

Erratum

Luxem/Runggaldier/Karutz/Flake (Hrsg.)
Notfallsanitäter Heute (8. Auflage)
ISBN 978-3-437-46212-2

Liebe Leserin, lieber Leser,

im Zuge der Veröffentlichung der neuen Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council (ERC) hat der Autor Maximilian Rhiem Kapitel 23 („Reanimation und Periarrest-Situationen“) überarbeitet und aktualisiert. Die aktuelle Version dieses Kapitels finden Sie auf den folgenden Seiten.

Bitte richten Sie Ihre Anregungen, Lob und Kritik an folgende E-Mailadresse:
kundendienst@elsevier.com

Mit freundlichen Grüßen
Ihre Elsevier GmbH



Elsevier GmbH, Bernhard-Wicki-Str. 5, 80636 München, Deutschland
Wir freuen uns über Ihr Feedback und Ihre Anregungen an kundendienst@elsevier.com

ISBN 978-3-437-46212-2

eISBN 978-3-437-05478-5

Alle Rechte vorbehalten, auch für Text- und Data-Mining, KI-Training und ähnliche Technologien.

Aus Gründen der Barrierefreiheit sind die Bilder in elektronischen Ausgaben dieses Buches mit Alt-Text-Beschreibungen (Alternativ-Text) versehen, die von Elsevier bereitgestellt werden. Mehr Informationen erhalten Sie unter <https://www.elsevier.com/about/accessibility>.

Bücher und Zeitschriften, die von Elsevier veröffentlicht werden, entsprechen den geltenden Produktsicherheitsanforderungen. Für etwaige Bedenken oder Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an unseren autorisierten Vertreter, Elsevier B.V., product-safety@elsevier.com.

Elsevier nimmt eine neutrale Position in Bezug auf territoriale Meinungsverschiedenheiten oder Zuständigkeitsansprüche in seinen veröffentlichten Inhalten ein, einschließlich Landkarten und institutionellen Zugehörigkeiten.

8. Auflage 2024, Nachdruck 2026

© Elsevier GmbH, Deutschland

Wichtiger Hinweis: Die medizinischen Wissenschaften unterliegen einem sehr schnellen Wissenszuwachs. Der stetige Wandel von Methoden, Wirkstoffen und Erkenntnissen ist allen an diesem Werk Beteiligten bewusst. Sowohl der Verlag als auch die Autorinnen und Autoren und alle, die an der Entstehung dieses Werkes beteiligt waren, haben große Sorgfalt darauf verwandt, dass die Angaben zu Methoden, Anweisungen, Produkten, Anwendungen oder Konzepten dem aktuellen Wissensstand zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Werkes entsprechen.

Der Verlag kann jedoch keine Gewähr für Angaben zu Dosierung und Applikationsformen übernehmen. Es sollte stets eine unabhängige und sorgfältige Überprüfung von Diagnosen und Arzneimitteldosierungen sowie möglicher Kontraindikationen erfolgen. Jede Dosierung oder Applikation liegt in der Verantwortung der Anwenderin oder des Anwenders. Die Elsevier GmbH, die Autorinnen und Autoren und alle, die an der Entstehung des Werkes mitgewirkt haben, können keinerlei Haftung in Bezug auf jegliche Verletzung und/oder Schäden an Personen oder Eigentum, im Rahmen von Produkthaftung, Fahrlässigkeit oder anderweitig übernehmen.

Obwohl alle Werbemittel mit ethischen (medizinischen) Standards übereinstimmen, stellt die Erwähnung in dieser Publikation keine Garantie oder Anerkennung der Qualität oder des Wertes dieses Produkts oder der Aussagen der Herstellerfirmen dar.

Für die Vollständigkeit und Auswahl der aufgeführten Medikamente übernimmt der Verlag keine Gewähr.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden in der Regel besonders kenntlich gemacht (®). Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann jedoch nicht automatisch geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://www.dnb.de> abrufbar.

26 27 28 29 30 5 4 3 2 1

Für Copyright in Bezug auf das verwendete Bildmaterial siehe Abbildungsnachweis.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

In ihren Veröffentlichungen verfolgt die Elsevier GmbH das Ziel, genderneutrale Formulierungen für Personengruppen zu verwenden. Um jedoch den Textfluss nicht zu stören sowie die gestalterische Freiheit nicht einzuschränken, wurden bisweilen Kompromisse eingegangen. Selbstverständlich sind **immer alle Geschlechter** gemeint.

Planung: Katharina Frank; Anna-Marie Salaja

Projektmanagement: Anke Drescher; Julia Stängle

Redaktion: Sigrid Schäfer, Sindelfingen; Dr. Nikola Schmidt, Berlin

Bildredaktion und Rechtklärung: Katja Sieger-Schauer

Herstellung: Hildegard Graf, Germering

Satz: STRAIVE, Puducherry/Indien

Druck und Bindung: EGEDSA, Sabadell (Barcelona)/Spanien

Umschlaggestaltung: Sanitärerin Vorderseite © Carsten Dammann, Hamburg, www.carstendammann.com, Vorderseite rechts

© iStock.com/gorodenkoff, Rettungswagen Rückseite © Tobias Seeliger – stock.adobe.com, Hubschrauber Rückseite © DRF Stiftung Luftrettung gemeinnützige AG, Filderstadt, und SpieszDesign, Neu-Ulm

Aktuelle Informationen finden Sie im Internet unter **www.elsevier.de**

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Der Verweis auf die jeweilige Abbildungs- und Tabellenquelle befindet sich bei allen Abbildungen und Tabellen im Werk am Ende des Legendentextes in eckigen Klammern.

- F781-056** Papaspyrou H. Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener. Notfall Rettungsmed (2025). <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01645-x>.
- F781-057** Paal P. Erweiterte lebensrettende Maßnahmen für Erwachsene. Notfall Rettungsmed (2025). <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01646-w>.
- F781-060** Wagner M, Schäfer S, Rüdiger M. Reanimation und Versorgung des Neugeborenen nach der Geburt. Notfall Rettungsmed (2025). <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01649-7>.

- F781-64** Markel F, Habicht S. Lebenserhaltende Maßnahmen bei Kindern. Notfall Rettungsmed (2025). <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01652-y>.
- L143** Heike Hübner, Berlin.
- L231** Stefan Dangl, München.
- V405** Stryker GmbH & Co KG, Duisburg.
- V672** ZOLL Medical Corporation, ZOLL Medical Deutschland GmbH, Köln.
- V703** GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering.



REANIMATION UND PERIARREST-SITUATIONEN

Maximilian Rhiem

23.1	EINFÜHRUNG IN DIE REANIMATION	569	23.5	THERAPIE LEBENSBEDROHLICHER HERZRHYTHMUSSTÖRUNGEN	582
23.2	BASISMASSNAHMEN DER REANIMATION (BLS)	569	23.5.1	Bradykardien	582
23.2.1	Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstands	569	23.5.2	Tachykardien	584
23.2.2	Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands	569	23.6	REANIMATION IM KINDESALTER	585
23.2.3	Basismaßnahmen	571	23.6.1	Pediatric Basic Life Support (PBLIS)	586
23.2.4	Beginn und Abbruch der Reanimation	572	23.6.2	Pediatric Advanced Life Support (PALS)	588
23.2.5	Automatisierte externe Defibrillation (AED)	573	23.6.3	Abbruch von Reanimationsmaßnahmen	591
23.2.6	Mechanische Geräte zur Thoraxkompression	573	23.7	UMGANG MIT NEUGEBORENEN UND NEWBORN LIFE SUPPORT (NLS)	591
23.2.7	Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR)	574	23.7.1	Erstmaßnahmen bei einem asphyktischen Neugeborenen und NLS	592
23.3	ERWEITERTE MASSNAHMEN DER REANIMATION (ALS)	575	23.7.2	Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen	593
23.3.1	EKG-Analyse	575	23.8	MASSNAHMEN IN DER POSTREANIMATIONSPHASE	593
23.3.2	Erweitertes Atemwegsmanagement	579	23.9	UNTERSCHIEDE DER AHA- UND ERC-EMPFEHLUNGEN ZUR REANIMATION	596
23.3.3	Medikamentöse Therapie bei der Reanimation	579			
23.4	ERC-ALGORITHMUS ZUR REANIMATION IM ÜBERBLICK	580			
23.4.1	Reanimation unter besonderen Umständen	580			

FALLBEISPIEL

Notfallmeldung

Über die Rettungsleitstelle werden RTW und NEF zeitgleich zu einer gerade leblos vorgefundenen Person in einem gut situierten Wohnviertel am Stadtrand alarmiert.

Situation und Ersteindruck

Die Besatzung des ersteintreffenden RTW findet einen im Flur eines Wohnhauses liegenden ca. 65 Jahre alten Patienten vor. Der leblos am Boden liegende Patient wird von zwei jüngeren Männern wiederbelebt. Die an der Tür wartende Ehefrau berichtet von einem plötz-

lichen Brustschmerz und einer Luftnotattacke ihres Mannes mit anschließendem Kollaps im Flur, woraufhin sie den Notruf abgesetzt und zwei im angrenzenden Garten arbeitende Nachbarn zu Hilfe gerufen habe. Diese hätten unverzüglich mit der Einleitung der BLS-Maßnahmen begonnen. Bei weiterhin fehlender Atmung und nicht tastbarem Karotispuls übernimmt das Rettungsfachpersonal die Reanimation.

Leitsymptome

Herz-Kreislauf-Stillstand, Reanimation.

INHALTSÜBERSICHT

23.1 EINFÜHRUNG IN DIE REANIMATION

- Die Reanimation stellt ein relativ häufiges Notfallbild im präklinischen Alltag dar.
- Gezielte Abläufe und regelmäßiges Training erleichtern das Vorgehen in einer solchen Notfallsituation.
- Es gibt klare Handlungsempfehlungen (Leitlinien) zum Vorgehen bei der Reanimation.
- Die Leitlinien werden alle 5 Jahre überarbeitet und in Europa durch das European Resuscitation Council (ERC) publiziert.
- Das amerikanische Pendant zum ERC ist die American Heart Association (AHA).

23.2 BASISMASSNAHMEN DER REANIMATION (BLS)

- BLS (Basic Life Support) wird bei der Diagnose Herz-Kreislauf-Stillstand eingeleitet.
- Verschiedene Ursachen können einen Kreislaufstillstand auslösen.
- Bei der Reanimation geht man nach dem ABC-Schema vor.
- Bei der Ein-Helfer- und Zwei-Helfer-Methode stehen Thoraxkompression und Ventilation im Verhältnis 30:2.
- Die Anwendung von automatisierten externen Defibrillatoren (AED) durch Laien kann die Zeit bis zur ersten Schockabgabe verkürzen.

23.3 ERWEITERTE MASSNAHMEN DER REANIMATION (ALS)

- ALS (Advanced Life Support) wird nach Eintreffen von professionellem notfallmedizinischem Personal durchgeführt.
- Zu den erweiterten Maßnahmen zählen unter anderem die Anlage eines intravenösen oder intraossären Zugangs, die Medikamentengabe, das erweiterte Airwaymanagement und die gezielte Elektrotherapie.
- Die vier bei der Reanimation zu erkennenden EKG-Rhythmen sind: Asystolie, pulslose elektrische Aktivität (PEA), Kammerflimmern (VF) und pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT).
- Die elektrische Defibrillation wird bei Kammerflimmern und pulsloser ventrikulärer Tachykardie eingesetzt.

23.4 ERC-ALGORITHMUS ZUR REANIMATION IM ÜBERBLICK

- Standardisierte Behandlungsschemata (Algorithmen) erleichtern die zielgerichtete Therapie.
- Reanimationsmaßnahmen werden international nach ihrer Wirksamkeit klassifiziert.
- Bei Kammerflimmern und pulsloser ventrikulärer Tachykardie steht die Defibrillation im Vordergrund.
- Bei Asystolie und PEA wird neben den Basismaßnahmen eine frühzeitige Medikamentengabe empfohlen.

- Die Suche nach dem Auslöser des Herz-Kreislauf-Stillstands und dessen Therapie ist für das Outcome des Patienten mitentscheidend.
- Bei einigen Krankheitsbildern ist eine Modifikation bzw. Abweichung von der Standardreanimation angezeigt.

23.5 THERAPIE LEBENSBEDROHLICHER HERZRYTHMUSSTÖRUNGEN (PERIARREST-ARRHYTHMIEN)

- Bradykarde Rhythmusstörungen können den Einsatz eines Herzschrittmachers erforderlich machen.
- Tachykarde Herzrhythmusstörungen werden in ventrikuläre und supraventrikuläre Rhythmen unterteilt.
- Die Therapie der Tachykardien kann elektrisch oder medikamentös erfolgen.

23.6 REANIMATION IM KINDESALTER

- Beim Öffnen der Atemwege dürfen Weichteilpolster am Zungenrund nicht komprimiert werden.
- Das Atemzugvolumen reicht aus, wenn sich der Brustkorb hebt und senkt.
- Die Tubusgröße kann anhand des Nasenlochs oder des Kleinfingergrundglieds des Patienten abgeschätzt werden.
- Bei Kleinkindern wird für die Thoraxkompression mit einer Frequenz 100- bis 120-mal pro Minute auf die untere Sternumhälfte gedrückt.
- Thoraxkompression: Beatmung wird in der Zwei-Helfer-Technik im Verhältnis 15:2 durchgeführt.
- Notfallmedikamente sind Sauerstoff und Adrenalin.
- Die Volumengabe wird auf das Körpergewicht abgestimmt: 10 ml/kg KG.

23.7 UMGANG MIT NEUGEBORENEN UND NEW BORN LIFE SUPPORT (NLS)

- Neugeborenen-Basismaßnahmen werden bei einer Herzfrequenz $< 100/\text{Min.}$, inadäquater Atmung oder reduziertem Grundtonus eingesetzt: Abnabelung, Abtrocknen, Einstufen nach Apgar-Schema und ggf. Beatmung.
- Bei der Beatmung ist auf ein angepasstes Tidalvolumen (VT) zu achten.
- Die Thoraxkompression wird beim Neugeborenen bei einer Herzfrequenz $< 60/\text{Min.}$ angewendet.
- Die Kompressionsfrequenz beträgt 120-mal pro Minute, die Tiefe $\frac{1}{3}$ des anterior-posterioren Thoraxdurchmessers. Das Verhältnis Thoraxkompression zu Beatmung beträgt 3:1.
- Bei Neugeborenen gelten andere Blutzuckergrenzwerte als beim Erwachsenen.

23.2 BASISMASSNAHMEN DER REANIMATION (BLS)

23.8 MASSNAHMEN IN DER POSTREANIMATIONSPHASE

- Das Vorgehen erfolgt nach dem ABCDE-Schema.
- Sicherung von Zugängen und Atemwegsequipment.
- Medikamentöse Absicherung und Kreislaufunterstützung.

23.9 UNTERSCHIEDE DER AHA- UND ERC-EMPFEHLUNGEN ZUR REANIMATION

- Keine 5 Initialbeatmungen bei der Kinderreanimation im Algorithmus der AHA.
- Unterschiedliche Auflistung der potenziell reversiblen Ursachen.

23.1 Einführung in die Reanimation

Bei einem Versagen der Herz-Kreislauf-Funktion ist jeder betroffene Patient auf eine schnelle und zielgerichtete Behandlung angewiesen. Um einen größtmöglichen Erfolg zu erzielen, haben verschiedene Organisationen, z. B. die American Heart Association (AHA) und das European Resuscitation Council (ERC), für unterschiedliche Formen lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen standardisierte **Behandlungsschemata** (Algorithmen) erarbeitet. Diese **Algorithmen** sind das Produkt umfassender Erfahrungen und Studien und sollen als Therapieempfehlung verstanden werden. Entsprechend den aktuellen Erkenntnissen in der Medizin werden diese Abläufe überprüft und ggf. aktualisiert. Doch trotz der Vorteile einer einheitlichen und bewährten Vorgehensweise kann es in besonderen Situationen notwendig werden, dass der Anwender den Pfad dieser Schemata verlässt und eigene Entscheidungen in die Behandlung einfließen lässt.

Seit 1992 existiert eine internationale Dachorganisation, die sich um eine Vereinheitlichung der international üblichen Standards der Reanimation kümmert – das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Im Jahr 2000 wurden von dieser Organisation, deren Mitglieder die namhaften nationalen notfallmedizinisch tätigen Organisationen sind, erstmals Empfehlungen zur Durchführung einer Reanimation verabschiedet. Diese sog. „Guidelines“ (Leitlinien) wurden, sofern notwendig, ebenfalls in die Algorithmen integriert.

Alle fünf Jahre werden die Leitlinien überarbeitet und an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst. Diese werden dann von den nationalen Organisationen übernommen und in die jeweilige Landessprache übersetzt. In Deutschland ist hierfür das German Resuscitation Council (GRC) zuständig. Die letzte Anpassung fand im Jahr 2021 statt.

Verschiedene Ursachen können einen Herz-Kreislauf-Stillstand bewirken und die Einleitung einer Reanimation erforderlich machen.



ACHTUNG! Pro Minute Herz-Kreislauf-Stillstand ohne Reanimationsmaßnahmen sinkt die Chance auf eine erfolgreiche Wiederbelebung um 10 %.

Die Ursachen der Reanimation sind vielfältig, einige Beispiele dazu finden sich in → Tab. 23.1.

Da die Art der Grunderkrankung bzw. die direkte Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstands wesentlich für die weitere Diagnostik und Therapie des Patienten sein kann, sollten ursächliche Zusammenhänge und wichtige Daten aus der Vorgeschichte des Patienten geklärt werden. Die Basismaßnahmen der Reanimation haben Priorität, daher erfolgt die Informationssuche parallel zur Therapie bzw. nach Stabilisierung des Patienten.

Zur zielgerichteten Abfrage und Suche nach **potenziell reversiblen Ursachen** für eine Reanimation verwendet man die Akronyme **4 Hs und HITS (ERC) oder aber 5 Hs und 5 Ts (AHA)** (→ Tab. 23.2 und → Kap. 17.1.15).



MERKE

Vor Durchführung der Basismaßnahmen immer auch auf **Eigenschutz** achten (z. B. Stromunfall). Die Basismaßnahmen dürfen nicht durch die erweiterte Diagnostik verzögert werden.



IM FOKUS

Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstands

- **Klinischer Tod:** potenziell reversibler Zustand; Bewusstsein, Atmung und Kreislauf erloschen.
- Irreversible Schäden sind ab 3–5 Min. Stillstandszeit erwartbar. Pro Minute sinkt die Chance auf eine erfolgreiche Wiederbelebung um 10 %.
- Es gibt zahlreiche mögliche Ursachen für Herz-Kreislauf-Stillstand, Fokus auf **4 Hs und HITS**.
- Die wichtigste Basismaßnahme ist der Eigenschutz.
- **Basismaßnahmen haben immer Priorität** vor erweiterten Maßnahmen.

23.2 Basismaßnahmen der Reanimation (BLS)

Basismaßnahmen, die eingeleitet werden, um dem Patienten ein Weiterleben zu ermöglichen, werden als **Basic Life Support** (BLS, Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation) bezeichnet.

23.2.1 Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstands

Die **Ausgangssituation** für die Reanimation stellt der **klinische Tod** dar, bei dem Bewusstsein, Atmung sowie Kreislauffähigkeit sistieren (→ Kap. 45.4).

MERKE

Als **Wiederbelebenszeit des Gehirns**, d. h. der Zeitspanne, nach der spätestens eine Reperfusion stattfinden sollte, bevor irreversible Schäden entstehen, werden **3–5 Minuten** angegeben. In dieser kurzen Zeit müssen die Diagnosestellung und die Einleitung wesentlicher Basismaßnahmen erfolgen.

