

# Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter

## Eine systematische Literaturübersicht

**D**urch die Einführung regionalisierter Traumazentren in den Vereinigten Staaten konnte die Rate vermeidbarer Todesfälle bei der Behandlung schwerverletzter Patienten reduziert werden [14, 111]. Allerdings lassen sich bei 3–5% der Patienten unbegründete Behandlungsabweichungen nachweisen, die im weiteren Verlauf zu einer Komplikation führen [53, 90, 98, 112]. In Deutschland beläuft sich die jährliche Zahl polytraumatisierter Patienten mit einem Polytraumaschlüssel (PTS) der Gruppe III oder IV auf ca. 32.500 [25, 63, 80, 108]. Bei ca. 90 Traumazentren der höchsten Versorgungsstufe hierzulande (entsprechend dem amerikanischen Level I und II) beträgt die durchschnittliche Versorgung in diesen Zentren 100–200 polytraumatisierte Patienten/Jahr [25, 63, 80, 108]. Dabei erfolgt die Behandlung dieser Patienten in Krankenhäusern mit unterschiedlichen strukturellen und personellen Voraussetzungen. Um eine weitere Verbesserung und Vereinheitlichung der Polytraumaversorgung in Deutschland gewährleisten zu können, erscheint es daher sinnvoll, strukturelle und personelle Voraussetzungen in der Versorgung schwerverletzter Patienten weitestgehend zu standardisieren. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es daher, die Zusammensetzung des Schockraumteams, der zu fordernden Behandlungserfahrung

sowie die medizintechnischen und baulichen Voraussetzungen anhand eines systematischen Reviews auf eine evidenzbasierte Grundlage zu stellen. Dabei wurde auf folgende Fragestellungen eingegangen:

- Wie setzt sich das Schockraumteam zusammen?
- Zu welchem Zeitpunkt sollte der Oberarzt anwesend sein?
- Wer leitet das Schockraumteam?
- Was sind die Aktivierungskriterien?
- Welche Behandlungszahl pro Arzt/Klinik ist zu fordern?
- Wie ist ein Schockraum auszustatten?

### Methodik

Zu den einzelnen Teilaspekten des Themas erfolgten Literatursuchen in Medline und der Cochrane Library (■ **Tabelle 1**). Nach Durchsicht der Abstracts wurden potenziell relevante Artikel in Kopie beschafft. Ergänzt wurde die Datenbankrecherche durch eine Handsuche kleinerer Zeitschriften sowie das Sichten der Literaturverzeichnisse, insbesondere der Leitlinien des Traumakomitees des „American College of Surgeons“ [4, 5, 7, 6]. Inhaltlich relevanten Artikeln wurde entsprechend ihres Studiendesigns ein Evidenzlevel (EL) zugeordnet. Die Graduierung erfolgte nach dem Schema des „Cen-

tre for evidence-based Medicine“ in Oxford ([http://www.cebm.net/levels\\_of\\_evidence.asp](http://www.cebm.net/levels_of_evidence.asp)). Die Festlegung der EL bezog auch die inhaltliche Relevanz der Studien mit ein. Das Projekt wurde in Teilen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt (Nr. NE 385/5–3).

### Ergebnisse

Um ein koordiniertes und abgestimmtes Zusammenarbeiten verschiedener Personen in der Polytraumaversorgung zu erreichen, ist es international üblich, feste Teams für die Schockraumversorgung zusammenzustellen, die z. T. nach vorstrukturierten Plänen arbeiten und/oder ein spezielles Training (insbesondere ATLS\*) absolviert haben [8, 92, 101, 105, 114]. Diverse Studien (EL 2b) haben für dieses Schockraumkonzept klinische Vorteile gefunden [25, 63, 80, 108]. Nur in seltenen Fällen wird es indiziert sein (EL 4), diese Schockraumphase zu überspringen, um den Patienten direkt im Operationssaal (OP) zu erwarten [45].

Zur Anzahl der Personen, die den Patienten im Schockraum erwarten und behandeln sollten, gibt es kaum valide Vergleichsstudien. Die einzige vergleichende Studie (EL 4, da multiple Interventionen) kommt aktuell aus den Vereinigten Staaten, wo eine Erweiterung des Teams von 3

auf 5 Ärzte (1 Unfallchirurg, 1 Chirurg mit Assistent, 1 Anästhesist mit Assistent) eine signifikante Mortalitätsreduktion erbrachte [19]. In Amerika sind Traumateams von 4–5 Ärzten und 3 Schwestern/Pflegerinnen üblich [31, 56]. Auch Tscherne et al. [105] hielten für ein Traumazentrum 8 Personen für ideal (EL 4), nämlich 5 Ärzte (1 unfallchirurgischer Oberarzt mit 3 Assistenten und 1 Anästhesist) und 3 Personen Pflegepersonal. In Deutschland sind derzeit Teams von 4–6 Ärzten und 3–4 Schwestern/Pflegerinnen (jeweils ohne Radiologie) üblich [20, 90, 95]. Einzelne Studien aus dem Ausland (EL 4) beschreiben hingegen, dass auch mit nur 2 Ärzten ein Großteil polytraumatisierter Patienten effektiv versorgt werden kann [3, 13, 24]. Je nach Verletzungsmuster/-schwere wird das initial mindestens 2–3 Personen umfassende Team dann jedoch um weitere Kollegen zu ergänzen sein [62, 84, 91]. Vorteilhaft für die Disposition der individuell notwendigen Fachdisziplinen ist hierbei eine frühzeitige Kommunikation zwischen präklinischem und klinischem Personal, wie Gerndt et al. (EL 2b [36]) und Maghsudi et al. (EL 4 [71]) zeigen konnten. Je nachdem, wie sicher und detailliert diese Kommunikation im Einzelfall funktioniert, sollte das Traumateam daher aus 3–5 Ärzten und 2–3 Schwestern/Pflegerinnen bestehen.

### Basisschockraumteam

Zur Zusammensetzung des Schockraumteams erfolgte eine Analyse von 19 internationalen Arbeiten, wobei sich die folgende Empfehlung auf 15 Arbeiten aus dem angloamerikanischen sowie auf 4 Arbeiten aus dem deutschen bzw. skandinavischen Sprachraum stützt [11, 19, 22, 24, 27, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 54, 65, 66, 68, 79, 85, 90, 102]. Insgesamt konnten Angaben zur Zusammensetzung 22 verschiedener Schockraumteams in 16 Level-I-Traumazentren ausgewertet werden; 6-mal lagen keine Angaben zum Versorgungsprofil des Krankenhauses vor.

Die Frage, welche Fachrichtungen im Traumateam primär vertreten sein sollten, ist häufig von den lokalen Verhältnissen abhängig. Erfahrungen aus dem Ausland sind wenig informativ, da dort die thematische Abgrenzung der Fachgebiete und die Ausbildungssituation oft deutliche Un-

terschiede aufweist. Was in allen Arbeiten zum Thema betont wird, ist die Notwendigkeit eines wirklichen „Teamgeistes“, der politisch gewollt, aber auch in praxi trainiert werden muss. Dies schließt das Pflegepersonal mit ein (EL 5 [26]). Bisher gibt es aber kaum Evidenz, die die Effektivität bestimmter Ausbildungskonzepte beim Polytrauma klar belegen könnte [97].

Bezüglich des Ausbildungsstands fanden sich bei der Durchsicht der internationalen Literatur weltweit in fast allen Teams entweder spezielle „trauma surgeons“ unterschiedlichen Ausbildungsstands oder aber „general surgeons“ mit (langjähriger) Traumaerfahrung – ebenfalls mit unterschiedlichem Ausbildungsstand (■ **Tabelle 2, 3**).

Weiter vertreten waren sog. „emergency physicians“, bei denen es sich um Ärzte handelt, die besonders auf die initiale Versorgung/Stabilisierung verletzter Patienten spezialisiert sind, aber keine operativen Eingriffe durchführen (s. ■ **Tabelle 2, 3**). Eine direkte Entsprechung dieser Ausbildung findet sich in Deutschland nicht.

Anästhesisten oder speziell ausgebildete Beatmungsassistenten (respiratory therapists) waren ebenfalls häufig Mitglieder des Schockraumteams (s. ■ **Tabelle 2, 3**). Dies im Gegensatz zu Deutschland, wo Anästhesisten fester Bestandteil eines Schockraumteams sind. Den jeweiligen Disziplinen zugeordnet sind meist je eine Person des Pflegepersonals oder aber 1–2 Krankenschwestern, deren Zugehörigkeit durch ihre speziellen Aufgabenfelder (Vorbereitung der Intubation/Katheteranlage, Medikamente, Thorakotomie, Peritoneallavage etc.) definiert ist. Radiologen fanden sich überwiegend im deutschen Schockraumsystem, im amerikanischen Raum wird diese Aufgabe initial im Schockraum häufig auch von speziell ausgebildeten Radiologieassistenten (radiology technicians) übernommen (s. ■ **Tabelle 2, 3**).

Mehrere Diagnostikstudien haben verglichen, inwieweit beim Mehrfachverletzten die Befundung von Röntgen-/CT-Bildern durch Nicht-Radiologen problematisch ist. Während 3 Studien an Röntgenbildern gute Ergebnisse für die Nicht-Radiologen fanden (EL 1b [58, 59], EL 2b [109]), fordern 2 Studien, zumindest die Befundung von CT-Bildern allein durch

Radiologen vornehmen zu lassen (EL 1b [17], EL 2b [107]). Von überragender Bedeutung ist wiederum die Erfahrung der jeweiligen Ärzte – unabhängig von der Fachrichtung (EL 2b [74, 80, 107]).

