



Leitlinien¹ der TREMA e.V.

für

Taktische Verwundetenversorgung

(Tactical Combat Casualty Care)

Version 3.1 – Stand Juni 2025

Während des Ablaufs der taktischen Verwundetenversorgung werden gemäß TCCC 3 Phasen unterschieden:

- 1. Care Under Fire (CUF)**
- 2. Tactical Field Care (TFC)**
- 3. Tactical Evacuation Care (TEC)**

¹ Basierend auf den TCCC-Leitlinien des CoTCCC (Committee of Tactical Combat Casualty Care) und aktuellen europäischen notfallmedizinischen Empfehlungen. Dies sind Handlungsempfehlungen für den Anwender; im begründeten Einzelfall besteht ein Entscheidungsspielraum. Die Durchführung der Maßnahmen erfolgt in „eigener Verantwortung“ und in Abhängigkeit von den erlernten und beherrschten Fähigkeiten. Analog können diese Leitlinien beim TECC (Tactical Emergency Casualty Care), also in Gefahrensituationen außerhalb militärischer Einsätze, angewendet werden. Hier werden folgende Phasen äquivalent verwendet: CUF = Direct Threat Care, TFC = Indirect Threat Care und TEC = Evacuation Care.

Die Medizin ist, wie jede Wissenschaft, ständigen Entwicklungen und Änderungen unterworfen. Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann von den Autoren keine Gewähr für genannte Maßnahmen, Medikamente, Dosierungen und sonstigen Empfehlungen übernommen werden. Sämtliche Personenbezeichnungen betreffen jegliches Geschlecht. Aus Gründen der Lesbarkeit wird das generische Maskulinum verwendet. Die TREMA e.V. hat keinen Interessenskonflikt bezüglich genannter Produkte.

„Care Under Fire“

(Erstversorgung unter feindlichem Feuer, im Bereich direkter Gefahr, am Anschlagort ...)

- Die taktische Lage bestimmt das Vorgehen, sowie die weiteren medizinischen Maßnahmen.
- Feuer erwidern und in Deckung gehen. Die Feuerkraft jedes Einzelnen kann entscheidend sein. „Die beste Medizin auf dem Gefechtsfeld ist die Feuerüberlegenheit.“
- Den Verwundeten auffordern, sich weiter am Gefecht zu beteiligen.
- Den Verwundeten anweisen, in Deckung zu gehen und Selbsthilfe-Maßnahmen zu treffen, sofern er dazu in der Lage ist. Bei Bedarf medizinisches Material zuwerfen.
- Nach Möglichkeit verhindern, dass der Verwundete weitere Verletzungen erleidet bzw. der Ersthelfer selbst verwundet wird.
- Verwundete so schnell wie möglich - aber unter Beachtung des Eigenschutzes – aus brennenden Fahrzeugen oder Gebäuden bzw. dem Gefahrenbereich retten. Personenbrände löschen.
- Mit dem Atemwegsmanagement sollte bis zur Phase TFC (Erstversorgung außerhalb des feindlichen Feuers) gewartet werden².
- Die Immobilisation der Wirbelsäule oder Extremitäten hat in dieser Phase aufgrund der Gefährdung der Helfer keine Priorität, insbesondere nicht bei penetrierenden Verletzungen.

<C> Critical Bleeding/Massive Bleeding:

Lebensbedrohliche³ äußere Blutungen stoppen, **wenn** dies unter den gegebenen taktischen Umständen möglich ist:

- Den Verwundeten dazu anleiten, die Blutung durch Selbsthilfe unter Kontrolle zu bringen (mittels Tourniquet oder direktem Druck auf die Wunde).
- Bei Extremitätenblutungen ein **geeignetes**, nicht pneumatisches Tourniquet⁴ anwenden.
- Tourniquet **körperstammnah (Achsel/Leiste)** „**high & tight**“ am Oberarm/Oberschenkel⁵ über der Bekleidung anbringen, auf ein ausreichendes Festziehen („Pre-Tightening“/Vorspannung) achten, anschließend zudrehen, bis die Blutung steht und den Verwundeten in Deckung bringen⁶.

² Kann je nach Lage allenfalls mit einem Wendl-Tubus (Nasopharyngealtubus), der an einer standardisierten Stelle und gut erreichbar getragen wird, durchgeführt werden. Diese Maßnahme darf jedoch nicht zu einer unnötigen Verlängerung der Gefährdung von Verwundeten und Helfern führen. Auch die stabile Seitenlage kann in dieser Phase bei fortlaufendem Feuergefecht die Atemwege des Verwundeten offenhalten.

³ Lebensbedrohliche Blutungen: pulsierende Blutung, große Blutmenge neben dem Patienten, blutdurchtränkte Bekleidung, durchgeschlagene Verbände, traumatische Amputationen.

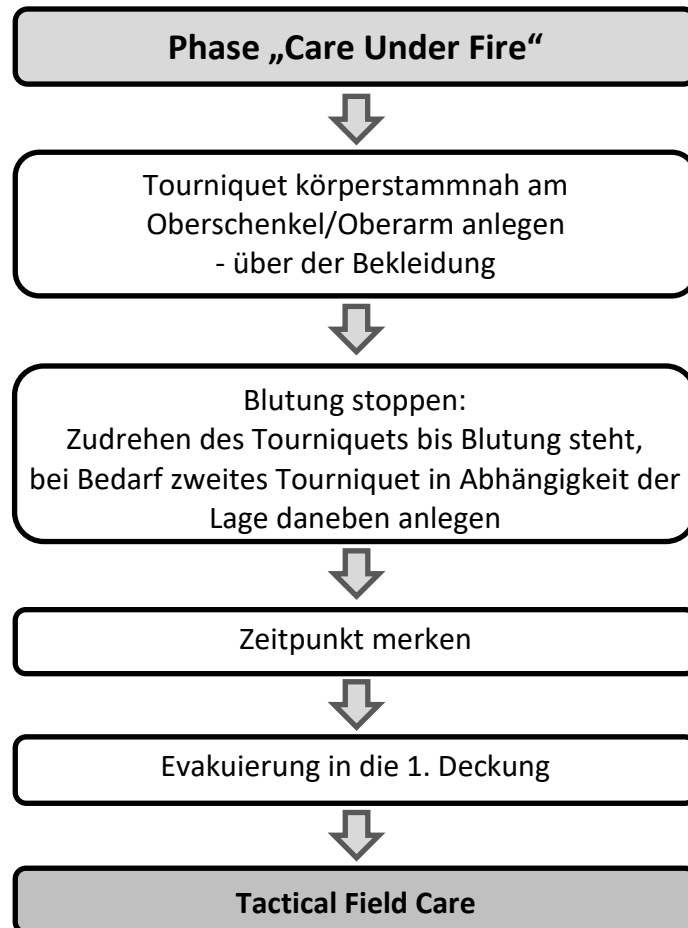
⁴ Vom CoTCCC empfohlene Tourniquets sind aktuell: CAT Gen 6, CAT Gen 7, RMT, SAM-XT, SOFTT-W, TMT, TX2, TX3. <https://books.allogy.com/web/tenant/8/books/f94aad5b-78f3-42be-b3de-8e8d63343866/#idc1cef7e7-3d23-4a99-ba8c-b5c7827a47e7>

⁵ In der Phase CUF bzw. als temporäre Maßnahme: Schnell anzulegen, geringerer Kraftaufwand als an Unterschenkel / Unterarm nötig, stoppt sicher (auch mehrere) distale Blutungen. Eine zu hohe Anlage in der Achsel oder Leiste, also zu körperstammnah, birgt zum einen das Risiko einer Verletzung von Gefäßen und Nerven (insbesondere am Oberarm) und führt zum anderen zu einer initial „schrägen“ Anlage mit der Gefahr des Abrutschens des Tourniquets mit einer Lockerung. Daher: high & tight aber mit Bedacht nicht zu hoch!

⁶ Siehe Algorithmus Anlage Tourniquet. Beachte ausreichend festes Anziehen/Zudrehen, um eine venöse Stauung mit Blutungsverstärkung zu vermeiden.

- Die Anlage eines 2. Tourniquets direkt neben dem 1. Tourniquet (wenn möglich proximal) kann unter Umständen⁷ notwendig sein, um eine effektive Blutstillung zu erreichen.

Algorithmus: Anlage Tourniquet ⁸



Befestigen/Tragen des Tourniquets:

- Ohne Umverpackung
- Gut erreichbar⁹
- Gut sichtbar

⁷ Die Anlage des 2. Tourniquet ist zeitaufwändig und kann nur in Abhängigkeit der taktischen Lage geschehen, in der Regel hinter einer adäquaten Deckung!

⁸ In taktischen Lagen, Gefahrensituationen und/oder unter Zeitdruck ist das Anlegen von Tourniquets die schnellste und effektivste Maßnahme, um einen weiteren Blutverlust zu verhindern. Die präklinische Anwendung von Tourniquets bei „combat related injuries“ ist ein lebensrettendes Verfahren mit einer geringen Häufigkeit von Komplikationen.

⁹ Meist wird das Tourniquet an der 2nd Line angebracht (Dies ist die taktische Ausrüstung des Soldaten mit taktischer Weste, Plattenträger oder Chest Rigg). Wenn die taktische Ausrüstung nicht getragen wird, empfiehlt es sich auch in der 1st Line ein Tourniquet sowie einen Druckverband mitzuführen. Tourniquets, die lange UV-Strahlung ausgesetzt waren, neigen zur schnelleren Materialermüdung. Ein häufiges Auswechseln wird empfohlen. Das Klettband des Tourniquets kann bei Verschmutzung mit Staub und Sand nicht mehr richtig haften und somit ein sicherer Verschluss nicht mehr gewährleistet werden. Ein langer Überstand des Klettbandes muss sorgfältig verstaut werden, um ein akzidentelles Öffnen zu vermeiden.

- An einer Standard-Position
- Leicht und schnell von der Ausrüstung zu lösen¹⁰

¹⁰ Reißfeste Materialien zur Befestigung (Paracord, Kabelbinder ...) bergen das Risiko das Tourniquet nicht schnell lösen zu können.

„Tactical Field Care“

(Erstversorgung außerhalb der direkten Einwirkung des feindlichen Feuers/der Bedrohung oder des Gefahrenbereichs)

Bevor mit der weiteren Verwundetenversorgung begonnen wird, ist folgendes zu beachten:

- Mit einer erneuten Bedrohungslage¹¹ ist jederzeit zu rechnen
- Sicherheit am Versorgungsort (Sicherheitsbereich etablieren)¹²
- Kommunikation mit dem taktischen Führer vor Ort (Anzahl der Verwundeten, Zeitansatz der Versorgung, weiteres Vorgehen, zur Verfügung stehende Unterstützung etc.)
- Bei mehreren Verwundeten – Triage/Sichtung¹³ und Priorisierung der Behandlungsreihenfolge

Die Untersuchung folgt dem <C>ABCDE / MARCH Algorithmus¹⁴

- Alle Maßnahmen erfolgen abhängig von Bedrohungslage¹⁵ / Scene Safety und Verletzungsmechanismus (Mechanism of Injury (MOI))
- Vorgehen nach **SICK**:

S	= Scene Safety & Assessment	Sicherheit und Lagefeststellung
I	= Impression	erster Eindruck des Patienten
C	= Critical bleeding	kritische Blutung
K	= Kinematics / MOI	Unfallmechanismus / Kinematik
- **Bei entsprechendem Unfallmechanismus:** Beachte im weiteren Vorgehen - angepasst an die taktische Lage - Verletzungen der Wirbelsäule mit notwendiger HWS-Stabilisierung¹⁶ sowie Beckenverletzungen mit notwendiger Stabilisierung.
- Bewusstseinszustand feststellen (**AVPU**):

A	= Alert	W	= Wach
V	= Verbal	A	= Ansprache
P	= Pain	S	= Schmerzreiz
U	= Unresponsive	B	= Bewusstlos

¹¹ Da jederzeit mit einer Lageänderung mit neuen Bedrohungen, gerechnet werden muss, ist es essenziell mit dem Sanitätsmaterial vorausschauend zu arbeiten um sich jederzeit schnell verschieben zu können. Dazu darf sich nicht wie im zivilen Umfeld stationär eingerichtet werden, sondern es ist immer aus den Rucksäcken zu arbeiten, nur das aktuell Notwendige zu entnehmen und jegliches Material umgehend an seinen Platz zurückzulegen bzw. zu verstauen. Abfälle sollten unmittelbar verpackt werden, um diese nicht am Versorgungsort zurückzulassen.

¹² Siehe auch TREMA Zonenkonzept (https://trema-europe.de/wp-content/uploads/2024/02/Zonenkonzept-Gefahrenbereiche-TREMA_2024-01_TZ.pdf)

¹³ Zur Feststellung der Behandlungspriorität stehen verschiedene Sichtungsalgorithmen zur Verfügung (tacSTART, mSTART, FTS etc.)

¹⁴ Siehe auch TREMA e.V. Taschenkarte „Initial Assessment“ im Anhang – Alternativ zu dem <C>ABCDE Algorithmus wird teilweise auch das Akronym „MARCH“ für Massive Bleeding (=C), Airway (=A), Respiration (=B), Circulation (=C) und Head/Hypothermia (=D/E) verwendet.

¹⁵ Um während der Untersuchung des Verletzten nicht den Überblick über die Umgebung und Lage zu verlieren, ist es wichtig, zwischen den einzelnen Untersuchungsabschnitten eine sehr kurze Lagebeurteilung im Sinne der Scene Safety durchzuführen. „Umschauen & Durchatmen“ kann als Denkstütze verwendet werden.

¹⁶ HWS-Stabilisierung: Nur manuelle Inline-Stabilisierung (Kopf achsengerecht lagern) oder Verwendung einer Halsorthese, kein Längszug der HWS. Eine vollständige HWS-Immobilisierung ist nur bei Ruhigstellung der gesamten Wirbelsäule gegeben. Bei isolierten penetrierenden Verletzungen ist eine HWS-Immobilisierung nicht zwingend erforderlich. Durch eine Halsorthese kann der venöse Rückfluss aus dem Schädel reduziert werden, mit der Konsequenz eines relevanten Hirndruckanstiegs beim schweren Schädelhirntrauma. In diesem Fall sollte eine konsequente manuelle Stabilisierung, eine Vakuummatratze oder ein Spineboard mit Headblocks (Achtung: Dekubitus) einer Halsorthese vorgezogen werden. Zur HWS-Immobilisation siehe auch die Canadian-C-Spine Rule, die NEXUS Kriterien und die Immo-Ampel.

- Verwundete mit verändertem/auffälligem psychischem Zustand sind zu entwaffnen und die Kommunikationsmittel zu sichern.

<C> Critical Bleeding / M- Massive Bleeding (lebensbedrohliche Blutungen)

- Falls noch nicht in der Phase „Care Under Fire“ geschehen, erfolgt nun die primär temporäre Kontrolle stark blutender Extremitätenverletzungen durch Anlage eines Tourniquets.
- Nicht mittels Tourniquet beherrschbare massive äußere Blutungen werden initial durch direkte Kompression kontrolliert¹⁷.

¹⁷ Bei mehreren Behandelnden kann ein paralleles Versorgen der Blutung erfolgen: Direkten Druck auf die Wunde oder das verletzte Gefäß mit der Hand, idealerweise mit saugendem Material (z.B. Mullgazen oder improvisiert mittels Bekleidung), bis ein A- und/oder B-Problem ausgeschlossen bzw. behandelt wurde. Ein suffizientes Packing oder das Anlegen eines Junctional Tourniquet sind sehr zeitaufwändig und sollten bei noch nicht gelöstem A- oder B-Problem erst im Anschluss umgesetzt werden.

Bewertung des Atemwegs:

- Abhängig vom Bewusstseinszustand des Verwundeten den Mundraum inspizieren. Bei Flüssigkeiten (Blut, Erbrochenes) „stabile Seitenlage“ anwenden, ggf. Mundraum ausräumen¹⁸
- Atmung kontrollieren („sehen, hören, fühlen“)

Freimachen/-halten der Atemwege:

- Ansprechbare Verwundete mit schweren Gesichtsschädelverletzungen und drohender Verlegung der Atemwege:
Der Verwundete kann jede Haltung einnehmen, die seine Atemwege freihält, auch aufrecht sitzend. Auf eine Ablaufmöglichkeit für Blut nach außen ist zu achten bzw. den Verwundeten entsprechend anleiten.
- Bei Verlegung der Atemwege mit Blut oder Speichel sollte eine Absaugung genutzt werden.
- Eskalationsstufen zum Freimachen / -halten der Atemwege:
 - „Lean forward position“ – Aufrecht, nach vorne gelehntes Aufsetzen bei Mittelgesichtsblutung und handlungsfähigem Patienten
 - Stabile Seitenlage
 - Anheben des Kinns oder Esmarch-Handgriff („chin lift“ / „jaw thrust“)
 - Überstrecken des Kopfes („head tilt“)¹⁹
 - Nasopharyngeal-Tubus (Wendl-Tubus)²⁰
 - Supraglottische Atemwegsmittel (SGA)²¹
 - Ggf. endotracheale Intubation (ETI)
 - Invasiver Atemweg: Koniotomie
- Eine Kapnometrie/-graphie sollte bei der Anwendung von SGAs, ETI und Koniotomie zur Lagekontrolle und Beatmungssteuerung durchgeführt werden (Ziel etCO₂ 35 – 40 mmHg).²²

¹⁸ Auch beim wachen Verwundeten ist die Kontrolle des Mundraumes wichtig, um mögliche Fremdkörper (Essen, Kaugummi, Snus, Zähne etc.) zu entfernen. Die Mundraumkontrolle sollte immer vor Abnahme des Helms erfolgen, um eine Aspiration bei der Helmabnahme zu vermeiden.