23.2.2 Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands

Um bei einem Notfallpatienten rasch und gezielt Hilfe leisten zu können, muss die Diagnose Herz-Kreislauf-Stillstand durch Prüfung der Vitalfunktionen unverzüglich gestellt werden. Die Symptome (→ Tab. 23.3) der akut sistierenden Kreislauffähigkeit treten schon nach kurzer Zeit auf und müssen festgestellt werden. Der Basischeck umfasst:

- Bewusstseinskontrolle
- Atmungskontrolle

Respiratorische Ursachen	Kardiozirkulatorische Ursachen	Sonstige Ursachen
- Bewusstlosigkeit mit Atemwegsverlegung - Aspiration/Verlegung der Atemwege durch Fremdkörper - Bolusgeschehen - Schwellung der Atemwege: Anaphylaxie (Angio-ödem), Inhalationstrauma - Medikamente (z. B. Opioide, Muskelrelaxanzien) - Ausgeprägtes SHT - Hirnstammschäden - Intrazerebrale Blutung (ICB) - Thoraxtrauma	- Akutes Koronarsyndrom (ACS, AKS) - Lungenarterienembolie (LAE) - Verschiedene Schockformen - Ausgedehntes Trauma - Störungen des Herzreizleitungssystems - Herzfehler - Klappenerkrankungen	- Stromunfälle - Ertrinkungsunfälle - Erfrierungen - Elektrolytentgleisungen - Störungen im Säure- und Basen-Haushalt - Vergiftungen

Tab. 23.1 Ursachen für eine Reanimationssituation (Beispiele)

4 Hs	HITS
- Hypoxie - Hypo-/Hyperthermie - Hypo-/Hyperkaliämie und andere Elektrolytentgleisungen/metabolische Ursachen - Hypovolämie	- Herzbeuteltamponade - Intoxikation - Thromboembolisches Geschehen - Spannungspneumothorax

Tab. 23.2 Potenziell reversible Ursachen der Reanimation: 4 Hs und HITS (ERC)

Zeitpunkt/Zeitdauer	Symptome
Sofort	Pulslosigkeit
Nach 10–20 Sek.	Eintritt der Bewusstlosigkeit
Nach 15–30 Sek.	Beginn des Atemstillstands bzw. der Schnappatmung
Nach 60–90 Sek.	Weite, reaktionslose Pupillen

Tab. 23.3 Zeitliches Auftreten der Symptome beim Herz-Kreislauf-Stillstand

International wird das ABCDE-Schema verwendet (→ Kap. 17.1.4):

- Airway:** Freimachen des Atemwegs, z. B. durch Reklination des Kopfes
- Breathing:** Achte auf sichtbare Thoraxexkursionen und Atmung
- Circulation:** Kreislaufkontrolle und/oder Suche nach sonstigen Lebenszeichen

Da das **Gehirn** die geringste Ischämietoleranz aller Körperorgane besitzt, können im Rahmen schwerwiegender Vitalfunktionsstörungen auftretende Versorgungsmängel zur akuten zerebralen Gefährdung des Patienten führen. Die Prognose und das Ausmaß bleibender Schäden stehen im engen zeitlichen Zusammenhang mit der Wiederherstellung der zerebralen Perfusion. Die **Beurteilung der Bewusstseinslage** des Patienten stellt somit die Grundlage für die Einschätzung der Gesamtgefährdung und die weitere Therapie dar. Im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation wird durch gezielte Schritte das Vorliegen einer Bewusstseinsstörung geprüft. Reagiert der Patient auf laute Ansprache nicht, so testet man anschließend seine Reaktion auf Berührung und Schütteln an den Schultern. Im Fall des klinischen Todes liegt eine Bewusstlosigkeit vor.

! ACHTUNG! Bei erkennbaren Verletzungen im Bereich des Kopfes bzw. der Wirbelsäule unnötige Bewegungen vermeiden.

Der **Atemstillstand** stellt die schwerste Form der respiratorischen Insuffizienz dar. Der klinische Tod korreliert mit dem Vorliegen eines Atemstillstands. Es muss sofort mit Maßnahmen begonnen werden. Im Rahmen akuter kardialer und pulmonaler Insuffizienz bei drohendem Kreislaufstillstand kann es zu terminalen Atemmustern, z. B. der Schnappatmung, kommen.

DEFINITION

Schnappatmung: kurze Kontraktionen der Atemmuskulatur, die nur wenig Luftbewegung in den Atemwegen erzeugen und für eine Oxygenierung **nicht** ausreichen.

MERKE

BLS-Maßnahmen stellen die Grundlage und das wichtigste Element einer Reanimation dar und müssen ohne Verzögerung angewendet werden. Ohne effizient durchgeführte Basismaßnahmen ist eine Durchbrechung des Kreislaufstillstands praktisch nicht möglich.

Zur **Feststellung des Atemstillstands** oder einer abnormalen Atmung wird der Kopf des Patienten mit beiden Händen überstreckt. Eine Hand fasst Stirn-/Scheitelbein, die andere Hand zieht das Kinn des Patienten nach oben. Der Helfer hält sein Ohr über den Mund des Patienten, um evtl. Atemzüge zu spüren und zu hören (→ Abb. 23.1). Gleichzeitig schaut er nach Atemexkursionen und weiteren Lebenszeichen (z. B. Bewegung). Die Feststellung des Atemstillstands darf 10 Sekunden nicht überschreiten. Bei dringendem V. a. eine Aspiration oder ein Bolusgeschehen müssen die Atemwege vor Kopfreklination inspiziert und frei gemacht werden. Durch die Entfernung von Fremdkörpern aus den Luftwegen wird möglicherweise schon die Ursache für den Atemstillstand behoben.

Kann kein Lebenszeichen erkannt werden oder zeigt sich ein abnormales Atemmuster (Schnappatmung), wird mit den Maßnahmen zur Wiederbelebung begonnen.

Eine ergänzende Palpation der A. carotis findet seit den 2021 veröffentlichten Leitlinien keine Berücksichtigung mehr.

IM FOKUS

Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands

- Vorgehen:
 - Airway:** Freimachen des Atemwegs, z. B. durch Reklination des Kopfes
 - Breathing:** Achte auf sichtbare Thoraxexkursionen und Atmung (10 Sek.)
 - Circulation:** Kreislaufkontrolle und/oder Suche nach sonstigen Lebenszeichen
- Bei der Überprüfung der Atmung kann eine sog. **Schnappatmung** eine suffiziente Atmung vortäuschen.
- Bei Vorliegen einer Apnoe oder eines abnormalen Atemmusters wird mit den Maßnahmen zur Wiederbelebung begonnen.

23.2 BASISMASSNAHMEN DER REANIMATION (BLS)

Abb. 23.1 Kopfreklination beim Erwachsenen, um Atemzüge des Patienten zu **spüren** bzw. zu **hören** und Atemexkursionen zu **sehen** [L231]



23.2.3 Basismaßnahmen

Wurde bei einem Patienten ein Herz-Kreislauf-Stillstand diagnostiziert, müssen unverzüglich die **Basismaßnahmen** der Reanimation begonnen und ein Notarzt nachgefordert werden.

Thoraxkompression

Der sofortige Beginn der **Thoraxkompression** und ihre möglichst unterbrechungsfreie Durchführung sind von entscheidender Bedeutung für das Überleben des Patienten (→ Abb. 23.2):

- Um den Druck auf den Brustkorb des Patienten ausüben zu können, sollte der Patient vor Beginn der Reanimation auf einer **harten Unterlage** in Rückenlage gelagert werden.
- Liegt der Patient im Bett, kann im Rahmen der BLS-Maßnahmen dort mit einer CPR begonnen werden. Hierbei ist zwingend auf eine ausreichende Drucktiefe zu achten.
- Bei Betten mit CPR-Modus, sollte dieser aktiviert werden.
- Beide Hände des Helfers werden übereinander mittig auf der unteren Sternumhälfte (das entspricht in etwa der **Mitte des Brustkorbs**) des Patienten platziert. Hierzu ist es notwendig, die Brust des Patienten zu entkleiden. Die Auflagefläche beschränkt sich auf den Handballen der unteren Hand. Es kann nützlich sein, die Finger unterzuhaken und mit der oberen Hand Zug auf die untere auszuüben. Die **Drucktiefe** beträgt mindestens 5 und maximal 6 cm und muss im Winkel von 90° über und ebenso 90° seitlich neben dem Patienten kniend geschehen.
- Die Arme sind während der Druckmassage durchgestreckt und befinden sich senkrecht über dem Druckpunkt. Die Frequenz der Thoraxkompression beträgt 100–120 Kompressionen pro Minute. Mitunter kann es hilfreich sein, die Frequenz durch ein Metronom (in manchen modernen EKG-Defibrillationseinheiten verbaut) vorgeben zu lassen.

Ziel der Wiederbelebensmaßnahmen ist die Wiederherstellung eines Minimalkreislaufs zur Versorgung der Körperorgane, insbesondere des Gehirns, mit oxygeniertem Blut. Untersuchungen des Wirkmechanismus der **externen Thoraxkompression** haben ergeben, dass durch die Kompression eine intrathorakale Drucksteigerung gelingt, wenn sich der Helfer in einer optimalen Position befindet. Dadurch wird das Blut aus dem Herzen gedrückt und in den großen Gefäßen weitergeschoben. Dies ist für die Perfusion vitaler Organe kurzfristig ausreichend.

MERKE

Neben der aktiven Kompression ist auch auf eine komplette Entlastung des Thorax im Verhältnis 1 : 1 zu achten, um eine ausreichende Füllung des Herzens und der Gefäße mit Blut zu gewährleisten. Die Hände sollten den Kontakt zum Brustkorb auch bei der Dekompression nicht verlieren.



a) Handballen auf die Thoraxmitte legen



b) Zweite Hand darüber legen



c) Schulter senkrecht, Arme durchgedrückt

Abb. 23.2 Thoraxkompression (Thoraxkompression bei Säuglingen → Abb. 23.13 und Kindern → Abb. 23.14) [J747]

Um eine Ermüdung des Helfers und die damit verbundene signifikante Verschlechterung der Thoraxkompression zu vermeiden, wird eine Abwechslung nach 2 Minuten bzw. 5 Zyklen Kompression und Beatmung empfohlen.

Komplikationen bei der Thoraxkompression sind u. a.:

- Frakturen von Rippen und Sternum
- Pneumothorax, Hämatothorax
- Ruptur von Leber und Milz
- Lungenkontusion
- Fettembolie

Beatmung

Das **Freihalten der Atemwege** wird durch das Überstrecken des Kopfs oder mit dem Esmarch-Handgriff möglich (→ Abb. 18.9). Ein bewusster Patient, der eine Spontanatmung aufweist, wird in die stabile Seitenlage gebracht, um eine Aspiration bei möglichem Erbrechen zu vermeiden. Besteht bei dem aufgefundenen Patienten ein Atemstillstand, der nicht durch das Freimachen der Atemwege behoben werden kann, muss eine Beatmung erfolgen. Diese wird in der Notfallmedizin mit einem Beatmungsbeutel und Sauerstoff durchgeführt.

Die **Durchführung der Reanimation** geschieht im **Wechsel Thoraxkompression und Beatmung**. Der Beatmungsrhythmus liegt beim Erwachsenen bei etwa 10–12 Insufflationen pro Minute. Die Beatmungen werden nach den 30 Thoraxkompressionen interponiert durchgeführt. Sie sollten kurz (je 1 Sekunde), aber effektiv sein. Zur Erleichterung der Beatmung werden der Kopf überstreckt und das Kinn angehoben. Sobald eine Thoraxbewegung sichtbar wird, ist die Ventilation ausreichend.

MERKE

Das **Verhältnis von Kompression zu Ventilation** ist für die Ein-Helfer- und Zwei-Helfer-Methode gleich, es beträgt **30 : 2** (Thoraxkompressionen : Ventilationen). Erst nach erfolgter endotrachealer Intubation oder mit dicht sitzenden extraglottischen Atemwegshilfsmitteln erfolgt die Thoraxkompression **kontinuierlich** ohne Unterbrechung mit einer Beatmungsfrequenz von 10/min.

Durch den Einsatz eines Guedel-Tubus kann die Maskenbeatmung erleichtert werden. Die Kombination des Beatmungsbeutel-Masken-Systems mit unterschiedlichen Hilfsmitteln und Sauerstoff führt zu verschiedenen Sauerstoffkonzentrationen während der Ventilation. Auf jeden Fall sollte die **maximal mögliche Sauerstoffkonzentration** angestrebt werden (→ Tab. 23.4).

Nicht festsitzende Prothesenteile sollten entfernt und in jedem Fall asserviert werden. Bei einer durchzuführenden Beatmung können sie sich lockern und dislozieren, dabei kann es zu einer Verlegung der Atemwege kommen.

Entscheidend ist bei einem nicht intubierten Patienten, die **Aspiration** erfolgreich zu **verhindern** und die Erfolgsaussichten der Reanimation damit zu steigern. Deshalb sollten frühzeitig, am besten von Beginn an, **extraglottische Atemwegshilfsmittel** wie der Larynx-Tubus oder die Larynxmaske zur Beatmung des Patienten verwendet werden (→ Kap. 18.5) Hierzu wird in den Leitlinien 2025 von Seiten des ERC eine Empfehlung zur Verwendung von Larynxmasken des Modells i-gel® (Fa. Intersurgical) gegeben.

MERKE

Eine effektive Reanimation zeichnet sich durch geringe Unterbrechungen einer qualitativ hochwertigen Thoraxkompression, schnellstmögliche sichere Defibrillation und eine adäquate Beatmung aus.

IM FOKUS

Thoraxkompressionen und Beatmung

- **Thoraxkompressionen:**
 - Immer auf ausreichend harter Unterlage
 - **Druckpunkt:** Mitte des Brustkorbs
 - Immer ausreichende Drucktiefe (5–6 cm) und ausreichende Entlastungen durchführen
 - **Frequenz:** 100–120 pro Minute
 - 30 Kompressionen, dann 2 Beatmungen; Helferwechsel nach 2 Minuten; so wenige Unterbrechungen wie möglich
- **Beatmungen:**
 - Kopf reklinieren, Esmarch-Handgriff, ggf. Atemwegshilfe einsetzen
 - Pro Atemhub etwa 1 Sek. aufwenden
 - Durchgehende Beatmung (10–12 pro Minute) erst, wenn die extraglottische Atemwegshilfe dicht sitzend eingelegt oder eine endotracheale Intubation erfolgt ist

23.2.4 Beginn und Abbruch der Reanimation

Werden beim Auffinden einer leblosen Person durch das Rettungsfachpersonal Symptome des klinischen Todes festgestellt, so muss mit den Basismaßnahmen der Reanimation begonnen werden, bis ein Arzt an der Einsatzstelle eintrifft (→ Tab. 23.5). Der Reanimationsversuch darf in einer solchen Situation nur beim Vorliegen **sicherer Todeszeichen** unterlassen werden (→ Kap. 45.4.1). Diese sind:

- Totenflecke (Livores)
- Totenstarre (Rigor mortis)
- Fäulnis
- Nicht mit dem Leben zu vereinbarende Verletzungen

Da am Einsatzort bei einer Wiederbelebung meist Informationen über Vorerkrankungen des Patienten und die Dauer des Herz-Kreislauf-Stillsstands sowie apparative Möglichkeiten zur Beurteilung der Hirnfunktion des Patienten fehlen, können keine festen Zeitangaben über die **Mindestdauer** von Reanimationsversuchen gemacht werden. Aus diesem Grund sollte die Entscheidung zum **Abbruch einer Reanimation** immer nach Abwägung der Wirksamkeit der Reanimationsmaßnahmen für den Patienten und seiner medizinischen Anamnese getroffen werden.

Eine Möglichkeit, sich auf objektivierbare Parameter zur Beendigung einer Reanimation zu stützen, sind die sogenannten **TOR-Kriterien** (TOR= Termination of Resuscitation, d. h. Abbruch der Wiederbelebung), die vom ERC allerdings nicht empfohlen werden:

- Initiale Asystolie
 - Alter ≥ 81 Jahre
 - Unbeobachteter Herz-Kreislaufstillstand
 - Keine Laienreanimation
 - Kein ROSC nach 14 Minuten CPR durch den Rettungsdienst
- Ein weiteres Kriterium scheint ein durchgehender etCO₂-Wert von < 10 mmHg zu sein.

Beatmungsform	F _I O ₂ (%)
Atemspende (z. B. Mund-zu-Mund-Beatmung)	16–17
Beatmungsbeutel ohne Sauerstoffanschluss	21
Beatmungsbeutel mit Reservoir und Sauerstoffanschluss	80–85
Beatmungsbeutel mit Demand-Ventil	95–100

Tab. 23.4 Verwendete Beatmungsform und inspiratorische Sauerstoffkonzentration (F_IO₂)

23.2 BASISMASSNAHMEN DER REANIMATION (BLS)

Kopfhelfer	Seitenhelfer
Notfallkoffer öffnen Notarzt nachalarmieren • RTW: „Hier 60-83-1, bitte senden Sie mir den Notarzt an die Einsatzstelle.“ oder • Leitstelle: „Notarzt ist bereits alarmiert.“	Bewusstseinskontrolle • Patient ansprechen und leicht an den Schultern schütteln • „Patient ist bewusstlos, NA alarmieren!“
Defibrillator/AED vorbereiten: • Defibrillator einschalten • Elektroden aufkleben • Elektroden anschließen	Atem- und Kreislaufkontrolle (max. 10 Sek.) • Atemwege frei machen, Atmung überprüfen und nach sonstigen Lebenszeichen suchen • „Patient atmet nicht!“ • Gegebenenfalls Patienten mit dem Rücken auf eine harte Unterlage legen • „Ich beginne mit Thoraxkompressionen.“ • 30 Thoraxkompressionen (laut mitzählen) bis Defibrillator bereit
Rhythmusanalyse und ggf. Defibrillation	
Beatmung vorbereiten • Sauerstoffflasche öffnen, Flow max. 15 l/Min. • Beatmungsbeutel mit Reservoirbeutel und passender Maske oder direkt LT/LMA einlegen • Sauerstoff an Reservoir anschließen • „Beatmung ist vorbereitet.“	Sofortige Wiederaufnahme von 30 neuen Thoraxkompressionen • Druckfrequenz 100–120/Min. • Drucktiefe 5–6 cm • Druckpunkt Mitte des Brustkorbs
2 effektive Beatmungen (je 1 Sek.) • Falls nötig Guedel-Tubus einlegen • Maske von der Nase zum Kinn hin aufsetzen und im C-Griff halten • Beatmungsdruck niedrig halten, auf ausreichende Thoraxexkursion achten	30 Thoraxkompressionen (wie oben beschrieben)
2 effektive Beatmungen • Falls noch nicht erfolgt, Einlage von LT oder LMA • Thoraxhebungen müssen bei Beatmung sichtbar sein	30 Thoraxkompressionen (wie oben beschrieben)
Sobald das extraglottische Atemwegshilfsmittel dicht sitzt erfolgt die Thoraxkompression kontinuierlich parallel zur Beatmung: • Druckfrequenz 100–120/Min. • Beatmungsfrequenz 10/Min. Ist die EGA nicht dicht, führt aber zu einer adäquaten Ventilation: CPR im Verhältnis 30 : 2 fortsetzen	
Nach 2 Minuten bzw. 5 Zyklen CPR erneute Rhythmusdiagnostik durchführen und ggf. erneute Defibrillation	

Tab. 23.5 Beispielhafter Ablauf des Basischecks und der Basismaßnahmen beim Auffinden einer leblosen Person durch den Rettungsdienst

Kein Kriterium stellt für sich alleine einen adäquaten Wert zur Beendigung der Reanimationsbemühung dar. Vielmehr muss immer die Kombination mehrerer prognostisch ungünstiger Faktoren gewertet werden.

