

# Traumatischer HerzKreislaufstillstand: Definition, Fakten und Ziele

Modul 5 Video 1



# Traumatischer Herzkreislaufstillstand: Definition

## Definition:

- Ein durch Verletzungsmechanismen bzw. Gewalteinwirkungen verursachter Herzkreislaufstillstand
- „Trauma-Reanimation“
- *Traumatic cardiac arrest* → **TCA**<sup>1</sup>
- Zeitkritisches Ereignis, das sofort oder innerhalb weniger Minuten zum Tod führen kann
- TCA unterscheidet sich maßgeblich von anderen Arten von Herzkreislaufstillständen

Signifikante Unterschiede zum Arrest durch andere Ursachen

## Epidemiologie:

- Hohe Sterblichkeitsrate<sup>2,3</sup>: bis zu 96 % Gesamtsterblichkeitsrate
- Häufig bei weniger als 50 % der Überlebenden gutes neurologisches Ergebnis<sup>2,3,4</sup>: teilweise werden 43 % erreicht<sup>3</sup>
- Inzidenz: In Europa 4 % aller Herzkreislaufstillstände<sup>5</sup> in der Präklinik, in Deutschland 3,4 %<sup>6</sup>
- Prävalenz potenziell vermeidbarer präklinischer Todesfälle aufgrund von Traumata zwischen 15,1 %<sup>7</sup> und 29 %<sup>8</sup>

Stichprobe von 51.722 Patient:innen

# TCA: Kernziele

- TCA = hoch zeitkritisch<sup>9,10</sup>

→ Behandlungserfolg nur bei einer gut etablierten Rettungskette!

Erstversorgung

+

Präklinische Versorgung

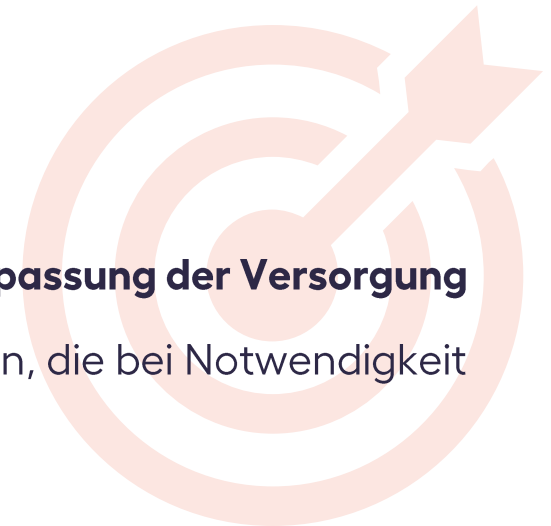
+

Klinische Versorgung

- TCA = andere Pathomechanismen = andere Vorgehensweise!

## Ziel<sup>9,10</sup>:

- Schnellstmögliches Erkennen, dass ein traumatischer Herzkreislaufstillstand vorliegt → **Anpassung der Versorgung**
- Sofortige Wiederbelebungsmaßnahmen und gleichzeitige Behandlung reversibler Ursachen, die bei Notwendigkeit Vorrang vor Herzdruckmassagen haben → **entscheidend für das Überleben!**
- + alle bekannten Standards aus dem ALS



# Ende von Modul 5 Video 1

→ Modul 5 Video 2



# TCA: Vorgehensweise Teil 1 und reversible Ursachen

Modul 5 Video 2



# Vorgehensweise

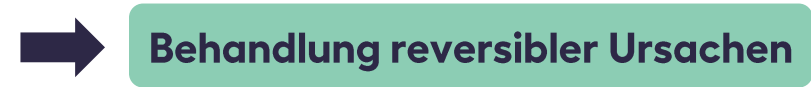
## 1. Identifizierung eines TCA<sup>9</sup>: Vorliegen...

- ...plausibler Anzeichen einer traumatischen Verletzung
- ...eines mit einem Trauma vereinbaren Verletzungsmechanismus



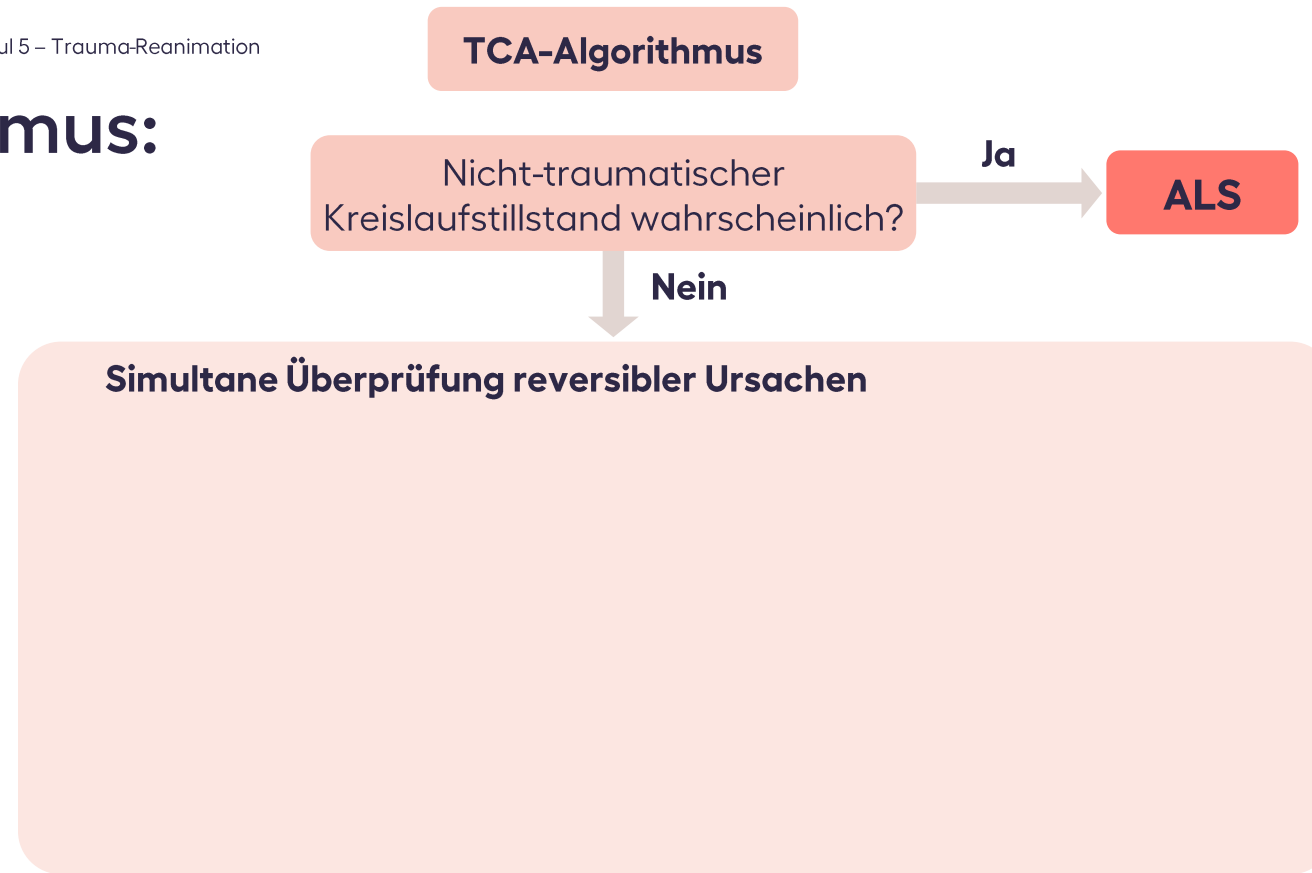
## 2. Patient:innen-Zustand bewerten<sup>11</sup>:

- Peri-Arrest-Situation: Instabilität, aber Atmung und Puls noch vorhanden
- Herzkreislaufstillstand: keine (normale) Atmung und Puls mehr vorhanden