¹⁹ Nicht bei Verdacht auf HWS-Verletzung (Verletzungsmechanismus beachten).

²⁰ Auf eine ausreichende Länge des Wendeltubus achten (Abmessung: Nasenspitze – Ohr läppchen). Oropharyngeal-Tuben (Guedel-Tubus) sind nur bei tief Bewusstlosen suffizient nutzbar. Stattdessen sollte eine definitive Art der Atemwegssicherung erfolgen (z. B. ETI, Koniotomie, SGA).

²¹ Es sollen die SGA verwendet werden, mit denen der Anwender vertraut ist und die zur Verfügung stehen. Zu empfehlen sind SGA mit einer Möglichkeit den Magen abzusaugen (gastraler Schenkel). Beim Larynx-tubus ist eine Einflusstauung mit Schwellung der Zunge möglich. Larynxmasken können umschlagen, dichten jedoch meist am besten ab.

²² Eine leitliniengerechte Versorgung nach zivilen Standards erfordert eine Kapnometrie/-graphie. Dem Fehlen einer kontinuierlichen endtidalen CO₂ Messung muss in Ausnahmesituationen durch Einführen des Tubus unter Sicht, Auskultation, Beschlagen des Tubus, kalorimetrische Einmalkapnometer und einer engmaschigen Patientenüberwachung (Pulsoxymetrie, Kreislauf, Schleimhautkolorit ...) begegnet werden.

Anwendung von supraglottischen Atemwegsmitteln:

- Die SGA-Anlage ist NUR bei Bewusstlosen (unresponsive) suffizient möglich.
- Bei Mittelgesichtstrauma mit starker Blutung oder Deformierungen können Nasopharyngealtuben und SGAs insuffizient sein und bieten keinen Aspirationsschutz (= sicheren Atemweg durch blockbare Cuffs). Hier ist die stabile Seitenlage oder ein definitiver Atemweg (Intubation oder Koniotomie) notwendig.
- Wenn der Verwundete gegen die SGA arbeitet (schlucken, würgen, husten) muss auf eine andere Methode der Atemwegssicherung bzw. Atemwegsfreihaltung gewechselt werden (entweder deeskalierend auf die stabile Seitenlage/den Wendltubus oder eskalierend auf die **Narkose**, suffiziente Analgosedierung mit SGA, ETI oder den chirurgischen Atemweg).

Koniotomie:

- Indikationen²³:
 - Vital bedrohliche glottische/supraglottische Verlegung (z.B. Gesichtsschädelverletzung, Schwellung der Atemwege bei z. B. Inhalationstrauma, Anaphylaxie oder stumpfem Trauma, Bewusstlosigkeit) **UND**
 - Erfolglose Durchführung, Anlage oder Fehlen von alternativen Atemwegssicherungsmitteln (Lean Forward Position, Stabile Seitenlage, Wendltubus, Maskenbeatmung, SGA, ETI etc.)
 - = Cannot intubate – cannot oxygenate Situation!
- Algorithmus Chirurgischer Atemweg/Koniotomie:
 - Material vorbereiten (chirurgisch²⁴)
 - Lagerung: Kopf überstrecken und Schultern unterpolstern (CAVE bei V.a. HWS-Verletzung)
 - Ggf. Lokalanästhesie oder Analgosedierung
 - Mit der linken²⁵ Hand den Kehlkopf/Schildknorpel von kranial (kopfwärts) fixieren (laryngeal handshake)
 - Ca. 4 cm **Haut - Längsschnitt**²⁶ mittig über dem Kehlkopf und dem Lig. conicum
 - Stumpfe Präparation auf das Lig. conicum

²³ Die Koniotomie ist eine „ultima ratio“-Maßnahme und darf nur bei zwingenden Indikationen durchgeführt werden. Eine entsprechende Ausbildung zur Durchführung einer Koniotomie ist obligatorisch und kann hier nur grob wiedergegeben werden.

²⁴ Es empfiehlt sich marktverfügbare Komplettsätze zu verwenden. Alternativ kann das Material auch selbst zusammengestellt werden: Skalpell (Größe 11), Trachealkanülen oder 6,0 Spiraltubus (alternativ können auch Murphy-Tuben verwendet werden. Vorteil: Sie können zur Reduktion des Atemwegwiderstandes und Vermeidung einer Dislokation gekürzt werden, sind jedoch weniger stabil als Spiraltuben und können abknicken), 10ml Blockerspritze, Kompressen, Fixierungsmittel (Tape, Mullbinde), Handschuhe, ggf. Werkzeug zum Spreizen (Schere, Klemme, Nasenspekulum) oder Trachealhaken („Cric-Hook“). Zur Insertion können Einführungskatheter („Bougie“) zu Hilfe genommen werden, durch den Führungsstab sind Verletzungen der Trachearückwand möglich. Die Anwendung von Punktions-Koniotomiesets hat sich in Studien nicht bewährt und ist mit einer hohen Komplikationsrate sowie einem Zeitverlust gegenüber der chirurgischen Koniotomie vergesellschaftet. Falls diese angewendet werden, muss zwingend auf blockbare Kanülen geachtet werden.

²⁵ Bei Linkshändern ist jeweils die andere Hand zu verwenden bzw. kann je nach Möglichkeit die Arbeit an dem Verwundeten variieren.

²⁶ Die TREMA e.V. empfiehlt einen Längsschnitt aufgrund der deutlich besseren und sichereren Handhabung, der geringeren Gefahr der Gefäßdurchtrennung (bei zu distaler Inzision besteht dennoch die Gefahr der Verletzung des Schilddrüsenisthmus mit folgender Blutung und Sichtverlust) und einer deutlich besseren anatomischen Orientierung insbesondere bei Verschiebung der Haut.

- o **Querschnitt** durch das Lig. conicum²⁷
- o Spreizen des Loches (= Lig. conicum) zwischen Schild- und Ringknorpel mit einem Spekulum, mit einer Schere, mit dem Finger oder einem „Cric Hook“. Alternativ oder ergänzend kann ein Intubationsbougie als Einführhilfe in Seldinger-Technik genutzt werden.
- o Einführen eines Tubus 6,0 bis der Cuff sicher in der Trachea platziert ist – nicht tiefer (Gefahr der einseitigen, rechtsbronchialen Belüftung). Besser geeignet sind nun auf dem Markt verfügbare Cric-Kits mit vorgebogenen blockbaren Trachealkanülen und konusförmigen Introducern mit weicher Spitze.
- o Lageüberprüfung durch Auskultation und wenn verfügbar Kapnometrie/-graphie.
- o Fixierung und Zugentlastung mittels Gänsegurgel

Endotracheale Intubation (ETI):

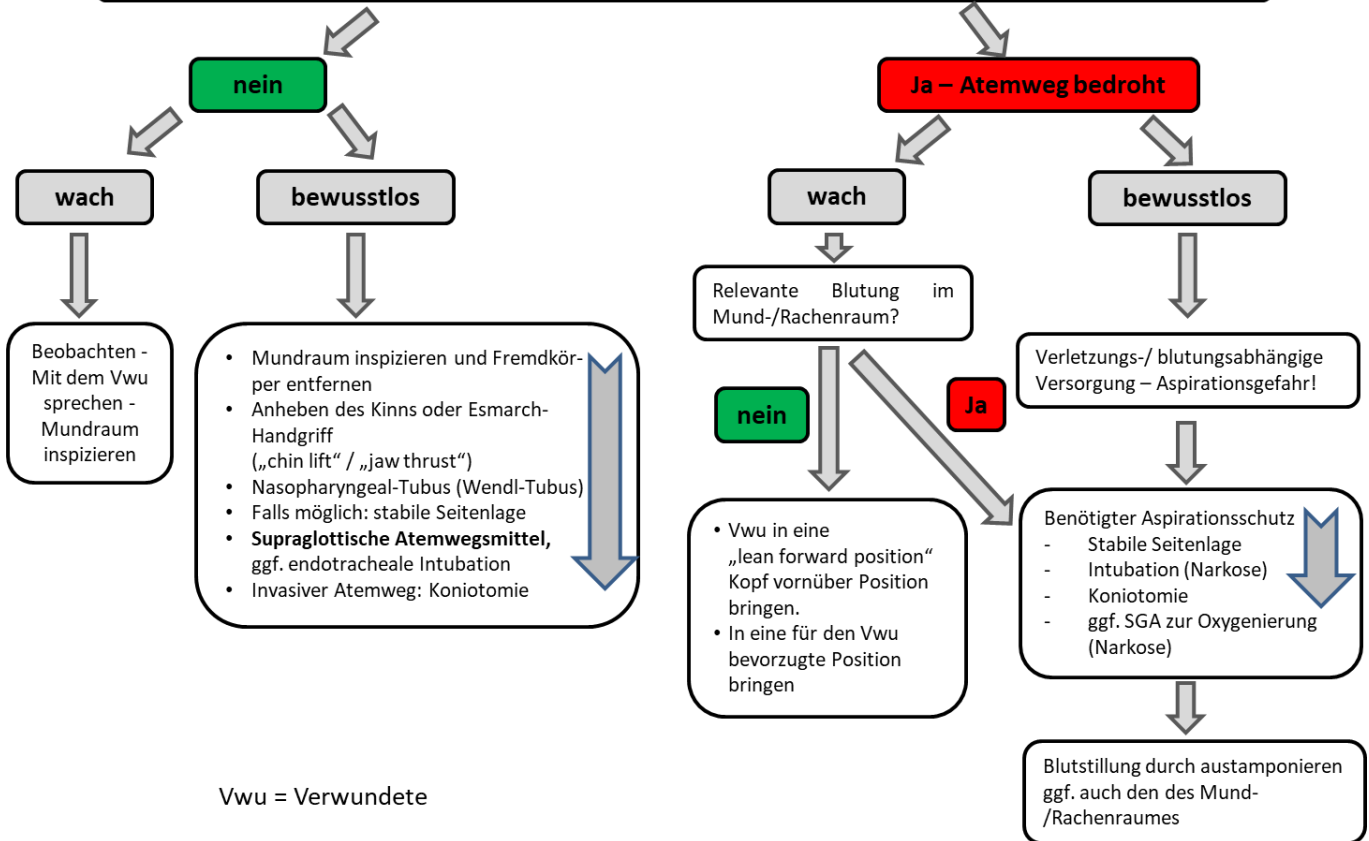
In der Phase „tactical field care“ ist die ETI taktisch selten sinnvoll und muss kritisch hinterfragt und eingesetzt werden.²⁸

²⁷ Nach dem Schnitt durch das Ligament muss ein Kulissenphänomen durch sich wieder überlagernde Gewebeschichten vermieden werden. Deshalb sollte ein endotracheal liegendes Instrument nur im direkten Austausch gegen ein anderes Instrument entfernt werden. Auch kann der Zeigefinger der den Kehlkopf fixierenden Hand verwendet werden oder der entstandene Zugang durch Hochziehen des Ringknorpels mit einem „Cric Hook“ offengehalten werden.

²⁸ Die ETI ist übungs-, zeit- & materialintensiver als die Etablierung von SGAs, benötigt eine tiefe Bewusstlosigkeit bzw. Narkose und eine anschließende Beatmung. Im Regelfall wird sie für die Phase TEC empfohlen, wenn entsprechendes Material zur Verfügung steht. Je nach Ausbildungsstand und Übung sowie vorgehaltenem Material kann jedoch eine ETI bereits in der Phase TFC sinnvoll sein. Dies ist vom jeweiligen Anwender gegen die Alternativen abzuwägen. Die Anwendung von Videolaryngoskopen mit macintosh-ähnlichen Spateln verbessert bei entsprechender Ausbildung die Erfolgchancen.

Atemwegsmanagement von Verwundeten

Mittelgesichtsverletzung / Atemwegstrauma



B Breathing / R - Respiration (Atmung/Brustkorb)

- Alle offenen Brustkorbverletzungen²⁹ sind mit luftdichten Verbandmitteln³⁰, wenn möglich mit Ventil, abzudichten. Die Haut ist im Bereich der vorgesehenen Klebestelle trocken zu wischen. Der Verwundete ist hinsichtlich der möglichen Entwicklung eines Spannungspneumothorax engmaschig zu überwachen.
- Die Sauerstoffsättigung sollte erfasst werden. Das Monitoring der Sauerstoffsättigung³¹ mittels Pulsoxymetrie (SpO₂) kann sowohl bei der Beurteilung eines insuffizienten Atemweges (A-Problem) als auch einer verminderten Sauerstoffaufnahme (B-Problem) hilfreich sein.
- Ein sich entwickelnder Spannungspneumothorax muss frühzeitig erkannt und entlastet werden³². Initial, bei nicht Verfügbarkeit einer Entlastungsnadel oder fehlender Ausbildung kann versucht werden, durch kurzzeitiges Entfernen des Chest Seals, die Luft entweichen zu lassen („burpen“).
- Bei insuffizienter Atmung sollte eine Beutel-Masken-Beatmung (unter Zuhilfenahme eines Wendltubus) oder eine anderweitige Atemwegssicherung (siehe oben) mit Beatmung durchgeführt werden.

Indikationen zur Entlastung eines Spannungspneumothorax:

Penetrierende Thoraxverletzung mit fehlendem Atemgeräusch auf der betroffenen Seite³³

UND Verschlechterung mindestens eines der folgenden Symptome:

- Schwere oder zunehmende Atemnot (Dyspnoe)
- Unruhe
- Atemfrequenz > 30/min (Tachypnoe)
- Abfallender Blutdruck (Hypotonie), radial nicht tastbarer Puls
- Steigende Herzfrequenz (Tachykardie); CAVE nicht schmerz-/belastungsbedingt
- Sinkendes SpO₂ (Zyanose)
- reduzierte Atembewegung der betroffenen Seite
- deutliches Höbertreten des verletzten Hemithorax (im Seitenvergleich)
- Hautemphysem

²⁹ Aufgrund der variablen Lage des Zwerchfells sind alle Verletzungen oberhalb des Bauchnabels als potenzielle Brustkorbverletzungen anzusehen.

³⁰ Eine klare Empfehlung zu bestimmten Produkten kann nicht gegeben werden. Jedoch wurden die Haftungseigenschaften neuerer Chest Seal-Generationen deutlich verbessert. Sind sog. "Vented Chest Seals" mit Ventil verfügbar, sollten diese verwendet werden, sofern sie zuverlässig haften. Achtung: Blut lässt die Ventile leicht verkleben. Ein intensives Training ist zwingend notwendig.

³¹ Die SpO₂ sollte > 90% sein. Kalte Extremitäten und eine schlechte periphere Durchblutung (Schock) können die Ableitung einer Sättigung erschweren.

³² Die Entlastungspunktion ist bei korrekter Ausführung effektiv, kann jedoch nur eine zeitlich begrenzte Druckentlastung erzielen. Eine erneute Punktion bei wieder auftretender Spannungskomponente kann notwendig werden. Abhängig von der taktischen Lage und dem Ausbildungsstand kann eine Minithorakostomie, ggf. mit Anlage einer Thoraxdrainage, erfolgen. Bei Herz-Kreislaufstillstand ist eine beidseitige Entlastung indiziert (siehe unten).

³³ Die Auskultation eines Atemgeräusches kann in taktischen Lagen bei klaren weiteren klinischen Anzeichen eines Spannungspneumothorax vernachlässigt werden bzw. hängt von der verfügbaren Zeit, Ausrüstung und Umgebungslärm ab. Die Auskultation darf nicht die weitere Versorgung verzögern.

- Späte Anzeichen: gestaute Halsvenen, Trachealverschiebung zur Gegenseite

Bei stumpfen Thoraxtraumata oder Blast Injuries ohne penetrierende Verletzungen ist die Identifikation der betroffenen Seite schwierig. Eine Entlastung bedarf daher einer genauen Indikationsstellung durch z.B. klare Seitendifferenz, Verletzungszeichen (z.B. Rippenfrakturen) und fehlendem Atemgeräusch auf der vermuteten Seite.

