

Schwerverletztenversorgung

Diagnostik und Therapie der ersten 24 Stunden

Herausgegeben von
Sascha Flohé
Gerrit Matthes
Thomas Paffrath
Heiko Trentzsch
Christoph Wölfel

 Online-Version in der eRef



Schwerverletztenversorgung

Diagnostik und Therapie der ersten 24 Stunden

Herausgegeben von

**Sascha Flohé, Gerrit Matthes, Thomas Paffrath, Heiko Trentzsch,
Christoph Wöfl**

Mit Beiträgen von

Gerhard Achatz	Martin Kulla
Thorsten Annecke	Rolf Lefering
Christian Arnscheidt	Tim Tobias Lögters
Markus G. Baacke	Lutz Mahlke
Dan Bieler	Thorsten Masson
Jörg Christian Brokmann	Gerrit Matthes
Benjamin Bücking	Uwe Max Mauer
Janosch Dahmen	Philipp Mörsdorf
E. Sebastian Debus	Hubert Neubauer
Arneborg Ernst	Georg Osterhoff
Michael Euler	Thomas Paffrath
Sascha Flohé	Mike Peters
Axel Franke	Christian Probst
Benedikt Friemert	Stephan Prückner
Michael Frink	Dieter Rixen
Matthias Fröhlich	Michael Schädel-Höpfner
Denis Gumbel	Stefan Schulz-Drost
Thorsten Hauer	Jan Philipp Schüttrumpf
Michael Herzog	Robert Schwab
Daniel Christian Hinck	Uwe Schweigkofler
Christoph R. Hirche	Rainer Ottis Seidl
Florian Hoffmann	Kai Sprengel
Julius Höhne	Justyna Swol
Stefan Huber-Wagner	Heiko Trentzsch
Niels Huschitt	Markus M. Valter
Björn Hußmann	Arasch Wafaisade
Kai Oliver Jensen	Frithjof Dirk Andreas Wagner
Christian Kleber	Joachim Windolf
Ulrich Kneser	Christoph Wöfl
Philipp Kobbe	Jörn Zwingmann
Christian Krettek	

422 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:

www.thieme.de/service/feedback.html

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2018 Georg Thieme Verlag KG

Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Malgorzata & Piotr Gusta, Paris; Heike Hübner, Berlin; Christine Lackner, Ittlingen.
Mit Übernahmen aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie.
Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. Stuttgart: Thieme.
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Stadtbergen; verwendetes Foto von © gpointstudio/Fotolia
Redaktion: Katharina Georgi-Hellriegel, Stuttgart
Satz: SOMMER media GmbH & Co. KG, Feuchtwangen
gesetzt aus Arbortext APP-Desktop 9.1 Unicode M180
Druck: Aumüller Druck GmbH & Co.KG, Regensburg

DOI 10.1055/b-005-145248

ISBN 978-3-13-203611-6

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:

eISBN (PDF) 978-3-13-203621-5

eISBN (epub) 978-3-13-203631-4

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Geleitwort

It is both a pleasure and an honor to write this foreword for this outstanding textbook. The work represents the first of its kind to focus solely on the initial management of critically injured patients during the first 24 hours; that crucial period of injury evolution when precise decision-making and intervention are the difference between life and death. Most believe that if the management of seriously injured patients is properly executed during this initial phase of care that both mortality and longer-term morbidity are significantly diminished. How fitting then that a definitive work like this be created to outline the critical steps in management to achieve the best possible outcomes in what are often desperate circumstances. A group of highly accomplished authors under the watchful eye of competent editors, all of whom are truly experts in the field have done just that. I am sure that the readership will find this reference useful in its comprehensive nature and handy in its succinct approach. Moreover, it is excellently written and beautifully illustrated.

The text is pragmatic in its structure and composition with four sections that start with the importance of proper preparation of the shock trauma resuscitation area to assure a smooth transition and interface between the discovery, triage and transport of the prehospital phase to definitive care facilities where activation protocols are essential for expeditious response. Both the physical construct of the resuscitation room and the choreography of the trauma team must be properly prepared to achieve optimal outcomes. In the second section, aptly entitled, "Schockraumversorgung nach ABCDE", critical steps in shock resuscitation, management of hemorrhage control in specific anatomic areas and discussion of special populations such as the very young, the old and pregnant patients are covered in detail. The work continues by articulating necessary management for a range of commonly injured structures such as the vascular system, spine, lower extremity, soft tissue and burns – all pertinent of everyday management in the first 24 hours. The concluding section discusses logical next steps, including key medicolegal considerations. While extremely comprehensive in nature, the editors have carefully chosen the most relevant areas for coverage to more than adequately inform and educate the reader without overwhelming them with irrelevant data. The text strikes just the right balance.

Not to be overlooked, the text is both easy to read in the beauty and simplicity of its visually pleasing layout and, at the same time, provides a valuable reference in the comprehensive nature of the bibliography in each section. Each chapter contains notable points – pitfalls – practical tips – critical connections, highlighted for quick review and where applicable summary tables for more in-depth integration of the material. The references are up to date, include textbook, internet and peer review citations and are thorough and relevant in their scope. Finally, the illustrations are pertinent and useful to the manuscript providing additional interest and understanding to the reader.

The field of injury care has been rapidly evolving over the last 30 years thrust ahead by lessons learned in the laboratory, from the evolutions of civilian trauma systems and centers and during the ravages of war. I congratulate the editors and the authors for capturing salient information pertinent to the first 24 hours of care culminating in this important contribution to the field. I commend them on their effort and level of achievement in producing this textbook which will no doubt be useful to students, residents, fellows and care providers alike from a broad base of disciplines. I can say without a doubt, that patients cared for by those who choose to study this content and master the lessons herein will, as a result, benefit greatly from the expertise they gain.

Michael F. Rotondo MD FACS

Professor of Surgery

Division of Acute Care Surgery – Department of Surgery

University of Rochester School of Medicine and Dentistry

CEO – University of Rochester Medical Faculty Group

Vice President – University of Rochester Medical Center

Trauma Medical Director – American College of Surgeons

President – The American Association for the Surgery of Trauma

Rochester, New York, Unites States of America

Geleitwort

This ambitious textbook on “Schwerverletztenversorgung” is a significant addition to the body of published work on trauma. The editors are amongst the most experienced trauma surgeons in Europe and have pioneered structured trauma education in Germany. This is evident by their wise selection of outstanding contributors. The book is divided into 4 practical sections and 34 chapters, which cover all aspects of Emergency Management of Severe Trauma. It is easy to read and provides clear and practical guidance on prehospital and resuscitation room organisation and care, as well as the operative management of life threatening/urgent injuries in neck, chest, vascular, neurosurgical and orthopaedic trauma. It is supported by numerous top quality photographs, illustrations and x-rays. This book should accompany all doctors, who find themselves facing severe trauma, irrespective of their role in the trauma management algorithm, their specialty or seniority. It will provide comfort and confidence to the health practitioner who is facing major trauma and whose decisions must be made swiftly, making the difference between life and death, good functional outcome and permanent disability. This textbook bridges a vacuum within the trauma literature and I believe it should be considered to be translated into other languages, so that it benefits the broader, international, medical audience.

Elias Degiannis MD, PhD, FRCS (Glasg), FCS (SA), FACS,
Sub-specialty Trauma Surgery (SA)
Professor Emeritus, Department of Surgery,
University of the Witwatersrand Medical School,
Milpark Trauma Academic Centre and Leratong Hospital,

Johannesburg, Republic of South Africa

Vorwort

Die Behandlung von schwerverletzten Patienten ist aufgrund der Vielseitigkeit der Probleme und der Notwendigkeit des akuten Handelns eine besondere Herausforderung für den verantwortlichen Arzt. Prinzipiell werden alle denkbaren Verletzungen und Probleme des Schwerverletzten in den entsprechenden Standardwerken der Fächer Unfallchirurgie und Orthopädie oder in Notfallmedizinischen Büchern ausführlich behandelt und auch ein Kapitel „Polytrauma“ oder „Schwerverletztenversorgung“ fehlt dort nie. Was also ist neu an diesem Buch? Wofür brauchen wir ein solches?

Genau diesen Fragen haben wir uns als Herausgeber gestellt und vor dem ersten Federstrich in der Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) mit allen Aktiven dieser Gruppe diskutiert. Die Sektion NIS ist somit der eigentliche gedankliche Herausgeber des Buches und unsere Namen stehen stellvertretend für die Gruppe. Die Antwort auf die o.g. Fragen war in diesem Expertengremium schnell gefunden: es sollte ein „Kochbuch“ für den Oberarzt oder den als Traumateamleader verantwortlichen Dienstarzt entstehen, das alle Fragen beantwortet. Der absolute Generalist, der vom Schädelhirntrauma über die Körperhöhle bis zur Extremitätenverletzung alles selbst operativ behandelt, hat in unserem Gesundheitssystem kaum noch einen Stellenwert. Dennoch muss der Traumateamleader gerade nachts oder am Wochenende im Dienst nicht selten eine solche „Generalisten-Funktion“ ausfüllen. Zumindest konzeptionell muss er die Dringlichkeit der Behandlung aller erdenklichen Verletzungen abschätzen können und manchmal auch die entsprechenden Notfallmaßnahmen selbst beherrschen. Was muss ich sofort im Dienst machen? Was darf ich machen? Oder was sollte ich auf keinen Fall primär machen? Das waren die Konzeptfragen hinter den einzelnen Kapiteln. Gefüllt mit Praxistipps, Pitfalls, Fallbeispielen und vielen Skizzen und Bildern kommt das Buch dem gewünschten Kochbuch für die „Nacht im Traumazentrum“ sehr nahe.

Das Konzept und die Gliederung des Buches wurden im Rahmen eines Sektionstreffens der Sektion NIS entwickelt. Bei den Autoren der Kapitel handelt es sich ebenfalls zum größten Teil um aktive Mitglieder der Sektion, von denen viele noch „an der Front“ im Schockraum oder Not-OP stehen. Dies garantiert eine hohe Praxisrelevanz des Buches. Der ganz besondere Dank der Herausgeber gilt daher allen Autoren, die an diesem kompakten und dennoch sehr detaillierten Werk beteiligt waren.

Das Buch ist in drei Hauptabschnitte gegliedert: Teil A behandelt alle Aspekte des Schockraums einschließlich Organisation und Teamarbeit. Teil B beschreibt die ersten operativen Schritte bei Verletzungen aller Körperregionen vom Gesicht über die Körperhöhlen bis zur Hand. Und in Teil C werden die ersten Schritte nach der Notoperation angesprochen, wie zum Beispiel das Timing der sekundären Versorgung aus intensivmedizinischer Sicht. Somit ist dies ein Buch nicht nur für den Chirurgen, sondern auch für den im Traumbereich aktiven Anästhesisten oder Notfallmediziner.

Ein besonderer Dank der Herausgeber gilt dem Thieme Verlag mit Frau Antje-Karen Richter, Frau Cornelia Haase, Frau Julia Arndt und Frau Marion Holzer, die das Buchprojekt professionell begleitet und gerade in der Endphase uns Herausgeber und alle Autoren erfolgreich ans Ziel geleitet haben.

Wir wünschen dem Leser des Buches viel Spaß und Erkenntnisgewinn. Als Devise für den Dienst: Wenn ich eine akute Frage bei der Schwerverletztenversorgung habe, ruhig bleiben und erst einmal ins „NIS-Buch“ schauen!