### Oberarztanwesenheit

Eine Krankenhausvergleichsstudie (EL 4) fand, dass es nicht unbedingt notwendig ist, dass der „trauma surgeon“ rund-um-die-Uhr in der Klinik verfügbar ist, sofern die Entfernung zur Klinik nicht größer als 15 min ist, und ein Assistenzarzt im Haus bereit steht [22]. Allen et al. [3] und Helling et al. (EL 2b [42]) nennen hier 20 min als Grenze. Luchette et al. (EL 2b [68]) und auch Cornwell et al. (EL 4 [19]) fanden dagegen die „In-house-Bereitschaft“ vorteilhaft, wobei Luchette lediglich eine Beschleunigung der Diagnostik und des Operationsbeginns bei initialer Anwesenheit eines „Oberarztes“ (attending physician) zeigte, die intensivmedizinische Behandlungsdauer hingegen unbeeinflusst blieb, ebenso wie die Mortalität bei Patienten mit schweren thorakoabdominellen oder Schädelverletzungen [25, 63, 80, 108].

Zahlen aus dem englischen „Trauma Audit and Research Network“ (TARN) belegen im Vergleich über mehrere Jahre (EL 4), dass sich durch die vermehrte Anwesenheit eines qualifizierten Fach/Oberarztes (60 vs. 32%) signifikante Mortalitätsreduktionen erreichen lassen [60]. Auch Wyatt et al. [115] wiesen nach (EL 2b), dass schwerverletzte Patienten in Schottland ( $n=1427$ ;  $ISS>15$ ) schneller behandelt wurden und eher überlebten, wenn sie von einem erfahrenen Ober-/Chefarzt anstelle eines Assistenzarztes behandelt wurden.

In den Empfehlungen des „American College of Surgeons Committee on Trauma“ (ACS COT) wird die Anwesenheit eines chirurgischen Oberarztes nicht gefordert, vorausgesetzt ein Chirurg mit Facharztstandard (senior surgical resident) ist unmittelbar an der Versorgung Schwerverletzter beteiligt. Helling et al. [41] zeigten in einer retrospektiven Analyse über einen Zeitraum von 10 Jahren, dass sich durch die initiale Anwesenheit eines Oberarztes keine relevante Verbesserung der Behandlungsergebnisse erzielen lässt (EL 2b). Für Patienten mit penetrierenden Verletzungen, im Schock,  $GCS<9$  oder  $ISS\geq 16$  zeigte

Unfallchirurg 2004 · 107:851–861  
DOI 10.1007/s00113-004-0813-z  
© Springer Medizin Verlag 2004

C. A. Kühne · S. Ruchholtz · S. Sauerland · C. Waydhas · D. Nast-Kolb

### Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter. Eine systematische Literaturübersicht

#### Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Publikation sollen die personellen und strukturellen Voraussetzungen beschrieben werden, die für eine adäquate und qualitätsorientierte Diagnostik und Akutbehandlung schwerverletzter Patienten als Grundlage zu sehen sind. Es werden Angaben zur Zusammensetzung und Qualifikation des Schockraumteams, Aktivierungskriterien, Versorgungsqualität sowie zu baulichen und apparativen/medizinischen Voraussetzungen gegeben.

Klinische Studien wurden über systematische Literatursuchen (Medline, Cochrane und Handsuchen) und Klassifikation nach Evidenzgüte (Level 1–5 nach Oxford-Schema) zusammengetragen.

Das Basisschockraumteam sollte mit Vertretern der (unfall)chirurgischen, anästhesiologischen und radiologischen Disziplinen sowie 1–2 Pflegekräften der jeweiligen Abteilungen besetzt werden. Der unfallchirurgische Oberarzt sollte innerhalb von ca. 20 min im Schockraum anwesend sein. Definierte Verletzungskriterien (Hochrasanztrauma, penetrierende Verletzungen des Körperstamms, GCS ≤ 14, Intubation u.a.) sollten zur Aktivierung des Schockraumteams führen. Der Schockraum selbst sollte zentral in der Notaufnahme integriert sein und alle medizintechnischen Voraussetzungen für eine optimale Diagnostik und Akutbehandlung schwer- und

schwerstverletzter Patienten ständig vorhalten. Die Möglichkeit zur Computertomographie (CT) sollte sich in unmittelbarer Nähe befinden.

Eine adäquate Versorgung Schwerverletzter setzt optimale Strukturen voraus. Um diese zu gewährleisten, ist ein hoher apparativer und personeller Aufwand unabdingbar, der trotz hoher Kosten durch die verbesserte Versorgungsqualität gerechtfertigt wird.

#### Schlüsselwörter

Polytrauma · Schockraumteam · Aktivierungskriterien · Struktur · Bauliche Voraussetzungen

### Personal and structural requirements for the initial management of multiple trauma. A systematic review of the literature

#### Abstract

The aim of the study was the description of personal and structural preconditions essential for adequate diagnostic requirements and treatment in severely injured patients. Herein we give detailed information regarding both the composition and qualification of the trauma team and the activation criteria as well as instructions for the design of the emergency room and technical requirements.

Clinical trials were systematically collected (MEDLINE, Cochrane, and hand searches) and classified into evidence levels (1 to 5 according to the Oxford system).

The trauma team should consist of (trauma) surgeons, anesthesiologists, radiologists, and one to two nursing staff members of each department. The attending physician should be present within 20 min. Trauma team activation criteria are among others: high energy/velocity trauma, penetrating injuries, GCS ≤ 14, and intubation. The emergency room should be integrated in the emergency department with all technical equipment being permanently available for optimal diagnostic and therapeutic management. A CT scanner should be positioned nearby.

Adequate management of severely injured patients requires optimal personal and structural conditions. High costs and additional personnel are justified by improved quality of treatment.

#### Keywords

Multiple trauma · Trauma team · Activation criteria · Personal and structural preconditions

Tabelle 1

## Literatursuchen zur personellen und strukturellen Ausstattung des Schockraums

Datum der Suche	Suchstrategie in Medline (PubMed)	Treffer
06.05.2002	„Trauma Centers“[MESH] OR „injury severity score“[MESH] AND „Medical Staff, Hospital“[MESH] OR „health services research“[MESH]	175
06.05.2002	„Triage“[MESH] AND („Trauma Centers“[MESH] OR „wounds and injuries“[MESH] OR „injury severity score“[MESH]) AND hasabstract[text]	496
11.02.2003	„Trauma Centers/manpower“[MESH] OR „Trauma Centers/organization and administration“[MESH] OR „Trauma Centers/standards“[MESH] OR „Health Personnel“[MESH] AND „Multiple Trauma“[MESH] NOT „disasters“[MeSH Terms] NOT Review[ptyp] NOT Editorial[ptyp] AND „1990“[Pdat] : „3000“[Pdat]	823

Tabelle 2

## Übersicht zur Zusammensetzung internationaler bzw. europäischer Traumateteams – Nordamerika, Großbritannien, Südafrika, Australien

	Trauma Surgery	(General) Surgery	Emerg. Phys./ICU	Anaesthe-siologie	Radiology	Thoracic Surgery	Respiratory technician	X-ray-technician	Nurses
Teammitglieder (n)	1–2	1–2	1	1	1	1	1	1	1–2
Anzahl der Kliniken (x/y) <sup>a</sup>	14/16	11/16	13/16	8/16	2/16	1/16	8/16	7/16	14/16

<sup>a</sup> Anzahl der Kliniken (x/y) in denen der/die Vertreter der jeweiligen Fachdisziplinen genannt werden

Tabelle 3

## Übersicht zur Zusammensetzung internationaler bzw. europäischer Traumateteams – Deutschland, Holland, Norwegen, Schweden (Fortsetzung von Tabelle 2)

	Unfall-chirurgie	Allgemein-chirurgie	Anästhesiologie	Radiologie	Neuro-chirurgie	Pflege-personal	Medizinisch-technisches Personal
Teammitglieder (n)	1–2	1–2	1–2	1	1	1–2	1–2
Anzahl der Kliniken (x/y) <sup>a</sup>	6/6	6/6	6/6	5/6	4/6	6/6	5/6

<sup>a</sup> Anzahl der Kliniken (x/y) in denen der/die Vertreter der jeweiligen Fachdisziplinen genannt werden.

sich kein Unterschied in der Versorgungsqualität hinsichtlich Mortalität, Operationsbeginn, Komplikationen oder Behandlungsdauer auf der Intensivstation, wenn der Diensthabende innerhalb von 20 min an der weiteren Versorgung teilnahm (on-call). Lediglich die initiale Versorgungszeit und die Gesamtaufenthaltsdauer im Krankenhaus waren beim stumpfen Trauma geringer, wenn der „Oberarzt“ (attending physician) sofort im Schockraum sein konnte (in-house). Diese Ergebnisse werden durch Porter et al. [88], Demarest et al. [22] sowie Fulda et al. [35] weitgehend bestätigt.

Insgesamt lässt sich abschließend aus diesen Ergebnissen folgern, dass die An-

wesenheit eines Oberarztes unmittelbar zu Beginn der Schockraumversorgung nicht notwendig ist, wenn ein in der Versorgung Schwerverletzter qualifizierter Chirurg (Facharztstandard und ggf. ATLS zertifiziert) die Verletztenversorgung zunächst durchführt. Die Erreichbarkeit eines Oberarztes sollte allerdings kurzfristig gewährleistet sein.