Der Abbruch einer Reanimation stellt viele präklinisch Tätige vor eine schwierige Entscheidung. Keinesfalls sollte aber aus Angst oder Unsicherheit bei aussichtsloser Situation eine Entscheidung zum Transport unter Reanimationsmaßnahmen getätigt werden.

Klar ist allerdings, dass die CPR-Maßnahmen nur direkt und korrekt angewendet wirken. Eine „Pseudo-Reanimation“ für die Angehörigen

ist zu unterlassen. Reversible Ursachen sollten ausgeschlossen bzw. therapiert sein.

MERKE

Im Zweifel unverzüglich mit der CPR beginnen, diese aber nach Evaluation des Patientenwillens und/oder Sammlung der Parameter dann auch zeitnah beenden. Die Entscheidung zur Beendigung der Reanimationsmaßnahmen sollte im Team besprochen werden und von allen Helfern mitgetragen sein. Näheres hierzu auch im Kapitel *Ethik* (→ Kap. 6).

23.2.5 Automatisierte externe Defibrillation (AED)

Viele Firmen, öffentliche Plätze und Gebäude sind mit **automatisierten externen Defibrillatoren (AED)** ausgestattet, die speziell für die Reanimation durch Laien konzipiert sind. Über zwei große Klebeelektroden kann der AED:

- Kammerflimmern erkennen und automatisch defibrillieren
- Asystolie erkennen und mittels Sprachsteuerung die CPR unterstützen

PRAXISTIPP

Je früher die Wiederbelebensmaßnahmen begonnen werden und je eher der Reanimationserfolg eintritt, desto besser sind die Chancen für den Patienten.

Durch Ersthelfermaßnahmen wie suffiziente Thoraxkompression und frühzeitige Defibrillation steigt der Reanimationserfolg. Die besten Ergebnisse nach Herz-Kreislauf-Stillstand werden bei sofort einsetzender Reanimation und Defibrillation durch Laienhelfer erreicht. Dabei darf es nicht zu einer Verzögerung der Alarmierung des Rettungsdienstes kommen. Ziel ist eine Verkürzung der Zeitspanne zwischen dem Auftreten von Kammerflimmern und der adäquaten Therapie durch die Defibrillation.

Sollte bei Eintreffen des Rettungsdienstes bereits mit den Basismaßnahmen begonnen worden und ein AED zum Einsatz gekommen sein, sollte dies dokumentiert werden, das Rettungsfachpersonal sollte sich bei den Helfern für deren Einsatz bedanken und die weitere Therapie, ggf. mit Unterstützung der Ersthelfer, übernehmen.

23.2.6 Mechanische Geräte zur Thoraxkompression

Zurzeit stehen auf dem deutschen Markt mehrere mechanische Kompressionshilfen zur Auswahl, wobei sich im Deutschen Rettungsdienst die Geräte Corpuls CPR® (Fa. Stemple, Kaufering), Lucas 2™ (Fa. Jolife, Lund, Schweden; vertrieben durch Fa. Physio-Control Inc.) und AutoPulse® (Fa. Zoll Medical) durchgesetzt haben:

- Die Geräte Corpuls CPR® (→ Abb. 23.3) und Lucas 2™ (→ Abb. 23.4) funktionieren batteriebetrieben und mit Strom. Über die auf der Patientenbrust aufgebrachte Saugglocke (Achtung: Brusthaare entfernen) wird eine konstante Kompression und Dekompression mit einer Frequenz von 100/Min. und einer Tiefe von 5 cm durchgeführt.
- Das Gerät AutoPulse® (→ Abb. 23.5) führt durch ein semizirkumferenzielles Band (Lifeband®), das um den Thorax des Patienten geschnallt wird, eine kontinuierliche Kompression von 20–30 % der



Abb. 23.3 Corpuls CPR® [V703]



Abb. 23.5 AutoPulse®. [V672]



Abb. 23.4 Lucas 3™ [V405]

Brustkorbhöhe mit einer Frequenz von 80/Min. durch. Durch die Synchronisierung mit speziellen Defibrillationseinheiten (z. B. Zoll-E-Series®) kann eine minimale Unterbrechung der Kompression bis zur Defibrillation gewährleistet werden.

! ACHTUNG! Bei stark adipösen Patienten können alle Geräte nur bedingt bis gar nicht eingesetzt werden.

Die Studienlage zu diesen Geräten ist z. T. kontrovers. So konnte bisher bei keiner der Kompressionsmaschinen eine bessere Langzeitüberlebensrate nach Anwendung in der Präklinik gegenüber der manuellen Thoraxkompression nachgewiesen werden. Die wesentlichen Studien zu diesen Geräten (CIRC, Circulation Improving Resuscitation Care; LINC, Lucas in Cardiac Arrest) konnten allerdings zeigen, dass die Überlebensrate nach Anwendung der Geräte nicht schlechter ist als bei rein manueller Thoraxkompression.

Ein **Nachteil** dieser mechanischen Hilfsmittel ist die mitunter lange Anlegezeit und die damit verbundene No-Flow-Zeit (Zeit ohne Kompressionen), in der die Organe nicht perfundiert werden. So muss

z. B. bei der Anlage des Lucas-Systems die Thoraxkompression für ca. 32 Sekunden unterbrochen werden.

Dies lässt darauf schließen, dass jede dieser Maschinen in ein regelhaftes Megacode-Training mit eingebunden werden muss, um diese kritische Phase so kurz wie möglich zu halten.

Ganz klare **Vorteile** bieten die Geräte in zweierlei Hinsicht: Sie steigern in Bereichen, in denen die Thoraxkompression nur schlecht durchgeführt wird, das neurologische Outcome der Patienten und sind bei Transport unter Reanimation im RTW sicherer und genauer als die vom Rettungsfachpersonal durchgeführte Thoraxkompression.

i PRAXISTIPP

Zum Transport und bei Rettung aus schwierigen Lagen (z. B. enges Treppenhaus) zeitnah eine mechanische Kompressionshilfe anlegen.

Zusammengefasst stellen mechanische Geräte zur Thoraxkompression in speziellen Situationen wie z. B. Herzkatheteruntersuchung und Durchführung einer Computertomographie, bei Transport im RTW oder bei Anlage einer ECLS (Ectracorporeal Life Support, → Kap. 23.2.7) unter Reanimation eine gute Ergänzung der BLS- und ALS-Maßnahmen dar.

23.2.7 Extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR)

In den letzten Jahren wird in den einschlägigen Medien zunehmend über den Einsatz von präklinischer eCPR mittels ECLS-Anlage (**Extracorporeal Life Support**) durch eine venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung (VA-ECMO) berichtet.

Hier wird entweder parallel zur Alarmierung des Regelrettungsdienstes oder frühzeitig nach Eintreffen an der Einsatzstelle ein speziell geschultes Team mit den erforderlichen Materialien und Kenntnissen zur Anlage einer präklinischen ECMO entsandt. Vor Ort wird der Patient dann kanüliert und anschließend unter extrakorporaler Herzkreislaufunterstützung in die entsprechende Klinik transportiert (→ Kap. 25.5.6)

23.3 ERWEITERTE MASSNAHMEN DER REANIMATION (ALS)

Derzeit (zum Zeitpunkt der Kapiterstellung) ist diese aber nur in ausgewählten Rettungsdienstbereichen und v. a. im Rahmen von Studien umsetzbar. Allerdings kann bei Vorliegen möglicher reversibler Ursachen ein gewisses Patientenkontingent von einer eCPR und einem zügigen Transport in ein spezialisiertes Zentrum zur weiteren ECMO-Therapie profitieren, es gibt aber auch hier bis dato keinen signifikanten Überlebensvorteil.

Eine weitere Möglichkeit ist, den Patienten frühzeitig (< 20 Minuten „on scene time“) unter Reanimation in ein ausgewähltes Zentrum zu bringen, um ihn dort unter laufender CPR an die ECMO anzuschließen. Hierbei sollten klare Kriterien abgesprochen sein unter welchen Umständen das Zentrum (nach entsprechender Voranmeldung und Absprache) angefahren werden kann. Die drei großen veröffentlichten Studien zur frühzeitigen eCPR-Anlage zeigen, dass neben einer raschen Transportinitiierung vor allem die Erfahrung des aufnehmenden Zentrums und damit einhergehend der zügige Anschluss an die ECMO ein wesentlicher Faktor für ein gutes Outcome für den Patienten ist.

Die **Kriterien**, die üblicherweise von einem Zentrum abgefragt werden, müssen nicht immer alle zwingend erfüllt sein:

- Patientenalter < 60–75 Jahre
- Beobachteter Herz-Kreislaufstillstand und No-Flow Zeit < 5 Minuten
- Zeit von CPR-Beginn bis zur ECLS-Anlage < 60 Minuten
- Initial defibrillierbarer Rhythmus oder PEA, **nicht** Asystolie
- $\text{etCO}_2 > 10 \text{ mmHg}$
- $\text{BMI} < 40 \text{ kg/m}^2$
- Transport unter mechanischer Reanimation möglich
- Keine Komorbiditäten mit stark eingeschränkter Lebenserwartung
- Vorliegen einer reversiblen Ursache

MERKE

Keinesfalls sollten Patienten regelhaft unter laufender CPR transportiert werden, nur um das eigene Gewissen zu beruhigen. Diese maximalinvasive Möglichkeit zur Etablierung eines mechanischen Kreislaufs unter Reanimation hat nur bei guten Grundvoraussetzungen (Kriterien oben, keine Lebens Einschränkung) ein gutes Outcome.

23.3 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation (ALS)

Im Rahmen der Reanimationsmaßnahmen werden Basismaßnahmen (Beatmung und Thoraxkompression) und **erweiterte Maßnahmen** unterschieden. Entscheidend für den Erfolg ist der jeweils frühzeitige Beginn der Maßnahmen.

DEFINITION

Unter dem Begriff **Advanced Life Support (ALS)** werden folgende Maßnahmen des Rettungsteams zusammengefasst:

- Elektrotherapie
- Gefäßzugänge
- Medikation
- Erweiterte Methoden der Beatmung
- Anamnese und Ursachenforschung (→ Kap. 17.1)

Das ABC-Schema wird erweitert:

- **Airway:** erweitertes Airwaymanagement (→ Kap. 18.6)
- **Breathing:** Beatmung ggf. über den SGA/Endotrachealtubus mit Beatmungsbeutel oder einem Notfallrespirator (→ Kap. 19), Kapnografie

- **Circulation:** EKG-Anlage und Beurteilung; Defibrillation, wenn indiziert; Schaffung eines venösen/intraossären Zugangs (→ Kap. 20.1), Volumengabe und Medikamentenapplikation

Die **Kommunikation im Notfallteam** spielt eine entscheidende Rolle in Bezug auf die erfolgreiche Durchführung der einzelnen Reanimationsmaßnahmen. **Regelmäßiges Training** der jeweiligen Abläufe ist essenziell. Ebenfalls trägt eine einheitliche Einsatzraumordnung (Platzierung der Geräte und Helfer) zur Optimierung der Reanimationssituation bei, auch wenn dies in der Praxis nicht immer umsetzbar ist.

23.3.1 EKG-Analyse

Sobald am Einsatzort verfügbar, wird in der Reanimationssituation eine EKG-Ableitung durchgeführt, um eine frühestmögliche Defibrillation durchführen zu können, wenn indiziert (→ Abb. 23.6). Diese kann in der Notfallsituation auch durch die Schnellableitung über die aufgeklebten Defibrillationspads geschehen. Die auf dem Monitor angezeigte Ableitung entspricht hierbei Einthoven II. Eine Ableitung über Hard-Paddles sollte nicht mehr erfolgen.

Unterschieden werden bei der Reanimation defibrillierbare und nicht defibrillierbare Rhythmen.

 **ACHTUNG!** Herzaktionen im EKG-Bild stellen keinen Beweis für einen suffizienten Kreislauf dar.

Die EKG-Ableitung wird im Bereich der professionellen präklinischen Notfallmedizin durch Tasten des Karotispulses ergänzt. Bei tastbarem Puls liegt keine Reanimationssituation vor. Die vier wichtigen **EKG-Befunde bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand** sind:

- Kammerflimmern (VF)
- Pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT)
- Asystolie
- Pulslose elektrische Aktivität (PEA)

MERKE

Bei den verschiedenen EKG-Befunden unterscheidet sich die **Prognose** des Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand eindeutig. So ist das initiale Vorliegen eines Kammerflimmerns günstiger zu werten als die Asystolie oder die pulslose elektrische Aktivität (Langzeitüberlebende bei Kammerflimmern bis 25 %, bei Asystolie 2 % und bei PEA 0–10 %).

Defibrillierbare Rhythmen

Als defibrillierbare Rhythmen gelten das **Kammerflimmern (VF)** und die **pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT)**.

Kammerflimmern

DEFINITION

Beim **Kammerflimmern** (Ventricular Fibrillation, **VF**) kontrahieren die einzelnen Herzmuskelfasern völlig unkoordiniert und arrhythmisch, sodass eine Auswurfleistung des Herzens nicht mehr erbracht werden kann. Im EKG sind völlig unkoordinierte Zacken und Wellen höherer und geringerer Amplitude zu erkennen. Die Frequenz liegt i. d. R. bei > 250 Schlägen pro Minute.

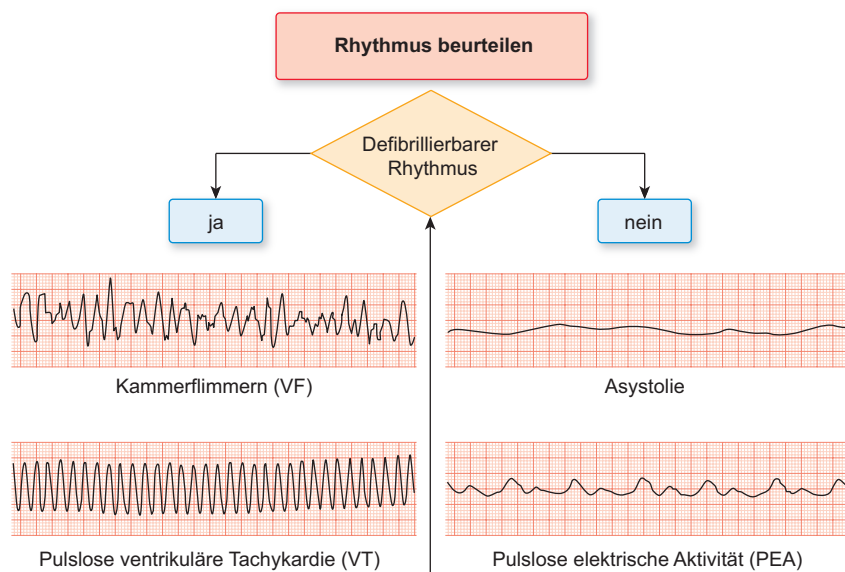


Abb. 23.6 Sobald ein Defibrillator angeschlossen ist, wird eine Rhythmusdiagnose durchgeführt. Es müssen defibrillierbare von nicht defibrillierbaren Rhythmen unterschieden werden. [L143]

Kammerflimmern ist die häufigste Diagnose, die beim Herz-Kreislauf-Stillstand in der frühen Phase durch eine EKG-Ableitung gestellt wird. Geschieht der Herz-Kreislauf-Stillstand unter EKG-Beobachtung, so lässt sich in ca. 60 % der Fälle ein Kammerflimmern beobachten. Bei Eintreffen des Rettungsdienstes liegt noch in ca. 20% ein Kammerflimmern als initialer Rhythmus vor. Wird **Kammerflimmern** in der EKG-Ableitung diagnostiziert, so ist die **sofortige Defibrillation die Maßnahme der Wahl**.

MERKE

Eine **frühestmögliche Defibrillation** verspricht bei Kammerflimmern den größten Erfolg.

Es gibt während des Herzzyklus eine kurze Zeitspanne, in welcher der Herzmuskel besonders anfällig für Kammerflimmern ist. Diese Phase wird als **vulnerable Phase** bezeichnet und hat eine Dauer von 20–40 Millisekunden. Im EKG entspricht sie annähernd dem aufsteigenden Teil der T-Welle. Im Herzzyklus findet während dieser Phase die Repolarisation der Zellen der Kammermuskulatur statt. Wenn ein außerhalb des regulären Reizleitungssystems entstandener Impuls den normalen Herzzyklus in der vulnerablen Phase unterbricht, so wird dies vom organisch gesunden Herz i. d. R. toleriert. Beim vorgeschädigten Herzen oder bei akuten Erkrankungen, z. B. Herzinfarkt, kann allerdings in der vulnerablen Phase Kammerflimmern ausgelöst werden. Es entstehen ektope Schrittmacherherde mit einer Vielzahl von Erregungsimpulsen, die jedoch nicht mehr in der Lage sind, ein ausreichendes Schlagvolumen zu erzeugen. Das Herz steht in diesem Augenblick physiologisch gesehen still.

Ebenso wie das Herz auf einen internen elektrischen Impuls reagiert, kann es auch auf einen von außen gegebenen elektrischen Impuls reagieren. Wird ein genügend starker Strom an den Brustkorb weitergegeben, so ist bei Kammerflimmern nicht länger das elektrische Chaos vorherrschend, sondern es kommt zu einer **Depolarisation** der Mehrzahl der Herzmuskelzellen. Die Zellen werden in der Folge des Stromstoßes so lange in diesem Zustand gehalten, bis der angelegte Strom unterbrochen wird. Durch die Defibrillation wird

dem natürlichen Schrittmacher des Herzens, dem Sinusknoten, die Möglichkeit gegeben, wieder die Kontrolle über einen geregelten Erregungsablauf am Herzmuskel zu übernehmen. Diese Übernahme der regelrechten Schrittmachertätigkeit gelingt nicht bei jeder Defibrillation. Die akut lebensbedrohliche Arrhythmie, das Kammerflimmern, besteht dann weiter oder es kommt zu einer Asystolie.

In einigen Fällen kann es schwer sein, ein sehr feines Kammerflimmern von einer Asystolie zu unterscheiden. Besteht Unsicherheit, ob es sich um ein feines Kammerflimmern oder eine Asystolie handelt, soll eine Defibrillation abgegeben werden.

Pulslose ventrikuläre Tachykardie

Ein weiterer defibrillierbarer Herzrhythmus ist die **pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT)**.

DEFINITION

Die **pulslose ventrikuläre Tachykardie** ist gekennzeichnet durch rhythmisch aufeinanderfolgende, breite Kammerkomplexe mit Frequenzen von meist > 180/Min. Die Auswurfleistung des Herzens ist dabei so gering, dass kein Puls mehr feststellbar ist.

Eine Sonderform der ventrikulären Tachykardie ist die sog. **Spitzenumkehrtachykardie (Torsade de Pointes)**, die in sehr seltenen Fällen ebenfalls bei einer Reanimation sichtbar sein kann (→ Kap. 23.5.2).

In beiden Fällen ist analog zum Kammerflimmern die schnelle Defibrillation die Therapie der ersten Wahl. Die Defibrillationsenergien unterscheiden sich hierbei nicht.

