

54 Kardiopulmonale Reanimation: Erweiterte Maßnahmen (Advanced Life Support)

Erik Popp, Nikolai Kaltschmidt, Othmar Kofler

54.1 Steckbrief

Als Advanced Life Support (ALS) werden erweiterte Maßnahmen im Rahmen der Reanimation bezeichnet. Sie gehen über die Basismaßnahmen des Basic Life Support (BLS) hinaus und umfassen beispielsweise Medikamentengaben, Atemwegssicherung und Beatmung oder invasive Notfalltechniken. Zentrales Element einer erfolgreichen Wiederbelebung ist ein schnelles Erkennen des Kreislaufstillstands und eine qualitativ hochwertige Herzdruckmassage. Darauf bauen die erweiterten Maßnahmen durch speziell geschultes Personal auf. Diese haben zum Ziel, reversible Ursachen des Kreislaufstillstands zu beseitigen und damit zeitnah einen ROSC, den „Return of Spontaneous Circulation“, zu erreichen.

54.2 Synonyme

- cardiopulmonary resuscitation
- Reanimation
- Advanced Life Support
- Wiederbelebung
- Herz-Kreislauf-Stillstand

54.3 Keywords

- Reanimation
- cardiopulmonary resuscitation
- kardiopulmonale Reanimation
- Advanced Life Support
- 4Hs und HITS
- Crew Resource Management
- Atemwegssicherung
- Beatmung

54.4 Überblick

- Advanced Life Support (ALS) bezeichnet die Fortführung der kardiopulmonalen Reanimation durch geschultes Personal über das Maß der Basismaßnahmen (BLS) hinaus.
 - Hierzu gehören insbesondere die manuelle Defibrillation, die Atemwegssicherung, die Beatmung mit einem Beatmungsgerät und die Gabe von Medikamenten, aber auch erweiterte Verfahren wie eCPR oder gezielte Therapie der reversiblen Ursachen des Kreislaufstillstands.
 - Die Empfehlungen hierzu gehen aus den ERC-Leitlinien 2021 hervor [366].
- ALS soll die Maßnahmen des BLS erweitern (beispielsweise Sicherung der Atemwege per endotrachealer Intubation oder Einlage supraglottischer Atemwegshilfen), reversible Ursachen des Kreislaufstillstands beheben und Folgemaßnahmen (z. B. Transfer in ein Cardiac Arrest Center) antizipieren, um so ein bestmögliches Outcome für Patient*innen zu ermöglichen.
- Die Inzidenz des innerklinischen Kreislaufstillstands beträgt etwa 1–6/1000 Krankenhausaufnahmen.
 - In 52,7% der Fälle finden diese Ereignisse auf Normalstation statt und in 68,7% der Fälle sogar beobachtet.
 - Dennoch ist die Prognose schlecht.

- Nur wenige Patient*innen überleben einen Kreislaufstillstand, ohne größere neurologische Schäden davon zu tragen (ca. 10%).
- Bei erwachsenen Patient*innen sind in 52,5% der Fälle kardi-ale Ursachen und in 26,7% eine Hypoxie ursächlich.
- Dies ist vor allem für die Therapie und Nachbehandlung von Bedeutung.
- Diese Zahlen sollen verdeutlichen, dass es sich beim Kreislaufstillstand nicht um ein seltenes Krankheitsbild handelt.
- Schnelles Erkennen, regelmäßiges Training und eine gute Rettungskette sind Schlüsselemente, um die Prognose für unsere Patient*innen verbessern zu können [358].
- Die Kenntnisse der Arbeitsumgebung sind im medizinischen Notfall wesentlich [361].
 - So kann z. B. die sachgerechte Bedienung des Defibrillators bei einem Patienten im Kammerflimmern schnell zum ROSC führen.
 - Hierfür ist es jedoch notwendig, dass das Team mit dem Equipment vertraut ist.
 - Das innerklinische Notfallteam sollte bei Dienstbeginn gemeinsam die Ausrüstung auf Vollständigkeit und Funktion prüfen und den adäquaten Einsatz sowie die Rollenverteilung im Team besprechen.
 - Dieser Ablauf schafft Vertrauen und wirkt sich positiv auf die Teamperformance im Notfall aus.
- Die Raumordnung von Equipment und Teammitgliedern kann den Notfall wesentlich beeinflussen (► Abb. 54.1). Es erscheint daher sinnvoll, diese vorher im Team zu besprechen.



Merke

Hauptziel der kardiopulmonalen Wiederbelebung bleibt die möglichst unterbrechungsarme hochqualitative Herzdruckmassage.

54.5 Indikationen

- Grundlage ist auch hier der Basic Life Support.
- Sobald ausreichend personelle Kapazitäten vorhanden sind und das benötigte Material zur Verfügung steht, wird vom BLS auf den ALS-Algorithmus gewechselt.

54.6 Kontraindikationen

- Für medizinisches Fachpersonal gibt es keine Kontraindikationen für den Advanced Life Support.
- Ist die Entscheidung gefallen, mit Reanimationsmaßnahmen zu beginnen, sollten so bald wie möglich die Maßnahmen des ALS durchgeführt werden.
- Eine Entscheidung kann aufgehoben werden und eine Reanimation abgebrochen werden, wenn eine rechtswirksame Patientenverfügung besteht oder der Tod durch sichere Todeszeichen wie Totenstarre, Totenflecken oder Fäulnis festgestellt ist.

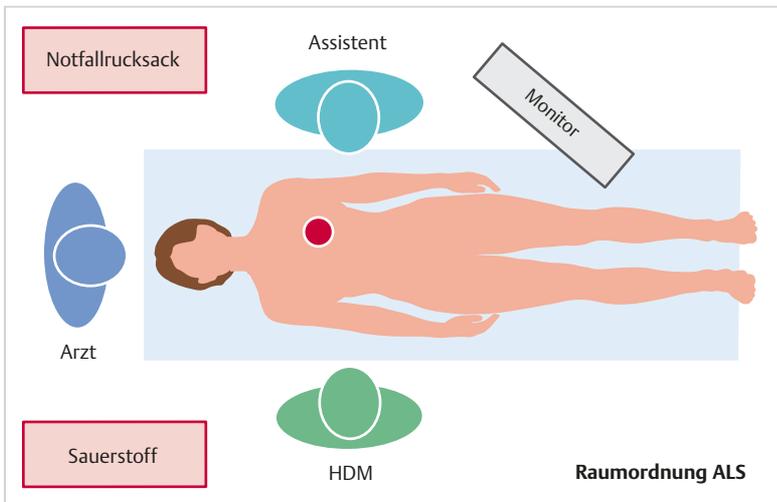


Abb. 54.1 Schematische Raumordnung während einer erweiterten Reanimation (ALS). HDM: Herzdruckmassage.