### Erweitertes Schockraumteam

Intensivmediziner, Kindertraumatologen, Neuro- oder Thoraxchirurgen waren in den von uns ausgewerteten 19 Arbeiten insgesamt weniger als 5mal vertreten. Einer Analyse von Lucas et al. [67] zur Folge

ist ein Neurochirurg zwar unverzichtbarer Bestandteil eines jeden Schockraumteams, muss allerdings nicht von Anbeginn gegenwärtig sein (EL 4). Er ist erst bei gegebener Indikation hinzuzurufen und sollte innerhalb von 30 min therapeutisch oder operativ tätig sein können.

Nach Lucas et al. eignet sich in Krankenhäusern mit 25 Kraniotomien/Jahr bei Trauma lediglich einmal innerhalb von 4 1/2 Jahren eine verzögerte Versorgung; einmal innerhalb eines Jahres, wenn 50 Kraniotomien infolge eines Traumas jährlich durchgeführt werden. Friedl u. Karches [34] sowie Havill u. Sleigh [41] erzielten zufriedenstellende Resultate in der Versorgung bei Schädel-Hirn-Trauma-Pa-

tienten (EL 4), obwohl keine neurochirurgische Abteilung im Haus zur Verfügung stand. Lediglich jeweils 6% der Patienten mussten aufgrund komplexer Verletzungen in ein neurochirurgisches Zentrum verlegt werden. Parzhuber et al. [81, 82] und Bauer et al. [9] berichten ebenfalls über gute Ergebnisse in der Behandlung schwerer Schädelverletzungen durch neurochirurgisch erfahrene Chirurgen. Laut amerikanischen Daten (EL 2) ist die neurotraumatologisch-operative Erfahrung entscheidend [47]. Insgesamt lässt sich hieraus schließen, dass bei Bedarf die Verfügbarkeit eines Facharztes für Neurochirurgie oder neurochirurgisch ausgebildeten Chirurgen gewährleistet sein sollte.

Die Anwesenheit eines Kinderchirurgen im Basis-SR-Team erscheint ebenfalls nicht notwendig. Die Studien von Knudson et al. [51], Fortune et al. [32], Nakayama et al. [76], Rhodes et al. [89], Bensard et al. [10], D'Amelio et al. [21], Stauffer [100] und Hall et al. [38] konnten eine Verbesserung des Outcomes durch die Mitwirkung spezieller Kinderchirurgen nicht sicher beweisen. Die Studien finden z. T. zwar signifikante Resultate in der TRISS-Analyse, ohne jedoch eine definierte parallele Kontrollgruppe verfügbar zu haben (daher EL 4). Auch in Amerika, wo pädiatrische Traumazentren propagiert wurden, werden derzeit 3/4 aller schwerverletzten Kinder in allgemeinen Traumazentren versorgt [96]. Wann immer möglich, sollte jedoch bei Bedarf die Verfügbarkeit eines Facharztes für Kinderchirurgie oder Pädiatrie gewährleistet sein [110]. Dies gilt besonders für Säuglinge und Kleinkinder.

Ein Thoraxchirurg, Augenarzt, Kieferchirurg und HNO-Arzt sollte innerhalb von 20 min erreichbar sein (EL 2b [73], EL 4 [87], EL 5 [40, 54]). Nach Albrink et al. (EL 2b [2]) sollte der Thoraxchirurg v. a. bei Aortenläsionen frühzeitigst hinzugezogen werden.

### Leitung des Schockraumteams

Hoff et al. [44] konnten zeigen (EL 2b), dass es durch die Einführung eines Teamleaders (sog. command physician) zu einer Verbesserung des Versorgungs- und Behandlungsablaufes kam. Auch Alberts et al. (EL 4 [1]) wiesen verbesserte Behand-

lungsabläufe und -ergebnisse nach, nachdem das Konzept des „trauma leaders“ eingeführt wurde. Die Aufgaben des Teamleaders sind hierbei im Einzelnen: Patientenübergabe, Untersuchung des Patienten, Durchführung und Überwachung therapeutischer und diagnostischer Maßnahmen, Konsultation anderer Fachdisziplinen, Koordinierung aller medizinischen und technischen Teammitglieder, Vorbereitung von Untersuchungen im Anschluss an die Schockraumversorgung, Kontaktaufnahme mit Angehörigen nach Abschluss [40, 44, 77, 102].

Die Teamleader kommen nach Durchsicht der internationalen Literatur zumeist aus den chirurgischen Fachgebieten (trauma/general surgery [49, 106]). Laut einer Umfrage von Lavoie et al. [57] in Kanada, werden dort in 24 von 30 Krankenhäusern die Teams – ganz oder überwiegend – durch einen Chirurgen geleitet. Wird die Leitung nicht durch einen Chirurgen durchgeführt, erfolgt dies zumeist durch den Notfallmediziner (emergency medicine physician), was nach Hartmann et al. (EL 2b [40]) zu vergleichbar guten Ergebnissen führt. In Australien sind daher 85% der „trauma leader“ Notfallmediziner [114].

In einer großen Vergleichsstudie an über 1000 Patienten (EL 2b) fanden sich fast gleiche Mortalitätsraten und Krankenhausaufenthalten unabhängig davon, ob einer von 4 Unfallchirurgen oder einer von 12 Allgemeinchirurgen für den Schockraum verantwortlich war [85], wobei jedoch die Allgemeinchirurgen unfallchirurgische Kenntnisse hatten.

Nach den Leitlinien der ACS COT ist dagegen ein qualifizierter Chirurg „team leader“. Insgesamt ist es daher auch für den deutschen Raum zu fordern, dass die Leitung des Schockraumteams – sollte sie nicht auf Basis definierter Leitlinien interdisziplinär erfolgen – durch einen erfahrenen Chirurgen gewährleistet sein sollte. Bei interdisziplinärer Schockraumleitung sollten alle relevanten Entscheidungen in Absprache zwischen den Fachdisziplinen der (Unfall-)Chirurgie und Anästhesie erfolgen (EL 2b [90]).

Ruchholtz et al. [90] konnten aufzeigen, dass ein – in ein QM-System integriertes – interdisziplinäres Team, das auf der Basis klinikerinterner Leitlinien und Absprachen

agiert, unter gemeinsamer chirurgischer und anästhesiologischer Leitung sehr effizient arbeitet (EL 2b).

Entsprechend den Literaturangaben sollte das Schockraumteam in einer deutschen Klinik wie folgt zusammengesetzt sein:

#### — Basisteam

- 1× Unfallchirurgie/Chirurgie (Facharztqualität),
- 1× Unfallchirurgie/Chirurgie (Weiterbildungsassistent),
- 1× Anästhesie (Facharztqualität)/Facharzt (chirurgische Zusatzbezeichnung Intensivmedizin),
- 1× Radiologie (Facharztqualität) (fakultativ),
- 2× chirurgische Pflegekräfte,
- 1× anästhesiologische Pflegekraft,
- 1× medizinisch-technisches Radiologiepersonal (MTRA),
- 1× Transportpersonal (Blutproben, Blutkonserven) (fakultativ).

#### — Erweitertes SR-Team (Anwesenheit in 20–30 min)

- unfallchirurgischer Oberarzt,
- anästhesiologischer Oberarzt,
- Neurochirurgie,
- Viszeralchirurgie,
- Thoraxchirurgie,
- Gefäßchirurgie
- (Neuro-)Radiologie,
- Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie,
- Urologie,
- Augenheilkunde,
- HNO,
- Pädiatrie/Kinderchirurgie,
- OP-Personal.

### Aktivierung des Schockraumteams

Zeitliche Verzögerungen beim Polytrauma sind potenziell letal. Je nach Verletzungsmuster bedeuten 3 min Verzögerung eine um 1% geringere Überlebenschance (EL 2b [16]). Daher sollte das Traumateteam den Patienten in der Klinik bereits erwarten. Petrie et al. [83] fanden in einer TRISS-adjustierten Analyse (EL 2b) bessere Ergebnisse bei rechtzeitiger Teamaktivierung, wobei allerdings die Teamzusammensetzungen nicht berichtet werden. Zur Alarmierung des Teams sind parallel geschaltete, gleichzeitig alarmierende Funker gegenüber der Reihe nach

Tabelle 4

Kriterien zur Alarmierung des Schockraumteams		
Unfallmechanismus	Anatomische Parameter	Physiologische Parameter
Schuss-/Stichverletzung im Stammbereich	Offene Thoraxverletzung	GCS ≤ 14
Fussgängerkollision mit PKW/LKW	Proximal gelegene Amputation	RR ≤ 90 mmHg
Motorrad/PKW/LKW-Unfall mit hoher Geschwindigkeit (≥ 30 km/h)	Instabile Beckenfraktur	Behinderung der Atmung Atemfrequenz < 10 oder > 30 pO <sub>2</sub> < 90%
Deformierung der Fahrzeugkarosserie ≥ 50 cm	Instabiler Thorax	Intubation
Herausschleudern eines Insassen	SHT oder Bewusstseinsstörung	
Tod eines Insassen		
Verkehrsunfall mit Schienenfahrzeug		
Sturz aus großer Höhe (≥ 3 m)		
Zuverlegung aus auswärtigem Schockraum		
Explosionsverletzung		
Verschüttung		
Einklemmung		

einzelnen zu aktivierenden Funkern vorzuziehen (EL 4 [114]). Gegebenenfalls sollte sich jedes Teammitglied sofort telefonisch rückmelden, um eventuelle Ausfälle/Verzögerungen rechtzeitig erkennen zu können (EL 4 [19]).