! ACHTUNG! Eine ventrikuläre Tachykardie kann auch bei einem Patienten mit tastbarem Puls, d. h. ausreichendem kardialen Auswurf, vorliegen. Ist dies der Fall, so stellen je nach Klinik des Patienten eine Kardioversion oder aber eine medikamentöse Therapie die Maßnahmen der Wahl dar (→ Kap. 23.5.2). Eine **Defibrillation** wäre in diesem Fall zu **unterlassen**, da sie – wie oben bereits beschrie-

23.3 ERWEITERTE MASSNAHMEN DER REANIMATION (ALS)

ben – in die vulnerable Phase der Herzreizleitung treffen könnte und so wiederum die Ursache für ein Kammerflimmern sein kann.

Umgang mit dem Defibrillator

Jeder, der mit einem Defibrillator umgeht, muss nach den Bestimmungen des Medizinproduktegesetzes in die Handhabung dieses Geräts eingewiesen sein. Die Abgabe des elektrischen Defibrillationsimpulses erfolgt bei der in der präklinischen Notfallmedizin angewendeten externen Defibrillation über zwei großflächige Elektroden. Diese Elektroden werden **Pads** genannt und sind in unterschiedlichen Größen erhältlich. Es befinden sich heute überwiegend vorgefertigte Klebeelektroden im Einsatz, die auf die Haut aufgeklebt werden und dort für den Einsatz auch verbleiben können. Diese Klebeelektroden sind für den Einmalgebrauch bestimmt (→ Abb. 23.7). Allerdings finden sich vereinzelt an Defibrillationseinheiten noch alte Hard-Paddles, die durch den Anwender nach vorherigem Gelauftragung mit einem Anpressdruck von 8–10 kg auf die Patientenbrust in Apex-Sternum-Position gedrückt werden müssen. Hard-Paddles müssen zukünftig vollständig durch Einmalelektroden abgelöst werden.

Bei den Defibrillatoren werden **monophasische** (veraltet) von **biphasischen Geräten** unterschieden:

- Bei monophasischen Geräten wird die Energie (360 J) von einer Elektrode zur anderen gesendet.
- Bei biphasischen Geräten läuft der Impuls (150–360 J) von einer Elektrode zur anderen und dann sofort zurück.

Seit einigen Jahren werden zur Defibrillation biphasische Rechteckimpulse eingesetzt. Die gewählte Energie kann bei gleichbleibender Effizienz deutlich geringer gewählt werden als bei monophasischen Geräten. Die Vorteile sind geringere Hautschäden sowie reduzierter Verlust an Myozyten, da auch die Defibrillation zu Schäden am Myokard führt.

Die gewünschte **Defibrillationsenergie** wird am Energiewahlschalter des Geräts eingestellt und entspricht nach aktuellen Empfehlungen beim Erwachsenen initial 360 J beim Einsatz von monophasischen und 150–360 J beim Einsatz von biphasischen Geräten. Bindend ist hierbei die vom Hersteller angegebene Defibrillationsenergie für das jeweilige Gerät. Die eingestellte Energie wird durch Betätigen des Lademechanismus geladen und somit zur Defibrillation bereitgestellt. Sobald die vorgewählte Energiemenge vorhanden ist, wird dies vom Gerät angezeigt.

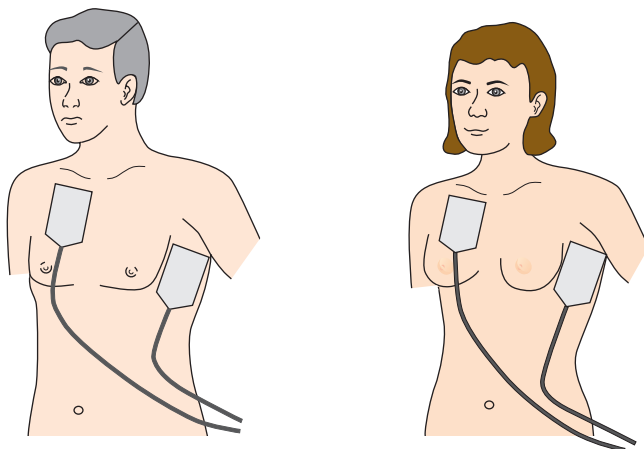


Abb. 23.7 Position der Defibrillationspads nach ERC 2025 [L143]

! ACHTUNG! Der Anwender muss sich vergewissern, dass kein Anwesender mehr Kontakt zum Patienten hat. Der Warnhinweis „Achtung, weg vom Patienten, Defibrillation!“ muss laut wahrnehmbar für alle Anwesenden durch den Anwender erfolgen. Erst nachdem er sich davon überzeugt hat, dass kein Patientenkontakt zu den Anwesenden und zu ihm selbst mehr besteht, erfolgt die Abgabe der elektrischen Energie. Die Leitlinien zur Reanimation 2021 geben keine Empfehlung zur „Hands-On-Defibrillation“ (Defibrillation unter kontinuierlich fortgeführter manueller Thoraxkompression).

MERKE

Der Anwender des Defibrillators ist für die Sicherheit aller Anwesenden verantwortlich. Klar gesprochene Warnhinweise vor der Defibrillation gehören zu seinen Aufgaben.

Die richtige **Platzierung der Defibrillationselektroden** ist für den Erfolg wichtig. Es stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Aufgrund der einfacheren Handhabung wird eine Elektrode unterhalb des rechten Schlüsselbeins und rechts des Brustbeins des Patienten aufgesetzt (**Sternumelektrode**), die andere Elektrode wird an der linken Thoraxhälfte, medio-axillar im Bereich der Herzspitze (**Apexelektrode**) aufgesetzt. Diese Platzierung der Elektroden wird auch **Anterior-laterale- oder Apex-Sternum-Position** genannt.
- Eine alternative Möglichkeit bei anatomischen Besonderheiten oder Lagen sowie z. B. auch bei der Defibrillation von kleinen Säuglingen, ist die Positionierung der Pads in der **Anterior-posterior-Position**. Dabei wird eine Elektrode auf der linken Brustkorbhälfte über dem Herzen platziert, die andere in gleicher Höhe auf der linken Rückenseite. Diese Position kann ebenfalls bei therapierefraktärem Kammerflimmern (nach **drei** erfolglosen Schockabgaben) in Erwägung gezogen werden.
- Weitere Klebepositionen wie beidseits medio-axillar oder links-apikal und auf dem rechten oberen Rücken finden in der gängigen Rettungsdienstpraxis keine Anwendung.

Bei der Defibrillation soll sich der Herzmuskel optimal in der Strombahn zwischen beiden Elektroden befinden, damit ein möglichst großer Teil des elektrischen Stroms durch das Herz fließt. Da Luft ein schlechter elektrischer Leiter ist, empfiehlt sich die **Defibrillation in Expirationsstellung** des Brustkorbs. Unmittelbar nach durchgeführter Defibrillation wird die Thoraxkompression wieder aufgenommen und die Maßnahmen der Reanimation werden für 2 Minuten fortgeführt. Eine Ausnahme stellt der am Monitor beobachtete Übergang in ein Kammerflimmern oder eine pVT dar. Hier wird eine Drei-Schock-Strategie angewendet, d. h. bis zu drei aufeinanderfolgende Defibrillationen ohne zwischenzeitliche Thoraxkompression bei fortbestehend schockpflichtigem Rhythmus. Besteht weiterhin eine defibrillationspflichtige Rhythmusstörung, erfolgt dann eine weitere Defibrillation gemäß den Algorithmen der Reanimation. Bei verändertem Rhythmus und Zeichen eines einsetzenden Kreislaufs (ROSC) erfolgt eine zentrale Pulskontrolle. Die weitere Behandlung richtet sich nach den dann am Patienten erhobenen Befunden.

Eine synchronisierte, gleichzeitige (oder kurz hintereinander folgende) Schockabgabe von zwei Defibrillatoren (DSD, Dual/Double Sequence Defibrillation), wobei einer in Apex-Sternum und einer in Anterior-posterior-Position defibrilliert, wird zum aktuellen Zeitpunkt aufgrund der unzureichenden Datenlage und eingeschränkten Praktikabilität nicht routinemäßig empfohlen, kann aber bei therapierefraktärem

Kammerflimmern in Erwägung gezogen werden. Hierbei ist zu beachten, dass je nach Hersteller beide Geräte im Anschluss gewartet werden müssen und u.U. die Herstellergarantie erlischt.

MERKE

Frei strömender Sauerstoff muss vor Schockabgabe aus dem Fließbereich des elektrischen Stroms entfernt werden. Ein Beatmungsbeutel mit Reservoir sollte ca. 1 m weit vom Patienten entfernt werden. Geschlossene Systeme (z. B. nach Intubation und Verwendung eines Demand-Ventils) können am Patienten belassen werden.

! ACHTUNG! Bei Patienten mit vorhandenem internem Defibrillator (ICD) oder Schrittmacher müssen die Defibrillationselektroden im ausreichenden Abstand (optimal > 8 cm) zu dem entsprechenden Device geklebt werden. Ein implantierter ICD wird mittels eines aufgelegten Magneten ausgeschaltet.

Durchführung der Defibrillation in der Übersicht

- Defibrillator einschalten
- Elektroden aufkleben
- Gewünschte Energiemenge wählen
- Defibrillationswürdigen Rhythmus verifizieren (alternativ: keine Rhythmusanalyse, sondern sofortiges Laden des Defibrillators, sog. *precharging*)
- Gewählte Energiemenge unter fortlaufender Thoraxkompression laden und laut warnen: „Achtung, Defibrillator wird geladen!“
- Kommando „Weg vom Patienten!“ sowie Unterbrechung der Thoraxkompression
- Vergewissern, dass niemand Kontakt zum Patienten hat
- Warnruf „Achtung, Defibrillation!“ und Entladung nach Rhythmusbestätigung auslösen
- Sofortige Fortführung der Reanimation für 2 Minuten

MERKE

Unterbrechungen der Thoraxkompressionen sollten nur kurzzeitig zur Durchführung erweiterter Maßnahmen (z. B. Defibrillation, Intubation, Schrittmachertherapie) erfolgen. Diese sog. **No-Flow-Phasen** (engl.: keine Perfusion) gilt es zu vermeiden.

i PRAXISTIPP

Praktisch alle EKG/Defibrillator-Einheiten haben die Möglichkeit, im **halbautomatischen Modus** betrieben zu werden. Hierbei wird die Analyse des vorliegenden Rhythmus vom Gerät durchgeführt. Dies hat den entscheidenden Nachteil, dass dafür die Thoraxkompressionen unterbrochen werden müssen. Im professionellen Einsatz sollte von jedem Notfallsanitäter im **manuellen Modus** defibriert werden, um die No-Flow-Phase so kurz wie möglich zu halten. Eine Unterbrechung zur Rhythmusanalyse und Schockabgabe darf nicht mehr als 5 Sekunden betragen. Allerdings gibt es mittlerweile auch EKG-Defibrillationseinheiten, die unter aktiver Thoraxkompression im semi-automatischen Modus eine Rhythmusanalyse durchführen können. Dies verkürzt die No-Flow-Phase und kann auch im professionellen Bereich zu einer Arbeitserleichterung führen.

IM FOKUS

Defibrillation

- **Ziel:** synchrone Depolarisation möglichst vieler Herzmuskelzellen
- Defibrillationspflichtige Rhythmen: **Kammerflimmern** und **pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT)**
- **Elektrodenposition:** sternal-apikal oder anterior-posterior
- Defibrillationsenergie ist geräteabhängig, biphasische Defibrillatoren nutzen weniger Energie als monophasische
- Defibrillation idealerweise in Expirationsphase durchführen
- **Schutz des Teams ist notwendig:** lautes Ansagen der Defibrillation und prüfen, ob Patient nicht berührt wird

Nicht defibrillierbare Rhythmen

Zu den nicht defibrillierbaren Rhythmen gehören die Asystolie und die pulslose elektrische Aktivität (PEA).

Asystolie

DEFINITION

Die **Asystolie** (Nulllinie) entspricht dem völligen Erliegen der Reizbildung und -leitung und ist neben dem initialen Vorliegen der Herzrhythmus, der auch immer beim Endzustand des Herzkreislauf-Stillstands sichtbar ist. Im EKG ist die Asystolie als leicht wellenförmige Grundlinie erkennbar.

Bei Vorliegen dieses Bildes beschränken sich die Maßnahmen auf guten Basic Life Support (BLS) und medikamentöse Unterstützung mit 1 mg Adrenalin i. v./i. o. alle 3–5 Minuten, sobald ein Zugang geschaffen wurde.

Im Verlauf der Reanimation kann die Bestätigung einer Asystolie durch das Abrufen mehrerer EKG-Ableitungen erfolgen.

Die Aussichten einer erfolgreichen Reanimation sind bei initial vorliegender Asystolie verringert, sodass früher als bei anderen EKG-Rhythmen die Einstellung aller Maßnahmen in Erwägung gezogen werden kann. Ausnahmen stellen v. a. Patienten mit einer Hypothermie dar.

! ACHTUNG! Bei einer vollkommen geraden Grundlinie an gelöste Elektroden oder einen Kabeldefekt denken.

Pulslose elektrische Aktivität (PEA)

DEFINITION

Die **pulslose elektrische Aktivität (PEA)** ist gekennzeichnet durch eine elektrische Aktivität des Herzens ohne messbare Auswurfleistung, d. h. ohne tastbaren Puls.

Neben den oben genannten möglichen Ursachen (→ Kap. 23.2.1) kann sie auch die letzte elektrische Aktivität eines sterbenden Herzens darstellen, z. B. nach einem großen Myokardinfarkt.

Das schnelle Ergründen der möglichen Ursache für einen Herzkreislauf-Stillstand ist hinsichtlich der schlechten Prognose von großer Bedeutung. Parallel zu den ersten Maßnahmen sollte deshalb eine **Anamneseerhebung** (Vorerkrankungen, Medikamente) durchgeführt werden. Ein Beispiel für die Ursache einer elektrischen Aktivität ohne Auswurf wäre die Perikardtamponade. Hierbei kommt es zu einer Einschränkung des kardialen Auswurfs durch Ansammlung

23.3 ERWEITERTE MASSNAHMEN DER REANIMATION (ALS)

von Blut im Herzbeutel. Die Herzreizleitung ist allerdings primär nicht betroffen. Das EKG-Bild entspricht hier ggf. einer Sinustachykardie. Trotzdem kann der Patient reanimationspflichtig sein.

IM FOKUS

Nicht defibrillierbare Rhythmen

- **Asystolie:**
 - „Nulllinie“
 - Aussichten auf Erfolg relativ gering, dennoch muss auch hier sehr gründlich gearbeitet werden
- **PEA (pulslose elektrische Aktivität):**
 - Mögliche Restaktivität eines „sterbenden Herzens“, z. B. bei großflächigen Infarkten oder traumatischem Geschehen (z. B. Herzbeuteltamponade)
 - Sehr großer Variantenreichtum des EKG-Bildes, zumeist breit und plump, prinzipiell aber auch als Sinusrhythmus möglich
- **Bei beiden Störungen:**
 - Fokus auf BLS, Atemwegssicherung, Adrenalingabe und Beheben der auslösenden Ursachen

23.3.2 Erweitertes Atemwegsmanagement

Ergänzend zur Beutel-Masken-Ventilation (BMV) bzw. der Benutzung von supra-/extraglottischen Atemwegshilfsmitteln (→ Kap. 18.5) kann in verschiedenen Notfallsituationen die **Intubation** mit einem endotrachealen Tubus erwogen werden (→ Kap. 18.6).

Aktuelle Daten zeigen keinen klaren Überlebensvorteil bei der Reanimation im Vergleich von kontinuierlicher BMV zu endotrachealer Intubation. Wie alle Studien sind sie allerdings differenziert zu betrachten.

MERKE

Die endotracheale Intubation ist weiterhin als „Goldstandard“ der Atemwegssicherung anzusehen und bietet als einziges Hilfsmittel kompletten Aspirationsschutz. Ein weiterer Vorteil gegenüber der BMV oder nicht gut abdichtenden LMA oder dem LT ist die kontinuierlich durchführbare Thoraxkompression ohne Unterbrechung zur Beatmung.

Allerdings empfehlen die einschlägigen Fachgesellschaften die Anwendung der endotrachealen Intubation **nur für den geübten Anwender**. Um die Technik der Intubation zu beherrschen, empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin die dokumentierte Durchführung von mindestens 100 erfolgreichen Intubationen und nachfolgend 10 dokumentierte endotracheale Intubationen pro Jahr unter Aufsicht. Ein weiteres Werkzeug im Zusammenhang mit dem Airwaymanagement ist die Kapnografie (→ Kap. 17.5.3). Diese kann durch Anzeigen eines plötzlichen etCO_2 -Anstiegs einen Hinweis auf die Wiederherstellung eines Spontankreislaufs (ROSC, Return of Spontaneous Circulation) liefern. Der Anschluss einer Kapnografie nach erfolgter Intubation ist obligat. Sie stellt den Goldstandard zur Detektion der korrekten Tubuslage dar. Ebenso gibt ein anhaltend schlechtes etCO_2 einen Hinweis auf ein schlechtes Outcome des Patienten.

Falls der Patient an einen Notfallrespirator angeschlossen wird, empfiehlt das ERC im Falle einer CPR folgende Einstellungen:

- Volumen- oder druckkontrollierte Beatmung
- PEEP 0–5 cm H_2O

- Tidalvolumen 6–8 ml/kg
- AF 10/min
- Inspirationszeit 1–1,5 s
- Peak Pressure Alarm 60–70 cm H_2O
- Ausschalten des Inspirationstriggers

Falls Zweifel an einer suffizienten Beatmung bestehen, muss umgehend wieder auf eine manuelle Beatmung gewechselt werden.

Näheres zum präklinischen Airwaymanagement und zur Beatmung findet sich in → Kap. 18 und → Kap. 19.

23.3.3 Medikamentöse Therapie bei der Reanimation

Zur Medikamentengabe werden bei der Reanimation der **intravenöse** und der **intraossäre** Applikationsweg (→ Kap. 20.1.1) angewendet. Im Vergleich scheint nach aktueller Datenlage der intravenöse Zugang mit einem etwas besseren Reanimationserfolg einherzugehen. Allerdings sollte bei schwierigen Venenverhältnissen oder Fehlpunktionen sehr frühzeitig der intraossäre Zugangsweg (nach zwei erfolglosen i.v.-Versuchen) etabliert werden. Die Dosierung der jeweiligen Medikamente unterscheidet sich nicht. Ein anderer Applikationsweg wird nicht empfohlen!

Die medikamentöse Therapie bei der Reanimation ist in den letzten Jahren immer weiter in den Hintergrund gerückt und stellt nach jetzigem Wissensstand nur noch eine Unterstützung der wichtigen Basismaßnahmen und der Defibrillation dar. Es fehlen valide Studien zu den einzelnen Medikamenten bzw. ihrer Indikation in der Reanimation.

Deshalb beschränken sich die Empfehlungen noch auf einige wenige ausgewählte Medikamente. Die zwei wesentlichen bei der Reanimation verwendeten Substanzen sind **Adrenalin** (→ Kap. 20.3.7) und **Amiodaron** (Cordarex®, → Kap. 20.3.7). Jedoch hat in den aktuellen Empfehlungen der Fachgesellschaften ERC und AHA die Gabe von Lidocain (→ Kap. 20.3.8) als Alternative zu Amiodaron einen gleichen Stellenwert erhalten. Zurzeit ist aber davon auszugehen, dass im deutschsprachigen Raum weiterhin primär Amiodaron verabreicht wird.