54.7 Aufklärung und spezielle Risiken

- Da es sich beim ALS um eine Notfallmaßnahme handelt, ist keine Aufklärung möglich.
- Auch eine nachträgliche Sicherungsaufklärung, wie sie beispielsweise im Rahmen von Transfusionen vorgeschrieben ist, ist nicht erforderlich.
- Spezielle Risiken für den Patienten oder die Patientin, die über Risiken der Einzelmaßnahmen hinausgehen, bestehen nicht.

54.8 Vorbereitende Diagnostik

- Da es sich um eine Notfallsituation handelt, ist eine vorbereitende Diagnostik schlicht nicht möglich.
- Was möglich ist, ist jedoch das gezielte Screening auf Risikofaktoren und die Vermeidung des Kreislaufstillstands.
- Häufig geht eine physiologische Verschlechterung dem Kreislaufstillstand voraus. Seien Sie deshalb vigilant, insbesondere wenn Patient:innen hypoton sind.
- Weitere Risikofaktoren können beispielsweise Herzrhythmusstörungen, kürzlich stattgehabte Myokardinfarkte oder auch eine akute Thrombose sein.

54.9 Anästhesie

- Während der Reanimation ist keine Allgemeinanästhesie erforderlich.
- Nach ROSC oder bei Auftreten von Abwehrbewegungen kann eine Allgemeinanästhesie erforderlich sein.
- Hierzu sollte ein möglichst kreislaufschonendes Verfahren gewählt werden.
 - Hier bieten sich opiatlastige Narkosen in Kombination mit Midazolam und suffizienter Relaxation an.
 - Auf besonders kreislaufwirksame Substanzen – beispielsweise Propofol – sollte in diesem Fall verzichtet werden.

54.10 Personal, Material und Einstelltechnik

- Erweiterte Wiederbelebungsmaßnahmen wirken sich nachweislich positiv auf das Überleben aus, sind jedoch mit technischen, sozialen, situativen und organisatorischen Hürden verbunden [361].
 - Daher ist es wichtig, dass die Teammitglieder die Rollen, die Abläufe und das Material kennen, um gezielt auf zeitkritische Notfälle zu reagieren [374].
 - Primär soll in diesem Moment der Fokus auf Perfusion (Drücken) und Oxygenierung (Masken-Beutel-Beatmung) gesetzt werden und weitere Maßnahmen darauf aufbauen [356] [366][375].
- Die Zeit spielt im Notfall eine große Rolle.
 - Die Wahrscheinlichkeit auf ein Überleben mit gutem neurologischem Ergebnis sinkt nach mehr als 60 min Herzdruckmassage wesentlich [367].
 - Dies stellt eine große Herausforderung für die Notfallteams dar.
 - Selbst wenn die örtlichen Gegebenheiten alle technischen und personellen Ressourcen bereitstellen, wird der Prozess maßgeblich von den Entscheidungen des Teams vor Ort beeinflusst.
- Damit Teamarbeit effizient funktioniert, können mentale Modelle hilfreich sein.
 - Mentale Modelle sind reduzierte Bilder eines Prozesses, um relevante Aspekte einer Struktur abrufen zu können.
 - Mithilfe dieser mentalen Modelle sollten Notfallteams bereits vorab spezifische Notfallsituationen einüben, um unter Druck effizient arbeiten zu können.
 - Stellen Sie sich bestimmte Notfallsituationen vor und entwickeln Sie einen Plan, wie Sie mit dieser Notfallsituation umgehen wollen.
 - Welches Material benötigen Sie?
 - Welche Stolpersteine gibt es?
 - Woran müssen Sie denken?
 - Dadurch können Prozessabläufe gestrafft und Entscheidungen beschleunigt werden [355].
- „10 for 10“ ist eine formelle Auszeit des Teams, um in einem kurzen Briefing (10s) die nächsten 10 min zu planen, die Nutzung der Teamressourcen zu maximieren und die Verfahren zu antizipieren.
 - Zu diesem Zeitpunkt sollten kurze Überlegungen im Szenario verbalisiert, interprofessionell entschieden und als Strategie sofort eingeleitet werden.

- Diese Auszeit sollte unter Fortführung der Basismaßnahmen, während der ALS-Maßnahmen häufig, vielleicht sogar nach jeder zweiten Rhythmusanalyse stattfinden und damit eine offene Kommunikation und eine Neueinschätzung gefördert werden.

54.11 Vorbereitung

- Checkliste:
 - Scene-Safety-Situation: Ist die Umgebung sicher?
 - BLS-Maßnahmen werden korrekt durchgeführt:
 - Thoraxkompressionen (Tiefe, Frequenz, Druckpunkt)
 - Oxygenierung (Masken-Beutel-Beatmung)
 - Anamnese:
 - Auffindesituation (handelt es sich um einen bezeugten oder unbezeugten Kreislaufstillstand?)
 - Patientenzustand vor Ereignis bekannt?
 - erster Rhythmus im EKG? Schock abgegeben?
 - Dauer des BLS bislang
 - Sind die ergriffenen Maßnahmen korrekt?
 - Ist die Position des Patienten verbesserbar? (Lichtverhältnisse, räumliche Umgebung, Unterlage)
 - Beatmungsbeutel: Ist Sauerstoff über das Reservoir abgeschlossen? Wird ein Atemsystemfilter verwendet?
 - Sind Druckpunkt und Drucktiefe der Thoraxkompressionen noch korrekt?
- Es liegt in der Natur der Sache, dass eine gezielte Vorbereitung auf einen Herz-Kreislauf-Stillstand nicht möglich ist. Vielmehr sind allgemeine Vorbereitung und die Optimierung von Umgebungsfaktoren relevant:
 - Arbeiten Sie an einem mentalen Modell.
 - Gehen Sie Schritt für Schritt durch, welche Maßnahmen Sie in welcher Reihenfolge wann durchführen würden, falls es in Ihrer Umgebung zu einer Reanimationssituation kommt.
 - Sie sollten insbesondere klinikinterne Notrufnummern und die Standorte des Notfallmaterials kennen und jederzeit parat haben.
 - Kurse zur Reanimation helfen, Ängste abzubauen und die erforderlichen Maßnahmen zu trainieren.
 - Den ersten Schritt haben Sie mit dem aufmerksamen Lesen dieses Beitrags bereits getan.