nach ERC 2025

# TCA-Algorithmus:



# TCA: Traumatisch bedingte reversible Ursachen

## 4 H's

**H** ypoxie

**H** ypoglykämie

**H** ypovolämie

**H** ypothermie

## HITS

**H** erzbeutelamponade

**I** ntoxikation

**T** hromboembolie

**S** pannungspneumothorax

oder auch **4 T's**

**T** amponade

**T** oxine

**T** hromboembolie

**T** ension

# TCA: Traumatisch bedingte reversible Ursachen



**ypovolämie**



**ypoxie**



**erzbeutelamponade**



**pannungspneumothorax**



**ypotension**



**xygenierung**



**amponade**



**ension**

# TCA: Traumatisch bedingte reversible Ursachen<sup>12,13</sup>

**H**ypovolämie      **H**ypotension

- Unkontrollierte Blutungen
- 48% der reversiblen Ursachen beim TCA

**H**ypoxie      **O**xygenierung

- 13 % der reversiblen Ursachen beim TCA

**H**erzbeutel tamponade      **T**amponade

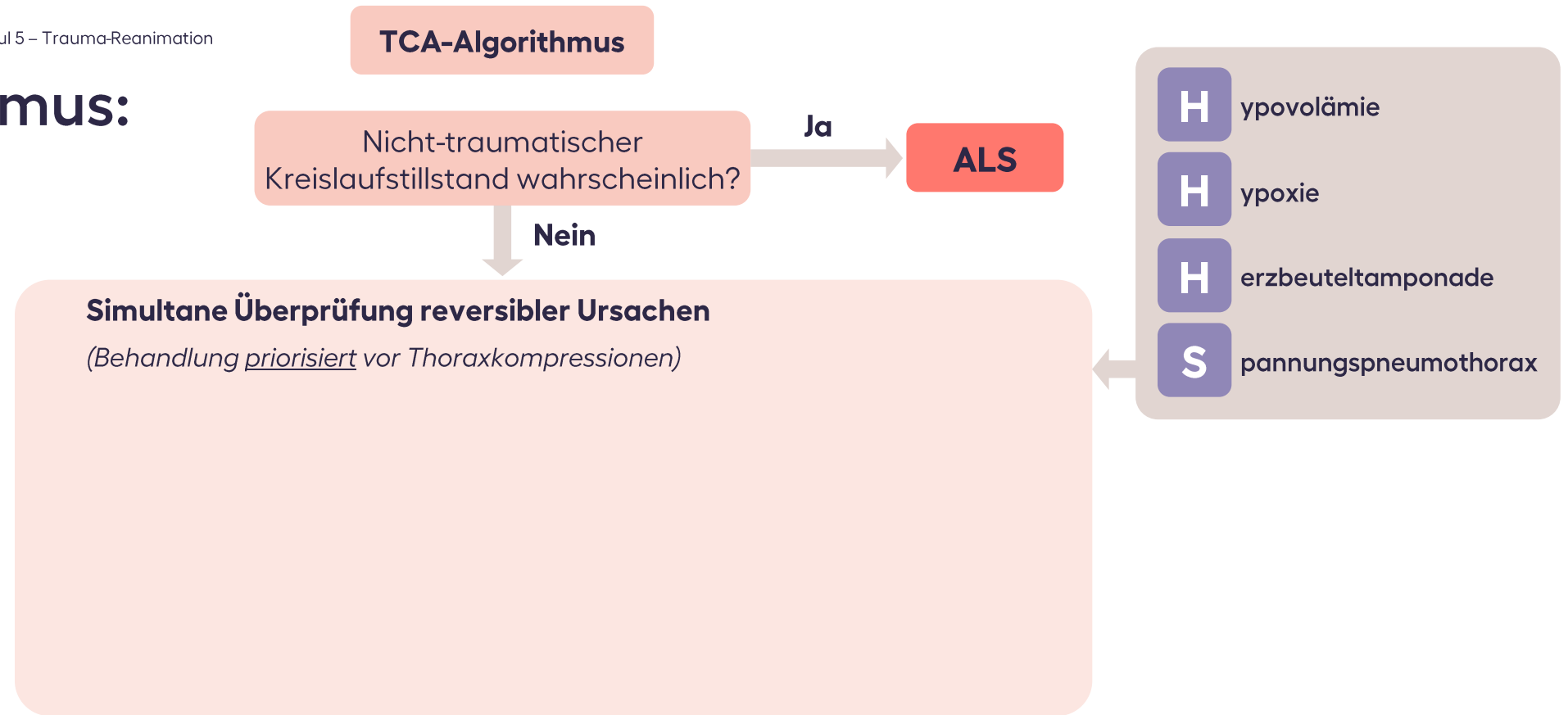
- 10 % der reversiblen Ursachen beim TCA

**S**pannungspneumothorax      **T**ension

- 13 % der reversiblen Ursachen beim TCA

Auftretende Rhythmen bei TCA: Pulslose elektrische Aktivität (PEA) 66 %, Asystolie 30 %, Kammerflimmern 4 %

# TCA-Algorithmus:



# Ende von Modul 5 Video 2

→ Modul 5 Video 3

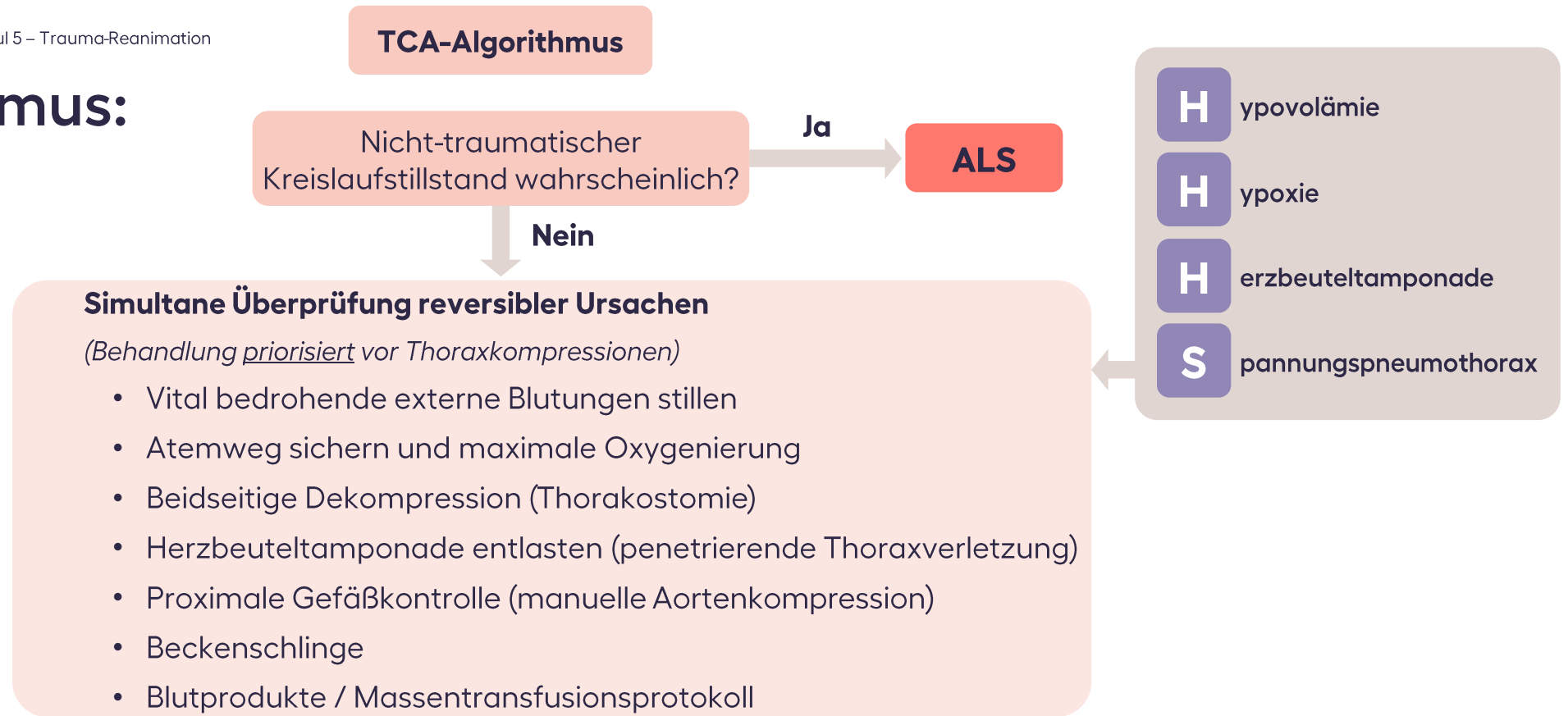


# TCA: Vorgehensweise Teil 2 und Behandlung reversibler Ursachen

Modul 5 Video 3



# TCA-Algorithmus:





# Hypovolämie

## Auslösende Verletzungen/Mechanismen<sup>12</sup>:

- Lebensbedrohliche externe Blutungen (z. B. Stich-, Extremitäten-, Amputationsverletzungen, ...)
- Innere Blutungen durch Rupturen verschiedener Gefäße und/oder Organe (z. B. Milzruptur, Aortenabriss, ...)
- Rückenmarkverletzungen mit Entstehung eines neurogenen Schocks

## Pathomechanismus<sup>12</sup>:

- Starker Blutverlust (nach innen oder außen) → Reduktion von Rückfluss zum Herzen  
→ Verminderung der rechtsventrikulären Füllung → Reduzierung von HZV → Hypotonie + Reduktion von Hämoglobin  
→ Defizit von Angebot und Bedarf → Gewebshypoperfusion → Reduktion der Koronardurchblutung, Gewebshypoxie  
→ metabolische Azidose → Hypovolämischer Schock
- Ggf. Neurogener Schock durch Verlust des Sympathikotonus → verschlimmert andere Schockzustände und Hypotonie

## Ziele<sup>12</sup>:

- Erhalt und Wiederherstellen des zirkulierenden Blutvolumens zur Aufrechterhaltung des HZV<sup>14</sup>
- Erreichen einer sofortigen Blutungsstillung → Vermeidung weiterer Reduktion von Blutvolumen