Beide Substanzen (Adrenalin und Amiodaron, oder Adrenalin und Lidocain) werden beim Vorliegen von defibrillationswürdigen Rhythmen (VF, pVT) **nach der 3. Schockabgabe** appliziert.

- **Adrenalin** wird hierzu in einer Dosis von 1 mg (= 1 ml einer 1 : 1 000-Lösung) appliziert. Es empfiehlt sich, das Medikament mit 9 ml Trägersubstanz (NaCl oder Aqua dest.) in einer 10-ml-Spritze aufzuziehen, da es durch einen größeren Volumenbolus schneller in den Kreislauf des Patienten gespült werden kann.
- Die Reanimationsdosis von **Amiodaron** ist einmalig 300 mg. Sie wird unverdünnt über den gewählten Zugangsweg appliziert. Eine weitere Gabe von 150 mg Amiodaron kann im Verlauf erwogen werden und sollte nach der 5. erfolglosen Schockabgabe erfolgen. Alternativ erfolgt die Gabe von 100 mg Lidocain. Eine Zweitgabe nach der 5. erfolglosen Schockabgabe sollte 50 mg betragen. Magnesium wird aktuell nicht mehr als medikamentöse Ergänzung bei defibrillierbaren Rhythmen empfohlen.

Bei den **nicht defibrillationswürdigen Rhythmen** im Herz-Kreislauf-Stillstand (Asystolie und PEA) wird Adrenalin in o. g. Dosierung appliziert, sobald ein geeigneter Zugangsweg geschaffen wurde.

Je nach zugrunde liegender Ursache kann das Medikamentenmanagement noch erweitert werden (Elektrolytgabe, Pufferung). Dies sollte aber nur nach Erhebung entsprechender Parameter und keinesfalls blind erfolgen.

MERKE

Medikamente, die bei der Reanimation eingesetzt werden:

- Defibrillierbare Rhythmen (Kammerflimmern und pVT): nach dem 3. Schock
 - Adrenalin 1 mg, dann alle 3–5 Min. wiederholen plus
 - Amiodaron 300 mg einmalig (und ggf. weitere 150 mg nach dem 5. Schock) oder
 - Alternativ Lidocain 100 mg (und ggf. weitere 50 mg nach dem 5. Schock)
- Nicht defibrillierbare Rhythmen (Asystolie und PEA): Adrenalin 1 mg frühestmöglich, dann alle 3–5 Min. wiederholen

- Atemwegsmanagement
- Medikamentengabe
- Ausschluss und Therapie der reversiblen Ursachen (4 Hs und HITS)

Die erweiterten Maßnahmen der Reanimation dürfen nicht zu einer Vernachlässigung der wichtigen Basismaßnahmen führen.

23.4 ERC-Algorithmus zur Reanimation im Überblick

ERC-Algorithmus zur Reanimation → Abb. 23.8.

MERKE

Wesentliche **Säulen der Reanimation**:

- Thoraxkompression

23.4.1 Reanimation unter besonderen Umständen

Die dem Herz-Kreislauf-Stillstand zugrunde liegenden Ursachen sind vielfältig (→ Tab. 23.1). Einige spezielle Umstände (el. Special Circumstances) müssen aber während der Standardreanimation zusätzlich therapiert werden. Generell gilt der universelle ALS-Algorithmus. Auf ausgewählte Umstände und deren Therapieergänzung/oder -abweichung wird im Folgenden eingegangen.

Reanimation bei Hypothermie

Im Rahmen einer Reanimation bei hypothermen Patienten gibt es aufgrund der stark herabgesetzten Stoffwechsellaage einige **Besonderheiten** zu beachten. Diese sind:

- Verlängerte Suche nach Lebenszeichen (bis zu einer Minute)

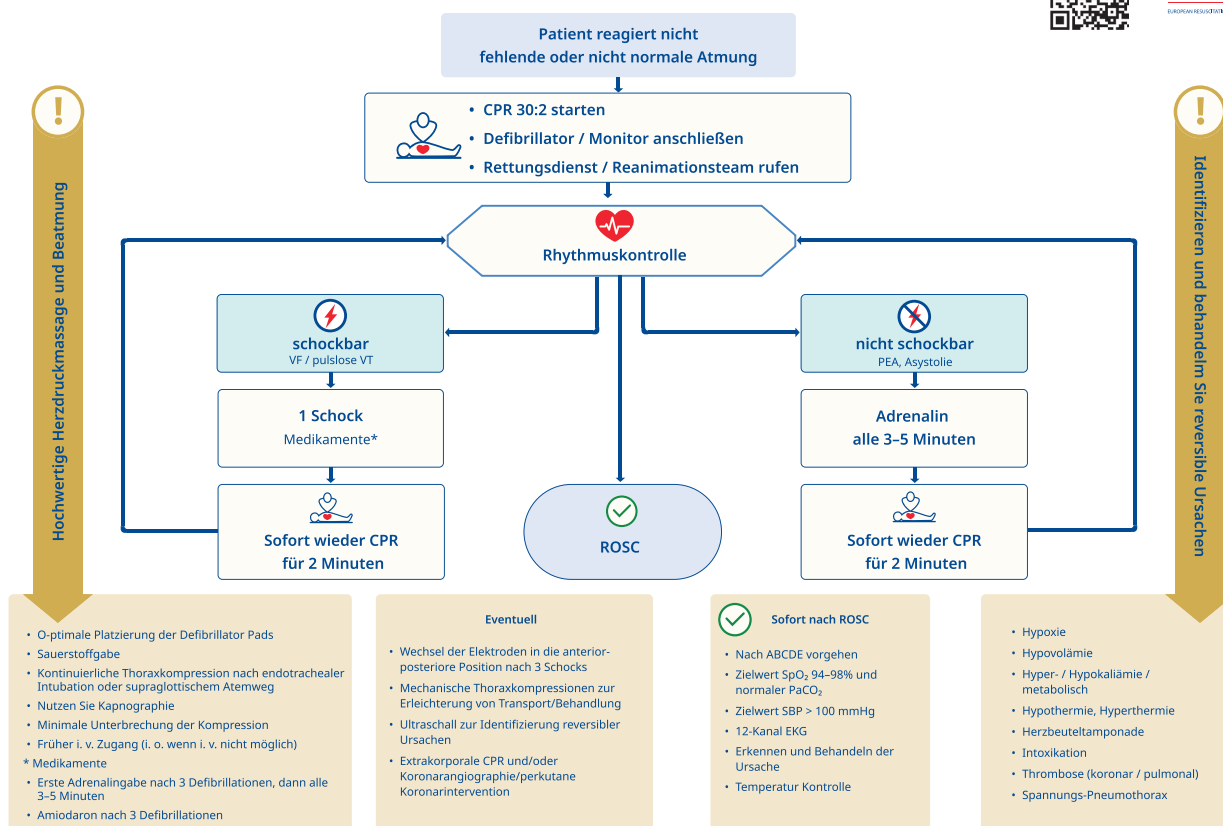


Abb. 23.8 ERC-Algorithmus Erweiterte Reanimationsmaßnahmen © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–057]

23.4 ERC-ALGORITHMUS ZUR REANIMATION IM ÜBERBLICK

- Maximal 3 Defibrillationsversuche bei einer Körperkerntemperatur < 30 °C
- Wenn eCPR in absehbarer Zeit verfügbar, keine Medikamentengabe < 30 °C Körperkerntemperatur, toxische Plasmakonzentrationen können durch Akkumulation auftreten
- Wenn eCPR nicht zeitnah verfügbar, einmalige Gabe von 1mg Adrenalin i.v./i.o. vertretbar
- Verdoppeltes Medikamentenintervall (6–10 Min.) bei einer Körperkerntemperatur zwischen 30 und 35 °C
- Verabreichung von warmen Infusionen und Vorheizen des RTW
- Frühzeitige Transportentscheidung und Verbringung unter Reanimation in ein Zentrum mit der Möglichkeit zur ECLS (Extracorporeal Life Support, d. h. sinnvollerweise in ein ECMO-Zentrum)
- Manuelle Verlagerung des Uterus durch einen Helfer nach links (ab ca. der 20. SSW, Gefahr eines Vena-cava-Kompressionssyndroms).
- Schnellste Verbringung in ein Perinatalzentrum zur Not-Section (ab 20. SSW); u. U. Anfahren der nächstgelegenen geeigneten Geburtshilfe.
- Frühzeitige Intubation; ggf. Tubus 1,0 mm ID kleiner als normal wählen aufgrund der schwangerschaftsbedingten Atemwegsschwellung. Mit einem schwierigen Atemweg ist zu rechnen.
- Bei V. a. Lungenembolie kritisches Überdenken der Fibrinolyse-Therapie, wenn eine Not-Section durchgeführt werden soll.
- Neben den Hs und HITS sollten schwangerschaftsspezifisch die 4Ps (Präeklampsie/Eklampsie, Puerperalsepsis (Kindbettfieber), Plazenta-/Uteruskomplikationen (v.a. Blutungen), peripartale Kardiomyopathie) abgearbeitet werden.
- Eine notfallmäßige Hysterotomie sollte sobald wie möglich von einem trainierten Team durchgeführt werden.

MERKE

- Kein zu frühzeitiger Abbruch der Maßnahmen, da das neurologische Outcome der hypothermen Patienten häufig gut ist („Nobody is dead until he is warm and dead“).

Reanimation bei Anaphylaxie und Asthmaanfall

Bei der Anaphylaxie (hier Grad V, Tod) gibt es mehrere potenziell reversible Ursachen, die zum akuten Herz-Kreislauf-Versagen führen. Vorreitend sind hier die Hypoxie und die Hypovolämie. Folgende Punkte gilt es unter Reanimation zu beachten:

- Frühzeitige Verabreichung von Adrenalin in Reanimationsdosis i.v./i.o. zur Behebung der Vasoplegie, des Kapillarlecks und des Bronchospasmus.
- Aggressive Therapie einer Hypoxie und frühzeitige Atemwegssicherung, wenn möglich mittels Endotrachealtubus bei drohender Atemwegsschwellung und erschwelter Beatmung.
- Zügige Infusion von Volumen (10–20ml/kg, ggf. große Menge Flüssigkeit notwendig).
- Die Verabreichung von Antihistaminika hat zweitrangige Bedeutung.
- Gegebenenfalls zwischenzeitliche Diskonnektion des Tubus zur Entlastung des Auto-PEEP aufgrund von Air-Trapping durch den Bronchospasmus.
- V. a. bei Patienten mit vorbekanntem Emphysem, aber auch bei einem extremen Asthmaanfall kann ein Spannungspneumothorax (z. T. beidseitig) vorliegen (→ Kap. 31.4.3). Dieser muss unverzüglich mittels Minithorakotomie behoben werden. Bei fehlender Expertise Nadelthorakostomie mit einer geeigneten Kanüle (→ Kap. 31.5).

MERKE

Rechnen Sie mit schwierigem Atemweg und Beatmung aufgrund von Schwellung und Spasmus.

Reanimation bei Schwangerschaft

Die präklinische Reanimation bei Schwangerschaft ist glücklicherweise ein selteneres Ereignis, das allerdings umso fordernder für alle Einsatzkräfte ist. Zwar gibt es mittlerweile das Bemühen, durch hochspezielle Trainings eine präklinische Not-Section unter Reanimation durchzuführen, dies wird aber ähnlich der Clamshell-Thorakotomie auch in den nächsten Jahren in Deutschland eine Seltenheit sein. Folgende Punkte sind für die präklinische Notfallrettung relevant:

MERKE

Eine Linksseitenlage auf dem Spineboard ist zwar sinnvoll, schränkt aber i. d. R. die Effektivität der Thoraxkompressionen ein. Von daher bleibt präklinisch die manuelle Uterusverlagerung Mittel der Wahl. Auf automatische Reanimationshilfen sollte in fortgeschrittener Schwangerschaft aufgrund der Verletzungsgefahr für das Ungeborene verzichtet werden.

Reanimation bei Trauma

Der traumatische Herz-Kreislauf-Stillstand (**Traumatic Cardiac Arrest, TCA**, → Kap. 31.13.1) unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von der Reanimation bei internistischer Ursache. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass es u. U. primär eine internistische Reanimationsursache gab, auf die nur im Verlauf ein Trauma z. B. durch einen Sturz oder Verkehrsunfall folgte. Das Augenmerk beim TCA muss auf der frühzeitigen Behebung der reversiblen Ursachen liegen, wenn möglich unter Reanimation. Oftmals liegt noch ein Minimalkreislauf vor. Je nach vorliegender Situation müssen zunächst die reversiblen Ursachen adressiert werden, bevor die Thoraxkompression begonnen wird. Gegebenenfalls müssen die Basismaßnahmen (Thoraxkompression) auch zwischenzeitlich unterbrochen und als zweitrangig angesehen werden, allerdings sobald wie möglich weiter fortgeführt werden. Fakt ist, dass ohne Therapie der behebbaren Probleme kein Kreislauf zu etablieren sein wird. Zu den **Maßnahmen** gehören:

- Blutungen stoppen, mittels Druckverband, Tourniquet oder sonstigen Hilfsmitteln
- Bilaterale Nadel-Thorakostomie, besser Minithorakotomie und ggf. zusätzliche Drainageanlage im Verlauf
- Frühzeitige Atemwegssicherung und aggressive Bekämpfung der Hypoxie; mit schwierigem/verlegtem Atemweg ist zu rechnen
- Wenn möglich, rasche sonografische Untersuchung (E-FAST o. Ä.)
- Bei V. a. Perikardtamponade und/oder V. a. aortale Gefäßverletzung: bei entsprechendem Kenntnisstand Durchführung einer Clamshell-Thorakotomie (→ Kap. 31.13.6) zur Eröffnung des Herzbeutels sowie zur proximalen Kompression der Aorta
- Zügiger Transport und angepasste Volumengabe
- Großzügige Verabreichung von Tranexamsäure (Cyklokapron®)
- Wärmeerhalt

All dies erfordert viele Hände und ein hohes Maß an Ausbildung. Gerade die präklinische Clamshell-Thorakotomie ist in Deutschland aufgrund fehlender Ausbildung eher eine sehr selten durchgeführte Maßnahme.

Somit bleibt oftmals nur nach Einleitung initial lebensrettender Maßnahmen, den Patienten unverzüglich in die Klinik zu verbringen.

MERKE

Blut ist das Volumen der Wahl. Benzin und Diesel führen dorthin. Denn Blutprodukte gibt es momentan fast nur im Krankenhaus.

IM FOKUS

Reanimation unter besonderen Umständen

- **Hypothermie:**
 - Medikamentengabe und Defibrillation anpassen (z. B. kein Einsatz unter 30 °C Körperkerntemperatur)
 - Kein zu früher Abbruch der Reanimation, prognostisch günstige Ausgangslage
- **Anaphylaxie/Asthma:**
 - Adrenalingabe früh und in Reanimationsdosis
 - Zügige Infusionstherapie
- **Schwangerschaft:**
 - Manuelle Uterusverlagerung nach links
 - Tubus 1,0 mm ID kleiner als normal
- **Trauma:**
 - Taktik: ggf. sonografische Diagnostik vor Ort und zügiger Transport
 - Therapie: Blutungen stoppen, ggf. Entlastungspunktion/Thorakotomie durchführen, Tranexamsäure verabreichen

23.5 Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen

DEFINITION

Lebensbedrohliche tachy- oder bradykarde Herzrhythmusstörungen werden auch als **Periarrest-Arrhythmien** bezeichnet.

Analog zum universellen Algorithmus der Reanimation gibt es Leitlinienempfehlungen zum Umgang mit lebensbedrohlichen **Herzrhythmusstörungen** (HRST). Obwohl ein Großteil dieser Herzrhythmusstörungen nicht unmittelbar lebensbedrohlich ist, gibt es einige Reizleitungsstörungen, die zum Herz-Kreislauf-Stillstand führen können.

MERKE

Das Erkennen einer bevorstehenden lebensbedrohlichen Situation und die frühzeitige Intervention, bevor es zum Kreislaufzusammenbruch kommt, ist von **entscheidender Bedeutung** für das Überleben des Patienten.

Hierzu ist es notwendig, einen stabilen von einem instabilen Patienten unterscheiden zu können. Dies geschieht mithilfe des ABCDE-Schemas (→ Kap. 17.1.4).

Instabilitätskriterien sind:

- Anzeichen eines Schocks
- Angina pectoris, Infarktsymptomatik
- Synkope und Bewusstseinsstörung
- Anzeichen für eine Herzinsuffizienz, z. B. Dyspnoe, Lungenödem und Zyanose

Unterschieden werden bradykarde und tachykarde Herzrhythmusstörungen. Zu beiden Herzrhythmusstörungen gibt es einen jeweiligen Algorithmus, der dem Notfallmediziner Unterstützung in der Entscheidungsfindung und Therapie der jeweiligen Störung gibt.

Im Folgenden wird auf die wesentlichen Arrhythmien eingegangen. Zu bedenken ist, dass es eine Fülle von Arrhythmien gibt, die in der Notfallsituation nicht immer differenziert werden können. Deshalb gilt bei vornehmlich stabilen Patienten das Prinzip des „Minimal Handlings“, d. h., dass diese Patienten unter kontinuierlicher Überwachung in die nächste geeignete internistische Abteilung verbracht werden.

23.5.1 Bradykardien

Bei den **bradykarden Arrhythmien** stehen die AV-Blockierungen im Fokus (→ Abb. 23.9). Diese können regelhaft auftreten und ohne größere Bedeutung (AV-Block I) bis hin zur maximalen Herzinsuffizienz mit drohendem Herz-Kreislauf-Stillstand (AV-Block III) variieren.

Bei stabilen Patienten wird ein zügiges Verbringen in eine entsprechende Fachabteilung empfohlen. Bei drohender Asystolie (bereits stattgefunden, höhergradige AV-Blockierung) kann eine medikamentöse Unterstützung angedacht werden. Ratsam ist es in diesem Fall, schon prophylaktisch die Schrittmacher-Pads auf die Patientenbrust zu kleben (Apex-Sternum- oder alternativ Anterior-posterior-Position) und eine leichte Analgosedierung, z. B. in Form eines Benzodiazepins und eines Opiats, bereitzuhalten.

PRAXISTIPP

Immer Schrittmacher (Defi)-Pads und EKG-Elektroden aufkleben, da sonst kein Impuls abgegeben wird.

Zeigt der Patient Kriterien einer Instabilität, so muss unverzüglich eine frequenzsteigernde Therapie eingeleitet werden. Bei Patienten mit niedriger Herzfrequenz und geringem Auswurf kann u. U. eine zusätzliche Inotropikagabe notwendig sein. Oftmals reicht jedoch eine primäre Frequenzsteigerung aus, die mit einer Zunahme des Auswurfs korreliert (sog. **Bowditch-Effekt**).

Die Leitlinien aus dem Jahr 2025 bleiben gegenüber den Leitlinien der letzten Jahre unverändert und empfehlen eine Gabe von Atropin 0,5 mg i. v., evtl. wiederholt bis zu einer Gesamtdosis von 3 mg. Dies entspricht einer kompletten Parasympathikolyse.

Kritisch ist dies in Bezug auf **hochgradige AV-Blockierungen** (Grad IIb, Grad III) zu sehen, da Atropin hier paradoxerweise die Überleitung weiter herabsetzen und so eine Asystolie auslösen kann (Klasse III). Bei **herztransplantierten Patienten** ist Atropin kontraindiziert.

