

Notfall Rettungsmed 2023 · 26:121–128  
<https://doi.org/10.1007/s10049-021-00912-x>  
 Angenommen: 17. Mai 2021  
 Online publiziert: 5. Juli 2021  
 © Der/die Autor(en) 2021



C. Jänig<sup>1</sup> · W. Schmidbauer<sup>1</sup> · A. G. Willms<sup>2</sup> · M. Maegele<sup>3,8</sup> · G. Matthes<sup>4,5</sup> · T. Gröbl<sup>1</sup> · C. Jaekel<sup>6</sup> · E. Kollig<sup>7</sup> · D. Bieler<sup>6,7</sup> · Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung der DGU (Sektion NIS)

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Koblenz, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Koblenz, Deutschland

<sup>3</sup> Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sporttraumatologie, Universität Witten/Herdecke, Kliniken der Stadt Köln, Köln, Deutschland

<sup>4</sup> Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Ernst von Bergmann Klinikum, Potsdam, Deutschland

<sup>5</sup> Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald, Deutschland

<sup>6</sup> Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Heinrich-Heine-Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

<sup>7</sup> Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Wiederherstellungs-, Hand- und Plastische Chirurgie, Verbrennungsmedizin, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, Koblenz, Deutschland

<sup>8</sup> Institut für Forschung in der Operativen Medizin (IFOM), Universität Witten/Herdecke, Köln, Deutschland

## Vorbereitung auf eine differenzierte Hämotherapie nach Trauma – Ergebnisse einer Befragung deutscher Kliniken

### Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s10049-021-00912-x>) enthält den zugrunde liegenden Online-Fragebogen. Beitrag und Zusatzmaterial stehen Ihnen auf [www.springermedizin.de](http://www.springermedizin.de) zur Verfügung. Bitte geben Sie dort den Beitragstitel in die Suche ein, das Zusatzmaterial finden Sie beim Beitrag unter „Ergänzende Inhalte“.



### Hintergrund

Die unkontrollierte posttraumatische Blutung ist weiterhin eine führende potenziell vermeidbare Todesursache im Rahmen schwerer Verletzungen [1, 2]. So treten bei etwa einem Drittel dieser Patienten im Rahmen des massiven

Blutverlusts frühzeitig relevante Gerinnungsstörungen auf, die bereits zum Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme detektierbar sind [3].

Bei Patienten mit vergleichbaren Verletzungsmustern, jedoch ohne das Vorliegen einer Gerinnungsstörung tritt in diesem Zusammenhang häufiger ein Multiorganversagen mit erhöhter Gesamtsterblichkeit auf [4].

Aus diesem Grund ist neben der chirurgischen Blutstillung eine frühzeitige, zielgerichtete Therapie notwendig, welche regelhaft im Rahmen der sog. „damage control resuscitation“ den Mitarbeitern der Anästhesiologie innerhalb des Traumateams zukommt [5].

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, die Vorbereitung für eine differenzierte Hämotherapie im Rahmen der Schwerverletztenbehandlung in Kliniken verschiedener Versorgungsstufen innerhalb der Struktur des TraumaNetzwerks DGU® bezogen auf Infrastruktur und Prozessplanung zur Versorgung des akut blutenden Traumapatienten zu evaluieren.

Die durchgeführte Online-Umfrage orientiert sich inhaltlich an der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung (AWMF Reg.-Nr. 012/019) mit dem Schwerpunkt auf die klinische Versorgung der akuten Hämorrhagie [6].

### Methoden

In Kooperation mit der Online-Kommunikation der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) wurden unter den Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) und der DGOU in der Zeit von 12. August 2020 bis 15. November 2020 anhand eines 20 Fragen umfassenden Fragebogens gezielt Diagnose- und Therapiestrategien sowie vorhandene Ressourcen innerhalb der Kliniken erfragt. Die Fragen wurden unter Berücksichtigung der aktuellen Publikationen zu Massentransfusionsprotokollen bzw. Hämotherapie entwickelt (Zusatzmaterial online).

Die Daten wurden einer deskriptiven statistischen Analyse unterzogen

**Tab. 1** Darstellung der Rahmendaten der durchgeführten Online-Umfrage

Eingeladene Teilnehmer:	n = 6938	Beantwortete Fragebögen	n = 131	-
Rücklaufquote	1,90 %	Davon aus	ÜTZ	n = 57 (44%)
			RTZ	n = 35 (26%)
			LTZ	n = 39 (30%)

und neben der Gesamtbetrachtung einer Subgruppenanalyse unterzogen, um herauszuarbeiten, ob es relevante Unterschiede bezüglich infrastruktureller Voraussetzungen und des diagnostischen bzw. therapeutischen Vorgehens innerhalb der Versorgungsstufen des TraumaNetzwerks DGU® gibt.

Die Rohdaten wurden in einer Excel-Tabelle (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) bereitgestellt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS V. 26.0 (Armonk, NY, USA). Die Testung auf signifikante Unterschiede erfolgte für kategoriale Variablen mittels des Chi-Quadrat-Tests. Das Signifikanzniveau wurde mit 5 % ( $p < 0,05$ ) für alle Tests definiert.

## Ergebnisse

Die Gesamtheit der beantworteten Fragebögen repräsentiert sämtliche Versorgungsebenen der Kliniken innerhalb des TraumaNetzwerks DGU®. Der Anteil der überregionalen Traumazentren (ÜTZ) ist mit ca. 44 % der vollständig ausgefüllten Online-Fragebögen (regionale Traumazentren [RTZ] = 26 %, lokale Traumazentren [LTZ] = 30 %) überproportional hoch (■ **Tab. 1**).

Die Frage nach der Existenz eines Massivtransfusionsprotokolls in den Kliniken wurde lediglich von 56 % ( $n = 74$ ) aller Teilnehmer der Umfrage überhaupt beantwortet, und diese arbeiten zu etwa 50 % an ÜTZ. Bezogen auf die Versorgungsstufe der Kliniken ist in ÜTZ zu 80 % ein Massivtransfusionsprotokoll etabliert, 76 % der Teilnehmer aus regionalen Traumazentren und 64 % der Teilnehmer aus lokalen Traumazentren gaben an, dass dies auch für ihre jeweiligen Kliniken zutrifft.

Die Aktivierung des Massivtransfusionsprotokolls (MTP) erfolgt überwiegend durch den Trauma-Leader (64 %) bzw. den behandelnden Anästhesisten (55 %).