Algorithmus Entlastungspunktion bei Spannungspneumothorax:

- Punktion mit einer 14 G oder 10 G Entlastungsnadel (nach Möglichkeit 7-8 cm lang)³⁴ senkrecht zur Thoraxwand
- **Punktion grundsätzlich auf der Seite der Verletzung!**
- 2./3. Intercostalraum (ICR) in der Medioclavicularlinie (MCL; Monaldi-Position). Eine Punktion medial der MCL (der Brustwarze) birgt das Risiko einer Verletzung der A. thoracica interna und des Herzens.
- Alternativ: 4./5. ICR in der vorderen Axillarlinie (Bülau-Position)³⁵.
- Punktion oberhalb der Rippe („dran, drauf, drüber“)
- Nach suffizienter Entlastung (mindestens 10 Sekunden) Nadel und Katheter komplett entfernen³⁶ sowie dokumentieren.
- Zeichen einer erfolgreichen Entlastungspunktion:
 - o Ggf. hörbar entweichende Luft aus der Kanüle oder sichtbare Luftblasen in der mit NaCl gefüllten Spritze
 - o Verbesserung der Atemnot und Atemfrequenz
 - o Verbesserung des Blutdruckes und Senkung der Herzfrequenz
 - o Zunahme der Sauerstoffsättigung
- Bei ausbleibender Verbesserung der Symptome:
 - o erneute Punktion auf derselben Seite unter Wechsel auf den alternativen Punktionsort (Monaldi → Bülau; Bülau → Monaldi)
 - o Erwäge die Punktion der anderen Brustkorbseite, in Abhängigkeit des

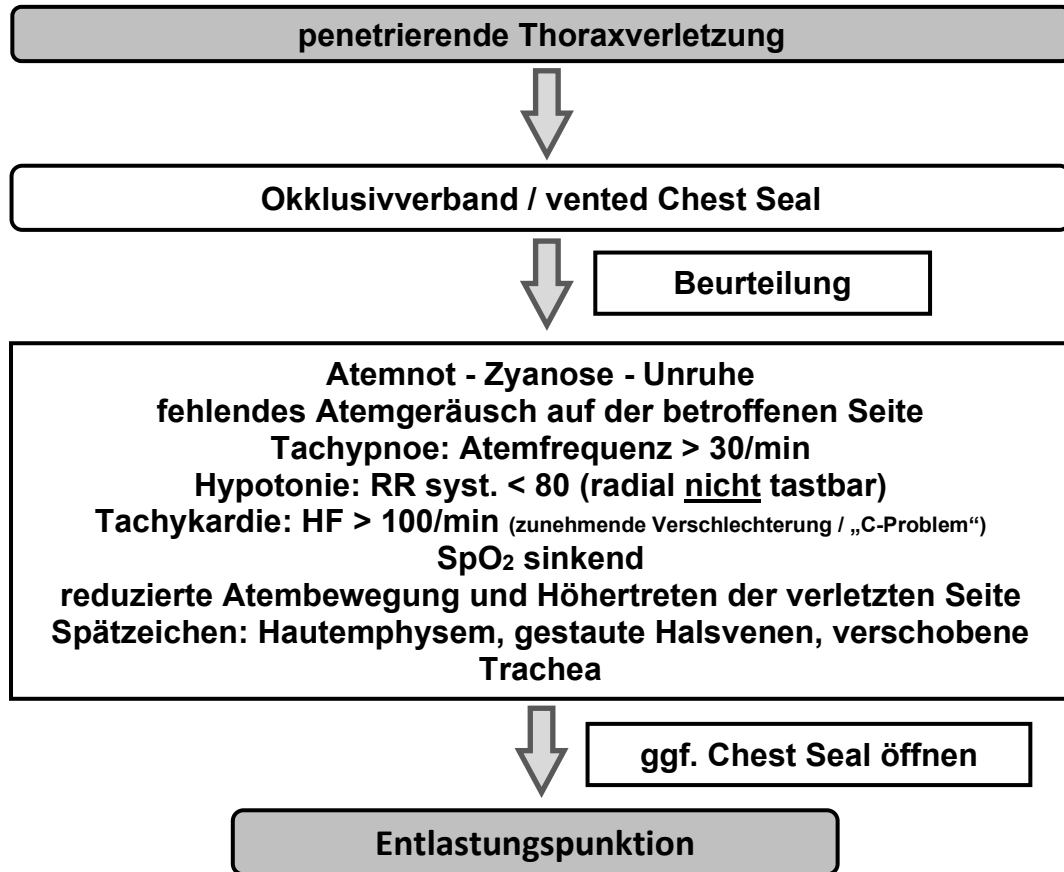
³⁴ Die üblicherweise benutzte 14 G Venenverweilkanüle ist bei ausgeprägter Muskulatur oder Adipositas teilweise nicht lang genug, um den Pleuraspalt zu erreichen. Extra lange Punktionskanülen mit 8 cm Länge, werden zur Entlastungspunktion empfohlen. Die Punktion unter Aspiration mit einer zum Teil mit NaCl gefüllten Spritze ist sicherer und hat sich bewährt (Bestätigung des Erreichens des Pleuraspaltes durch sichtbare Luftaspiration). Diese Vorgehensweise ist jedoch aufwendiger und wird daher nur bei geringem Zeitdruck in Frage kommen. Beim Menschen ist der Hautzylinder in der Nadel erfahrungsgemäß zu vernachlässigen. Bei Nutzung einer NaCl Spritze kann dieser nach Punktion der Haut ausgespritzt werden. Neuartige Punktionskanülen mit Sicherheitsfederventil zeigen zum einen den Widerstandsverlust bei Erreichen der Pleurahöhle visuell an und schützen zudem vor Verletzungen von Brustkorborganen durch „Hervorspringen“ eines stumpfen Mandrins.

³⁵ Die Entlastungspunktion ist in Monaldi und in Bülauposition suffizient möglich. Die Monaldiposition bietet sich aufgrund der guten Erreichbarkeit an. Zudem sammelt sich die Luft meist ventral im Pleuraspalt. In Bülauposition ist die Thoraxwanddicke meist dünner und somit der Pleuraspalt auch für die üblichen Nadeln gut zu erreichen.

³⁶ Die zur Punktion verwendete Kanüle kann, wenn sie belassen wird, durch Blut oder Gewebe verlegt werden und drainiert dann keine Luft mehr. Ebenso kann sie infolge der Atemexkursionen des Thorax abknicken. Eine erneute Punktion kann daher im Verlauf trotz liegendem Katheter notwendig sein. In den US-Ausbildungsinhalten wird das Belassen des Katheters zur Dokumentation der stattgefundenen Entlastung beschrieben.

Verletzungsmechanismus und des Untersuchungsbefundes

- o Neubeurteilung und Ausschluss anderer Ursachen
- o Im Zweifel: Minithorakotomie zum sicheren Ausschluss eines Spannungspneumothorax



C Circulation / c – Circulation (Blutungen/Kreislauf/Volumen)

- „**Blood Sweep**“: Absuchen / Abstreichen des gesamten Körpers des Verwundeten und Stoppen sämtlicher **noch nicht erkannter** Blutungen. Faltenwerfende Hautareale müssen hierbei auseinandergezogen werden. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die Achseln sowie die Genital- und Analregion gelegt werden.
- Alle Blutungen werden in der Reihenfolge der Untersuchung gestoppt („From head to toe - Treat as you go“)
- Ein bereits in der Phase „Care Under Fire“ oder unter <C> / M angelegtes Tourniquet muss kontrolliert und bei persistierender Blutung weiter zugezogen oder durch die Anlage eines zweiten Tourniquets, wenn möglich proximal des Ersten, ergänzt werden.
- Sämtliche Extremitäten mit bereits angelegten Tourniquets komplett untersuchen. Dazu das betroffene Areal entkleiden (Wunde darstellen). Zeitgleich an den schnellst- und bestmöglichen Wärmeerhalt denken (z.B. Bekleidung nach Möglichkeit belassen, „close the box“).
- Ein Tourniquet ist immer eine temporäre Maßnahme. Grundsätzlich ist ein Ersatz des Tourniquets durch Packing/Verbände im weiteren Verlauf anzustreben (zum Vorgehen siehe Abschnitt „Lösen eines Tourniquets/Tourniquet Konversion“).
- Ist eine Tourniquet Konversion nicht erfolgreich, so ist das Tourniquet zumindest so distal wie möglich, jedoch mindestens eine Handbreit über der Wunde aber nicht über Gelenken anzulegen. Dies gilt insbesondere für in der Phase CUF proximal („high and tight“) angelegte Tourniquets, die nicht auf Verbände konvertierbar sind.³⁷
- Den Zeitpunkt der Anbringung des Tourniquets deutlich mit wasserfestem Stift vermerken.³⁸ Zusätzlich die Uhrzeit im weiteren Verlauf auf der TREMA e.V.-Dokumentationskarte oder primär behelfsmäßig auf einem „Dokutape“³⁹ notieren.
- Die Anwendung von sog „junctional tourniquets“ kann insbesondere bei stammnahen Blutungen der Leiste und bei Blutungen an der unteren Extremität hilfreich sein⁴⁰.
- Komprimierbare Blutungen werden mit einem Druckverband, ggf. unter Zuhilfenahme von Hämostyptika⁴¹ und/oder besonders saugendem Material⁴² versorgt.
- Tiefe Wunden müssen austamponiert werden („Packing“). Hier muss hämostyptisches und/oder saugendes Verbandsmaterial bis an die Blutungsquelle gebracht und unter permanenten Druck die Wundhöhle komplett ausgefüllt werden. Nach dem Tamponieren ist ein direkter Druck von mindestens 3 Minuten Dauer aufzubringen, um eine effektive Blutstillung

³⁷ Dabei ist überschlagend vorzugehen: Zunächst wird ein Tourniquet eine Hand breit über der Wunde suffizient angelegt. Erst dann wird das bisher proximal angelegte Tourniquet langsam geöffnet, um unnötigen Blutverlust zu vermeiden.

³⁸ Die Uhrzeit sollte, ergänzt um ein großes „T“ auf der Stirn des Patienten dokumentiert werden, da diese auch bei sorgfältigem Wärmeerhalt sichtbar bleibt. Sofern vorhanden, kann die Dokumentation auch (zusätzlich) auf dem dafür vorgesehenen Beschriftungsfeld des Tourniquets erfolgen.

³⁹ Als „Dokutape“ wird eine behelfsmäßige Dokumentation auf einem breiten Tapestreifen bezeichnet, welcher auf den Patienten geklebt wird.

⁴⁰ Durch das CoTCCC werden derzeit keine konkreten Produkte empfohlen. Produktunabhängig ist bei „junctional tourniquets“ die präzise Anlage schwierig und ein Verrutschen ist häufig. Eine fundierte Ausbildung ist obligat und die Lage muss regelmäßig überprüft werden.

⁴¹ Für die Anwendung von Hämostyptika ist eine gesonderte Ausbildung und praktische Einweisung auf das jeweilige Produkt notwendig, um eine effektive und fehlerfreie Anwendung zu gewährleisten. Auf dem Markt gibt es eine Vielzahl an Hämostyptika (in Form von Granulat und Verbandmüll - zu empfehlen sind Verbandstoffe) mit unterschiedlichen Wirkmechanismen. Die Hauptvertreter sind zum einen Kaolin-basierte Verbandstoffe, die durch Aktivierung der Gerinnungskaskade die Blutstillung fördern. Zum anderen Chitosan-basierte Hämostyptika, die durch die elektrostatische Bindung von Blutbestandteilen zur Gerinnung beisteuern. X-Stat, als ein weiteres vom CoTCCC empfohlenes Hilfsmittel zur Blutstillung, kann aufgrund fehlender evidenter Studien und dem sehr eingeschränkten Anwendungsbereich aktuell nicht querschnittlich empfohlen werden. Bei der Wundtamponade ist primär die richtige Durchführungstechnik relevant und weniger welches Produkt verwendet wird.

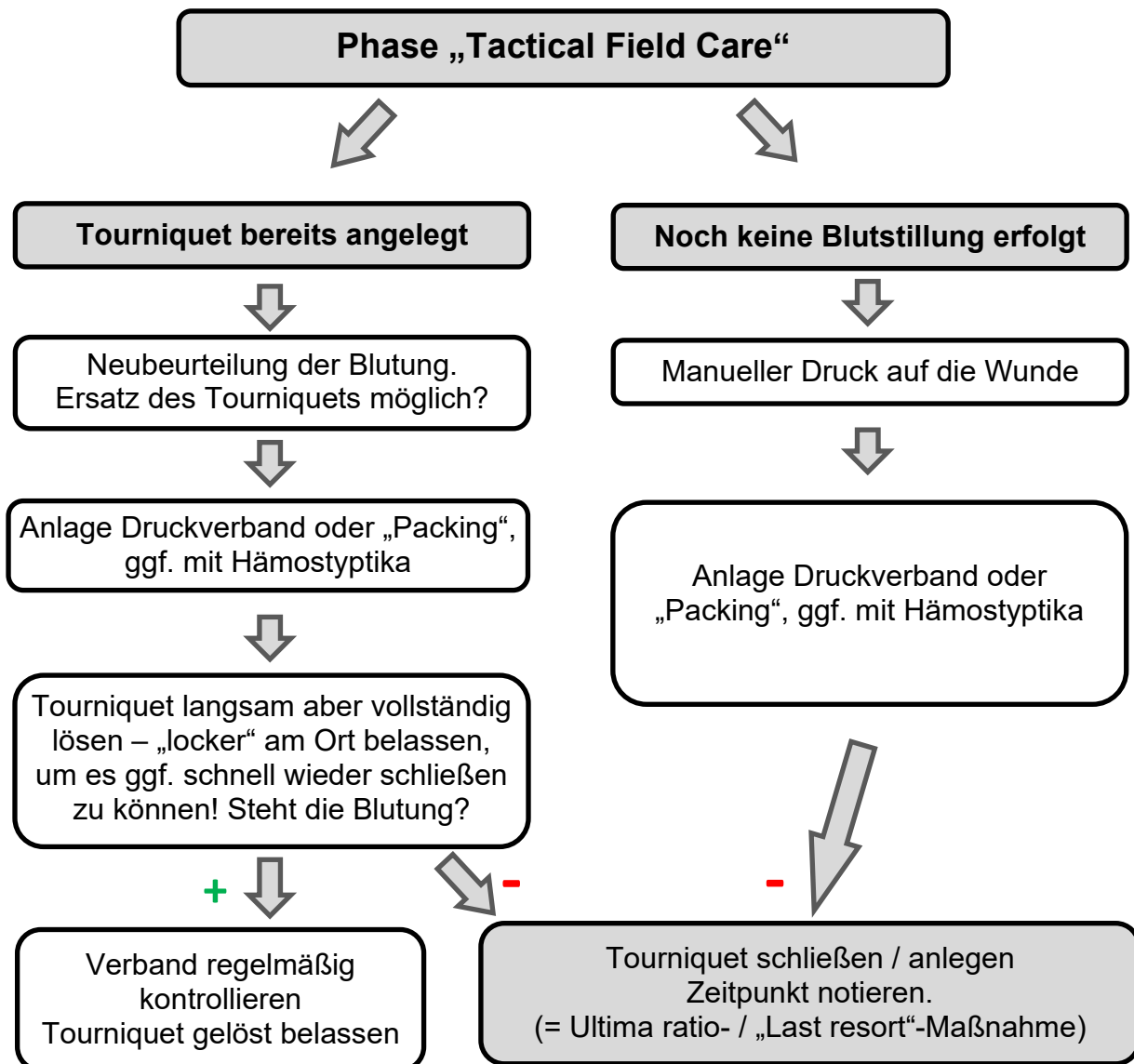
⁴² Besonders saugende Materialien sind mehrlagige Baumwollgaze oder chirurgische Bauchtücher, welche in Studien teilweise einen ähnlichen blutstillenden Effekt wie Hämostyptika zeigen. Auch elastische Verbände mit integrierter Saugkomresse eignen sich als Wundauflagen, ein Packing ist mit ihnen jedoch schlecht möglich.

zu gewährleisten. Eine zusätzliche Sicherung des Paketes mit einem Verband ist zwingend notwendig, um eine Ablösung und somit erneute Blutung zu vermeiden. Eine regelmäßige Kontrolle der Blutung/des Verbandes auf dem Transport ist erforderlich⁴³.

- Bei Blutungen in Körperhöhlen (Brustkorb, Bauch, Becken) ist auch bei penetrierenden Verletzungen eine Blutstillung durch reines Austamponieren in der Regel auf Grund der Größe und Zugänglichkeit der betroffenen Körperhöhle nicht möglich und sollte unterlassen werden.
- Bei Extremitätenblutungen vermindert die Immobilisation der Extremität zusätzlich den Blutverlust und fördert die Blutgerinnung.
- Druckverbände (über einer austamponierten Wunde), die sichtbar durchbluten, erfordern eine Neuanlage mit erneutem Packing der Wunde zur gezielten Kompression der Blutungsquelle, möglichst unter Einsatz von Hämostyptika.
- Frakturen bedeuten einen zusätzlichen, oft nicht sichtbaren (inneren) Blutverlust. Eine Immobilisation des Beckens bzw. eine Reposition und achsengerechte Lagerung der Extremität bewirken eine Verringerung des Blutverlustes bzw. eine Reduzierung der Blutung.
- Beachtung des **Wärmeerhalts**⁴⁴. Eine Hypothermie führt mit abnehmender Körpertemperatur zu starken Blutgerinnungsstörungen und kann durch einen suffizienten Wärmeerhalt vermieden werden.

⁴³ Sichtkontrolle der Verbände auf Durchbluten. Ein Entfernen des Verbandmaterials zur Kontrolle der erfolgreichen Blutstillung wird nicht empfohlen.

⁴⁴ Der Wärmeerhalt ist im Algorithmus, der dem Prinzip „Treat first what kills first“ folgt, relativ spät verankert. Bei besonders kalten oder windigen Umgebungsbedingungen sollte der Wärmeerhalt möglichst frühzeitig erfolgen. Bereits das Drehen des Verwundeten auf die Seite im Rahmen des „Blood Sweep“ sollte dann zum Einhüllen in Wärmedecken und zum Einziehen einer Isolationsschicht zum Boden genutzt werden.



Erläuterungen:

- + Blutstillung erfolgreich
- Blutstillung ohne Erfolg

Mittelgesichts- und Halsblutungen:

- Blutungen im Gesichtsbereich lassen sich oft mittels Tamponade und elastischen Verbänden adäquat stillen. Dazu ist häufig eine definitive Atemwegssicherung nötig, nach der auch der Mund-Rachen-Raum effektiv austamponiert werden kann.
- Bei Nasenbluten haben sich kommerziell verfügbare Epistaxis-Katheter mit zwei blockbaren Cuffs bewährt. Improvisiert können Blasenkateter mit expandierenden Epistaxis-Nasentamponaden verwendet werden.
- Blutungen am Hals lassen sich mit lokaler Kompression, adäquaten Verbänden und durch den Einsatz von Hämostyptika beherrschen⁴⁵.

⁴⁵ Vorsicht bei der Anlage zirkulärer Verbände und Wundtamponaden. Eine Kompression der Atemwege und Gefahr eines starken Blutdruckabfalls sowie Bradykardie/Asystolie durch Reizung der Drucksensoren im Bereich der Halsschlagader-Gabelung (Glomus caroticum) sind möglich.

