesie vor Eintreffen des Patienten im Schockraum ist obligat. Aus beiden Bereichen sollten jeweils ein Oberarzt (mindestens Facharzt) und ein Assistenzarzt, unterstützt durch jeweils zwei Pflegekräfte, zur Versorgung des Patienten bereitstehen. Mindestens ein Mitarbeiter der Radiologie (Röntgentechnische Assistenz) sollte ebenfalls anwesend sein. Nachts genügt primär ein Facharzt jeder Abteilung. Die Alarmierung der jeweils Diensthabenden erfolgt durch den diensthabenden Unfallchirurgen, bei dem die Patienten durch den zuweisenden Notarzt telefonisch vorangemeldet werden. Ein spezielles Telefon mit einer eigenen Nummer ist an der Pforte eigens für die Anmeldung von Schockraumpatienten eingerichtet, die Nummer ist den Rettungsleitstellen und Notärzten bekannt. Der diensthabende unfallchirurgische Facharzt ist der sogenannte „Traumaleader“ und entscheidet auch, je nach Verletzungsmuster des angekündigten Patienten, über die frühzeitige Alarmierung zusätzlicher Fachdisziplinen wie zum Beispiel der Allgemeinchirurgie, Neurochirurgie oder eines Facharztes für Radiologie, zum zeitnahen Befunden einer wahrscheinlich notwendigen computertomographischen Untersuchung. Diese Vorgehensweise entspricht den geforderten personellen Anforderungen (siehe 2.3.4.2. und 2.3.4.3.).

Vor Eintreffen des Patienten sind entsprechende Vorbereitungen zu treffen. Zum Beispiel wird das Ultraschallgerät betriebsbereit gemacht und das Röntgengerät vorbereitet. Das Beatmungsgerät wird überprüft und zusammen mit dem mobilen Monitoring bereits an der Schockraumtrage befestigt. Notfall-Labor und Dokumentationsunterlagen wie Anästhesieprotokoll und chirurgische Aufnahme-Dokumentation werden vorbereitet. Für das Schockraum-Team besteht die Pflicht Röntgenschürzen zu tragen.

3.3.2 Versorgungsphasen

Liberman et al. bestätigen in einer Metaanalyse die Wichtigkeit des Zeitfaktors hinsichtlich der Überlebensrate [53]. Oft gebrauchtes Schlagwort ist die „golden hour of shock“ [96]. Die erste Stunde nach Eintreffen des Patienten im Schockraum wird im Freiburger Schockraumalgorithmus in drei farblich codierte, zeitlich definierte Phasen eingeteilt (siehe Zeitfenstermodell im Anhang). Dieses Konzept wurde von Strohm et al. 2008 im Rahmen einer Arbeit zum Benefit des Ganzkörper-CT beim polytraumatisierten Kind veröffentlicht [85].

Zur zeitlichen Orientierung während der Patientenversorgung wird bei Ankunft des Rettungsdienstes mit dem Patienten eine Zeitmessung gestartet.

3.3.2.1 Die Rote Phase

Die Rote Phase umfasst die ersten sieben Minuten nach Eintreffen des Patienten im Schockraum. In dieser Phase erfolgt die frühe klinische Evaluation und Versorgung des Patienten gemäß ATLS. Nach Übernahme vom Rettungsdienst mit Umlagerung des Patienten auf die Schockraumtrage werden im Sinn einer „Primary Survey“ die Basisdiagnostik nach dem ABCDE-Schema und die lebensrettenden Sofortmaßnahmen durchgeführt. Die Sicherung der Atemwege, das Kreislaufmanagement und die Monitorisierung werden durch das Team der Anästhesie durchgeführt. Die körperliche Untersuchung durch den unfallchirurgischen Traumaleader, der auch eine zügige sonographische Untersuchung von Abdomen und Thorax vornimmt, wird radiologisch durch eine Liegendthorax- und Beckenübersichtsaufnahme ergänzt. Ziel der Roten Phase ist ein vollständig monitorisierter Patient mit abgeschlossener Primärdiagnostik.

3.3.2.2 Die Gelbe Phase

Die Gelbe Phase, welche die 8. bis 30. Minute der Versorgung umfasst, beginnt mit einer Reevaluation des Patienten im Sinn einer „Secondary Survey“. Kann der Patient dabei als kreislaufstabil eingestuft werden, kann die weiterführende Diagnostik mit computertomographischer Untersuchung der Halswirbelsäule (HWS-CT) und des Schädels (CCT) sowie einer kontrastmittelverstärkten Ganzkörper-Computertomographie (Bodyscan-CT) erfolgen. Ist der Patient als nicht kreislaufstabil einzuschätzen, erfolgen die entsprechenden dringlichen Sofortmaßnahmen zur Stabilisierung wie zum Beispiel die Gabe von Volumenersatzmitteln über großlumige zentrale Katheter, die Transfusion von Blutprodukten und die intensivierete medikamentöse Therapie. Ziel der Gelben Phase sind computertomographisch gesicherte Diagnosen, auf deren Grundlage über das weitere Vorgehen entschieden werden kann.

3.3.2.3 Die Grüne Phase

Hierauf baut die anschließende Grüne Phase, die die bis zur vollen Stunde verbleibenden 30 Minuten umfasst, auf. Abhängig von den Befunden der Roten und Gelben Phase werden nun vorbereitende Maßnahmen für eine umgehende Operation oder für die Aufnahme auf eine Intensivtherapiestation getroffen. Hierzu gehören zum Beispiel das Legen einer Hirndrucksonde oder eines Blasenkatheters. Sind beim stabilen Patienten weitere diagnostische Maßnahmen wie zum Beispiel das gezielte konventionelle Röntgen oder eine spezielle Diagnostik zusätzlicher Fachdisziplinen notwendig, so werden auch diese innerhalb der Grünen Phase durchgeführt.

Ziel der Grünen Phase ist ein für die Operation bzw. zur Aufnahme auf die Intensivstation vorbereiteter Patient mit abgeschlossener Diagnostik.

Für die ausführliche Präsentation des Freiburger Schockraum-Managements siehe Anhang.

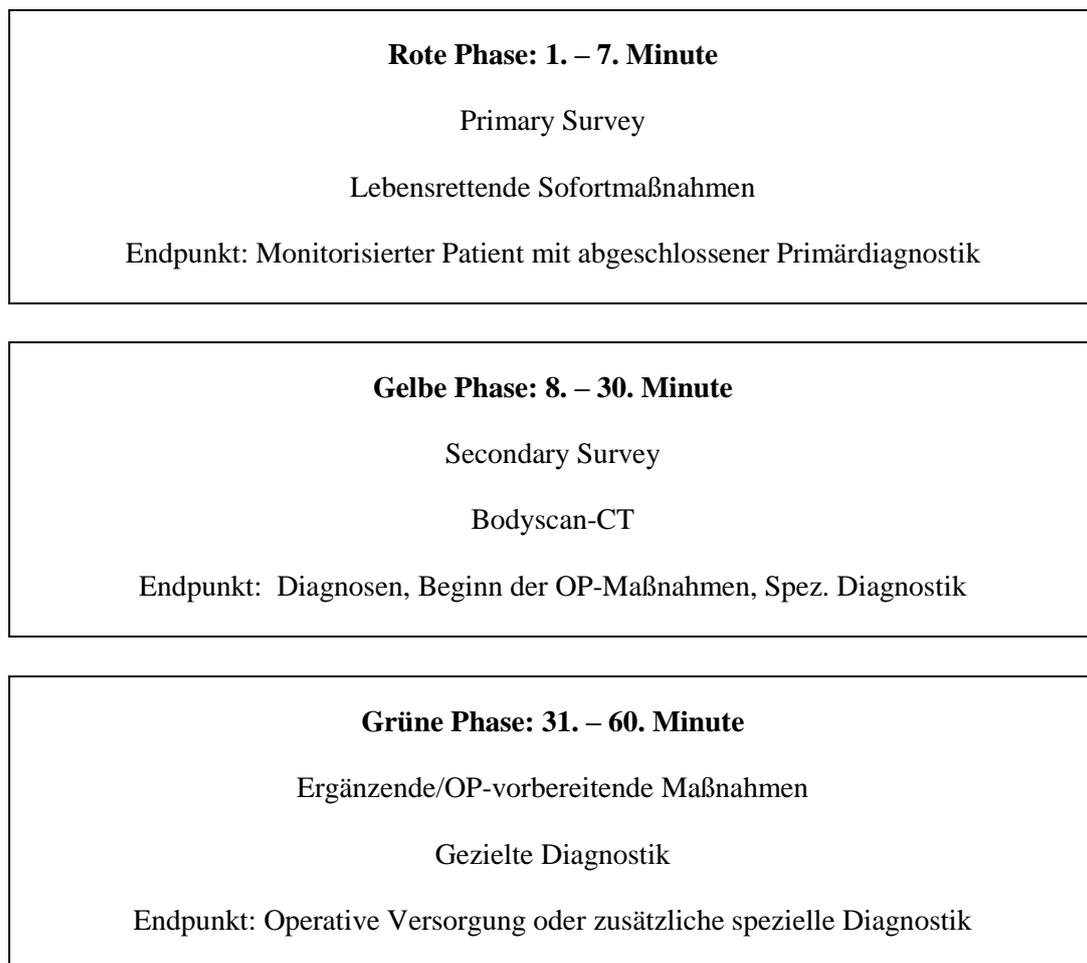


Abb. 3: Versorgungsphasen im Schockraum Freiburg

4 Material und Methoden

4.1 Patientenkollektiv

Der Zeitraum der Datenerhebung erstreckte sich über 18 Monate von November 2004 bis April 2006. Während dieser Zeit wurde die Versorgung von $n = 40$ Patienten, die gemäß dem Freiburger Polytrauma-Algorithmus behandelt wurden, prospektiv erfasst und dokumentiert. Insgesamt wurden in dieser Zeitspanne 156 polytraumatisierte Patienten im Schockraum versorgt. Das Einschlusskriterium unserer Studie war die Arbeitsdiagnose „Polytrauma“, basierend auf der telefonischen Anmeldung des zuweisenden Notarztes bzw. des vermuteten Unfallhergangs (siehe Abbildung 4 und Kapitel 2.2.) sowie dem ersten Eindruck beim Eintreffen des Patienten im Schockraum. Es wurden nur Patienten die zur Primärversorgung zugewiesen wurden und bei denen das Vorgehen nach dem festgelegten Polytrauma-Algorithmus erfolgte, berücksichtigt.

Patienten mit einem Barytrauma, wie etwa einem isolierten Schädel-Hirn-Trauma, oder in anderen Kliniken erstversorgte Patienten wurden nicht mit einbezogen.

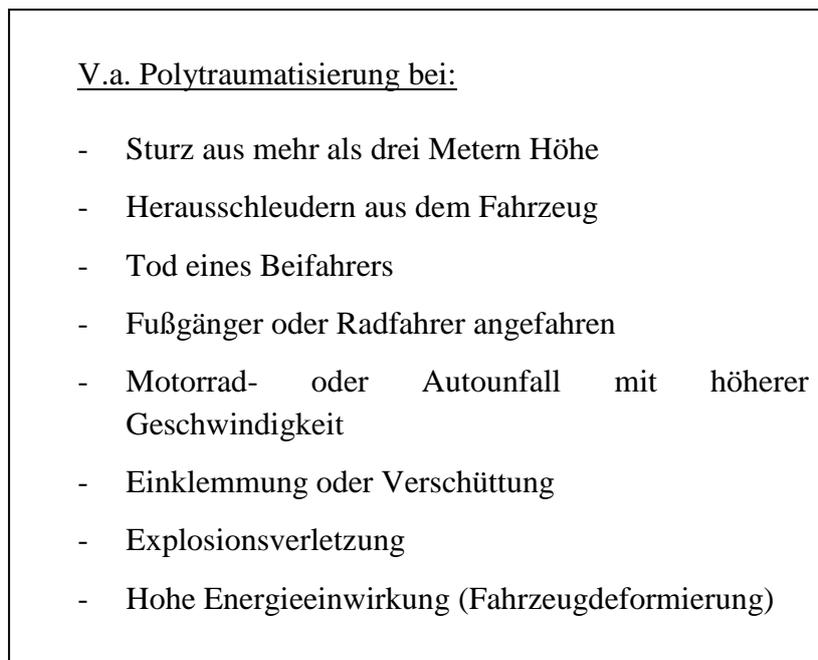


Abb. 4: Zur Arbeitsdiagnose Polytrauma führende Unfallhergänge nach [30]

4.2 Dokumentation

Zur Erhebung der Daten erstellten wir ein vierseitiges Formblatt, welches es ermöglichte in der Kürze der Zeit die zu erfassenden Zeiten, Diagnosen etc. zu dokumentieren (siehe Anhang).

Auf dem Deckblatt wurden die Patientendaten inklusive Patientenidentifikationsnummer (PIZ), Aufnahme datum sowie die genaue Eintreffzeit im Schockraum notiert. Das ärztliche und nicht-ärztliche Personal der einzelnen beteiligten Fachabteilungen wurde in tabellarischer Form festgehalten. Dabei wurden Name, Funktion sowie ggf. Eintreff- und/oder Nachalarmierungszeit dokumentiert. Zusätzlich findet sich auf dieser Seite noch das Feld Arbeitsklima/Zusammenarbeit/Besonderheiten für freie Notizen bezüglich auftretender Ereignisse, die nicht im Schockraumalgorithmus festgelegt sind und trotzdem Einfluss auf den Ablauf der Patientenversorgung haben könnten. Dabei sollten sowohl positive als auch negative Aspekte festgehalten werden.