54.12 Anatomie

- Zur korrekten Durchführung von Thoraxkompressionen, Atemwegssicherung und Defibrillation werden die anatomischen Kenntnisse vorausgesetzt.

54.13 Durchführung

- Schritt 1: Scene-Safety-Situation: Ist die Umgebung sicher?
- Schritt 2: Kontrolle BLS-Maßnahmen:
 - Thoraxkompressionen regelhaft? (Druckpunkt, Tiefe und Frequenz)
 - Oxygenierung sichergestellt? (suffiziente Beatmung zum Zeitpunkt?)
 - Atemwegssicherung, sofern ausreichende Expertise
 - supraglottische Atemwegshilfen erwägen (Larynxmaske, Larynxintubus)
- Schritt 3: Anlage eines Gefäßzuganges zur sicheren Medikamentenapplikation (siehe entsprechendes Kapitel)
- Schritt 4: Kontrolle korrekter Algorithmus und Korrektheit der bisher ergriffenen Maßnahmen
- Schritt 5: Anamneseehebung

- Klären der Auffindesituation (bezeugter oder unbezeugter Kreislaufstillstand?)
- Patientenzustand vor dem Ereignis erheben/in Erfahrung bringen
- Wurde bereits ein Schock abgegeben? Wie war der erste abgeleitete Herzrhythmus im EKG?
- Dauer der bisherigen BLS-Maßnahmen? Wann war das Ereignis? Wann wurde der Patient aufgefunden?
- Schritt 6: Kontrolle korrekter Algorithmus und Korrektheit der bisher ergriffenen Maßnahmen
- Schritt 7: Diagnostik, Abarbeiten der 4Hs und HITS
 - Anlage eines arteriellen Gefäßzuganges zur kontinuierlichen Drucküberwachung und Möglichkeit zur arteriellen Blutgasanalyse
 - Ultraschalldiagnostik zum Ausschluss reversibler Ursachen des Kreislaufstillstands und Möglichkeit zur Überprüfung von Herzaktionen
- Für traumatisch bedingte Kreislaufstillstände ist ein angepasstes Vorgehen erforderlich.
 - Hier hat die Behebung der lebensbedrohlichen Traumafolgen die höchste Priorität.
 - Aus diesem Grund ist zunächst die gezielte Erhebung von potenziell reversiblen Verletzungen essenziell, die mit Hypovolämie/Hämorrhagie oder Spannungspneumothorax einhergehen können.
 - Die sofortige Behebung durch blutstillende Maßnahmen, Thoraxentlastung oder Aortenkompression erfolgt direkt nach Erkennen der Situation und darf nicht aufgeschoben werden.

54.13.1 Zugangswege

- Anlage eines Gefäßzuganges zur sicheren Medikamentenapplikation (s. Applikationsweg (S. 369))

54.13.2 Lagerung

- Die Person sollte sich in Rückenlage auf einem festen Untergrund befinden, um suffiziente Thoraxkompressionen zu ermöglichen.
- Sollte sich die Person im Bett befinden, ist das Geradstellen mittels CPR-Hebels und das Unterlegen eines Reanimationsbretts erforderlich.
 - Andernfalls sollten Sie die reanimationspflichtige Person in Rückenlage auf dem Boden lagern.
 - Achten Sie darauf, frühzeitig für ausreichend Platz, um den Patienten oder die Patientin zu sorgen.

54.13.3 Durchführung Schritt für Schritt

BLS-Maßnahmen: Notfallsituation erkennen, AED anschließen und hochwertige Thoraxkompression durchführen

- Am Beginn des ALS-Algorithmus steht die Durchführung der BLS-Maßnahmen. Das klingt trivialer als es häufig ist.
- Die Angst, die Notfallkaskade in Gang zu setzen, führt oftmals zu einer verspäteten Alarmierung der medizinischen Einsatzteams (bzw. Reanimationsteams).
- Patient*innen, die keine Reaktion zeigen und keine normale Atmung aufweisen, stellen ein hartes Kriterium zur Alarmierung des hausinternen medizinischen Einsatzteams dar.
- Lassen Sie dieses alarmieren und einen automatischen externen Defibrillator (AED) holen, während Sie mit der Basisreanimation beginnen.

- Hochwertige Thoraxkompressionen sind die Grundlage für alles Weitere und genießen höchste Priorität!
- Sobald ein Defibrillator/AED zur Verfügung steht, sollte dieser unmittelbar angeschlossen werden, ohne die Thoraxkompressionen hierfür zu unterbrechen.
 - Die Reanimationsleitlinien sehen hier ein Zeitfenster von unter 3 min vor.
 - Für die Praxis bedeutet das: Sie müssen wissen, wo im Ernstfall ein AED/manueller Defibrillator zu finden ist.

Beginn ALS-Algorithmus mit Rhythmusanalyse

- Sobald das Gerät einsatzklar ist, unterbrechen Sie die Thoraxkompressionen für eine Rhythmusanalyse.
- Um die Herzdruckmassage für eine Defibrillation nur sehr kurz zu unterbrechen, sollte der Defibrillator vor jeder Rhythmusanalyse geladen werden (Pre-Charging).

Vorgehen bei Asystolie oder pulsloser elektrischer Aktivität

- Bei nicht defibrillierbaren Rhythmen, wie Asystolie oder pulsloser elektrischer Aktivität (PEA), führen Sie unmittelbar die kardiopulmonale Reanimation im Verhältnis 30:2 fort.
- Die nächste Priorität sollte die Anlage eines intravenösen Zuganges darstellen, um möglichst rasch 1 mg Adrenalin verabreichen zu können.
- Parallel hierzu findet die Atemwegssicherung statt.
- Wiederholen Sie die Rhythmusanalyse alle 2 min (5 Zyklen à 30 Thoraxkompressionen und 2 Beatmungen).
- Nach jeder zweiten Rhythmusanalyse (alle 3–5 min verabreichen Sie ein weiteres Milligramm Adrenalin).
- Inzwischen arbeiten Sie die reversiblen Ursachen des Kreislaufstillstands (4Hs und HITS) ab.

