

Schock: Wenn der Kreislauf kollabiert

erstellt: **Gianluca Muthweiler**



schnell – kompetent - mitmenschlich



Diese Präsentation dient ausschließlich der **Fort- und Weiterbildung im Rettungsdienst** und stellt **keine verbindliche Handlungsanweisung** dar.

Die Inhalte basieren auf aktuellen Leitlinien (u. a. S3-Leitlinie Polytrauma /Schwer-verletzten-Behandlung, PHTLS, ATLS) sowie publizierter wissenschaftlicher Literatur. Trotz sorgfältiger Auswahl kann keine Gewähr für **Vollständigkeit, Aktualität und Fehlerfreiheit** übernommen werden.

Die dargestellten Maßnahmen sind stets im Kontext der jeweiligen **Einsatz-situation, lokalen SOPs, rechtlichen Rahmenbedingungen** sowie der **individuellen Qualifikation** anzuwenden.

Im Einzelfall haben **klinische Beurteilung und ärztliche Entscheidung** Vorrang vor standardisierten Abläufen.



Definition

„Der Schock ist ein lebensbedrohliches Syndrom, bei dem das Herz-Kreislauf-System nicht in der Lage ist, eine ausreichende Gewebepfusion und Sauerstoffversorgung aufrechtzuerhalten.“



Dies führt zu einem Missverhältnis zwischen Sauerstoffangebot (DO_2) und Sauerstoffbedarf (VO_2) auf Zellebene.

Das Resultat:

Zelluläre Hypoxie, Energiemangel und – bei ausbleibendem Therapieerfolg – irreversibler Organschaden.

Quelle: NAEMT
(2020): PHTLS –
Prehospital Trauma
Life Support. 9.
Auflage. Jones &
Bartlett Learning.
DGU/AWMF S3-
Leitlinie
Polytrauma/Schwer
verletzten-
Behandlung,
Version 4.0/4.1,
Stand 31.12.2022,
publiziert 2023.



Hypovolämisch

Blutverlust, Flüssigkeitsverlust –
häufigste Form beim Trauma

Distributiv

Sepsis, Anaphylaxie, Neurogen –
Fehlverteilung des Blutvolumens

Kardiogen

Pumpversagen des Herzens – z. B.
nach Myokardinfarkt oder Kontusion

Obstruktiv

Spannungspneumothorax,
Perikardtamponade – mechanische
Behinderung

Quelle: NAEMT (2020): PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9. Auflage. Jones & Bartlett Learning.



Die drei Determinanten

Die Gewebepfusion hängt von drei Faktoren ab:

- Herzminutenvolumen (HMV): Schlagvolumen $\times$ Herzfrequenz
- Gefäßwiderstand (SVR): Tonus der Arteriolen, reguliert durch das autonome Nervensystem
- Blutvolumen (Vorlast): Zirkulierendes intravasales Volumen

Der mittlere arterielle Druck (MAP) ergibt sich aus: $MAP = HMV \times SVR$.

Quelle: NAEMT (2020): PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9. Auflage. Jones & Bartlett Learning.



Aerobe und Anaerobe Zellatmung

Normaler Zellstoffwechsel

Aerob (mit O_2):

Glukose $\rightarrow$ Pyruvat $\rightarrow$ Citratzyklus $\rightarrow$ 36–38 ATP pro Glukosemolekül.

Effizient, keine Laktatakkumulation.

Anaerob (ohne O_2):

Glukose $\rightarrow$ Pyruvat $\rightarrow$ Laktat $\rightarrow$ nur 2 ATP pro Glukosemolekül.

Führt zu metabolischer Azidose und Zellschaden.

Kompensierter Schock



Der Körper aktiviert Gegenregulationsmechanismen, um den Blutdruck aufrechtzuerhalten. Klinisch oft trügerisch unauffällig.

Sympathikusaktivierung

Ausschüttung von Adrenalin & Noradrenalin → Tachykardie, Vasokonstriktion, Schweißausbruch

Zentralisation

Minderperfusion von Haut, Darm, Nieren zugunsten von Herz und Gehirn

RAAS-Aktivierung

Renin-Angiotensin-Aldosteron → Wasserretention, Blutdruckstabilisierung

Quelle: NAEMT (2020): PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9. Auflage. Jones & Bartlett Learning.