Es empfiehlt sich bei diesen EKG-Bildern, direkt mit einer transkutanen Schrittmachertherapie zu beginnen oder, falls diese nicht verfügbar ist, Adrenalin in sehr geringer Dosierung von 2–10 µg/Min. einzusetzen.

! ACHTUNG! Eine Atropindosis von unter 0,5 mg als Bolus bei Erwachsenen sollte aufgrund der paradoxen bradykardisierenden Wirkung unterlassen werden.

PRAXISTIPP

Die Schrittmachertherapie bietet einige Vorteile und sollte nicht zu lange hinausgezögert werden. Bedenke: Den Strom kann man an- und abschalten, ein appliziertes Medikament verbleibt im Körper. Auf eine ausreichende (Analgo-)Sedierung ist zu achten.

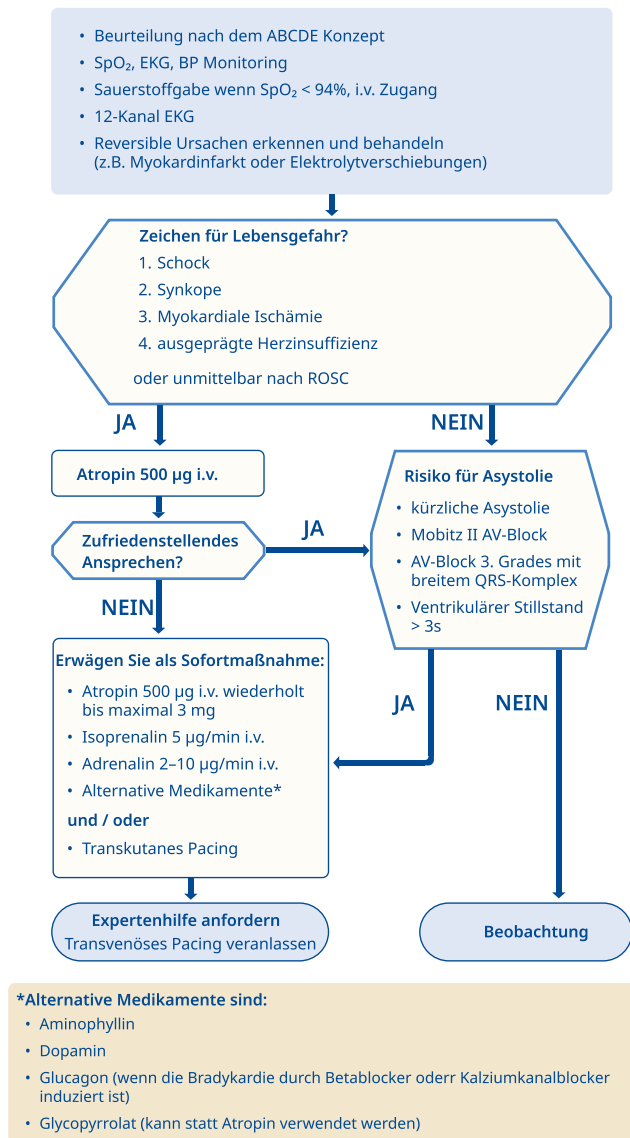


Abb. 23.9 ERC-Algorithmus Bradykardie © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–057]

i PRAXISTIPP

3 Ampullen Adrenalin (= 3 mg) auf 50 ml NaCl verdünnt in die Perfusorspritze aufziehen. Entspricht 60 µg/ml. Bei einer Rate von 2 ml/Std. entspricht dies den empfohlenen 2 µg/Min.
 Alternativ: 1 Ampulle Adrenalin (1 mg) in 100 ml NaCl verdünnen. Davon milliliterweise (= 10 µg) aus der Hand titrieren. Dies ist im Notfall meist schneller gerichtet und kann überbrückend angewendet werden.

Vorgehen bei transkutaner Schrittmachertherapie

- Anlage der Defibrillationselektroden (anterior-lateral) **und** der EKG Elektroden
- Analgosedierung wenn notwendig (initial je nach Patientenzustand z. B. 0,5 mg/kg Propofol oder 1–2 mg Midazolam plus 0,1–0,2 mg Fentanyl oder 20 mg Esketamin)
- Demandmodus im Schrittmachermenü auswählen, Herzfrequenz 70/min
- Energieabgabe ab 30 mA zügig in 5–10 mA-Schritten steigern

- Bei Überleitung jeder Vorhofaktivität Energie merken und + 10 mA als Puffer wählen

23.5.2 Tachykardien

Ebenso wie zu den Bradykardien gibt es im Bereich der **tachykarden Herzrhythmusstörungen** Leitlinienempfehlungen zur Therapie, die anhand eines Algorithmus abgearbeitet werden können (→ Abb. 23.10). Die Diagnose und Therapie der morphologisch unterschiedlichen Tachykardien kann mitunter sehr schwierig sein, weshalb hier nur auf die wesentlichen, häufiger auftretenden Arrhythmien eingegangen wird.

Es gilt wie immer, primär die Basismaßnahmen zu ergreifen und die Instabilitätskriterien zu prüfen. Bei Vorliegen einer solchen Instabilität ist die elektrische Therapie in Form einer **Kardioversion** das Mittel der Wahl zur Beendigung der malignen Herzrhythmusstörung. Dies gilt gleichermaßen für Schmal- (QRS < 120 ms) oder Breitkomplex-Tachykardien (QRS > 120 ms). Die zu wählenden Stromstärken zeigt → Tab. 23.6. Zu beachten ist bei einigen Defibrillatoren die Defibrillatorumstellung auf eine synchronisierte Schockabgabe, da eine versehentliche Defibrillation in die vulnerable Phase der Reizleitung ein Kammerflimmern zur Folge haben kann. Deshalb findet die Kardioversion auch **nur in Reanimationsbereitschaft** statt. Weiterhin sollte bei Patienten mit vorhandenem Bewusstsein eine Analgosedierung bzw.

Diagnose	Biphasische Stromabgabe
Ventrikuläre Tachykardie	1. 120–150 J 2. Steigern
Vorhofflimmern (VHF, AF)	360 J (oder maximale Energie)
SVT/Vorhofflattern	1. 70–120 J 2. Steigern

Tab. 23.6 Stromstärken bei der Kardioversion/Defibrillation

eine Kurznarkose vor der schmerzhaften Elektrotherapie eingeleitet werden.

Auch bei den tachykarden Arrhythmien empfiehlt es sich, stabile Patienten unter lückenloser Überwachung in eine geeignete Fachabteilung zu transportieren.

Sollte dennoch eine Intervention angestrebt werden, so ist sie in diesem Fall medikamentös durchzuführen.

Hilfreich für die Medikamentenwahl ist die Unterteilung in Schmal- und Breitkomplextachykardien sowie die Einordnung in rhythmische oder arrhythmische Störungen. Ausgewählte EKG-Bilder und deren Therapie sind:

- QRS < 120 ms, regelmäßig → SVT; AVNRT
- QRS < 120 ms, unregelmäßig → Vorhofflimmern (VHF)

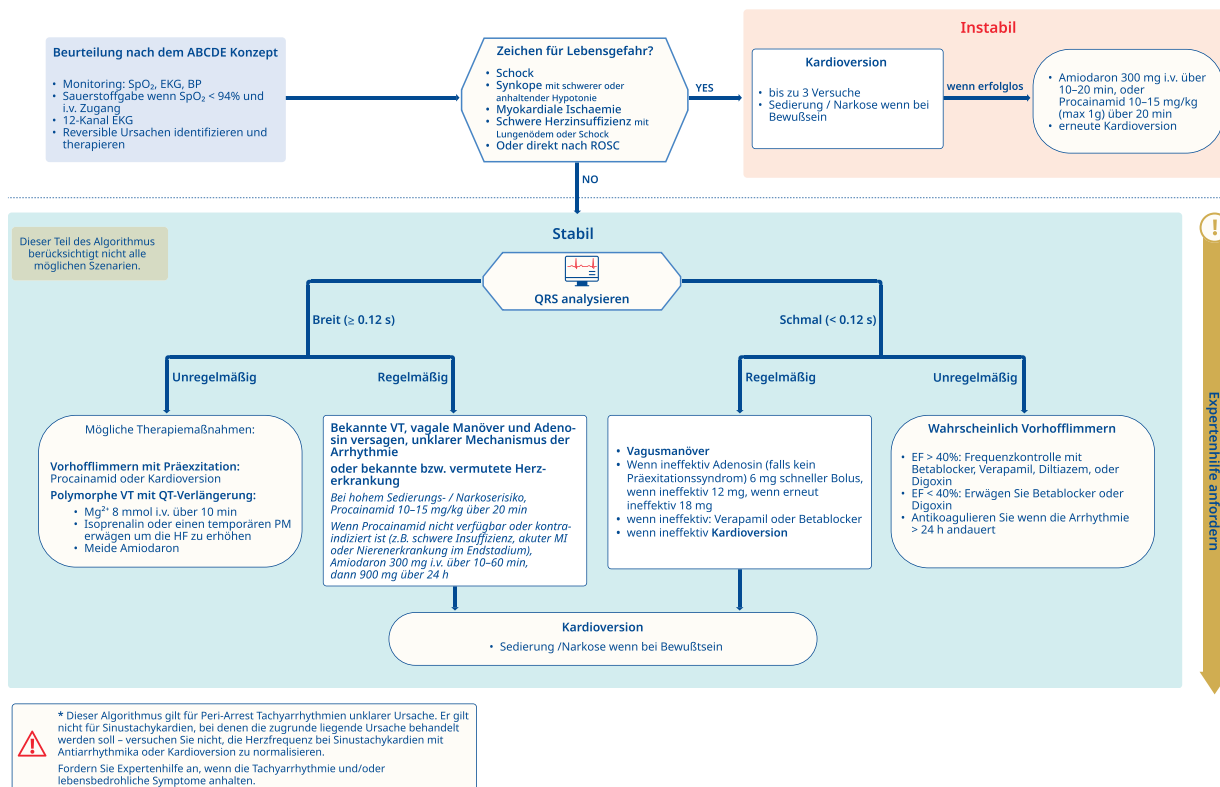


Abb. 23.10 Peri-Arrest Tachykardie-Algorithmus © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–057]

23.6 REANIMATION IM KINDESALTER

- QRS > 120 ms, regelmäßig → ventrikuläre Tachykardie (VT)
- QRS > 120 ms, unregelmäßig → Torsade de Pointes; Vorhofflimmern + Schenkelblock

Die **supraventrikuläre Tachykardie (SVT)** gilt es vor allem von einer Sinustachykardie abzugrenzen. Während der Sinustachykardie meist eine andere Ursache, wie Volumenmangel, Aufregung oder Schmerz, zugrunde liegt, ist die SVT als eigentliche Rhythmusstörung das Problem und muss spezifisch therapiert werden.

Ein nichtinvasiver Behandlungsversuch kann in Form eines **Valsalva-Manövers** (vagale Reizstimulation) versucht werden. Hierzu lässt man den Patienten z. B. versuchen, den Stempel einer 20-ml-Spritze herauszupusten (ggf. kombiniert mit anschließender Oberkörperflach- und Beinhochlagerung). Der dabei entstehende intrathorakale Druck stimuliert die Barorezeptoren in Brustkorb und Hals, woraufhin die Herzfrequenz reflektorisch absinken kann. Dies funktioniert allerdings nicht immer.

Die medikamentöse Therapie der SVT wird mit Adenosin (Adrekar®) in steigender Dosierung (z. B. 6–12–18 mg) empfohlen. Zu beachten sind die extrem kurze Halbwertszeit des Medikaments und die auftretende pectanginöse Symptomatik. Hierauf muss der Patient in jedem Fall hingewiesen werden. Weiterhin ist es anzuraten, eine **Reanimationsbereitschaft** herzustellen, da sich nach Applikation des Medikaments eine Asystolie einstellen kann. Diese ist meist selbstlimitierend und nur von kurzer Dauer.

Ein **Vorhofflimmern** (schmale Komplexe, arrhythmisch, keine klare Vorhofaktivität erkennbar) ist eine häufige Diagnose, gerade bei Patienten in höherem Lebensalter. Ist dies anamnestisch bekannt, so muss keine weitere Intervention vor Ort getätigt werden. Handelt es sich um eine neu aufgetretene Rhythmusstörung, so kann eine Frequenzkontrolle mittels Betablocker, Kalzium-Antagonisten oder Diltiazem versucht werden. Auf keinen Fall dürfen diese Substanzgruppen gemeinsam appliziert werden.

Notfallpatienten, die noch keiner gerinnungshemmenden Therapie mit Vitamin-K-Antagonisten (z. B. Cumarin) oder neueren oralen Antikoagulantien (NOAK) unterliegen, bedürfen einer antikoagulatorischen Behandlung mit 5000 IE Heparin i. v., da sich bei einem VHF vermehrt Thromben im Bereich des linken Atrium bilden können, welche dann fatalerweise über das Gefäßsystem weitergeleitet werden und einen Apoplex auslösen können. Die Antikoagulation muss aber nicht zwingend präklinisch geschehen.

Regelmäßige Breitkomplextachykardien sind in bis zu 80 % der Fälle ventrikuläre Tachykardien (VT). Die Therapie beim stabilen Patienten ist die Gabe von 300 mg Amiodaron i. v. über einen Zeitraum von 10–60 Minuten mittels Perfusor oder als Kurzinfusion (Verdünnung mit G 5 %).

Dieses EKG-Bild macht deutlich, wie wichtig es ist, den Zustand des Patienten in die Entscheidungsfindung zur Therapie mit einzubeziehen. Drei unterschiedliche Notfallsituationen erfordern, trotz gleicher ursächlicher Störung verschiedene Behandlungsstrategien:

- VT ohne Puls → Defibrillation
- VT mit Puls, instabil → Kardioversion
- VT mit Puls, stabil → Amiodaron

Unregelmäßige Breitkomplextachykardien sind im Gegensatz zu den regelmäßigen seltener, oftmals aber lebensbedrohlich. Es ist immer ratsam, eventuelle Vor-EKGs zu betrachten, da so die Diagnose, z. B. bei vorbestehendem Schenkelblock oder Vorhofflimmern, erleichtert werden kann. Amiodaron stellt auch hier eine Therapieoption dar. Eine Besonderheit im Bereich dieser HRST ist die **Spitzenumkehrtachykardie** (Torsade de Pointes), die mit der intravenösen Verabreichung von 2 g Magnesium über 5–10 Minuten behandelt wird.

 MERKE

- Basismaßnahmen nicht vernachlässigen.
- Je instabiler der Patient, desto großzügiger ist die Indikation zur Elektrotherapie zu stellen.
- Stabile Patienten sollten unter strenger Beobachtung in die nächste geeignete Fachabteilung transportiert werden.

 IM FOKUS
Tachykardien**Differenzierte Therapie, je nach Ausgangslage:**

- QRS < 120 ms, regelmäßig → **SVT; AVNRT**
 - Valsalva, Adenosin, Kardioversion
- QRS < 120 ms, unregelmäßig → **Vorhofflimmern (VHF)**
 - Antiarrhythmika, ggf. Kardioversion, ggf. Antikoagulation
- QRS > 120 ms, regelmäßig → **ventrikuläre Tachykardie (VT)**
 - Je nach Stabilität: Defibrillation, Kardioversion, Amiodaron
- QRS > 120 ms, unregelmäßig → **Torsade de Pointes; Vorhofflimmern + Schenkelblock**
 - Magnesium, Defibrillation, Amiodaron

! ACHTUNG! Bei Vorliegen einer unregelmäßigen Breitkomplextachykardie kann es sich ebenfalls um ein Präexitationssyndrom (z.B. WPW, Wolff-Parkinson-White) mit Vorhofflimmern handeln. Dies wird auch als FBI-Rhythmus (fast, broad, irregular) bezeichnet und darf keinesfalls mit Amiodaron therapiert werden. Meist präsentiert sich der Patient instabil, so dass eine Kardioversion indiziert ist. Medikament der Wahl wäre hier Ajmalin (Gilurytmal®).

23.6 Reanimation im Kindesalter

Grundsätzlich unterscheidet sich das Vorgehen beim **Pediatric Life Support (PLS)** nur wenig von dem bei Erwachsenen. Die Leitlinien wurden so weit wie möglich vereinfacht und angeglichen, da es in der Praxis immer wieder zu Verzögerungen bei der Anwendung des BLS für Kinder kam. Helfer fühlten sich häufig unsicher in der Umsetzung der notwendigen Maßnahmen bei Kindern. Einige Besonderheiten sind jedoch zu beachten, einige Tipps und Tricks aus der Praxis können hilfreich sein:

- Säuglinge mit **plötzlichem Kindstod** (SIDS, → Kap. 35.6) werden von den Eltern oftmals erst Stunden nach Eintritt des Atemstillstands leblos aufgefunden. Der Rettungsdienst sieht sich dann mit einem Säugling konfrontiert, der schon zum Zeitpunkt der Alarmierung irreversible hypoxische Schäden erlitten hat. Die Einleitung von Reanimationsmaßnahmen trotz verzweifelt auf Hilfe hoffender Eltern ist in einer solchen Situation für den Rettungsdienst oftmals von vornherein erkennbar aussichtslos. Glücklicherweise ist die Säuglingssterblichkeit in Deutschland sehr niedrig. 2020 starben 84 Säuglinge am SIDS. Nur wenige Kinder erleiden nach dem ersten Lebensjahr krankheitsbedingt einen Atem- und Kreislaufstillstand.
- Einen großen Faktor spielt die Hypoxie im Kindesalter, die frühestmöglich aggressiv therapiert werden muss. Kardiale Ereignisse als Auslöser eines Herz-Kreislauf-Stills sind in dieser Patientengruppe eher selten und dann meist mit schon bekannten Vorerkrankungen vergesellschaftet.
- Das **Versagen vitaler Systeme** im Kindesalter stellt zumeist den erwarteten Endzustand eines absehbar zum Tode führenden unheilbaren Leidens dar, sei es eine Tumorkrankheit oder die finale respiratorische Insuffizienz eines jungen Patienten mit einem Erb-leiden wie Muskeldystrophie.

Zum Glück gibt es genug ermutigende Berichte über die erfolgreiche Reanimation von Kindern, bei denen allerdings als Notfallsituation fast ausnahmslos Ertrinkungs- und Unterkühlungsunfälle, Intoxikationen und mechanische Atemwegsverlegungen vorlagen.

MERKE

Potenziell reversible Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstands im Kindesalter sind wie beim Erwachsenen unter den Hs und HITS zusammengefasst.

23.6.1 Pediatric Basic Life Support (PBLs)

Die aktuellen Leitlinienempfehlungen zur Reanimation bei Kindern beziehen sich auf Patienten im Alter zwischen 0–18 Jahren, mit Ausnahme des Neugeborenen im Rahmen der Geburt. Sollte der Patient erwachsen erscheinen, kann mit den Standardwiederbelebungsmaßnahmen begonnen werden. Es ist also im fortgeschrittenen Jugendalter eine teils individuelle Entscheidung, ob man die Reanimation nach BLS- oder PBLs-Standards (→ Abb. 23.11) durchführt. **Essenziell** ist es in jedem Fall, zügig zu beginnen, ganz gleich, für welchen Weg man sich entscheidet.