März 2018

Sascha Flohé
Gerrit Matthes
Thomas Paffrath
Heiko Trentzsch
Christoph Wölfel

Inhaltsverzeichnis

I Schockraumstruktur und Organisation

1	Einleitung	20
	<i>G. Matthes</i>	
2	Ausstattung und Räume	22
	<i>H. Trentzsch, C. Arnscheidt, M. Euler</i>	
2.1	Strukturanforderung	22
2.1.1	Dimensionierung	22
2.1.2	Schutzmaßnahmen und persönliche Schutzausrüstung	23
2.2	Medizinische und medizintechnische Ausstattung .	24
2.2.1	Bildgebende Diagnostik	26
2.2.2	Standort des Computertomografen	26
2.3	Human Factors in der Arbeitsplatzorganisation	27
2.3.1	Rollenkonforme Arbeitsplatzergonomie	27
2.3.2	Informationsweitergabe und Übergabe	27
2.3.3	Informationsaustausch im Team, gemeinsame situative Aufmerksamkeit und gegenseitiges Monitoring	28
2.3.4	Ungleiche Belastung vermeiden	28
3	Schockraumteam und Teamarbeit	29
	<i>H. Trentzsch, C. Wölfel</i>	
3.1	Teamzusammensetzung	29
3.2	Teamarbeit	29
3.3	Implizite und explizite Koordination des Teams	32
3.4	Team-Time-Out	32
3.5	Maßnahmen zur Verbesserung der Teamarbeit	34
3.5.1	Strukturierte Nachbesprechungen des Schockraumeinsatzes	34
3.5.2	Teamtraining	35
4	Schockraumaufnahme	36
	<i>H. Trentzsch</i>	
4.1	Anforderungen an Schockraumalarmierungs- kriterien	37
4.2	Entwicklung besserer Instrumente	38
4.3	Gefahren und Lösungsansätze für bessere Triage-Instrumente	39
5	Übergabe: Schnittstelle zwischen prähospitaler und innerklinischer Versorgung	41
	<i>H. Trentzsch, C. Wölfel</i>	
5.1	Ablauf der Übergabe	43
6	Qualitätssicherung in der Schwerverletztenversorgung	45
	<i>M. Euler, R. Lefering, T. Paffrath, H. Trentzsch</i>	
6.1	Qualitätszirkel	45
6.2	TraumaRegister DGU	46
6.2.1	Berichte des TraumaRegister DGU	46
7	Diagnostische Algorithmen im Schockraum	52
	<i>S. Huber-Wagner, M. G. Baacke, G. Achatz</i>	
7.1	Einführung	52
7.2	Erstuntersuchung (Primary Survey)	53
7.2.1	Schockraum-Team-Time-Out	53
7.3	eFAST	53
7.4	Konventionelle Röntgendiagnostik	55
7.5	CT-Diagnostik	55
7.5.1	Indikation	55
7.5.2	Zeitaspekte	55

7.5.3	Diagnostische Sicherheit	56	7.6.2	Mittelgesicht	57
7.5.4	Mortalität	56	7.6.3	Halswirbelsäule und Hals.	57
7.5.5	Anwendung bei hämodynamisch instabilen Patienten.....	56	7.6.4	Thorax	57
7.5.6	Strahlenbelastung	56	7.6.5	Abdomen	58
7.5.7	Armpositionierung.....	57	7.6.6	Perineum, Rektum und Vagina.....	58
7.6	Secondary Survey	57	7.6.7	Bewegungsapparat inklusive Becken	58
7.6.1	Kopf	57	7.6.8	Nervensystem	58
8	Missed Injuries		7.7	Tertiary Survey	58
	<i>J. P. Schüttrumpf, D. Gümbel, J. Dahmen</i>				
II Schockraumversorgung nach ABCDE					
9	Reanimation nach Trauma				64
	<i>C. Kleber, J. Zwingmann, T. Hauer</i>				
9.1	Einleitung	64	9.2	Diagnostik und Therapie	64
10	Atemwegsmanagement				68
	<i>T. Masson, J. C. Brokmann, S. Prückner</i>				
10.1	Erkennen eines „gefährdeten“ Atemwegs	68	10.3.2	Erkennen eines erwartet schwierigen Atemwegs. ...	70
10.2	Freimachen des Atemwegs	68	10.3.3	Möglichkeiten der Atemwegssicherung	71
10.3	Sicherung des Atemwegs	69	10.3.4	Durchführung der Notfallnarkose	74
10.3.1	Indikation	69	10.3.5	Management des schwierigen Atemwegs.....	77
11	Thorax: B-Problem				78
	<i>S. Schulz-Drost, T. Hauer, P. Mörsdorf, G. Matthes</i>				
11.1	Epidemiologie	78	11.6	Diagnostik und Therapie	81
11.2	Ätiologie	78	11.6.1	Diagnostisches Vorgehen.....	81
11.3	Pathogenese	78	11.6.2	Indikationsstellung	84
11.3.1	Lungenparenchymverletzungen.....	78	11.6.3	Konservative Therapie	91
11.3.2	Pneumothorax.....	78	11.6.4	Operative Therapie.....	93
11.3.3	Zwerchfellverletzung.....	79	11.6.5	Nachbehandlung.....	97
11.3.4	Instabile Rippenbrüche.....	79	11.7	Komplikationen	97
11.3.5	Zentrale Störungen der Atmung	80	11.7.1	Intraoperativ	97
11.4	Chirurgische und funktionelle Anatomie	80	11.7.2	Postoperativ.....	97
11.5	Besonderheiten	81			
12	Thorax: C-Problem				99
	<i>S. Schulz-Drost, T. Hauer, G. Matthes</i>				
12.1	Einleitung	99	12.4	Pathogenese	100
12.2	Epidemiologie	99	12.4.1	Hämatothorax	100
12.3	Ätiologie	99	12.4.2	Herzbeuteltamponade	100
12.3.1	Stumpfes Trauma	99	12.4.3	Traumatische Aortenruptur.....	101
12.3.2	Penetrierendes Trauma.....	100	12.4.4	Stumpfe Herzverletzung.....	101
			12.4.5	Penetrierende Herzverletzung	101

12.5	Chirurgische und funktionelle Anatomie	101	12.7	Diagnostik und Therapie	103
12.5.1	Gefäßversorgung der Brustwand	102	12.7.1	Vorgehen im Schockraum	103
12.5.2	Herz	102	12.7.2	Indikationsstellung	104
12.6	Biomechanik	102	12.7.3	Konservative Therapie	105
			12.7.4	Operative Therapie	105
			12.7.5	Weitere Verfahren	115
13	Prinzipielles Management des Schocks im Trauma	116			
	<i>D. Bieler, A. Franke, T. Paffrath, A. Wafaisade</i>				
13.1	Einführung	116	13.5	Konsequenzen für die Therapie	117
13.2	Hypothermie	116	13.6	Volumentherapie im Schock – permissive Hypotonie	117
13.3	Azidose	116	13.7	Damage Control Surgery	118
13.4	Koagulopathie	116			
14	Zugänge zum Gefäßsystem	120			
	<i>T. Masson, J. C. Brokmann, M. Kulla</i>				
14.1	Anforderungen	120	14.2.3	Intraossäre Kanülierung	122
14.2	Optionen	120	14.2.4	Arterielle Kanülierung	126
14.2.1	Periphere Venenkatheter	120	14.2.5	Venae sectio	126
14.2.2	Zentralvenöser Katheter	122	14.3	Praktisches Vorgehen	127
15	Externe Blutungskontrolle	129			
	<i>B. Friemert, G. Achatz</i>				
15.1	Einleitung	129	15.2.2	Druckverband	129
15.2	Erstmaßnahmen zur externen Blutungskontrolle ..	129	15.2.3	Packing	130
15.2.1	Manuelle Kompression	129	15.2.4	Tourniquet	130
			15.2.5	Hämostyptika	130
16	Abdominaltrauma	133			
	<i>T. Hauer, K. Sprengel, N. Huschitt, R. Schwab</i>				
16.1	Einleitung	133	16.2.3	Operative Strategie	143
16.1.1	Ätiologie und Pathogenese	133	16.2.4	Spezielle Verletzungen	149
16.1.2	Chirurgische und funktionelle Anatomie	136	16.3	Komplikationen	161
16.2	Diagnostik und Therapie	136	16.3.1	Postoperative Komplikationen	161
16.2.1	Vorgehen im Schockraum	136	16.3.2	Spät- und Langzeitkomplikationen	162
16.2.2	Nichtoperatives Management	141			
17	Notfallmanagement bei Beckenverletzungen: Blutstillung	165			
	<i>A. Franke, U. Schweigkofler, K. Sprengel, P. Mörsdorf</i>				
17.1	Einleitung	165	17.2	Notwendige Diagnostik und Therapie	166
17.1.1	Einteilung	166	17.2.1	Diagnostik	166
			17.2.2	Therapeutische Maßnahmen	166
			17.2.3	Angioembolisation	171
			17.2.4	Definitive Osteosynthese am Beckenring	171

18	Primärtherapie des Schädel-Hirn-Traumas	174			
	<i>J. Dahmen, J. Höhne, K. O. Jensen, U. M. Mauer</i>				
18.1	Einleitung	174	18.4	Therapie	176
18.2	Generelles initiales Management des Schädel-Hirn-Traumas	174	18.4.1	Hirndruckzeichen	176
18.3	Notwendige Diagnostik	174	18.4.2	Nichtoperative Therapie des SHT	176
18.3.1	Klinische Untersuchung	174	18.4.3	Operative Therapie des SHT	177
18.3.2	Bildgebende Diagnostik beim SHT	175	18.5	Expertenrat	179
18.3.3	Indikation zur stationären Überwachung beim SHT	176			
19	Besonderheiten beim Kind	181			
	<i>J. Zwingmann, G. Matthes, H. Trentzsch, C. Wöfl, F. Hoffmann, M. Frink</i>				
19.1	Einleitung	181	19.6	Initiale bildgebende Diagnostik	188
19.2	Unfallmechanismen und Verletzungsmuster	181	19.6.1	Konventionelle Röntgendiagnostik	188
19.3	Atemwegmanagement	181	19.6.2	Computertomografie	188
19.4	Beatmung und Ventilation	185	19.6.3	Sonografie	189
19.4.1	Thoraxdrainage	185	19.6.4	MRT	189
19.5	Kreislauf und Schock	185	19.7	Prinzipien der initialen Therapie	189
19.5.1	Zugänge	185	19.7.1	Medikamentöse Therapie	189
19.5.2	Beckenfrakturen und Pelvic Binder	188	19.7.2	Abdominaltrauma	189
19.5.3	Volumengabe bei Kreislaufinstabilität	188	19.7.3	Verletzungen des Bewegungsapparats	189
20	Besonderheiten der Versorgung schwangerer Traumapatientinnen	191			
	<i>C. Arnscheidt, T. Anneck, M. M. Valter</i>				
20.1	Allgemeines Behandlungskonzept	191	20.5	Bildgebende Diagnostik	193
20.2	Anatomische und physiologische Veränderungen im Verlauf der Schwangerschaft	191	20.6	Medikamentöse Therapie	193
20.2.1	Anatomische Veränderungen	191	20.7	Posttraumatische Blutung	193
20.2.2	Physiologische Veränderungen	192	20.8	Kreislaufstillstand in der Schwangerschaft	194
20.3	Untersuchung einer Schwangeren	192	20.9	Überwachung nach Trauma	194
20.4	Besonderheiten beim Primary Survey	192			
21	Besonderheiten bei älteren Patienten	195			
	<i>B. Bücking, J. P. Schüttrumpf</i>				
21.1	Einleitung	195	21.6	Kreislaufmanagement	196
21.2	Physiologische Veränderungen im Alter und Komorbidität	195	21.6.1	Einschätzung der Kreislaufsituation	196
21.3	Unfallursache und Verletzungsmuster	195	21.6.2	Therapie bei Kreislaufstörungen	196
21.4	Anamneseerhebung	196	21.7	Gerinnungsmanagement	196
21.5	Thoraxtrauma	196	21.7.1	Management von Patienten mit gerinnungs- hemmenden Medikamenten	197
21.5.1	Frühzeitige Intubation	196			
21.5.2	Adäquate Schmerztherapie und Physiotherapie	196			