Ein effizient arbeitendes Traumasystem sollte Patienten derart selektieren, dass jedem Patienten die notwendige Versorgung zuteil wird. Hierbei sollten Kriterien/Protokolle zur Aktivierung des Schockraumteams idealerweise die „undertriage“ schwerverletzter Patienten minimieren und gleichzeitig nicht notwendige Aktivierungen bei Patienten, die keine Schockraumbehandlung benötigen („overtriage“) weitestgehend reduzieren. Die Effektivität eines solchen Aktivierungssystems kann durch Messgrößen wie die Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert und die Kalkulation der „over-“ und „undertriage“ beschrieben werden [28]. Von der ACS COT wird eine „undertriage-Rate“ von 5–10% bei gleichzeitiger 30- bis 50%iger „overtriage“ angegeben (EL 5 [7]).

Esposito et al. [30] zeigten in einer Untersuchung an >5000 Patienten (ISS ≥ 16), dass verschiedene präklinische Parameter (physiologisch, anatomisch, Unfalleinschätzung) in unterschiedlichem Maße geeignet sind, schwerverletzte Patienten zu identifizieren (EL 3b). Physiologische Parameter hatten hierbei eine hohe Aussagekraft, anatomische ließen hinge-

gen nur eine mittelmäßige Prädiktion zu. Aus verschiedenen Unfallmechanismen zeigten sich eine verlängerte Prähospitalphase/technische Rettung, der Tod eines Insassen, sowie eine Anprallgeschwindigkeit über 30 km/h bei Fußgängerunfällen als geeignet eine schwere Verletzung vorzusagen.

Die Deformierung der Fahrzeugkarosserie lässt ebenfalls Rückschlüsse über die Verletzungsschwere zu [30]. Eine Deformierung von einem Zentimeter entspricht hierbei einer plötzlichen Geschwindigkeitsreduzierung V\* (Aufprall) von 1 mph. Eine V\* von 20 mph verursacht wiederum eine Verletzungsschwere ISS ≥ 16 in 90% aller Insassen bei einem Verkehrsunfall. Esposito zur Folge lässt eine Fahrzeugdeformierung (≥ 70 cm) nur eine mittelmäßige Aussage über die zu erwartende Verletzungsschwere zu.

Franklin et al. [33] konnten die Wichtigkeit einer präklinisch bestehenden Hypotension (RR ≤ 90 mmHg) nach Trauma als Indikator einer Schockraumteamaktivierung ebenfalls nachweisen (EL 4). Fast die Hälfte aller verunfallten Patienten mit einer Hypotension wurden nach Aufnahme direkt in den OP verbracht, um eine hämorrhagische Blutung zu behandeln. Ähnliche Zahlen kommen von Chan et al. [15].

Isolierte Schussverletzungen im Stammbereich stellen – auch bei Fehlen weiterer Verletzungen – ebenfalls ein Kriterium

zur Aktivierung des Schockraumteams dar [93, 104].

Tinkoff et al. [104] fanden 4 verschiedene Parameter/Kriterien um solche Patienten zu identifizieren die aufgrund ihrer Verletzungsschwere eines speziellen Behandlungsteams bzw. einer sofortigen Versorgung bedürfen (EL 3b):

1. Blutdruck < 90 mmHg bzw. altersadaptiert bei Kindern,
2. Atemwegobstruktion/-beeinträchtigung oder Intubation,
3. „Glasgow Coma Scale“ (GCS) ≤ 8 nach Unfall,
4. Schussverletzung im Bereich des Abdomens, Thorax oder Halses.

Für die GCS beschrieben Norwood et al. (EL 3b [78]), dass bereits ab 14 oder weniger Punkten eine Aktivierung des Traumateteams notwendig sei, gerade wenn andere Indikatoren unklar und nicht erhebbare seien. Kühne et al. [55] fanden in einer retrospektiven Untersuchung von 1778 Patienten mit einer GCS-Punktzahl von 13–15, die über den Schockraum aufgenommen wurden, bei 18,6% der Patienten ernste Verletzungen des Schädels mit einer AIS<sub>Schädel</sub> ≥ 3 (Abbreviated Injury Scale, EL 4b).

Ferner finden sich bei der Durchsicht der internationalen Literatur verschiedene modifizierte Alarmierungskriterien, die einem zugrunde liegenden Konsensus entsprechen, im Einzelnen aber nicht wissen-

schaftlich geprüft sind. Diese auf Expertenmeinung basierenden Kriterien wurden ebenfalls teilweise in unsere Empfehlung aufgenommen.

Aufgrund der oben genannten Studien/Literatur sollten die in **■ Tabelle 4** aufgeführten Kriterien zu einer Aktivierung des Schockraumteams führen.

## Behandlungszahl pro Arzt/Klinik

Dass Patienten, die sich einer komplexen chirurgischen Operation unterziehen, von der Behandlungserfahrung der operierenden Ärzte – insbesondere der Zahl der durchgeführten identischen Eingriffe – profitieren, wurde bereits Ende der 70er und in den 80er Jahren von Luft et al. [69] und Hannan et al. [39] gezeigt (EL 2b). Die Kontroverse, ob und inwieweit die Zahl jährlich behandelter Traumapatienten pro Arzt oder Krankenhaus die Behandlungsqualität (Zeitdauer der Behandlungsabläufe, Mortalität, vermeidbare Todesfälle, Verweildauer) positiv beeinflusst, wird in der internationalen (meist angloamerikanischen) Literatur uneinheitlich geführt. Ebenfalls nicht geklärt ist die Frage nach der Mindestanzahl behandelter Traumapatienten pro Arzt oder Krankenhaus, um ein ausreichendes Maß an Behandlungsqualität sicherzustellen. In den 1999 veröffentlichten „Resources for Optimal Care des ACS COT“ wird für Krankenhäuser der Level-I-Versorgungsstufe eine jährliche Mindestbehandlungszahl von 1200 Traumapatienten gefordert [23, 65]. Hiervon sollten 240 Patienten eine Mindestverletzungsschwere mit einem  $ISS \geq 15$  aufweisen bzw. wenigstens 35 Schwerverletzte jährlich pro Arzt versorgt werden. Die hierbei vom „American College of Surgeons Committee on Trauma“ geforderten Behandlungszahlen beruhen auf Untersuchungen von Smith et al. [99] und Konvolinka et al. [52].

Smith et al. [99] untersuchten in ihrer Studie an 8 Traumazentren in Chicago mit 1643 schwerverletzten Patienten Krankenhäuser mit  $<140$  und  $>200$  jährlich behandelten Schwerverletzten (EL 2b). Die Autoren konnten hierbei eine signifikante Verringerung der Mortalität in Zentren mit mindestens 200 Traumapatienten jährlich nachweisen. London et al. [64] konnten in einer großen Studie in Kalifornien hingegen keinen Zusammenhang zwischen der

Anzahl der behandelten Patienten und dem Behandlungsergebnis zeigen (EL 2b). Bei Vergleichbarkeit der behandelten Patienten in den verschiedenen untersuchten Krankenhäusern, zeigte sich sogar ein tendenziell eher schlechteres Outcome mit steigender Behandlungszahl, wobei eine numerische Grenze hierfür nicht angegeben werden konnte. In der betreffenden Studie fanden sich allerdings nur in 3 von 12 Level-I- bzw. 3 von 26 Level-II-Traumazentren eine jährliche Versorgungszahl  $\geq 240$  Patienten mit einem  $ISS \geq 15$ .

Cooper et al. [18] konnten in ihrer Studie in 35 Traumazentren im Staate New York gleichfalls keine positive Korrelation zwischen der Anzahl jährlich behandelter Patienten und der Mortalitätsrate zeigen (EL 2b). Einschränkend muss hier allerdings erwähnt werden, dass jene Krankenhäuser mit der höchsten Behandlungszahl ( $>250$  Patienten/Jahr,  $ISS \geq 15$ ) eine etwas höhere erwartete Mortalität (8,99% vs. 7,59% bzw. 7,68%) hatten als solche mit niedriger Behandlungszahl ( $\leq 150$  Patienten/Jahr bzw.  $>150$  und  $\leq 250$  Patienten/Jahr).

Tepas et al. [103] wiesen die besten Ergebnisse für Krankenhäuser mit einem jährlichen Behandlungsvolumen zwischen 500–1000 Patienten nach (EL 2b), wobei die Anzahl schwerverletzter Patienten ( $ISS \geq 15$ ) in dieser Studie bei 10–12%, also zwischen 50 und 120 Patienten lag, was ungefähr der untersuchten Behandlungszahl von Cooper et al. entspricht [18]. Auch in der derzeit aktuellsten Studie zum diesem Thema von Glance et al. [37] an  $>6000$  Patienten mit stumpfem Trauma fand sich in der multivariaten Analyse kein Zusammenhang zwischen Fallzahl pro Klinik und Mortalität (EL 2b).

Konvolinka et al. [52] untersuchten neben dem Zusammenhang zwischen der jährlichen Krankenhausbehandlungszahl und dem Überleben der behandelten Patienten auch die pro Arzt zu fordernde Zahl behandelter Traumapatienten (EL 2b). Zwischen 1988 und 1989 konnten die Daten von 13.002 schwerverletzten Patienten ( $ISS \geq 13$  oder  $AIS_{Kopf} \geq 3$ ) aller 24 akkreditierten Traumazentren in Pennsylvania ausgewertet werden. Eine signifikante Verbesserung hinsichtlich der Überlebensrate mit steigender Versorgungsanzahl pro Krankenhaus konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Aller-

dings zeigte sich, dass eine jährliche Mindestbehandlungszahl pro Arzt von mehr als 35 schwerverletzten Patienten zu einer signifikanten Verbesserung des Outcomes führte.