HZV



Hb

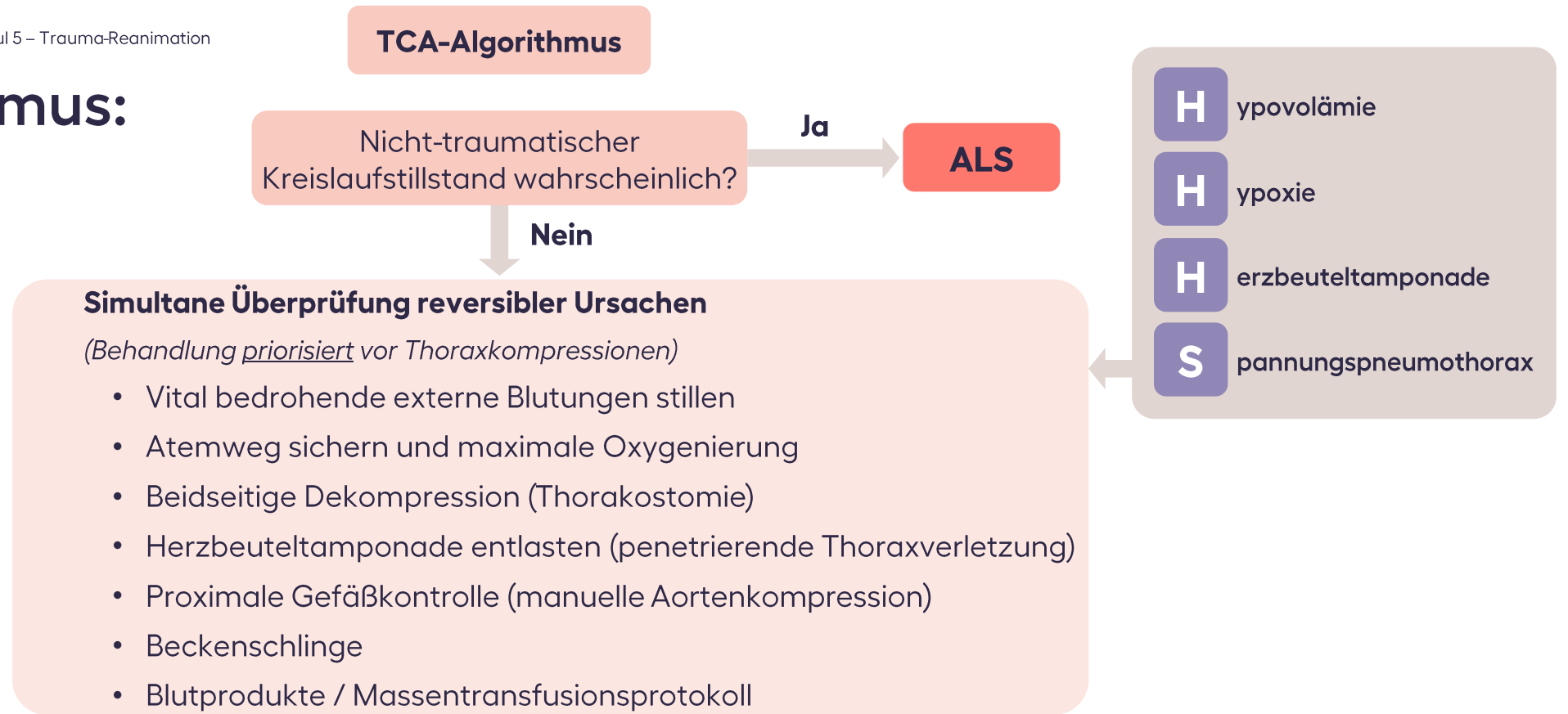
\*Lokal applizierbare Präparate zur Blutungskontrolle

# Hypovolämie

## Maßnahmen<sup>11</sup>:

- Komprimierbare äußere Blutungen nach Eskalationsschema stillen:
  - Zur Überbrückung hochlagern, manuellen Druck auf Wunde ausüben oder zuführendes Gefäß abdrücken
  - Je nach Ausmaß und Situation erwägen von Druckverband, Tourniquet, topische Hämostatika\*
- Nicht komprimierbare Blutungen<sup>11,15,16,17</sup>:
  - Je nach Verletzung geeignete Maßnahme erwägen:
    - Beckenschlinge bei Verdacht auf Beckenverletzung
    - Blutprodukte, intravenöse Flüssigkeiten und Tranexamsäure bei Verdacht auf Blutverlust einsetzen
    - **Parallel** Transport zur Zuführung zur chirurgischen Blutstillung!
  - Spezialisierte Verfahren:
    - Studienlage zeigt<sup>14,18</sup>: Präklinische Transfusion von frischem Plasma und roten Blutkörperchen verbessert Überlebensrate bei verlängerter präklinischer Versorgungszeit!
    - Aortenokklusion bei Aortenriss/-abriss:
      - Manuelle Kompression, Abklemmen der absteigenden Aorta oder REBOA (Reanimative Endovaskuläre BallonOkklusion der Aorta): Keine Evidenz für Unterschiede in der Erfolgswahrscheinlichkeit<sup>19</sup>
      - Neue Erkenntnisse der REBOA lassen Anstieg der Mortalität vermuten<sup>20</sup>  
→ ERC entfernt sich von REBOA und empfiehlt die Anwendung außerhalb klinischer Studien nicht!
- Volumentherapie: 10-20 ml/kgKG

# TCA-Algorithmus:





# Hypoxie / Oxygenierung

## Auslösende Verletzungen/Mechanismen<sup>12</sup>:

- Atemwegsobstruktion/-verlegung durch Verletzungen oder Flüssigkeiten
- Verletzungen der Lunge
- Veränderungen der Atmung/Atemmuster (z. B. Cheyne-Stokes-Atmung oder Apnoe) durch Hirnschädigung

Unterschätze und häufig nicht erkannte Ursache!<sup>12</sup>

## Pathomechanismus<sup>12</sup>:

- Beeinträchtigung der Oxygenierung durch Verletzungsmechanismen  
→ Hypoxämie → Gewebshypoxie → Bradykardie, pulslose elektrische Aktivität, Asystolie
- Hirnschädigung → Beeinträchtigung des Atemzentrums durch entstehenden Hirndruck oder Verletzung

**Ziel:** Optimal mögliche Oxygenierung erreichen!



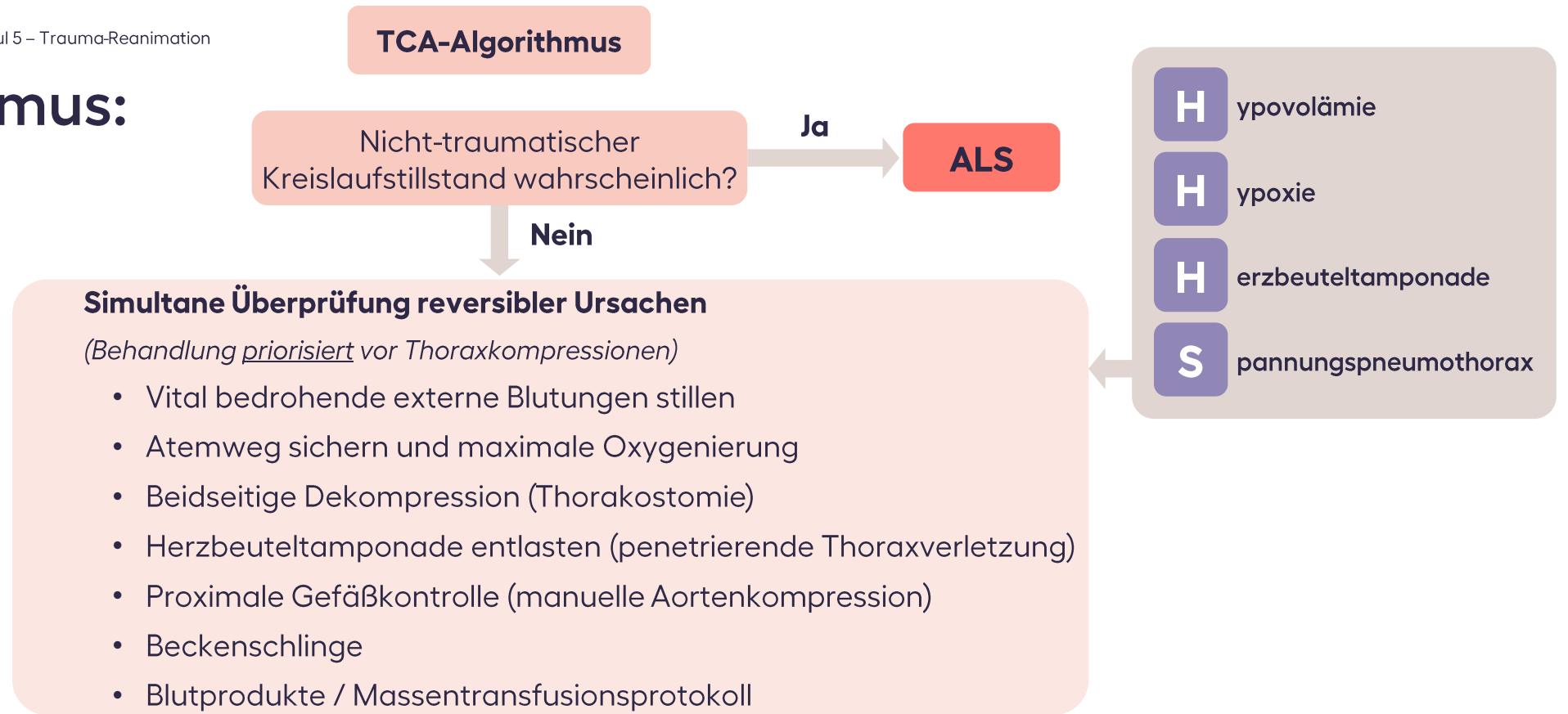
# Hypoxie / Oxygenierung

## Maßnahmen<sup>11</sup>:

- Hochdosierte Sauerstoffgabe über notwendigen Weg:
  - Sauerstoffmaske bei vorhandener Atmung
  - Assistierte Beatmung bei eingeschränkter Atemfrequenz oder Atemzugvolumen
  - Kontrollierte Beatmung bei fehlender Atmung / beim TCA → Berücksichtigung der erheblichen Risiken
  - Frühzeitige SGA-Intubation in Inline-Stabilisierung erwägen
- Frühestmögliches effektives Atemwegsmanagement<sup>23,24</sup>:
  - Bei Beatmung Vermeidung von hohen Tidalvolumen und PEEP-Werten → Vermeidung von weiterer Beeinträchtigung der kardialen Vorlast<sup>14</sup> und dadurch des HZV<sup>11</sup>!
  - Hauptmarker für die Beatmung: Kapnographie! → Ziel: Normokapnie (35-45 mmHg)<sup>14</sup>

**Anstieg intrathorakaler Druck** → Verringerung HZV durch behinderten venösen Rückfluss zum Herzen  
Weitere: Reduzierte diastolische Füllung bei Tamponade, Entwicklung eines Spannungspneumothorax bei Pneumothorax, erhöhter Blutverlust aus venösen Blutungsstellen, ...