21.8	Schädel-Hirn-Trauma	198	21.9	Extremitätenverletzungen	198
21.8.1	Einschätzung des Patienten	198	21.9.1	Therapieprinzipien	198
21.8.2	Radiologische Diagnostik	198	21.9.2	Hypothermie	199
21.8.3	Therapie	198			
			21.10	Limitierung der Therapie: Prognose und Patientenwille	199
22	Frakturmanagement – Grundprinzipien	201			
	<i>D. Gümbel, C. Krettek, G. Matthes</i>				
22.1	Einleitung	201	22.5	Ruhigstellung	202
22.2	Management im Schockraum	201	22.6	Medikamente	203
22.3	Bildgebung	202	22.7	Primärversorgung von Frakturen	203
22.4	Klassifikation	202	22.8	Operative Strategie	204
III Notfalloperation					
23	Gefäßverletzungen	206			
	<i>D. C. Hinck, T. Paffrath, S. Flohé, E. S. Debus</i>				
23.1	Einleitung	206	23.4	Operative Therapie von Blutungen in unterschiedlichen Gefäßregionen	208
23.2	Diagnostisches Vorgehen	206	23.4.1	Operative Therapie bei Verletzungen des Halses ...	208
23.3	Notfalloperationen bei Gefäßverletzungen	207	23.4.2	Operative Therapie bei Verletzungen der oberen Thoraxapertur und des Schultergürtels	211
23.3.1	Allgemeine Prinzipien	207	23.4.3	Verletzungen der Becken-Bein-Region	219
24	Wirbelsäule	223			
	<i>G. Osterhoff, K. Sprengel, P. Kobbe</i>				
24.1	Einleitung	223	24.2	Notwendige Diagnostik und Therapie	223
24.1.1	Wirbelsäulenverletzungen bei Polytraumatisierten	223	24.2.1	Diagnostisches Vorgehen	223
24.1.2	Anatomie	223	24.2.2	Operative Therapie	228
24.1.3	Immobilisation	223	24.2.3	Komplikationen	234
			24.2.4	Alternative Behandlungsmethoden	235
25	Obere Extremität	238			
	<i>H. Neubauer, D. Rixen, G. Achatz</i>				
25.1	Einführung und Versorgungsstrategie	238	25.4	Verletzungen des Unterarms und des Handgelenks	242
25.1.1	Versorgungsstrategie	238	25.4.1	Radius und/oder Ulnaschaft	242
25.1.2	Fixateur externe – Prinzipien an der oberen Extremität	239	25.4.2	Distaler Unterarm und Handgelenk	242
25.2	Verletzungen der Schulter und des proximalen Oberarms	239	25.5	Verletzungen der Weichteile und Kompartmentsyndrom	243
25.3	Verletzungen des Oberarmschafts und Ellenbogens	240	25.5.1	Weichteilschaden	243
			25.5.2	Kompartmentsyndrom	244
			25.6	Plexus-brachialis-Verletzung	245

26	Hand	246			
	<i>T. T. Lögters, M. Euler, J. Windolf, M. Schädel-Höpfner</i>				
26.1	Einleitung	246	26.5	Sehnenverletzungen	249
26.2	Allgemeine Diagnostik	246	26.6	Nervenverletzungen	250
26.2.1	Klinische Diagnostik	246	26.7	Schwere Weichteil- und Komplexverletzungen	250
26.2.2	Radiologische Diagnostik.....	246	26.8	Amputationsverletzungen	250
26.3	Frakturen und Luxationen des Karpus	247	26.9	Kompartmentsyndrom	251
26.4	Frakturen und Luxationen der Mittelhand und der Finger	248			
27	Oberschenkel	254			
	<i>B. Hußmann, S. Flohé, B. Friemert</i>				
27.1	Einleitung	254	27.4	Proximaler Femur	258
27.1.1	Epidemiologie und Pathophysiologie.....	254	27.4.1	Einleitung und Diagnostik	258
27.2	Azetabulumfrakturen	254	27.4.2	Mediale Schenkelhalsfraktur.....	258
27.2.1	Notfallversorgung und Operationszeitpunkt.....	254	27.4.3	Trochantäre Frakturen	259
27.2.2	Diagnostik und Operationsindikation	256	27.5	Femurschaft	260
27.2.3	Thrombosen.....	257	27.5.1	Einleitung und Diagnostik	260
27.3	Hüftkopffrakturen	257	27.5.2	Erstbehandlung.....	261
			27.5.3	Definitive Versorgung.....	261
			27.6	Distale Femurfrakturen	262
28	Verletzungen an Knie und Unterschenkel	264			
	<i>M. Fröhlich, C. Probst, C. Wölfl, T. Paffrath</i>				
28.1	Einleitung	264	28.7	Osteosynthese mit Fixateur externe	267
28.2	Kniegelenkluxation	264	28.7.1	Prinzip des Eingriffs.....	268
28.3	Tibiakopffrakturen	265	28.8	Kompartmentspaltung	269
28.4	Unterschenkelschaftfrakturen	265	28.8.1	Prinzip des Eingriffs.....	270
28.5	Marknagelosteosynthese	265	28.9	Amputation	271
28.5.1	Prinzip des Eingriffs.....	266	28.9.1	Kniegelenkerhaltende Unterschenkelamputation ..	271
28.6	Plattenosteosynthese	267	28.9.2	Kniegelenkexartikulation nach Baumgartner	272
29	Oberes Sprunggelenk und Fuß	273			
	<i>K. O. Jensen, S. Flohé, L. Mahlke</i>				
29.1	Einleitung	273	29.3	Therapie	273
29.2	Diagnostik	273	29.3.1	Allgemein	273
			29.3.2	Speziell	273
30	Mittelgesicht, Hals und obere Atemwege	278			
	<i>R. O. Seidl, A. Ernst, M. Herzog</i>				
30.1	Grundlegende Diagnostik	278	30.2.1	Sicherung der Atemwege.....	279
30.2	Spezielle Erstbehandlung	279	30.2.2	Blutungen.....	279
			30.2.3	Verletzungen der Schädelbasis.....	282

30.2.4	Verletzungen von Ohr und Mittelohr.....	282	30.2.8	Verletzungen des Unterkiefers.....	284
30.2.5	Verletzungen des Felsenbeins und des Labyrinth- blocks, Läsionen des Nervus facialis.....	283	30.2.9	Verletzungen der Zähne.....	285
30.2.6	Verletzungen des knöchernen Mittelgesichts.....	283	30.2.10	Verletzungen des Halses.....	286
30.2.7	Verletzungen der Orbita.....	283	30.2.11	Verletzungen des Kehlkopfs und der Trachea.....	286
31	Weichteiltrauma				288
	<i>G. Achatz, B. Friemert</i>				
31.1	Einleitung	288	31.4	Evaluation und diagnostisches Vorgehen	289
31.2	Epidemiologie und Pathophysiologie	288	31.5	Primäre Behandlung	289
31.3	Klassifikationen	288	31.5.1	Antibiotikatherapie.....	289
31.3.1	Kopf und Hals.....	288	31.5.2	Tetanusschutz.....	289
31.3.2	Körperstamm.....	288	31.5.3	Besonderheiten bei der Behandlung nach Körperregion.....	290
31.3.3	Extremitäten.....	289			
32	Verbrennungen und thermomechanische Kombinationsverletzungen				295
	<i>D. Bieler, C. R. Hirche, C. Wölfel, H. Neubauer, J. Dahmen, U. Kneser</i>				
32.1	Verbrennungstrauma	295	32.1.6	Spezifische Behandlungsmaßnahmen.....	297
32.1.1	Einleitung.....	295	32.1.7	Escharotomie.....	297
32.1.2	Einschätzung der verbrannten Körperoberfläche (VKOF).....	295	32.2	Thermomechanische Kombinationsverletzung	297
32.1.3	Atemwegsmanagement.....	296	32.2.1	Prävalenz.....	297
32.1.4	Volumenmanagement.....	296	32.2.2	Explosionsverletzungen.....	298
32.1.5	Neurologie.....	296			
IV Next Steps					
33	Weitere Schritte				302
	<i>J. Swol, A. Franke, F. D. A. Wagner, J. Dahmen</i>				
33.1	Ziele der Behandlung in den ersten 24 Stunden nach Trauma	302	33.3	Kriterien der klinischen Stabilität (Operations- bzw. Verlegungsfähigkeit)	304
33.2	Was kommt nach Damage Control Surgery?	303			
34	Mediko-legale Aspekte in medizinischen Grenzsituationen				306
	<i>M. Peters</i>				
34.1	Einführung	306	34.7	Blutentnahmen für die Polizei auf der Grundlage der Strafprozessordnung	309
34.2	Behandlung von Schwerverletzten	306	34.8	Übernahme-/Übergabesituation	309
34.3	Einwilligung des Patienten	306	34.9	Leichenschau	310
34.4	Aufklärung des Patienten	307	34.10	Sicherung von Patienteneigentum	310
34.5	Akteneinsicht und ärztliche Schweigepflicht	308			
34.6	Exkurs Kinder	308			
	Sachverzeichnis				311

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Sascha **Flohé**
Städt. Klinikum Solingen gGmbH
Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie
Gotenstr. 1
42653 Solingen

Prof. Dr. med. Gerrit **Matthes**
Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Charlottenstr. 72
14467 Potsdam

Dr. med. Thomas **Paffrath**
Klinikum der Privaten Universität Witten/Herdecke
Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie, Sporttraumatol.
Lehrstuhl für Unfallchirurgie und Orthopädie
Ostmerheimer Str. 200
51109 Köln

Dr. med. Heiko **Trentzsch**
Klinikum der Universität München
Ludwig-Maximilians-Universität
Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM)
Schillerstr. 53
80336 München

PD Dr. med. Christoph **Wölfel**
Marienhaus Klinikum Hetzelstift
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und
Sporttraumatologie
Stiftstr. 10
67434 Neustadt a. d. Weinstraße

Mitarbeiter

Dr. med. Gerhard **Achatz**
Bundeswehrkrankenhaus Ulm
Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie,
Rekonstruktive und Septische Chirurgie, Sporttraumatologie
Oberer Eselsberg 40
89081 Ulm

Prof. Dr. med. Thorsten **Anneck**
Universitätsklinikum Köln (AöR)
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Dr. med. Christian **Arnscheidt**
BG-Unfallklinik Tübingen
Orthopädie und Unfallchirurgie
Schnarrenbergstr. 95
72076 Tübingen

Markus G. **Baacke**
KH der Barmherzigen Brüder Trier
Unfall- u. Wiederherstellchirurgie
Nordallee 1
54292 Trier

Dr. med. Dan **Bieler**
Bundeswehrzentral Krankenhaus (BwZK) Koblenz
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Plastische- und Wiederherstellungschirurgie, Handchirurgie,
Verbrennungsmedizin
Rübenacher Str. 170
56072 Koblenz

PD Dr. med. Jörg Christian **Brokmann**
Universitätsklinikum Aachen
Zentrale Notaufnahme
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen

Prof. Dr. med. Benjamin **Bücking**
Universitätsklinikum Gießen und Marburg
Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie
Baldingerstr. 1
35043 Marburg

Dr. med. Janosch **Dahmen**
BG Klinikum Duisburg
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Großenbaumer Allee 250
47249 Duisburg

Univ.-Prof. Dr. med. E. Sebastian **Debus**
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Universitäres Herzzentrum Hamburg GmbH
Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin
Martinistr. 52
20246 Hamburg

Prof. Dr. med. Arneborg **Ernst**
Unfallkrankenhaus Berlin
Klinik für HNO-Heilkunde
Warener Str. 7
12683 Berlin

Dr. med. Michael **Euler**
Marien-Hospital Erftstadt
Allgemein-, Unfall- und Handchirurgie
Münchweg 3
50374 Erftstadt

PD Dr. med. Axel **Franke**
Bundeswehrzentral Krankenhaus (BwZK) Koblenz
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Plastische- und Wiederherstellungschirurgie, Handchirurgie,
Verbrennungsmedizin
Rübenacher Str. 170
56072 Koblenz

Prof. Dr. med. Benedikt **Friemert**
 Bundeswehrkrankenhaus Ulm
 Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie,
 Rekonstruktive und Septische Chirurgie, Sporttraumatologie
 Oberer Eselsberg 40
 89081 Ulm

Prof. Dr. med. Michael **Frink**
 Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
 Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie
 Baldingerstr. 1
 35043 Marburg

Dr. med. Matthias **Fröhlich**
 Klinikum Köln-Merheim der Kliniken der Stadt Köln gGmbH
 Lehrstuhl der Privaten Universität Witten/Herdecke
 Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie
 Ostmerheimer Str. 200
 51109 Köln

Dr. med. Denis **Gümbel**
 Universitätsmedizin Greifswald
 Klinik und Poliklinik für Unfall-, Wiederherstellungschirurgie
 und Rehabilitative Medizin
 Ferdinand-Sauerbruch-Str. 1
 17489 Greifswald

Dr. med. Thorsten **Hauer**
 Bundeswehrkrankenhaus Berlin
 Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie
 Scharnhorststr. 13
 10115 Berlin

Prof. Dr. med. Dr. dent. Michael **Herzog**
 MKG Chirurgie Landsberger
 Landsberger Allee 117A
 10407 Berlin

Dr. med. Daniel Christian **Hinck**
 Bundeswehrkrankenhaus Hamburg
 Abteilung Allgemein- und Viszeralchirurgie
 Sektion Gefäßchirurgie
 Lesserstr. 180
 22049 Hamburg

Prof. Dr. med. Christoph R. **Hirche**
 BG-Klinik Ludwigshafen
 Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg
 Ludwig-Guttman-Str. 13
 67071 Ludwigshafen

PD Dr. med. Florian **Hoffmann**
 Klinikum der Universität München
 Dr. von Haunersches Kinderspital
 Lindwurmstr. 4
 80337 München

Dr. med. Julius **Höhne**
 Universitätsklinikum Regensburg
 Klinik für Neurochirurgie
 Franz-Josef-Strauß-Allee 11
 93053 Regensburg

Prof. Dr. med. Stefan **Huber-Wagner**
 Klinikum rechts der Isar
 Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
 Ismaninger Str. 22
 81675 München

Dr. med. Niels **Huschitt**
 Bundeswehrkrankenhaus Berlin
 Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie
 Scharnhorststr. 13
 10115 Berlin

Dr. med. Björn **Hußmann**
 Alfried Krupp Krankenhaus Essen
 Klinik für Spezielle Unfallchirurgie
 Alfried-Krupp-Str. 21
 45131 Essen

Dr. med. Kai Oliver **Jensen**
 UniversitätsSpital Zürich
 Klinik für Traumatologie
 Rämistrasse 100
 8091 Zürich
 Schweiz

PD Dr. med. Christian **Kleber**
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
 Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
 Fetscherstr. 74
 01307 Dresden

Prof. Dr. med. Ulrich **Kneser**
 BG-Klinik Ludwigshafen
 Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg
 Ludwig-Guttman-Str. 13
 67071 Ludwigshafen

Prof. Dr. med. Philipp **Kobbe**
 Universitätsklinikum Aachen
 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
 Pauwelsstr. 30
 52074 Aachen

Prof. Dr. med. Christian **Krettek** FRACS, FRCSEd
 Medizinische Hochschule Hannover
 Klinik für Unfallchirurgie
 Carl-Neuberg-Str. 1
 30625 Hannover

Dr. med. Martin **Kulla**
 Bundeswehrkrankenhaus Ulm
 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
 Oberer Eselsberg 40
 89081 Ulm

Prof. Dr. Rolf **Lefering**
 Universität Witten/Herdecke
 IFOM Institut für Forschung in der Operativen Medizin
 Ostmerheimer Str. 200
 51109 Köln

Prof. Dr. med. Tim Tobias **Lögters**
 St. Antonius-Krankenhaus
 Unfall-, Hand- und Orthopädische Chirurgie
 Schillerstr. 23
 50968 Köln

Dr. med. Lutz **Mahlke**
St.Vincenz-Krankenhaus
Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie
Am Busdorf 2
33098 Paderborn

Dr. med. Thorsten **Masson**
Universitätsklinikum Aachen
Zentrale Notaufnahme
Pauwelsstr. 30
52074 Aachen

Prof. Dr. med. Uwe Max **Mauer**
Bundeswehrkrankenhaus Ulm
Klinik für Neurochirurgie
Oberer Eselsberg 40
89081 Ulm

Dr. med. Philipp **Mörsdorf**
Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Kirrberger Str. 1
66424 Homburg

Dr. med. Hubert **Neubauer**
BG-Klinik Ludwigshafen
Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg
Ludwig-Guttman-Str. 13
67071 Ludwigshafen

PD Dr. med. Georg **Osterhoff**
UniversitätsSpital Zürich
Klinik für Traumatologie
Rämistrasse 100
8091 Zürich
Schweiz

Dr. rer. medic. Mike **Peters** MHMM
Charite-Universitätsmedizin Berlin
Institut für Rechtsmedizin
AG Medizinschäden/Patientensicherheit
Turmstr. 21
10559 Berlin

PD Dr. med. Christian **Probst**
Klinikum Köln-Merheim der Kliniken der Stadt Köln gGmbH
Lehrstuhl der Privaten Universität Witten/Herdecke
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie
Ostmerheimer Str. 200
51109 Köln

Dr. med. Stephan **Prückner**
Klinikum der Universität München
Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM)
Schillerstr. 53
80336 München

Prof. Dr. med. Dieter **Rixen**
OTS-Praxisklinik
Gesundheitszentrum Geldern
Clemensstr. 4
47608 Geldern

Prof. Dr. med. Michael **Schädel-Höpfner**
Städtische Kliniken Neuss
Lukaskrankenhaus GmbH
Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie
Preußenstr. 84
41464 Neuss

PD Dr. med. Stefan **Schulz-Drost**
BG Klinikum Unfallkrankenhaus Berlin gGmbH
Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie
Warener Str. 4
12683 Berlin

Dr. med. Jan Philipp **Schüttrumpf**
Universitätsklinikum Magdeburg AöR
Klinik für Unfallchirurgie
Leipziger Str. 44
39120 Magdeburg

Prof. Dr. med. Robert **Schwab**
Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz
Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie
Rübenacher Str. 170
56072 Koblenz

Dr. med. Uwe **Schweigkofler**
BG Unfallklinik Frankfurt am Main gGmbH
Unfallchirurgie und Orthopädische Chirurgie
Friedberger Landstr. 430
60389 Frankfurt

PD Dr. med. Rainer Ottis **Seidl**
Unfallkrankenhaus Berlin
Klinik für HNO-Heilkunde
Warener Str. 7
12683 Berlin

Dr. med. Kai **Sprengel**
UniversitätsSpital Zürich
Klinik für Traumatologie
Rämistrasse 100
8091 Zürich
Schweiz

Dr. med. Justyna **Swol**
Universitätsklinikum Würzburg
Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie
Intensivmedizin
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg

Dr. med. Markus M. **Valter**
Universitätsklinikum Köln
Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe
Kerpener Str. 34
50931 Köln

PD Dr. med. Arasch **Wafaisade**
Klinikum Köln-Merheim der Kliniken der Stadt Köln gGmbH
Lehrstuhl der Privaten Universität Witten/Herdecke
Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie
Ostmerheimer Str. 200
51109 Köln

Dr. med. Frithjof Dirk Andreas **Wagner**
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau
Septische und Rekonstruktive Chirurgie
Prof.-Küntscher-Str. 8
82418 Murnau

Prof. Dr. med. Joachim **Windolf**
Universitätsklinikum Düsseldorf
Zentrum für operative Medizin II
Klinik für Unfall- und Handchirurgie
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf

PD Dr. med. Jörn **Zwingmann**
Universitätsklinikum Freiburg
Department Chirurgie – Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Hugstetter Str. 55
79106 Freiburg

Teil I

Schockraumstruktur und Organisation

1	Einleitung	20
2	Ausstattung und Räume	22
3	Schockraumteam und Teamarbeit	29
4	Schockraumaufnahme	36
5	Übergabe: Schnittstelle zwischen prähospitaler und innerklinischer Versorgung	41
6	Qualitätssicherung in der Schwerverletztenversorgung	45
7	Diagnostische Algorithmen im Schockraum	52
8	Missed Injuries	60



1 Einleitung

G. Matthes

Schwerverletzte Patienten benötigen vor allem in der Initialphase der Versorgung zielgerichtete Maßnahmen zur schnellen Diagnostik und operativen Therapie. Diese Erkenntnis basiert nicht zuletzt auf dem Modell der sog. **trimodalen Verteilungskurve** von Todesfällen nach Trauma, das bereits vor über 30 Jahren vorgeschlagen wurde [6].

Hierbei tritt der Tod infolge eines Traumas innerhalb von **3 typischen Zeitabschnitten** ein:

- Der 1. Zeitabschnitt umfasst die ersten Sekunden bis Minuten nach dem Unfallereignis. Ursächlich sind hierbei prinzipiell nicht überlebende Verletzungsmuster.
- Der 2. Gipfel betrifft die ersten Stunden nach Trauma. Todesursachen sind hier zum einen Sauerstoffmangel, zum anderen nicht beherrschte schwere Blutungen.
- Der 3. Abschnitt umfasst die ersten Tage bis Wochen. Todesursachen sind dann zunehmend Sepsis und Multiorganversagen (MOV).

Dabei ist es unerheblich, dass man – basierend auf aktuelleren Untersuchungen – von diesem klassischen Ansatz abrückt und tendenziell eher eine bimodale Verteilung der Todesfälle postuliert, bei der die Mehrheit der Todesfälle innerhalb der ersten Stunden nach Unfallereignis auftritt, weitere Todesfälle dann aber ohne spezifische Zeitgipfel im Verlauf zu verzeichnen sind [2]. Alle Autoren zeigen unmissverständlich auf, dass gerade in den ersten Stunden die wesentlichen Schritte von Diagnostik und Therapie konsequent einzuleiten sind, um das Überleben des Verletzten zu sichern. Damit wird auch die Letalität im weiteren Verlauf günstig beeinflusst.

Die nachweisbare Häufung der Todesfälle in diesem Zeitfenster stellt die eigentliche Motivation für dieses Buch dar und spiegelt sich in der Gliederung und der konzeptionellen Gestaltung des Werkes wider.