Die folgenden Seiten des Formulars entsprechen jeweils den in 3.3.2. vorgestellten Phasen des Freiburger Polytrauma-Algorithmus.

Grundsätzlich wurden für jede der drei Phasen Start- und Endzeit dokumentiert. Die Startzeit von „null Minuten“ der roten Phase entspricht dabei dem Eintreffen des Patienten im Schockraum und dem Beginn der Zeitmessung.

Die in der jeweiligen Phase gemäß Algorithmus zu treffenden Maßnahmen sind in tabellarischer Form aufgelistet. Hier wurde jeweils der Zeitpunkt dokumentiert, zu dem die einzelne Maßnahme abgeschlossen worden war. So wurde zum Beispiel die Anlage eines peripher venösen Zugangs dokumentiert, sobald sie beendet worden war. Bei zeitaufwendigeren Eingriffen, wie zum Beispiel der Anlage eines arteriellen oder zentral venösen Katheters, wurden Start- und Endzeitpunkt festgehalten. Außerdem wurden die Zeitdauer beeinflussende Faktoren wie Fehlpunktionen oder Ähnliches notiert.

Maßnahmen, die von Notarzt und Rettungsdienst bereits vor Eintreffen im Schockraum am Patienten durchgeführt wurden, erhielten eine separate Kennzeichnung in der Spalte RD (Rettungsdienst). Dies betraf in den meisten Fällen das Anlegen einer Zervikalstütze, das Entkleiden des Patienten oder die Anlage peripher venöser Zugänge.

Für jede Phase ist außerdem das Feld „Zustand, Untersuchungsergebnisse, gesicherte Diagnosen“ vorhanden. Hier wurden die in der entsprechenden Phase gewonnenen Untersuchungsergebnisse und gesicherten Diagnosen festgehalten.

Im Weiteren unterscheiden sich die drei Formblätter entsprechend der Besonderheiten der jeweiligen Versorgungsphase.

Während der Roten Phase wurden in kurzer Form die Anamnese des übergebenden Notarztes mit Unfallhergang, Erstbefund des Rettungsdienstes, zum Beispiel der initiale GCS-Wert des Patienten, sowie die gestellten Verdachtsdiagnosen bei Anmeldung und Übergabe dokumentiert.

Das erste in der Gelben Phase zu dokumentierende Kriterium war die Kreislaufstabilität des Patienten, da sie, wie oben beschrieben, den weiteren Ablauf des Polytrauma-Algorithmus bestimmt. Die für diese Phase dokumentierten Zeiten beziehen sich auf die weiterführende radiologische Diagnostik per CT inklusive Transportdauer. Außerdem wurden die dann gesicherten Diagnosen festgehalten.

Für die Grüne Phase wurden alle weiteren durchgeführten und alle bis zum Abschluss der Grünen Phase gesicherten Diagnosen dokumentiert. Der jeweilige Zielort des Patienten (Operationssaal, Intensivtherapiestation oder Normalstation) nach Abschluss des Schockraum-Managements wurde notiert.

In der Dokumentation unberücksichtigt blieb die komplette medikamentöse Therapie, sowohl präklinisch als auch während des Durchlaufens des Schockraumalgorithmus. Ebenso wurde das Outcome der Patienten nach abgeschlossener Behandlung und Entlassung aus der Universitätsklinik nicht untersucht. Lediglich der Tod während des initialen Klinikaufenthaltes wurde erfasst.

4.3 Alarmierung der Doktoranden

Da die Datengewinnung prospektiv erfolgen sollte war die persönliche Anwesenheit im Schockraum während der Versorgung der Patienten notwendig. Um möglichst alle unter der Arbeitsdiagnose „Polytrauma“ angemeldeten Patienten erfassen zu können, entschieden wir uns, die Erhebung der Daten zu zweit in einer Art Schichtsystem durchzuführen. Es war

notwendig ein Alarmierungssystem zu initialisieren, welches es uns ermöglichte rechtzeitig vor Eintreffen des Patienten im Schockraum bereitstehen zu können. Die polytraumatisierten Patienten werden normalerweise vom Notarzt am Unfallort beim diensthabenden Unfallchirurgen vorangemeldet. Dieser informiert alle beteiligten Mitarbeiter (siehe auch 3.3.1). Im Rahmen dieser klinikinternen Alarmierung sollte jeweils auch einer von uns per Handy über das baldige Eintreffen eines Patienten informiert werden. Um eine gute Erreichbarkeit zu gewährleisten, erstellten wir einen Dienstplan aus dem ersichtlich war, wer an welchem Tag zuverlässig erreichbar war und auf welchem sich unsere Telefonnummern befanden. Dieser Plan wurde an drei Stellen, im Schockraum, im Stützpunkt der Chirurgischen Poliklinik sowie an der Pforte der Chirurgischen Klinik ausgehängt. Dadurch sollte eine möglichst zeitsparende Alarmierung, unabhängig vom momentanen Aufenthaltsort des Diensthabenden, oder ggf. eine Delegation an nicht-ärztliche Mitarbeiter, ermöglicht werden. Mit diesem Konzept, mit dem gewährleistet sein sollte, dass einer von uns maximal 15 Minuten nach Anruf im Schockraum eintreffen konnte, stellten wir unsere Arbeit der unfallchirurgischen und auch der anästhesiologischen Abteilung vor.

4.4 Durchführung

Nach Vorbereitung eines Dokumentationsbogen-Sets wurden noch vor Eintreffen des Rettungsdienstes mit dem Patienten die bei der telefonischen Voranmeldung durch den Notarzt bzw. die Rettungsleitstelle mitgeteilten Informationen zu Unfallart, Verletzungsmuster des Patienten, Transportmittel etc. aufgenommen.

Die genaue Uhrzeit bei Eintreffen des Patienten im Schockraum wurde als Startzeit des Schockraum-Managements dokumentiert und eine Stoppuhr zur Zeitnahme gestartet. Für jede im weiteren Verlauf der Diagnostik und Versorgung gemäß Polytrauma-Algorithmus getroffene Maßnahme wurde der entsprechende Zeitpunkt der Durchführung festgehalten. Bei vergleichsweise einfachen Maßnahmen, die nur eine relativ kurze Zeit in Anspruch nahmen, zum Beispiel das Anfertigen der Beckenübersichtsaufnahme oder das Legen eines peripher venösen Zugangs, wurde jeweils die Zeit, zu der die Maßnahme fertig gestellt worden war protokolliert.

Bei Maßnahmen, die mehrere Minuten in Anspruch nahmen, wie das Legen eines arteriellen Zugangs zur invasiven Blutdruckmessung oder die Anlage einer intrazerebralen

Hirndrucksonde, wurde sowohl die Zeit bei Beginn, als auch jene bei Fertigstellung der Maßnahme dokumentiert.

Vorkommnisse, die zu Verzögerungen während solcher Maßnahmen führten, wie etwa mehrere Fehlfunktionen, wurden ebenfalls dokumentiert.

Teilweise wurden Maßnahmen, die laut Polytrauma-Algorithmus in der frühen Phase der klinischen Versorgung vorgesehen sind, zum Beispiel das Legen peripher venöser Zugänge oder die Immobilisation der Halswirbelsäule, bereits bei der präklinischen Versorgung des Patienten durch den Rettungsdienst durchgeführt. War dies der Fall, wurde für diese Maßnahme keine Durchführungszeit notiert. Sie wurde stattdessen in einer gesonderten Spalte auf dem Erfassungsbogen festgehalten (Spalte „RD“ für Rettungsdienst, siehe Anhang).

Als zeitlichen Endpunkt der Roten Phase und somit Startzeit der Gelben Phase werteten wir den innerklinischen Transport des frühklinisch erstversorgten Patienten aus dem Schockraum heraus, im Normalfall (bei weiterem Durchlaufen des Polytrauma-Algorithmus) zur computertomographischen Untersuchung.

Das Behandlungsteam mit dem Patienten wurde weiter zur CT begleitet und der Zeitbedarf entsprechend dokumentiert. Die Gelbe Phase endete mit dem Verlassen des CT-Raumes. Dieser Zeitpunkt stellte den Beginn der Grünen Phase mit Verbringung des Patienten zurück in den Schockraum bzw. zur weiteren konventionellen radiologischen Diagnostik in den Röntgenraum der chirurgischen Poliklinik dar.

Das Ende der Grünen Phase stellte bei Patienten die den kompletten Versorgungsalgorithmus durchlaufen hatten, das Ende des Datenerhebungszeitraums dar. In anderen Fällen wurde bis zum Abbruch des Versorgungsalgorithmus aufgrund von Kreislaufinstabilität mit der daraus folgenden sofortigen Verbringung zur Notoperation, oder bis zum festgestellten Tod des Patienten dokumentiert.

Retrospektiv wurde anhand der Entlassungsbrieife ermittelt, ob der Patient im weiteren Verlauf entlassen wurde oder ob er verstorben war.

4.5 Auswertung

Zur Auswertung der erhobenen Daten wurden für alle Patienten anhand der dokumentierten Diagnosen, abgesichert durch den Vergleich mit den jeweiligen Entlassungsbriefen, die üblichen klinischen Trauma-Scores (siehe Kapitel 2.3.3) AIS, ISS und PTS ermittelt. Die dokumentierten Zeiten wurden zur besseren Rechenbarkeit von Minuten- in Sekundenwerte konvertiert und mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes Microsoft Excel statistisch ausgewertet.

5 Ergebnisse

Für die Ergebnisse der erhobenen Daten sind im Folgenden jeweils der Mittelwert mit Standardabweichung sowie der Median mit Minimum und Maximum angegeben.

In Studien mit kleinerer Fallzahl wie dieser fallen einzelne nach oben oder unten ausreißende Werte statistisch unverhältnismäßig stark ins Gewicht. Zur besseren Anschaulichkeit ist daher die Darstellung des Median mit Angabe von Minimum und Maximum vorteilhaft.

Da die zur Diskussion herangezogene Literatur allerdings häufig nur Mittelwerte mit Standardabweichung nennt, sind zur besseren Vergleichbarkeit diese ebenfalls berechnet worden.

5.1 Epidemiologische Daten

Während des 18-monatigen Datenerhebungszeitraums wurde die Versorgung von $n = 40$ polytraumatisierten Patienten gemäß dem festgelegten Freiburger Polytrauma-Algorithmus beobachtet und dokumentiert. Insgesamt wurden im selben Zeitraum 156 Patienten mit der Arbeitsdiagnose „Polytrauma“ im Schockraum des Universitätsklinikums aufgenommen.

Alle 40 dokumentierten Patienten waren vom erstversorgenden Notarzt mit dem „Verdacht auf Polytrauma“ beim diensthabenden Unfallchirurgen vorangemeldet.

Der Transport erfolgte in 38 Fällen direkt vom Unfallort ins Freiburger Universitätsklinikum. In zwei Fällen wurde der Patient von Angehörigen im privaten PKW zuerst in ein peripheres Krankenhaus gebracht. Von dort aus erfolgte sofort nach notfallmäßiger Erstversorgung, die qualitativ einer präklinischen Versorgung entsprach und insbesondere keine weitere Diagnostik enthielt, der qualifizierte Transport ins Universitätsklinikum, sodass die Patienten trotz „Zuverlegung“ in die Untersuchung eingeschlossen werden konnten.

In 75 % der Fälle ($n = 30$) erfolgte dieser Transport mit dem Rettungshubschrauber, 25 % der Patienten ($n = 10$) kamen mit dem Notarztwagen zur Aufnahme.

Pro Kalendermonat konnte die Versorgung von null bis vier Patienten dokumentiert werden. Im Durchschnitt wurden die Daten von 2,2 polytraumatisierten Patienten pro Monat aufgenommen.

Fast die Hälfte (n = 18) der dokumentierten Fälle fiel dabei auf einen Donnerstag (n = 8) oder einen Freitag (n = 10).

Tageszeitlich gesehen konnten wir jeweils etwa ein Drittel der Patienten in der Zeit von 6 bis 12 Uhr (n = 11), 12 bis 18 Uhr (n = 13) und 18 bis 24 Uhr (n = 14) dokumentieren. In der Zeit zwischen 0 und 6 Uhr dokumentierten wir lediglich n = 2 Patienten.

5.1.1 Allgemeine Patientendaten

Das Alter des Patientengutes lag im Mittel bei $35,2 \pm 18,3$ Jahren. Der Median betrug 27 Jahre, dabei war der jüngste dokumentierte Patient sieben Jahre (Minimum), der älteste 72 Jahre alt (Maximum). Am häufigsten betroffen waren Patienten der Altersgruppe von 21 bis 30 Jahren.