# TCA-Algorithmus:





HZV



S<sub>a</sub>O<sub>2</sub>

# **S**pannungspneumothorax / **T**ension

**Auslösende Verletzungen/Mechanismen:** Verletzungen der Lunge, Rippen- und/oder Brustfell

**Pathomechanismus**<sup>12</sup>:

- Pneumothorax durch Verletzung der Lunge + Ventilmechanismus
  - Lufteinstrom, kein Luftausstrom → Zunahme Luftansammlung → Thorakaler Druckanstieg
  - Komprimierung von Gefäßen (Hohlvene) → Verminderter Rückfluss zum Herzen → Geringere Füllung der Ventrikel
  - Reduzierung HZV → **Obstruktiver Schock**
- Verminderte Gasaustauschfläche durch Kollaps betroffener Lungenflügel → Verschlechterung der Oxygenierung

**Diagnostik**<sup>25</sup>:

- Klinische Untersuchung oder unter Zuhilfenahme von Sonographie (Point-of-care-Ultraschall)
- Klassische Zeichen<sup>26</sup>: fehlende Atemgeräusche, subkutanes Emphysem, Mediastinal-/Tracheaverschiebung, Halsvenenstauung
- Auch auf untypische Ausprägung achten, weitere Symptome wie erhöhten Beatmungsdruck im Hinterkopf behalten!



HZV



S<sub>a</sub>O<sub>2</sub>

# **S**pannungspneumothorax / **T**ension

## Ziel:

- Sofortige Entlastung des Drucks durch Dekomprimierung der Luftansammlung in der Pleurahöhle  
→ Verbesserung des venösen Rückflusses → Verbesserung ventrikuläre Füllung → HZV-Steigerung

## Maßnahmen<sup>25</sup>: Bei Verdacht auf Spannungspneumothorax...

1. Nadeldekompression mittels Thoraxentlastungspunktion

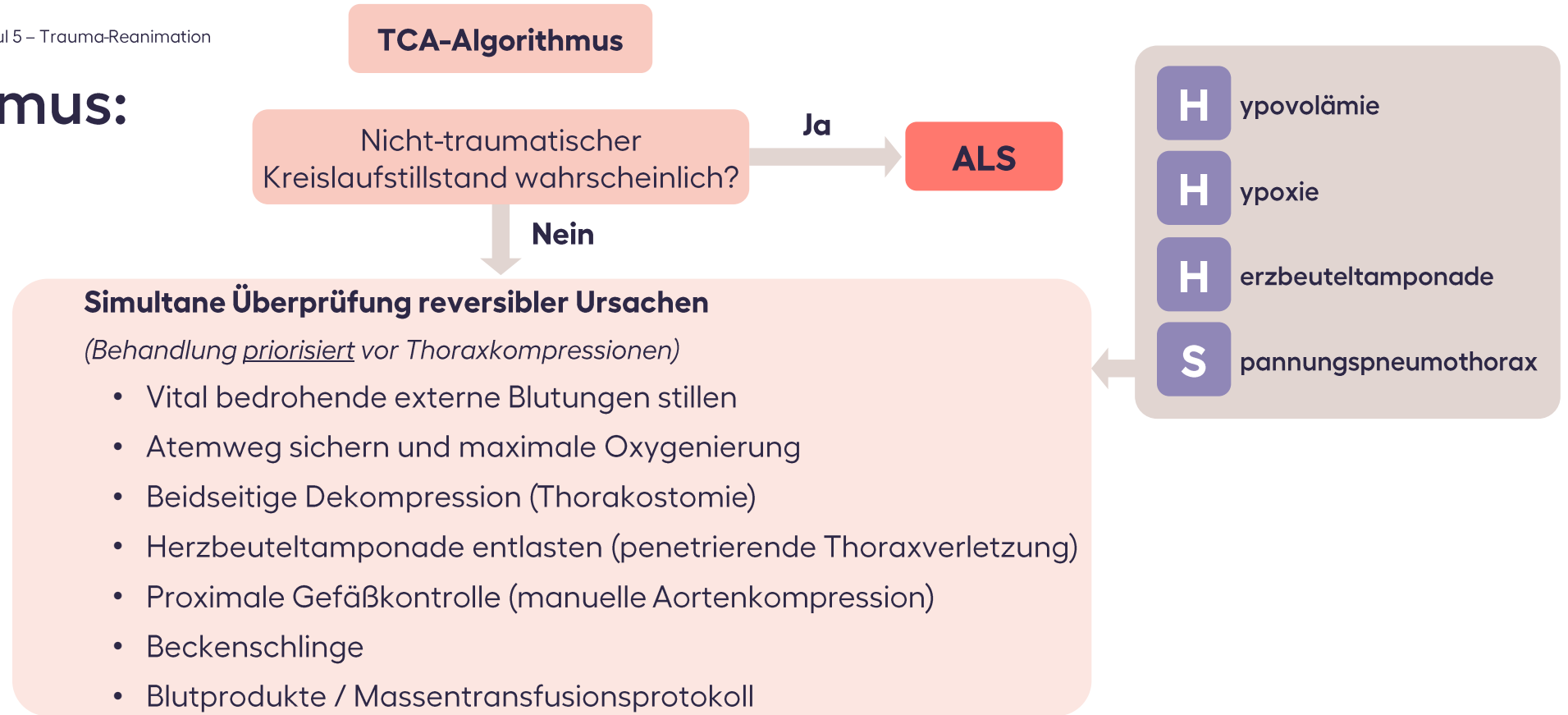
**Schnellste, aber unzulängliche Behandlung**

→ Wenn keine ausreichende Expertise oder Ausrüstung für weiterführende Maßnahmen zur Verfügung stehen

**So schnell und sobald möglich, erweiterte Behandlung anstreben**

2. Minithorakotomie (bilaterale Minithorakotomie im 4. ICR mittlere Axillarlinie) + wenn möglich Thoraxdrainage
3. Thorakotomie

# TCA-Algorithmus:





# **H**erzbeutelTamponade / **T**amponade

**Auslösende Verletzungen/Mechanismen:** z. B. penetrierendes oder auch stumpfes Thoraxtrauma

**Pathomechanismus**<sup>12</sup>:

- Verletzung des Herzbeutels → Einblutung mit zunehmender perikardieller Blutansammlung  
→ eingeschränkte ventrikuläre Füllung → Reduktion des Auswurfsvolumen  
→ Reduzierung HZV → **Obstruktiver Schock**

**Ziel:** Sofortige Entlastung des Drucks durch Dekomprimierung des Herzbeutels

→ Verbesserung der ventrikulären Füllung → HZV-Steigerung

**Maßnahmen**<sup>25</sup> (unter Berücksichtigung von Fähigkeiten, Kompetenzen und Ausrüstung)

- Bei Verdacht auf Vorliegen einer HerzbeutelTamponade Durchführung einer ultraschallgeführten Perikardiozentese
- Weitere spezialisierte Maßnahmen: Entlastung durch Thorakotomie<sup>14</sup> mittels Clamshell- oder links anterolateralen Schnitt<sup>25</sup>

# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer  
Kreislaufstillstand wahrscheinlich?

Ja → ALS

Nein

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

Start CPR

- H ypovolämie
- H ypoxie
- H erzbeutelamponade
- S pannungspneumothorax

⚠  
Interventionen basierend auf klinischer **Priorität** durchführen, nicht sequenziell!

# Ende von Modul 5 Video 3

→ Modul 5 Video 4



# TCA: Vorgehensweise Teil 3 Thoraxkompressionen und weitere Maßnahmen

Modul 5 Video 4



# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer  
Kreislaufstillstand wahrscheinlich?

Ja → ALS

Nein

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

Start CPR

- H ypovolämie
- H ypoxie
- H erzbeutelamponade
- S pannungspneumothorax

  
Interventionen basierend auf klinischer **Priorität** durchführen, nicht sequenziell!

# TCA: Thoraxkompressionen vs. keine Thoraxkompressionen

**ERC 2021:** „Komprimieren Sie kein leeres Herz“

→ **Spezifizierung** der Rolle von Thoraxkompressionen in 2025!

**Kernaussage**<sup>12,14</sup>: Effektivität der Thoraxkompressionen bei TCA **ungewiss** – – –▶ **Unklar, nicht bekannt**

- Wirksamkeit hängt von ventrikulärer Füllung ab → vermutlich aufgrund Pathomechanismen vermindert
- Contra-Argument: In Peri-Arrest-Situationen können Thoraxkompressionen venösen Rückfluss reduzieren<sup>27,28,29</sup>
  - **Reduktion** des verbleibenden Herzvolumens
- Ventrikuläres Füllungsvolumen ohne Sonographie schwer einzuschätzen!



**Ungewiss** bedeutet daher **auch**, dass **schwer zu bestätigen** ist, dass die Kompressionen sicher **nichts** bringen

Weitere Kernaussage: **Behandlung von reversiblen Ursachen ist zeitkritisch und rettet Leben!**



# TCA: Thoraxkompressionen vs. keine Thoraxkompressionen

**ERC 2025<sup>11,12,14</sup>:** „Reversible Ursachen werden bei Verdacht priorisiert behandelt“

- **Wenn Verdacht** einer reversiblen Ursache **besteht**, wird behandelt
- Wenn eine gleichzeitige Behebung der Ursachen und Thoraxkompressionen **nicht möglich** sind, **dann** wird die Behandlung der reversiblen Ursachen **priorisiert / bevorzugt**
- Wenn **kein** Verdacht einer reversiblen Ursache besteht, haben Thoraxkompressionen Priorität
- Thoraxkompressionen werden ausschließlich für die Behandlung von reversiblen Ursachen verzögert, **nicht** für andere Maßnahmen (bspw. Medikamente)



Saubere Abwägung der Vorgehensweise → Thoraxkompressionen sind eine wertvolle Basismaßnahme!