Als Definition der Massivtransfusion wird in der Mehrzahl der Fälle die Transfusion von 10 Erythrozytenkonzentrat/24 h durch die Teilnehmer angegeben.

Zur frühzeitigen Abschätzung eines zu erwartenden massiven Transfusionsbedarfs verwenden die Teilnehmer mehrheitlich den modifizierten ABC-Score bzw. den TASH-Score.

Um diese klinischen Entscheidungen besser nachvollziehen zu können, haben wir nach der persönlichen Gewichtung einzelner klinischer Parameter im Zusammenhang mit der Transfusionsentscheidung gefragt (■ **Abb. 1**).

Die Befragten sehen demnach in einem positiven FAST in 80 % einen starken Transfusionstrigger. Weiterhin werden ein Pulsdruck  $< 45$  mm Hg (60 %) sowie Antikoagulanzen in der Vormedikation (58 %) als sehr relevant betrachtet.

Mit einem tendenziell geringeren Einfluss wurden ein Schockindex  $> 1$  sowie ein Laktat  $> 5$  mg/dl bewertet.

Es gaben 97 % der Teilnehmer an, dass grundsätzlich die Möglichkeit zur Point-of-Care (PoC)-Diagnostik gegeben ist. In 66 % ist diese im Schockraum und in 77 % entweder zusätzlich oder ausschließlich auf der Intensivstation möglich (■ **Abb. 2**). In den Kliniken dieser Teilnehmer steht mindestens ein Blutgasanalysegerät im Schockraum und/oder der Intensivstation zur Verfügung. Eine PoC-Gerinnungsdiagnostik ist lediglich in 60 % aller Kliniken verfügbar, wobei in unserem Kollektiv der Anteil der ROTEM-PoC-Geräte im Schockraum in den ÜTZ (75 %) im Vergleich zu den RTZ und LTZ deutlich überwiegt (■ **Abb. 3a,b**).

Bezüglich der verwendeten Blutprodukte und deren Applikationsverhältnis im Rahmen eines existierenden MTP erfolgt gemäß der Mehrzahl der beantworteten Fragebögen die Transfusion der Blutkomponenten in 50 % ohne vorgegebenes Verhältnis. Lediglich in 30 % der

Fälle gaben die Teilnehmer an, dass standardisiert im Verhältnis 4:4:1 [7] transfundiert wird (■ **Abb. 4**).

Aus den erhobenen Daten geht hervor, dass benötigte Blutprodukte, welche nicht unmittelbar in der Blutbank des Krankenhauses vorrätig sind, in etwa 45 % der Kliniken in 30–60 min eintreffen. In ca. 25 % der Fälle treffen die Blutprodukte bereits binnen 30 min ein und in den übrigen 30 % der Fälle erfolgt die Lieferung nach über einer Stunde.

Bezogen auf die Versorgungsebene des Krankenhauses zeigt sich, dass ÜTZ im Vergleich zu RTZ und LTZ ihre Anforderung frühzeitiger bekommen als RTZ und LTZ ( $p 0,025$ ).

Adjuvant zu den bereits erwähnten Blutprodukten gaben die Teilnehmer an, dass Tranexamsäure, Kalzium, Faktorkonzentrate und Desmopressin die Therapie der akuten Hämorrhagie ergänzen.

Im abschließenden Themenblock wurden die Kenntnisse der Teilnehmer der Umfrage zum Thema Vollblutpräparate abgefragt. Hier gaben in 22 % der Fragebögen die Teilnehmer an, dass sie Erfahrung in der Anwendung von Vollblutpräparaten haben.

## Diskussion

Die akute Hämorrhagie ist weiterhin die führende vermeidbare Todesursache bei Traumapatienten [8, 9].

Das Verbluten nach Trauma tritt bei Erreichen der Klinik im Median nach 1,65 h ein [10]. Bereits frühzeitig weist etwa ein Drittel der Patienten Zeichen einer traumainduzierten Gerinnungsstörung auf, welche bei den Betroffenen zu einer erhöhten Rate an Multiorganversagen und letztlich einer ungünstigeren Prognose führt [8, 11].

Eine frühzeitige, aggressive und zielgerichtete Therapie der Blutung als Ursache der Gerinnungsstörung sowie die Korrektur der Gerinnungsstörung als eigener Entität verbessern die Überlebenschancen der verletzten Patienten [12, 13].

Die Etablierung fester Diagnose- und Therapieschemata für den „blutenden Patienten“ im Sinne einer standardisierten Gerinnungsdiagnostik und eines Massivtransfusionsprotokolls ist fester

Notfall Rettungsmed 2023 · 26:121–128 <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00912-x>  
© Der/die Autor(en) 2021

C. Jänig · W. Schmidbauer · A. G. Willms · M. Maegele · G. Matthes · T. Gröbl · C. Jaekel · E. Kollig · D. Bieler · Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung der DGU (Sektion NIS)

## Vorbereitung auf eine differenzierte Hämotherapie nach Trauma – Ergebnisse einer Befragung deutscher Kliniken

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Die unkontrollierte Blutung ist weiterhin eine führende potenziell vermeidbare Todesursache im Rahmen schwerer Verletzungen.

**Ziel der Arbeit.** Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, die Vorbereitung für eine differenzierte Hämotherapie im Rahmen der Schwerverletztenbehandlung in Kliniken verschiedener Versorgungsstufen innerhalb der Struktur des TraumaNetzwerks der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)<sup>®</sup> zu evaluieren.

**Material und Methoden.** Anhand einer Online-Umfrage wurden gezielt Diagnose- und Therapiestrategien sowie vorhandene Ressourcen innerhalb der Kliniken erfragt. Im Rahmen einer Subgruppenanalyse sollte festgestellt werden, ob es Unterschiede in

Bezug auf infrastrukturelle Voraussetzungen und diagnostisches bzw. therapeutisches Vorgehen innerhalb der Versorgungsstufen des TraumaNetzwerks DGU<sup>®</sup> gibt.