Merke



Die ersten Stunden nach Trauma sind entscheidend für das Überleben des Schwerverletzten.

Schwerverletzte und polytraumatisierte Patienten stellen besonders in der initialen Behandlungsphase höchste Ansprüche an das behandelnde Team. Zwingend notwendig sind:

- gute Ausstattung
- klare Organisationsstrukturen
- ausgebildetes Personal

Grundvoraussetzung für eine suffiziente Behandlung ist aber auch eine profunde Ausbildung des verantwortlichen Behandlungsteams. Dabei ist vor allem eine klare Struktur der initialen Behandlungsschritte notwendig. Hier hat sich weltweit das ABCDE-Konzept des Advanced Trauma Life Support (ATLS) bewährt [1]. In diesem Buch finden sich in der Konsequenz immer wieder Hinweise und Parallelen zu ATLS. Für Leser, die mit der Terminologie des ABCDE-Konzepts und dem Vorgehen nach ATLS nicht vertraut sind, sei insbesondere auf das Kap. 7 (Diagnostische Al-

gorithmen) hingewiesen, welches dessen Terminologie veranschaulicht.

Das vorliegende Buch orientiert sich an der Praxis und wurde als „Kochbuch“ konzipiert. Es stellt umfänglich die möglichen Verletzungen dar, mit welchen der behandelnde Arzt konfrontiert werden kann. Die wesentlichen Interventionen und operativen Schritte der ersten 24 Stunden werden detailliert behandelt. Dabei kann und soll es aber keine speziellen Operationslehren ersetzen. Es zeigt jedoch in komprimierter Form auch die Notfallmaßnahmen, die sonst nur in Spezialliteratur zu finden sind.

Damit orientiert es sich klar an der Grundanforderung an einen Traumaleader. Von ihm wird ein Überblick über alle Facetten der Versorgung des mehrfach verletzten Patienten erwartet, um so die erste Phase der Versorgung kompetent leiten zu können (situational awareness) [3].

Dieses Buch ist inhaltlich in **4 Abschnitte** gegliedert.

► **Abschnitt I.** Dem etablierten Motto *Be prepared!* folgend, werden die strukturellen Voraussetzungen eines Traumasystems zur Schwerverletztenversorgung detailliert dargestellt. Der Ablauf im Schockraum von der Triage über die diagnostischen Abläufe bis zur Qualitätssicherung und Zertifizierung werden behandelt. Hier sind für jedes Mitglied des Schockraumteams alle essentiellen Informationen zusammengefasst.

► **Abschnitt II.** In diesem Abschnitt wird auf die initialen Versorgungsschritte eingegangen mit Fokus auf die lebensrettenden Erstmaßnahmen und Notfalloperationen (vom Tourniquet bis zum Leberpacking). Es handelt sich um Kapitel, die sich um Maßnahmen und Operationen drehen, die – wenn sie indiziert sind und nicht sofort vom Behandler vorgenommen werden – mit dem hohen Risiko behaftet sind, dass der Patient verstirbt. Hierbei werden auch Besonderheiten der Ersteinschätzung und Behandlung bestimmter Patientengruppen wie Kinder oder ältere Menschen detailliert besprochen.

► **Abschnitt III.** Hier werden die operativen Maßnahmen der frühen Phase beschrieben, gegliedert nach Organsystemen und Körperregionen, die jeder Chirurg mit Verantwortung für schwerverletzte Patienten kennen und beherrschen sollte. Besonders wertvoll ist dieser Abschnitt durch die Tipps und Tricks, die die erfahrenen Autoren dieses Werkes auch für die schwierigen Situationen im Dienst „Freitagnacht“ mit dem Leser teilen.

Es wurde dabei darauf geachtet, die dringlichen Interventionen so darzustellen, dass sie prinzipiell auch in Krankenhäusern ohne eine spezialisierte Fachabteilung von dem verantwortlichen Chirurgen durchgeführt werden können, um einen Patienten suffizient zu stabilisieren, bevor dann ggf. die Verlegung in eine entsprechende Einrichtung möglich ist oder das gesamte Spezialistenteam des Maximalversorgers am „Montagsmorgen“ wieder im Regeldienst bereitsteht.

► **Abschnitt IV.** Dieser Abschnitt rundet das vorliegende Buch ab und blickt auf die Schnittstellen der weiteren Behandlung.

Die Fortschritte in der Intensivmedizin tragen neben der Initialphase wesentlich zum Überleben schwerverletzter Patienten bei. So ist das Outcome einer Sepsis oder eines Multiorganversagens aufgrund besserer intensivmedizinischer Behandlungskonzepte inzwischen erheblich verbessert, so dass sie eine kleinere Rolle in der Traumamortalität darstellen [5]. Daher ist die intensivmedizinische Behandlung sicherlich die wichtigste Schnittstelle in den Behandlungsphasen, die den ersten 24 Stunden folgen.

Darüber hinaus werden in diesem Abschnitt auch spezielle juristische Aspekte der Behandlung des Schwerverletzten beschrieben. Dieses Kapitel hat eine besondere Bedeutung, weil die Interaktionen an den verschiedenen Schnittstellen mit Rettungsteam/Notarzt, Polizei, Angehörigen oder Erziehungsberechtigten letztlich einer gesetzlichen Grundlage unterliegen, die der Behandler von Schwerverletzten kennen muss, um sich korrekt zu verhalten.

Literatur

- [1] American College of Surgeons Committee on Trauma (Hrsg.), Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual. 9th Edition. American College of Surgeons: Chicago; 2012
- [2] Lefering R, Paffrath T, Bouamra O et al. Epidemiology of in-hospital trauma deaths. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2012; 38(1): 3–9
- [3] Matthes G, Wöfl CG, Gümbel D et al. Qualität in der Polytraumaversorgung. Braucht man einen Traumaleader? *Trauma und Berufskrankheit* 2013; 15: 160–163
- [4] Norton R, Kobusingye O. Injuries. *N Engl J Med* 2013; 368(18): 1723–1730
- [5] Oyeniya BT, Fox EE, Scerbo M et al. Trends in 1029 trauma deaths at a level 1 trauma center: Impact of a bleeding control bundle of care. *Injury* 2017; 48(1): 5–12
- [6] Trunkey DD. Trauma accidental and intentional injuries account for more years of life lost in the U.S. than cancer and heart disease. Among the prescribed remedies are improved preventive efforts, speedier surgery and further research. *Sci Am* 1983; 249(2): 28–53

2 Ausstattung und Räume

H. Trentzsch, C. Arnscheidt, M. Euler

Der Schockraum ist nicht nur der Ort der Übergabe eines schwerverletzten/polytraumatisierten Patienten vom Rettungsdienst/Notarzt an das weiterbehandelnde Klinikteam. Es handelt sich vielmehr um einen hochtechnisierten Bereich, in dem neben der Akutversorgung von Schwerverletzten auch reanimationspflichtige oder kritisch kranke Patienten versorgt werden. Er muss nicht nur alle Möglichkeiten bieten, die klinische Ersteinschätzung des schwerverletzten Patienten inklusive der geeigneten diagnostischen Hilfsmittel und einem angemessenen Monitoring der Vitalfunktionen zu erlauben, sondern es muss auch die Möglichkeit bestehen, die Stabilisierung des Patienten (Resuscitation) bis hin zum lebensrettenden Notfalleingriff vornehmen zu können.

Daraus ergeben sich die Anforderungen an **Struktur und Organisation eines Schockraums**:

- optimale Informationsweitergabe und -verarbeitung zwischen prähospitalen und innerklinischen Behandlungsteams
- Zusammenarbeit von interdisziplinären und interprofessionellen Teams am Patienten
- Möglichkeit, alle sofort nötigen diagnostischen und therapeutischen Interventionen vornehmen zu können

Dieses Kapitel beschränkt sich ausschließlich auf die räumlichen und strukturellen Anforderungen an den Schockraum sowie die medizinische bzw. medizintechnische Ausstattung. Für einen optimalen Ablauf spielen auch arbeitsplatzergonomische Überlegungen und Faktoren eine Rolle, die Kooperation und Kommunikation des Schockraumteams unterstützen. Diese Aspekte sind den sog. Human Factors zugeordnet [6]. Die Grundprinzipien der Arbeitsprozesse im Schockraum werden in den folgenden Kapiteln, insbesondere in Kap. 7 und Kap. 13 abgehandelt. Anforderungen an Zusammensetzung und Qualifikation des Schockraumteams und Aspekte der Teamarbeit werden in Kap. 3 beschrieben.

Merke



Es ist davon auszugehen, dass das Behandlungsergebnis von Schwerverletzten u. a. maßgeblich und nachhaltig beeinflusst wird von einer umfassenden, rund um die Uhr zur Verfügung stehenden Akutdiagnostik und -therapie, die ein interdisziplinäres Schockraum- und Operationsmanagement beinhalten [2].

2.1 Strukturanforderung

Unabhängig von Versorgungsstufe und durchschnittlicher Fallzahl einer Klinik sind die Anforderungen an Dimensionierung und Ausstattung des Schockraums prinzipiell gleich (► Abb. 2.1, ► Abb. 2.2).

Diese Kriterien sind im *Weißbuch zur Schwerverletztenversorgung der DGU* niedergelegt und wesentliche Grundvoraussetzung für die Zertifizierung eines Traumazentrums im TraumaNetzwerk DGU [2]. ► Tab. 2.1 fasst die Anforderungen zusammen. Vergleichbare Kriterien finden sich in der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung [1] oder werden von den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern nach § 34 SGB VII von Kranken-

häusern für die Beteiligung am Schwerverletztenartenverfahren (SAV) gefordert.

2.1.1 Dimensionierung

Für einen Schockraum mit einem Behandlungsplatz wird eine Mindestgröße von 25 m² empfohlen. Diese Angabe entspricht

- den Anforderungen aus der Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR),
- der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV, Zweiter Abschnitt; Raumabmessungen, Luftraum),
- der Röntgenverordnung (RöV),
- den Technischen Regeln für Gefahrenstoffe (TRGS).

Hier gilt, dass Räume mit natürlicher Belüftung oder Klimatisierung mit 18 m³ Atemluft pro Person bei schwerer bzw. 15 m³ bei mittelschwerer körperlicher Tätigkeit vorhanden sein müssen; für jede Person, die sich zusätzlich dort aufhält, werden 10 m³ veranschlagt. Unter der Annahme, dass im Schockraum 5–9 Personen anwesend sind und die dort verrichtete Arbeit als mittelschwer eingestuft wird (Tragen von Bleischürzen während der Versorgung), läge das **Mindestraumvolumen** zwischen 75 und 135 m³. Bei einer Deckenhöhe von 3,2 m würde die Fläche des Schockraums ohne Innenausbau und medizintechnische Geräte oder die Patientenliege im Grundriss ca. 23–42 m² betragen. Bei Schockräumen mit mehr als einem Behandlungsplatz vergrößert sich diese Fläche entsprechend. Ferner schreibt die Arbeitsstätten-Richtlinie eine lichte Türbreite von mindestens 1,2 m bei einer Türhöhe von 2 m vor [1].



Abb. 2.1 Schockraum eines überregionalen Traumazentrums (Quelle: Dr. med. Simon Martin Heinz, Frankfurt).



Abb. 2.2 Schockraum eines lokalen Traumazentrums.

Tab. 2.1 Anforderungen an den Schockraum gemäß Versorgungsstufe [2].