Nicht komprimierbare (Höhlen-)Blutungen:

- Höhlenblutungen sind präklinisch meist nicht zu kontrollieren. Im Gegensatz zu penetrierenden Verletzungen, bei denen die Blutungsquellen offensichtlich sind, werden stumpfe Traumata aufgrund der primär nicht sichtbaren Blutung oft übersehen. Explosionsverletzungen können sowohl penetrierende (sekundäres Explosionstrauma) als auch stumpfe Verletzungen (primär und tertiär) verursachen.
- Außer bei bestimmten Beckenfrakturen (open book fracture) ist eine effektive Blutstillung mit den vor Ort gegebenen Mitteln schwierig⁴⁶. Hier erfolgt die Anlage einer industriell gefertigten Beckenschlinge oder ein improvisiertes „pelvic sheeting“.
- Eine Beckenstabilisierung sollte ⁴⁷ angelegt werden bei entsprechendem **Unfallmechanismus/Kinematik** (Explosion/Sturz/Verkehrsunfall) **UND einem oder mehreren der folgenden Symptome**⁴⁸:
 - Schmerzen im Bereich des Beckens
 - Bei hohen Amputationsverletzungen der unteren Extremität
 - Untersuchungsbefunde, die auf eine Beckenfraktur hinweisen (vorsichtige seitliche Palpation und sichtbare Beckenverletzungen wie Blutung aus der Harnröhre, Hämatome im Becken und Skrotum, Fehlstellungen, Abderungen ...)
 - Bewusstlosigkeit
 - Schock
- Das Abdominal Aortic & Junctional Tourniquet-Stabilized (AAJT-S) kann die abdominelle Aorta über der Aortenbifurkation mit einem Druck von 230 mmHg von außen komprimieren und entspricht somit der Wirkung einer REBOA Zone III.⁴⁹
- Die Anlage einer temporären Ballonblockade der Aorta (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta; REBOA) kann bei abdominellen Blutungen, Beckenblutungen, junktionalen Blutungen und hohen Verletzungen der unteren Extremitäten, die schwer mit einem Tourniquet zu versorgen sind, die Blutungsstärke reduzieren.⁵⁰
- Grundsätze zum Gerinnungsmanagement und Volumenersatz siehe in den entsprechenden Abschnitten.

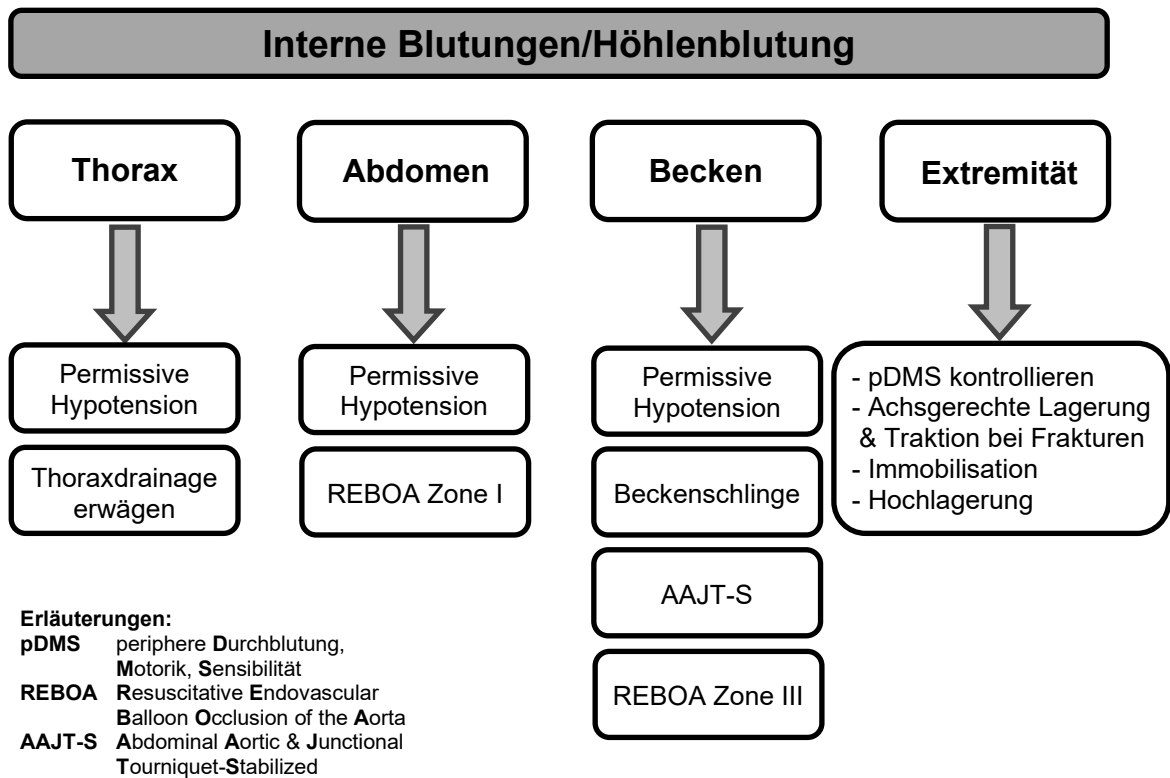
⁴⁶ Siehe Algorithmus „interne Blutungen / Höhlenblutung“. Der „abdominal foam“ sollte aufgrund bisher fehlender seriöser Studien ausreichender Größe nicht angewendet werden.

⁴⁷ Die Anlage der Beckenschlinge bedarf Zeit und Übung. Insbesondere die korrekte Position über den Trochanteren ist entscheidend (regelmäßige Reevaluation). Die Anlage der Beckenschlinge darf das weitere taktische Vorgehen nicht verzögern. <C>AB Probleme sollten vor der Anlage behoben worden sein. Beachte auch PPP – Pockets, Penis und Pulse. Improvisierte Beckenschlingen können durch eine Vielzahl an Mitteln hergestellt werden. Die Rettungsdecke hat sich zur Herstellung einer improvisierten Beckenschlinge bewährt. Bei improvisiert angelegten Beckenschlingen ist ein zu großer Zug zu vermeiden, um nicht zusätzlichen Schaden zu generieren. Außerdem ist die regelmäßige Lageüberprüfung besonders wichtig, da improvisierte Beckenschlingen leicht dislozieren können.

⁴⁸ In der zivilen Notfallmedizin hat sich die Merkhilfe S-KIPS etabliert (**S**chock, **K**inematik, **I**nspektion, **P**alpation, **S**chmerzen), die in der taktischen Medizin durch Betonung des Unfallmechanismus und Bewusstlosigkeit sowie Amputationsverletzungen ergänzt wird. Die Palpation wird auf Grund der geringen Sensitivität nach wie vor kritisch diskutiert, jedoch überwiegend empfohlen.

⁴⁹ Das AAJT-S ist eine effektive Möglichkeit, um schnell und effektiv Blutungen zu stoppen. Es ist jedoch nur eine temporäre Maßnahme und sollte auf Grund von potenziellen Darmverletzungen und Ischämien für maximal eine Stunde angewendet werden. Der Verwundete muss schnellstmöglich einer chirurgischen Versorgung zugeführt werden.

⁵⁰ Eine REBOA ist immer eine temporäre Maßnahme, die eine kurzzeitige Stabilisierung des Patienten im lebensbedrohlichen Volumenmangelschock bis zur notfallchirurgischen Versorgung ermöglichen kann. Eine REBOA ist eine sehr ausbildungsintensive und invasive Teammaßnahme, die neben dem notwendigen Material ein ausreichend großes Zeitfenster und entsprechende Umgebungsbedingungen zur Anlage sowie den unverzüglichen Transport zur chirurgischen Notfallversorgung als Voraussetzung hat. Ebenso können Leistenblutungen und anderweitig nicht kontrollierbare Extremitätenblutungen adressiert werden.



Blutdruckmessung/Schockdiagnostik:

- Grundsätzlich ist, für eine differenzierte Volumentherapie, eine Blutdruckmessung nach Riva Rocci mit Hilfe einer Blutdruckmanschette und eines Stethoskops anzustreben⁵¹. Bei lauter Umgebung kann die Messung des systolischen Blutdruckwertes palpatorisch erfolgen. Dies ist jedoch je nach Lage und Ausrüstung nicht immer möglich und sinnvoll.
- Ein behelfsmäßiges Erfassen des Blutdruckes ist mit dem jeweils tastbaren Puls an den großen Arterien möglich. Tastbarer Puls bedeutet, dass der Blutdruck im Regelfall ⁵² mindestens folgende Werte beträgt:
 - A. radialis ≈ 80 mmHg
 - A. femoralis ≈ 70 mmHg
 - A. carotis ≈ 60 mmHg
- Neben dem Fehlen eines Radialispulses sind weitere mögliche Symptome für einen erniedrigten Blutdruck/Schock:
 - verlängerte Rekapillarierungszeit/„Nagelbettprobe“ (>2sec)⁵³
 - Veränderter geistiger Zustand - verminderte Vigilanz⁵⁴ - Unruhe

⁵¹ Eine oszillometrische Blutdruckmessung kann hier sinnvoll sein, wobei diese Geräte sehr störanfällig sind und zusätzliches Material bedeuten.
⁵² Dies sind Näherungswerte, die im Einzelfall auch stark abweichen können. Eine Blutdruckmessung mittels Blutdruckmanschette ist immer genauer und zu bevorzugen.

⁵³ Die Rekapillarierungszeit kann neben dem Nagelbett auch sehr gut am Daumenballen, dem Sternum oder der Stirn durch Pressen über 5 Sekunden und Erfassen der Dauer bis zur Rekapillarisation gemessen werden. Die Rekapillarierungszeit (capillary refill) kann ebenso bei Hypothermie verlängert sein und darf nicht allein als sicheres Schockzeichen gewertet werden.

⁵⁴ Sofern kein SHT oder tiefe Hypothermie vorliegt bzw. Schmerzmittel oder Sedativa verabreicht worden sind.

- Blasse, kaltschweißige Haut
- Erhöhte Herzfrequenz (> 100/min)
- Zyanose
- Erhöhtes Serumlaktat⁵⁵

Intravenöser (i.v.) Zugang:

- Ein frühzeitig angelegter, sicherer intravenöser Zugang kann im Verlauf der Rettungskette, bei einem primär noch nicht zentralisierten Verwundeten Zeit sparen und eine differenzierte Therapie ermöglichen/potenziell Leben retten⁵⁶. Eine initiale Volumensubstitution ist primär jedoch oft nicht notwendig. Der Zugang sollte in solchen Fällen mit einem Mandrin geblockt oder mit NaCl gespült und mit einem Stopfen verschlossen werden („saline lock“).
- Als Zugang hat sich eine 18 G Venenverweilkanüle im Sinne eines hohen „first pass success“ bewährt. Die Flussraten sind ausreichend und die Trefferquote gut. Primär sind die peripheren Venen der Unterarme zu punktieren. Wenn am Handgelenk oder in der Ellenbeuge punktiert wird, ist auf ein mögliches Abknicken der Venenverweilkanüle während des Transports zu achten und das Gelenk ggf. zu schienen.
- An eine sichere Fixation⁵⁷ der Venenverweilkanüle denken.
- Bei schwierigen Venenverhältnissen und bei zentralisierten Patienten mit zu erwartender Fehlpunktion, jedoch zwingend notwendigem Volumenersatz (hämorrhagischer Schock) sowie notwendiger intravenöser Medikamentengabe (z.B. Analgesie) ist ein intraossärer (i.o.) Zugang indiziert⁵⁸.

Volumenmanagement/Kreislaufstabilisierung:

- Beurteilung, ob ein hämorrhagischer Schock vorliegt (siehe unter Blutdruckmessung/Schockdiagnostik). Das Ziel der Volumentherapie ist die Verbesserung der Kreislauftsituation mit ausreichender Versorgung der Organe mit Sauerstoff.
- Bei nicht kontrollierbaren Blutungen an den Extremitäten oder blutdruckrelevanten Höhlenblutungen ist eine **permissive Hypotension**⁵⁹ indiziert, um die Blutungsintensität zu reduzieren und eine infusionsbedingte Verdünnung von Gerinnungsfaktoren und

⁵⁵ Miniaturisierte Point of Care (PoC)-Laktatmessgeräte können im Rucksack mitgeführt werden und verbessern die Diagnostik, insbesondere bei Patienten im kompensierten Schock.

⁵⁶ Eine notwendige Versorgung von relevanten Verletzungen sowie ein dringender Transport des Patienten, insbesondere bei kurzem luftgebundenen Transportweg, ist durch eine Anlage nicht zu verzögern.

⁵⁷ Hierfür sind selbsthaftende Mullbinden gut geeignet.

⁵⁸ Es stehen mehrere kommerzielle i.o. Systeme Verfügung, bei denen jedoch stets ein zusätzlicher 3-Wege-Hahn als Zuspritzmöglichkeit vor Anschluss der Infusionslösung anzubringen ist. Einweisung und Training sind zwingend erforderlich. Insbesondere die Tibiainjektion hat sich im Vergleich als sehr schmerzhaft erwiesen. Sternales System bieten Vorteile bei Extremitätenverletzungen. Eine Druckmanschette ist notwendig, um einen adäquaten Fluss zu erzielen.

⁵⁹ Definition: Restriktive Volumen- und Katecholamingabe, um den Blutdruck systolisch bei ca. 90mmHg (= radial tastbarer Puls) zu halten. Ein weiteres Abfallen des Blutdruckes muss mit Volumengabe oder Gabe von Katecholaminen (z.B. Noradrenalin) behandelt werden, um ein fortschreitendes Schockgeschehen und damit insbesondere eine unzureichende Hirn- und Nierenperfusion zu vermeiden. Die permissive Hypotension ist beim schweren Schädel-Hirn-Trauma kontraindiziert. Hier muss die Hirnperfusion gegen den steigenden intrakraniellen Druck aufrechterhalten werden. Der systolische Ziel-Blutdruck beträgt in diesem Fall 120 mmHg.

Thrombozyten zu vermeiden.

- Das Anheben der Beine (Schocklagerung) bewirkt eine interne Volumenumverteilung und kann so, vor allem in der Initialphase, eine (kurzzeitige) Verbesserung der Kreislagsituation bewirken.⁶⁰
- Vollblut ("whole blood") ist durch die Verfügbarkeit von Sauerstoffträgern, Gerinnungsfaktoren und Volumen das am besten geeignete Mittel, um einen hämorrhagischen Volumenmangel auszugleichen.⁶¹
- Bei nicht verfügbarem Vollblut ist die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK), Plasma (z.B. Lyophilisiertes Plasma) im Verhältnis EK:Plasma 1:1 und bei Verfügbarkeit von Thrombozytenkonzentraten (TK) im Verhältnis EK:Plasma:TK 1:1:1 (international) zu empfehlen.⁶² Bei EK-Gabe ist auf Grund des in den EKs vorhandenen Citrates mit einer Hypocalcämie zu rechnen, weshalb die Indikation zur Gabe von 30 ml Calciumgluconat 10 %⁶³ früh gestellt werden sollte.
- Stehen lediglich EK oder Plasma zur Verfügung, kann der Volumenersatz allein mit diesen Lösungen erfolgen.
- Stehen initial keine Blutprodukte zur Verfügung, wird eine Volumenersatztherapie mit Infusionslösungen empfohlen:
 - Die Infusionstherapie sollte mit laktatfreien, isotonen, balancierten kristallinen Lösungen durchgeführt werden.
 - Bei nicht mit kristallinen Infusionslösungen beherrschbarer Kreislagsituation ist eine Therapie mit 500 ml Kolloiden⁶⁴ i.v. als Bolus indiziert.
 - Bei massivem Blutverlust und klaren Schockzeichen ist die zügige Gabe eines initialen Bolus von 200 ml hypertoner Kochsalzlösung NaCl 10 % zu Beginn der Behandlung indiziert. Im Anschluss ist eine weitere Volumentherapie mit balancierten laktatfreien kristallinen- oder kolloidalen Infusionslösungen indiziert.
- Eine Volumentherapie führt immer zu einem Verdünnungseffekt mit beeinträchtigter Blutgerinnung, weshalb die Indikation zur Anwendung kritisch erfolgen muss. Meist sind aber keine anderen Volumenersatzmittel verfügbar, um eine notwendige Kreislaufstabilisierung zu erreichen.
- Eine forcierte, anhaltende Volumentherapie ist gegen logistische und taktische Belange, insbesondere auch den möglichen Bedarf durch weitere Verwundete abzuwägen.

⁶⁰ Bei Höhlenblutungen wird teilweise eine Flachlagerung des Patienten empfohlen, um die Blutung durch die Blutumverteilung der Schocklage nicht zu verstärken. Um initial durch die Volumenumverteilung den Kreislauf zu stabilisieren, kann eine Schocklagerung auch bei Höhlenverletzungen angewendet werden.