Bei defibrillierbaren Rhythmen zu beachten

- Bei defibrillierbaren Rhythmen, wie Kammerflimmern oder pulsloser ventrikulärer Tachykardie, steht die Defibrillation im Vordergrund.
- Sobald Sie in der ersten Rhythmusanalyse einen defibrillierbaren Rhythmus feststellen, sollten Sie defibrillieren und die Thoraxkompressionen unmittelbar für 2 min fortführen.

Zweite Rhythmusanalyse – Decision Point

- Die zweite Rhythmusanalyse stellt dann einen sogenannten „Decision Point“ dar [363].
- Sollte der Patient/die Patientin immer noch einen defibrillierbaren Rhythmus aufweisen, ist die Planung des weiteren Vorgehens von besonderer Bedeutung.
- Unter Fortführung der Reanimation sollten Sie mit Ihrem Team das weitere Vorgehen besprechen.

Weitere Maßnahmen: Diagnostik, Transport Medikamentenapplikation

- Im Sinne eines 10-for-10 [361] gilt es, in diesem Moment weitere Maßnahmen, Diagnostik und den Transport zu besprechen und damit zu antizipieren.
- Die Medikamentenapplikation erfolgt beim defibrillierbaren Rhythmus erst nach dem dritten Defibrillationsversuch.



Merke

Schematischer Ablauf einer erweiterten Reanimation:

- Prüfen, Rufen, Drücken (Basismaßnahmen) → Ankunft erfahrenes Team mit Equipment
- 1. Rhythmusanalyse: Kammerflimmern
 - Defibrillation 150J → HDM 30:2
 - Sicherung des Atemwegs, Anlage i. v./i.o.-Zugang → Anamnese
- 2. Rhythmusanalyse: Asystolie
 - 1 mg Adrenalin → kontinuierliche Herzdruckmassage und Beatmung
 - „10 for 10“ → Nach der zweiten Rhythmusanalyse entscheidet das Team laut und einstimmig, dass auf der Grundlage der verfügbaren Informationen eine eCPR indiziert ist und eine Kanülierung im Cardiac Arrest Center (CAC) sinnvoll ist → Alarmierung eCPR-Team und Vorbereitung für den Transport in das CAC
- 3. Rhythmusanalyse: Asystolie; HDM über 2 min, Komplettierung Anamnese
- 4. Rhythmusanalyse: Asystolie, Anlage m-CPR; 1 mg Adrenalin → Transport unter kontinuierlicher m-CPR und Beatmung. Rhythmusanalyse, Adrenalingabe und Defibrillation können in der Transportphase pausiert werden.
- Ankunft im Cardiac Arrest Center [370]

Kardiopulmonale Reanimation

- Die kardiopulmonale Reanimation kann konventionell, mechanisch oder extrakorporal durchgeführt werden und findet beim Kreislaufstillstand und der Entscheidung zum Beginn der Maßnahmen Anwendung.

Konventionelle kardiopulmonale Reanimation: cCPR

- Unter cCPR versteht man eine Reanimation, bei der die Herzdruckmassage (HDM) „konventionell“, also durch manuelle Kompression mittels Druckpunkts in der unteren Hälfte des Brustbeins und einer Drucktiefe von 5–6 cm, 100–120 × pro Minute durchgeführt wird.
- Diese Maßnahmen sichern einen Notkreislauf im Rahmen eines Kreislaufstillstands [357][360].

Mechanische kardiopulmonale Reanimation: mCPR

- Geräte zur mechanischen Thoraxkompression werden als Ersatz einer konventionellen Herzdruckmassage in bestimmten Situationen genutzt.
- Dabei sollten diese Geräte nur dann eingesetzt werden, wenn die manuelle Thoraxkompression nicht praktikabel ist (z. B. Transport durchs Treppenhaus), die Sicherheit der Helfenden nicht gewährleistet werden kann (z. B. im Herzkatheterlabor) oder die Qualität der HDM durch Erschöpfung nicht gewährleistet werden kann.
- Daher eignen sich diese Geräte beispielsweise besonders für den Patiententransport in die Klinik.
- Die korrekte Lage muss während der Benutzung immer wieder kontrolliert werden, um Verletzungen (z. B. der Leber) zu vermeiden [365][372].

Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation: eCPR

- Als eCPR (extrakorporale kardiopulmonale Reanimation) ist die Implantation eines ECLS (extrakorporales Life-Support-Systems) definiert sowie das Synonym, die venoarterielle ECMO (extrakorporale Membranoxygenierung), unter den Bedingungen einer kardiopulmonalen Reanimation.
- Die extrakorporale Herz-Kreislauf-Unterstützung wird durch die Anlage von zwei Kanülen (Arterie und Vene) in der Leiste etabliert und gewährleistet durch ein Pumpensystem sowohl die Oxygenierung als auch die Perfusion mit nahezu dem gesamten notwendigen Herzzeitvolumen (HZV) der Patienten*innen [368].
- Die eCPR ist für einen ausgewählten Teil von Patienten*innen mit refraktärem Kreislaufstillstand eine Behandlungsoption, wenn sich durch cCPR oder mCPR kein ROSC erzielen lässt.
- Hier beeinflusst die schnelle Anlage (idealerweise < 60 min) maßgeblich das Überleben.
- Eine eCPR ist kein Therapieziel, sondern eine Überbrückungsmaßnahme bis zur Erholung („Bridge to Recovery“), bis zur Therapie („Bridge to Therapy“) oder, um Zeit zu gewinnen („Bridge to Decision“) [368].
- In Deutschland finden wir etablierte Systeme zur innerklinischen wie auch präklinischen Durchführung einer eCPR.