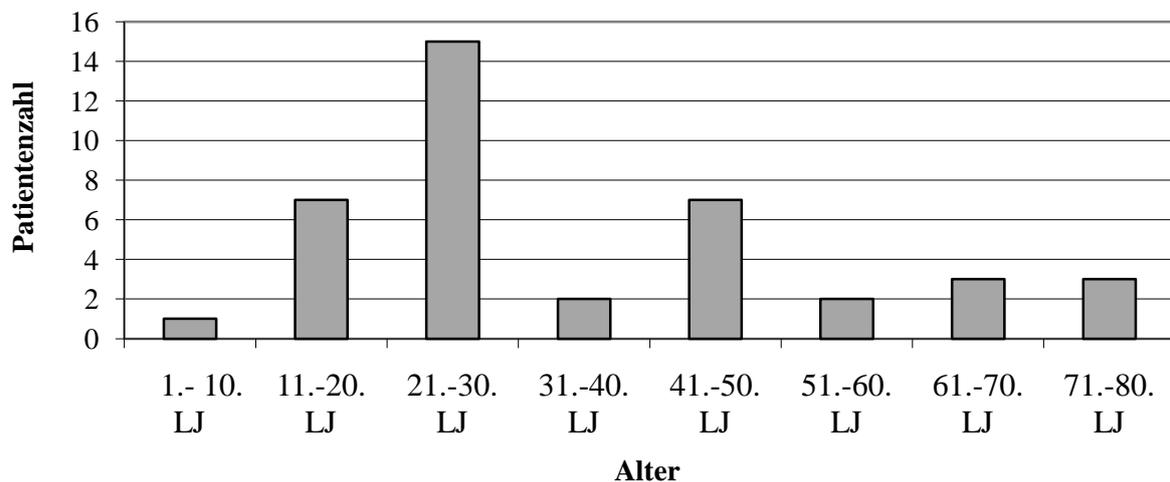


Abb. 5: Altersverteilung der dokumentierten Patienten

Mit 80 % der Fälle ($n = 32$) waren die Männer deutlich häufiger vertreten als die Frauen mit 20 % der Fälle ($n = 8$).

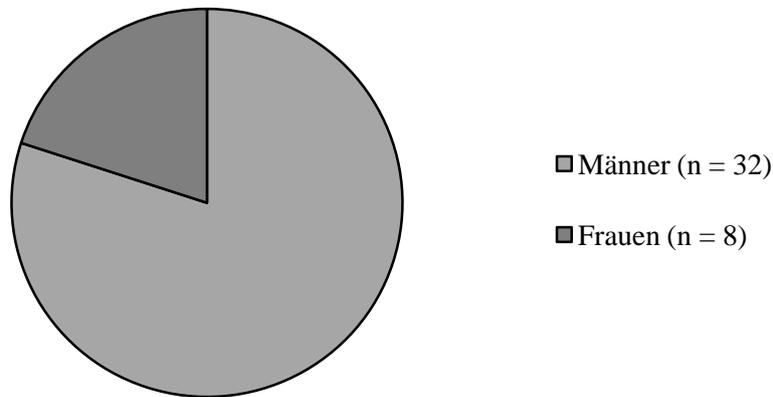


Abb. 6: Geschlechterverteilung

5.1.2 Unfallarten

Führende Unfallart war der Verkehrsunfall. Insgesamt wurden 57,5 % der Patienten ($n = 23$) im Straßenverkehr verletzt. Von diesen 56,5 % ($n = 13$) als Fahrer oder Mitfahrer in einem Personenkraftwagen, 30,5 % ($n = 7$) als Kraftradfahrer, 2 Patienten als Fahrradfahrer und ein Patient als Fußgänger.

Stürze aus großer Höhe (über drei Meter) waren die zweithäufigste Unfallart. Sie fanden sich in 30 % der Fälle ($n = 12$).

Jeweils 2 der dokumentierten Patienten wurden nach einem häuslichen bzw. einem Arbeitsunfall eingeliefert.

Ein Patient trug seine schweren Verletzungen von einem Stier davon, der ihn auf einer Weide angegriffen hatte.

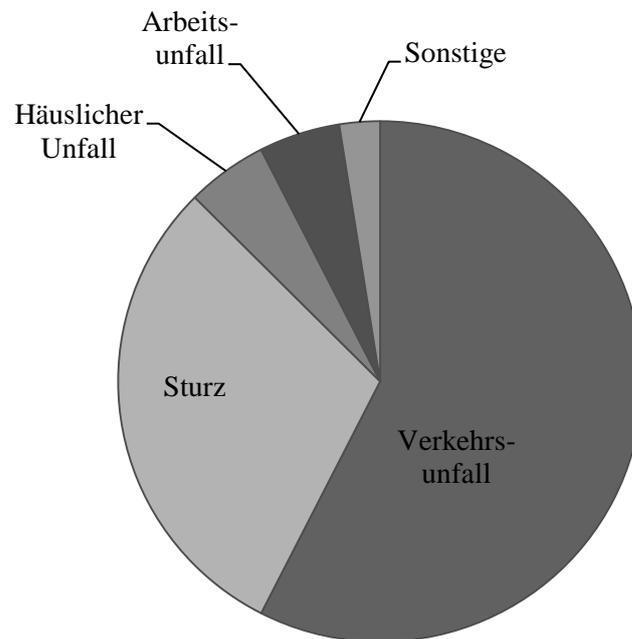


Abb. 7: Unfallarten

5.2 Verletzungsmuster

5.2.1 Verletzungsschwere

Die mittlere Verletzungsschwere der Patienten lag bei einem ISS von $22,8 \pm 13,2$ Punkten. Im Median lag der ISS bei 23 Punkten, mit einem Minimum von 0 und einem Maximum von 50 Punkten. Der NISS lag im Mittel bei $27,3 \pm 15,8$ Punkten, im Median bei 26 Punkten, Minimum 0, Maximum 57 Punkte. Der Wert für den PTS betrug im Mittel 27 ± 16 Punkte und lag im Median bei 24 Punkten, Minimum 5 Punkte, Maximum 70 Punkte.

20 % der Patienten ($n = 8$) konnten dabei in die PTS-Gruppe I, 47,5 % ($n = 19$) in die Gruppe II, 17,5 % ($n = 7$) in die Gruppe III und 15 % ($n = 6$) in die Gruppe IV eingestuft werden.

Der am Unfallort vom Notarzt erhobene initiale GCS-Wert betrug im Mittel $10,6 \pm 4,7$ Punkte. Hier lag der Median bei 13 Punkten, mit einem Minimum von 3 Punkten und einem Maximum von 15 Punkten.

40 % (n = 16) der Patienten hatten ein schweres Schädel-Hirn-Trauma gemäß Definition GCS ≤ 8 .

5.2.2 Häufigste Verletzungen

Insgesamt war ein Schädel-Hirn-Trauma bei 55 % der Patienten (n = 22) zu finden, davon in vier Fällen ein offenes Schädel-Hirn-Trauma. 45 % der Patienten (n = 18) wiesen eine schwere Verletzung (AIS ≥ 3) im Bereich Kopf und Hals auf. Eine schwere Verletzung im Bereich des Gesichtes konnte bei 12,5 % der Patienten (n = 5) dokumentiert werden.

Die häufigste thorakale Verletzung war die Lungenkontusion, die sich bei einem Drittel der Patienten (n = 13) zeigen ließ, gefolgt von Rippenfrakturen bei 12 Patienten. 42,5 % (n = 17) hatten eine schwere Thoraxverletzung, 37,5 % (n = 15) eine im Bereich der Extremitäten.

Schwere abdominale Verletzungen waren in 15 % der Fälle (n = 6) zu verzeichnen. Die Milz war mit drei Rupturen und zwei Kontusionen das am häufigsten betroffene Bauchorgan.

20 % der Patienten (n = 8) wiesen eine Beckenringfraktur auf. Bei einer Patientin kam es zu einer traumatischen Uterusruptur mit vorzeitiger Plazentalösung und intrauterinem Fruchttod. Eine schwere Beckenverletzung war in 25 % der Fälle (n = 10) zu erheben.

40 % der Patienten (n = 16) hatten eine Läsion eines oder mehrerer Wirbelkörper.

Als führende Extremitätenverletzungen waren Oberschenkel- und Unterschenkelfrakturen in insgesamt 50 % der Fälle (n = 20) zu beobachten. Dabei waren die meisten Frakturen geschlossen (n = 14).

AIS- Region	Patienten mit Verletzungen \geq AIS 3	am häufigsten aufgetretene Verletzung
Kopf/ Hals	45%	Schädel-Hirn-Trauma (n = 22)
Gesicht	12,5%	
Thorax	42,5%	Lungenkontusion (n = 13) Rippenfrakturen (n = 12)
Abdomen	15%	Milz-Rupturen (n = 3) Milz-Kontusion (n = 2)
Becken	25%	Beckenringfraktur (n = 8)
Extremitäten	37,5%	Fraktur der unteren Extremität (n = 20)

Tab.1: Prozentuale Verteilung der Verletzungen AIS \geq 3 in Bezug auf die AIS-Körperregionen und am häufigsten dokumentierte Verletzungen dieser Regionen

5.3 Versorgungsdauer

Die Gesamtversorgungszeit eines polytraumatisierten Patienten nach dem in Kapitel 3 vorgestellten Polytrauma-Algorithmus lag im Median bei 55 Minuten. Die kürzeste Versorgungszeit lag bei 19 Minuten (Minimum), im längsten Fall betrug sie 118 Minuten (Maximum). Man erhält einen arithmetischen Mittelwert von $60,8 \pm 24,6$ Minuten.

Betrachtet man nur die 32 Patienten, die alle drei Phasen des Algorithmus durchliefen, lag die Gesamtversorgungszeit im Median bei 58 Minuten. Die kürzeste Versorgungszeit lag bei 32 Minuten (Minimum), im längsten Fall betrug sie 118 Minuten (Maximum). Im arithmetischen Mittel betrug die benötigte Zeit $65,8 \pm 21,6$ Minuten.

Versorgungsphase	Minimum	Maximum	Median
Rote Phase (n=40)	6	104	13
Gelbe Phase (n=39)	8	30	18
Grüne Phase (n=32)	6	28	86
Gesamt (n=32)	32	118	58

Tab.2: Dauer der Versorgungsphasen in Minuten

5.4 Dokumentierte Zeiten und Maßnahmen der einzelnen Phasen

5.4.1 Rote Phase

Die Rote Phase lag im Median bei einer Dauer von 12,6 Minuten, im kürzesten Fall bei 6 Minuten (Minimum) und im längsten bei 103,5 Minuten (Maximum). Der Mittelwert betrug $15,6 \pm 15,2$ Minuten. Bei dem eben genannten Maximalwert handelt es sich um die Versorgungszeit eines Patienten, der primär kreislaufinstabil zur Aufnahme in den Schockraum kam und dessen Stabilisierung im Weiteren nicht gelang. Er verstarb noch während der initialen Schockraumphase. Vernachlässigt man diesen Patienten bei der statistischen Auswertung, reduziert sich, bei nahezu gleichbleibendem Median (12,5 Minuten), das Maximum der Versorgungsdauer auf 29,7 Minuten. Dies führt zu einem Mittelwert der Dauer der Roten Phase von $13,4 \pm 5,4$ Minuten.

Die Patienten waren im Median 3 Minuten nach Ankunft im Schockraum auf die Schockraumtrage umgelagert (Minimum 1,2 Minuten, Maximum 5,5 Minuten).

Die komplette Entkleidung dauerte, soweit nicht schon vom Rettungsdienst durchgeführt, im Median bis fast zur 5. Minute nach Ankunft (Median 4,5 Minuten, Minimum 2,5 Minuten, Maximum 8,5 Minuten).

Mit einer Ausnahme waren alle Patienten bereits präklinisch mit einer Zervikalstütze versehen worden. In diesem einen Fall wurde dies in der 3. Minute nach Aufnahme nachgeholt.

32 Patienten waren bei Einlieferung bereits intubiert und beatmet. Drei Patienten wurden im Verlauf der Roten Phase eingeleitet. Bei fünf Patienten konnte auf eine Intubation verzichtet werden.

Die erste körperliche Untersuchung durch den Unfallchirurgen war im Median nach 5,5 Minuten abgeschlossen. Im kürzesten Fall nach 2 Minuten (Minimum) und im längsten Fall nach 11 Minuten (Maximum).

Bei allen 40 Patienten wurden Thorax und Abdomen sonographisch untersucht. Dabei war die Untersuchung des Thorax durchschnittlich $7,0 \pm 2,0$ Minuten und die des Abdomens durchschnittlich $7,1 \pm 2,2$ Minuten nach Aufnahme des Patienten in den Schockraum abgeschlossen.

Eine konventionelle Röntgenaufnahme des Thorax im anteroposterioren Strahlengang wurde in 95 % der Fälle ($n = 38$) angefertigt, im Mittel nach $7,3 \pm 2,2$ Minuten.

Eine Beckenübersichtsaufnahme wurde in 85 % der Fälle ($n = 34$) angefertigt, im Mittel nach $10,0 \pm 3,7$ Minuten.

Bei vier Patienten wurden bereits in der Roten Phase weitere gezielte Röntgenaufnahmen angefertigt, bei den meisten Patienten geschah dies jedoch erst in der Grünen Phase (siehe unten).