Anforderung	Lokales Traumazentrum	Regionales Traumazentrum	Überregionales Traumazentrum
Größe	k.A.	1 Behandlungsplatz, mindestens 25 m ² (besser: 40 m ²)	mindestens 2 Behandlungsplätze, mindestens 50 m ² oder 2 einzeln nutzbare Schockräume
Lokalisation	k.A.	in räumlicher Nähe zu: <ul style="list-style-type: none"> • Krankenanhfahrt • Hubschrauberlandeplatz • radiologische Abteilung • Operationsabteilung 	
Geeignete bildgebende Methoden zur zeitnahen Erkennung und Behandlung von Verletzungen einschließlich lebensbedrohlicher Körperhöhlenverletzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Röntgen • Ultraschall • CT 	<ul style="list-style-type: none"> • Röntgen • Ultraschall • CT • MRT 	
Besonderheiten	k.A.	In unmittelbarer Nachbarschaft soll sich ein Raum mit der Möglichkeit zur Durchführung von Notfalleingriffen befinden (separates Narkosegerät, OP-Siebe für unfall-, allgemein-, neuro- und thoraxchirurgische Noteingriffe). Im Schockraum ist die Vorhaltung aller für die Notfallversorgung erforderlichen Materialien/Instrumente in allen kinderspezifischen Größen notwendig.	
Temperaturmanagement	k.A.	k.A.	interventionelle Angiografie-Einheit
k.A. = keine Angabe	Möglichkeit zur getrennten Beheizung des Schockraums soll gegeben sein.		

2.1.2 Schutzmaßnahmen und persönliche Schutzausrüstung

Schutzkleidung ist dazu bestimmt, Beschäftigte vor schädigenden Einwirkungen bei der Arbeit zu schützen oder die Kontamination der Arbeitskleidung durch biologische Arbeitsstoffe zu vermeiden. Arbeitskleidung ist Kleidung ohne spezielle Schutzfunktion.

Für die Arbeit im Schockraum gelten die Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 250: „Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege“. Die TRBA 250 findet Anwendung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Bereichen des Gesundheitswesens, in denen Menschen medizinisch untersucht und behandelt werden.

Nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), der Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (BioStoffV) bzw. der Unfallverhütungsvorschrift (DGUV Vorschrift 1) ist der Arbeitgeber verpflichtet, zur Festlegung von Art und Umfang der Schutzmaßnahmen und der persönlichen Schutzausrüstung eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen, mindestens jedes 2. Jahr zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren.

Die Schutzmaßnahmen richten sich nach der darin festgelegten Schutzstufe und der angenommenen Risikogruppe für die in den potenziell infektiösen Materialien enthaltenen Krankheitserreger gemäß Biostoffverordnung (BioStoffV). Im Schockraum ist insbesondere mit Exposition gegenüber Blut, Atemwegssekret und potenziell auch mit Stuhl oder Erbrochenem zu rechnen. Damit erfüllt der Schockraum am ehesten die Anforderungen der Schutzstufe 2. In der Regel liegen keine konkreten Kenntnisse zu vorhandenen Krankheitserregern vor. Bei Tätigkeiten mit Körperflüssigkeiten und -ausscheidungen, die bekanntermaßen Krankheitserreger der Risikogruppe 3 (Hepatitis B und C, HIV) enthalten, ist zu prüfen, ob im Einzelfall eine Zuordnung zur Schutzstufe 3 erforderlich ist. Da der Schockraum in der Regel Teil der Notaufnahme ist, müssen mögliche Gefährdungsrisiken durch

Patienten anderer Fachdisziplinen in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Die Anforderungen sind in ▶ Tab. 2.2 zusammengefasst.

Checkliste

- Röntgenschutzkleidung gemäß RÖV
- Persönliche Schutzausrüstung für Schutzzone 2 gemäß TRBA 250:
 - Überkittel, der die Arbeitskleidung an allen Stellen bedeckt
 - bei möglicher Durchnässung: flüssigkeitsdichte Schutzkleidung bzw. Fußbekleidung
 - Schutzhandschuhe
 - Augen- und Gesichtsschutz (z. B. Bügelbrille mit Seitenschutz, ggf. mit Korrekturgläsern, Überbrille oder Visier/Gesichtsschutzschild)
 - Atemschutz (je nach Gefährdungsbeurteilung geeignete filternde Halbmasken)

Merke

Alle Mitarbeiter müssen anhand der Betriebsanweisung und des Hygieneplans über die auftretenden Gefahren und erforderlichen Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Prävention von Nadelstichverletzungen und Verhaltensregeln im Expositionsfall einschließlich Meldung bei der gesetzlichen Unfallversicherung und ggf. Maßnahmen zur Postexpositionsprophylaxe [12].

Es sollten Kleiderhaken für nicht benötigte Arbeitskleidung, z. B. Kittel, vorhanden sein.

Tab. 2.2 Besondere Anforderungen für die jeweilige Schutzzone nach TRBA 250 (zusätzliche Anforderungen gegenüber Schutzstufe 1).

Schutzstufe 1	Schutzstufe 2	Schutzstufe 3
Handwaschplatz: fließendes warmes und kaltes Wasser, Spender für Hautreinigungsmittel und Einmalhandtücher. Armaturen sind ohne Handberührungen bedienbar.	Zugangsbeschränkung: nur für berechnigte Personen	Abtrennung von anderen Arbeitsbereichen durch Vorraum, Schleusenbereich oder ähnliche Maßnahmen
Hygienische Händedesinfektion	Prävention von Nadelstichverletzungen u. a. Gebrauch von Arbeitsgeräten mit Sicherheitsmechanismen zur Verhütung von Stich- und Schnittverletzungen und geeignete Abfallbehältnisse (gemäß DIN EN ISO 23 907)	k.A.
Oberflächen: Fußböden, Arbeitsflächen, Oberflächen von Arbeitsmitteln müssen leicht zu reinigen und beständig gegen Reinigungsmittel und ggf. Desinfektionsmittel sein.	Oberflächen: Arbeitsflächen und angrenzende Wandflächen, Fußböden, Flächen eingebauter Einrichtungen, Flächen an Geräten und Apparaten, die mit biologischen Arbeitsstoffen in Kontakt kommen können, müssen beständig gegen Desinfektionsmittel sein.	k.A.
Hautschutz und -pflege	Bereitstellung und Einsatz Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) einschließlich Schutzkleidung	Atemschutz mindestens der Klasse FFP2 kann erforderlich sein (z. B. offene Tuberkulose)
Hygieneplan	k.A.	k.A.

FFP = filtrierende Atemschutzmaske (engl. filtering face piece)

2.2 Medizinische und medizintechnische Ausstattung

Die für die Ersteinschätzung und Stabilisierung benötigte medizinische Ausrüstung richtet sich nach dem Arbeitsablauf. Allgemein durchgesetzt hat sich das prioritätenbasierte Vorgehen nach dem ATLS-Schema, das sich in 5 Hauptabschnitte A bis E gliedert. Anordnung und Aufbewahrung der medizinischen Ausrüstung und medizintechnischen Geräte sollte einfach zugänglich, übersichtlich und intuitiv sein. Es hat sich bewährt, die Schränke analog den Behandlungsprioritäten mit den Buchstaben A, B, C, D und E zu beschriften. ► Abb. 2.3 gibt eine Orientierung, welche Ausrüstung welchem Buchstaben des ABCDE sinnvollerweise zugeordnet werden kann.

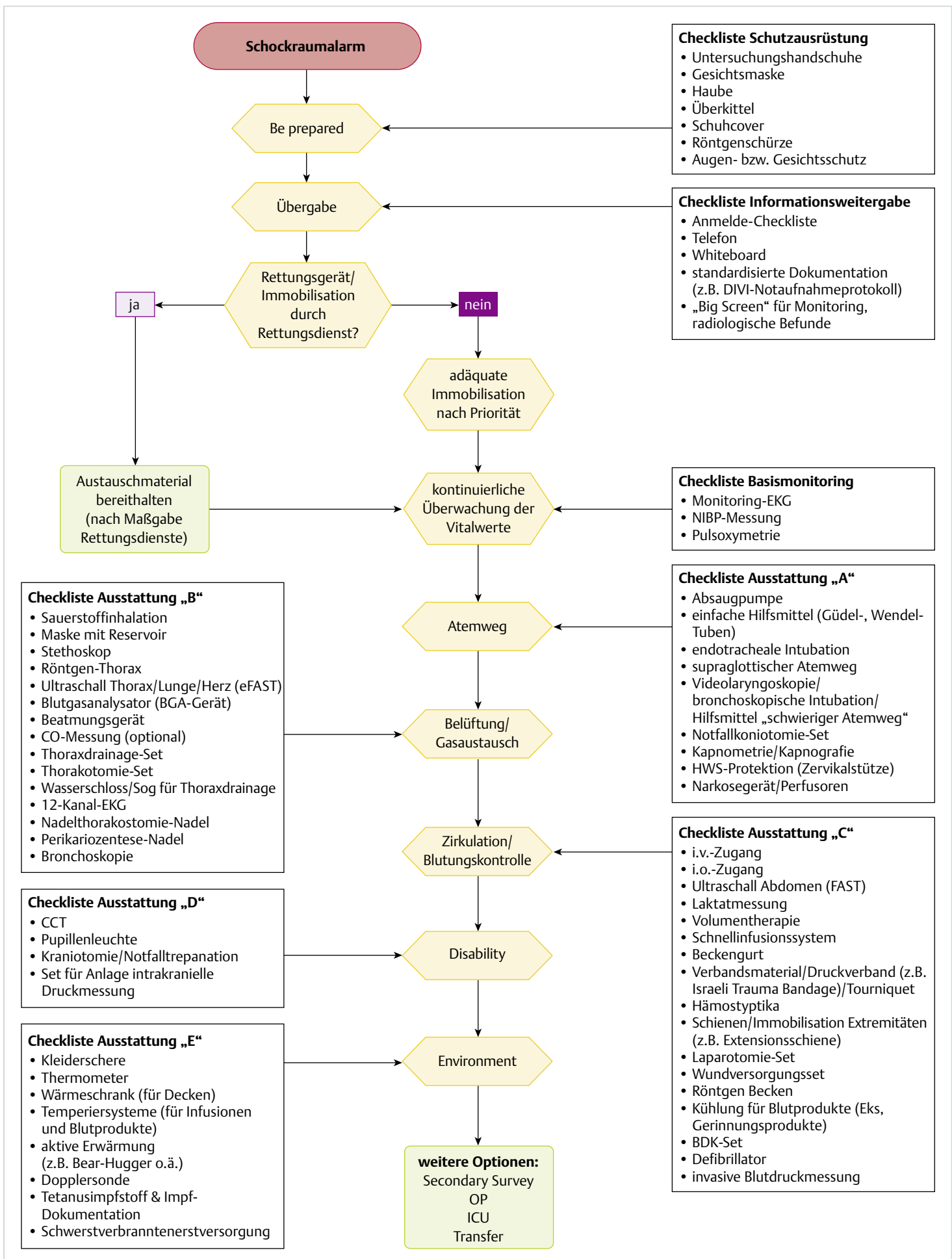


Abb. 2.3 Exemplarischer Algorithmus eines Arbeitsflusses nach ABCDE für den Primary Survey einschließlich Resuscitation und die dazugehörige Schockraumausrüstung. Die Checklisten können dazu herangezogen werden, die Ausrüstung den einzelnen Buchstaben des ABCDE zuzuweisen.