- Bei supraglottischen Atemwegshilfen können die intrathorakalen Drucksteigerungen zu Undichtigkeiten und dadurch zu einer unzureichenden Beatmung führen.
- In diesem Fall kehren Sie zum gewohnten 30:2-Rhythmus zurück.
- Nach der Atemwegssicherung steht die Beatmung im Vordergrund.
 - Hier gilt es, die Lage des Tubus oder supraglottischen Atemwegs per Kapnometrie oder -grafie zu verifizieren.
 - Außerdem gibt die endtidale CO₂-Konzentration wertvolle Informationen über die Qualität der Reanimation.
 - Ein ROSC kündigt sich beispielsweise häufig durch einen Anstieg des etCO₂ an.
 - Im Gegensatz dazu ist ein niedriges etCO₂ während der Reanimation (< 10 mmHg) mit einem schlechteren Outcome assoziiert.
 - Jedoch sollte für oder gegen den Abbruch einer Reanimation nicht die Kapnografie als alleiniges Kriterium herangezogen werden [364].
- Die Beatmung sollte in der Regel volumenkontrolliert und druckgesteuert mit einem Atemhubvolumen von 7 ml/kg KG (z. B. 70 kg = 490 ml), einem I:E Verhältnis von 1:5 und einer Frequenz von 10 pro Minute am Gerät erfolgen.
 - Diese Einstellung sollte ständig durch die Kapnografie reevaluiert und angepasst werden.

Atemwegssicherung und Beatmung

- Grundsätzlich stehen zur Beatmung und Sicherung der Atemwege folgende Verfahren zur Verfügung:
 - Beutel-Masken-Beatmung (inkl. Filter und O₂-Reservoir)
 - supraglottische Atemwegshilfen (Larynxmaske, Larynxtubus)
 - endotracheale Intubation
- Auch wenn die endotracheale Intubation nach wie vor der Goldstandard in der Atemwegssicherung ist, sollte sie nur von erfahrenen Anwenderinnen und Anwendern (95 %ige Erfolgsrate bei maximal zwei Versuchen) durchgeführt werden.
- Um die Erfolgswahrscheinlichkeit hierbei noch zu erhöhen und damit auch die Unterbrechung der Thoraxkompressionen zu minimieren, sollte für die Intubation ein Videolaryngoskop verwendet werden (► Abb. 54.2).
- Sollte die Intubation nicht möglich sein, bieten sich supraglottische Atemwegshilfen im Rahmen der Reanimation an.
 - Sie sind schnell und ohne weitere Hilfsmittel zu platzieren und können auch durch weniger erfahrenes Personal angewandt werden (► Abb. 54.3) [371].



Abb. 54.2 Intubation mithilfe eines Videolaryngoskops.



Abb. 54.3 Anlage einer Larynxmaske mit Magensonde (2. Generation).

- Da eine Hypokapnie zu zerebraler Minderperfusion führt, können sie dies durch regelmäßige, angepasste Beatmung effektiv verhindern und eine bestmögliche Sauerstoffversorgung des Gehirns sicherstellen.
- Sobald ein gesicherter Atemweg vorliegt, kann die Reanimation beim beatmeten Patienten mit kontinuierlichen Thoraxkompressionen ohne Beatmungsunterbrechungen mit einer Beatmungsfrequenz von 10 pro Minute und maximaler Sauerstoffkonzentration fortgeführt werden.

Merke

Für die Atemwegssicherung soll die Herzdruckmassage für max. 5 s unterbrochen werden.



Medikamentöse Therapie

Applikationsweg

- Die europäischen Reanimationsleitlinien favorisieren klar die Medikamentengabe über einen intravenösen (i. v.) Zugang.
- Ein intraossärer Zugang sollte erst etabliert werden, wenn die Anlage eines i. v.-Zugangs wiederholt nicht gelingt.
- Im klinischen Setting sollte dies nur in Ausnahmefällen erforderlich sein.
- Wie immer gilt: Holen Sie sich frühzeitig Hilfe!

Merke

- Durch den reduzierten kardialen Auswurf unter Thoraxkompressionen liegt meist eine generalisierte Stauung vor, sodass die Venen häufig besser hervortreten und die Anlage eines intravenösen Zugangs in der Reanimationsituation leichter gelingt.
- Also haben Sie keine Scheu, auch an sonst eher unüblichen oder für den Patienten/die Patientin unangenehmen Punktionsorten zu suchen, wenn die Anlage nicht auf Anhieb gelingt.
- Gerade auf der Streckseite der Unterarme lassen sich so häufig gutlaufende Venenzugänge etablieren.
- Auch die Vena jugularis externa ist ein typischer Notfallzugang, in der Arztposition (am Kopf des Patienten sitzend) gut zu etablieren und i. d. R. gut rückläufig, sodass hier oft ein großlumiger i. v.-Zugang und meist auch die Abnahme einer venösen Blutgasanalyse während CPR gelingen kann.



Adrenalin

- Adrenalin ist fester Bestandteil der Reanimation.
- Als hochpotentes und kurzwirksames Katecholamin mit kurzer Anschlagszeit ist es das Mittel der Wahl.
- Beginnen Sie bei Patienten mit einem nicht defibrillierbaren Rhythmus so bald wie möglich 1 mg Adrenalin intravenös.
- Im defibrillierbaren Schenkel des ALS-Algorithmus soll Adrenalin nach dem 3. erfolglosen Schock verabreicht werden.
- Wiederholen Sie die Gabe von 1 mg Adrenalin i. v. alle 3–5 min, solange die ALS-Maßnahmen fortgeführt werden.
- In der Praxis bietet sich jede zweite Rhythmusanalyse an.
- Applizieren Sie Medikamente im Idealfall zu Beginn eines neuen 2-Minuten-Zyklus, damit durch die folgenden Thoraxkompressionen eine Verteilung im Blutkreislauf stattfinden kann.

Amiodaron/Antiarrhythmika

- Amiodaron als hochpotentes Klasse-III-Antiarrhythmikum wird beim erwachsenen Patienten nach dem dritten erfolglosen Defibrillationsversuch appliziert.
- 300 mg i. v. bilden hier die Erstdosis. Nach dem fünften erfolglosen Defibrillationsversuch können zusätzliche 150 mg verabreicht werden.
- 100 mg Lidocain können alternativ verabreicht werden, sollte Amiodaron nicht zur Verfügung stehen oder eine entsprechende lokale Regelung getroffen worden sein. Auch bei Lidocain sollte eine Repetitionsdosis von 50 mg nach dem fünften erfolglosen Defibrillationsversuch gegeben werden [357].
- Im Rahmen der Therapie potenziell reversibler Ursachen des Kreislaufstillstands (4Hs und HITS) kommen unter Umständen weitere Medikamente in der Reanimationsituation zum Einsatz.
 - Elektrolyte wie Kalium oder Magnesium können bei Hinweisen auf Elektrolytverschiebungen, wie beispielsweise Herzrhythmusstörungen, zum Einsatz kommen.
 - Infusionslösungen kommen in erhöhter Laufrate bei der Therapie einer Hypovolämie zur Anwendung.
 - Auch Thrombolytika – wie beispielsweise Tenecteplase bei Verdacht auf Lungenembolie oder Glukose bei vorausgegangener Hypoglykämie – müssen im interdisziplinären Konsens in Erwägung gezogen werden.