Sava et al. [94] konnte dieses Ergebnis in seiner Untersuchung an einem Level-I-Traumazentrum über einen 12-Jahres-Zeitraum nicht bestätigen (EL 2b). Die jährliche individuelle Behandlungszahl lag hier zwischen 1 und 104 Patienten. Die Mortalitätsrate der Patienten, die von Ärzten mit größerer Behandlungserfahrung (jährlich  $>35$  Behandlungen von Schwerverletzte) versorgt wurden, unterschied sich nicht von der Mortalität solcher Patienten, die von Ärzten mit jährlich weniger als 35 Schwerverletzten behandelt wurden.

Margulies et al. [72] fanden ebenfalls keine Verbesserung des Outcomes durch die Behandlung von Ärzten mit höherer jährlicher Patientenzahl ( $\geq 35$  Patienten/Jahr). Die jährliche individuelle Behandlungszahl schwankte in dieser Studie zwischen 1 und 120 Patienten (EL 2b).

Insgesamt kann aus der vorliegenden Literatur keine konkrete Angabe über die zu fordernde Mindestpatientenzahl pro Krankenhaus und/oder Arzt getroffen werden; die von dem ACS COT geforderten jährlichen Mindestbehandlungszahlen pro Arzt und/oder Krankenhaus lassen sich anhand der zitierten Studien allerdings nicht sicher bestätigen. Bezugnehmend auf die Studien von Cooper et al. [13] sowie Tepas et al. [103] erscheint eine zu fordernde jährliche Behandlungsmindestzahl zwischen 50 und 100 schwerverletzten Patienten ( $ISS \geq 15$ ) für deutsche Verhältnisse als sinnvoll (EL 2b).

Da die Studien zur Mindestbehandlungszahl (EL 2b-Studien) insgesamt widersprüchlich sind, kann für die Behandlungszahl von 50–100 Patienten kein Evidenzlevel angegeben werden, sondern lediglich ein Empfehlungsgrad (C) festgelegt werden, da es sich hierbei um eine Ermessensentscheidung handelt. Hier muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass die genannten Untersuchungen in großen, zumeist Krankenhäusern hoher Versorgungsstufe (Level I/II) durchgeführt wurden und somit nicht unbedingt auf solche niedrigerer Versorgungsstufe übertragen werden dürfen. Die Aussage, dass die Zahl der behandelten Patienten

Tabelle 5

Liste ständig im Schockraum vorzuhaltender medizinisch-technischer Geräte und Gegenstände (basierend auf den Publikationen dieses Heftes sowie beispielhaft an der Ausstattung des Schockraums am Universitätsklinikum Essen)

Technische Geräte	OP-Siebe/Sets	Sonstige Geräte	Katheter u.a.
Narkosegeräte (DIN EN 740), Transportbeatmungsgeräte, Ambu-Beutel	Thorakotomieset	Wärmedecken	Notfallmedikamente
Defibrillator, externer und interner Schrittmacher	Tracheotomieset	Zervikalorthese	Arterielle Katheter
EKG	Koniotomieset	Luftkammerschienen	Venenkatheter
Pulsoxymeter	Fixateur externe/Beckenzwinge	Schwerverbrannten-Versorgung	Thoraxdrainagen
Kapnometer	Laparotomieset (alternativ im Not-OP in unmittelbarer Nähe)	Tamponaden für Nasenrachenraum, Masing-Tuben	Dauerkatheter
Invasive und nichtinvasive Blutdruckmessung	Diverse Spekulae	Röntgenschürzen	Dialysekatheter
Endoskopie/Bronchoskopieeinheit		Schutzbrillen	Pleurakatheter
Blutanalysegerät/Gas-Check (fakultativ)		Schutzanzüge (fakultativ)	Blutentnahmeset
Fahrbare Patiententransportliege			Lumbalkatheterset (fakultativ)
Sonographiegerät			Verbandset
Absauggerät			Lampe für Not-OP
Blut- und Plasmawärmegerät			
Infusions(wärme)gerät			
Separate Kühlschränke für Plasma- und Blutprodukte, Medikamente			
Laryngoskope (gerade, gebogen)			
Cook-Sonden			
Intubationshilfe Stäbe			

pro Chirurg keinen sicheren Einfluss auf das Behandlungsergebnis hat, muss somit vor dem Hintergrund eines optimal ausgestatteten Krankenhauses/Schockraums mit entsprechendem Behandlungsteam gesehen werden.

### Ausstattung und bauliche Voraussetzungen des Schockraums

Angaben zur medizintechnischen Ausstattung eines Schockraums finden sich in der Literatur kaum, und stellen dann meist eine Expertenmeinung mit geringen Evidenzgrad dar (EL 5 [54, 113]). Die folgende Empfehlung zur Ausstattung des Schockraums wurden daher an den in einem Schockraum durchzuführenden therapeutischen und operativen Eingriffe sowie den diagnostischen Maßnahmen, die vor Ort getroffen werden müssen, definiert.

Die Angaben zu baulichen Voraussetzungen orientieren sich überwiegend an den Vorgaben der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR), der Arbeitsstättenverordnung

(ArbStättV), der Röntgenverordnung (RöV) sowie den Technischen Regeln für Gefahrenstoffe (TRGS).

Die in der **■ Tabelle 5** aufgeführte Auflistung der vorzuhaltenden Schockraumausstattung erscheint daher empfehlenswert, um eine optimale Diagnostik und Akutbehandlung von Störungen der lebenswichtigen Organsysteme (Schädel, Thorax, Abdomen) bzw. des Skelettsystems bei schwer- und schwerstverletzten Patienten gewährleisten zu können (s. auch folgende Beiträge in diesem Heft).

Die Anfahrtswege zum Schockraum sollten nach Möglichkeit klar gekennzeichnet oder ausgeschildert sein. Der Schockraum sollte sich ferner in räumlicher Nähe zur Krankenanhfahrt, dem Hubschrauberlandeplatz, der radiologischen Abteilung und der OP-Abteilung befinden. Nach § 38 Abs. 2 der Arbeitsstättenrichtlinie von 1986 (ASR 38/2) über Sanitätsräume und vergleichbare Einrichtungen sollten diese im Erdgeschoss liegen und mit einer Krankentrage und von einem Krankenkraftwa-

gen (KTW und RTW) leicht erreicht werden können. Ferner dürfen die Zugänge zu Sanitätsräumen höchstens 3 Stufen haben; bei Neubauten sind die Höhenunterschiede in den Zugängen stufenlos anzulegen.

Pro Behandlungseinheit wird eine Mindestgröße von 25 m<sup>2</sup> empfohlen (EL 5, **■ Abb. 1**, [113]). Optimalerweise sollten die Voraussetzungen zur zeitgleichen Versorgung von 2 Schwerverletzten gegeben sein, was somit zu einer zu fordernden Mindestgröße von 50 m<sup>2</sup> führt (EL 5 [54]). Die Grundrisse vieler deutscher und europäischer Kliniken entsprechen diesen Anforderungen [20, 54, 86].

Alternativ könnte die Raumgröße auch nach der Arbeitsstättenverordnung § 23 (ArbStättV; 2. Abschnitt; Raumabmessungen, Luftraum) errechnet werden. Hier gilt, dass für Räume mit natürlicher Belüftung oder Klimatisierung 18 m<sup>3</sup> Atemluft/Person bei schwerer bzw. 15 m<sup>3</sup> bei mittelschwerer körperlicher Tätigkeit gewährleistet sein müssen; für jede weitere Person, die sich zusätzlich nur zeitweise dort



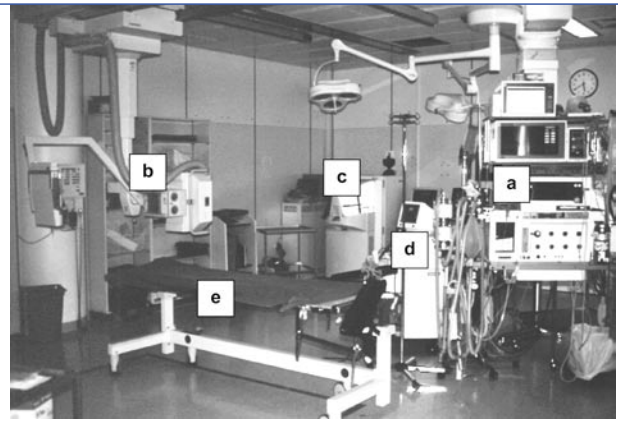
auffällt werden 10 m<sup>3</sup> veranschlagt. Bei Anwesenheit von 9 Personen und der Annahme mittelschwerer Arbeit (Tragen von Bleischürzen während der Versorgung) würde sich somit ein zu forderndes Raumvolumen von ungefähr 135 m<sup>3</sup> ergeben. Dies entspricht bei einer Deckenhöhe von 3,2 m einer Raumfläche von ca. 42 m<sup>2</sup>. Nicht eingerechnet sind die Platzverluste durch Narkose- und Sonographiegeräte, Arbeitsflächen, Patiententrage, Schränke u.ä., sodass insgesamt von 50 m<sup>2</sup>/Einheit ausgegangen werden sollte. Bei vorausgesetzter Möglichkeit der zeitgleichen Versorgung von maximal 2 Schwerverletzten vergrößert sich diese Fläche entsprechend. Der § 38 Abs. 2 der Arbeitsstättenrichtlinie von 1986) schreibt für Sanitäts- und Erste-Hilfe-Räume eine lichte Türbreite von mindestens 1,2 m, die der Türhöhe 2,0 m betragen.