**Ergebnisse.** Massivtransfusionsprotokolle (MTP) bestehen in 75 % der Kliniken. Die Aktivierung erfolgt i. d. R. durch den Trauma-Leader (62 %). In 63 % erfolgt die Aktivierung aufgrund einer Anforderung aus der Präklinik. Als Transfusionstrigger werden ein positives FAST (80 %) und ein Pulsdruck < 45 mm Hg (60 %) angegeben. In 50 % der Kliniken existiert kein starres Transfusionsverhältnis der einzelnen Blutkomponenten. Überregionale Traumazentren (ÜTZ) bekommen im Vergleich zu regionalen Traumazentren (RTZ) und lokalen Traumazentren (LTZ) angeforderte Blutprodukte frühzeitiger ( $p < 0,025$ ).

**Diskussion.** Der massive Blutverlust ist ein seltenes Ereignis, welches mit einer hohen Letalität vergesellschaftet sein kann. MTP bilden die Grundlage für eine frühe Therapie der traumainduzierten Koagulopathie und tragen zur Verbesserung der Überlebenschancen der Patienten bei. Es existiert ein deutlicher Unterschied in den diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten in den einzelnen Versorgungsebenen. ÜTZ verfügen mehrheitlich über die umfangreichsten Optionen, gefolgt von RTZ und LTZ.

### Schlüsselwörter

Massivtransfusionsprotokoll · Transfusion · Gerinnungsstörungen · Krankenhäuser · Umfragen

## Preparation for differentiated hemotherapy after trauma—Results of a survey of German hospitals

### Abstract

**Background.** Uncontrolled bleeding is still a leading, potentially preventable cause of death in severe injuries.

**Aim.** The aim of the present study is to evaluate the preparation of the hospitals for differentiated hemotherapy according to their different levels of care within the structure of the TraumaNetzwerk DGU<sup>®</sup> (DGU = German Society of Traumatology).

**Materials and methods.** Using an online survey, specific diagnostic and therapy strategies as well as available resources within the hospitals were asked. As part of a subgroup analysis, it should be determined whether there are differences in terms of infrastructural requirements and diagnostic

or therapeutic procedures within the levels of care represented in the TraumaNetzwerk DGU<sup>®</sup>.

**Results.** Massive transfusion protocols (MTP) exist in 75% of the hospitals. Activation is usually carried out by the trauma leader (62%). In 63% the activation is initiated due to a request from the prehospital EMS staff. A positive FAST (80%) and a pulse pressure < 45 mm Hg (60%) are regarded as transfusion triggers. In 50% of the hospital there is no rigid transfusion ratio of blood components. Level I hospitals received requested blood products earlier than level II and level III hospitals ( $p < 0.025$ ).

**Discussion.** Massive hemorrhage is a rare event that can be associated with a high mortality rate. MTP form the basis for early therapy for trauma-induced coagulopathy and help improve the patient's chances of survival. There is a clear difference in the diagnostic and therapeutic options at the individual levels of care. Level I trauma centers mostly have the most extensive options, followed by level II and level III trauma centers.

### Keywords

Hemorrhage · Blood transfusion · Blood coagulation disorders · Trauma centers · Questionnaires

Bestandteil verschiedener Leitlinien und speziell für den Bereich der Anästhesiologie auf europäischer Ebene bereits seit 2010 gefordert und in den Leitlinien zum perioperativen Management von Blutungen und Massivblutungen nach Trauma konkretisiert [6, 14, 15].

### Point-of-Care-Diagnostik

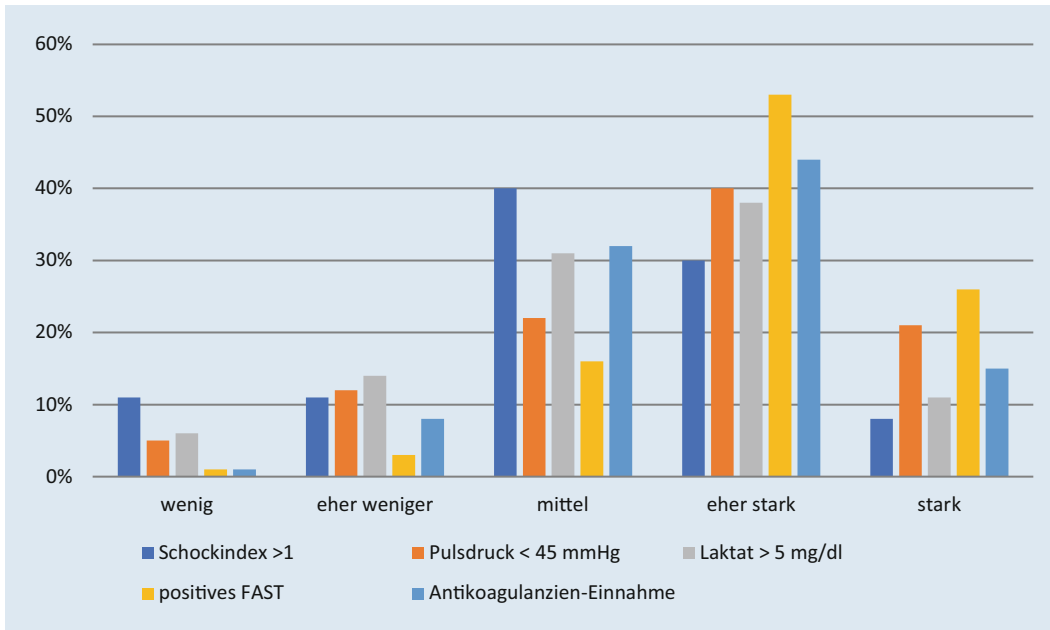
Die traumainduzierte Koagulopathie (TIK) ist ein multifaktorielles Gesche-

hen, welches unmittelbar nach dem Eintritt des Traumas induziert wird und bereits sehr früh zu klinisch relevanten Gerinnungsstörungen führt [16]. Aufgrund der hohen Outcome-Relevanz empfiehlt die Leitlinie bereits im Schockraum eine Gerinnungsdiagnostik zu beginnen (GoR A; [6]).