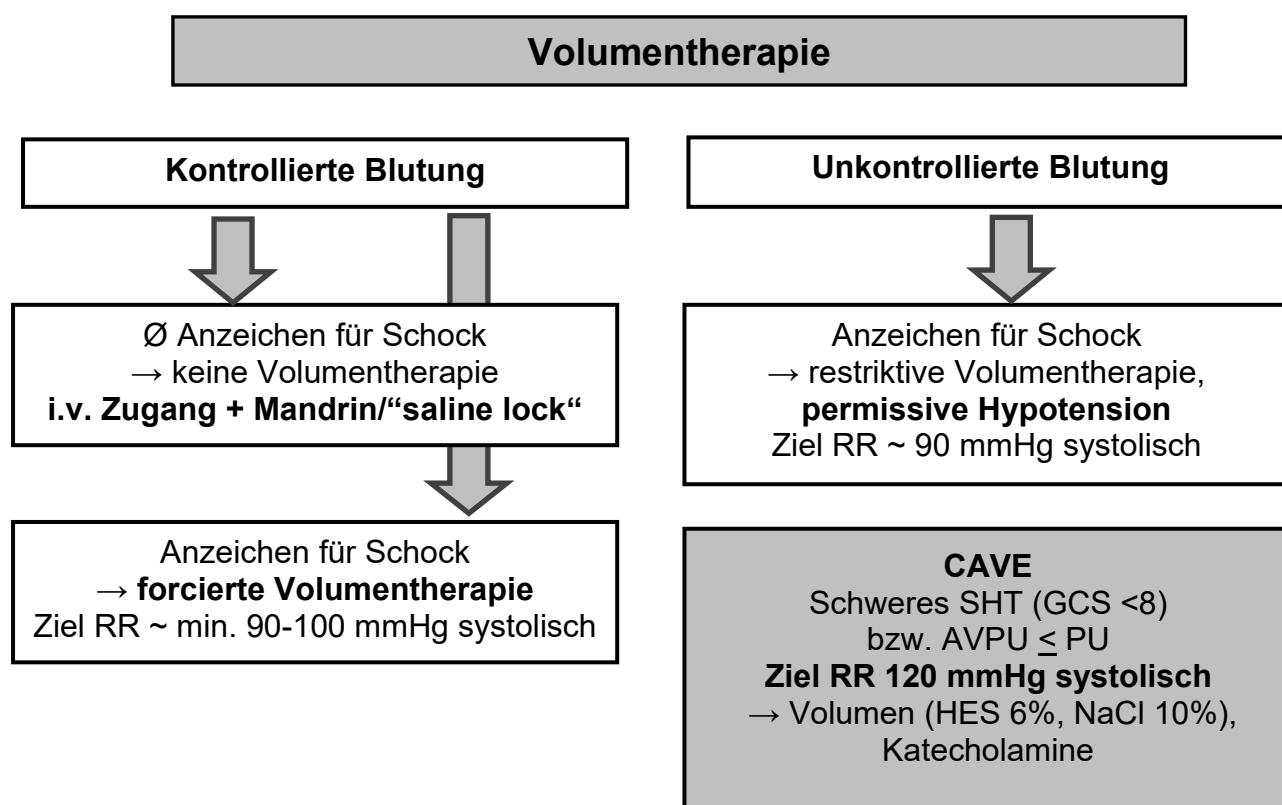
⁶¹ Vollblut oder auch Warmblut „(warm) whole blood“ besteht aus allen Komponenten des Blutes (Erythrozyten, Thrombozyten, Plasma und Leukozyten). Das Risiko von teils lebensbedrohlichen Transfusionsreaktionen macht eine gesonderte Ausbildung in der Applikation von Blutprodukten erforderlich. Im deutschen Transfusionsrecht ist die Nutzung von Vollblut derzeit nur der Bundeswehr im Ausnahmefall erlaubt, während in anderen Ländern (z. B. USA) sich zwischenzeitlich die Gabe von Vollblutkonserven (low titer O negative whole blood) auch im zivilen Kontext wieder etabliert.

⁶² In Deutschland werden gepoolte TKs verwendet, die Thrombozyten von 4 bis 5 Spendern enthalten, so dass das empfohlene Verhältnis EK:Plasma:TK 4:4:1 ist.

⁶³ Alternativ können 10 ml Calciumchlorid 10 % verabreicht werden. Calciumchlorid sollte verdünnt über einen zentralen Venenzugang gegeben werden (Venenerregung durch hohe Osmolarität, Nekrose bei Paravasat) und ist im deutschsprachigen Raum teilweise nicht erhältlich.

⁶⁴ Die präklinische Gabe von HES bei hämorrhagischem Schock ist weiterhin indiziert, allerdings muss zur Anwendung jährlich ein Schulungszertifikat erworben werden. Es werden nieder- und mittelmolekulare HES-Produkte mit niedrigem Substitutionsgrad in balancierter Elektrolytlösung ohne Laktat empfohlen. Diese haben geringere blutgerinnungshemmende Eigenschaften und einen guten Volumeneffekt. Alternativ können gelatinehaltige kolloidale Lösungen verwendet werden, deren Volumenwirkdauer und Volumeneffekt jedoch geringer als die von HES ist und die eine höhere Rate an allergischen Reaktionen aufweisen. Ebenso kann Humanalbumin verwendet werden, was jedoch teuer ist, nur in Glasflaschen geliefert wird und einer Transfusionsdokumentationspflicht unterliegt.

- Reevaluiere den Verwundeten und die Indikation zur weiteren Therapie nach jeder Volumengabe von 500 ml. Zielwert sollte ein tastbarer Radialispuls oder ein systolischer Blutdruck von mindestens 90-100 mmHg (besser Normotonie, außer bei permissiver Hypotension) sein.
- Bei persistierendem Schock trotz adäquater Volumentherapie muss an weitere Ursachen einer Hypotonie, wie z.B. einen Spannungspneumothorax oder einen neurogenen Schock, gedacht werden. Der Patient muss deshalb reevaluiert werden.
- Bei Verwundeten mit Exsikkose kann, unabhängig vom Blutverlust oder Trauma, eine weitere Flüssigkeitszufuhr indiziert sein. Diese sollte vornehmlich oral (in Abhängigkeit vom Bewusstseinszustand), oder mit kristallinen Lösungen intravenös erfolgen.
- Ist durch Volumengabe keine ausreichende Kreislaufstabilisierung zu erzielen, ist eine Kreislaufstabilisation mit Katecholaminen unter strenger Beachtung des Zielblutdrucks (permissive Hypotension ⇔ SHT) notwendig und sinnvoll.



Gerinnungstherapie:

- Bei signifikantem Blutverlust mit zu erwartendem Transfusionsbedarf oder persistierenden Blutungen erfolgt die Gabe von 2 g Tranexamsäure⁶⁵ (TXA) als Kurzinfusion (100 ml NaCl 0,9% über 10 min) oder als langsam titrierter Spritzenbolus so früh wie möglich, jedoch nicht

⁶⁵ TXA ist ein Fibrinolysehemmer, es verhindert somit das Auflösen eines entstandenen Blutgerinnsels. Die Gabe als Kurzinfusion ist zu bevorzugen, da eine schnelle Bolusgabe zu Hypotension führen kann. TXA sollte nicht über denselben Zugang gegeben werden, über den auch Blutprodukte infundiert werden. Im Gegensatz zur zivilen Notfallmedizin werden initial 2 statt 1 g verabreicht, da die empfohlene Gabe des zweiten Gramms über 8 h im taktischen Umfeld meist nicht realisierbar ist. Sollte kein i.v. /i.o. Zugang vorhanden sein, kann auch eine i.m. Gabe erfolgen, die i.v./i.o. Gabe ist jedoch zu bevorzugen.

später als 3 h nach Trauma.

- Bei Verfügbarkeit ist eine frühzeitige Therapie mit initial 2 – 4 g Fibrinogen sinnvoll, jedoch erst nach Tranexamsäuregabe.
- Die Aufrechterhaltung der Homöostase und Vermeidung der letalen Trias (Hypothermie, Azidose und Koagulopathie) ist essenziell für eine funktionierende Gerinnung. Ziel muss es deshalb sein, sämtliche Vitalparameter im Normbereich zu halten. Dies betrifft in der Präklinik insbesondere die Körperkerntemperatur, den Blutdruck, das Sauerstoffangebot (SpO₂) und die (Be)atmung (etCO₂).
- Die Gabe von 30 ml Calciumgluconat 10 % kann erwogen werden.

Traumatische kardiopulmonale Reanimation:

- Eine Wiederbelebung von Patienten mit penetrierendem Trauma oder Explosionsverletzungen ist mit hohem Aufwand und Ressourcen verbunden und sollte in unklaren taktischen Situationen oder bei einem Massenanfall von Verletzten (MANV) unterbleiben.
- Wird eine Reanimation nach Trauma mit entsprechendem Verletzungsmuster durchgeführt, sind die reversiblen traumatischen Todesursachen Hypoxie, Hämorrhagie/Hypovolämie, Spannungspneumothorax und Herzbeuteltamponade zu adressieren. Insbesondere soll eine **beidseitige** Entlastung des Thorax zum Ausschluss eines Spannungspneumothorax durchgeführt werden.
- Die Reanimation sollte bei diesen Patienten nur vorgenommen werden, wenn keine mit dem Leben nicht vereinbaren, Verletzungen vorliegen und eine geeignete Versorgungseinrichtung innerhalb kürzester Zeit erreicht werden kann⁶⁶. Dabei darf das Missionsziel nicht gefährdet bzw. wichtige lebensrettende Maßnahmen bei anderen Verwundeten nicht verzögert werden.

⁶⁶ Das CoTCCC bewertet den Nutzen einer traumatischen Reanimation als gering, außer bei Vorliegen eines Spannungspneumothorax. Sofern die taktische Lage es erlaubt und keine weiteren lebensrettenden Maßnahmen bei verwundeten Kameraden verzögert werden, sollte diese Maßnahme vor allen weiteren Maßnahmen erfolgen.

D Disability / H - Head (neurolog. Status/SHT/Analgesie)

Neurologischer Status:

- Bewusstseinszustand feststellen nach **AVPU**.⁶⁷

A	= Alert	W	= Wach	(GCS 13-15)
V	= Verbal	A	= Ansprache	(GCS 8-12)
P	= Pain	S	= Schmerzreiz	(GCS 4-7)
U	= Unresponsive	B	= Bewusstlos	(GCS 3)

Alert - Verbal - Pain - Unresponsive

GCS	Augen öffnen	beste sprachliche Antwort	beste motorische Reaktion
6			gezielt auf Aufforderung
5		voll orientiert	auf Schmerzreiz, gezielt
4	spontan	unvollständig, orientiert	auf Schmerzreiz, ungezielt
3	auf Aufforderung	verwirrt	auf Schmerzreiz, Beugesynergismen
2	auf Schmerzreiz	unverständliche Laute	auf Schmerzreiz, Streckesynergismen
1	keine	keine	keine

- Pupillen:** Beurteilen nach dem **PERRLA** Schema:

P	Pupils	(Pupillen)
E	Equal	(gleich-isocor)
R	Round	(rund)
RL	React to light	(lichtreagibel)
A	Accommodate	(beweglich ⁶⁸)

- Grob neurologische motorische/sensible Untersuchung⁶⁹:**
(abhängig vom Unfallmechanismus)

- Ist der Verwundete zur Person, Ort, Zeit und Situation orientiert?

⁶⁷ Die im zivilen verwendete GCS (Glasgow Coma Scale) ist im Einsatz nicht anwenderfreundlich, nicht stressresistent abrufbar und in taktischen Lagen nicht sicher anzuwenden. Das AVPU-Schema gibt näherungsweise, effektiv und schnell einen Eindruck über die Bewusstseinslage und wird bereits beim Erstkontakt durch Ansprache und Manipulation beiläufig erfasst.

⁶⁸ Nur bei wachen, ansprechbaren Verwundeten zu beurteilen. Die Akkommodationsreaktion kann vereinfacht als Beweglichkeit beschrieben werden.

⁶⁹ Zur neurologischen Untersuchung und Dokumentation empfiehlt es sich die TREMA-Neurokarte zu verwenden, siehe Anhang

- Werden alle Extremitäten gleich bewegt?
- Bei ansprechbarem Verwundeten nach Sensibilitätsstörungen fragen.
- Bei V.a. Wirbelsäulentrauma: perianale Sensibilitätsstörungen/unwillkürlicher Stuhl-/Urinabgang?
⇒ „Griff in den Schritt“ (ggf. bereits beim „Blood Sweep“)
- Bei bewusstlosem Verwundeten ggf. Schmerzreiz bds. prüfen.

Schädel-Hirn-Trauma (SHT):

• Einteilung:

- Leichtes SHT: A/V (Alert/Verbal) (GCS 13-15)
- Mittleres SHT: P (Pain) (GCS 9-12)
- Schweres SHT: U (Unresponsive) (GCS 3-8)

• Therapie bei stumpfem oder penetrierendem Schädel-Hirn-Trauma:

- Regelmäßig Bewusstseinszustand prüfen und dokumentieren
- Bei stumpfem Verletzungsmechanismus eine HWS-Immobilisation⁷⁰ erwägen
- Bei offenem SHT mit Verletzung des Schädelknochens KEINEN direkten Druck auf das Gehirn bringen. Hämostyptika können auch hier eingesetzt werden.
- Oberkörper 30° hochlagern⁷¹
- Kopf gerade lagern („in-line“)
- Freihalten der Atemwege⁷²
- Ziel RR systolisch 120 mmHg⁷³ (Volumentherapie und/oder Katecholamine)
- Erwäge NaCl 10% 200 ml bei schwerem SHT (AVPU ≤ PU)⁷⁴, auch in Kombination mit Blutprodukten.

⁷⁰ HWS-Stabilisierung: Nur manuelle Inline-Stabilisierung (Kopf achsengerecht lagern) oder Verwendung einer Halsorthese, kein Längszug der HWS. Eine vollständige HWS-Immobilisierung ist nur bei Ruhigstellung der gesamten Wirbelsäule gegeben. Bei isolierten penetrierenden Verletzungen ist eine HWS-Immobilisierung nicht zwingend erforderlich. Durch eine Halsorthese kann der venöse Rückfluss aus dem Schädel reduziert werden, mit der Konsequenz eines relevanten Hirndruckanstiegs beim schweren Schädelhirntrauma. In diesem Fall sollte eine konsequente manuelle Stabilisierung, eine Vakuummatratze oder ein Spineboard mit Headblocks (Achtung: Dekubitus) einer Halsorthese vorgezogen werden. Zur HWS-Immobilisation siehe auch Canadian-C-Spine Rule und NEXUS Kriterien.

⁷¹ Die Oberkörperhochlagerung dient der Verbesserung des venösen Abflusses aus dem Schädel. Bei niedrigem Blutdruck kann die zeitgleiche Hochlagerung der Beine („Klappmesser“) hilfreich sein.

⁷² Auch mit Wendl-Tubus möglich. Hierbei ist auf eine korrekte Anwendung zu achten! Der Wendl muss streng Richtung Unterkiefer an der Nasenbasis entlang geschoben werden und nicht in Richtung Augen/Kopf. Bei V.a. Schädelbasisfraktur (z. B. Blut-/Liquorfluss aus der Nase und/oder dem Ohr) keinen Wendl-Tubus benutzen.

⁷³ Ziel RR systolisch ist mindestens 90 mmHg, besser 120 mmHg um einen ausreichenden Perfusionsdruck aufrechtzuhalten. Eine permissive Hypotension ist zu vermeiden (siehe Volumenmanagement/Kreislaufstabilisierung).

⁷⁴ NaCl 10 % steigert den Blutdruck, reduziert ein Hirnödem und verbessert so die Mikrozirkulation. Alternativ kann Mannitol zur Senkung des Hirndruckes verabreicht werden, allerdings ist dies nur in Glasflaschen verfügbar und muss warm gelagert werden.

- Vermeide eine Hypoxämie (Ziel SpO₂ > 90 %).
- Erwäge bei erhöhtem Hirndruck mit Einklemmungszeichen (Anisokorie, Erbrechen, Cushing Reflex (Bradykardie, Hypertonie, unregelmäßige Atmung) eine temporäre Hyperventilation (etCO₂ 30 – 35 mmHg), wenn der Patient beatmet ist.
- Ausreichende Analgesie mittels Esketamin⁷⁵

Analgesie:

- Frühzeitig an eine Analgesie denken!⁷⁶
- Im Einsatz keine Acetylsalicylsäure (ASS) einnehmen⁷⁷
- Wenn Opioide i.v. eingesetzt werden, sollte Naloxon vorgehalten werden.
- Lokal- oder Regionalanästhesie abhängig vom Ausbildungsstand erwägen.
- Ziel einer Analgesie ist nicht die komplette Schmerzfremheit, sondern die Reduktion des Schmerzes, so dass der Patient selbstständig agieren kann.
- Bei Analgetikagabe, vor allem bei Esketamin, im Zweifel Entwaffnung des Patienten und Entfernung der Kommunikationsmöglichkeiten.
- **Fentanyl-„Lolli“ 800µg:**⁷⁸
 - Indikation:
 - Leicht- bis mittelschwer Verwundete mit starken Schmerzen
 - Ansprechbare Verwundete ohne Schockzeichen
 - Als initiale Schmerztherapie
 - Verwundete ohne i.v./i.o. Zugang

⁷⁵ Analgesie mit Esketamin. Wirkung: erhaltene Schutzreflexe, gesteigerter Sympathikotonus mit RR-Stabilisierung, erhaltener Atemantrieb (bei subanästhetischen Dosen geringe Gefahr der Hypoventilation mit Hyperkapnie), möglicherweise neuroprotektive Eigenschaften. Cave: vermehrte Speichelproduktion. Zur Vorbeugung kann Atropin 0,5 mg i.v. oder Glycopyrronium 0,2 mg i.v. verabreicht werden. Eine Analgesie mit Opioiden kann deutlich schneller zur Beeinträchtigung des Atemantriebes führen und eine schädigende Hyperkapnie verursachen, sowie eine Kreislaufdepression begünstigen.

⁷⁶ Eine frühzeitige und effektive Schmerzbekämpfung verringert den Sauerstoffverbrauch, reduziert das Auftreten eines posttraumatischen Stresssyndroms (PTSD) sowie chronischer Schmerzen.

⁷⁷ ASS hemmt für ca. eine Woche nicht reversibel die Thrombozytenaggregation und vermindert somit die Blutgerinnung im Fall einer Verwundung entscheidend. Auch andere NSAR (nicht steroidale Antirheumatika) wie z.B. Ibuprofen oder Diclofenac, können die Blutgerinnung beeinflussen, allerdings weniger ausgeprägt.

⁷⁸ Fentanyl „Lolli“ ist eine umgangssprachliche Bezeichnung für eine Fentanyl-Lutschtablette mit Applikator – sozusagen „am Stiel“ für die Mundschleimhaut. Zur Anwendung wird das Reiben des Applikators an der Mundschleimhaut empfohlen. Dies ist im Einzelfall jedoch nicht immer möglich. Das Zerbeißen und Schlucken sollte auf jeden Fall vermieden werden, da dann die Resorption nur zeitlich verzögert enteral erfolgen kann.