Bei fünf Patienten wurde eine Doppler-Untersuchung peripherer Gefäße durchgeführt. Hierfür wurden im Median 11,8 Minuten benötigt (Minimum 7 Minuten, Maximum 16,8 Minuten).

Zwei Patienten wurden während der Roten Phase mit einem zentral venösen Katheter (ZVK) versorgt, was im einen Fall 3 Minuten, im zweiten 7,3 Minuten in Anspruch nahm.

13 Patienten wurden während der Roten Phase mit einem arteriellen Zugang, vornehmlich zur invasiven Blutdruckmessung, versorgt. Die dafür benötigte Zeit betrug im Median 3,3 Minuten, bei einer Mindestzeit von 1 Minute und einer maximalen Zeit von 14 Minuten.

Drei Patienten erhielten einen Shaldon-Katheter, zwei eine zentral venöse Schleuse.

Zwei Patienten benötigten in der Roten Phase eine Thorax-Drainage, deren Anlage im einen Fall 6,3 Minuten, im zweiten 13 Minuten dauerte.

Zum Ende der Roten Phase waren 33 Patienten kreislaufstabil, sechs Patienten waren instabil. Ein Patient war verstorben (siehe oben).

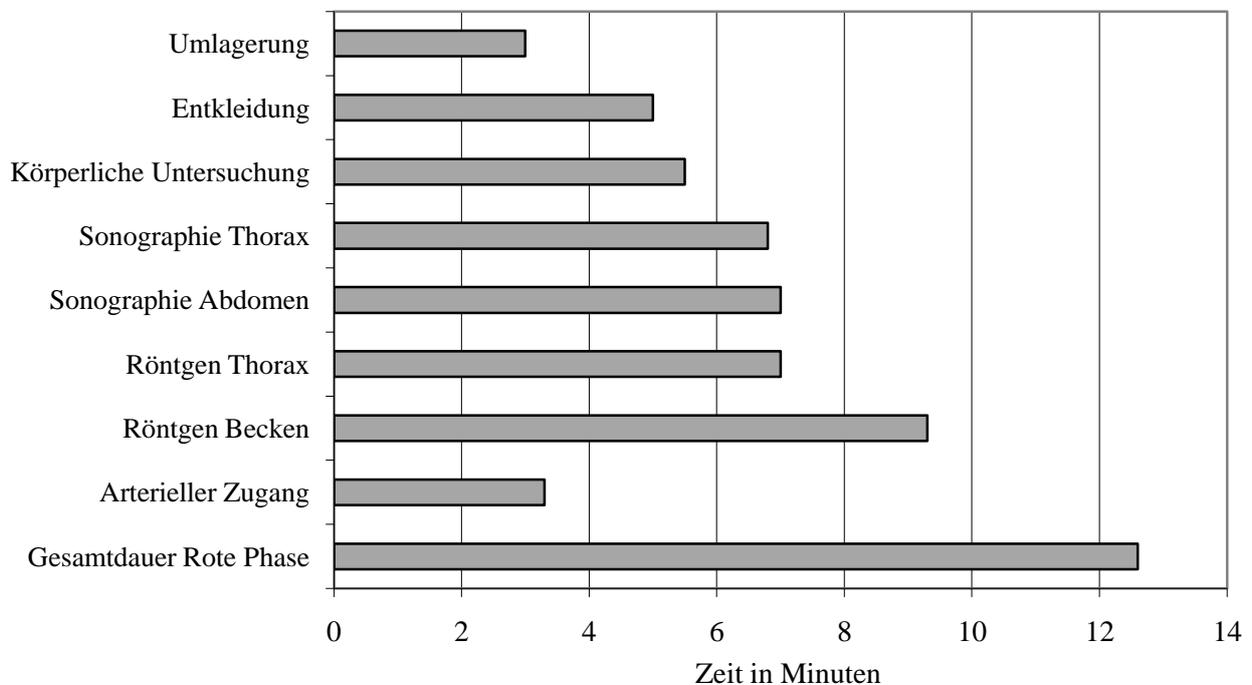


Abb.8: Mediane Dauer bis zum Abschluss der häufigsten innerhalb der Roten Phase durchgeführten Maßnahmen

5.4.2 Gelbe Phase

Die Dauer der Gelben Phase lag im Median bei 18 Minuten, im kürzesten Fall bei 7,7 Minuten (Minimum) und im längsten Fall bei 30 Minuten (Maximum). Im Mittel dauerte sie $17,9 \pm 4,0$ Minuten. 17,5 % ($n = 7$) der Patienten wurden aus der Gelben Phase heraus zur Notoperation, auf die Intensivstation oder, in einem Fall, auf eine Normalstation verlegt. Für

diese Patienten stellte das Ende der Gelben Phase den Abschluss der Schockraumversorgung dar.

Mit Ausnahme des in der Roten Phase verstorbenen Patienten wurde bei allen Patienten (n = 39) eine CT durchgeführt, davon 37 als Bodyscan unter Einsatz von Kontrastmittel (siehe Kapitel 3.3.2.2). In einem Fall wurden nur das Becken und die proximale untere Extremität untersucht. Einmal wurde der Untersuchungsgang nach dem Scan der Halswirbelsäule und des Schädels bei infauster Prognose abgebrochen.

Zwei Patienten mussten zu dem als Rückfallebene dienenden CT der Medizinischen Klinik gebracht werden, was etwa 350 Meter zusätzlichen Transportweg bedeutete.

Vom Abschluss der Roten Phase bis zum Beginn der computertomographischen Untersuchung dauerte es im Mittel $5,3 \pm 2,1$ Minuten. Der Median lag bei 5 Minuten, mit einem Minimum von 2 Minuten und einem Maximum von 10,2 Minuten. In dieser Zeit wurde der Patient vom Schockraum zum CT transportiert und auf den Untersuchungstisch des CT umgelagert.

Somit konnte mit der CT im Mittel $18,8 \pm 6,0$ Minuten nach Beginn der klinischen Versorgung begonnen werden (Median 18 Minuten, Minimum 11,3, Maximum 35,4 Minuten).

Die mittlere Dauer der gesamten CT-Untersuchung (HWS-CT und Bodyscan mit Kontrastmittel) betrug $10,2 \pm 2,5$ Minuten (Median 10,3 Minuten, Minimum 5,3 Minuten, Maximum 15,3 Minuten).

Im Mittel $29,4 \pm 6,8$ Minuten (Median 28,7 Minuten, Minimum 17,6, Maximum 45,5 Minuten) nach Aufnahme des Patienten in der Klinik war die computertomographische Untersuchung abgeschlossen.

Kein Patient erhielt während der Gelben Phase einen ZVK. Zwei Patienten erhielten einen solchen in der Roten, fünf in der Grünen Phase (siehe oben bzw. unten).

Ebenfalls wurde in der Gelben Phase kein arterieller Zugang gelegt. Bei jeweils 13 Patienten geschah dies in der Roten und Grünen Phase (siehe oben bzw. unten).

Maßnahme	Mediane Dauer
Röntgen Thorax	7,0
Röntgen Becken	9,3
Sonographie Abdomen	7,0
Sonographie Thorax	6,8
Bodyscan-CT	28,7

Tab. 3: Dauer der wichtigsten Untersuchungen

5.4.3 Grüne Phase

Die Grüne Phase, in der 80 % (n = 32) der Patienten weiterbehandelt wurden, dauerte im Median 28,3 Minuten, mindestens 6,3 Minuten und höchstens 86 Minuten. Der Mittelwert lag bei $34,6 \pm 21,1$ Minuten. Ein Patient verstarb während der Versorgung in der Grünen Phase.

Nach abgeschlossener Grüner Phase wurden 19 Patienten sofort anschließend einer Operation zugeführt. Elf Patienten wurden auf eine Intensivtherapiestation und ein Patient auf eine Normalstation verlegt.

In der Grünen Phase wurden ergänzende diagnostische Maßnahmen durchgeführt.

Bei 19 Patienten wurden weitere konventionelle Röntgen-Aufnahmen gemacht. In zwei Fällen betraf dies eine Kontroll-Aufnahme des Thorax. Bei 17 Patienten wurden gezielte Aufnahmen der Extremitäten durchgeführt.

Bei vier Patienten wurde per Ultraschall eine Kontrolluntersuchung des Abdomens durchgeführt.

Bei drei Patienten wurde eine Doppleruntersuchung peripherer Gefäße durchgeführt.

Außerdem wurden versorgende Maßnahmen gemäß der bis dahin erfolgten Diagnostik, hauptsächlich aufgrund des computertomographischen Befunds, getroffen.

Drei Patienten wurden in der Grünen Phase mit einer Thorax-Drainage versorgt. Dafür wurden im Median 10 Minuten benötigt (Minimum 5 Minuten, Maximum 14 Minuten).

Sieben Patienten erhielten eine Hirndrucksonde. Die Anlage dauerte im Median 14,7 Minuten (Minimum 3 Minuten, Maximum 19,3 Minuten).

Zur Vorbereitung der operativen Versorgung bzw. der Aufnahme auf eine Intensivtherapiestation erhielten 19 Patienten einen Blasenkatheter, fünf Patienten einen ZVK, zwei einen Shaldon-Katheter.

13 Patienten erhielten in der Grünen Phase einen arteriellen Zugang. Dabei betrug die mediane Zeit zur Anlage 5 Minuten (Minimum 1,4 Minuten, Maximum 15 Minuten).

33 Patienten erhielten, meist in der Grünen Phase, eine Aktiv-/ Passiv-Impfung gegen Tetanus mit Tetanol/Tetagam.

5.5 Verbleib der Patienten nach Abschluss der Schockraumphase

Vom Gesamtkollektiv wurden 57,5 % (n = 23) nach der Schockraumphase primär operativ und 32 % (n = 13) auf einer Intensivtherapiestation weiter versorgt. Zwei Patienten konnten auf eine Normalstation verlegt werden, zwei Patienten verstarben während der Schockraumversorgung.

6 Diskussion

6.1 Alarmierungsschwierigkeiten

Im 18-monatigen Datenerhebungszeitraum wurden wie oben genannt nur 40 der insgesamt 156 im Schockraum des Universitätsklinikums als Polytrauma versorgten Patienten dokumentiert, also etwas mehr als jeder vierte. Eigentliches Ziel war die prospektive Erfassung von möglichst jedem in diesem Zeitraum behandelten Polytrauma. Warum ist das nicht gelungen? Die Gewährleistung der Anwesenheit von mindestens einem von uns zwei Doktoranden vor Eintreffen des Patienten im Schockraum stellte sich als schwieriger als erwartet heraus. Als hauptsächliches Problem stellte sich die Aufrechterhaltung der Rufbereitschaft per Handy rund um die Uhr über den kompletten Datenerhebungszeitraum dar. Bedingt durch Pflichtveranstaltungen des Studiums, eine auswärtige Famulatur oder zeitgleichen Dienst in unseren Nebenjobs im Rettungsdienst, ließ es sich nicht vermeiden, dass wir zu manchen Zeiten beide nicht erreichbar sein konnten. Teilweise fehlte lediglich der zuverlässige Mobilfunknetzempfang. Dieses Problem ließ sich leider nicht zur Zufriedenheit lösen. Mit dem oben erwähnten Dienstplan versuchten wir die Nichterreichbarkeit zu minimieren.

Ein weiteres Problem bestand im rechtzeitigen Ankommen vor dem Patienten im Schockraum. Besonders nach Unfällen direkt im Freiburger Stadtgebiet war die Zeit zwischen Anmeldung durch den Notarzt und Eintreffen des Rettungsdienstes in der Klinik oft zu kurz für uns um den Schockraum rechtzeitig zu erreichen.

In einigen Fällen, besonders zu Beginn der Datenerhebung, wurde die Alarmierung durch den diensthabenden Unfallchirurgen versäumt. Wie bei allen neuen Abläufen musste sich dies erst einspielen. Bei teilweise sehr hohem Arbeitsaufkommen in der Chirurgischen Poliklinik war es dem Diensthabenden manchmal nicht möglich einen zusätzlichen Anruf zu tätigen. Wir bemühten uns durch Einbeziehung der Pflege und der Mitarbeiter der Zentrale, den Unfallchirurgen zu entlasten.

Die einzige Möglichkeit, die unserer Meinung nach die Probleme hätte lösen können, wäre eine Datenerfassung durch ohnehin anwesendes Personal der Chirurgischen Ambulanz

gewesen. Gerade im Fall einer Polytrauma-Versorgung sind aber alle vorhandenen Kräfte gebunden und ausgelastet.

6.2 Aussagekraft und Vergleich der Ergebnisse mit Daten der DGU

Vor der Diskussion der Versorgungszeiten soll hier zunächst die Aussagekraft der erhobenen Ergebnisse überprüft werden. Bei einem relativ kleinen Patientenkollektiv von 40 Patienten stellt sich die Frage nach realistischen Ergebnissen.