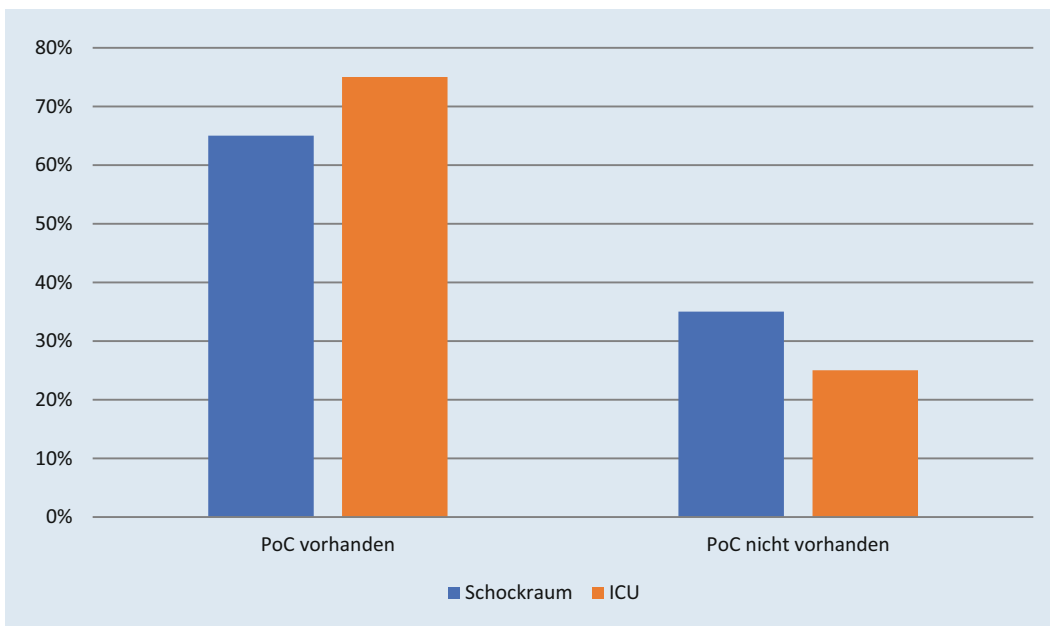
Neben der Basislabordiagnostik wird die Durchführung viskoelastischer Tests im Rahmen einer Point-of-Care(PoC)-Diagnostik im Schockraum empfohlen

(GoR GPP, GoR 1B), da diese Verfahren zu einer Zeitersparnis in der Diagnostik beitragen und als valide Marker für das Vorliegen einer traumainduzierten Koagulopathie (TIK) bzw. prädiktiv für die Notwendigkeit einer Massivtransfusion verwendet werden können [15, 17, 18].

Die Blutgasanalyse liefert als weiteres PoC-Verfahren schnell eine große Anzahl von Parametern, welche nicht nur zur Einschätzung der Schwere der Minderperfusion im Schock, sondern



**Abb. 1** ◀ Darstellung der individuell gewichteten klinischen Parameter im Rahmen der Transfusionsentscheidung



**Abb. 2** ◀ Angabe zur Verfügbarkeit von PoC-Diagnostik im Schockraum und auf der Intensivstation (ICU) über alle Versorgungsstufen hinweg

auch prognostisch (initial erniedrigter Hb/Hkt-Wert) sowie diagnostisch (Azidose, Hypokalzämie) für eine individuelle Therapieentscheidung Verwendung finden.

In unserer Umfrage berichteten nur 67% der Teilnehmer, dass Sie direkt im Schockraum über eine PoC-Möglichkeit verfügen, wenn nicht waren auf den Intensivstationen entsprechende Geräte verfügbar.

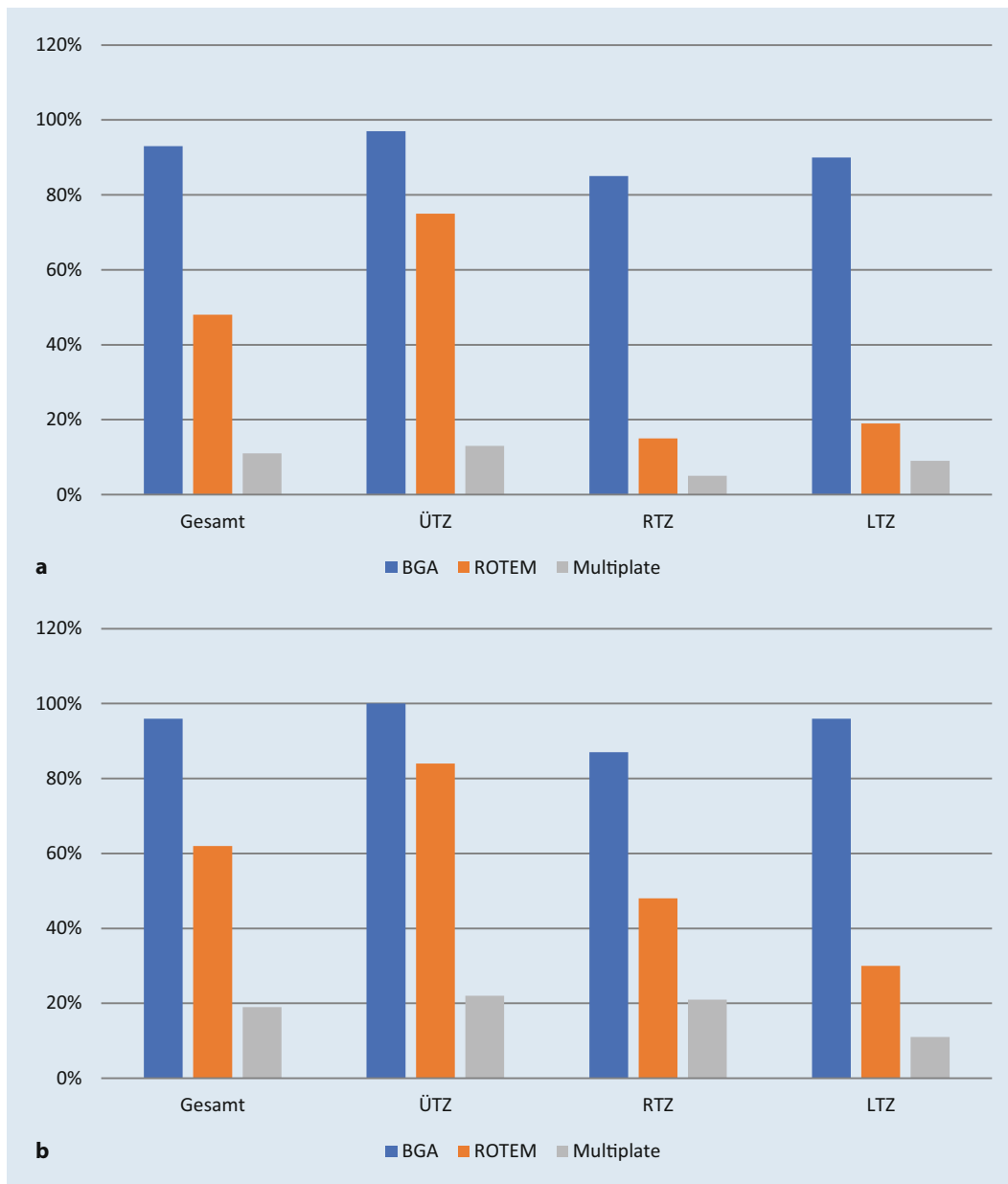
Im Sinne der Leitlinienempfehlungen ist es jedoch wünschenswert, wenn mindestens Blutgasanalysen in allen Kliniken