Die Kompensationsmechanismen versagen. Blutdruck fällt messbar ab – die Schockspirale beginnt.

1. Versagen der Autoregulation

- Endorgane werden nicht mehr ausreichend perfundiert

2. Anaerober Metabolismus

- Laktatazidose, Kaliumfreisetzung, Zellödem

3. Myokarddepression

- Azidose hemmt die Kontraktilität → weiterer RR-Abfall

4. Multiorganversagen droht

- Niere, Leber, Lunge, Darm – alle betroffen

Quelle: NAEMT (2020): PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9. Auflage. Jones & Bartlett Learning.



Zelltod & Organversagen

- Irreversibler Mitochondrienschaden
- Multiorganversagen

Selbst bei Wiederherstellung der Perfusion kommt es zum Reperfusionsschaden: Freie Radikale, Zellyse, SIRS.

Präklinische Relevanz

Jede Minute ohne adäquate Perfusion verschlechtert die Prognose. Das präklinische Ziel ist die Verhinderung des Eintritts in diese Phase durch:

- Schnelle Blutungskontrolle
- Zielgerichteter Volumenersatz
- Wärmeerhalt
- Zügige Übergabe an das Traumazentrum

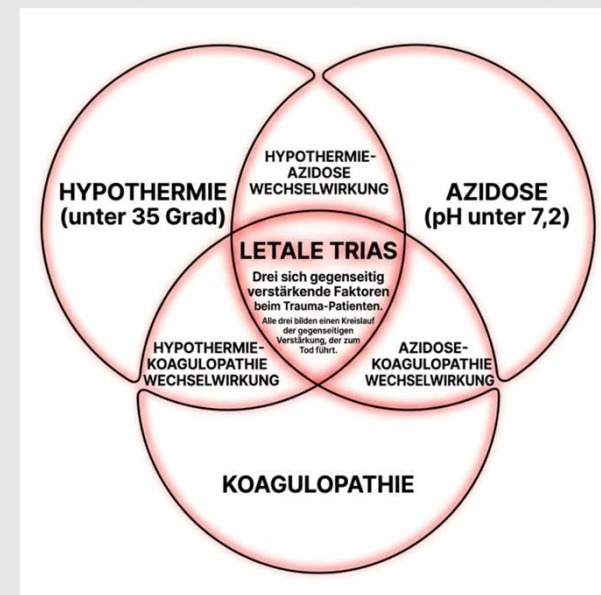
Quelle: NAEMT (2020): PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9. Auflage. Jones & Bartlett Learning.

Letale Trias

Drei sich gegenseitig verstärkende Faktoren

Beim schwerverletzten Patienten entsteht ein gefährlicher Teufelskreis, der ohne Unterbrechung zum Tod führt. Jede Komponente verstärkt die anderen.

- **Hypothermie ($< 35^{\circ}\text{C}$):**
Hemmt Gerinnungsenzyme, verringert Herzleistung
- **Azidose ($\text{pH} < 7,2$):**
Myokarddepression, Gerinnungsversagen
- **Koagulopathie:**
Unkontrollierte Blutung, perpetuiert Blutverlust



DGU/AWMF S3-Leitlinie
Polytrauma/Schwerverletzten-
Behandlung, Version 4.0/4.1, Stand
31.12.2022, publiziert 2023.



Akute traumaassoziierte Coagulopathie (ATC)

Die ATC ist eine endogene Gerinnungsstörung, die bereits am Unfallort beginnt – unabhängig von Dilution oder Hypothermie.

Sie betrifft bis zu 25–35 % aller schwerverletzten

Patienten bei Klinikaufnahme und ist mit einer 4-fach erhöhten Mortalität assoziiert.



DGU/AWMF S3-Leitlinie
Polytrauma/Schwerverle-
tzten-Behandlung,
Version 4.0/4.1, Stand
31.12.2022, publiziert
2023.

Akute traumaassoziierte Coagulopathie



Auslöser:

Gewebstrauma + Schock → Aktivierung von Protein C
→ Hyperfibrinolyse, Thrombozytendeaktivierung

Folgen:

Verbrauch von Gerinnungsfaktoren, Fibrinogen-Mangel,
unkontrollierbare Blutung

Maßnahmen:

TXA (Tranexamsäure) 1g i.v. oder i.o. über 10min,
Hypothermie & Azidose vermeiden



DGU/AWMF S3-
Leitlinie
Polytrauma/Schwerer-
erletzten-
Behandlung, Version
4.0/4.1, Stand
31.12.2022, publiziert
2023.