**Keine sequenzielle Durchführung, sondern priorisiert → kein stumpfes Abarbeiten, sondern das, was notwendig ist**

# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer  
Kreislaufstillstand wahrscheinlich?

Ja → ALS

Nein

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

- H** ypovolämie
- H** ypoxie
- H** erzbeutelamponade
- S** pannungspneumothorax

Erfahrung?  
Equipment?  
Umfeld?  
Zeit  
(fehlende Vitalzeichen < 15 min)?

**Notfallthorakotomie**

  
Interventionen basierend auf  
klinischer **Priorität** durchführen,  
nicht sequenziell!

Start CPR

# Thorakotomie beim TCA

**Definition:** Chirurgische Eröffnung des Thorax → Risikoreicher Eingriff<sup>25</sup>

**Ziel:** Ermöglichung eines Zugangs zum Thorax, um lebensrettende Maßnahmen durchzuführen

- Linderung einer Herztamponade, direkten Blutstillung, zur Aortenklemme und zur offenen Herzdruckmassage<sup>30</sup>

**Infos**<sup>31</sup>:

- Verzögerung des Eingriffs um mehr als 10 Minuten nach Eintreffen = hohe Mortalität
- Präklinisch signifikant höhere Sterblichkeitsrate als innerklinisch
- Stumpfe Traumata schlechtere Überlebenschancen als penetrierende Traumata

**Indikation:** Weniger invasive Maßnahmen bringen kein Erfolg oder sind nicht möglich

**Voraussetzungen: 4 E-Regel**

- **E**xpertise: hochqualifizierte Teams mit kompetenter Führung und klaren Strukturen + Erfahrung
- **E**quipment: Ausrüstung zur Durchführung und zur Behandlung der Befunde zwingend erforderlich
- **E**nvironment: vollständiger Zugangsmöglichkeit zur Person + nahegelegene aufnahmefähige Klinik, ...
- **E**lapsed Time: Zeit vom Eintritt TCA bis Beginn der Thorakotomie nicht länger als 15 Minuten! ←
- Wenn einer der Punkte nicht erfüllt = sinnlos!<sup>32</sup>

# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer  
Kreislaufstillstand wahrscheinlich?

Ja → **ALS**

Nein

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

- H** ypovolämie
- H** ypoxie
- H** erzbeutelamponade
- S** pannungspneumothorax

Erfahrung?  
Equipment?  
Umfeld?  
Zeit  
(fehlende Vitalzeichen < 15 min)?

**Notfallthorakotomie**

  
Interventionen basierend auf  
klinischer **Priorität** durchführen,  
nicht sequenziell!

Start CPR

Parallel der Behandlung  
der reversiblen Ursachen  
alle weiteren Maßnahmen  
nach ALS durchführen!

# Parallele Maßnahmen zum TCA

Parallel der Behandlung der reversiblen Ursachen alle weiteren Maßnahmen nach ALS durchführen!

- ABCDE-priorisiertes Vorgehen: Treat first, what kills first!
- Nach initialer Phase dauerhafte Evaluation, ob erneute Intervention notwendig ist
- Wenn keine Intervention nötig, Fortsetzen der gewohnten Reanimationsmaßnahmen – – –> **ALS, Modul 2**
- Je nach Stand der Maßnahmen:
  - 30:2 unter Berücksichtigung hochwertiger Thoraxkompressionen und Beatmungen
  - Regelmäßige Wechsel + Analysen + Etablierung eines Zugangsweges
  - Medikamentengabe entsprechend des vorliegenden Herzrhythmus entsprechend des Standard-Algorithmus
    - 1 mg Adrenalin i.v./i.o. alle 3-5 Minuten (bei nicht-defibrillierbarem EKG so schnell wie möglich, sonst nach 3. Schock)
    - Studienlage zu Adrenalin beim TCA unklar<sup>33</sup>: Vorrübergehende Überbrückung möglich bis reversible Ursachen behoben sind, jedoch hat Behandlung reversibler Ursachen Vorrang und bleibt primäre Ziel vor der vasopressiven Therapie
  - Schutz der HWS so lange und so gut wie möglich

# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer Kreislaufstillstand wahrscheinlich? **Ja** → **ALS**

**Nein**

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

- H** ypovolämie
- H** ypoxie
- H** erzbeutelamponade
- S** pannungspneumothorax

**!**  
Interventionen basierend auf klinischer **Priorität** durchführen, nicht sequenziell!

Start CPR

Erfahrung?  
Equipment?  
Umfeld?  
Zeit  
(fehlende Vitalzeichen < 15 min)?

**Notfallthorakotomie**

**ROSC?**

Parallel der Behandlung der reversiblen Ursachen alle weiteren Maßnahmen nach ALS durchführen!

**Ja**  
Sofortiger **Transport** zu geeigneter Klinik



# TCA: ROSC-Management + Transport

## Postreanimationsphase:

- Peri-Arrest-Phase = dauerhafte Evaluation erneuter Verschlechterung oder Eintritt von Pulslosigkeit/Atemstillstand!
- Ziel: Aufrechterhaltung HZV + Oxygenierung + Stoffwechsel
- Maßnahmen:
  - Optimale Oxygenierung mit allen notwendigen Maßnahmen mit Ziel Normoxie und Normokapnie
  - Flüssigkeitszufuhr / Volumentherapie: je nach Verletzung permissive Hypotension bei nicht limitierbaren Blutungen, Normotension bei SHT- oder WS-Trauma, > 90 mmHg bei Kombinationsverletzungen
  - Kreislauftherapie bei kritischem Abfall des HZV
  - Wärmeerhalt + Tranexamsäure (nach Indikation), falls noch nicht geschehen

**Kernfrage für den Transport:** Reichen meine Ressourcen, kann ich behandeln oder ist dem Patient:innen mit Transport besser geholfen? → Berücksichtigung von Faktoren wie bspw. verfügbare Fähigkeiten, Ausrüstung, Systeminfrastruktur, ...

- Auch unter Reanimation gilt: längere präklinische Zeit so gut es geht vermeiden → Unterstützung?

## Weitere wichtige Aufgaben:

- Voranmeldung in der Klinik mit leitender Verdachtsdiagnose, um entsprechende Ressourcen initiieren zu können: z. B. Massentransfusionsprotokoll aktivieren, Traumateam mobilisieren, sofortige chirurgische Versorgung bei Ankunft

# TCA: Sonographie als diagnostisches Hilfsmittel

## Zukünftiges, unterstützendes, diagnostisches Mittel<sup>9,25</sup>:

- Anwendung von Sonographie im Rettungsdienst: Point-of-care-Ultraschall (POCUS)<sup>42</sup>
  - Unmittelbar, patient:innennah, mit mobilen Geräten, schnelle Verfügbarkeit, als Echtzeitbefund, gezielte Anwendung
- Sonographie kann unterstützen<sup>9</sup> bei...
  - ...der Unterscheidung zwischen Peri-Arrest-Situation und TCA.
  - ...der Identifizierung der Ursache des Herzstillstands.
  - ...der Beurteilung des Erfolgs von Maßnahmen.
- Anwendung unter Reanimation: **FEEL-Methode**<sup>43</sup> (focused echocardiographic evaluation in life support)
  - Schnelle Anwendung in den Analysephasen (möglichst unter Erhalt der minimalen Handoff-Zeiten!)
  - Beurteilung von Kontraktionen, Asystolie/PEA, Auswurfleistung, Perikardtamponade, Rechtsherzbelastung, ventrikuläre Füllung
- Je nach weitere Diagnostik möglich<sup>44</sup>: (RUSH, (E)FAST: Volumenstatus, freie Flüssigkeit, Aorta, Pneumothorax, ...)
- Wird immer nur mit konkreter Fragestellung und Relevanz eingesetzt: **Keine Zeit und Qualität für CPR verlieren!**<sup>9,25,45</sup>

# Ende von Modul 5 Video 4

→ Modul 5 Video 5



# TCA: Verzicht oder Beendigung von Reanimationsmaßnahmen

Modul 5 Video 5



# TCA-Algorithmus:

## TCA-Algorithmus

Nicht-traumatischer Kreislaufstillstand wahrscheinlich? **Ja** → **ALS**

**Nein**

**Simultane Überprüfung reversibler Ursachen**  
(Behandlung *priorisiert* vor Thoraxkompressionen)

- Vital bedrohende externe Blutungen stillen
- Atemweg sichern und maximale Oxygenierung
- Beidseitige Dekompression (Thorakostomie)
- Herzbeutelamponade entlasten (penetrierende Thoraxverletzung)
- Proximale Gefäßkontrolle (manuelle Aortenkompression)
- Beckenschlinge
- Blutprodukte / Massentransfusionsprotokoll

Start CPR

- H** ypovolämie
- H** ypoxie
- H** erzbeutelamponade
- S** pannungspneumothorax

Erfahrung?  
Equipment?  
Umfeld?  
Zeit  
(fehlende Vitalzeichen < 15 min)?

**Notfallthorakotomie**

**ROSC?**

**Ja**

**Nein**

Sofortiger **Transport** zu geeigneter Klinik

Erwäge die **Beendigung** der Reanimation

⚠  
Interventionen basierend auf klinischer **Priorität** durchführen, nicht sequenziell!