im Schockraum möglich wären, um unnötige Zeitverluste durch den Proben-transport und die Befundübermittlung zu vermeiden.

### Gerinnungsprodukte

Im Rahmen eines schweren Traumas erfolgt eine starke Aktivierung der Gerinnungskaskade mit einem konsekutiven Verbrauch an Gerinnungsfaktoren. Weiter verstärkt werden kann dieser Zustand durch eine Dilution der Gerinnungsfaktoren zum Beispiel durch eine liberale In-

fusionstherapie mittels rein volumener-setzender, meist kristalloider Infusionslösungen. Speziell der Fibrinogenspiegel kann bereits in der Frühphase nach dem Trauma drastisch abfallen, weshalb bereits Untersuchungen zur prähospitalen Fibrinogengabe durchgeführt worden sind [19]. Neben dem Verbrauch der Gerinnungsfaktoren kann eine gezielte Zufuhr auch zur Antagonisierung der Wirkung von oralen Antikoagulanzen, z. B. bei Vitamin-K-Antagonisten, eingesetzt werden.



**Abb. 3** ◀ a,b Differenzierung der verfügbaren PoC-Geräte nach Versorgungsstufe des Krankenhauses und Gerätetyp im Schockraum (a) und auf den Intensivstationen (b). BGA Blutgasanalyse, ROTEM Rotationsthrombelastometrie, Multiplate® In-vitro-Bestimmung der Thrombozytenfunktion bei Einnahme von Thrombozytenaggregationshemmern

Die Therapie mit Gerinnungsfaktoren sollte mittels geeigneter Testverfahren wiederholt überwacht werden (GPP).

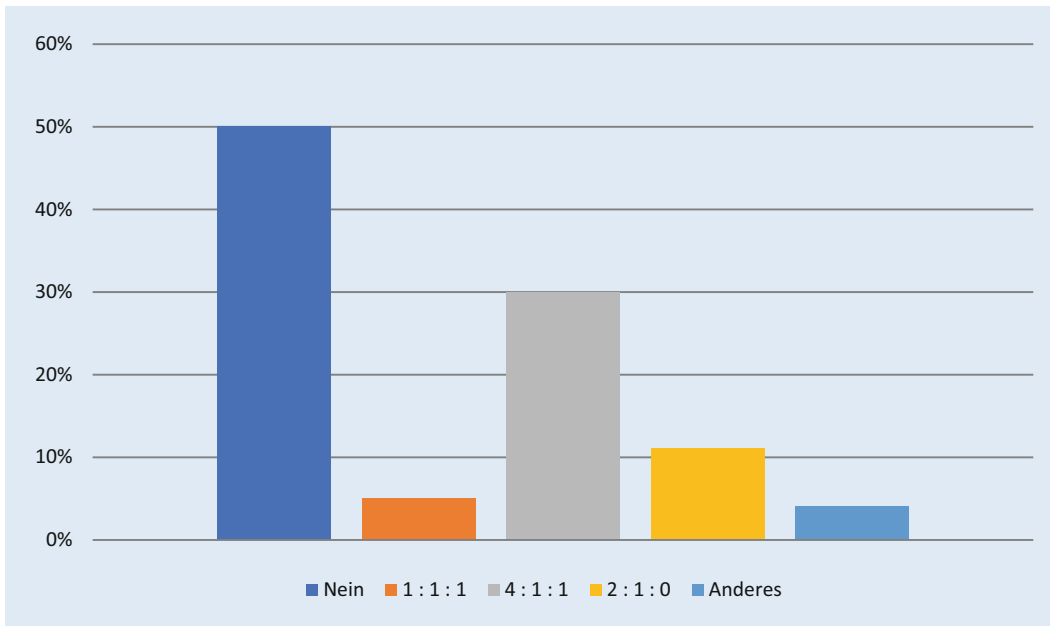
Rund 80 % der Teilnehmer gaben an, dass unter anderem Fibrinogen und PPSB zur Behandlung unmittelbar verfügbar sind. Um stets eine differenzierte Gerinnungstherapie durchführen zu können, wäre hier eine „Aufrüstung“ wünschenswert. Als weitere Quelle von Gerinnungsfaktoren stehen Plasmaprodukte (FFP, lyophilisiertes Plasma) zur Verfügung. Gemäß der in 2020 novellierten Querschnittsleitlinie der Bundesärztekammer ist die Therapie der Gerinnungsstörung

im Rahmen des massiven Blutverlusts u. a. eine Indikation zur FFP-Gabe [20]. Daher besteht gegenwärtig die Empfehlung, dass bei starken Blutungen frühzeitig die Applikation von FFP initiiert werden soll (GoR B; [6, 15]).

### Massivtransfusionsprotokoll

In einem Massivtransfusionsprotokoll (MTP) werden – an die lokalen Verhältnisse adaptiert – diagnostische und therapeutische Maßnahmen zusammengefasst. Sie bilden die Grundlage für organisatorische Vorbereitungen und

können einen positiven Effekt auf das Outcome schwer verletzter, blutender Patienten haben [21]. Eine zu frühe Aktivierung des MTP stellt andererseits eine inadäquate Therapie dar, welche einen gegenteiligen Effekt auf das Outcome haben kann [22]. Die Implementierung solcher Protokolle wird sowohl von den deutschen als auch von den europäischen Fachgesellschaften nachdrücklich befürwortet (GoR B, LoE 1B; [6, 15]), MTP beschleunigen nachweislich die Zeit bis zur ersten Transfusion und helfen dabei, unnötige Bereitstellungen von Blutkomponenten zu reduzieren.