Zur Installation und Inbetriebnahme einer Röntgenanlage sind die baulichen Richtlinien zur Strahlenschutz- und Röntgenverordnung (RöV § 20) heranzuziehen. Diese richten sich im Einzelfall nach der Art des Röntgengeräts. So gelten bei Installation eines C-Bogens andere Richtlinien als bei Installation einer kompletten Röntgenanlage oder eines CT. Die Abnahme unterliegt hier dem zuständigen Amt für Arbeitsschutz.

Darüber hinaus sollte der Schockraum über eine zentrale Gasver- und -entsorgung [Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 525; Gefahrstoffverordnung; 6.4 ff, Narkosegasabsaugungen], eine Notstromversorgung, mindestens zwei fernamtsberechtigte Telefone sowie eine krankenhausinterne Gegensprechanlage verfügen (EL 5 [113]). In unmittelbarer Nachbarschaft sollte sich ferner ein Raum mit der Möglichkeit zur Durchführung von Notfallmaßnahmen (separates Narkosegerät, OP-Siebe für unfall-, allgemein-, neuro- und thoraxchirurgische Noteingriffe) befinden [61, 113]. Alle in der **■ Tabelle 5** genannten Gegenstände und Sets sind ebenfalls direkt im Schockraum aufzubewahren.

Zur Qualitätssicherung kann es hilfreich sein, das Schockraummanagement für die spätere Analyse per Video aufzeichnen zu lassen (EL 4 [12, 70, 75]). Dies wird in 20% der nordamerikanischen Traumazentren durchgeführt [29], ist aber in Deutschland unüblich, da es datenschutzrechtliche Belange berührt.

Abb. 1a–e ► **Der Essener Schockraum (als mögliches Beispiel eines Versorgungskonzepts): a Narkose-/Beatmungseinheit, b mobile Röntgeneinheit, c Röntgen-Workstation, d Sonographiegerät, e Patiententisch**



## Diskussion

Obwohl der Schockraum in der Behandlung schwerverletzter Patienten eine zentrale Stellung einnimmt, gibt es bislang keine verbindlichen Vorgaben zur personellen oder baulichen Ausstattung. Trotz zahlreicher Arbeiten, die sich mit der Behandlung polytraumatisierter Patienten befassen, gibt es zu zentralen Fragen, z. B. der Zusammensetzung des Behandlungsteams, kaum hochwertige Studienevidenz. Unterschiedliche Ausbildungssysteme und von den deutschen Fachdisziplinen abweichende Berufsbezeichnungen und Aufgabenfelder machen es schwer, die Ergebnisse internationaler Arbeiten auf deutsche Verhältnisse zu übertragen. So findet sich hierzulande beispielsweise keine Entsprechung des amerikanischen „emergency physician“, der in der dortigen Traumaversorgung oft eine zentrale Rolle spielt. Ein weiterer relevanter Unterschied der Schwerverletztenbehandlung besteht ferner darin, dass das Traumateteam – im Gegensatz zu Deutschland – nicht die folgenden operativen Eingriffe durchführt. Diese werden meistens von eigens vorgesehenen Operationsteams vorgenommen. In der vorliegenden Arbeit wurde dementsprechend versucht, anhand der Durchsicht einer großen Zahl von Publikationen ein Basisschockraumteam herauszufiltern und an den Bedarf deutscher Kliniken anzupassen. Eine ähnliche Problematik findet sich auch bei den Kriterien zur Aktivierung des Schockraumteams. Wengleich hier Studien höheren Evidenzgrades die Notwendigkeit bei Vorliegen verschiedener physiologischer oder anatomischer Parameter bzw. aufgrund bestimmter Unfallme-

chanismen belegen, sind doch einige Kriterien bislang weiterhin nicht überprüft. Hier dient wiederum lediglich die Erfahrung bzw. ein Expertenkonsensus als Grundlage. Bei einer „Undertriage-Rate“ von 5–10% scheinen die aktuellen Kriterien laut ACS-Empfehlungen allerdings ausreichend (EL 5 [6]). Ob sich durch eine Modifizierung oder Erweiterung dieser Kriterien eine weitere Verbesserung der Versorgungsqualität bei gleichzeitig verminderter „overtriage“ erzielen lassen könnte, müsste ggf. noch durch weitere Studien gezeigt werden.

Medizintechnische Vorgaben ergeben sich durch die notwendigen diagnostischen und therapeutischen/operativen Eingriffe und Interventionen, die in der Akutbehandlung Schwerverletzter durchzuführen sind. Spezielle bauliche Vorgaben bei der Planung eines Schockraumes i.S. einer DIN fehlen bislang in Deutschland. Eine Annäherung an die Problematik, die (optimal) notwendige Größe eines Schockraums zu ermitteln, ist daher evtl. über arbeitsmedizinische Umwege möglich. In der vorliegenden Arbeit wurden daher sowohl sicherheitstechnische (Strahlenschutz, Gasentsorgung, Feuerschutzbestimmung etc.), wie auch arbeitsmedizinische Aspekte (Klimatisierung, Raumluftangebot, Arbeitsflächen etc.) zur Problemlösung herangezogen. Unserer Ansicht nach lassen sich auf diese Weise bereits sehr gute Vorgaben über Größe, Lage und Ausstattung des Schockraums erreichen.

## Schlussfolgerung

**Wengleich es sich bei der vorliegenden Arbeit um Empfehlungen zur personellen und strukturellen Ausstattung des Schockraum(managements) handelt, ist hervor-**

zuheben, dass diese auf der Analyse einer großen Literaturschau basieren. Folgendes kann daher als Quintessenz aktueller Traumaversorgung aufgefasst werden:

- Das Schockraumteam sollte aus 8–9 Personen bestehen.
- Die Anwesenheit eines (unfall)chirurgischen Oberarztes sollte innerhalb von 20 min gewährleistet sein.
- Mitglieder der erweiterten Schockraumteams sollten binnen 20–30 min im Schockraum eintreffen.
- Die Leitung des Schockraumteams erfolgt durch einen erfahrenen (Unfall-)Chirurgen bzw. interdisziplinär zwischen (Unfall-)Chirurgie und Anästhesie.
- 50–100 schwerverletzte Patienten sollten pro Jahr und Krankenhaus mindestens behandelt werden, um die Qualität der Versorgung gewährleisten zu können.
- Die Größe des Schockraums sollte 50 m<sup>2</sup> nicht unterschreiten; alle notwendigen Gegenstände und medizintechnischen Geräte sind permanent dort vorzuhalten.

## Korrespondierender Autor

Dr. C. A. Kühne

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum, Hufelandstraße 55, 45122 Essen  
E-Mail: christian.kuehne@uni-essen.de

## Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. med. A. W. Rettenmeier (Direktor: Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Essen) sowie Frau Dr. med. K. Stang (Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Essen) für die Hilfe und Unterstützung bei der Bearbeitung der arbeitsmedizinischen Fragen.