Hierzu erfolgt der Vergleich der eigenen Zahlen mit den im Jahr 2000 veröffentlichten Zahlen von 2069 Patienten der im Traumaregister im Zeitraum vom 1993 bis 1997 erfassten Patienten [06]. Der Altersdurchschnitt der Patienten lag dort bei $38,5 \pm 18,7$ Jahren, der Altersdurchschnitt im eigenen Kollektiv lag also mit 35 ± 18 Jahren im ähnlichen Bereich. Die durchschnittliche Verletzungsschwere nach dem ISS lag bei $22,1 \pm 13,1$ Punkten, in dieser Arbeit bei 23 ± 13 Punkten und damit ebenfalls nahezu gleichauf. Das Geschlechterverhältnis männlich zu weiblich betrug bei den Zahlen des Traumaregisters 2,6:1. Im eigenen Kollektiv überwogen ebenfalls die männlichen Patienten, allerdings im Verhältnis 4:1.

Führende Unfallart ist in beiden Kollektiven der Verkehrsunfall mit 57,5 % versus 56,7 % (Traumaregister). Stürze aus großer Höhe waren jeweils die zweithäufigste Unfallart, allerdings in unserem Kollektiv mit 30 % der Fälle doppelt so häufig wie im Traumaregister-Kollektiv mit 13,9 % vertreten. Dort werden allerdings auch 13,2 % der Unfallursachen als unbekannt und 16,3 % als sonstige angegeben, was einen kompletten Vergleich erschwert. Außerdem wird die Unfallart Suizid in 7,4 % der Fälle angegeben, unter welchen vermutlich nochmals einige Stürze/Sprünge subsumiert wurden.

Vergleicht man die Verletzungsschwere einzelner AIS-Regionen, so zeigt sich ein ähnliches Verteilungsmuster der führenden Verletzungen in beiden Kollektiven, wobei das schwere Schädel-Hirn-Trauma mit 45 % der Fälle versus 39,2 % der Fälle (Traumaregister) im eigenen Kollektiv etwas häufiger zu finden war. Bezüglich der Häufigkeit findet sich mit 42,5 % versus 44,5 % (Traumaregister) kein deutlicher Unterschied. Ebenso wenig bei den Abdominaltraumata mit 15 % versus 18,9 % (Traumaregister). Schwere

Extremitätenverletzungen zeigten sich mit 42,1 % der Fälle im Kollektiv des Traumaregisters etwas häufiger als im eigenen Kollektiv mit 37,5 %.

Insgesamt lagen also die Gesamtverletzungsschwere sowie auch die Verteilung der führenden Verletzungen bei vergleichbaren Unfallursachen im ähnlichen Bereich.

6.3 Evaluation und Diskussion der Einhaltung der selbst vorgegebenen Zeiten

Die gewünschte Gesamtversorgungsdauer von maximal 60 Minuten nach Eintreffen des Patienten im Schockraum konnte in 60 % der Fälle (n = 24) erreicht werden.

Die für die primäre Schockraumphase, hier Rote Phase genannt, im Zeitfenstermodell des Freiburger Schockraum-Managements vorgesehene Dauer von maximal sieben Minuten konnte nur in einem der 40 dokumentierten Fälle eingehalten werden.

Die für die anschließende Gelbe Phase, mit der erweiterten Diagnostik per CT, geplante Maximaldauer von 23 Minuten konnte in 92,3 % (n = 36) der 39 in dieser Phase dokumentierten Fälle eingehalten werden. Die übrigen drei Fälle sollen hier kurz erläutert werden: Bei einem hämodynamisch stabilen Patienten entschied sich das ärztliche Schockraum-Team, entgegen dem festgelegten Versorgungskonzept, vor der Indikationsstellung zur computertomographischen Diagnostik den Befund der konventionellen Röntgenbilder abzuwarten. Diese Wartezeit schlug sich, nachdem alle Maßnahmen der Roten Phase abgeschlossen worden waren, in der Zeit der Gelben Phase nieder. Letztlich wurde eine CT, wenn auch nicht als Bodyscan, durchgeführt und der Polytrauma-Algorithmus vollständig durchlaufen. In den beiden weiteren Fällen sind keine speziellen Gründe für die lange Dauer der Gelben Phase zu eruieren. Hier dauerte der Transport vom Schockraum zum regulären CT allerdings überdurchschnittlich lang.

Es zeigt sich, dass die veranschlagte maximale Dauer der Gelben Phase, inklusive Transport zum CT, Umlagerung auf die entsprechende Untersuchungsliege und Durchführung des Bodyscan-CT, unter den aktuellen strukturellen Gegebenheiten, also der baulichen und apparativen Ausstattung, realistisch einzuhalten ist. Selbst in den beiden Fällen, in denen der weiter entfernte CT der Medizinischen Klinik in Anspruch genommen werden musste,

wurden die 23 Minuten nicht überschritten. Der Median der Dauer dieser Phase von 18 Minuten bestätigt die gut einzuhaltende Zeitgrenze. Allerdings ist auch festzuhalten, dass die Durchführung der kompletten computertomographischen Diagnostik nach Abzug der benötigten Zeit für Transport und Umlagerung im Median nur 10,3 Minuten dauerte. Das bedeutet, dass im Median 7,7 Minuten, also 42,8 % der Zeit der Gelben Phase, für Transport und Umlagerung gebraucht wurden.

Fasst man die Versorgungszeiten der beiden primären Phasen im Schockraum-Management zusammen, so zeigt sich, dass die maximal gewünschte Gesamtdauer bis zum Abschluss beider Phasen von maximal 30 Minuten nur sehr knapp nicht erreicht wurde. Im Median ist die Gelbe Phase nach 31 Minuten abgeschlossen. Dieses Ergebnis wurde aber nur erreicht, weil die lange Dauer der Roten Phase von im Median 12,6 Minuten, durch die 5 Minuten Differenz zwischen medianer Dauer der Gelben Phase (18 Minuten) und maximaler Sollzeit der Gelben Phase (23 Minuten) ausgeglichen werden kann.

Zieht man von der maximal gewünschten Zeitdauer von 30 Minuten die tatsächlich benötigte Zeit für die Rote Phase ab, so zeigt sich, dass lediglich bei einem Patienten nach Abschluss der Roten Phase noch mehr als 23 Minuten für die Gelbe Phase zur Verfügung gestanden hätten und daher nur bei diesem Patienten die Einhaltung der Gesamtzeit möglich gewesen wäre. Bei allen anderen ($n = 38$) wäre es bei maximal dauernder Gelber Phase (23 Minuten) nicht mehr möglich, eine Gesamtzeit von 30 Minuten einzuhalten. Trotzdem wurde sie in 46,2 % der Fälle ($n = 18$) erreicht.

Veranschlagt man nun, bei gleichbleibender Gesamtsollzeit für beide Phasen, für die Durchführung der Gelben Phase eine kürzere Sollzeit, zum Beispiel, entsprechend ihrer medianen Dauer im Kollektiv, 18 Minuten, so zeigt sich, dass nach Abschluss der Roten Phase diese Zeit für 18 Patienten zur Verfügung stand. Diese Patienten sind zu 72 % ($n = 13$) deckungsgleich mit den Patienten, bei denen auch wirklich die Gesamtzeit eingehalten werden konnte.

Dies zeigt, dass die Einhaltung dieser Grenze nicht ausschließlich, aber doch weitestgehend von der Dauer der Roten Phase abhängig ist.

Insgesamt betrachtet zeichnet sich also ein Zeiteinsparungsbedarf in der Roten Phase ab. Es stellt sich die Frage, ob und wenn ja, wie dies erreicht werden könnte?

Daten zum Vergleich der erhobenen Zeiten finden sich für einige Maßnahmen der primären Schockraumphase im Traumaregister der AG Polytrauma der DGU, veröffentlicht von Ruchholtz im Jahr 2000. Als interklinisches Qualitätsmanagementsystem erfasst das Traumaregister der AG Polytrauma multizentrisch Behandlungsdaten schwerverletzter Patienten im deutschsprachigen Raum. Von 1993 bis 1997 wurden die Daten von 2069 Schwerverletzten (ISS 22 ± 14) aus 20 Kliniken prospektiv, standardisiert und anonymisiert dokumentiert. Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der Versorgungs- und Ergebnisqualität zwischen den einzelnen Kliniken [73].

Es findet sich unter anderem die Angabe der Zeitdauer zwischen Eintreffen des Patienten in der Klinik und Durchführung der Röntgen-Thorax-Untersuchung bei schwerem stumpfen Trauma (ISS > 15). Sie wird mit durchschnittlich 14 ± 20 Minuten ($n = 705$) angegeben. In den für diese Arbeit dokumentierten Fällen war eine Röntgenaufnahme des Thorax im Mittel bereits nach $7,3 \pm 2,2$ Minuten ($n = 38$) angefertigt, also deutlich früher als dies in den teilnehmenden Kliniken des Traumaregisters der Fall ist. Betrachtet man jede Klinik des Registers für sich, liegt die kürzeste dokumentierte Durchschnittszeit bis zur Röntgen-Thorax-Untersuchung bei 6 ± 3 Minuten ($n = 35$). Dabei ist allerdings zu bedenken, dass das Traumaregister, wie beschrieben, die Zeit zwischen Eintreffen des Patienten und Durchführung der Maßnahme dokumentiert und in der eigenen Arbeit die Zeitnahme jeweils bei abgeschlossener Maßnahme erfolgt ist (siehe Kapitel 4.4).

Die Dauer bis zur Röntgen-Untersuchung des Beckens bei schwerem stumpfen Trauma (ISS > 15) wird mit einer Durchschnittszeit von 26 ± 25 Minuten ($n = 553$) angegeben. Im eigenen Kollektiv lag die Zeitdauer bis eine Beckenübersichtsaufnahme angefertigt war im Mittel bei $10,0 \pm 3,7$ ($n = 24$) Minuten. Die beste Durchschnittszeit einer einzelnen Klinik liegt im Traumaregister bei 12 ± 8 Minuten ($n = 91$), unser Kollektiv wies demnach eine bessere Durchschnittszeit auf.

Die Dauer bis zur sonographischen Untersuchung bei schwerem stumpfen Trauma (ISS > 15) beträgt im Durchschnitt der Kliniken 13 ± 21 Minuten ($n = 666$), für die kürzeste Dauer einer Klinik werden 7 ± 11 Minuten ($n = 69$) angegeben. Bei den von uns evaluierten Patienten war die Sonographie des Thorax nach durchschnittlich $7,0 \pm 2,0$ Minuten ($n = 40$) und die des Abdomens nach durchschnittlich $7,1 \pm 2,2$ Minuten ($n = 40$) nach Aufnahme des Patienten in den Schockraum abgeschlossen. Damit liegt die benötigte Zeit etwa gleichauf mit der

kürzesten im Traumaregister dokumentierten Zeit einer Klinik und deutlich besser als der Durchschnitt aller teilnehmenden Kliniken.

Die Mediane der dokumentierten Zeiten unserer Studie liegen für alle im Vorigen genannten Maßnahmen nochmals etwas besser. Mangels Vergleichsdaten für den Median konnten aber nur die Mittelwerte verglichen werden.

Die körperliche Erstuntersuchung stellt neben den vier genannten Maßnahmen, Röntgen-Untersuchung von Thorax und Becken und die Sonographie von Thorax und Abdomen, im momentanen Freiburger Konzept für das Schockraum-Management sicherlich eine wichtige und auch zeitintensive Maßnahme der Roten Phase dar.

Bestehen also Möglichkeiten bei der körperlichen Untersuchung Zeit einzusparen? Die körperliche Untersuchung ist im Median nach 5,5 Minuten abgeschlossen (Minimum 2 Minuten, Maximum 11 Minuten). Wovon hängt die Zeitspanne vom Eintreffen bis zur erfolgten Untersuchung ab? Mit der Untersuchung kann erst begonnen werden wenn der Patient umgelagert und komplett entkleidet ist. Die Zeit die bis zur abgeschlossenen Umlagerung benötigt wird, im Median 3 Minuten, differiert stark. Im kürzesten Fall dauerte sie 1,2, im längsten 5,5 Minuten. Wo liegen die Gründe? Bei den beatmet eintreffenden Patienten ist diese Dauer mit 3,4 Minuten im Median ($n = 32$, Minimum 1,2 Minuten, Maximum 5,5 Minuten) länger als bei den nicht beatmeten mit 2 Minuten ($n = 8$, Minimum 1,3 Minuten, Maximum 5 Minuten). Für die Umlagerung beatmeter Patienten muss also mehr Zeit aufgewandt werden. Da die Beatmeten allerdings die Mehrheit im Kollektiv der polytraumatisiert eingelieferten Patienten darstellen, sollte der Zeitbedarf standardmäßig für diese bzw. mindestens mit dem Wert des Gesamtkollektivs kalkuliert werden, also mit etwa 3 Minuten.

Den Zeitbedarf die komplette Entkleidung des Patienten bis zum Abschluss der körperlichen Untersuchung betreffend, ist erstaunlich, dass die Dauer bis zum Abschluss der Untersuchung bei bereits vom Rettungsdienst komplett entkleideten Patienten mit im Median 5,7 Minuten ($n = 23$, Minimum 2,0 Minuten, Maximum 8,0 Minuten) länger ist, als bei erst im Schockraum fertig entkleideten Patienten mit im Median 5,0 Minuten ($n = 17$, Minimum 2,5 Minuten, Maximum 11 Minuten). Selbstverständlich sollte aus diagnostischen Gründen jeder Patient, von begründeten Ausnahmen abgesehen, bereits vom Rettungsdienst bzw. dem Notarzt

komplett entkleidet werden. Allerdings wirkt sich dieser Umstand in unserer Untersuchung nicht positiv auf die Versorgungszeit im Schockraum aus.