**Abb. 4** ◀ Angabe zur Verwendung vorgegebener Transfusions schemata (EK:FFP:TK)

Die Häufigkeit der Aktivierung des MTP variiert in den uns vorliegenden Daten erheblich, ist bezogen auf das Gesamtaufkommen an Schwerverletzten mit einem ISS >16 (2019: 15.651) jedoch gering [23]. So wurden von allen Teilnehmern insgesamt 272 Aktivierungen eines MTP angegeben, wobei jedoch nur in etwa 75 % der Kliniken der von uns befragten Personen ein solches MTP überhaupt etabliert ist.

Die Definition der „Massivtransfusion“ ist in der Literatur uneinheitlich. Dies spiegelt sich auch in den Antworten unserer Umfrage wider. Den größten Konsens gab es bei den Definitionen 10 EK/24 h (42 %), 3 EK/h (16 %), 3 Blutprodukte/h (16 %) und 10 Blutprodukte/24 h (15 %).

Als Aktivierungsgründe wurde in der Mehrzahl der Fälle die „Anforderung aus der Präklinik“ (63 %) genannt, was die Bedeutung dieser Schnittstelle im Rahmen der Schwerverletztenversorgung verdeutlicht.

Zur reproduzierbaren Entscheidungsfindung stehen verschiedene Prädiktions scores zur Verfügung [24]. In den Ausführungen zum MTP in der S3-Leitlinie wird explizit der TASH-Score genannt [6, 25]. Dies mag eine Erklärung dafür sein, weshalb dieser Score mit 28 % der Nennungen am häufigsten verwendet wird. Weiterhin wurden der ABC-Score und der Larsen-Score mit 21 %

und 7 % als oft verwendete Alternativen angegeben.

Insgesamt wird jedoch deutlich, dass diese Scores aktuell gegenüber der „Anforderung aus der Präklinik“ sowie individuellen Entscheidungen der verantwortlichen Behandler in den Hintergrund treten. Tatsächlich weist jedoch gerade die klinisch schnell zu erhebende Kombination aus Schockindex und Pulsdruck eine vergleichsweise hohe Sensitivität zur Prädiktion einer Massivtransfusion auf [26].

### Vorhandene Blutprodukte

Voraussetzung für eine frühzeitige aggressive Therapie des hämorrhagischen Schocks und die häufig assoziierte TIK ist neben der schnellen Diagnosestellung auch das Vorhandensein der benötigten Blutprodukte und Gerinnungsfaktoren.

In den europäischen und deutschen Leitlinien wird im Rahmen der Massivtransfusion ein möglichst physiologisches Verhältnis der Blutkomponenten (EK: FFP: TK = 1 : 1 : 1 bzw. 4 : 4 : 1 bei Verwendung von gepoolten TK) empfohlen [7].

Durch diese Strategie wird versucht, aus den einzelnen Komponenten die physiologische Zusammensetzung von Blut wiederherzustellen. Aufgrund der im Rahmen der Prozessierung notwendigen Additivilösungen, ist dies jedoch

nicht möglich. Es wird bei diesem Vorgehen stets eine Hämodilution im Vergleich zum ursprünglichen Vollblut entstehen [27].

Ubiquitär vorhanden sind in Kliniken aller Versorgungsstufen Erythrozytenkonzentrate (EK). Ähnlich verhält es sich mit gefrorenem Frischplasma (FFP), das immerhin in etwa 92 % der Kliniken ständig verfügbar ist. Fibrinogen und andere Faktorenkonzentrate werden hingegen nur noch in ca. 80 % der Kliniken vorgehalten.

Thrombozytenkonzentrate sind lediglich in etwa 56 % der Kliniken sofort verfügbar, wobei hier zudem ein relevanter Unterschied in der Versorgungsstufe des Krankenhauses besteht. Bei diesen 56 % handelt es sich in etwa 65 % der Fälle um ÜTZ, in 25 % der Fälle um RTZ und in lediglich 10 % der Fälle um LTZ.

Benötigte Blutprodukte werden in 70 % binnen 60 min und in 30 % nach mehr als einer Stunde geliefert. Ob dies aufgrund infrastruktureller Gegebenheiten der Fall ist, lässt sich nicht feststellen. Ziel sollte jedoch sein, dass Blutprodukte stets binnen 60 min verfügbar sind.

### Vollblut

Seit der Entwicklung des Konzepts der „damage control resuscitation“ ist in den vergangenen 10–15 Jahren das wissenschaftliche Interesse an Vollblutproduk-

ten wieder gestiegen. Von Vorteil ist bei diesem Blutprodukt, dass sämtliche Blutbestandteile inklusive der Gerinnungsfaktoren und der Thrombozyten in physiologischer Zusammensetzung vorliegen und es sich somit um ein nahezu optimales Substitutionsprodukt bei akuter Hämorrhagie handelt [28].

Die Wirksamkeit des Einsatzes solcher Produkte wurde zwischenzeitlich auch im zivilen Sektor erfolgreich untersucht [29, 30].

Favorisiert wird das sog. „Low-titer-Blutgruppe-O-Vollblut“ („Low titer O whole blood“ [LTOWB]). Es handelt sich dabei um Vollblut der Blutgruppe O, welches sich zudem durch niedrige Titer an Anti-A- und Anti-B-Antigenen auszeichnet. Ein weiterer Vorteil ist, dass die enthaltenen Thrombozyten über die gesamte Haltbarkeit des Produkts von ca. 30 Tagen bei 5–8 °C stabil bleiben und dass die biologische Aktivität sowohl der Thrombozyten als auch der Gerinnungsfaktoren erst nach mehr als 14 Tagen im Vergleich zu frischem Vollblut deutlich abnimmt [31].

Da LTOWB ebenso wie die Transfusion von frischem Vollblut („Warmblutspende“) in Deutschland nicht zugelassen ist, überrascht es nicht, dass bei unserer Umfrage lediglich 22 % der Teilnehmer, die diese Frage beantwortet haben ( $n = 17$ ), noch über Kenntnisse bzw. Erfahrungen mit Vollblutpräparaten verfügen. Inwieweit zumindest für Krisen- und Katastrophenfälle diese hoch wirksame Therapieoption erlaubt werden kann, sollte aus Sicht der Autoren Gegenstand zukünftiger Diskussionen sein.