Darüber hinaus sind auch Sublingualtabletten mit Sufentanil und Fentanyl sowie Fentanyl Nasenspray marktverfügbar. Diese sind allerdings, im Gegensatz zum Lolli, nicht durch den Patienten titrierbar.

Werden transmucosale Opioide bei akutem Trauma angewendet, so ist dies eine off-label Anwendung.

Der teilweise noch verfügbare 10mg Morphin-Autoinjektor hat eine etwa äquivalente Dosis, die Gabe kann jedoch nicht titriert werden, der Wirkeintritt ist langsamer und die Applikation im Oberschenkel ist bei einem zentralisierten Patienten weniger sinnvoll.

- o Fentanyl-„Lolli“ für 15 Minuten in der Wangentasche platzieren und aktiv entlang der Schleimhaut beider Wangen bewegen, um den Wirkstoff auf eine möglichst große Fläche zu verteilen. Den Verwundeten darauf hinweisen den „Lolli“ nicht aktiv zu lutschen.
- o Anschließend erneute Beurteilung des Schmerzzustandes. Anweisung an den Verwundeten, bei ausreichender Analgesie den „Lolli“ eigenständig aus dem Mund zu entfernen.
- o Aus Sicherheitsgründen kann der Fentanyl-„Lolli“ mit Tape am Finger des Verwundeten befestigt werden (fällt bei Vigilanzminderung ggf. aus dem Mund)
- o Auf lange tiefe Atemzüge und reduzierte Atemfrequenz als Zeichen der Überdosierung achten.
- o Bei anhaltendem Schmerz anschließend ggf. einen zweiten Fentanyl-„Lolli“ in die andere Wangentasche legen.
- o Bei Übelkeit Gabe eines Antiemetikums, z.B. Ondansetron-Schmelztablette 4mg⁷⁹.

• **Esketamin⁸⁰:**

- o Indikation:
 - Mittel- bis schwerstverletzte Verwundete und zur prozeduralen Analgesie⁸¹
 - Verwundete, die aufgrund der Verletzung nicht mehr eigenständig sitzen oder keinen Aufforderungen folgen können.
 - Verwundete mit Schockzeichen/kreislaufinstabile Verwundete.
- o Vorsicht: Nach Gabe von Esketamin sind die Verwundeten nicht mehr in der Lage, auch nur einfachen Anweisungen zu folgen.
- o Eine Anwendung von Esketamin ist auch nach vorheriger oder anschließender Therapie mit Opioiden möglich und sicher.
- o Eine Gabe ist i.v./i.o, alternativ auch intramuskulär (i.m.) oder nasal (i.n.) möglich.
- o In Kombination mit anfangs 1-2 mg Midazolam i.v. anzuwenden. Ein weiteres Titrieren des Midazolams ist bis zu max. 5 mg bei persistierender Unruhe möglich. Wenn zeitlich möglich, Midazolam vor der Esketamin Gabe applizieren.

⁷⁹ Die Gabe einer Schmelztablette eignet sich insbesondere für Verwundete, bei denen (noch) kein i.v.-Zugang etabliert wurde. Bei Verfügbarkeit eines Zuganges können Antiemetika auch i.v. appliziert werden. Antiemetika sind zudem relevant zur Vermeidung einer transportbedingten Übelkeit (Kinetosen). Ondansetron ist lediglich für Übelkeit und Erbrechen bei Zytostatika- und Strahlentherapie sowie bei postoperativer Übelkeit und Erbrechen zugelassen. Alle weiteren Anwendungen entsprechen einem off-label use.

⁸⁰ Esketamin bewirkt eine dissoziative Analgesie. Es wirkt kreislaufstabilisierend, erhält die Schutzreflexe, erhält bei subanästhetischen Dosen den Atemantrieb, wirkt in kurzer Zeit hoch analgetisch und hat eine kurze Halbwertszeit – was allerdings die kontinuierliche Wiederholung der Gabe erfordert. Vorsicht: bei Überdosierung ist ebenso eine Atemdepression für kurze Zeit möglich. Penetrierende Augenverletzungen stellen keine Kontraindikation zur Anwendung von Esketamin dar. Nur bei erhöhtem Augeninnendruck durch ein Glaukom ist Esketamin mit Vorsicht zu verwenden.

⁸¹ z.B. technische Rettung bei erhaltener Spontanatmung, Reposition von Frakturen, andere kurze, schmerzhaft Maßnahmen.

- Mit dem Verwundeten sprechen, beginnende Wirkung des Medikaments erläutern⁸².
- Dosierung⁸³ (für einen durchschnittlichen Patienten mit ca. 80 kg KG):
 - **i.v./i.o.** initial 25 mg Esketamin, Wirkeintritt nach 2-3 min, dann weiter vorsichtig bis zur Schmerzfreiheit in 12,5 mg-Schritten⁸⁴ titrieren.
 - Wenn erforderlich Repetitionsdosis nach ca. 15-20 min, als Anhalt 1/2 der Initialdosis.
 - **i.n.**⁸⁵ initial 50 mg Esketamin (alleinige Gabe), Wirkeintritt nach 5-10 min.
 - **i.m.**⁸⁶ initial 100 mg Esketamin

- **Midazolam:**

- Indikation:
 - Angstzustände, Agitation, Aufregung, Panik
 - in Kombination mit Esketamin
- Dosierung⁸⁷ (für einen durchschnittlichen Patienten mit ca. 80 kg KG):
 - **i.v./i.o.** 1- 2 mg (ggf. bis max. 5 mg in 1 mg-Schritten titrieren)
 - **i.m./i.n.** initial 2,5 - 5 mg⁸⁸
- Alternativ kann auch eine 1 mg Lorazepam Schmelztablette sublingual gegeben werden.

⁸² Esketamin hat eine dissoziative Wirkung. Verwundete können lärmempfindlich sein und äußere Einflüsse als unangenehm empfinden. Ebenso sind unvorhersehbare psychische Reaktionen möglich. Durch die Dissoziation können die Verwundeten nicht mehr aktiv am Umfeld teilnehmen bzw. auf Aufforderungen reagieren, weshalb Esketamin weder bei leicht Verletzten noch bei eigenständig mobilen Verwundeten angewendet werden sollte. Hier werden Opiode empfohlen (siehe oben).

⁸³ Dosierung für Esketamin nach Fachinformation 0,125 – 0,25 mg / kgKG i.v. und 0,25 – 0,5 mg / kgKG i.m. (i.m. ggf. bis zu über 1mg / kgKG notwendig) Vorsicht: Auf die Verdünnung der verfügbaren Ampullen achten. Hier sind unterschiedliche Konzentrationen (mg/ml) auf dem Markt.

⁸⁴ Bei beginnendem Nystagmus (rhythmische Augenbewegung zur Seite) oder Schließen der Augen, bzw. wenn der Verwundete nicht mehr ansprechbar ist, keine weitere Gabe von Esketamin.

⁸⁵ Die i.n. Gabe eignet sich vor allem zur initialen Analgesie. Eine i.n. Gabe sollte über einen Zerstäuberaufsatz erfolgen. Die maximale Menge pro Nasenloch beträgt 1 ml Flüssigkeit, da höhere Mengen in der Regel verschluckt werden. Eine Gabe sollte immer auf beide Nasenlöcher verteilt werden, um die Resorptionsfläche zu maximieren. Es muss deshalb die höchste zur Verfügung stehende Konzentration verwendet werden.

⁸⁶ Die i.m. Gabe eignet sich vor allem zur initialen Analgesie.

⁸⁷ Dosierung für Midazolam nach Fachinformation 0,025 – 0,05 mg / kgKG i.v. zur Sedierung

⁸⁸ Die i.n. Gabe eignet sich vor allem zur initialen Analgesie. Eine i.n. Gabe sollte über einen Zerstäuberaufsatz erfolgen. Die maximale Menge pro Nasenloch beträgt 1 ml Flüssigkeit, da höhere Mengen in der Regel verschluckt werden. Eine Gabe sollte immer auf beide Nasenlöcher verteilt werden, um die Resorptionsfläche zu maximieren. Es muss deshalb die höchste zur Verfügung stehende Konzentration verwendet werden.

- **Methoxyfluran:**⁸⁹

- Indikation:
 - Leicht- bis mittelschwer Verwundete mit starken Schmerzen
 - Ansprechbare Verwundete ohne Schockzeichen
 - Als initiale Schmerztherapie
 - Verwundete ohne i.v./i.o. Zugang
- Vorbereitung des Applikators und Erklärung der Anwendung durch Sanitätspersonal.
- Dosierung:
 - Patientengesteuerte Inhalation und Schmerztherapie, so dass weiterhin Handlungsfähigkeit besteht.
 - Pro Patient können zwei Violon mit jeweils 3 ml verabreicht werden.

- **Orale Analgetika (nichtsteroidale Antiphlogistika):**

- Können in „combat pill packs“⁹⁰ am Mann mitgeführt werden.
- Sind allein für starke Schmerzzustände nicht ausreichend, sollten aber dennoch gegeben werden, um die Dosis starker Analgetika reduzieren zu können.
- Gabe von 1000 mg Paracetamol in Kombination mit 60-90 mg Etoricoxib oder 1000 mg Metamizol.

⁸⁹ Methoxyfluran (Penthrox®/Pentthrop®) kann mit Hilfe eines Applikators inhaliert werden und wirkt nach einigen Atemzügen analgetisch („green whistle“). In Australien und Neuseeland wird es seit Jahrzehnten in der Rettung und Notaufnahme und in der Berg- und Wildnis Medizin ebenfalls zunehmend mit guten Erfahrungen angewendet. In der angegebenen Dosierung sind Nebenwirkungen unwahrscheinlich. Derzeit kann das Medikament in Deutschland nur über internationale Apotheken bezogen werden. Es ist nicht BTM pflichtig, was die Bewirtschaftung im Vergleich zu Opioiden deutlich erleichtert. Die Vorbereitung des Applikators erfordert eine gründliche Ausbildung, die Anwendung kann durch den Patienten problemlos selbst erfolgen.

⁹⁰ Jeder Soldat erhält zusätzlich zu seinem IFAK (Individual First Aid Kit) ein Päckchen mit oralen Medikamenten (z.B. Antiemetikum, Protonenpumpenhemmer, Sedativum, Analgetikum, Antibiotikum). Die Protokolle hierzu können variieren und sind abhängig von Nationalität, Einsatzgebiet, Ausbildung und möglichen Unverträglichkeitsreaktionen!

Hypothermiemanagement:⁹¹

- Verwundete so wenig wie möglich den Wettereinwirkungen aussetzen: Schutz vor Kälte, Wind und Niederschlag suchen.
- Bekleidung, soweit wie praktikabel, am Verwundeten belassen und nur kurzzeitig für Untersuchung/Maßnahmen öffnen/verschieben („close the box“). Aufschneiden der Kleidung kritisch hinterfragen.
- Durchnässte Kleidung sollte unter Witterungsschutz (z.B. Überwurfzelt) gegen trockene getauscht werden.⁹² Feuchte Bekleidung kann belassen werden. Ist ein Kleidungswechsel nicht möglich (Zeitansatz, Verletzungen, keine trockene Bekleidung verfügbar ...) sollte eine Dampfsperre verwendet werden (siehe unten).
- Wärmeschutz optimieren⁹³:
 - Frühzeitig den Kontakt des Verwundeten zum Boden isolieren (Aufsetzen, Lagerung auf Isoliermatte, dicker Bekleidung⁹⁴ ...).
 - Dampfsperre (nicht atmungsaktive Schicht, z.B. Rettungsdecke) eng um den Oberkörper auf der untersten Bekleidungsschicht wickeln.
 - Aktive Wärmequelle auf den Brustkorb und in die Achseln legen, ohne direkten Hautkontakt (z.B. chemische Wärmedecken, aufkochbare chemische Wärmeelemente, warme Flüssigkeit in nicht isolierter Flasche, Taschenöfen ...).
 - Isolierschichten (z.B. Poncholiner, Bekleidung, Schlafsack ...) verwenden, um die Isolation zu verbessern.
 - Kopf gegen Auskühlung schützen (z.B. Mütze, Kapuze aus Rettungsdecke).
 - Bei Wind und Feuchtigkeit: Wasser- und windabweisende äußere Schicht anlegen (z.B. Biwaksack, Plane ...)
- Kein marktverfügbares Hypothermieschutzset ist ideal. Jedes System muss deshalb nach den oben beschriebenen Gesichtspunkten optimiert werden.
- Stehen keine Materialien zur Erstellung einer Wärmepackung zur Verfügung kann als

⁹¹ Die Hypothermie gehört neben der Koagulopathie und Azidose zu der „Letalen Trias“. Die Blutgerinnung ist maßgeblich von der Körpertemperatur abhängig. Die Aktivität der Gerinnungsfaktoren reduziert sich mit dem Verlust eines jeden Grades Körpertemperatur um ca. 10% und die Thrombozytenaggregation ist vermindert. Somit ist die Prävention der Hypothermie gleichzeitig eine Maßnahme zur Blutstillung.

Kritisch ist eine Körperkerntemperatur < 34°C, Temperaturen < 32°C sind beim Traumatpatienten mit einer extrem hohen Mortalität assoziiert. Bei Traumatpatienten spricht man bereits bei unter 36 °C Körperkerntemperatur von einer Hypothermie, die akzidentelle Hypothermie wird als Körperkerntemperatur unter 35 °C definiert. Die Therapie der hypothermiebedingten Koagulopathie ist die Wiedererwärmung.

⁹² Ist die Transportzeit zu einem witterungsgeschützten Ort kürzer als 30 Minuten, sollte auch bei durchnässter Bekleidung in der Regel auf einen Kleidungswechsel verzichtet werden, der Wärmeschutz wie beschrieben optimiert werden und ein zügiger Transport erfolgen.

⁹³ Die nachfolgenden Punkte beziehen sich auf einen optimalen präklinischen Wärmeerhalt, z.B. bei hypothermen Patienten. Die aufgeführten Maßnahmen müssen unter Berücksichtigung einer optimalen Traumaversorgung ggf. adaptiert werden, jedoch bleibt das Grundprinzip bestehen.

⁹⁴ Rettungsdecken oder Tragetücher ohne Isolation verhindern nicht den Wärmeverlust in den Boden (Konduktion) und reichen daher nicht aus. Sie sollten dennoch frühzeitig, z. B. bei Drehung des Patienten im Initial/Primary Survey, genutzt werden, um an nicht am Boden aufliegenden Körperregionen den Wärmeverlust zu verlangsamen und ein Tragemittel zur schnellen Evakuierung zur Verfügung zu haben. Idealerweise sind die Tragemittel bereits mit eingeklebten Rettungsdecken vorbereitet.

Notverfahren auf das Prinzip des „buddy warming“ zurückgegriffen werden, idealerweise in einem Schlafsack.

- Infusionen über einen Infusionswärmer als Bolus verabreichen (Gefahr der Auskühlung der Flüssigkeit im Infusionssystem).
- Gehende Patienten sollten mit einer Rettungsdecke über der untersten Bekleidungsschicht vor weiterer Auskühlung geschützt werden. Als Anlagetechnik wird der „Tyrolean Wrap“⁹⁵ empfohlen.

Überwachung der Vitalparameter:

Wann immer möglich ist ein kontinuierliches Monitoring der Vitalparameter durchzuführen und zu dokumentieren.

- Bewusstsein / Vigilanz (AVPU)
- Atemfrequenz (AF)
- Herzfrequenz (HF)
- Blutdruck (RR)
- Hautfarbe/Rekapillarisationszeit (sec)
- Temperatur (°C)
- Sauerstoffsättigung (SpO₂)
- Kapnometrie/-graphie (etCO₂) bei beatmeten Patienten

Darüber hinaus sollten alle durchgeführten medizinischen Maßnahmen regelmäßig reevaluiert werden.

Frakturen:

- Extremitäten regelmäßig bzgl. pDMS (periphere Durchblutung, Motorik, Sensibilität) untersuchen.
- Offene Frakturen keimarm bedecken.
- Ein Tourniquet kann die transossäre Blutung nur bedingt stillen.⁹⁶ Nur in Extremfällen kann die Anlage eines Tourniquets bei Frakturen temporär indiziert sein, um sie schnellstmöglich nach der Anlage eines Verbandes wieder zu lösen (ggf. Nutzung von Hämostyptika).
- Frakturen reponieren, achsengerecht lagern und immobilisieren / schienen.

⁹⁵ <https://www.bergundsteigen.com/artikel/alpinhacks-tyrolean-wrap-mit-der-rettungsdecke/>

⁹⁶ Die Anlage muss oberhalb des Eintritts der den Knochenmarksraum versorgenden Arterie erfolgen, also z.B. auch bei US-Frakturen am Oberschenkel. Wenn die lokale Versorgung des Bruches mit einem suffizienten Verband erfolgt ist (i.S. eines Fremdkörper-Verbandes Druck auf die Knochenenden vermeiden) gilt hinsichtlich Anlagehöhe der Tourniquets i.S. von „Last Resort“ unverändert; „so nah, wie es eine effektive Funktion hat“.

- Kontrolle pDMS nach Reposition und Anlage der Schienung.
- Bei Fehlen eines peripheren Pulses sollte immer ein Repositionsversuch durchgeführt werden. Bei dislozierten Sprunggelenkfrakturen hat auch bei erhaltenen Fußpulsen immer ein Repositionsversuch zu erfolgen.