Reversible Ursachen

- Kreislaufstillstände können durch verschiedene Ursachen und Situationen entstehen.
- Im Rahmen der Wiederbelebensmaßnahmen gilt es, zeitnah die Ursache zu detektieren und die Therapie dieser zu initiieren, um den ROSC zu erreichen.
- Die Maßnahmen in den ersten Minuten nach dem Kreislaufstillstand oder auch in der Prävention kritisch kranker Patienten beeinflussen maßgeblich das Outcome oder verhindern sogar den Kreislaufstillstand.
 - Die ERC-Leitlinie gibt konkrete Empfehlungen zu der Diagnostik und Therapie der Hs und HITS.
 - Hier kann nach Atemwegssicherung und Volumengabe, insbesondere eine orientierende Ultraschalluntersuchung, eine Blutgasanalyse oder eine schnelle Intervention/Diagnostik hilfreich sein [360][363].

Merke

- 4Hs:
 - Hypoxie
 - Hypovolämie
 - Hypo-/Hyperkaliämie und andere Elektrolytentgleisungen
 - Hypo-/Hyperthermie
- HITS:
 - Herzbeutel tamponade
 - Intoxikation
 - Thrombose (koronar und pulmonal)
 - Spannungspneumothorax



Merke

Eine erfolgreiche Reanimation wird nur erreicht, wenn es gelingt, für jeden einzelnen Patienten ein Verständnis für die „besonderen Umstände“ des individuellen Kreislaufstillstands zu erfassen und diese bewusst und zielgerichtet zu therapieren.

ROSC – was jetzt?

- Nach dem Return of Spontaneous Circulation (ROSC), also der Rückkehr eines Spontankreislaufs, sollten folgende Maßnahmen durchgeführt werden:
 - nach ABCDE vorgehen:
 - A – Airway
 - B – Breathing
 - C – Circulation
 - D – Disability
 - E – Exposure/Environment
 - Zielwert: SpO₂ 94–96 %
 - 12-Kanal-EKG
 - Erkennen und Behandeln der Ursache
 - Temperaturmanagement [356]
- „Post Resuscitation Care“ stellt einheitlich die ersten wesentlichen Maßnahmen dar und hat einen erheblichen Einfluss auf das weitere Überleben und das neurologische Ergebnis.
 - Die Weiterbehandlung soll die Phase bis zur Erholung optimieren.
 - Die Post-Reanimationsbehandlung beginnt unmittelbar nach ROSC und beginnt mit den Maßnahmen analog der ABCDE-Vorgehensweise.
 - Besteht die Indikation für eine (maschinelle) kontrollierte Beatmung, soll eine definitive Atemwegssicherung mittels endotrachealer Intubation erfolgen und die maschinelle Beatmung mit 100 % FiO₂ begonnen werden.
 - Diese soll durch eine Sauerstoffsättigung und Kapnografie oder -metrie überwacht und an Normwerte angepasst werden.
 - Zielwerte für eine Sauerstoffsättigung sind 94–98 % oder ein arterieller Sauerstoffpartialdruck (PaO₂) von 75–100 mmHg.
 - Sowohl eine Hypoxämie als auch eine Hyperoxämie sind zu vermeiden.
 - Als Zielwerte für den arteriellen Kohlendioxidpartialdruck (PaCO₂) werden Werte von 35–45 mmHg empfohlen.
- Unter C wie „Kreislauf“ versteht sich die sofortige Ableitung eines 12-Kanal-EKG zur Detektion eines akuten Koronarsyndroms (ACS).
 - Nachfolgend gilt es, den Blutdruck auf einen systolischen Zielwert von > 100 mmHg zu stabilisieren.
 - Hierfür können sowohl intravenöse Flüssigkeit als auch Noradrenalin- und/oder Dobutamin-Gaben appliziert und am besten ultraschallgestützt gesteuert werden.
 - Die Guidelines empfehlen auch den unverzüglichen Beginn der Temperaturkontrolle (TTM) (Ziel 32–36°) und den Beginn einer Sedierung.
- Im Anschluss an die sofortigen Maßnahmen folgt die Komplettierung der Diagnostik und die Weiterbehandlung auf Intensivstation [360][364].

Ultraschalluntersuchung

- Während der Reanimation kann durch erfahrene Anwender*innen eine Ultraschalluntersuchung an Thorax, Herz und/ oder Abdomen durchgeführt werden, sollte aber die qualitativ hochwertige Herzdruckmassage nicht länger unterbrechen (z. B. Ri-

siko minimieren durch lautes Zählen der Sekunden der Unterbrechung).

- Ziel ist es, potenziell reversible und damit behandelbare Ursachen eines Kreislaufstillstands zu identifizieren [363].

Merke

Eine Rechtsherzdilatation ist nur in den ersten Minuten des Kreislaufstillstands ein sicheres Indiz für eine massive Lungenarterienembolie

Blutgasanalyse

- Point-of-Care-Testverfahren, falls verfügbar, können in der Ursachensuche beim Kreislaufstillstand wertvolle Informationen liefern (► Tab. 54.1).
- Sowohl der Serumkaliumspiegel als auch die Blutglukose, der Laktat Spiegel im Schock, der pH-Wert oder pO₂ und pCO₂ können mit nur einer arteriellen oder venösen Bestimmung kontrolliert werden.
- Blutgasanalysegeräte finden sich auf jeder Intensivstation.
- Zusätzlich könnte dies mit dem Etablieren einer invasiven Blutdruckmessung kombiniert werden und das Monitoring optimieren [362].