## Limitierungen

Die Rücklaufquote der Umfrage unter den Mitgliedern der DGOU und den Klinikadministratoren des TraumaRegisters DGU® war mit 1,9 % im Vergleich zu anderen Umfragen mit Rücklaufquoten von 4 % gering. Es ist daher nicht von einer repräsentativen Stichprobe auszugehen. Die Autoren sind unabhängig davon der Ansicht, dass die vorliegenden Daten grundsätzlich die diskutierten Rückschlüsse auf die allgemeine Versorgungssituation für Traumapatienten mit manifester Hämorrhagie zulassen und

die Optimierungsmöglichkeiten insbesondere in der Vorbereitung offensichtlich werden.

## Zusammenfassung

Der massive Blutverlust ist im Rahmen der Versorgung von Traumapatienten ein seltenes Ereignis, welches nach wie vor mit einer hohen Letalität vergesellschaftet sein kann.

Über alle Versorgungsstufen hinweg sind in mehr als 75 % der Kliniken MTP etabliert. Diese bilden die Grundlage für eine frühe, zielgerichtete Therapie der TIK im Rahmen eines großen Blutverlusts und tragen zur Verbesserung der Überlebenschancen der Patienten bei.

Durch die regelmäßigen Zertifizierungen der Kliniken des TraumaNetzwerks DGU® kann sichergestellt werden, dass alle Kliniken eine solide Basis an diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten zur Verfügung haben.

Trotzdem kann ein deutlicher Unterschied in den diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten in den einzelnen Versorgungsebenen festgestellt werden, sodass ÜTZ mehrheitlich über die umfangreichsten Optionen verfügen, gefolgt von den RTZ.

Weiterhin kann postuliert werden, dass die Lieferdauer von extern anzufordernden Blutprodukten umgekehrt proportional zur Ebene des Traumazentrums ist, was bei LTZ in Lieferzeiten > 60 min resultieren kann.

Auffällig ist, dass speziell Thrombozytenkonzentrate auch in ÜTZ nicht ad hoc verfügbar sind, was durch ihre aufwendige Lagerung und die kurze Haltbarkeit erklärt werden kann.

Low-titer-Blutgruppe-O-Vollblut könnte hier aus Sicht der Autoren eine sinnvolle Ergänzung zur gezielten, initialen Therapie im Portfolio der verfügbaren Blutprodukte sein, da es bis zur Verbreitung der Blutkomponententherapie etabliertes Therapeutikum für den hämorrhagischen Schock war, mit 35 Tagen eine lange Lagerungsdauer besitzt und alle Komponenten – inklusive der Thrombozyten – in physiologischer Zusammensetzung beinhaltet.

## Korrespondenzadresse

### Dr. med. C. Jänig

Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin,  
Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz  
Rübenacher Straße 170, 56072 Koblenz,  
Deutschland  
Christoph.jaenig@gmail.com

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C. Jänig, W. Schmidbauer, A.G. Willms, M. Maegele, G. Matthes, T. Grübl, C. Jaekel, E. Kollig, D. Bieler geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

1. Eastridge BJ, Holcomb JB, Shackelford S (2019) Outcomes of traumatic hemorrhagic shock and the epidemiology of preventable death from injury. *Transfusion* 59(S2):1423–1428
2. Kalkwarf KJ, Drake SA, Yang Y, Thetford C, Myers L, Brock M, Wolf DA, Persse D, Wade CE, Holcomb JB (2020) Bleeding to death in a big city: An analysis of all trauma deaths from hemorrhage in a metropolitan area during 1 year. *J Trauma Acute Care Surg* 89(4):716–722
3. Maegele M, Schöchl H, Cohen MJ (2014) An update on the coagulopathy of trauma. *Shock* 41(Suppl 1):21–25
4. MacLeod JB, Lynn M, McKenney MG, Cohn SM, Murtha M (2003) Early coagulopathy predicts mortality in trauma. *J Trauma* 55(1):39–44