Betrachtet man die vorgenannten Überlegungen zusammengefasst, so lässt sich sagen, dass, abgesehen von der Beckenübersichtsaufnahme, die für die Rote Phase von unfallchirurgischer (oder radiologischer) Seite vorgesehenen Maßnahmen theoretisch innerhalb der ersten 7 Minuten durchführbar sind. In der Praxis zeigte sich allerdings, dass viele kleine Unwägbarkeiten, wie zum Beispiel eine verklemmte Schraube des Röntgen-Buckys oder auch Maßnahmen von anästhesiologischer Seite, wie zum Beispiel das Legen eines arteriellen Katheters (Dauer im Median 3,3 Minuten, Beginn der Maßnahme aber im Median erst bei 9 Minuten, n = 13), dies nicht immer realistisch erfüllbar machen.

Insgesamt kristallisierte sich keine spezifische Maßnahme heraus, die regelhaft zur massiven Zunahme des Zeitbedarfs in der Roten Phase führt, sodass letzten Endes von einem Zeitbedarf von etwa 12 bis 13 Minuten (Median Dauer Rote Phase 12,6 Minuten) ausgegangen werden muss.

Ein Aspekt dieser Diskussion muss, nachdem sich bei guten Zeitwerten im Vergleich mit anderen Kliniken in der Roten Phase wenig Zeitsparpotential zeigt, sicherlich eine zeitliche Vorverlegung der computertomographischen Diagnostik innerhalb des Schockraum-Managements sein. Diese ist, wie es scheint, nur durch Optimierung der Wege zu erreichen.

In der oben genannten Untersuchung des Traumaregisters wird die Dauer bis zur CCT bei schwerem Schädel-Hirn-Trauma (GCS < 9) mit 48 ± 34 Minuten (n = 248) angegeben. Die kürzeste in einer Klinik dokumentierte Durchschnittszeit beträgt 36 ± 24 Minuten (n = 70). Von den von uns dokumentierten 40 Patienten erlitten 16 ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit einem initialen GCS < 9. Bei 15 von Ihnen wurde eine CCT durchgeführt. Im Mittel dauerte es von der Aufnahme des Patienten bis zum Beginn der CCT $18,5 \pm 6,4$ Minuten. Dies ist deutlich kürzer als die beste angegebene Durchschnittszeit der Kliniken des Traumaregisters.

Diese könnte durch eine Änderung der apparativen Ausstattung, sprich der Installation des CT im Schockraum, sicherlich nochmals verbessert werden. Auf den Zeitbedarf beim Transport zum CT ist bereits eingegangen worden. Nach entsprechender Ausstattung des Schockraums mit einem eigenen CT oder Verlegung des CT in unmittelbare Nachbarschaft könnte auch die

Notwendigkeit mancher Maßnahmen der Roten Phase, zum Beispiel die Anfertigung einer konventionellen Beckenübersichtsaufnahme, neu diskutiert werden.

Die CT nimmt einen immer höheren Stellenwert in der Primärdiagnostik beim polytraumatisierten Patienten ein. Brokop et al. zeigten eine deutlich kürzere Hospitalisationszeit je früher die Primärdiagnostik per CT erfolgt war [68]. Braunschweig und Wawro sehen im modernen Mehrzeilengerät die Möglichkeit der ausschließlichen Nutzung zur Diagnostik beim Polytrauma [12]. Mutze et al. sieht die Notwendigkeit zur Durchführung konventioneller Thoraxaufnahmen bei der Polytraumaversorgung nur bei zu langer Dauer bis zur computertomographischen Diagnostik gegeben und fordert entsprechende bauliche und logistische Maßnahmen [59]. Hessmann et al. sehen das Multislice-CT bei gutem Schockraum-Management und der Möglichkeit einer hämodynamischen Reanimation im CT als adäquates diagnostisches Mittel beim Polytrauma [40].

Andere Kliniken, wie zum Beispiel das Universitätsklinikum Würzburg, arbeiten bereits erfolgreich mit im Schockraum installierten CT. Sie berechnen für die erste Phase, hier Reanimationsphase, 15 Minuten, für die zweite Phase mit CT-Untersuchung nur 10 Minuten. Verlegungszeiten gibt es hier nicht, außerdem wird auf konventionelle Vordiagnostik weitgehend verzichtet. Lediglich bei hämodynamisch instabilen Patienten, bei einer klinischen Verschlechterung des Patienten nach Durchführung der initialen computertomographischen Untersuchung sowie als Rückfallebene werden konventionelle Röntgenaufnahmen durchgeführt [49, 98, 99]. In den BG-Kliniken in Halle führte die Installation eines CTs im Schockraum ebenfalls zu einer deutlichen Verkürzung der Schockraumversorgungszeit jedes Patienten [41].

Momentan ist es durch die räumliche Entfernung von Schockraum und CT in Freiburg sicherlich noch nicht möglich, auf initiale konventionelle Röntgenaufnahmen zwecks Durchführung etwaiger lebensrettender Sofortmaßnahmen zu verzichten. Hier zeigten Burger et al., dass durch Einführung von digitalem Röntgen die Zeitspanne von der Einlieferung eines schwerverletzten Patienten bis zur Übergabe an den OP erheblich verkürzt werden kann [17].

6.4 Tetanusprophylaxe

Die DGU hat die Tetanusprophylaxe gemäß den Empfehlungen des RKI in ihre Leitlinie zur Polytraumaversorgung aufgenommen [30]. Auch im ATLS-Konzept findet sich die Empfehlung zur Durchführung der Tetanusprophylaxe wieder. Unter Berücksichtigung des Verletzungsmechanismus und anderen Wundmerkmalen wird auch hier zwischen tetanusgefährdeten und nicht tetanusgefährdeten Wunden unterschieden [01].

Frink et al. zweifeln in einer Arbeit aus dem Jahr 2006 daran, dass diese Empfehlungen für alle Patienten ausreichend sind [32]. Sie beziehen sich auf Fälle, in denen die alleinige Gabe von Tetanustoxoid bei oberflächlichen Hautverletzungen, die nicht durch Primärnaht versorgt werden mussten, nur einen unzureichenden Schutz boten [19, 70]. In ihrer Argumentation führen sie im Rahmen ihrer Therapieempfehlung für den polytraumatisierten Patienten drei Punkte an, in denen sich die Situation dieser Patienten von „normalen“ unfallchirurgischen Patienten unterscheidet: Polytraumatisierte Patienten kommen meist aufgrund des Verletzungsmusters, oder aufgrund präklinischer Analgosedierung, intubiert beatmet zur Aufnahme und können nicht zu ihrem Impfstatus befragt werden. Sie sehen außerdem die Gefahr, dass Verletzungen während der primären Versorgung im Schockraum unterschätzt werden und die Notwendigkeit einer Impfung übersehen wird. Darüber hinaus bemerken sie, dass sich das Ausmaß und die Kontamination einer Weichteilverletzung häufig erst intraoperativ in vollem Umfang darstellen lassen.

Da bei polytraumatisierten Patienten aufgrund des Verletzungsmechanismus der Grad der Wundkontamination häufig nur schwer abzuschätzen ist und die Gefahr einer Tetanusinfektion mit immer noch verhältnismäßig hoher Letalität, in keinem Verhältnis zu den beschriebenen Nebenwirkungen der Impfung steht, empfehlen sie beim polytraumatisierten Patienten mit Verletzungen der Oberflächenkontinuität der Haut und unsicherem Impfstatus grundsätzlich die Tetanol-Tetagam-Simultanimpfung in der frühen Schockraumphase [32].

In diese Überlegungen sollte man auch die Durchimpfungsrate der Bevölkerung mit einbeziehen. Poethko-Müller et al. erhoben von Mai 2003 bis Mai 2006 im Rahmen des bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheits surveys den Impfstatus von 16.460 Kindern und Jugendlichen im Alter von 0 – 17 Jahren. Im Durchschnitt lagen die Quoten der vollständigen

Grundimmunisierung gegen Tetanus für 2 – 17-Jährige bei knapp über 90 %. Bei den 7 – 17-Jährigen fehlten aber häufig die Auffrischimpfungen gegen Tetanus [67].

Bader und Egler erhoben während der „Impfkampagne“ in Schleswig-Holstein 2003 im Rahmen routinemäßiger arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen anhand von 12.720 anonymen Dokumentationsbögen die Impfschutzraten von Erwachsenen. Bezüglich des vollständigen Tetanusimpfschutzes (Grundimmunisierung und letzte Auffrischung vor weniger als 10 Jahren) zeigte sich eine mit dem Alter deutlich abfallende Impfschutzrate. Konnte bei den unter 20-Jährigen noch in 82,8 % ein vollständiger Impfschutz festgestellt werden, war dies bei den über 60-Jährigen nur noch in 49,4 % der Fall. In der Gruppe der 30- bis 39-Jährigen, in die statistisch gesehen die meisten polytraumatisierten Patienten fallen (siehe Kapitel 2.2), betrug die Impfschutzrate für Tetanus 63,8 %. Außerdem zeigte sich, dass Männer, beim Polytrauma häufiger betroffen, im Durchschnitt schlechter geimpft sind als Frauen [02].

Das Freiburger Schockraum-Management sieht für alle Patienten mit unbekanntem Impfstatus die Simultanimpfung von Tetanus-Toxoid (Tetanol) und humanem Tetanus-Immunglobulin (Tetagam) vor.

Von den 40 dokumentierten Fällen konnte der Impfstatus in 90 % der Fälle (n = 36) nicht eruiert werden. Einem Patienten war sein Impfstatus unbekannt, in den übrigen Fällen waren die Patienten intubiert beatmet und konnten nicht befragt werden. Diese Problematik sehen auch Frink et al. als besonderes Problem beim polytraumatisierten Patienten [32]. Die Richtlinien des RKI sehen bei unbekanntem Impfstatus im Verletzungsfall einmalige Gabe von Tetanus-Toxoid vor [71]. In Freiburg wird dieses immer simultan mit humanem Tetanus-Immunglobulin verabreicht. Wie oben beschrieben ist dies laut RKI nur bei Wunden, die besondere Kriterien erfüllen, notwendig [71]. Auch im ATLS wird zwischen tetanusgefährdeten und nicht tetanusgefährdeten Wunden unterschieden [01]. Unter den 40 dokumentierten Patienten haben nach Auswertung der Schockraumdokumentation 85 % (n = 34) eine Wunde, die, entsprechend den Empfehlungen von RKI und ATLS, meist aufgrund des Unfallmechanismus als tetanusgefährdet eingestuft werden sollte. Bei einem dieser Patienten konnte tatsächlich ein ausreichender Impfschutz eruiert werden, was eine klare Ausnahme darstellt. Alle anderen erhielten die Simultanimpfung mit Tetanol/Tetagam. Bei den sechs Patienten, die nach primärer Untersuchung keine tetanusgefährdeten Wunden zeigten, wurde unterschiedlich verfahren. Bei einem Patient bestand anamnestisch voller

Impfschutz, sodass er folgerichtig nicht geimpft wurde. Bei den restlichen fünf Patienten war der Impfstatus unbekannt, drei bekamen eine Simultanimpfung, zwei erhielten keine Impfung.

Insgesamt zeigt sich, dass die meisten der polytraumatisierten Patienten unseres Kollektivs eine tetanusgefährdete Wunde aufwiesen. In den allermeisten Fällen ist der Impfstatus unbekannt. Bezieht man die Überlegungen von Frink et al. [32] und die Ergebnisse von Poethko-Müller et al. [67] und Bader und Egler [02] zur Impfschutzrate mit ein, so erscheint es durchaus sinnvoll jedem polytraumatisierten Patienten mit unbekanntem Impfstatus die Simultanimpfung mit Tetanol/Tetagam zu verabreichen. Sie sollte weiterhin zu den Standardmaßnahmen im Polytrauma-Algorithmus gehören. Zu diskutieren wäre der Wechsel von dem reinen Tetanus-Toxoid-Impfstoff Tetanol auf einen Kombinationsimpfstoff mit Diphtherie-Toxoid, gemäß Empfehlung des RKI [71], wobei hier sicherlich auch etwaige Mehrkosten in die Diskussion einfließen würden. Eine Überprüfung auf Indikation zur erweiterten Kombination mit einer Impfung gegen Pertussis erscheint mir im Rahmen des primären Schockraum-Managements als nicht möglich oder sinnvoll.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Evaluation der primären Schockraumphase bei der Versorgung polytraumatisierter Patienten gemäß dem klinikeigenen Schockraumalgorithmus.

Die erhobenen Daten zeigten sich vergleichbar mit Daten des Traumaregisters der DGU.

Für die primäre Phase sind im Freiburger Schockraumalgorithmus maximal sieben Minuten vorgesehen. Im Median dauerte sie 12,6 Minuten. Es kristallisierte sich keine spezifische Maßnahme heraus, die regelhaft zum erhöhten Zeitbedarf geführt hätte, sodass letzten Endes von einem Bedarf von 12 bis 13 Minuten ausgegangen werden muss. Erste Untersuchungen wie Röntgenaufnahmen sowie eine orientierende Sonographie waren im Median nach 9,3 Minuten abgeschlossen. Damit werden diese Maßnahmen in Freiburg vergleichsweise früher durchgeführt als in anderen Kliniken des Traumaregisters der DGU.