Praxistipp

Die Beschriftung der Schränke muss eindeutig sein. Es ist nicht immer offensichtlich, welche Ausrüstungsgegenstände welchem Buchstaben zugeordnet wurden. Daher ist es sinnvoll, Materialschränke im Schockraum zusätzlich mit übersichtlichen und eindeutig gestalteten Packlisten zu versehen, damit der Inhalt der Schränke auf den ersten Blick und auch aus der Distanz klar erkennbar ist (► Abb. 2.4). Praktische Erfahrungen zeigen, dass Mitarbeiter Piktogramme oder Fotos von Ausrüstungsgegenständen auf den Schranktüren wegen der besseren Erkennbarkeit bevorzugen [5].



Abb. 2.4 Beispiel für eindeutige Beschriftung der Materialschränke mit ABCDE, Verschlagwortung des Inhalts und Fotoübersicht der jeweiligen Fächer zum schnellen Auffinden von Material und Ausrüstung.

Zur sofortigen Stabilisierung des Patienten können unter Umständen lebensrettende Notfalloperationen angezeigt sein, die an Ort und Stelle durchgeführt werden müssen. Siehe für die entsprechenden unfall-, viszeral-, neuro- und thoraxchirurgischen Noteingriffe (Laparotomie, Thorakotomie, Fixateur externe/Beckenzwingen und Kraniotomie) [1], [2] sowie alle notwendigen Geräte für eine Operation, wie z. B. Narkosegerät/Beatmungseinheit, adäquate Saugvorrichtung, bipolare Elektrokoagulation etc., sollten ohne Zeitverlust verfügbar sein.

Praxistipp

Material für invasive Maßnahmen (z. B. für chirurgische Atemweg- oder Thoraxdrainage) stehen schneller bereit, wenn alle benötigten Teile in präkonfektionierten Sets zusammengestellt und vorgehalten werden.

Die Raumgestaltung muss chirurgische Interventionen zulassen. Die Schockraumliege sollte daher von allen Seiten zugänglich sein und der Platz sollte ausreichen, um Raum für Beistelltische mit Instrumenten und weiteres Personal (z. B. Instrumentenschwester) zu haben. Alternativ kann der Eingriff in einem in unmittelbarer Nähe lokalisierten Notfall-OP erfolgen. Dringliche bzw. frühelektive Eingriffe werden in der regulären Operationsabteilung vorgenommen.

Praxistipp

Da im Schockraum unter Umständen operative Interventionen nötig werden, sollten geeignete Lampen, z. B. Operationsleuchten mit einer Beleuchtungsstärke von mindestens 1000 lx, vorhanden sein. Auch Stirnlampen können dieses Problem behelfsweise lösen.

2.2.1 Bildgebende Diagnostik

Der Schnittbildgebung wird im Rahmen der Schwerverletztenversorgung eine herausragende Stellung eingeräumt [3]. Falls unklar bleibt, ob relevante Verletzungen von Thorax, Abdomen oder Becken vorliegen und keine unmittelbare CT durchgeführt wird (z. B. weil eine ausgeprägte hämodynamische Instabilität vorliegt oder eine Reanimationssituation besteht), sollten Röntgenaufnahmen des Thorax, des Beckens und eine Sonografie (eFAST) durchgeführt werden [3], weil dies helfen kann, die Indikation für eine Intervention zu stellen und die Zeit bis zur Indikationsstellung zu verkürzen.

Merke

Die Vorhaltung eines Ultraschallgeräts im Schockraum ist unabdingbar.

2.2.2 Standort des Computertomografen

Der Standort des Computertomografen kann direkt im Schockraum liegen, in unmittelbarer Nähe zum Schockraum oder aber weiter entfernt in der entsprechenden Abteilung der Radiologie. Offenkundig spielen für die Standortplanung logistische Aspekte eine Rolle. Durch ein Schockraum-CT lässt sich die Anzahl der Patiententransporte und die Zeit bis zum Abschluss der Schnittbildgebung deutlich reduzieren [10]. Auch ein CT in unmittelbarer Nähe zum Schockraum verkürzt diese Zeit [7]. Eine retrospektive Analyse des TraumaRegister DGU zeigte, dass ein kurzer Weg zum CT nicht nur die Diagnostik beschleunigt, sondern auch die Überlebensrate günstig beeinflusst, wenn das CT im Schockraum oder in einer Entfernung von weniger als 50 m lokalisiert ist [4].

Merke

Bei der Neuplanung eines Schockraums sollte das CT im Umkreis von weniger als 50 m lokalisiert sein [1].

Welches System (Schockraum-CT, bewegliches CT mit Sliding Gantry oder stationäres CT in einem Nachbarraum) bevorzugt werden sollte, muss auch den lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Insbesondere für **interdisziplinär genutzte Schockräume** in einer zentralen Notaufnahme spielt für diese Entscheidung auch Folgendes eine Rolle:

- Geräteauslastung
- Art der Patienten
- Umfang der Untersuchung
- Dringlichkeit

Oft werden die Geräte auch zur **Elektivdiagnostik** genutzt, um sie voll auszulasten. Der Routinebetrieb in einem eigenen CT-Raum kann für das medizinisch-technische Assistenzpersonal Vorteile für den Arbeitsablauf bieten und eine schnellere Abwicklung der Untersuchungen gewährleisten als an einem Schockraum-CT. Sind CT und Schockraum in getrennten Räumen lokalisiert, können Arbeitsprozesse parallel ablaufen. Steht das CT hingegen fest im Schockraum, kann es zu Konflikten kommen. Elektive Interventionen (z. B. Biopsien) sollten nach Möglichkeit unterbleiben, weil die Verfügbarkeit des Geräts eingeschränkt wird, wenn die Prozedur länger dauert als geplant oder es zu Komplikationen kommt. Ebenso können Untersuchungen mit hygienischen Besonderheiten (z. B. Patienten mit MRSA) zum Fallstrick werden, wenn das Gerät wegen Desinfektionsmaßnahmen dem Schockraum nicht zur Verfügung steht.

2.3 Human Factors in der Arbeitsplatzorganisation

Für die optimale Zusammenarbeit des Schockraumteams ist ein klares Rollenverständnis erforderlich. Teamarbeit wirkt immer dann besonders effizient, wenn alle Teammitglieder gleichzeitig und ohne erkennbare Aufforderung durch den Teamleader ihre Aufgaben simultan erledigen. Man spricht auch von **implizierter Koordination**. Alle kennen ihre spezifische Aufgabe und haben eine einheitliche Auffassung davon, was als nächstes zu tun ist. Es herrscht ein von allen geteiltes situatives Bewusstsein, dass durch **zwei wesentliche Dinge** zustande kommt:

- klares Verständnis über Ziel bzw. Aufgabe
- ein gemeinsames mentales Modell davon, was gerade passiert und was als nächstes zu tun ist

Implizierte Koordination eignet sich vor allem für die Bewältigung von Routineaufgaben. Im weitesten Sinn sollte eine Schockraumversorgung für ein eingespieltes und trainiertes Team mehr oder weniger Routine sein, selbst wenn Schockraumteams eher ad hoc zusammenkommen [3], [8], [9].

Untersuchungen zeigen, dass Mitglieder eines solchen Teams – je nach Berufsgruppe und fachlicher Zugehörigkeit – sehr unterschiedliche Auffassungen von ihrer Rolle und der Rolle anderer Teammitglieder haben können. Es ist daher sehr zu empfehlen, alle Beteiligten in die Erstellung des Schockraumkonzepts ein-

zubeziehen und die Aufgaben und Rolle jeder Position gemeinsam zu definieren. Das Weißbuch fordert deshalb für zertifizierte Traumazentren ein gemeinsam konsentiertes Protokoll mit Darstellung der Verantwortlichkeit in der Erstbehandlung von Schwerverletzten [2]. Oft hängen in Schockräumen Poster, auf denen die verschiedenen Rollen und die damit verbundenen Aufgaben fach- und berufsgruppenspezifisch dargestellt sind.

2.3.1 Rollenkonforme Arbeitsplatzergonomie

Damit die Arbeitsprozesse reibungslos ablaufen können, müssen die Raumausstattung und die jeweiligen Arbeitsbereiche so angeordnet sein, dass nicht nur der Zugang zum Patienten und zur medizinischen bzw. medizintechnischen Ausrüstung ungehindert möglich ist. Vielmehr muss jeder Arbeitsplatz so angeordnet sein, dass von dort aus die vorgesehene Rolle ohne Schwierigkeiten wahrgenommen werden kann, d. h. das Teammitglied muss die zur Verrichtung der zugewiesenen Aufgaben nötigen Materialien und Geräte einfach erreichen können. Dabei muss auch der Arbeitssicherheit Rechnung getragen werden. Überkopparbeiten oder lose Kabel, die die Wege des Personals kreuzen und die eventuell sogar überstiegen werden müssen, darf es nicht geben.

Merke

Die Arbeitsplatzgestaltung orientiert sich am Arbeitsablauf, nicht umgekehrt.

Das Arrangement muss auch die Interaktion zwischen den einzelnen Teammitgliedern ermöglichen. Gegenseitige Unterstützung oder das Erkennen von Problemen im Arbeitsablauf setzen voraus, dass Teammitglieder sich gegenseitig im Blick haben (Monitoring) und miteinander kommunizieren können.

2.3.2 Informationsweitergabe und Übergabe

Wesentlich für ein geteiltes mentales Modell und ein gemeinsames situatives Bewusstsein ist die Weitergabe und Bereitstellung von Informationen. Ein zentraler Prozess, bei dem der Informationsaustausch eine wesentliche Rolle spielt, ist die Übergabe des präklinischen Behandlungsteams an das innerklinische Schockraumteam. Neben einem Schreibpult oder -tisch mit den entsprechenden Schnittstellen zum Krankenhausinformationssystem oder den elektronischen Informationsverarbeitungssystemen des Rettungsdienstes können auch Weißwandtafeln (sog. Whiteboards) hilfreich sein, um Informationen auszutauschen. Hier können z. B. Informationen, die bereits bei der Anmeldung des Patienten übermittelt wurden, vermerkt und im Team geteilt werden. Während der Übergabe können diese Informationen mit dem Rettungsteam abgeglichen und erweitert werden. Aufwendiges Rücklesen (Readback) an das abgebende Team entfällt, weil die Information am Board für alle visualisiert wird (what I see is what you see). Ein Vorteil einer solchen Tafel besteht darin, dass die Informationen schnell und unkompliziert dem dynamischen Verlauf der Versorgung angepasst werden können. Jedes Teammitglied kann hier Notizen, Erinnerungen oder To-Dos an-

bringen. Ein solches Board erlaubt sogar die asynchrone Kommunikation, bei der der Empfänger der Information erst dazu kommt, wenn alle anderen schon weg sind [13].

2.3.3 Informationsaustausch im Team, gemeinsame situative Aufmerksamkeit und gegenseitiges Monitoring

Sicherheit im Schockraum kommt dadurch zustande, dass der Fehler eines Einzelnen von anderen Teammitgliedern erkannt und kompensiert werden kann. Zur Aufrechterhaltung eines gemeinsamen mentalen Modells und der gemeinsamen situativen Aufmerksamkeit ist der Austausch von Informationen wichtig, die sich dynamisch ändern (z. B. Vitalparameter). Große Monitore, auf denen die Vitalwerte des Patienten für alle sichtbar sind, helfen, eine schnelle Situationseinschätzung zu bekommen, auch wenn Teammitglieder verspätet hinzutreten. Die Information ist allen objektiv zugänglich, kann aber von jedem individuell bewertet werden. Fehleinschätzungen können so schneller erkannt werden, weil ein gegenseitiges Monitoring der Teammitglieder untereinander möglich wird [8].