Steht bei Erwachsenen primär ein Herz-Kreislauf-Versagen, z. B. aufgrund einer akuten Herzrhythmusstörung, im Vordergrund der Reanimation, so ist dies bei Kindern eher sekundär. Die meisten Kinderreanimationen sind **Endzustände eines respiratorischen Ver-**

sagens, ausgelöst durch verschiedene Ursachen wie z. B. eine Aspiration, ein Bolusgeschehen oder auch eine starke Hypoxie bei einem Infekt. Da Säuglinge und Kleinkinder wenig körperliche Reserven aufweisen, erschöpfen sie bei Atemnot und Anstrengung schnell, was wiederum eine rasche respiratorische Unterversorgung nach sich zieht. Auch die kardiale Sauerstoffreserve ist stark eingeschränkt, was zur Folge hat, dass die Sauerstoffunterversorgung relativ schnell eine kardiale Dekompensation bewirkt. Diesen Teufelskreis gilt es frühzeitig durch zielgerichtete Maßnahmen zu unterbrechen. Dies spiegelt sich im Bereich der Basismaßnahmen wider, da im Kindesalter vor Beginn der Thoraxkompressionen fünf Initialbeatmungen durchgeführt werden mit dem Ziel, eine ausreichende Oxygenierung sicherzustellen. Auch das Verhältnis von Thoraxkompression zu Ventilation ist mit 15:2 zugunsten der Beatmung anders als bei der Erwachsenenreanimation.

Feststellen des Kreislaufstillstands

Analog zur Feststellung des Herzkreislaufstillstands beim Erwachsenen wird bei Säuglingen und Kindern initial nach normaler Atmung und sonstigen Lebenszeichen gesucht. Während der lauten Ansprache sollte gleichzeitig eine taktile Stimulation, etwa durch Entlangstreichen an der Fußsohle oder am Kopf des Säuglings/Kindes erfolgen.

Parallel kann durch professionelles Personal bei Säuglingen die Pulstastung an der A. brachialis in der Oberarminnenseite oder der A. femoralis in der Leistenbeuge erfolgen. Bei guten anatomischen Verhältnissen eignet sich im Kleinkindalter auch die A. carotis als Palpationsort.

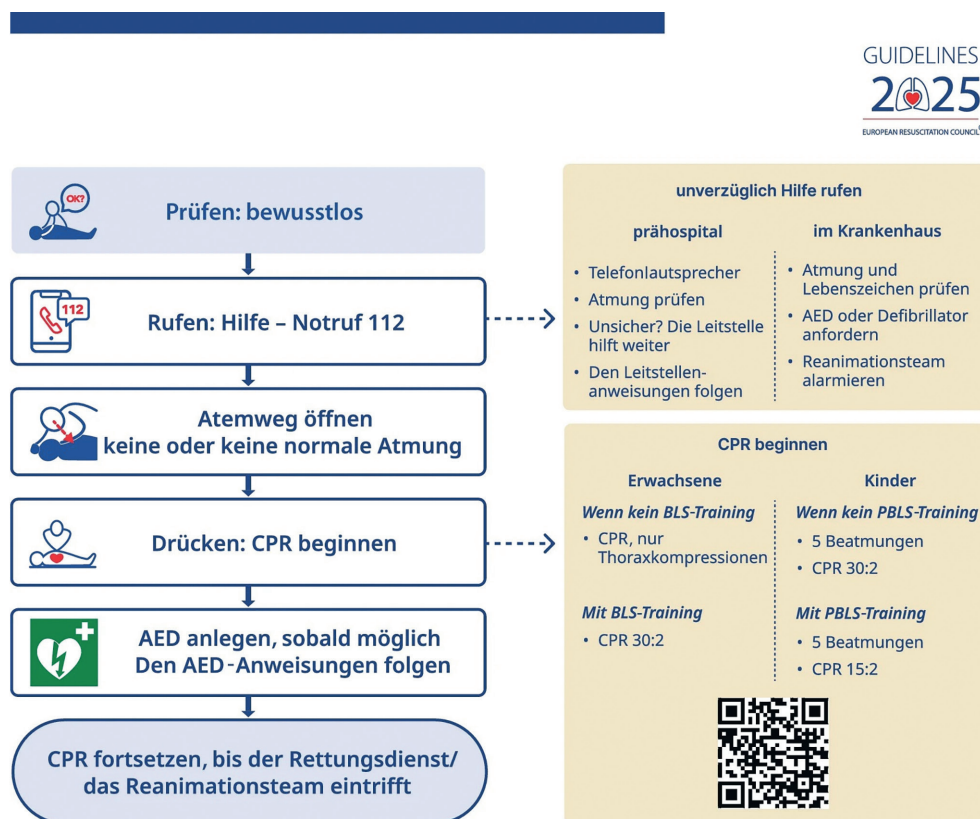


Abb. 23.11 PBLs-Algorithmus © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–056]

23.6 REANIMATION IM KINDESALTER

Durch den oben beschriebenen Teufelskreis aus Hypoxie und Bradykardie/kardialer Dekompensation ist es bei der Kinderreanimation nötig, schon ab einer Pulsfrequenz von $< 60/\text{Min.}$ mit der mechanischen Reanimation (Herzdruckmassage) zu beginnen.

! ACHTUNG! Bei Unsicherheit bezüglich des Vorliegens von Atmung, Lebenszeichen oder Puls muss unverzüglich mit der Reanimation begonnen werden.

Atemwege und Beatmung

Grundsätzlich gibt es einige anatomische **Besonderheiten im Säuglings- und Kleinkindalter**, die dem Rettungsfachpersonal zwingend bekannt sein müssen, da einige Maßnahmen anders als beim Erwachsenen durchgeführt werden müssen. Hierzu zählt insbesondere die Kenntnis über die Anatomie des kindlichen Respirationstrakts.

- Die **Zunge** ist im Verhältnis zum Mund-Rachen-Raum relativ groß, sodass bei einer Beutel-Masken-Beatmung beachtet werden muss, dass die Finger des Helfers nur an den harten Unterkiefer gelegt werden und niemals die Weichteile unterhalb des Kinns komprimieren dürfen, da es hierdurch zu einer Verlegung der Atemwege kommen kann.
- Der kindliche **Kehlkopf** liegt etwas höher als der des Erwachsenen (ca. 2–3 cm) und ist leicht nach vorn gekippt, weshalb der Kopf beim Freimachen der Atemwege nicht zu stark rekliniert werden darf. Er sollte in einer Neutralstellung gehalten werden, da es sonst wiederum zu einem Verschluss des Atemwegs kommen kann. Orientierend sollte die Nase des Kindes den höchsten Punkt bilden (sog. Schnüffelstellung; → Abb. 23.12). Je älter das Kind wird, desto eher wird der Kopf rekliniert. Auch hier gilt „Hören, Sehen und Fühlen“ der Atmung.
- Bei unfallbedingtem Atemstillstand ist an die Möglichkeit einer Halswirbelsäulenverletzung zu denken.
- Der beim Kind im Verhältnis zum Körper relativ große **Kopf** führt beim Dezelerationstrauma nicht selten zu schweren HWS-Traumata mit folgendem Atemstillstand.
- Das Tidalvolumen des Atemzugs beim Kind entspricht rein rechnerisch mit 6 ml/kg KG dem eines Erwachsenen, in der Gesamtmenge ist dies bei geringerem Körpergewicht natürlich viel weniger. Eine sichtbare Thoraxexkursion reicht auch hier aus, um ein adäquates Atemhubvolumen zu gewährleisten, jedoch beträgt die Atemfrequenz ein Vielfaches der eines Erwachsenen (Säuglinge: ca. 30–40/Min.).

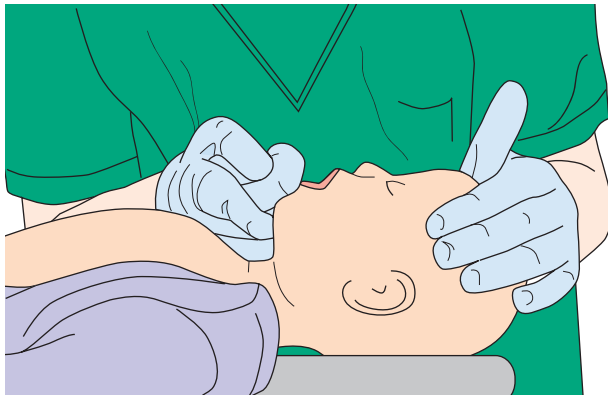


Abb. 23.12 Neutralposition des Kopfes zum Freimachen der Atemwege beim Kind [L143]

Auch bei der Kinderreanimation wird eine möglichst hoch dosierte Sauerstoffapplikation angestrebt, sodass schon bei den oben genannten fünf Initialbeatmungen mit 100 % Sauerstoff beatmet werden soll.

MERKE

- Je älter das Kind, desto eher muss der Kopf zum Freimachen der Atemwege rekliniert werden.
- Weichteile dürfen nicht komprimiert werden.

Thoraxkompression

Mit einer Thoraxkompression wird bei einem bewusstlosen Kind schon ab einer Pulsfrequenz von $< 60/\text{Min.}$ begonnen, da der kindliche Kreislauf als einzige Stellgröße die Herzfrequenz aufweist. Erst nach einigen Jahren bildet sich der Reflex einer Gefäßengstellung aus, die beim Erwachsenen dann zumindest kurzfristig ein ausreichendes Herzminutenvolumen (HZV, HMV) gewährleisten kann.

Der **Druckpunkt** liegt bei **Kleinkindern** ebenfalls auf der unteren Sternumhälfte. Kinder haben einen höheren relativen Sauerstoffbedarf als Erwachsene. Bei der Reanimation wird nach jeweils 15 Kompressionen zweimal beatmet. Die Druckfrequenz entspricht mit 100–120/Min. der bei der Erwachsenenreanimation (→ Tab. 23.7). Als ausreichende Drucktiefe werden ca. $\frac{1}{3}$ der Brustkorbhöhe angegeben. Zwei Methoden kommen zur Anwendung:

- Beim **Zangengriff** (→ Abb. 23.13) umfasst der Helfer den Brustkorb des Säuglings und platziert beide Daumen nebeneinander auf dem Druckpunkt.
- Bei der **Zwei-Finger-Methode** werden die Spitzen von Zeige- und Mittel- bzw. Mittel- und Ringfinger nebeneinander auf den Druckpunkt aufgesetzt.

	Herzdruckmassage	Thoraxkompression: Beatmung
Neugeborenes	120/Min.	3 : 1
Kind	100–120/Min.	15 : 2
Kind, ein Helfer, Profi	100–120/Min.	15 : 2
Kind, Laienreanimation	100–120/Min.	30 : 2

Tab. 23.7 Richtwerte für die CPR im Kindesalter



Abb. 23.13 Zangengriff zur Thoraxkompression bei Säuglingen [J747]



Abb. 23.14 Thoraxkompression beim Schulkind [J747]

Je älter das Kind, desto eher wird es nötig, auch mit dem kompletten Handballen einer Hand zu komprimieren (→ Abb. 23.14). Im Bereich der Laienreanimation wird der Einfachheit halber ein Verhältnis von 30:2 gelehrt. Dies ist ebenfalls eine Option für einen alleinigen „Profihelfer“.

IM FOKUS

Reanimation im Kindesalter – Grundlagen

- **Feststellung:** Atmung und Bewusstsein als wichtige Indikatoren; Puls nur schwer tastbar
- Gegebenenfalls gute Prognose bei bestimmten Störungen (z. B. Ertrinken in kaltem Wasser)
- Bei **Herzfrequenz < 60/Min.** mit Reanimationsmaßnahmen beginnen
- **Thoraxkompressionen:**
 - $\frac{1}{3}$ des Thoraxdurchmessers
 - Drucktechnik anpassen (z. B. einhändig, Zangengriff, Zwei-Finger-Methode)
 - 15 Kompressionen, 2 Beatmungen
- **Beatmungen:**
 - Kopf in „Schnüffelposition“
 - Beatmung, bis Thorax sich hebt und senkt
 - An HWS-Verletzung denken

23.6.2 Pediatric Advanced Life Support (PALS)

Wenn genügend Helfer am Einsatzort eingetroffen sind, kann die kindliche Reanimation um weitere Maßnahmen ergänzt werden. Die einzelnen Maßnahmen des European Paediatric Advanced Life Support (EPALS) entsprechen denen des ALS (→ Abb. 23.15):

- Elektrotherapie
- Gefäßzugänge
- Medikation
- Erweiterte Methoden der Beatmung
- Anamnese und Ursachenforschung

Das ABC-Schema wird erweitert:

- **Airway:** erweitertes Airwaymanagement (→ Kap. 18.6.9)
- **Breathing:** Beatmung ggf. über den SGA/Endotrachealtubus mit Beatmungsbeutel oder einem Notfallrespirator, Kapnografie
- **Circulation:** EKG-Anlage und Beurteilung, Defibrillation wenn indiziert; Schaffung eines venösen/intraossären Zugangs, Volumengabe und Medikamentenapplikation

Erweitertes Atemwegsmanagement

Wer selten oder nie kleine Kinder intubiert hat, sollte dies in einer Notfallsituation nicht versuchen. Auch nicht trotz Verwendung eines Videolaryngoskops.

! ACHTUNG! Ein fehlerhafter Intubationsversuch kann durch fortgesetzte Manipulation an den Weichteilen des Atemwegs zur weiteren Schwellung führen und damit dramatische Folgen für das Überleben des Kindes haben. Somit ist v. a. präklinisch die Intubation von Kleinkindern – sofern nicht zwingend indiziert – durch ungeübte Anwender zu unterlassen.

Vorteilhafterweise lässt sich allerdings ein hoher Prozentsatz der Kinder sehr gut mit einer BMV oder einem SGA versorgen, weshalb dies eine essenzielle Maßnahme darstellt, die von jedem im Rettungsdienst Tätigen beherrscht werden muss. Gegebenenfalls kann das Freihalten des Atemwegs durch einen Oro- oder Nasopharyngealtubus unterstützt werden. Die Größenauswahl entspricht den Kriterien des Erwachsenenalters. In jedem Fall ist während der Reanimation eine FiO_2 von 1,0 anzustreben.

i PRAXISTIPP

Ein **Guedel-Tubus** sollte bei Säuglingen und Kleinkindern über einen **Spatel mit Spitze nach unten eingelegt** werden. Bei älteren Kindern erfolgt die Einlage analog zum Erwachsenen.

Für die Verwendung eines SGA im Kindesalter wird von den Fachgesellschaften die Larynxmaske empfohlen. Bei fehlender Alternative und nicht durchführbarer BMV oder Intubation kann aber auch ein passender Larynx-Tubus eingelegt werden.

Grundsätzlich gilt für die Wahl der richtigen **Tubusgröße** im Kindesalter (> 2 Jahre):

$$(\text{Alter} / 4) + 4 = \text{ID Tubus (ohne Cuff)}$$

$$(\text{Alter} / 4) + 3,5 = \text{ID Tubus (mit Cuff)}$$

$$\text{Einführtiefe oral} = 12 + \frac{1}{2} \text{ cm pro Lebensjahr}$$

i PRAXISTIPP

Ein **Tubus**, der durch das Nasenloch des kleinen Patienten passt, passt auch durch den Kehlkopf. Der Tubusdurchmesser entspricht dem Durchmesser des Kleinfingergrundglieds.

i PRAXISTIPP

Verwende visuelle Hilfsmittel (Apps, Taschenkarten o.ä.) zur Bestimmung der richtigen Materialien und Medikamentendosierungen. Diese erleichtern das Abarbeiten eines pädiatrischen Notfalls massiv und helfen, fatale Fehler zu vermeiden.

Von besonderer Bedeutung ist die **Tubusfixierung**. Die Tubusspitze liegt nur wenige Zentimeter von der Stimmritze entfernt. Thoraxkompression, Umlagern, Bremsmanöver des RTW und schlicht Unachtsamkeit am kleinen Patienten erhöhen bei Kindern das Risiko der ungewollten Extubation oder des Herausrutschens des Tubusen-

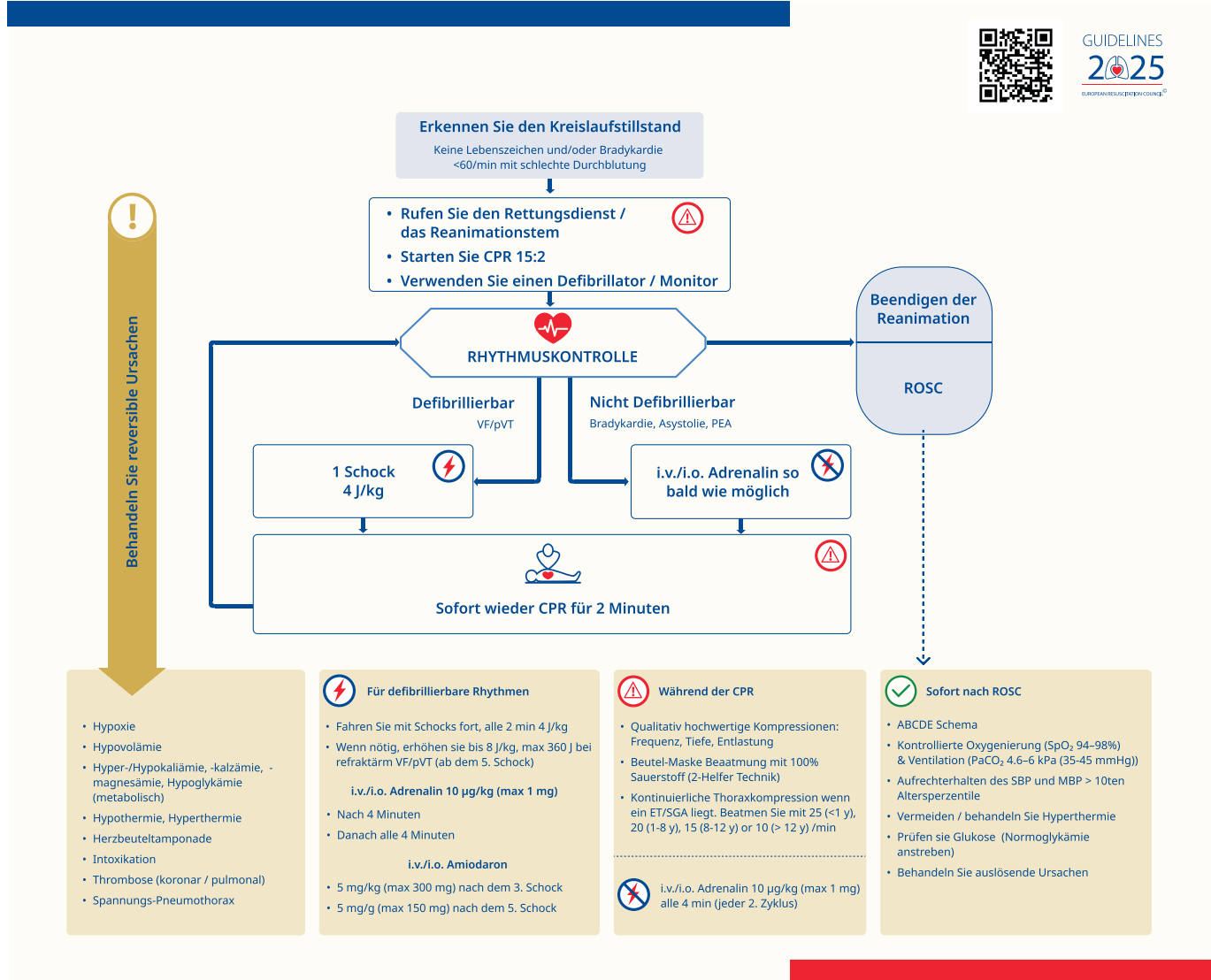


Abb. 23.15 EPALS-Algorithmus © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–064]

des aus dem Kehlkopf. Hier muss vor Transportbeginn unter allen Umständen eine absolut zuverlässige Tubusfixierung herbeigeführt werden.