Schockindex



Der Schockindex ist ein einfaches, schnell verfügbares Screeninginstrument zur Einschätzung des hämodynamischen Status.

$$SI = \frac{\text{Herzfrequenz}}{\text{Systolischer Blutdruck}}$$

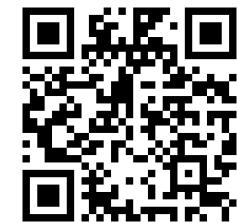
Normal – kein Schock = < 0,9

Leichter bis mäßiger Schock = 0,9–1,3

Schwerer Schock – sofortige Intervention! > 1,3

Limitationen:

Beeinflussung durch Betablocker, Schrittmacher, Schmerz, Aufregung. Nicht als alleiniges Kriterium verwenden.



Quelle: Mutschler et al., Crit Care 2013; Birkhahn et al., Am J Emerg Med 2005;23(3): 323–326.



Warum nicht aggressiv voluminieren?

Exzessive Volumengabe vor chirurgischer Blutstillung verschlechtert die Prognose: Verdünnung der Gerinnungsfaktoren, Hypothermie, Verdrängen von Koagula.



Zielwerte (präklinisch):

- Unkontrollierte Blutung: RRsys 80 mmHg/ MAP 65 mmHg
- Unkontrollierte Blutung + SHT: RRsys mindestens 90 mmHg (Hirnperfusion sichern)

DGU/AWMF
S3-Leitlinie
Polytrauma/Schwer-
verletzten-
Behandlung,
Version 4.0/4.1,
Stand
31.12.2022,
publiziert 2023.



Temperaturen $< 35^{\circ}\text{C}$ hemmen Gerinnungsenzyme.
Jeder Grad unter Normal verschlechtert die Koagulation exponentiell.

- Körperkerntemperatur $\geq 35^{\circ}\text{C}$ aufrechterhalten.

Früh beginnen – nicht erst beim Transport!



Quelle: Wolberg et al., J Trauma 2004;56(6):1221–1228;
DGU/AWMF S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung, Version 4.0/4.1, Stand 31.12.2022, publiziert 2023.



American College of Surgeons, Committee on Trauma (2018):
ATLS – Advanced Trauma Life Support. Student Course Manual. 10th edition. Chicago:
American College of Surgeons.

Birkhahn, R.H.; Gaeta, T.J.; Terry, D.; Bove, J.J.; Tloczkowski, J. (2005):
Shock index in diagnosing early acute hypovolemia.
American Journal of Emergency Medicine, 23(3), S. 323–326.

Brohi, K.; Singh, J.; Heron, M.; Coats, T. (2003):
Acute traumatic coagulopathy. *Journal of Trauma*, 54(6), S. 1127–1130.

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) (2023):
*S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF-Registernummer 187-023),
Version 4.0/4.1, Stand 31.12.2022*.
Verfügbar unter: https://register.awmf.org/assets/guidelines/187-023k_S3_Polytrauma-Schwerverletzten-Behandlung_2023-06.pdf

Larsen, R. (2022): *Anästhesie und Intensivmedizin*. 12. Auflage. Berlin: Springer.



Mutschler, M.; Nienaber, U.; Münzberg, M.; et al. (2013):
The shock index revisited – a fast guide to transfusion requirement?
Critical Care, 17(4), R172.

National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT) (2020):
PHTLS – Prehospital Trauma Life Support. 9th edition. Burlington,
MA: Jones & Bartlett Learning.

Rotondo, M.F.; Schwab, C.W.; McGonigal, M.D.; et al. (1993):
‘Damage control’: an approach for improved survival in exsanguinating penetrating a
bdominal injury. *Journal of Trauma*, 35(3), S. 375–382.

Wolberg, A.S.; Meng, Z.H.; Monroe, D.M.; Hoffman, M. (2004):
A systematic evaluation of the effect of temperature on coagulation enzyme activity and
platelet function. *Journal of Trauma*, 56(6), S. 1221–1228.