Die Einhaltung des maximalen Zeitbedarfs von 30 Minuten für die beiden ersten Phasen zeigte sich weitgehend von der Dauer der ersten Phase abhängig. Der größere Zeitbedarf der ersten Phase konnte in der zweiten Phase (Bodyscan-CT) eingespart werden.

Nach entsprechender Ausstattung des Schockraums mit einem CT oder Verlegung des CTs in die unmittelbare Nachbarschaft könnte die Notwendigkeit mancher Maßnahmen der ersten Phase neu diskutiert und so gegebenenfalls Zeit eingespart werden.

Die Gesamtversorgungszeit im Schockraum lag im Median bei 55 Minuten. Damit wurde das Ziel einer maximalen Aufenthaltsdauer des Patienten im Schockraum von maximal 60 Minuten erreicht.

Das Freiburger Schockraum-Management sieht für alle Patienten mit unbekanntem Impfstatus die Tetanus-Simultanimpfung vor. In den dokumentierten Fällen konnte zu 90 % der Impfstatus nicht eruiert werden. 85 % der Patienten wiesen eine Wunde auf, die als tetanusgefährdet eingestuft werden muss. Unter Einbeziehung von vorliegenden Daten zur Impfschutzrate erscheint es sinnvoll jedem polytraumatisierten Patienten mit unbekanntem Impfstatus die Simultanimpfung zu verabreichen.

8 Anhang

8.1 Präsentation des Freiburger Schockraum-Managements

©Huber/ Strohm
05.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management

Personelle und Strukturelle Voraussetzungen

Alarmierungskette: SR-Pflege und Unfallchirurg
Anästhesiepflege und Anästhesist
Zusätzliche Fachdisziplinen, RTA

Personelle Voraussetzungen vor Eintreffen des Patienten im SR:
(und Ihre Vorbereitungsaufgaben nach Abteilungen)

Unfallchirurgie: Assistent + Oberarzt (tagsüber)
Facharzt (nachts)
SR Pflege (möglichst 2 Personen)

Anästhesie: Assistent + Oberarzt (tagsüber)
Facharzt (nachts)
Anästhesie-Pflege

Radiologie: RTA

Sonstige: Zusätzliche Fachdisziplinen,
Transportdienst, Verwaltung

©Huber/ Strohm
05.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management

Personelle und Strukturelle Voraussetzungen

Vorbereitungen:

- Tragen von Röntgenschürzen ist Pflicht für:
SR-Pflege und Unfallchirurg,
Anästhesiepflege und Anästhesist
- Ultraschallgerät im SR
- Thorax-Röntgenplatte bereits auf der SR-Trage
unter der Auflagefläche plaziert
- Beatmungsgerät überprüft und bereits an der SR-
Trage befestigt
- Monitoring ebenfalls an der SR-Trage befestigt
- Blutabnahme-Sets und Scheine bereits vorbereitet
- Dokumentationsurterlage (Anästhesieprotokoll,
chirurg. Dokumentation) vorbereite

Bei Eintreffen des Patienten:

- Starten der Stoppuhr durch SR-Pflege

©Huber/ Strohm
05.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management

Wichtige Telefon- und Piepser-Nummern

Erreichbarkeiten:

•Unfallchirurgie:	Piepser 12-2502 (24 h/Tag)
•SR-Pflege:	Tel.: 2526 (24 h/Tag)
•Anästhesie:	Piepser 12-2301 (24 h/Tag)
•Anästh.-Pflege:	Piepser 12-2310 (24 h/Tag)
•Allgemeinchirurgie:	Piepser 12-2501 (24 h/Tag)
•Herzchirurgie:	Piepser 12-2601 (24 h/Tag)
•Gynäkologie:	Piepser 12-3001 (24 h/Tag)
•Kinderklinik:	Piepser 12-3005 (24 h/Tag)
•Neurologie:	Piepser 12-5303 (24 h/Tag)
•Neurochirurgie:	Pforte Tel.: 5001

©Huber/ Strohm
05.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management

Zeitfenstermodell

Rote Phase: 0-7 Minuten

Gelbe Phase: 8-30 Minuten

Grüne Phase: 31-60 Minuten

©Huber/Ströhm
09.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management Zeitfenstermodell

Rote Phase: 0- 7 Minuten

Patientenübergabe und Anamnese vom Rettungsdienst

Aufgabenverteilung:

<p><u>Unfallchirurgie</u> Umlagerung, HWS-Immobilisation Entkleidung, Körperliche Untersuchung, Blutungskontrolle, Röntgen Thorax a.p. Beckenübersicht Sonographie Abdomen/ Thorax</p>	<p><u>Anästhesie</u> Sicherung der Atemwege, und der Oxygenierung gegebenenfalls Intubation, Monitorisierung Sicherung venöser Zugänge und Volumentherapie</p>
---	---

Labor/Kreuzblut

Endpunkt: *Monitorisierter Patient mit durchgeführter Primärdiagnostik*

©Huber/Ströhm
09.02.2004 Vers. 3

SR-Management-Polytrauma/Mehrfachverletzungen Zeitfenstermodell

Gelbe Phase: 8- 30 Minuten

Monitorisierter Patient mit durchgeführter Primärdiagnostik
Bereits in der roten Phase: Sono Thorax

Cardiopulmonal stabil?

Ja

Nein

<p><u>Diagnostik</u> 1.- CCT <u>mit</u> HWS-CT 2.- Ganzkörper-CT <u>mit</u> Kontrastmittel 3.- bei therapeutischer Konsequenz: Angiographie</p>	<p><u>Sofortmassnahmen</u> Volumensubstitution, über ZVK/Schleuse/Shaldon Arterielle Kanüle (BGA) Medikamentöse Therapie Transfusionen (EK/FFP) <i>Stabilisierung erfolgreich?</i></p>
--	---

Endpunkt: Diagnosen, Beginn der OP-Maßnahmen, Spez. Diagnostik



©Huber/Strohm
05.02.2004 Vers. 3

Schockraum-Management Personelle und Strukturelle Voraussetzungen

Ansprechpartner: (für alle Probleme im Bereich des Schockraums)

Dr. B. Huber: Zentraler OP-Koordinator
Tel.: 270 - 2419 oder über chirurgische Pforte

Dr. Peter Strohm: Oberarzt Unfallchirurgie
Tel.: 270 - 2526 oder über chirurgische Pforte

Neue Telefon-Nummer für Schockraum -Patienten :

270 - 2029

(nur für Notärzte und Rettungsleitstelle, weiterhin für alle Hubschrauberanmeldungen)

9 Literaturverzeichnis

01. American College of Surgeons (1997) Advanced Traumatic Life Support® for doctors - student course manual. S. 385–389
02. Bader HM, Egler P (2004) Initiativen zur Steigerung der Impfbereitschaft in Schleswig-Holstein – Impfschutz bei Erwachsenen in der Arbeitswelt 2003 - Nutzung von arbeitsmedizinischen Routineuntersuchungen zur Erfassung von Impfraten unter Beschäftigten. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 47: 1204–1215
03. Baker SP, O’Neil B (1976) The Injury Severity Score: An update. J Trauma 16: 882–885
04. Baker SP, O’Neil B, Haddon W, Long WB (1974) The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 14: 187–197
05. Balogh Z, Offner PJ, Moore EE, Biffl WL (2000) NISS predicts post injury multiple organ failure better than the ISS. J Trauma 48: 624–627; discussion 627–628
06. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D et al. (2000) Epidemiologie des Schwerverletzten - Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. Unfallchirurg 103: 355–363
07. Becker CD, Mentha G, Schmidlin F, Terrier F (1998) Blunt abdominal trauma in adults: role of CT in the diagnosis and management of visceral injuries. Part 2: Gastrointestinal tract and retroperitoneal organs. Eur. Radiol 8: 772-780
08. Biewener A, Aschenbrenner U, Rammelt S et al. (2004) Impact of helicopter transport and hospital level on mortality of polytrauma patients. J Trauma 56: 94–98
09. Bouillon B, Kanz KG, Lackner CK, Mutschler W, Sturm J (2004) Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support® (ATLS®) im Schockraum. Unfallchirurg 107:844–850

10. Bouillon B, Neugebauer E, Rixen D, Lefering R, Tiling T (1996) Wertigkeit klinischer Scoringsysteme zur Beurteilung der Verletzungsschwere und als Instrument für ein Qualitätsmanagement bei Schwerverletzten. *Zentralbl Chir* 121: 914–923
11. Bouillon B, Neugebauer E, Rixen D, Lefering R, Tiling T (1996): Wertigkeit klinischer Scoringsysteme zur Beurteilung der Verletzungsschwere und als Instrument für ein Qualitätsmanagement bei Schwerverletzten. *Zentralbl Chir* 121: 914–923
12. Braunschweig R, Wawro W (2005) Integrierte Bildgebung bei Polytrauma. *Trauma Berufskrankh* 7 (Suppl 1): 207–213
13. Brenneman FD, Boulanger BR, McLellan BA, Redelmeier DA (1998) Measuring injury severity: time for a change? *J Trauma* 44: 580–582
14. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2004) Unfallstatistik - Unfalltote und Unfallverletzte 2003 in Deutschland
15. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg) (2002) Unfallverletzungen in Heim und Freizeit im Jahr 2000. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: 74
16. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg) (2003) Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
17. Burger C, Zwingmann J, Kabir K et. al. (2007) Schnellere Diagnostik mit digitaler Röntgentechnik im Schockraum: eine prospektive Studie bei Schwerverletzten. *Orthop Unfall* 145: 772–777
18. Cales RH, Ehrlich F, Sacra J et al. (1987) Trauma care system guidelines: improving quality through the systems approach. *Ann Emerg Med* 16: 464
19. Cassell OC (2002) Death from tetanus after pretibial laceration. *BMJ* 324: 1442–1443
20. Champion HR (2002) Trauma Scoring. *ScandJSurg* 91: 12–22
21. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS (1992) Improvement in outcome from trauma center care. *Arch Surg* 127: 333–338

22. Collicott PE (1979) Advanced trauma life support course, an improvement in rural trauma care. *Nebr Med J* 64:279–280
23. Collicott PE (1992) Advanced Trauma Life Support (ATLS): past, present and future. 16th stone lecture, American Trauma Society. *J Trauma* 35: 749–753
24. Committee on Injury Scaling (1998) The Abbreviated Injury Scale – 1990 Revision – Update 98, ed. Committee on Injury Scaling. Des Plaines, IL 60018 USA: Association for the Advancement of Automotive Medicine: 68
25. Committee on Medical Aspects of Automotive Safety (1971) Rating the severity of tissue damage I. The abbreviated scale. *JAMA* 215: 277–280
26. Committee on Medical Aspects of Automotive Safety (1972) Rating the severity of tissue damage II. The comprehensive scale. *JAMA* 220: 717–720
27. Compere V, Genevois A, Le Corre A et al. (2003) Influence of medical speciality and experience on interpretation of helicoidal thoracic computed tomography in blunt chest trauma. *Intensive Care Med* 29: 770–773
28. Culemann U, Seekamp A, Riedel U et al. (2003) Interdisziplinäres Polytraumamanagement. Teil 2: Klinikaufnahme vital bedrohter traumatisierter Patienten. *Notfall Rettungsmed* 6: 573–579
29. Davis JW, Hoyt DB, McArdle MS et al. (1992) An analysis of errors causing morbidity and mortality in a trauma system: a guide for quality improvement. *J Trauma* 32: 660–665
30. Dresing K et al. (2002) Leitlinie Polytrauma, <http://www.dgu-online.de/de/leitlinien/polytrauma.jsp> (gesichtet am 01.08.2007)
31. Foltin E, Stockinger A (1999) Einfluss des Verletzungsmusters auf die Vorhersagekraft von vier Polytraumascoring. *Unfallchirurg* 102: 98–109
32. Frink M, Müller CW, Ziesing S, Krettek C (2006) Tetanusprophylaxe in der Notaufnahme. *Unfallchirurg* 109: 977–983