Lösen eines Tourniquets/Tourniquet Konversion:

- Zielsetzung nach Anlage eines Tourniquets zur temporären Blutstillung ist es, dieses so schnell wie möglich durch andere blutstillende Maßnahmen wie beispielsweise ein Druckverband oder eine Wundtamponade zu ersetzen.
- Beim Lösen eines Tourniquets kann es in Abhängigkeit vom Weichteilschaden zu einem Tourniquet-Reperfusionssyndrom (Crush Syndrom) mit Herzrhythmusstörungen, Schockprogredienz, Nierenversagen und einem Kompartmentsyndrom der betroffenen Extremität kommen.⁹⁷ Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Reperfusionssyndroms steigt mit der Liegezeit des Tourniquets, bei Anlagedauern von bis zu zwei Stunden ist dies unwahrscheinlich.
- Während der Öffnung eines länger liegenden Tourniquets (> 4-6 h) sollte eine EKG-Überwachung erfolgen, ein Volumendefizit bestmöglich ausgeglichen werden und Labordiagnostik verfügbar sein. Auftretende Herzrhythmusstörungen sind gemäß der ERC-Guidelines zu behandeln.⁹⁸ Eine Gabe von 30 ml Calciumgluconat 10 % kann das Risiko von Kalium-induzierten Herzrhythmusstörungen reduzieren.
- Bei schon angelegten Tourniquets (ohne Kenntnis des Anlagezeitpunktes) wird eine Abnahme nur unter kontrollierten Bedingungen empfohlen.
- Beträgt die Transportzeit weniger als 30 min, ist, um den Transport nicht zu verzögern, eine Konversion nicht zwingend notwendig.
- Bevor ein Tourniquet gelöst wird, muss sichergestellt sein, dass:
 - der Verwundete hämodynamisch stabil und nicht von weiteren persistierenden Blutungen/Problemen betroffen ist (kein persistierendes A-, B- oder C-Problem).
 - eine effektive Blutstillung auf anderem Weg⁹⁹ möglich ist
 - die Wunde regelmäßig kontrolliert werden kann
- Der Zeitpunkt des Lösens des Tourniquets muss ebenfalls dokumentiert werden.
- Das Tourniquet verbleibt gelöst an der Extremität, um bei einer erneuten Blutung schnell reagieren zu können! Hierbei ist eine venöse Stauung durch ein unzureichend gelöstes Tourniquet zu vermeiden.
- Ist das Tourniquet weiterhin erforderlich, dieses nicht mehr auf der Bekleidung, sondern direkt

⁹⁷ Die Reperfusion der betroffenen Extremität kann durch das Einschwemmen von toxischen Stoffwechselprodukten aus dem geschädigten Weichteilgewebe in den Kreislauf zu einem sprunghaften Anstieg der Kaliumkonzentration im Blut und einem Abfall des pH-Wertes führen. Freigesetztes Myoglobin aus untergegangenen Muskelzellen kann die Nieren schädigen (Crush Syndrom). Durch eine Permeabilitätssteigerung der Gefäßwände in der betroffenen Extremität kann es bei der Reperfusion zu einem Kompartmentsyndrom kommen.

⁹⁸ <https://www.springermedizin.de/notfall-rettungsmedizin-4-2021/19262118>

⁹⁹ Verband, Druckverband, Hämostyptika, Stumpfverband oder ähnliches. Siehe Algorithmus Tourniquet.

auf der Haut, ca. eine Handbreit oberhalb der Wunde platzieren¹⁰⁰. Erwäge in solchen Fällen die Verwendung eines pneumatischen Tourniquets.¹⁰¹

- Amputationsverletzungen sollten primär mittels Tourniquets versorgt werden. Die Anlage eines Stumpfverbandes sollte jedoch erwogen werden, wenn eine Transportzeit von mehr als zwei Stunden zu erwarten ist. Hierzu ist ein intensives Training erforderlich.

Verbrennungen:

- Primär erfolgt die Behandlung akut lebensbedrohlicher Verletzungsbilder. Eine Ablenkung von diesen durch beeindruckend wirkende Verbrennungen muss vermieden werden. „Behandle den Traumapatienten mit Verbrennungen und nicht den Verbrennungspatienten mit Trauma.“
- Alle invasiven Maßnahmen können auch auf verbrannter Haut durchgeführt werden.
- Gesichtsverbrennungen (insbesondere die in geschlossenen Räumen oder durch Verpuffung/Explosion erlittenen) sind häufig mit Inhalationstraumen kombiniert.
 - Verstärktes, regelmäßiges Kontrollieren des Atemweges.
 - Beachten der Pulsoxymetrie¹⁰².
 - Koniotomie bei Verlegung der oberen Atemwege in Betracht ziehen.
- Verbrannte Körperoberfläche (VKOF) mit Hilfe der 9er-Regel bestimmen¹⁰³.
- Verbrennungen mit trockenen, keimarmen Verbänden¹⁰⁴ bedecken.
- Verbrennungsoffer sind besonders gefährdet, eine Hypothermie zu entwickeln. Immer den Wärmeerhalt beachten (siehe oben).
- Aufgrund der Hypothermie-Gefahr ist eine Kühlung bei > 10 % VKOF nur innerhalb der ersten Minuten nach Verbrennung mit lauwarmem Wasser sinnvoll¹⁰⁵

¹⁰⁰ Hierzu wird empfohlen, mit einem zweiten Tourniquet zu arbeiten, um einen Blutverlust beim Öffnen und Versetzen des Tourniquets zu vermeiden. Aufgrund der Blutung aus dem Knochenmarksraum muss bei einer Amputation der Stumpfverband Druck auf das freie Knochenende ausüben. Die Gewebeerstörung ist abhängig von der Art der Verletzung. Bei einer Sprengverletzung wird das Tourniquet erst weiter proximal effektiv sein. Die o.g. Faustformel „5 – 10cm oberhalb“ trifft primär bei einer Amputation durch Schnitt/Säge/großes Schrapnell zu.

¹⁰¹ Pneumatische Tourniquets weisen, vermutlich aufgrund der homogenen und großflächigeren Druckverteilung, den höchsten Anlagekomfort und die geringste Komplikationsinzidenz auf. Auf Grund des Packmaßes, Gewichtes, Preises und der Gefahr einer Beschädigung der Luftkammer in präklinischen Szenarien eignen sie sich jedoch vorzugsweise für den Einsatz in Rettungsmitteln und in medizinischen Behandlungseinrichtungen. Derzeit Vom CoTCCC empfohlene pneumatische Tourniquets: EMT, TPT2.

<https://books.allogy.com/web/tenant/8/books/f94aad5b-78f3-42be-b3de-8e8d63343866/>

¹⁰² Vorsicht: Die Standard-Pulsoxymetrie liefert keine Hinweise für eine Kohlenstoffmonoxidvergiftung (CO-Intoxikation) oder Methämoglobinämie. Hierfür sind spezielle Pulsoxymeter notwendig. Das bedeutet, dass ein Verbrennungspatient hypoxisch sein kann, obwohl das Pulsoxymeter eine Sättigung von > 95% anzeigt. Hintergrund ist das ähnliche Absorptionsspektrum des mit CO beladenen Hämoglobins/Methämoglobins. Darum ist eine klinische Überwachung unerlässlich und bis zum Beweis des Gegenteils ist, bei Verbrennungs- oder Inhalationstraumata, von einer CO-Intoxikation/Methämoglobinämie auszugehen.

¹⁰³ Alternativ kann mit der Fläche einer Patientenhand inkl. der Finger (entspricht ca. 1 % KOF) die verbrannte Körperoberfläche bestimmt werden.

¹⁰⁴ Zu empfehlen sind mit Metalline beschichtete Verbände. Sterile Kompressen oder kommerzielle Verbände wie die Emergency-Bandage können bei Fehlen von speziellen Wundauflagen ebenso verwendet werden. Wichtig ist es, eine weitere Verunreinigung der Wunde zu vermeiden! Bei großflächigen Verbrennungen kann eine Rettungsdecke zum Abdecken verwendet werden.

¹⁰⁵ Keine kühlenden Verbände bei großflächigen Verbrennungen. Bei kleinflächigen Verbrennungen kann durch längere Kühlung oder Verwendung von kühlenden Wundauflagen ein guter analgetischer Effekt erzielt werden.

- Ausreichende Analgesie (gemäß Abschnitt Analgesie).
- Flüssigkeitssubstitution¹⁰⁶ bei über 20 % KOF i.v. oder i.o.:
 - o Initial in der ersten Stunde max. 1000ml balancierte kristalline Lösung
 - o Auf eine ausreichende Diurese 0,5 -1 ml/kg/h muss geachtet werden. Dies ist insbesondere bei langen Transport- und Versorgungszeiten wichtig.
 - o Bei zusätzlichem hämorrhagischem Schock ist nach oben genanntem Schema im Abschnitt Volumentherapie vorzugehen.

Penetrierende Augenverletzung:

- Schnelles Überprüfen der Sehkraft.¹⁰⁷
- Auge mit einer festen Augenklappe abdecken.
 - o Keinen Druck auf das Auge ausüben.
 - o Keine Kompressen verwenden¹⁰⁸.
 - o Keine Medikamente/Salben lokal anwenden.
- An ausreichende Analgesie denken, Lokalanästhetika¹⁰⁹ erwägen.

Antibiotikagabe:

- Antibiotikagabe ist bei allen¹¹⁰ offenen „combat related injuries“ indiziert.
- Schnellstmögliche Einmalgabe, wenn die nächste Behandlungseinrichtung nicht innerhalb der nächsten 3 Stunden erreicht werden kann.
- Gefahr der anaphylaktischen Reaktion auf Antibiotika beachten. Siehe Anaphylaxie.
- Generell ist die i.v. Gabe eines Antibiotikums anzustreben, z.B. Piperacillin/Tazobactam¹¹¹ 1 x

¹⁰⁶ Insbesondere bei langen Versorgungszeiten ist eine kalkulierte Flüssigkeitstherapie indiziert, um den Verwundeten nicht zu überwässern. Möglichkeiten sind hier z.B. die Baxter-Parkland-Formel: II° und III° VKOF in % x 4 ml x kgKG innerhalb 24 Std. 50% in den ersten 8 Stunden, 25 % jeweils in den weiteren 2 x 8 Stunden. Dies ist eine grobe Orientierung und nur für lange Versorgungszeiten anzuwenden. Eine andere Möglichkeit der Flüssigkeitsberechnung ist die USAISR „rule of ten“: initiale Flüssigkeitstherapie mit II° und III° VKOF in % x 10 ml/h für bis zu 80kg. Für jede weiteren 10kg über 80 kg zusätzliche 100ml/h als Grundbedarf. Beispiel: 90 kg Vwu mit 30%VKOF: 30% x 10ml/h = 300ml/h plus 100ml/h (für die 10kg > 80kg) = 400ml/h

Z.B. Finger vorhalten und zählen.

¹⁰⁷ Bei penetrierenden Augenverletzungen ist ein Verkleben von Augenbestandteilen mit Verbandstoffen unbedingt zu vermeiden.

¹⁰⁸ Lokalanästhetika-Augentropfen (wie z.B. Tetracain; Einzelanwendung mit je 1-2 Tropfen pro Auge) in den Bindehautsack tropfen. Wiederholung bei erneuten Schmerzen über längere Zeit möglich. Alternativ können auch gewöhnliche Lokalanästhetika ins Auge geträufelt werden.

¹⁰⁹ Unter dem Begriff „alle offenen Verletzungen“ sind keine Bagatellverletzungen (wie z.B. kleine Schnitt- und Quetschwunden) gemeint. Diese sind mit dem zuständigen Arzt zu bewerten und meist mit einer lokalen Behandlung ausreichend versorgt.

¹¹⁰ Dies deckt grampositive Erreger, gramnegative Erreger und Anaerobier ab. Je nach Einsatzland und Erregerspektrum können andere Antibiotika zu empfehlen sein.

4,5 g i.v. als Einmalgabe.

- In Ausnahmefällen kann bei ansprechbaren Verwundeten eine orale Antibiotikagabe erfolgen, angepasst an das zu erwartende Keimspektrum.

Anaphylaxie-Behandlung:

- Zufuhr des Allergens stoppen¹¹².
- Wenn der Verletzte ansprechbar ist, bekannte Allergien erfragen.
- Bei kardiopulmonalen Symptomen (Schwellung der Atemwege, Stridor, Atembeschwerden, Bronchospasmus, Hypotension, Schock) und Bewusstlosigkeit Adrenalin ¹¹³ 0,5 mg unverdünnt i.m. verabreichen.
- Bei fulminantem Verlauf mit Kreislaufinsuffizienz und bereits liegendem i.v./i.o. Zugang kann Adrenalin durch erfahrene Anwender in 0,05 – 0,1 mg Schritten titriert werden (Verdünnung 1:10.000 oder 1:100.000).
- Bei Schwellung der Atemwege, Stridor und Atembeschwerden zusätzlich 3 – 5 mg Adrenalin unverdünnt vernebeln. Gegen einen Bronchospasmus kann alternativ ein β 2-Mimetikum (z.B. Salbutamol Spray 2 bis 8 Hübe (200 – 800 μ g) inhalativ gegeben werden.
- Sauerstoffgabe mit dem Ziel einer $SpO_2 > 95 \%$.
- Bei Hypotension Volumengabe von 500 -1000ml balancierter kristalliner Lösung.
- Bei Herz-Kreislaufstillstand Reanimation analog aktueller Leitlinien.
- Als weitere Therapiemaßnahme Gabe eines Histamin-Antagonisten ¹¹⁴ i.v. sowie Kortikosteroiden i.v. (z.B. Prednisolon 500 – 1.000 mg)

Dokumentation:

- Eine Dokumentation ist für den Verlauf des Verwundeten, das Erfassen der Vitalparameter und für die Übergabe an die nächste Behandlungsebene essenziell.
- Alle erfassten Vitalzeichen, klinischen Befunde (Verletzungen), durchgeführten Maßnahmen und Änderungen des Zustandes müssen dokumentiert werden.
- Dies ist auf provisorische Art möglich (Zettel, „Dokutape“ etc.) oder besser auf der „TREMA e.V. Doku-Karte“ (s. Anhang), die es ermöglicht, alle wichtigen Informationen einfach und

¹¹² Stoppen der verabreichten Medikamente, die im Verdacht stehen die Anaphylaxie auszulösen, Giftstachel o.Ä. entfernen. Bei anaphylaktischer Reaktion auf applizierte Medikamente auf keinen Fall i.v./i.o.-Zugang entfernen, sondern für die weitere Therapie nutzen.

¹¹³ Adrenalin steht in einer 1:1.000 Verdünnung (= 1mg/ml) pro Ampulle zur Verfügung. 1:10.000 Verdünnung (1 ml Adrenalin mit 9 ml NaCl 0,9%) = 0,1 mg/ml. 1:100.000 Verdünnung (1 ml Adrenalin in 100 ml NaCl 0,9%) = 10 μ g/ml. Adrenalin wirkt der Schleimhautschwellung sowie der Hypotonie mittels seiner Wirkung auf die α -Rezeptoren und der Bronchospastik aufgrund seiner Wirkung auf die β 2-Rezeptoren entgegen. Zusätzlich wirkt es stabilisierend auf Mastzellen.

¹¹⁴ H₁-Antagonist z.B. Dimetinden 8 mg und H₂-Antagonist z.B. Ranitidin 50 mg. Zur Wirksamkeit von H₂-Antagonisten gibt es wenig Evidenz.

patientennah zu dokumentieren.

- Wichtige zu dokumentierende Informationen:
 - o Tourniquet: Anlageort und -zeitpunkt
 - o Verletzungen
 - o Angewendete Hämostyptika
 - o Vitalparameter, auch im Verlauf
 - o Verabreichte Medikamente inklusive Zeitpunkt (Infusionen, Analgetika, Antibiotika)
 - o Durchgeführte Maßnahmen (z.B. Entlastungspunktion)
- Die Dokumentation sollte jedoch nicht lebensrettende Maßnahmen, die Überwachung und vor allem den Abtransport des Patienten verzögern!

Prolonged Casualty Care (PCC)¹¹⁵

- Verzögert sich der Transport sowie die Evakuierung des Verwundeten bzw. ist aufgrund der Gegebenheiten die Versorgungszeit deutlich verlängert, spricht man von prolonged casualty care.
- Dies ist keine eigene Phase im Sinne des TCCC, es handelt sich hierbei um eine durch taktische Zwänge erzwungene ungeplante längere Versorgung unter Feldbedingungen, für die eigene Leitlinien und Handlungsanweisungen existieren.¹¹⁶
- Hierbei gilt es, den Verwundeten, ohne nennenswerte weitere personelle und materielle Ressourcen, vor weiterem Schaden zu bewahren, ihn über lange Zeit zu versorgen und zu pflegen.
- Die 10 Eckpfeiler des PCC sind:
 1. Monitoring
 2. Flüssigkeitsmanagement
 3. Ventilation, Oxygenierung
 4. Atemwegsmanagement
 5. Sedierung, Analgesie
 6. Untersuchung und Diagnosen

¹¹⁵ Vom CoTCCC wird der Begriff PCC verwendet, der synonym zum Begriff prolonged field care (PFC) ist.