Zur Verbesserung des Zeitmanagements sind gut sichtbare Uhren hilfreich. Manche Teams setzen auf zeitlich vordefinierte Auszeiten, bei denen ein Abgleich der Situation und die Planung des weiteren Vorgehens abgestimmt werden (sog. Team Time-Out).

Das Einspielen von Röntgenbildern und CTs über große Wandbildschirme erlaubt es, Informationen zu festgestellten Verletzungen mit allen Teammitgliedern zu teilen. Zur eigentlichen Befundung hingegen sind solche Bildschirme eher ungeeignet. Zwar können Details auf großen Bildern besser beurteilt werden, doch erlauben kleine Bilder die schnelle Erfassung der Schichten und führen zum schnellen Erkennen richtig-positiver Befunde. Die Art, wie Radiologen CT-Bilder bei der Befundung erfassen, wird eher durch kleine Bildschirme unterstützt [11].

2.3.4 Ungleiche Belastung vermeiden

In kritischen Situationen kann es erforderlich sein, dass Teammitglieder sich gegenseitig unterstützen müssen oder dass sie ihre Rolle aufgeben, um eine andere Rolle zu übernehmen. Um die Arbeitslast in kritischen Situationen gleichmäßig verteilen zu können, ist es von Vorteil, wenn alle Teammitglieder über die Raumstruktur und Raumordnung gleichermaßen informiert sind und zusammen eingearbeitet wurden. So können ungleiche Belastungen einzelner Teammitglieder vermieden werden.

Praxistipp

Ob die Gestaltung des Schockraums dem Arbeitsfluss entspricht und ob Änderungen die Teamarbeit besser unterstützen, kann am besten mit realitätsnahen Fallsimulationen und deren Analyse zusammen mit allen beteiligten Fach- und Berufsgruppen des Teams beurteilt werden. Ein solcher Systemcheck kann helfen, latente Fehlerquellen noch vor der eigentlichen Inbetriebnahme aufzudecken und zu beseitigen [5].

Schlusspunkt

- Die Anforderungen an den Schockraum und den Arbeitsfluss sind unabhängig von der Versorgungsstufe grundsätzlich identisch.
- Die Gestaltung des Schockraums sollte dem Arbeitsfluss und den Rollen der einzelnen Teammitglieder angepasst sein.
- Das Material muss einfach und unkompliziert erreichbar sein.
- Kognitive Hilfen wie Schrankbeschriftung mit Buchstaben nach ABCDE, Packlisten oder Bilder helfen, benötigtes Material schnell zu finden. Alle Mitarbeiter sollten nach Einweisung in den Schockraum den gleichen Kenntnisstand haben.
- Informationen, die sich dynamisch ändern (z. B. Vitalwerte), können über große Wandbildschirme oder Whiteboards im Team geteilt werden, um ein gemeinsames situatives Bewusstsein zu gewährleisten.
- Die persönliche Schutzausrüstung ist im Schockraum vorzuhalten und noch vor Eintreffen des Patienten von allen Teammitgliedern anzulegen.

Literatur

- [1] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung, 2016, Registrierungsnummer: 012-019. Herunterladen unter: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012-019.html>
- [2] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Weißbuch Schwerverletztenversorgung. Empfehlungen zur Struktur, Organisation und Ausstattung der Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. 2. erweiterte Aufl. Orthopädie und Unfallchirurgie Mitteilung und Nachrichten 2012; Suppl 1: 4-34
- [3] Gillespie BM et al. Building shared situational awareness in surgery through distributed dialog. *J Multidiscip Healthc* 2013; 6: 109-118
- [4] Huber-Wagner S et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival – a retrospective, multicentre study. *Injury* 2014; 45 Suppl 3: S76-82
- [5] Keil J et al. Testlauf nach Umbau der Kinderintensivstation. Systemcheck durch Simulationstraining. *Monatsschr Kinderheilkd* 2015; 163(6): 575-582
- [6] Lazarovici M, Trentzsch H, Prückner S. Human Factors in der Medizin. *Notfall + Rettungsmedizin* 2016; 19(6): 509-525
- [7] Lee KL et al. Impact on trauma patient management of installing a computed tomography scanner in the emergency department. *Injury* 2009; 40(8): 873-875
- [8] Manser T. Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53(2): 143-151
- [9] Manser T. Koordination und Teamarbeit in der Akutmedizin. *Coordination and teamwork in acute patient care. Notfall + Rettungsmedizin* 2010; 13(5): 357-362
- [10] Saltzherr TP et al. Randomized clinical trial comparing the effect of computed tomography in the trauma room versus the radiology department on injury outcomes. *Br J Surg* 2012; 99 Suppl 1: 105-113
- [11] Venjakob AC et al. Image size influences visual search and perception of hemorrhages when reading cranial CT: An eye-tracking study. *Hum Factors* 2016; 58(3): 441-451
- [12] Wicker S et al. Arbeitsbedingte Blutexpositionen in der Polytraumaversorgung. *Anaesthesist* 2015; 64(1): 33-38
- [13] Xiao Y et al. What whiteboards in a trauma center operating suite can teach us about emergency department communication. *Ann Emerg Med* 2007; 50(4): 387-395

3 Schockraumteam und Teamarbeit

H. Trentzsch, C. Wölfel

Ein Team besteht mindestens aus zwei oder mehr Mitgliedern, die zusammenarbeiten, um ein gemeinsames, spezifisches Ziel zu erreichen [15]. Im Profisport ist die Teamzugehörigkeit durch ein identisches äußeres Erscheinungsbild zu erkennen. Im Schockraum sollte das z. B. eine einheitliche Schutzkleidung sein. Ein entscheidendes Merkmal eines Teams ist jedoch, dass trotz äußerlicher Ähnlichkeit ganz verschiedene Mitglieder mit ganz unterschiedlichen Qualifikationen, Fähigkeiten und Wissen zusammenarbeiten. Sie verfügen über aufgabenspezifische Kompetenzen.

Diese Fähigkeiten ermöglichen es den Mitgliedern des Teams, die ihnen zugeordneten, **spezifischen Rollen** auszuführen [15]:

- **Anästhesisten** sichern z. B. den Atemweg.
- **Chirurgen** übernehmen invasive Maßnahmen, wie z. B. die Anlage von Thoraxdrainagen oder die chirurgische Blutungskontrolle.
- **Radiologen** führen sonografische Untersuchungen durch.
- **Neurochirurgen** erheben den neurologischen Status.

Unterstützt werden die ärztlichen Vertreter dieser Fachdisziplinen durch das jeweilige Pflege- und technische Assistenzpersonal. Um als Team erfolgreich zu sein und das gemeinsame Ziel erreichen zu können, müssen sich die Teammitglieder miteinander abstimmen und ihr Vorgehen koordinieren – durch Kommunikation und Kooperation. Dies gelingt deutlich einfacher, wenn ein zentraler Ansprechpartner Kommunikation und Kooperation koordiniert und moderiert. Diese Person ist der **Teamleader**.

Studien zeigen, dass durch die Einrichtung von Trauma-Teams die Arbeitsabläufe bei der Schwerverletztenversorgung im Schockraum beschleunigt werden können. Auswirkungen auf das Überleben werden allerdings kontrovers diskutiert und können vermutlich nicht pauschal auf alle Patienten übertragen werden [26]. Es ist aber vorstellbar, dass für Patienten mit ausgedehnten intrathorakalen bzw. intraabdominellen Blutungen oder schwerem SHT durch beschleunigte Arbeitsabläufe im Schockraum die Reduktion der Sterblichkeit erreicht werden kann, weil die Zeit bis zur lebensrettenden Intervention verkürzt wird. Eine klinische Studie an Patienten mit Indikation für eine Notfall-OP bei isolierter Abdominalverletzung zeigt z. B. eine Zunahme der Sterbewahrscheinlichkeit von ca. 1 % pro 3 Minuten Zeitverzögerung [3].

3.1 Teamzusammensetzung

Zur Polytraumaversorgung sollen feste Teams (sog. Schockraumteams) nach vorstrukturierten Plänen arbeiten und/oder ein spezielles Training absolviert haben [7]. Die genaue Zusammensetzung des Teams wird im Weißbuch Schwerverletztenversorgung der DGU sehr detailliert und entsprechend den Anforderungen für die verschiedenen Versorgungsstufen beschrieben [8]. Dort werden Basisteams vom erweiterten Schockraumteam abgegrenzt. Das **Basisteam** soll bei Alarmierung des Schockraums sofort die Versorgung im Schockraum übernehmen können und entsprechend der S3-Leitlinie aus mindestens 3 Ärzten (2 Chirurgen und 1 Anästhesist) bestehen, wobei mindestens 1 Chirurg

und 1 Anästhesist Facharztstandard haben sollten. Unverständlich ist, weshalb in der Kernempfehlung keine Aussagen zur Zusammensetzung des Teams auf pflegerischer Seite getroffen werden. Im Begleittext der Empfehlung wird aber betont, dass selbstverständlich auch medizinisches, anästhesiologisches und technisches Pflegepersonal unabdingbar Bestandteil des Teams sind und unter Bezugnahme auf das Weißbuch in Abhängigkeit der jeweiligen Versorgungsstufe gefordert werden [7]:

- 2 Pflegekräfte Chirurgie
- 1 Pflegekraft Anästhesiologie
- 1 medizinisch-technische Radiologiefachkraft (MTRA)

In manchen Kliniken gehören Neurochirurgen oder Radiologen ebenfalls zum Basisteam. Die Raumordnung ist abhängig von der Rolle, den damit verbundenen Aufgaben und dem dafür erforderlichen Zugang zum Patienten (► Abb. 3.1).

Das erweiterte Schockraumteam soll innerhalb von 20 Minuten eintreffen, um das Basisteam zu unterstützen. Es gibt weitere fakultative Teammitglieder, die je nach lokalen Gegebenheiten Spezialaufgaben übernehmen, z. B. Fachärzte für Augenheilkunde, Pädiatrie oder Gynäkologie.

Ein besonderer Umstand ist, dass Schockraumteams selten in identischer Zusammensetzung zusammenarbeiten.

Merke



Unter der Annahme, dass für die Rund-um-die-Uhr-Besetzung jeder einzelnen Position im Team 5 Vollzeitkräfte vorgehalten werden müssen, ergeben sich für ein Team mit 5 Teammitgliedern über 53 000 verschiedene Kombinationsmöglichkeiten in der Teamzusammensetzung. Hinzu kommt, dass Teammitglieder im Rahmen der Versorgung eines einzelnen Patienten wechseln können oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten eintreffen.

Die Zusammenarbeit findet dann oft nur über einen kurzen Zeitraum statt, und in der Regel gehen die Teams ohne weitere Reflexion ihrer Arbeit (Debriefing (S.34)) auch wieder auseinander. Damit ist das Schockraumteam der Prototyp eines sog. Action-Teams [15].

3.2 Teamarbeit

Action-Teams sind besonders anfällig für Fehler. Die Arbeit in einem multidisziplinären, interprofessionellen Team benötigt Koordination und Kommunikation. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass Zwischenfälle in der Schockraumversorgung zwischen 88 % und 97 % auf den Faktor Mensch zurückgeführt werden können [10], [19], [29].

Es gilt als allgemein akzeptiert, dass Fehler grundsätzlich unvermeidbar sind und dass hundertprozentig sichere Systeme zur Fehlervermeidung nicht existieren. Das gilt in besonderem Maße für die Arbeit von Action-Teams, die unter Stress und schwierigen Umgebungsbedingungen, z. B. nachts, agieren. Es gibt Handlungskonzepte, die Strategien vermitteln, die das Team gegen Fehler robust machen sollen und die darauf setzen, Auswirkungen