**Interessenkonflikt:** Keine Angaben

## Literatur

1. Alberts KA, Bellander BM, Modin G (1999) Improved trauma care after reorganisation: a retrospective analysis. *Eur J Surg* 165: 426–430
2. Albrink MH, Rodriguez E, England GJ, McKeown PP, Hurst JM, Rosemurgy AS 2nd (1994) Importance of designated thoracic trauma surgeons in the management of traumatic aortic transection. *South Med J* 87: 497–501
3. Allen DM, Hicks G, Botsa GW (1998) Outcomes after severe trauma at a northern Canadian regional trauma centre. *Can J Surg* 41: 53–58
4. American College of Surgeons Committee on Trauma (1983) Hospital and prehospital resources for optimal care of the injured patient. *Bull Am Coll Surg* 68: 11–21
5. American College of Surgeons Committee on Trauma (1986) Hospital and prehospital resources for optimal care of the injured patient. *Bull Am Coll Surg* 71: 423
6. American College of Surgeons Committee on Trauma (1999) Resources for optimal care of the injured patient. American College of Surgeons, Chicago
7. American College of Surgeons Committee on Trauma (1990) Resources for optimal care of the injured patient: an update. *Bull Am Coll Surg* 75: 20–29
8. Arahamian C, Wallace JR, Bergstein JM, Zeppa R (1993) Characteristics of trauma centers and trauma surgeons. *J Trauma* 35: 562–568
9. Bauer H, Müller RT, Grusser C, Stadelmann E (1986) Versorgungsstrategie beim schweren Schädel-Hirn-Trauma in der allgemeinen chirurgischen Abteilung. *Chirurg* 57: 321–326
10. Bensard DD, McIntyre RC Jr, Moore EE, Moore FA (1994) A critical analysis of acutely injured children managed in an adult level I trauma center. *J Pediatr Surg* 29: 11–18
11. Brennan R, Cohen SS, Chambers JA, Andrews C (1994) The OR suite as a unique trauma resuscitation bay. *AORN J* 60: 576–580
12. Brooks AJ, Phipson T, Potgieter A, Koertzen H, Boffard KD (1999) Education of the trauma team: Video evaluation of the compliance with universal barrier precautions in resuscitation. *Eur J Surg* 165: 1125–1128
13. Carmody IC, Romero J, Velmahos GC (2002) Day for night: should we staff a trauma center like a night-club? *Am Surg* 68: 1048–1051
14. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS (1992) Improvement in outcome from trauma center care. *Arch Surg* 127: 333–338
15. Chan L, Bartfield JM, Reilly KM (1997) The significance of out-of-hospital hypotension in blunt trauma patients. *Acad Emerg Med* 4: 785–788
16. Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, Greenwald L, Mode CJ (2002) Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma* 52: 420–425
17. Compère 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
18. Cooper A, Hannan EL, Bessey PQ, Farrell LS, Cayten CG, Mottley L (2000) An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *J Trauma* 48: 16–24
19. Cornwell EE, 3rd, Chang DC, Phillips J, Campbell KA (2003) Enhanced trauma program commitment at a level I trauma center: effect on the process and outcome of care. *Arch Surg* 138: 838–843
20. Culemann U, Seekamp A, Riedel U, Lehmann M, Pizanis A, Pohlemann T (2003) Interdisziplinäres Polytraumamangement. Teil 2: Klinikaufnahme vital bedrohter traumatisierter Patienten. *Notfall Rettungsmed* 6: 573–579
21. D'Amelio LF, Hammond JS, Thomasseau J, Sutyak JP (1995) „Adult“ trauma surgeons with pediatric commitment: a logical solution to the pediatric trauma manpower problem. *Am Surg* 61: 968–974
22. Demarest GB, Scannell G, Sanchez K et al. (1999) In-house versus on-call attending trauma surgeons at comparable level I trauma centers: a prospective study. *J Trauma* 46: 535–542
23. Demetriades D, Sava J, Alo K et al. (2001) Old age as a criterion for trauma team activation. *J Trauma* 51: 754–757
24. Deo SD, Knottenbelt JD, Peden MM (1997) Evaluation of a small trauma team for major resuscitation. *Injury* 28: 633–637
25. Dodek P, Herrick R, Phang PT (2000) Initial management of trauma by a trauma team: effect on timeliness of care in a teaching hospital. *Am J Med Qual* 15: 3–8
26. Drury T, Zacharias S (1997) Integrating nursing education into a trauma outreach program. *Int J Trauma Nurs* 3: 83–87
27. Eastes LS, Norton R, Brand D, Pearson S, Mullins RJ (2001) Outcomes of patients using a tiered trauma response protocol. *J Trauma* 50: 908–913
28. Eastman AB, Lewis FR Jr, Champion HR, Mattox KL (1987) Regional trauma system design: critical concepts. *Am J Surg* 154: 79–87
29. Ellis DG, Lerner EB, Jehle DV, Romano K, Siffing C (1999) A multi-state survey of videotaping practices for major trauma resuscitations. *J Emerg Med* 17: 597–604
30. Esposito TJ, Offner PJ, Jurkovich GJ, Griffith J, Maier RV (1995) Do prehospital trauma center triage criteria identify major trauma victims? *Arch Surg* 130: 171–176
31. Flint LM, Richardson JD (1987) Organization of trauma care. In: Richardson JD, Polk HC Jr, Flint LM (eds) *Trauma-clinical care and pathophysiology*. Year Book Medical Publishers, Chicago, pp 5–12
32. Fortune JB, Sanchez J, Graca L et al. (1992) A pediatric trauma center without a pediatric surgeon: a four-year outcome analysis. *J Trauma* 33: 130–139
33. Franklin GA, Boaz PW, Spain DA, Lukan JK, Carrillo EH, Richardson JD (2000) Prehospital hypotension as a valid indicator of trauma team activation. *J Trauma* 48: 1034–1039
34. Friedl W, Karches C (1996) Das Schädel-Hirn-Trauma in der chirurgischen Akutversorgung. Primärversorgung in einem Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung. *Chirurg* 67: 1107–1113
35. Fulda GJ, Tinkoff GH, Giberson F, Rhodes M (2002) In-house trauma surgeons do not decrease mortality in a level I trauma center. *J Trauma* 53: 494–502
36. Germdt SJ, Conley JL, Lowell MJ et al. (1995) Prehospital classification combined with an in-hospital trauma radio system response reduces cost and duration of evaluation of the injured patient. *Surgery* 118: 789–796
37. Glance LG, Osler TM, Dick A, Mukamel D (2004) The relation between trauma center outcome and volume in the National Trauma Databank. *J Trauma* 56: 682–690
38. Hall JR, Reyes HM, Meller JL, Loeff DS, Dembek R (1996) The outcome for children with blunt trauma is best at a pediatric trauma center. *J Pediatr Surg* 31: 72–77
39. Hannan EL, Kilburn H Jr, Bernard H, O'Donnell JF, Lukacik G, Shields EP (1991) Coronary artery bypass surgery: the relationship between in-hospital mortality rate and surgical volume after controlling for clinical risk factors. *Med Care* 29: 1094–1107
40. Hartmann J, Gabram S, Jacobs L, Libby M (1996) A model for an integrated emergency medicine/trauma service. *Acad Emerg Med* 3: 1136–1139
41. Havill JH, Sleight J (1998) Management and outcomes of patients with brain trauma in a tertiary referral trauma hospital without neurosurgeons on site. *Anaesth Intensive Care* 26: 642–647
42. Helling TS, Nelson PW, Shook JW, Lainhart K, Kintigh D (2003) The presence of in-house attending trauma surgeons does not improve management or outcome of critically injured patients. *J Trauma* 55: 20–25
43. Highley DA (1994) Review of the composition and use of trauma teams within the Trent Region. *J Accid Emerg Med* 11: 183–185
44. Hoff WS, Reilly PM, Rotondo MF, DiGiacomo JC, Schwab CW (1997) The importance of the command-physician in trauma resuscitation. *J Trauma* 43: 772–777
45. Hoyt DB, Shackford SR, McGill T, Mackersie R, Davis J, Hansbrough J (1989) The impact of in-house surgeons and operating room resuscitation on outcome of traumatic injuries. *Arch Surg* 124: 906–910
46. Jacobs IA, Kelly K, Valenziano C, Chevinsky AH, Pawar J, Jones C (2000) Cost savings associated with changes in routine laboratory tests ordered for victims of trauma. *Am Surg* 66: 579–584
47. Kagan RJ, Baker RJ (1994) The impact of the volume of neurotrauma experience on mortality after head injury. *Am Surg* 60: 394–400
48. Kaplan LJ, Santora TA, Blank-Reid CA, Trooskin SZ (1997) Improved emergency department efficiency with a three-tier trauma triage system. *Injury* 28: 449–453
49. Kazemi AR, Nayeem N (1997) The existence and composition of trauma teams in the UK. *Injury* 28: 119–121
50. Khetarpal S, Steinbrunn BS, McGonigal MD et al. (1999) Trauma faculty and trauma team activation: impact on trauma system function and patient outcome. *J Trauma* 47: 576–581
51. Knudson MM, Shagoury C, Lewis FR (1992) Can adult trauma surgeons care for injured children? *J Trauma* 32: 729–739