¹¹⁶ www.prolongedfieldcare.org

<https://books.allogy.com/web/tenant/8/books/31645fe7-9b9f-4e23-846c-768253e47a62/#id60788396-74bd-4589-ab68-80c261420422>

7. Pflege, Hygiene, persönlicher Komfort
8. Wundpflege
9. Telemedizin
10. Transportbereitschaft

Grundlegende Verhaltensregeln für „Tactical Evacuation Care“¹¹⁷

(Verwundetenversorgung während des taktischen Verwundetentransports)

- Vor Beginn des Transports sind der Verwundete und das Material auf Transportbereitschaft zu überprüfen:
 - Ist der Atemweg frei bzw. ist die Atemwegssicherung noch suffizient?
 - Sind alle Verbände/Tourniquets noch suffizient? Überprüfe, ob eine Tourniquet-Konversion möglich ist.
 - Ist die Infusion und der i.v./i.o. Zugang gesichert?
 - Ist der Verwundete vor Transportschäden sicher (Lagerungsschäden, Kopf, Extremitäten, Gehörschutz)? Erfordert die taktische Lage eine erneute Ausstattung des Patienten mit ballistischer Schutzausrüstung?
 - Wurde sämtliches Material/Abfall mitgenommen? (Vermeide es, Spuren zu hinterlassen)?
 - Wurde ausreichend dokumentiert?
 - Wärmeerhalt?
 - Erfolgt im Rahmen des Transportes eine Übergabe des Patienten, so ist durch die übernehmenden Kräfte eine Patientenuntersuchung durchzuführen, um den Patientenstatus zu verifizieren.
- Während des Transportes ist ein regelmäßiges Reassessment/Untersuchen des Verwundeten und der durchgeführten Maßnahmen nach dem ABCDE-Schema zwingend notwendig. Hier gelten die in der Phase „Tactical Field Care“ beschriebenen Algorithmen und Empfehlungen.
- Während des Transportes ist eine Überwachung der Vitalzeichen mittels geeigneter Monitoring-Systeme (Pulsoxymetrie, etCO₂, EKG, RR etc.) zu empfehlen.
- Die Mehrzahl der Verwundeten benötigt keinen zusätzlichen Sauerstoff. In den nachfolgend genannten Situationen kann die Sauerstoffgabe jedoch indiziert sein:
 - Reduzierte Sauerstoff-Sättigung (< 90% in der Pulsoxymetrie)
 - Verdacht auf eine CO-Intoxikation (maximal mögliche Sauerstoffgabe)
 - Verletzungen, die eine unzureichende Sauerstoffaufnahme bedingen

¹¹⁷ Der Begriff „Tactical Evacuation Care“ umfasst sowohl die Maßnahmen bei Casualty Evacuation „CASEVAC“ (behelfsmäßiger Verwundetentransport) als auch Medical Evacuation „MEDEVAC“ (qualifizierter Verwundetentransport) gemäß der Definition in der Joint Publication 4-02.

- Bewusstlose Verwundete
- Verwundete mit Schädel-Hirn-Verletzung (Sauerstoff-Sättigung auf einem Wert von über 90% halten)
- Verwundete im Volumenmangelschock
- Verwundete in großer Höhe
- Bei einer bestehenden penetrierenden Thoraxverletzung ist auch dann eine Thoraxdrainage in Erwägung zu ziehen, wenn vor Transportbeginn keine Spannungskomponente festgestellt, oder diese durch eine Entlastungspunktion primär beseitigt werden konnte.
- **Dokumentation** aller erfassten Vitalzeichen, klinischen Befunde (Verletzungen), durchgeführten Maßnahmen und Änderungen des Zustandes auf der „TREMA e.V. Doku-Karte“ während des Transportes fortführen (siehe Anhang).
- Vorbereiten der Übergabe des Verwundeten an die nächste behandelnde Person/Einheit/Ebene. International findet bei Traumapatienten der **AT-MIST** Report breite Anwendung:

AT-MIST Report

- A = **A**ge (Name, Alter, Einheit)
- T = **T**ime (Zeitpunkt des Ereignisses)
- M = **M**echanism of Injury (Verletzungsmechanismus, Kinematik)
- I = **I**njuries or Illness sustained (Verletzungsmuster “von Kopf bis Fuß“)
- S = **S**ymptoms and Vital Signs (initiale, aktuelle und schlechteste Vigilanz, AF, SpO₂, HF, RR)
- T = **T**reatment given (durchgeführte Maßnahmen)

- Ergänzt werden sollte der AT-MIST Report durch:
 - Zusätzliche Informationen – (S)AMPLERS
 - **S**ymptome / Schmerzen
 - **A**llergien
 - **M**edikamente
 - **P**atienten-Vorgeschichte
 - **L**etzte Mahlzeit
 - **E**reignis, besondere Umstände

- **Risikofaktoren**
 - **Schwangerschaft**
- o Übergabe der Dokumentation
- o Warten auf Rückfragen

INITIAL ASSESSMENT / Primary Survey

Scene Safety ⇒ Alle Maßnahmen daran anpassen! Bauchgefühl! (auf Bedrohung reagieren/Deckung aufsuchen/Reiten aus dem Gefahrenbereich)

Impression Erster Eindruck (**kritisch?**) / Bewusstseinszustand (**AVPU**)
Lage: Anzahl Verletzte > Anzahl Helfer ⇒ Erstmeldung / Notruf

Critical Bleedings suchen & stillen: **Tourniquet!** ggf. direkter Druck

Kinematics / Verletzungsmechanismus (MOI) (wenn mgl. Pat. nicht bewegen) **HWS?** / Becken?

Airway
Mund/Rachen inspizieren, ggf. Ausräumen
Atemwege kontrollieren (*sehen, hören, fühlen*)
• **P/U**-Wendel-/Guedel-Tubus einlegen/Bluto. Erbrochenes = **stabile Seitenlage**
• Atmung nochmals kontrollieren
• wenn **keine Atmung**: Larynxmaske/-tubus, Intubation oder Koniotomie • CPR?

Breathing
Kehlkopf u. Halsvenen betrachten (verschoben / gestaut?)
Brustkorb freimachen und komplett einsehen
Verletzungen/Blutungen? ⇒ alle Thoraxwunden mit luftdichtem (Ventil-)Verband verschließen!
• **inspizieren** (Auskultieren) (Abhören) der Lungen bds. / Atembewegung im Seitenvergleich beobachten
⇒ Cave: Spannungspneu
• **Palpieren** (Abtasten) des Brustkorbs (Atembewegung, Stabilität, Emphysem)
• **C** heck the Back (Rücken & Po auf Wunden untersuchen) evtl. Rettungsdecke / Tragetuch unterlegen
• bei V.a. **Spannungspneu sofort entlasten** (Funktion 2. ICR in MCL / 5. ICR in VAL)
• erneut **Atmung** kontrollieren
⇒ Cave MOI: ggf. Kreuzgriff

Circulation
Kreislauf
• Puls orientierend (A. radialis ggf. A. carotis) alt. Recap-Zeit
• **Blood sweep** Pat. kompl. abtasten: Kopf, Arme, Bauch, Becken, Schritt → **Piss?** , **Beine**
⇒ dabei nach weiteren Verletzungen/Blutungen suchen - eigene Hände blutig? → **Shit?**
Blutungen stoppen (Tourniquet, Druckverband, Hämostyptika, ggf. Beckenschlinge)
• Herzfrequenz aus zählen (15") (Verlauf? ⇒ wiederholt kontrollieren)
• erneut **Atmung** kontrollieren

Disability neurologische Defizite
• **AVPU** (Alert, Verbal, Pain, Unresponsive) (o. GCS) kontrollieren
• Pupillen rund & seitengleich? • schnell applizierbare **Schmerzmittel** erwägen

Environment Erweiterte Maßnahmen **Wärmeerhalt**

Alle Maßnahmen sollten innerhalb von 3 min abgeschlossen sein!
Transportentscheidung: **Kritischer Patient** = Evakuierung

Notruf / Meldung an TrpFhr / Einsatzleitung und MIST-AT
(was wurde festgestellt, Maßnahmen, Transportprioritäten, Zeit bis Transportfähigkeit)
M (Mechanism of injury), **I** (Injuries), **S** (Symptoms), **T** (Treatment), **A** (Age of casualty), **T** (Time of injury)

REASSESSMENT / Kontrolle & Behandlung

(Nur wenn zeitlich versetzt zum Initial) Vitalwerte und alle bisherigen **Maßnahmen überprüfen**:
Atmung (-frequenz) und Atemweg (-Sicherung) kontrollieren
Ggf. jetzt Auskultieren der Lungen (1x beidseits) / Atembewegung bds.?
Kontrolle luftdichter Verbände / **Spannungspneu?** ⇒ erneut entlasten
Falls verfügbar
Sauerstoffgabe + Monitoring

Pulse kontrollieren (A. radialis (> 80mmHg = Recap < 2s), A. femoralis (> 70) oder A. carotis (> 60))
Verbände kontrollieren!
Abbindungen kontrollieren (zeitabhängig falls mgl. **Tourniquet durch Druckverband ersetzen**)
i.v.-Zugang immer wenn Zeit & möglich, TXA/**Volumenersatz** wenn nötig (dann ggf. i.o.) evtl. Blutdruck messen
AVPU (Bewusstseinszustand)
Drugs ⇒ (**Schmerz**)-Medikamente (Doku) wenn nötig vor weiterer Untersuchung verabreichen.

RAPID TRAUMA ASSESSMENT / Secondary Survey

Eingehende Untersuchung & Behandlung (von Kopf bis Fuß / „from head to toe, treat as you go“):
⇒ Jetzt werden **alle** Verletzungen, die gefunden werden, sofort behandelt!
(Bei / nach Maßnahmen: wie reagiert der Pat. – z.B. Atmung besser/schlechter, Schmerz?)

- **Kommunikation** mit dem Patienten / **Betreuung**
- **AVPU** (Bewusstseinszustand überprüfen, evtl. Blutzucker)
- Pupillenkontrolle: **PERRLA** (pupils equal, round, react to light, accommodate)
- Inspektion von Mund, Nase, Ohren (Blut, Liquor?)
- Palpation (Abtasten) der Schädelknochen
- Inspektion der Trachea (mittig?) und Halsvenen (gestaut?)
- Palpation der HWS - bei Deformität / DS ⇒ **HWS-Schiene** + Inline-Stabilisierung (Spineboard)
- Brustkorb muss komplett freigemacht werden!
I Inspektion des Brustkorbs (Preliminary: asymmetrische, paradoxe Atmung etc.)
A uskultation (Abhören) Lungen und Herz (Thorax vorne, 3x beidseits)
P erkussion (Abklopfen) des Brustkorbs (Thorax vorne, 3x beidseits)
P alpation (Abtasten) des Thorax (Druckschmerz, Instabilität, Krepitation?)
C heck the Back! (Hose öffnen! Rücken - einschließlich Gesäß - untersuchen)
dazu Kleidung entfernen: Inspektion und Palpation ⇒ Stabilität Wirbelsäule
- Spätestens jetzt vor dem Zurückdrehen Rettungsdecke & Tragetuch unterlegen!

Abdomen
Inspektion und Palpation des Abdomens in 4 Quadranten
• Schmerz? Kinematik? ggf. Anlage **Beckenschlinge**, wenn lageabhängig möglich
Inspektion des Beckens (evtl. Palpation ⇒ SOS = Seite, oben, Symphyse) und der Genitalien

Extremitäten
Beine ⇒ Arme
• Kleidung während der Untersuchung / Behandlung entfernen / verschieben!
• Inspektion und Palpation (auch Beweglichkeit der Gelenke passiv überprüfen)
• distale Pulse tasten / nervalen Versorgung prüfen, ggf. **Schienen** von Frakturen
MCS (motor function, circulation, sensitivity) = **DMS** (Durchblutung Motorik Sensibilität)

- **i.v.-/i.o.-Zugang? Medikamente?** Blutdruck-Messung mittels Manschette.
- **Dokumentation !!!** (evtl. + SAMPLER) immer wieder **Reassessment inkl. Sicherheit!**
- **Lagerung** (sitzend vorgebeugt, Oberkörperhochlage; Schocklage; Bauchdeckenentlastung; stab. SL)

Jetzt können Maßnahmen, die längere Zeit in Anspruch nehmen, getroffen werden:
Abhängig von Lage, Material, Ausbildungsstand:
• Gabe **weiterer Medikamente** (z.B. Antibiotika, Antiemetika)
• ggf. (vor MedEvac) Anlage Thoraxdrainage
• ggf. (prolonged field care) Magensonde / Blasenkatheeter / Wundversorgung

!! Während der gesamten Versorgung auf den Wärmeerhalt achten !!

© TREMA

(> 5d) Stand 01/2024

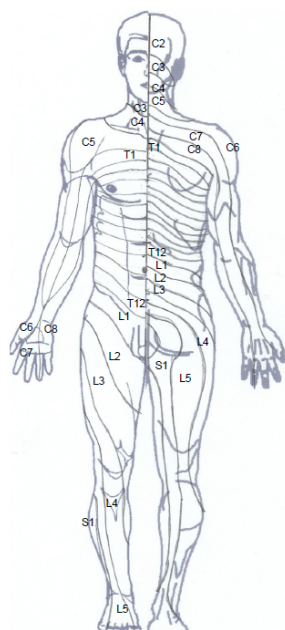


Name: _____

DTG: _____

ID/PK: _____

Allergien: _____



E-N-D-S		15	30	45	15	30	45
Vigilanz	0/1						
Orientierung	0/2						
Horizontale Augenbewegung	0/1						
Vertikale Augenbewegung	0/1						
Lichtreaktion Pupille	0/2						
Sprechen	0/1						
Schlucken	0/1						
Gesichtssymmetrie	0/1						
Armhebung	0/2						
Finger-Nase-Versuch	0/2						
Beinhebung	0/2						
Knie-Hacke-Versuch	0/2						
Sensibilität	0/2						
Summe							
Abzug							

MOI Mechanism of Injury: _____

Diagnose _____

Item	Answer	Points
Vigilanz	Reagiert auf Außenreize	Ja = 0, Nein = 1
Orientierung	Zeit (Monat/Jahr), Situation	Beides = 0, Eines = 1, Keins = 2
Auge horizont	Blick nach links und rechts	Ja = 0, Nein = 1
Auge vertikal	Blick nach oben und unten	Ja = 0, Nein = 1
Lichtreaktion	Reaktion auf Licht	Gleich = 0, Different = 1, Keine Reaktion = 2
Sprechen	Verständlich und klar	Ja = 0, Nein = 1
Schlucken	Kein Hindernis	Ja = 0, Nein = 1
Gesicht	Symmetrisch	Ja = 0, Nein = 1
Armhebung	Möglich und seitengleich	Ja = 0, Different = 1, Nicht möglich = 2
Finger-Nase	Zeigefinger trifft Nasenspitze	Beides = 0, Eines = 1, Keins = 2
Beinhebung	Möglich und seitengleich	Ja = 0, Different = 1, Nicht möglich = 2
Knie-Hacke	Ferse trifft Knie	Beides = 0, Eines = 1, Keins = 2
Sensibilität	Seitengleich und normal	Ja = 0, Different = 1, Kein Gefühl = 2

Name: _____

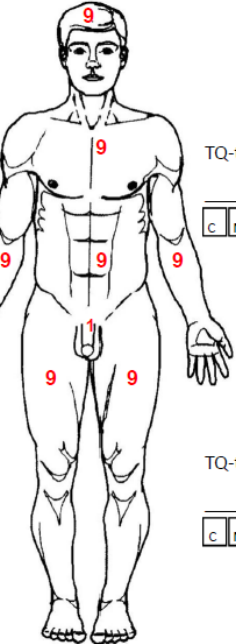
ID/PK: _____

DTG/Time of injury: _____

Age/Alter: _____

Allergies/Allergien: _____

Injuries



TQ-time: _____

C M S

TQ-time: _____

C M S

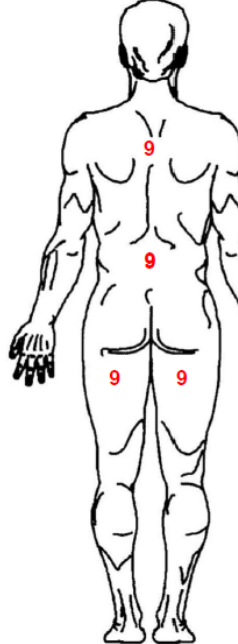
<C> ☐ Tourniquet **Treatment**

A ☐ Recovery Position / Stabile Seitenlage
☐ Nasopharyngeal tube **NPA** / Wendl
☐ Supraglottic **SGA** / Larynx tube
☐ Endotracheal Intubation **ETA**
☐ **Cric** / Koniotomie

B ☐ Chest Seal / luftdichter Verband
☐ Needle Decompression / Entlüftung
☐ Chest Tube / Thorax Drainage

C ☐ Wound / Wunde
☐ Pressure Bandage
☐ Packed Wound
☐ Hemostatic Dressing
☐ Pelvic Sling / Beckenschlinge
☐ Burns / Verbrennungen
☐ i.v. / i.o. / Zugang

D ☐ Pupils LR re li
☐ **Meds** Pain Abx Other
E ☐ Hypothermia-Prevention/Wärmeerhalt
☐ # fracture ☐ Splint / Schienung
☐ Cervical Spine Immobilisation



TQ-time: _____

C M S

TQ-time: _____

C M S

☐ GSW ☐ IED ☐ MVC ☐ Fall ☐ Other: _____

MOI Mechanism of Injury: _____

Diagnose _____

Evacuation Priority

A <60min
Urgent

B <4hrs
Priority

C <24hrs
Routine

Time / Uhrzeit		15	30	45	15	30	45	15	30	45	Notes:
Cristalloid	ml										Treatment
Colloid	ml										
Tranexamic Acid (TXA)	mg										
Midazolam	mg										
S-Ketamine	mg										
Morphine	mg										
Actiq 800µg	EA										
Antibiotics / Abx											
	160										
Key / Legende:											
Tourniquet: applied ▼	140										
released ▲											
HR / Puls ●	120										Symptoms (Vital Signs)
BP systolic / Blutdruck V											
BP diastolic ^	100										
Airway / Intubation: ↓											
NDecompression: X	80										
Transport: T ----- T											
Pulse location: R=radial F=femoral; C=carotis	60										
SpO2	%										Name of Medic / Responder:
RR (RespRate) / Atemfrequenz	/ min										
AVPU / Bewusstsein											
Pain Scale / Schmerz 0-10											