54.14 Besonderheiten bei bestimmten Patientengruppen**54.14.1 Besonderheiten bei Schwangeren**

- Als lebensrettende Maßnahmen bei schwangeren Patientinnen stehen die Basismaßnahmen nach Standard im Vordergrund und sowohl Druckpunkt, Drucktiefe und Frequenz bleiben erhalten.
- Als Besonderheit gilt ab der 20. SSW (Uterus über Nabelniveau tastbar), die Vena-Cava-Kompression zu berücksichtigen und durch leichte Beckendrehung nach links zu verhindern.
- Weiters und ohne Zeitverzug, immer wenn Schwangere Auffälligkeiten im ABCDE zeigen, ein Kreislaufstillstand droht oder bereits besteht, müssen unverzüglich Experten der Gynäkologie, Neonatologie und eine Hebamme ans Bett oder die Patientin zu den Experten gebracht werden [360].

54.14.2 Besonderheiten bei Kindern und Jugendlichen

- Patienten*innen im Alter von 0 bis 18 Jahre, ausgenommen Neugeborene im Rahmen der Geburt, gehören zu dieser Gruppe.
- Hier gilt es, einheitlich den spezifischen PBLs-Algorithmus für den Basic Life Support (ABC – 15:2) zu verwenden, auf eine hochwertige Qualität zu achten und die Maßnahmen möglichst nicht zu unterbrechen.
- Im Anschluss stehen auch hier die reversiblen Ursachen im Vordergrund.
- Nach der Empfehlung der ERC sind hier vor allem die Anwendung des ABCDE-Schemas, die ggf. notwendige Schockbehandlung mit gewichtsadaptierten Flüssigkeitsboli und eine Sauerstofftitration auf eine Ziel-SpO₂ von 94–98 % hervorzuheben [360].

Tab. 54.1 Parameter einer Blutgasanalyse inkl. Referenzbereiche.

Parameter	Akronym	Maßeinheiten	Normalbereich
Natrium	Na ⁺	mmol/l (mEq/l)	138–146
Kalium	K ⁺	mmol/l (mEq/l)	3,5–4,9
Ionisiertes Kalzium	iCa ²⁺	mmol/l	1,12–1,32
Hämatokrit	Hkt	% Hk	38–51
Hämoglobin	Hb	g/dl	12–17
Glukose	Glu	mg/dL	70–105
pH-Wert	pH	dimensionslos	7,35–7,45 art. 7,31–7,41 ven.
Kohlendioxid, Partialdruck	pCO ₂	mmHg	35–45 art. 41–51 ven.
Sauerstoff, Partialdruck	pO ₂	mmHg	80–105 art.
Hydrogenkarbonat	HCO ₃ ⁻	mmol/l (mEq/l)	22–26 art. 23–28 ven.
Basenüberschuss	BE(b)	mmol/l (mEq/l)	-2 – + 3
Sauerstoffsättigung	SO ₂	%	95–98
Laktat	Lac	mmol/l	0,36–1,25 art. 0,90–1,70 ven.

54.14.3 Besonderheiten beim traumatischen Kreislaufstillstand

- Beim durch akute Verletzungen bedingten traumatischen Kreislaufstillstand sollte der Fokus auf die sofortige Suche und Behandlung der potenziell reversiblen Ursachen gelegt werden. Dabei wird dies höher priorisiert als die Thoraxkompression.
- Die häufigste Ursache für einen traumatischen Kreislaufstillstand ist eine blutungsbedingte Hypovolämie. Bei einem hämorrhagischen Schock ist es wichtig, die Blutung so schnell wie möglich durch die Anlage von Druckverbänden, Tourniquets oder einer Beckenschlinge zu stoppen und den Volumenverlust durch die Gabe von kristalloiden Lösungen oder Blutprodukten zu substituieren.
- Verursacht das Trauma beispielsweise einen Spannungspneumothorax, führt dieser zu einem obstruktiven Schock mit Pumpversagen; auch hier würde die alleinige Thoraxkompression keinen ROSC bringen.
 - Die Therapie ist die schnellstmögliche Entlastung des Spannungspneumothorax.
 - Da während der Reanimation nicht immer sicher festgestellt werden kann, ob ein Spannungspneumothorax vorliegt, sollte bei Thoraxtraumata im Zweifel auf beiden Seiten eine Entlastung durch eine Minithorakotomie erfolgen.
- In seltenen Fällen kann zum Zweck der Perikardentlastung, Aortenkompression oder Blutungskontrolle eine Notfallthorakotomie notwendig werden.
 - Die Clamshell-Thorakotomie, im Fall von potenziell reversiblen Ursachen im Rahmen eines traumabedingten Kreislaufstillstands, ermöglicht eine gute Übersicht über die in-

trathorakalen Organe und damit ein schnelles Beheben der Ursache [369].

- In der ERC-Leitlinie werden die „4E“ als zwingende Voraussetzungen für die Durchführung einer Notfallthorakotomie festgelegt:
 - Expertise
 - Equipment (Ausrüstung)
 - Environment (Umgebung, z. B. Distanz zum Krankenhaus)
 - Elapsed Time (verstrichene Zeit) von weniger als 15 min zwischen Eintritt des Kreislaufstillstands und dem Beginn der Notfallthorakotomie [362]
- Bei einem traumatischen Kreislaufstillstand ist die Letalität sehr hoch. Erreicht man jedoch einen Spontankreislauf, ist die neurologische Funktion bei den Überlebenden deutlich höher als bei Patienten*innen mit einem Kreislaufstillstand anderer Genese [363].

Merke



Die Behandlung der traumatischen Ursache hat Vorrang. Komprimieren Sie kein leeres Herz!

54.15 Mögliche Fehler und Fallstricke

- Späte Entscheidungen und Hindernisse in der Kommunikation beeinflussen wesentlich das Outcome.

54.16 Mögliche Komplikationen

54.16.1 Komplikationen während der Durchführung

- Die Qualitätssicherung während der ALS-Maßnahmen erfolgt durch die Kapnografie, der Durchführung regelmäßiger Blutgasanalysen und der Verwendung von Ultraschall zur z. B. Druckpunktkontrolle.

54.16.2 Komplikationen nach der Durchführung

- Nach einem ROSC schließt sich die Postreanimationsbehandlung an.
- Im Rahmen dieser intensivmedizinischen Behandlung werden auch bildgebende Verfahren eingesetzt, um etwaige Reanimationschäden zu entdecken und behandeln zu können.