# TCA: Beendigung von Maßnahmen

## Einschätzung des Schweregrades<sup>12</sup>:

- Ablauf Kreislaufversagen
  - Progressive Bradykardie und Hypotonie (verursacht durch schwere Hypoxie und Azidose)
  - PEA mit minimaler Herzaktivität im Ultraschall (Pseudo-PEA) (schwache Kontraktionsaktivität, aber keinen wirksamen Puls oder Kreislauf)
  - PEA ohne im Ultraschall nachweisbare Herzaktivität (Mortalität dieses Zustands bei nahezu 100 %)
  - Asystolie → Das Endstadium des Herzstillstands ohne elektrische oder mechanische Aktivität.



Bei abnormaler Atmung  
oder fehlendem zentralen  
Pulsen → **Reanimation**

# TCA: Faktoren, die die Prognose beeinflussen

## Positive Beeinflussung

- Schnelle Interventionen (Notoperation, ...) <sup>35</sup>
- Versorgung in einem spezialisiertem Traumazentrum <sup>10</sup>
- Defibrillierbarer oder organisierter EKG-Rhythmus <sup>36,37,12</sup>
- Reaktive Pupillen <sup>38</sup>
- Atemaktivität <sup>39</sup>
- Spontane Augen- oder Extremitätenbewegungen <sup>39</sup>
- Kürzere CPR-Dauer <sup>37</sup>
- Verkürzte Zeit bis zum Eintreffen im Krankenhaus <sup>37</sup>
- Penetrierende Brustverletzung <sup>38,39</sup>
- Bezeugter Herzstillstand <sup>5,37</sup>
- Herzbewegung im Ultraschall <sup>39</sup>

## Negative Beeinflussung

- Alter <sup>34</sup>
- Kinder <sup>34</sup>
- Weibliches Geschlecht <sup>35</sup>
- Hoher Verletzungsgrad <sup>34</sup>
- Kopfverletzung <sup>34</sup>
- Schock bei Aufnahme im Krankenhaus <sup>35</sup>
- CPR in der Notaufnahme <sup>35</sup>
- Notwendigkeit einer Bluttransfusion <sup>34,35</sup>

# TCA: Verzicht auf Wiederbelebungsmaßnahmen

- Verschiedene Ansichten und Expert:innen-Meinungen
- American College of Surgeons & National Association of EMS Physicians<sup>40</sup>:
  - Verzicht bei Situationen, in denen der Tod unvermeidlich oder bereits eingetreten ist
  - Verzicht bei Traumapatient:innen mit Apnoe, Pulslosigkeit und ohne organisierte EKG-Aktivität auf
- Studienlage unklar: Berichte über Überlebende mit gutem neurologischem Outcome trotz Apnoe und Pulslosigkeit<sup>41</sup>

ERC 2025

## **Verzicht** auf Reanimationsmaßnahmen erwägen<sup>9</sup>, wenn...

- ...ein massives, mit dem Überleben unvereinbares Trauma (z. B. Enthauptung, ausgedehnte Herzerstörung, massive Kopfverletzung mit Verlust von Hirngewebe) vorliegt.
- ...keine Lebenszeichen innerhalb der letzten 15 Minuten erkennbar sind.

Sicheres Todeszeichen  
→ für NotSan anwendbar

Kein sicheres Todeszeichen  
→ mit NA gemeinsam erwägen

ERC 2025

## **Beendigung** der Reanimationsmaßnahmen erwägen<sup>9</sup>, wenn...

- ...kein ROSC innerhalb von 20 Minuten nach Behebung der reversiblen Ursachen eintritt.
- ...20 Minuten nach Behebung der reversiblen Ursachen keine ultrasonographische Herzaktivität bei pulsloser elektrischer Aktivität feststellbar ist.

# Ende von Modul 5 Video 5

→ Modul 5 Video 6

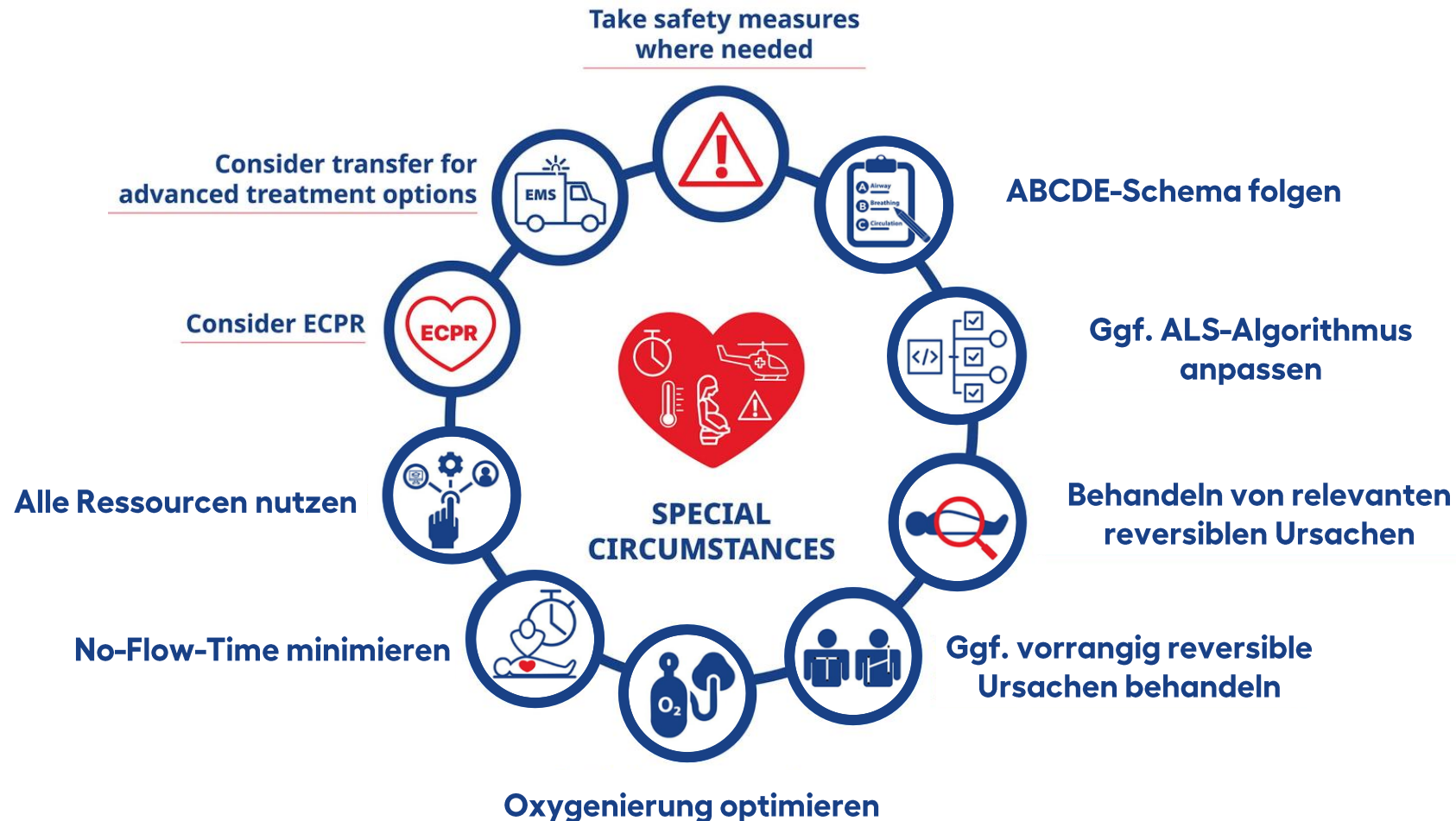


# TCA: Kernaussagen ERC 2025 und Zusammenfassung

Modul 5 Video 6



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

Take safety measures  
where needed



enierung optimieren

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise
  - ALS + Behandlung reversibler Ursachen