52. Konvolinka CW, Copes WS, Sacco WJ (1995) Institution and per-surgeon volume versus survival outcome in Pennsylvania's trauma centers. *Am J Surg* 170: 333–340
53. Kreis DJ Jr, Plasencia G, Augenstein D et al. (1986) Preventable trauma deaths: Dade County, Florida. *J Trauma* 26: 649–654
54. Krötz M, Bode PJ, Häuser H, Linsenmaier U, Pfeifer KJ, Reiser M (2002) Interdisziplinäre Schockraumversorgung: Personelle, apparative und räumlich-logistische Konzepte in 3 Traumakrankenhäusern in Europa. *Radiologie* 42: 522–532
55. Kühne CA, Homann M, Ose C, Waydhas C, Nast-Kolb D, Ruchholtz S (2003) Der Schockraumpatient. Einschätzung erster Schädelverletzungen anhand der GCS bei vermeintlich leichtem und mittelschwerem Schädel-Hirn-Trauma. *Unfallchirurg* 106: 380–386
56. Lane PL (1990) Priorities of resuscitation. In: McMurty RY, McLellan BA (eds) Management of blunt trauma. Williams & Wilkins, Baltimore, pp 30–36
57. Lavoie A, Tsakonakos E, Sampalis JS, Fréchette P (2003) Medical specialties assuming the role of trauma team leader in Canadian trauma centers. *Eur J Trauma* 29: 145–150
58. Le Corre A, Genevois A, Benichou J, Petit J, Veber B, Dureuil B (1999) Interprétation des clichés thoraciques standard chez les traumatisés thoraciques: influence de l'expérience du lecteur. *Ann Fr Anesth Reanim* 18: 503–508
59. Le Corre A, Genevois A, Hellot MF, Veber B, Dureuil B (2001) L'analyse du cliché thoracique chez le traumatisé n'est améliorée ni par une grille de lecture ni par l'expérience du lecteur. *Ann Fr Anesth Reanim* 20: 23–27
60. Lecky F, Woodford M, Yates DW, UK Trauma Audit and Research Network (2000) Trends in trauma care in England and Wales 1989–1997. *Lancet* 355: 1771–1775
61. Leitlinien-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (2001) Polytrauma: Leitlinie für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie. *Unfallchirurg* 104: 902–912
62. Lloyd DA, Patterson M, Robson J, Phillips B (2001) A stratified response system for the emergency management of the severely injured. *Ann R Coll Surg Engl* 83: 15–20
63. Lomas GA, Goodall O (1994) Trauma teams vs non-trauma teams. *Accid Emerg Nurs* 2: 205–210
64. London JA, Battistella FD (2003) Is there a relationship between trauma center volume and mortality? *J Trauma* 54: 16–25
65. 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
66. Lu WH, Kolkman K, Seger M, Sugrue M (2000) An evaluation of trauma team response in a major trauma hospital in 100 patients with predominantly minor injuries. *Aust N Z J Surg* 70: 329–332
67. Lucas CE, Dombi GW, Crilly RJ, Ledgerwood AM, Yu P, Vlahos A (1997) Neurosurgical trauma call: use of a mathematical simulation program to define manpower needs. *J Trauma* 42: 818–824
68. Luchette F, Kelly B, Davis K et al. (1997) Impact of the in-house trauma surgeon on initial patient care, outcome, and cost. *J Trauma* 42: 490–497
69. Luft HS, Bunker JP, Enthoven AC (1979) Should operations be regionalized? The empirical relation between surgical volume and mortality. *N Engl J Med* 301: 1364–1369
70. Mackenzie CF, Jefferies NJ, Hunter WA, Bernhard WN, Xiao Y, LOTAS Group (1996) Comparison of self-reporting of deficiencies in airway management with video analyses of actual performance. *Hum Factors* 38: 623–635
71. Maghsudi M, Hente R, Neumann C, Schächinger U, Nerlich M (1999) Medical communication from emergency scenes using a notepad computer. *J Telemed Telecare* 5: 249–252
72. Margulies DR, Cryer HG, McArthur DL, Lee SS, Bongard FS, Fleming AW (2001) Patient volume per surgeon does not predict survival in adult level I trauma centers. *J Trauma* 50: 597–603
73. Mathiasen RA, Eby JB, Jarrahy R, Shahinian HK, Margulies DR (2001) A dedicated craniofacial trauma team improves efficiency and reduces cost. *J Surg Res* 97: 138–143
74. McLauchlan CA, Jones K, Guly HR (1997) Interpretation of trauma radiographs by junior doctors in accident and emergency departments: a cause for concern? *J Accid Emerg Med* 14: 295–298
75. Michaelson M, Levi L (1997) Videotaping in the admitting area: a most useful tool for quality improvement of trauma care. *Eur J Emerg Med* 4: 94–96
76. Nakayama DK, Copes WS, Sacco W (1992) Differences in trauma care among pediatric and nonpediatric trauma centers. *J Pediatr Surg* 27: 427–431
77. Nerlich M, Maghsudi M (1996) Polytrauma-Management: Präklinische und Schockraumversorgung. *Unfallchirurg* 99: 595–606
78. Norwood SH, McAuley CE, Berne JD, Vallina VL, Creath RG, McLarty J (2002) A prehospital Glasgow Coma Scale score  $\leq 14$  accurately predicts the need for full trauma team activation and patient hospitalization after motor vehicle collisions. *J Trauma* 53: 503–507
79. Ochsner MG, Schmidt JA, Rozycki GS, Champion HR (1995) The evaluation of a two-tier trauma response system at a major trauma center: is it cost effective and safe? *J Trauma* 39: 971–977
80. Palmer SH, Maheson M (1995) A radiological review of cervical spine injuries from an accident and emergency department: has the ATLS made a difference? *J Accid Emerg Med* 12: 189–190
81. Parzhuber A, Ruchholtz S, Schweiberer L (1996) Das schwere Schädel-Hirn-Trauma. *Unfallchirurg* 99: 541–547
82. Parzhuber A, Wiedemann E, Richter-Turtur M, Waldner H, Schweiberer L (1994) Die Stellung des Allgemein- und Unfallchirurgen in der Neurotraumatologie: Erfahrungen und Ergebnisse aus 10 Jahren. *Unfallchirurg* 97: 615–618
83. Petrie D, Lane P, Stewart TC (1996) An evaluation of patient outcomes comparing trauma team activated versus trauma team not activated using TRISS analysis. *J Trauma* 41: 870–875
84. Plaisier BR, Meldon SW, Super DM et al. (1998) Effectiveness of a 2-specialty, 2-tiered triage and trauma team activation protocol. *Ann Emerg Med* 32: 436–441
85. Podnos YD, Wilson SE, Williams RA (1998) Effect of surgical panel composition on patient outcome at a level I trauma center. *Arch Surg* 133: 847–854
86. Pohlentz O, Bode PJ (1996) The trauma emergency room: a concept for handling and imaging the polytrauma patient. *Eur J Radiol* 22: 2–6
87. Poon A, McCluskey PJ, Hill DA (1999) Eye injuries in patients with major trauma. *J Trauma* 46: 494–499
88. Porter JM, Ursic C (2001) Trauma attending in the resuscitation room: does it affect outcome? *Am Surg* 67: 611–614
89. Rhodes M, Smith S, Boorse D (1993) Pediatric trauma patients in an adult trauma center. *J Trauma* 35: 384–393
90. 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
91. Ryan JM, Gaudry PL, McDougall PA, McGrath PJ (1998) Implementation of a two-tier trauma response. *Injury* 29: 677–683
92. Sakellariou A, McDonald PJ, Lane RH (1995) The trauma team concept and its implementation in a district general hospital. *Ann R Coll Surg Engl* 77: 45–52
93. Sava J, Alo K, Velmahos GC, Demetriades D (2002) All patients with truncal gunshot wounds deserve trauma team activation. *J Trauma* 52: 276–279
94. Sava J, Kennedy S, Jordan M, Wang D (2003) Does volume matter? The effect of trauma surgeons' case-load on mortality. *J Trauma* 54: 829–833; discussion 833–824
95. Schnabel M, Kill C, El-Sheik M, Sauvegeot A, Klose KJ, Kopp I (2003) Von der Leitlinie zum Behandlungspfad: Entwicklung eines prozessmanagementorientierten Algorithmus zur Akutversorgung polytraumatisierter Patienten. *Chirurg* 74: 1156–1166
96. Segui-Gomez M, Chang DC, Paidas CN, Jurkovich GJ, Mackenzie EJ, Rivara FP (2003) Pediatric trauma care: an overview of pediatric trauma systems and their practices in 18 US states. *J Pediatr Surg* 38: 1162–1169
97. Sethi D, Kwan I, Kelly AM, Roberts I, Bunn F, on behalf of the WHO Pre-Hospital Trauma Care Steering Committee (2003) Advanced trauma life support training for ambulance crews (Cochrane Review). In: Cochrane Collaboration (ed) The Cochrane Library (Issue 1), Oxford, Update Software, 2003
98. Shackford SR, Hollingsworth-Fridlund P, McArdle M, Eastman AB (1987) Assuring quality in a trauma system – the Medical Audit Committee: composition, cost, and results. *J Trauma* 27: 866–875
99. Smith RF, Frateschi L, Sloan EP et al. (1990) The impact of volume on outcome in seriously injured trauma patients: two years experience of the Chicago Trauma System. *J Trauma* 30: 1066–1076
100. Stauffer UG (1995) Surgical and critical care management of children with life-threatening injuries: the Swiss experience. *J Pediatr Surg* 30: 903–910
101. Stoneham J, Riley B, Brooks A, Matthews S (2001) Recent advances in trauma management. *Trauma* 3: 143–150
102. Sugrue M, Seger M, Kerridge R, Sloane D, Deane S (1995) A prospective study of the performance of the trauma team leader. *J Trauma* 38: 79–82
103. Tepas JJ 3rd, Patel JC, DiScala C, Wears RL, Veldenz HC (1998) Relationship of trauma patient volume to outcome experience: can a relationship be defined? *J Trauma* 44: 827–831
104. Tinkoff GH, O'Connor RE (2002) Validation of new trauma triage rules for trauma attending response to the emergency department. *J Trauma* 52: 1153–1159
105. Tscherne H, Regel G, Sturm JA, Friedl HP (1987) Schweregrad und Prioritäten bei Mehrfachverletzungen. *Chirurg* 58: 631–640
106. Uranüs S, Lenquist S (2002) Trauma management and education in Europe: a survey of twelve geographically and socioeconomically diverse European countries. *Eur J Surg* 168: 730–735
107. Velmahos GC, Fili C, Vassiliu P, Nicolaou N, Radin R, Wilcox A (2001) Around-the-clock attending radiology coverage is essential to avoid mistakes in the care of trauma patients. *Am Surg* 67: 1175–1177
108. Vernon DD, Furnival RA, Hansen KW et al. (1999) Effect of a pediatric trauma response team on emergency department treatment time and mortality of pediatric trauma victims. *Pediatrics* 103: 20–24
109. Vorhies RW, Harrison PB, Smith RS, Helmer SD (2002) Senior surgical residents can accurately interpret trauma radiographs. *Am Surg* 68: 221–226
110. Wachtel TL, Coniglio R, Bourg P et al. (2001) The synergistic relationship between a level I trauma center and a regional pediatric trauma center. *Semin Pediatr Surg* 10: 38–43
111. Wenkeker WW, Murray DH Jr, Ledwich T (1990) Improved trauma care in a rural hospital after establishing a level II trauma center. *Am J Surg* 160: 655–658
112. West JG, Trunkey DD, Lim RC (1979) Systems of trauma care. A study of two counties. *Arch Surg* 114: 455–460
113. Wissenschaftlicher Arbeitskreis Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Arbeitsgemeinschaft Intensivmedizin und Neurotraumatologie der Deutschen Gesellschaft der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie, Sektion Rettungswesen und Katastrophenmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (2000) Empfehlungen zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung. Wissenschaftlicher Arbeitskreis Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Arbeitsgemeinschaft Intensivmedizin und Neurotraumatologie der Deutschen Gesellschaft der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie, Sektion Rettungswesen und Katastrophenmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin, 2000
114. Wong K, Petchell J (2003) Trauma teams in Australia: a national survey. *ANZ J Surg* 73: 819–825
115. Wyatt JP, Henry J, Beard D (1999) The association between seniority of accident and emergency doctor and outcome following trauma. *Injury* 30: 165–168