54.17 Dokumentation

- Jeder Kreislaufstillstand soll im Sinne der Qualitätssicherung wie auch aus medikolegalen Aspekten vollständig dokumentiert und archiviert werden. In der Dokumentation spielen besonders die Vitalparameter, der zeitliche Ablauf, die Diagnostik und die Dokumentation des weiteren Verlaufs eine wesentliche Rolle.
- Die Übergabe nach z. B. SBAR (Situation-Background-Assessment-Recommendation) oder sinnhaft am Ende der Maßnahmen ist eine evidenzbasierte Intervention und sollte bei Ankunft im Cardiac Arrest Center kompakt und strukturiert vor dem interprofessionellen Weiterbehandlungsteam in ruhiger Umgebung und „Hands-off“ erfolgen.
- Die Umsetzung fördert die konstruktive interdisziplinäre Zusammenarbeit und das weitere Vorgehen im Hochrisikobereich [359].

54.18 Postoperatives/ Postinterventionelles Management

- Die Postreanimationsbehandlung ist eine intensivmedizinische Maßnahme, deren genaue Beschreibung hier zu weit führen würde.
- Ein oft vernachlässigter Aspekt ist jedoch die Nachbesprechung, auf die die Autoren hier näher eingehen möchten.
 - Internationale Leitlinien empfehlen die Durchführung einer Nachbesprechung nach Reanimation mit Einbindung von Daten zur CPR-Qualität, wie sie beispielsweise von Feedback-Sensoren oder Defibrillatoren bereitgestellt werden.
 - Auch wenn diese nicht unmittelbar nach dem Ereignis zur Verfügung stehen, sollten diese Daten zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet und besprochen werden.
 - Dies kann nachweislich die CPR-Qualität, ROSC-Raten, und schließlich das Überleben nach Reanimation verbessern [357].
- Fordern Sie aktiv eine Nachbesprechung ein oder führen diese mit Ihrem Team konsequent durch. Dies kann auch Ihrem Team helfen, die Situation psychisch zu verarbeiten und bietet Raum zur Reflexion.

54.19 Ergebnisse

- Inzidenzen für den innerklinischen Kreislaufstillstand werden zwischen 1,5 und 2,8 pro 1000 Krankenhauseinweisungen angegeben.
- Überlebensraten liegen nach 30d zwischen 15 und 34% und sind abhängig von initialem Herzrhythmus, dem Eintrittsort

des Kreislaufstillstands und des Grads der Überwachung zu diesem Zeitpunkt [357].

54.20 Literatur

Quellenangaben

- [355] Al-Azri NH. How to think like an emergency care provider: a conceptual mental model for decision making in emergency care. *Int J Emerg Med* 2020; 13: 17
- [356] Dirks B, Bottiger BW. [The new 2021 international guidelines on resuscitation - here they are!]. *Notf Rett Med* 2021; 24: 189–191
- [357] European Resuscitation Council ER. ERC Guidelines. Im Internet: www.cprguidelines.eu; Stand: 20.06.2024
- [358] Fischer M, Wnent J, Gräsner JT et al. Öffentlicher Jahresbericht 2021 des Deutschen Reanimationsregisters: Außerklinische Reanimation 2021. *Anaesthesiologie und Intensivmedizin* 2022; doi: 10.19224/ai2022.v116
- [359] Fliegenschmidt J, Merkel MJ, von Dossow V, Zwissler B. [Structured patient handover in high-risk areas : Evidence and recommendations for the practical implementation]. *Anaesthesiologie* 2023; 72: 183–188
- [360] Gräsner JTW, Bein B, Bohn A et al. Summary of the ERC 2021 Resuscitation Guidelines. *Anästh Intensivmed* 2022; 63: 76–85
- [361] Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang G, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviat Space Environ Med* 1992; 63: 763–770
- [362] Lott C, Truhlar A, Alfonso A et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021; 161: 152–219
- [363] Metelmann C WJ, Kofler O. Preclinical treatment of cardiac arrest with and without an extracorporeal life support system (ECLS). *Anästh Intensivmed* 2023; 64: 94–103
- [364] Nolan JP, Sandroni C, Bottiger BW et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care. *Resuscitation* 2021; 161: 220–269
- [365] Obermaier M, Zimmermann JB, Popp E et al. Automated mechanical cardiopulmonary resuscitation devices versus manual chest compressions in the treatment of cardiac arrest: protocol of a systematic review and meta-analysis comparing machine to human. *BMJ Open* 2021; 11: e042062
- [366] Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation* 2021; 161: 98–114
- [367] Otani T, Sawano H, Natsukawa T et al. Low-flow time is associated with a favorable neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients resuscitated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *J Crit Care* 2018; 48: 15–20
- [368] Pilarczyk K, Michels G, Wolfrum S, Trummer G, Haake N. [Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR)]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2021; doi: 10.1007/s00063-021-00796-2
- [369] Schneider N, Küsselner T, Weilbacher F et al. Invasive Notfalltechniken – INTECH Advanced. *Notfall Rettungsmed* 2019; 22: 87–99
- [370] Scholz KH, Andresen D, Bottiger BW et al. [Quality indicators and structural requirements for Cardiac Arrest Centers-German Resuscitation Council (GRC)]. *Anaesthesist* 2017; 66: 360–362
- [371] Scholz J GJ, Bohn A. Referenz Notfallmedizin. Stuttgart: Thieme; 2019
- [372] Seewald S, Dopfer S, Wnent J et al. Differences between manual CPR and corpuls cpr in regard to quality and outcome: study protocol of the comparing observational multi-center prospective registry study on resuscitation (COMPRESS). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021; 29: 39
- [373] Timmermann A BB, Byhahn C, Dörge V et al. S 1-Leitlinie: Prähospitalales Atemwegsmanagement. *Anästh Intensivmed* 2019; 60: 316–336
- [374] Tonna JE, Keenan HT, Weir C. A qualitative analysis of physician decision making in the use of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory cardiac arrest. *Resusc Plus* 2022; 11: 100278
- [375] Wnent J, Tjelmeland I, Lefering R et al. To ventilate or not to ventilate during bystander CPR - A EuReCa TWO analysis. *Resuscitation* 2021; 166: 101–109