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

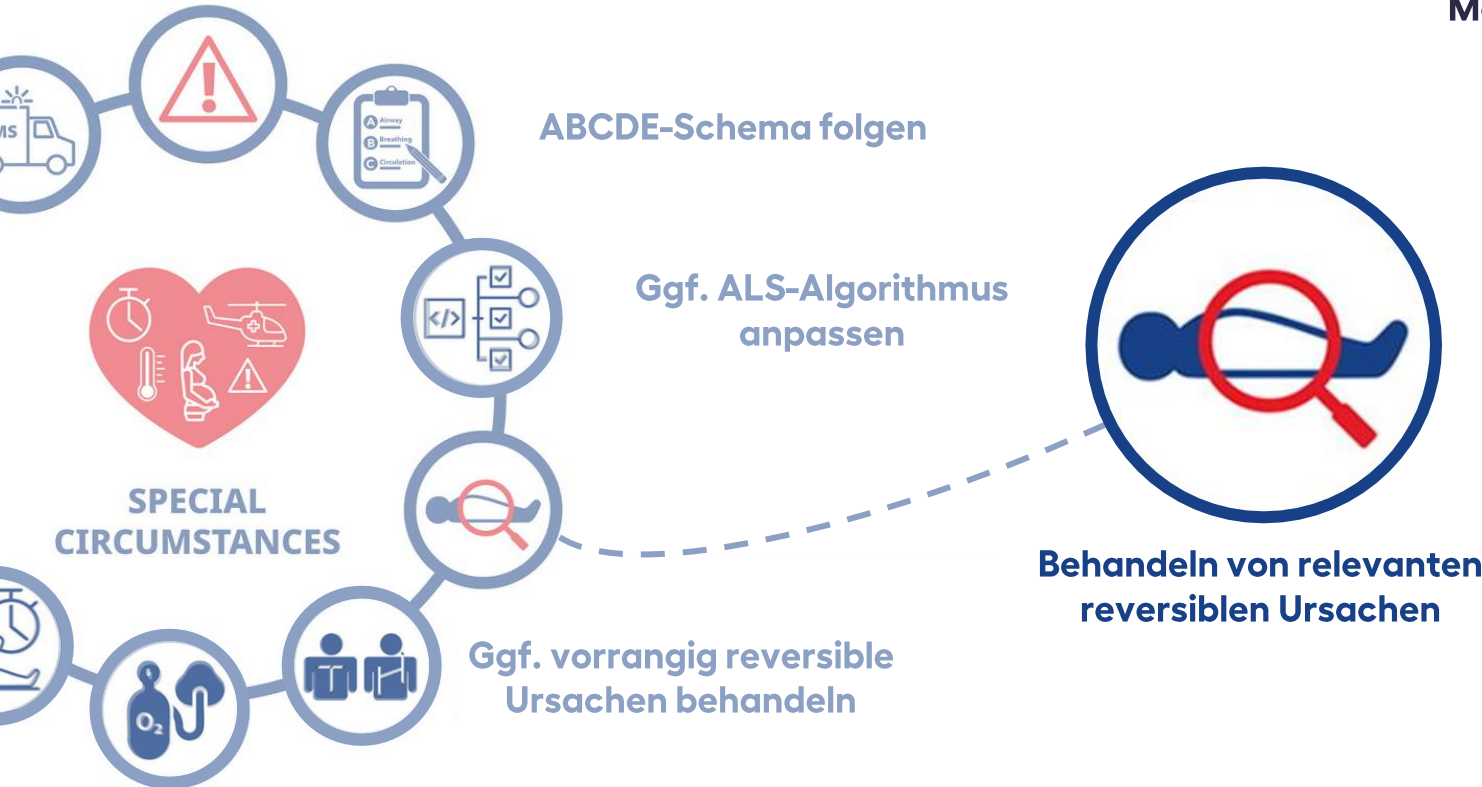


## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

Take safety measures  
where needed



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...

Oxygenierung optimieren

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und beherrbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und beherrbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und beherrschbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise
  - ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise
  - ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich
- Erwäge frühzeitige Intubation, da BMV unter Inline-Stabilisierung ggf. nicht möglich → sofortige Intubation, da B hohe Prio hat
  - möglicherweise auch bereits als erste Maßnahme!

Sofortige Intubation mit SGA

Consider transfer for advanced treatment options

Consider ECPR

Alle Ressourcen nutzen

No-Flow-Time minimieren

Oxygenierung optimieren

SPECIAL CIRCUMSTANCES

# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich
- Erwäge frühzeitige Intubation, da BMV unter Inline-Stabilisierung ggf. nicht möglich → sofortige Intubation, da B hohe Prio hat → möglicherweise auch bereits als erste Maßnahme!

Sofortige Intubation mit SGA



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich
- Erwäge frühzeitige Intubation, da BMV unter Inline-Stabilisierung ggf. nicht möglich → sofortige Intubation, da B hohe Prio hat → möglicherweise auch bereits als erste Maßnahme!
- Ziel der Reduzierung bleibt bestehen: Sobald wie möglich Thoraxkompressionen **durchführen**

Sofortige Intubation mit SGA

Consider transfer for advanced treatment options

Consider ECPR

Alle Ressourcen nutzen

SPECIAL CIRCUMSTANCES

Oxygenierung optimieren

No-Flow-Time minimieren



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich
- Erwäge frühzeitige Intubation, da BMV unter Inline-Stabilisierung ggf. nicht möglich → sofortige Intubation, da B hohe Prio hat → möglicherweise auch bereits als erste Maßnahme!
- Ziel der Reduzierung bleibt bestehen: Sobald wie möglich Thoraxkompressionen **durchführen**

Sofortige Intubation mit SGA



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025

## Möglicher Ablauf eines TCA:

- Ersteindruck: Vermutliches Trauma? → TCA?
- X: Externe Blutungen sofort stillen
- A: Atemweg frei?
- B: Atmung vorhanden? → Nein → Reanimation
  - **Ab jetzt Indikation für Thoraxkompressionen!**
- Da Verdacht auf Trauma → TCA-Vorgehensweise → ALS + Behandlung reversibler Ursachen
- Offensichtliche relevante Ursachen vorhanden und behebbar? → Durchführen!
  - Blutstillung, Entlastung, ...
  - **Wenn nötig** dafür Unterbrechung/Verzögerung des Starts von Thoraxkompressionen möglich
- Erwäge frühzeitige Intubation, da BMV unter Inline-Stabilisierung ggf. nicht möglich → sofortige Intubation, da B hohe Prio hat → möglicherweise auch bereits als erste Maßnahme!
- Ziel der Reduzierung bleibt bestehen: Sobald wie möglich Thoraxkompressionen **durchführen**
- Frühzeitig an **Nachforderung** von weiteren Rettungskräften (auch für Transport etc.) und die **Einbindung** von umstehenden Personen denken