33. Fulda GJ, Tinkoff GH, Giberson F et al. (2002) Inhouse trauma surgeons do not decrease mortality in a level I trauma center. *J Trauma* 53: 494–502
34. Gatzka C, Begemann PGC, Wolff A, Zörb J, Rueger JM, Win dolf J (2005) Verletzungsmuster und klinischer Verlauf polytraumatisierter Kinder im Vergleich mit Erwachsenen - Eine 11-Jahres-Analyse am Klinikum der Maximalversorgung. *Unfallchirurg* 108: 470–480
35. Grotz M, Schwermann T, Lefering R, Ruchholtz S, Graf v.d.Schulenburg JM, Krettek C, Pape HC (2004) DRG-Entlohnung beim Polytrauma - Ein Vergleich mit den tatsächlichen Krankenhauskosten anhand des DGU-Traumaregisters. *Unfallchirurg* 107: 68–76
36. Haas NP, Fournier C von, A Tempka et al. (1997) Traumazentrum 2000. Wie viele und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000? *Unfallchirurg* 100: 852–858
37. Haas NP, Hoffmann RF, Mauch C et al. (1995) The management of polytraumatized patients in Germany. *Clin Orthop* 1995: 25–35
38. Heller M, Blanke J, Draijer F, Brossmann J, Egbers HJ, Havemann D (1998) Beckenringverletzungen. *Radiologe* 38: 702-709
39. Helling TS, Nelson PW, Shook JW et al. (2003) The presence of in-house attending trauma surgeons does not improve management or outcome of critically injured patients. *J Trauma* 55: 20–25
40. Hessmann M, Hofmann A, Kreitner K (2005) The Benefit of Multislice Computed Tomography in the Emergency Room Management of Polytraumatized Patients. *Eur J Trauma* 31: 231–238
41. Hilbert P, Hoeller J, Wawro W (2005) Schockraummanagement polytraumatisierter Patienten. Ein Mehrzeilen-CT orientierter Versorgungsalgorithmus. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 40: 720-725
42. Husum H, Strada G (2002) Injury Severity Score versus New Injury Severity Score for penetrating injuries. *Prehospital Disaster Med* 17: 27–32

43. Kane G, Wheeler NC, Cook S (1992) Impact of the Los Angeles County Trauma System on the survival of seriously injured patients. *J Trauma* 2: 576–583
44. Kretschmer KH, Häuser H (1998) Radiologische Diagnostik des abdominellen Traumas. *Radiologr* 38: 693-701
45. Krötz M, Bode PJ, Häuser H et al. (2002) Interdisziplinäre Schockraumversorgung: Personelle, apparative und räumlich-logistische Konzepte in 3 Traumakrankenhäusern in Europa. *Radiologe* 42: 522–532
46. Kühne CA, Homann M, Ose C, Waydhas C, Nast-Kolb D, Ruchholtz S (2003) Der Schockraumpatient – Einschätzung ernster Schädelverletzungen anhand der GCS bei vermeintlich leichtem und mittelschwerem Schädel-Hirn-Trauma. *Unfallchirurg* 106: 380–386
47. Kühne CA, Ruchholtz S, Buschmann C et al. (2006) Polytraumaversorgung in Deutschland – Eine Standortbestimmung. *Unfallchirurg* 109: 357–366
48. Kühne CA, Ruchholtz S, Sauerland S et al. (2004) Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter – Eine systematische Literaturübersicht. *Unfallchirurg* 107: 851–861
49. Kuhnigk H, Steinhübel B, Keil T (2004) Das „Würzburger T“ - Ein Konzept zur Optimierung der frühen Polytraumaversorgung in der Notfallaufnahme. *Anaesthesist* 53: 645–650
50. Kulla M, Fischer S, Helm M, Lampl L (2005) Traumascores für den Schockraum - eine kritische Übersicht. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 40(12): 726-36
51. Lackner CK, Ruppert M, Lazarovici M, Stolpe E (2002) Anwenderperformanz und -variabilität der Glasgow-Koma-Skala - Prospektive Studie zur Reliabilität der GCS-Anwendung in der Akutmedizin. *Notfall und Rettungsmedizin* 5: 173–185
52. Lefering R (2002) Trauma score systems for quality assessment. *Eur J Trauma* 28: 52–63

53. Liberman M, Mulder D, Sampalis J (2000) Advanced or basic life support for trauma: meta-analysis and critical review of the literature. *J Trauma* 49: 584–599
54. Liener UC, Rapp U, Lampl L et al. (2004) Inzidenz schwerer Verletzungen – Ergebnisse einer populationsbezogenen Untersuchung. *Unfallchirurg* 107: 483–490
55. Lossius HM, Langhelle A, Pillgram-Larsen J et al. (2000) Efficiency of activation of the trauma team in a Norwegian trauma referral centre. *Eur J Surg* 166: 760–764
56. MacKenzie EJ, Shapiro S, Eastham JN (1985) The Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score. Levels of inter- and intrarater reliability. *Med Care* 23: 823–835
57. Mullins RJ, Mann NC (1999) Population-based research assessing the effectiveness of trauma systems. *J Trauma* 47: 59–66
58. Mutze S, Bauwens K, Rademacher G, Ekkernkamp A (2006) Verletzungen bei polytraumatisierten Patienten - Bildgebende Diagnostik von Thorax und Abdomen. *Trauma Berufskrankh* 8: 6–12
59. Mutze S, Bauwens K, Rademacher G, Ekkernkamp A (2006) Verletzungen bei polytraumatisierten Patienten. - Bildgebende Diagnostik von Thorax und Abdomen. *Trauma Berufskrankh* 8: 6–12
60. Nast-Kolb D, Waydhas C, Kanz KG, Schweiberer L (1994): Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 97: 292-302
61. Nast-Kolb D, Waydhas C, Kastl S et al. (1993) The role of an abdominal injury in follow up of polytrauma patients. *Chirurg* 64: 552–559
62. Novelline RA, Rhea JT, Bell T (1999) Helical CT of abdominal trauma. *Radiol Clin N Am* 37: 591–612
63. Oestern HJ, Regel G : "Allgemeine Aspekte" , in Tscherne H und Regel G (Hrsg): *Unfallchirurgie Traumamanagement* , Berlin 1997 , 225-238
64. Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M (1985) Klassifizierung der Verletzungsschwere. *Unfallchirurg* 88: 465–472

65. Osler T, Baker SP, Long W (1997) A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma* 43: 922–925; discussion 925–926
66. Pape HC, Grotz M, Schwermann T et al. (2003) Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Kosten der Versorgung schwer Verletzter – eine Initiative des Traumaregisters der DGU. *Unfallchirurg* 106: 348–357
67. Poethko-Müller C, Kuhnert R, Schlaud M (2007) Durchimpfung und Determinanten des Impfstatus in Deutschland - Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 50: 851–862
68. Prokop A, Hötte H, Krüge K (2006) Multislice-Spiral-CT zur Diagnostik beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 109: 545–550
69. Regel G, Pape HC, Pohlemann T, Seekamp A, Bosch U, Tscherne H (1994) Scores als Entscheidungshilfe. *Unfallchirurg* 97: 211–216
70. Robert-Koch-Institut (2003) *Epidemiologisches Bulletin* Nr. 34, S. 272
71. Robert-Koch-Institut (2007) *Epidemiologisches Bulletin* Nr. 30, S. 267–286
72. Rösch M, Klose T, Leidl R, Gebhard F, Kinzl L, Ebinger T (2000) Kostenanalyse der Behandlung polytraumatisierter Patienten. *Unfallchirurg* 103: 632–639
73. Ruchholtz S (2000) AG-Polytrauma. Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie als Grundlage des interklinischen Qualitätsmanagements in der Schwerverletztenversorgung. *Unfallchirurg* 103: 30–37
74. Ruchholtz S (2004) Polytrauma unter dem Diktat der DRG. Ökonomische Unwägbarkeiten aus ärztlicher Sicht 7. Deutscher Interdisziplinärer Kongress für Intensiv- und Notfallmedizin 01.– 04.12.2004, Hamburg
75. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Betz P, Schweiberer L (1994) Frühletalität beim Polytrauma – eine kritische Analyse vermeidbarer Behandlungsfehler. *Unfallchirurg* 97: 285–291

76. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L (1996) Das Verletzungsmuster beim Polytrauma - Stellenwert der Information über den Unfallhergang bei der klinischen Akutversorgung. Unfallchirurg 99: 633–641
77. Ruchholtz S, Waydhas C, Aufmkolk M, Täger G, Piepenbrink K, Stolke D, Nast-Kolb D (2001) Interdisziplinäres Qualitätsmanagement in der Behandlung schwerverletzter Patienten - Validierung eines QM-Systems für den diagnostischen und therapeutischen Ablauf der frühklinischen Versorgung. Unfallchirurg 104: 927–937
78. Ruchholtz S, Waydhas C, Lewan U et al. (2002) A multidisciplinary quality management system for the early treatment of severely injured patients: Implementation and results in two trauma centers. Intensive Care Med 28: 1395–1404
79. Ruchholtz S, Zintl B, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schwender D, Pfeiffer KJ, Schweiberer L (1997) Qualitätsmanagement der frühen klinischen Polytraumaversorgung - Therapieoptimierung durch Behandlungsleitlinien. Unfallchirurg 100: 859–866
80. Rutledge R, Fakhry SM, Meyer A et al. (1993) An analysis of the association of trauma centers with per capita hospitalizations and death rates from injury. Ann Surg 118: 512–521
81. Siebert H (2006) Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung der DGU - Empfehlungen zur Struktur, Organisation und Ausstattung stationärer Einrichtungen zur Schwerverletzten-Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Unfallchirurg 109: 815–820
82. Stahel PF, Heyde CE, Wyrwich W, Ertel W (2005) Aktuelle Konzepte des Polytraumamanagements: Von ATLS zu „Damage Control“. Orthopäde 34: 823-836
83. Statistisches Bundesamt Deutschland (2007) Unfälle und Verunglückte im Straßenverkehr, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Verkehr/Verkehrsunfaelle/Tabellen/Content75/UnfaelleVerunglueckte,templateId=renderPrint.psml> (gesehen am 30.07.2007)
84. Strohm PC, Bannasch H, Helwig P, Momeni A, Stark GB, Südkamp NP (2010) Offene Fraktur und Weichteilschaden. Orthop Unfall 148: 95-111

85. Strohm PC, Uhl M, Hauschild O, Stankovic Z, Reising KJ, Lesniak M, Südkamp NP (2008) Welchen Stellenwert hat das Ganzkörper-Spiral-CT in der Primärdiagnostik traumatisierter Kinder? Orthop Unfall 146: 1-6
86. Sturm J, Kühne CA, Ruchholtz S (2006) Initiative Traumanetzwerk - Qualitätssichernde Maßnahmen bei der Polytraumaversorgung. Trauma Berufskrankh 8: 58–64
87. Teasdale G, Jennett B (1974) Assessment of coma and impaired consciousness – A practical scale. Lancet 2: 81–84
88. Tetanus - RKI-Ratgeber Infektionskrankheiten – Merkblätter für Ärzte http://www.rki.de/cln_091/nn_504558/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber__Mbl__Tetanus.html (gesichtet am 22.07.2008)
89. Trentz O (2000) Polytrauma: pathophysiology, priorities, and management. In: Rüedi T, Murphy WM (Eds.), AO Principles of Fracture Management, Thieme, Stuttgart New York, pp 661–673
90. Trupka A, Kierse R, Waydhas C, Nast-Kolb D, Blahs U, Schweiberer L, Pfeifer KJ (1997) Schockraumdiagnostik beim Polytrauma: Wertigkeit der Thorax-CT. Unfallchirurg 100: 469-476
91. Tscherne H, Regel G, Sturm JA, Friedl HP (1987) Schweregrad und Prioritäten bei Mehrfachverletzungen. Chirurg 58: 631–640
92. Vécsei V, Arbes S, Aldrian S, Nau T (2005) Chest Injuries in Polytrauma. Eur J Trauma 31: 239–243
93. Vorhies RW, Harrison PB, Smith RS et al. (2002) Senior surgical residents can accurately interpret trauma radiographs. Am Surg 68: 221–226
94. Waydhas C, Kanz KG, Ruchholtz S, Nast-Kolb D (1997): Algorithmen in der Traumaversorgung. Unfallchirurg 100: 913-921
95. Waydhas C, Nast-Kolb D, Trupka A, Kerim-Sade C, Kanz KG, Zoller J, Schweiberer L (1992) Traumascores: Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit Unfallchirurg 95: 67–70

96. Weber U, Ertel W (2005) Zeitkorridor („golden hour“) ist entscheidend - Standardisierte Abläufe beim Polytrauma. Orthopäde 34: 821–822
97. Wicky S, Wintermark M, Schnyder P et al. (2000) Imaging of blunt chest trauma. Eur Radiol 10: 1524–1538
98. Wurmb T, Frühwald P, Brederlau J et. al. (2005) Der Würzburger Schockraumalgorithmus. Anaesthesist 54: 763–772
99. Wurmb T, Frühwald P, Brederlau J et. al. (2006) Schockraummanagement ohne konventionelle Radiographie? - Macht der Computertomograph die Röntgenröhre überflüssig?
100. Zulick LC, Dietz PA, Brooks K (1991) Trauma experience of a rural hospital. Arch Surg 26: 14

10 Danksagung

Vielen Dank an

- Herrn PD Dr. med. Peter Strohm für die Betreuung und die Erstattung des Erstgutachtens
- Herrn PD Dr. med. Holger Bannasch für die Erstattung des Zweitgutachtens
- Herrn Dr. med. Wolf-Christian Engelen für die Zusammenarbeit bei der Erhebung der gemeinsamen Daten
- Johanna für wertvolle Tipps und Hinweise und jegliche Unterstützung
- Den an der Polytraumaversorgung im Schockraum beteiligten ärztlichen und nichtärztlichen Mitarbeitern der verschiedenen Einrichtungen des Universitätsklinikums
- Sabine Buroh, Bibliothek der Chirurgischen Universitätsklinik, für die Hilfe bei der Literaturrecherche