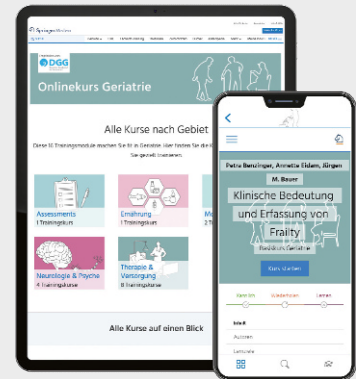
5. Van PY, Holcomb JB, Schreiber MA (2017) Novel concepts for damage control resuscitation in trauma. *Curr Opin Crit Care* 23(6):498–502
6. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2016) S 3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. AWMF online, S446
7. Chang R, Kerby JD, Kalkwarf KJ, Van Belle G, Fox EE, Cotton BA, Cohen MJ, Schreiber MA, Brasel K, Bulger EM et al (2019) Earlier time to hemostasis is associated with decreased mortality and rate of complications: results from the Pragmatic Randomized Optimal Platelet and Plasma Ratio trial. *J Trauma Acute Care Surg* 87(2):342–349
8. Peiniger S, Maegele M (2012) Trauma-associated bleeding in the severely injured. Relevance, risk stratification and current therapy approaches. *Unfallchirurg* 115(2):173–183
9. WHO (2021) Cause-specific mortality and morbidity. [http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS09\\_Table2.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS09_Table2.pdf). Zugegriffen: 19. Juni 2021
10. Oyeniyi BT, Fox EE, Scerbo M, Tomasek JS, Wade CE, Holcomb JB (2017) Trends in 1029 trauma deaths at a level 1 trauma center: impact of a bleeding control bundle of care. *Injury* 48(1):5–12
11. Bieler D, Paffrath T, Schmidt A, Völlmecke M, Lefering R, Kulla M, Kollig E, Franke A (2020) Why do some trauma patients die while others survive? A matched-pair analysis based on data from Trauma Register DGU. *Chin J Traumatol* 23(4):224–232
12. Godier A, Bacus M, Kipnis E, Tavernier B, Guidat A, Rauch A, Drumez E, Susen S, Garrigue-Huet D (2016) Compliance with evidence-based clinical management guidelines in bleeding trauma patients. *Br J Anaesth* 117(5):592–600
13. Innerhofer P, Fries D, Mittermayr M, Innerhofer N, von Langen D, Hell T, Gruber G, Schmid S, Friesenecker B, Lorenz IH et al (2017) Reversal of trauma-induced coagulopathy using first-line coagulation factor concentrates or fresh frozen plasma (RETIC): a single-centre, parallel-group, open-label, randomised trial. *Lancet Haematol* 4(6):e258–e271
14. Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P, Santullano CA, De Robertis E, Filipescu DC, Fries D, Görlinger K, Haas T, Imberger G et al (2013) Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 30(6):270–382
15. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, Duranteau J, Filipescu D, Hunt BJ, Komadina R, Maegele M, Nardi G, Riddez L et al (2019) The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Crit Care* 23(1):98
16. Moore EE, Moore HB, Kornblith LZ, Neal MD, Hoffman M, Mutch NJ, Schöchl H, Hunt BJ, Sauaia A (2021) Trauma-induced coagulopathy. *Nat Rev Dis Primers* 7(1):30
17. Hagemo JS, Christiaans SC, Stanworth SJ, Brohi K, Johansson PI, Goslings JC, Naess PA, Gaarder C (2015) Detection of acute traumatic coagulopathy and massive transfusion requirements by means of rotational thromboelastometry: an international prospective validation study. *Crit Care* 19(1):97
18. Schöchl H, Cotton B, Inaba K, Nienaber U, Fischer H, Voelckel W, Solomon C (2011) FIBTEM provides early prediction of massive transfusion in trauma. *Crit Care* 15(6):R265
19. Ziegler B, Bachler M, Haberfellner H, Niederwanger C, Innerhofer P, Hell T, Kaufmann M, Maegele M, Martinowitz U, Nebl C et al (2021) Efficacy of prehospital administration of fibrinogen concentrate in trauma patients bleeding or presumed to bleed (FlinTIC): a multicentre, double-blind, placebo-controlled, randomised pilot study. *Eur J Anaesthesiol* 38(4):348–357
20. Bundesärztekammer (2020) Querschnitts-Leitlinie zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten (Gesamtnovelle 2020). [https://www.bundesaeztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Querschnitts-Leitlinien\\_BAEK\\_zur\\_Therapie\\_mit\\_Blutkomponenten\\_und\\_Plasmaderivaten\\_-\\_Gesamtnovelle\\_2020.pdf](https://www.bundesaeztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/MuE/Querschnitts-Leitlinien_BAEK_zur_Therapie_mit_Blutkomponenten_und_Plasmaderivaten_-_Gesamtnovelle_2020.pdf). Zugegriffen: 19. Juni 2021
21. Bawazeer M, Ahmed N, Izadi H, McFarlan A, Nathens A, Pavenski K (2015) Compliance with a massive transfusion protocol (MTP) impacts patient outcome. *Injury* 46(1):21–28
22. Inaba K, Branco BC, Rhee P, Blackburne LH, Holcomb JB, Teixeira PG, Shulman I, Nelson J, Demetriades D (2010) Impact of plasma transfusion in trauma patients who do not require massive transfusion. *J Am Coll Surg* 210(6):957–965
23. Sektion Intensiv- & Notfallmedizin Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), AUC – Akademie der Unfallchirurgie GmbH (2020) TraumaRegister DGU Jahresbericht 2020
24. Brockamp T, Nienaber U, Mutschler M, Wafaisade A, Peiniger S, Lefering R, Bouillon B, Maegele M (2012) Predicting on-going hemorrhage and transfusion requirement after severe trauma: a validation of six scoring systems and algorithms on the TraumaRegister DGU. *Crit Care* 16(4):R129
25. Yücel N, Lefering R, Maegele M, Vorweg M, Tjardes T, Ruchholtz S, Neugebauer EA, Wappler F, Bouillon B, Rixen D (2006) Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score: probability of mass transfusion as surrogate for life threatening hemorrhage after multiple trauma. *J Trauma* 60(6):1228–1236 (discussion 1236–1227)
26. Zhu CS, Cobb D, Jonas RB, Pokorny D, Rani M, Cotner-Pouncy T, Oliver J, Cap A, Cestero R, Nicholson SE et al (2019) Shock index and pulse pressure as triggers for massive transfusion. *J Trauma Acute Care Surg* 87(15 Suppl 1):S159–S164
27. Ponschab M, Schöchl H, Gabriel C, Süßner S, Cadamuro J, Haschke-Becher E, Gratz J, Zipperle J, Redl H, Schlimp CJ (2015) Haemostatic profile of reconstituted blood in a proposed 1:1:1 ratio of packed red blood cells, platelet concentrate and four different plasma preparations. *Anaesthesia* 70(5):528–536
28. Vanderspurt CK, Spinella PC, Cap AP, Hill R, Matthews SA, Corley JB, Gurney JM (2020) The use of whole blood in US military operations in Iraq, Syria, and Afghanistan since the introduction of low-titer Type O whole blood: feasibility, acceptability, challenges. *Transfusion* 59(3):965–970
29. Pivalizza EG, Stephens CT, Sridhar S, Gumbert SD, Rossmann S, Bertholf MF, Bai Y, Cotton BA (2018) Whole blood for resuscitation in adult civilian trauma in 2017: a narrative review. *Anesth Analg* 127(1):157–162
30. Zhu CS, Pokorny DM, Eastridge BJ, Nicholson SE, Epley E, Forcum J, Long T, Miramontes D, Schaefer R, Shiels M et al (2019) Give the trauma patient what they bleed, when and where they need it: establishing a comprehensive regional system of resuscitation based on patient need utilizing cold-stored, low-titer O+ whole blood. *Transfusion* 59(5):1429–1438
31. Wittenberg-Rump G (2011) Stellenwert von allogennem Vollblut

## Schärfen Sie Ihren Blick für geriatrische Patienten

### 16-teilige Update-Reihe zur Diagnostik und Therapie

#### Das Training bietet:

- Die häufigsten Themenkomplexe in der Geriatrie
- Interaktive Kurse mit Fallbeispielen und 22 Erklärvideoe
- Verfasst von renommierten Geriaterinnen und Geriatern
- Lernen online und in der App *Facharzt Training*



>> Herausgegeben von Prof. Katrin Singler

>> Empfohlen von der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie e.V.



← QR-Code einscannen und anfallen lernen!

[SpringerMedizin.de/FacharztTraining](https://www.springermedizin.de/facharzttraining)