Sofortige Intubation mit SGA

Alle Ressourcen nutzen



Consider transfer for advanced treatment options



Consider ECPR



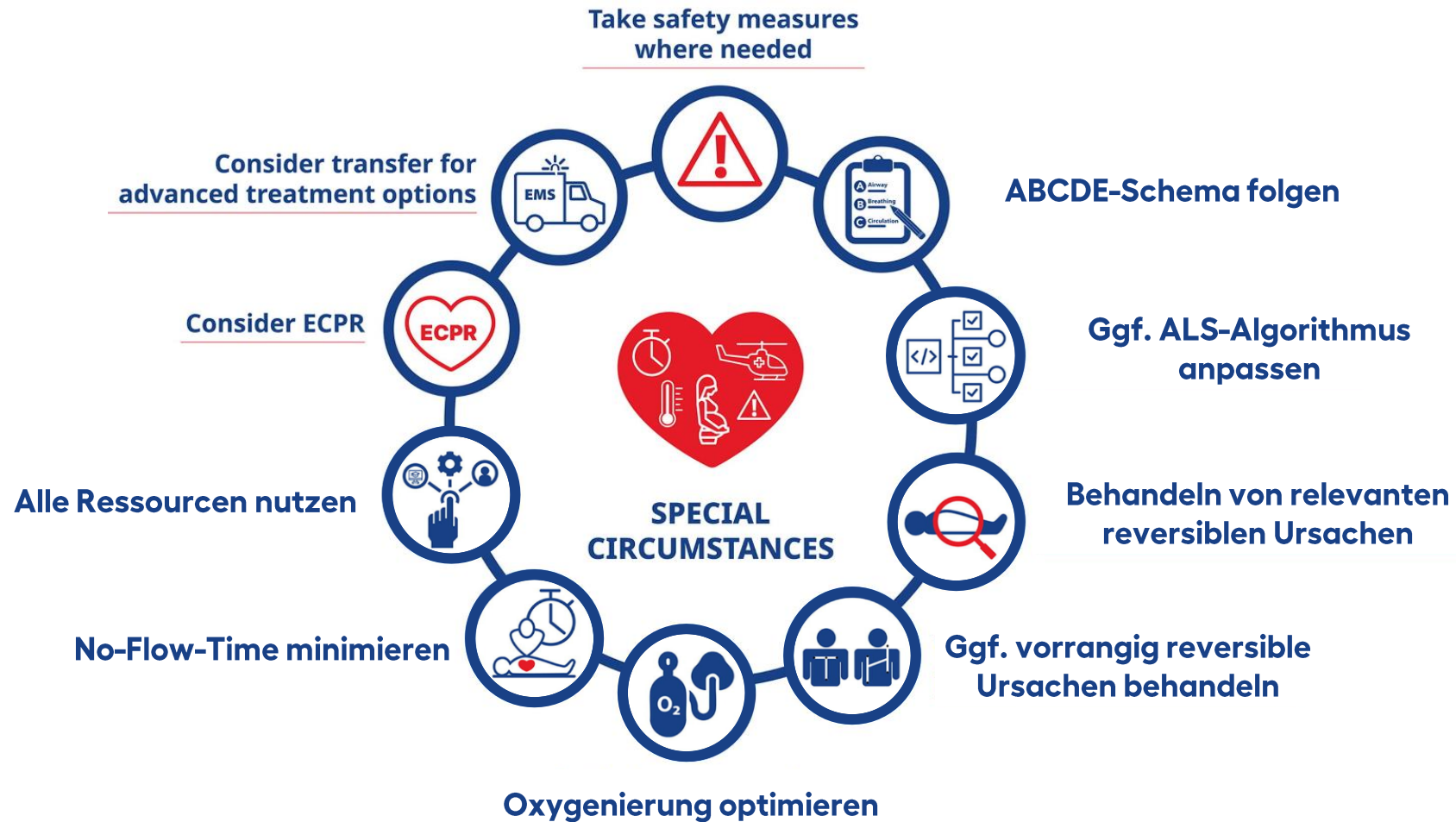
No-Flow-Time minimieren



Oxygenierung



# TCA: Kernaussagen der ERC Guidelines 2025



# Ende von Modul 5 Video 6

→ Quiz



# Quellen

- [1] Notfallguru (2025): Reanimation, <https://www.notfallguru.de/leitsymptome/allgemeines/reanimation#toc-traumatischer-kreislaufstillstand-trauma-reanimation>
- [2] Shi, D., McLaren, C. & Evans, C. (2021): Neurological outcomes after traumatic cardiopulmonary arrest: a systematic review, in: *Trauma Surgery & Acute Care Open* 6(1), S. 1-9, <https://doi.org/10.1136/tsaco-2021-000817>.
- [3] Vianen, N. J., Van Lieshout, E. M. M., Maissan, I. M. et al. (2022): Prehospital traumatic cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis, in: *Eur J Trauma Emerg Surg* 48, S. 3357–3372, <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01941-y>.
- [4] Narvestad, J. K., Meskinfamfard, M & Søreide, K. (2025): Emergency resuscitative thoracotomy performed in European civilian trauma patients with blunt or penetrating injuries: a systematic review, in: *Eur J Trauma Emerg Surg* 42(6), S. 677-685, <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0559-z>.
- [5] Grasner, J. T., Wnent, J., Herlitz, J. et al. (2020): Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe-Results of the EuReCa TWO study, in: *Resuscitation* 148, S. 218–226, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.042>.
- [6] Deutsches Reanimationsregister (Hrsg.) (2024): Öffentlicher Jahresbericht 2024 – Außerklinische Reanimation, S. 12
- [7] Kleber, C., Giesecke, M. T., Tsokos, M. (2013): Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education, in: *World J Surg* 37 (5), S. 1154–1161. <https://doi.org/10.1007/s00268-013-1964-2>.
- [8] Davis, J. S., Satahoo, S. S., Butler, F. K. et al. (2014): An analysis of prehospital deaths: who can we save?, in: *J Trauma Acute Care Surg* 77 (2), S. 213–218. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000292>.
- [9] Lott, C, Karageorgos, V., Abelairas-Gomez, C. et al. (2025): European Resuscitation Council Guidelines 2025 Special Circumstances in Resuscitation, S. 29.
- [10] German Resuscitation Council (Hrsg.) (2025): Reanimation 2025 Leitlinien kompakt, S. 92.
- [11] Lott, C, Karageorgos, V., Abelairas-Gomez, C. et al. (2025): European Resuscitation Council Guidelines 2025 Special Circumstances in Resuscitation, S. 31.
- [12] Lott, C, Karageorgos, V., Abelairas-Gomez, C. et al. (2025): European Resuscitation Council Guidelines 2025 Special Circumstances in Resuscitation, S. 30.
- [13] Kleber, C., Giesecke, M. T., Lindner, T. et al. (2014): Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin, in: *Resuscitation* 85 (3), S. 405–410, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.11.009>.
- [14] Lott, C. (2025): Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen bei Erwachsenen: Kommentar zu den Leitlinien des European Resuscitation Council 2025, in: *Notfall Rettungsmed*, online, <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01647-9>.
- [15] Rossaint, R., Afshari, A., Bouillon, B. et al. (2023): The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition, in: *Critical Care* 27 (80), <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04327-7>.
- [16] Jamali, B., Nouri, S., Amidi, S. (2024): Local and Systemic Hemostatic Agents: A Comprehensive Review, in: *Cureus* 16(10): e72312. <https://doi:10.7759/cureus.72312>
- [17] Collaborators. C., Roberts I, Shakur H, et al. (2011): The importance of early treatment with tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of the CRASH-2 randomised controlled trial, in: *Lancet* 377 (9771), S. 1096-1101, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60278-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60278-X).

## Quellen (2)

- [18] Guyette, F. X., Sperry, J. L., Peitzman, A. B. et al. (2021): Prehospital blood product and crystalloid resuscitation in the severely injured patient: a secondary analysis of the prehospital air medical plasma trial, in: *Ann Surg* 273 (2), S. 358–364, <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003324>.
- [19] Bulger, E. M., Perina, D. G., Qasim, Z. et al. (2019): Clinical use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in civilian trauma systems in the USA, 2019: a joint statement from the American College of Surgeons Committee on Trauma, the American College of Emergency Physicians, the National Association of Emergency Medical Services Physicians and the National Association of Emergency Medical Technicians, in: *Trauma Surg Acute Care Open* 4 (1), <https://doi.org/10.1136/tsaco-2019-000376>.
- [20] Jansen, J. O., Hudson, J., Cochran, C. et al. (2023): Emergency department resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in trauma patients with exsanguinating hemorrhage: the UK-REBOA randomized clinical trial, in: *JAMA* 330 (19), S. 1862–1871, <https://doi.org/10.1001/jama.2023.20850>.
- [21] Wilson, M. H., Hinds, J., Grier, G. (2016): Impact brain apnoea – A forgotten cause of cardiovascular collapse in trauma, in: *Resuscitation* 105, S. 52–58, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.05.007>.
- [22] Notfallguru (2025): Trauma-Reanimation, <https://www.notfallguru.de/gurufacts/trauma-reanimation>.
- [23] Djarv, T., Axelsson, C., Herlitz, J. et al. (2018): Traumatic cardiac arrest in Sweden 1990-2016 – A population-based national cohort study, in: *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 26 (1), S. 30. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0500-7>.
- [24] Davis, J. A., Manoach, S., Heerdt, P. (2024): Management of respiratory failure in hemorrhagic shock, in: *Ann Am Thorac Soc* 21 (7), S. 993–997, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202310-905CME>.
- [25] Lott, C, Karageorgos, V., Abelairas-Gomez, C. et al. (2025): European Resuscitation Council Guidelines 2025 Special Circumstances in Resuscitation, S. 32.
- [26] Roberts, D. J., Leigh-Smith, S., Faris, P. D. et al. (2015): Clinical presentation of patients with tension pneumothorax: a systematic review, in: *Ann Surg* 261 (6), S. 1068–1078, <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001073>.
- [27] Luna, G. K., Pavlin, E. G., Kirkman, T. et al. (1989): Hemodynamic effects of external cardiac massage in trauma shock, in: *J Trauma* 29 (10), S. 1430–1433, <https://doi.org/10.1097/00005373-198910000-00022>.
- [28] Jeffcoach, D. R., Gallegos, J. J., Jesty, S. A. et al. (2016): Use of CPR in hemorrhagic shock, a dog model, in: *J Trauma Acute Care Surg* 81 (1), S. 27–3, <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001001>.
- [29] Watts, S., Smith, J. E., Gwyther, R. et al. (2019): Closed chest compressions reduce survival in an animal model of haemorrhage-induced traumatic cardiac arrest, in: *Resuscitation* 140, S. 37–42, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.04.048>.
- [30] Endo, A., Kojima, M., Hong, Z. J. et al. (2020): Open-chest versus closed-chest cardiopulmonary resuscitation in trauma patients with signs of life upon hospital arrival: a retrospective multicenter study, in: *Crit Care* 24 (1), S. 541, <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03259-w>
- [31] Liu, A., Nguyen, J., Ehrlich, H. et al. (2022): Emergency resuscitative thoracotomy for civilian thoracic trauma in the field and emergency department settings: a systematic review and meta-analysis, in: *J Surg Res* 273, S. 44–55, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.11.012>.

## Quellen (3)

- [32] Davis, J. A., Manoach, S., Heerdt, P. (2024): Management of respiratory failure in hemorrhagic shock, in: *Ann Am Thorac Soc* 21 (7), S. 993–997, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202310-905CME>.
- [33] Witt, C. E., Shatz, D. V., Robinson, B. R. H. et al. (2025): Epinephrine in prehospital traumatic cardiac arrest-life saving or false hope?, in: *Prehosp Emerg Care*, S. 1–9. <https://doi.org/10.1080/10903127.2025.2461283>.
- [34] Obara, T., Yumoto, T., Bunya, N. et al. (2024): Association between signs of life and survival in traumatic cardiac arrest patients: A nationwide, retrospective cohort study, in *Resuscitation Plus* 19, S. 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100701>.
- [35] Seewald, S., Wnent, J. Gräsner, J.-T. (2022): Survival after traumatic cardiac arrest is possible—a comparison of German patient-registries, in: *BMC Emergency Medicine* 22, <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00714-5>.
- [36] Israr, S., Cook, A. D., Chapple, K. M. et al. (2019): Pulseless electrical activity following traumatic cardiac arrest: sign of life or death?, in: *Injury* 50 (9), S. 1507–10. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.05.025>.
- [37] Chen, Y. C., Wu, K. H., Hsiao, K. Y. et al. (2019): Factors associated with outcomes in traumatic cardiac arrest patients without prehospital return of spontaneous circulation, in: *Injury* 50 (1), S. 4–9, <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.07.010>.
- [38] Cera, S. M., Mostafa, G., Sing, R. F. et al. (2003): Physiologic predictors of survival in post-traumatic arrest, in: *Am Surg* 69 (2), S. 140–144. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12641355>.
- [39] Seamon, M. J., Haut, E. R., Van Arendonk, K. et al. (2015): An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma, in: *J Trauma Acute Care Surg* 79 (1), S. 159–173, <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000648>.
- [40] Millin, M. G., Galvagno, S. M., Khandker, S. R. et al. (2013): Withholding and termination of resuscitation of adult cardiopulmonary arrest secondary to trauma: resource document to the joint NAEMSP-ACSCOT position statements, in: *J Trauma Acute Care Surg* 75 (3), S. 459–467, <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31829cfaea>.
- [41] Leis, C. C., Hernandez, C. C., Blanco, M. J. et al. (2013): Traumatic cardiac arrest: should advanced life support be initiated?, in: *J Trauma Acute Care Surg* 74 (2), S. 634–638. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31827d5d3c>.
- [42] Venturini, S. (2025): Point-of-Care-Ultraschall im Schockraum, in: *Notfall Rettungsme* 28 (6), S. 410–420, <https://doi.org/10.1007/s10049-024-01418-y>.
- [43] Breitzkreutz, R., Price, S., Steiger, H. V. et al. (2010): Emergency Ultrasound Working Group of the Johann Wolfgang Goethe-University Hospital, Frankfurt am Main. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial, in: *Resuscitation* 81 (11), S. 1527–1533, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.07.013>. PMID: 20801576.
- [44] Notfallguru (2024): Sonografie, <https://www.notfallguru.de/leitsymptome/skills/sono>
- [45] Soar, J., Böttiger, B. W., Carli, P. (2025): European Resuscitation Council Guidelines 2025 Adult Advanced Life Support, S. 34.