In der Notfallsituation bieten **Tuben mit Cuff** (Microcuff®) den entscheidenden Vorteil, dass sie eine zu gering gewählte Größe und auch höhere Atemwegsdrücke kompensieren können. Der Cuff-Druck ist allerdings zwingend zu messen und sollte 25 cmH₂O nicht überschreiten. Ebenfalls ist ein Führungsstab zu verwenden (cave: Weichteilläsionen). Ist ein PEEP-Ventil vorhanden, so sollte die Beatmung mit einem PEEP von 5–8 cmH₂O stattfinden. Eine größenangepasste Kapnografie ist zwingend zu verwenden. Nach Intubation oder mit dicht sitzendem SGA erfolgt die Beatmung asynchron zur Thoraxkompression mit einer Frequenz von

- < 1 Jahr → 25/min
- > 1 Jahr → 20/min
- > 8 Jahre → 15/min
- > 12 Jahre → 10/min

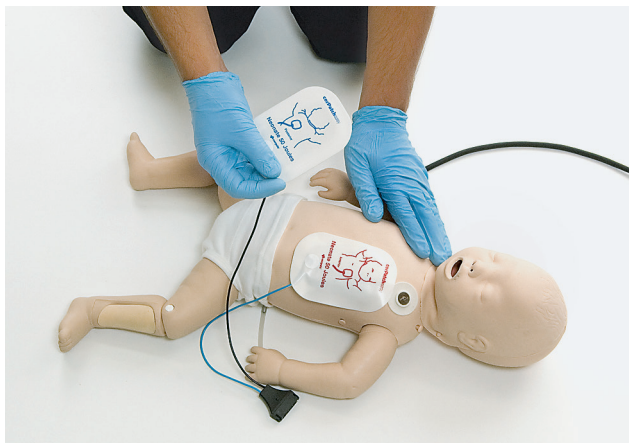
! ACHTUNG! Das Entfernen bzw. Absaugen von Fremdkörpern muss vorsichtig geschehen, da es u. U. zu einem reflektorischen Laryngospasmus und/oder zu einer vagalen Reaktion mit einsetzender Bradykardie oder Asystolie kommen kann.

Elektrotherapie

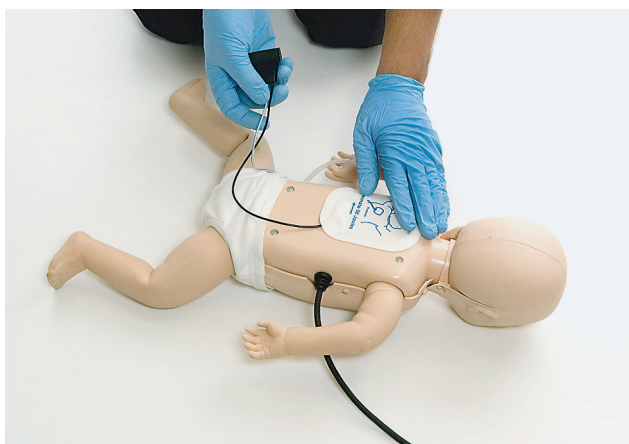
Die **Defibrillation** spielt bei der präklinischen Reanimation von Kindern im Gegensatz zum Einsatz bei Erwachsenen aus oben beschriebenen Gründen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Pulslos aufgefundene Kinder haben überwiegend eine Asystolie. **Kammerflimmern** ist allenfalls bei seltenen angeborenen Herzfehlern oder Fehlbildungen im Reizleitungssystem, bei Elektrounfällen, Elektrolytentgleisungen oder bei tiefer Unterkühlung, z. B. bei Ertrinkungsunfällen, zu erwarten. Auch nach Sportunfällen mit stumpfem Thoraxtrauma kann Kammerflimmern auftreten.

Die zu applizierende Energie richtet sich nach dem Körpergewicht. Alle Defibrillationen werden mit einer Energie von 4 J/kg KG monophasisch oder biphasisch durchgeführt. Für ein 10 kg schweres

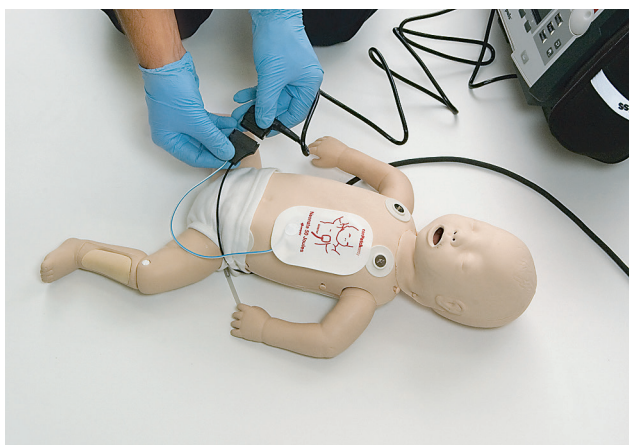
Kleinkind beträgt also die Maximalenergie 40 Joule. Es sollten spezielle Defibrillationselektroden für Kinder zur Anwendung kommen. Bei Kindern < 25 kg wird eine anterior-posterior Position empfohlen, darüber antero-lateral (→ Abb. 23.16).



a) Anbringen der anterioren (präcordialen) Elektrode



b) Anbringen der posterioren Elektrode am Rücken zwischen den Schulterblättern des Säuglings



c) Anschließen der Elektroden an den Defibrillator

Abb. 23.16 Position der Klebeelektroden zur Defibrillation des Säuglings [J747]

MERKE

Die Defibrillationsenergie im Kindesalter entspricht 4 J/kg KG bi- und monophasisch.
Bei therapierefraktärem Kammerflimmern (> 5 Defibrillationen) kann eine Eskalation bis zur 8 J/kg KG erwogen werden.

! ACHTUNG! Bei einer Hypothermie als Ursache eines Herz-Kreislaufstillstands wird die Vorgehensweise analog zum Erwachsenen modifiziert.

Medikamente

Das wichtigste Notfallmedikament ist **Sauerstoff**. So früh wie möglich soll bei der Reanimation im Kindesalter mit hohen Sauerstoffkonzentrationen beatmet werden. Bei allen beatmeten Patienten ist auf das notwendige Monitoring durch Kapnografie zu achten.

Analog zum Erwachsenen sollte nach zwei frustrierten Versuchen, einen i.v.-Zugang zu etablieren, auf die Anlage eines intraossären Zugangs gewechselt werden.

Die am häufigsten vorgefundenen Herzrhythmen bei Kindern mit Kreislaufstillstand sind die Asystolie, die elektromechanische Entkopplung oder eine Bradykardie. Mittel der Wahl ist hierbei **Adrenalin**. Die Dosis beträgt 0,01 mg/kg KG i. v./i. o. Die Standardampulle Adrenalin enthält 1 mg/ml, die übliche 1:10-Verdünnung 0,1 mg/ml, also erhält ein Kind unter Reanimationsbedingungen 0,1 ml/kg KG dieser Verdünnung (maximale Einmalgabe von 1 mg). Die Adrenalingabe soll alle 3–5 Minuten wiederholt werden.

i PRAXISTIPP

1 Ampulle Adrenalin (1 mg/ml) in 100 ml NaCl verdünnen. Dies entspricht dann 10 µg/ml (= 0,01 mg/ml). Pro Kilogramm Körpergewicht wird also 1 ml dieser Lösung verabreicht.

Oder:

1 Ampulle Adrenalin (1 mg/ml) auf 10 ml verdünnen. Dies entspricht 0,1 mg/ml. Hiervon werden dann mittels Drei-Wege-Hahn je 0,1 ml/kg KG in eine 1-ml-Spritze abgenommen und appliziert. Bei einem z. B. 8 kg schweren Kind entspricht dies 0,8 ml.

Im seltenen Falle eines persistierenden Kammerflimmerns wird Amiodaron in einer Dosis von 5 mg/kg KG als einmalige Bolusgabe nach dem dritten erfolglosen Schock appliziert. Diese kann nach der fünften erfolglosen Defibrillation wiederholt werden.

Analog zur CPR im Erwachsenenalter steht hier Lidocain als Alternative zu Amiodaron mit einem Erstbolus von 1 mg/kg nach der dritten erfolglosen Schockabgabe und einer weiteren kontinuierlichen Infusion von 20–50 µg/kg/Min. nach der fünften erfolglosen Schockabgabe zur Verfügung. Andere Notfallmedikamente spielen bei der kardiopulmonalen Reanimation im Kindesalter praktisch keine Rolle.

! ACHTUNG! Die Maximaldosierungen der bei der Reanimation applizierten Medikamentenboli überschreiten niemals die der Erwachsenenreanimation.

Als **Volumenersatz** wird ein initialer Bolus von 10 ml/kg KG Vollelektrolytlösung empfohlen. Diese Infusionslösungen eignen sich auch als

23.7 UMGANG MIT NEUGEBORENEN UND NEWBORN LIFE SUPPORT (NLS)

Träger- und Verdünnungssubstanz für Medikamente. Bei vorliegendem Volumenmangel, z.B. aufgrund eines distributiven Schocks, kann es notwendig sein, mehrfach Volumenboli zu applizieren.

! ACHTUNG! Gerade bei Kindern muss im Rettungsdienst genau auf die zu infundierende Menge geachtet werden. Hierbei muss auch die applizierte Flüssigkeitsmenge der Medikamentengaben miteinbezogen werden.

IM FOKUS

Reanimation im Kindesalter – erweiterte Maßnahmen

- **Beatmung:**
 - Sauerstoffgabe
 - Tubusgröße/SGA-Größe bestimmen (z. B. Smartphone-App, „Kinderlineal“ oder „Infoflip“)
 - Gegebenenfalls auf präklinische Intubation verzichten
- **Elektrotherapie:**
 - Elektrodenposition passend wählen
 - 4 J/kg KG verwenden
- **Medikamententherapie:**
 - Wichtigstes Medikament ist Sauerstoff
 - Adrenalin: 0,01 mg/kg KG i. v./i. o.
 - Amiodaron: 5 mg/kg KG i. v./i. o.

23.6.3 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen

Die Entscheidung, eine nicht selten in Gegenwart der Eltern begonnene Reanimation bei Kindern abubrechen, fällt jedem Helfer schwer. Ein Transport in die Klinik unter Reanimationsbedingungen sollte bei aussichtsloser Situation nicht erfolgen, nur um die mögliche Konfrontation mit den Eltern zu umgehen.

MERKE

Der Transport durch den Rettungsdienst weckt falsche Hoffnungen bei den Eltern und hat zu unterbleiben, außer es liegt eine Hypothermie oder eine sonstige nur in der Klinik behandelbare Situation vor.

Die Todesursache im Kindesalter sollte auch bei einem völlig unversehrten Baby stets als „ungeklärt“ angesehen werden. Das heißt, dass die Einleitung einer kriminalpolizeilichen Untersuchung nicht umgangen werden kann und die **Polizei** verständigt werden muss.

Mit dem Tod eines Kindes werden die Eltern selbst zu Notfallpatienten, die Hilfe brauchen. Die Eltern sollten die Möglichkeit zum Abschiednehmen haben. Diese Gelegenheit ist ihnen unbedingt einzuräumen. Die Anwesenheit von Teammitgliedern mag dabei erwünscht sein; wenn nicht, werden die Eltern mit ihrem toten Kind allein gelassen. Oftmals wird der Rettungsdienst schon aus Zeitgründen, aber auch aus Mangel an Kenntnis der familiären Umstände mit dieser Situation überfordert sein. Hier empfiehlt sich die Verständigung eines Notfallseelsorgers, Kriseninterventionsteams und/oder die Kontaktaufnahme mit dem Haus- oder Kinderarzt, da diese oftmals eher in der Lage sind, den benötigten Beistand für die Eltern zu leisten (→ Kap. 35.6) und über das eigentliche Einsatzgeschehen hinweg bei den Eltern verbleiben können.

23.7 Umgang mit Neugeborenen und Newborn Life Support (NLS)

Als Neugeborene gelten alle Kinder nach der Geburt **bis zum Alter von 4 Wochen**. Zum Umgang mit Neugeborenen gibt es ebenfalls Leitlinien, die unter dem Begriff **Newborn Life Support (NLS)** zusammengefasst werden. Diese beziehen sich allerdings nur auf das Neugeborene im unmittelbaren Rahmen der Geburt.

Nur ca. 5–10 % aller Neugeborenen bedürfen einer Unterstützung. In den allermeisten Fällen sind eine Stimulation oder erste Entfaltungsbeatmungen die einzig zu ergreifenden Maßnahmen, um den Kreislauf des Kindes anzuregen. Nur bei 0,03–0,12 % der Neugeborenen muss mit einer Thoraxkompression begonnen werden. Zwingend notwendig ist das frühe Abtrocknen und Wärmen (Tücher, Folien) des Neugeborenen. Dies dient neben der Verhinderung eines Wärmeverlusts auch der taktilen Stimulation. Die Abnabelung sollte beim gesund erscheinenden Neugeborenen wenn möglich erst nach 60 Sek. erfolgen. Zwingend einzuleitende Wiederbelebungsmaßnahmen wie z. B. die Beatmung sollten hierdurch allerdings nicht verzögert werden. Im Notfall erfolgt die Abnabelung früher.

! ACHTUNG! Der Wärmeerhalt bzw. die Wärmung des Neugeborenen hat einen sehr hohen Stellenwert in der initialen Versorgung. Die **Umgebungstemperatur** bei der Versorgung Neugeborener sollte zwischen 23–25 °C, die **Körpertemperatur** des Neugeborenen sollte bei 36,5–37,5 °C liegen.

PRAXISTIPP

Den RTW bei der Versorgung von Neugeborenen und Säuglingen immer vorheizen.

Eine Zyanose und eine verlängerte kapilläre Füllungszeit (CRT) sind in den ersten Minuten als normal anzusehen. Nicht selten erreichen Neugeborene erst nach 10–20 Minuten einen SpO₂ von 95 %. Eine suffiziente Spontanatmung tritt nach ca. 30 Sekunden ein. Diese kann aber am Anfang noch unregelmäßig sein.

Der Retter muss sich ein Gesamtbild von dem Neugeborenen machen. Hierzu gehören die wesentlichen Vitalfunktionen wie Aussehen, Herzfrequenz, Grundtonus (= Bewegung), Atemfrequenz und ggf. Reflexe. Dies wird auch **Apgar-Schema** genannt (→ Tab. 34.1).

Die initiale Beurteilung kann in drei unterschiedliche Stufen und Schweregrade der Intervention eingeteilt werden (→ Tab. 23.8).

I	Keine Beeinträchtigung	• Lebhaftes Atmen/Schreien, vitaler Grundtonus, Bewegungen gut • Herzfrequenz > 100/Min. → abtrocknen, Übergabe an Mutter
II	Mäßige Einschränkung	• Inadäquate Atmung/Apnoe, normaler oder reduzierter Grundtonus • Herzfrequenz < 100/Min. → abtrocknen, Entfaltungsbeatmungen und ggf. Thoraxkompression
III	Schwere Beeinträchtigung	• Inadäquate Atmung, schlaffer Grundtonus • Schwer tastbare Pulse, keine Perfusion → Vorgehen nach NLS-Algorithmus (→ Abb. 23.17)

Tab. 23.8 Initiale Beurteilung und Vorgehen beim Neugeborenen

23.7.1 Erstmaßnahmen bei einem asphyktischen Neugeborenen und NLS

Die Erstversorgung des Neugeborenen lässt sich am einfachsten in Blöcke von 30–60 Sekunden einteilen (→ Tab. 23.9).

Beim Freimachen der Atemwege gelten dieselben Prinzipien wie beim Säugling („Schnüffelfstellung“, → Abb. 23.12).

Eine **Absaugung** erfolgt nur bei sichtbarer Atemwegsverlegung durch Mekonium (Neugeborenenstuhl, „Kindspech“) oder sonstigem Sekret. Bei V. a. Mekoniumaspiration kann bei avitalen Neugeborenen eine Absaugung unter Laryngoskopie erfolgen. Dies bleibt auch hier dem **erfahrenen Anwender** vorbehalten. Nebenwirkungen einer Absaugung sind Hypoxie und eine zusätzliche, durch Vagusreizung induzierte Bradykardie. Deshalb sollte das Absaugmanöver maximal fünf Sekunden dauern.

Muss das Neugeborene nach initialer Beurteilung beatmet werden, wird eine **Baby-Beatmungsmaske** mit angeschlossenem Beatmungsbeutel und Reservoir und in typischer Weise aufgesetzt. Der Reiz des Maskendrucks auf die sensible Gesichtshaut genügt häufig bei vielen schlaffen, zyanotischen Neugeborenen, um tiefe Atemzüge auszulösen und in wenigen Sekunden eine rosa Hautfarbe und kräftige, normofrequente Herzschläge zu erzeugen. Wenn möglich, wird für die Beatmung von Neugeborenen ein Kinderbeutel (450–500 ml Volumen) inkl. eines PEEP-Ventils verwendet. Die Atemhübe werden über 2–3 Sekunden mit einem Inflationsdruck von 30 cmH₂O und einem PEEP von mindestens 6 cmH₂O verabreicht. Das Atemhubvolumen reicht aus, sobald Thoraxexkursionen beim Kind sichtbar sind. Die initialen Inflationsbeatmungen erfolgen mit einer FiO₂ von 0,21 (Raumluft) und sollten effektiv sein.

Geburt (Zeit notieren, Stoppuhr anstellen) • Abnabelung wenn möglich erst nach 60 Sek. • Trocknung des Neugeborenen • Nasse Tücher entfernen • Stimulation Beurteilung • Atmung • Grundtonus • Herzfrequenz	30 Sek.
Schnappatmung oder Apnoe • Freimachen der Atemwege • 5 Entfaltungsbeatmungen • Gegebenenfalls SpO₂-Monitoring	30–60 Sek.
Reassessment Wenn kein Herzfrequenzanstieg: Suche nach Thoraxbewegung	30 Sek.
Keine Thoraxbewegung? • Verbesserte Kopfposition • Zwei-Helfer-Atemwegsmanagement oder alternative Atemwegshilfsmittel erwägen • Entfaltungsbeatmungen wiederholen • Suche nach Reaktion • SpO₂-Monitoring	30 Sek.
Reassessment Wenn kein Herzfrequenzanstieg: Suche nach Thoraxbewegung	30 Sek.
Thoraxbewegung vorhanden? Bei HF < 60/Min.: beginnen mit Thoraxkompression → 3 : 1	30 Sek.
Alle 30 Sekunden: • Beurteilung der Herzfrequenz (< 60/Min.?) • Zugang i. v./i. o. und Medikamente erwägen	

Tab. 23.9 Ablaufschema NLS nach Geburt

Ist nach 30 Sekunden kein Erfolg eingetreten, wird das Kind mit Maske und Beutel mit einer Frequenz von 30 Hub/Min. beatmet. Sollten Thoraxkompressionen notwendig sein, wird die FiO₂ für die Reanimation auf 1,0 (100 % Sauerstoff) gesteigert. Der Stress der Situation darf keinesfalls zu kräftigem Drücken auf den Beutel verleiten.

MERKE

- Das normale Atemzugvolumen eines Neugeborenen liegt bei 20–40 ml, die Atemfrequenz bei 40/Min.
- Die Initialbeatmungen werden über 2–3 Sekunden mit einem Inflationsdruck von 25–30 cm H₂O und einem PEEP mindestens von 6 cmH₂O abgegeben.

Entscheidend ist nun, ob das Neugeborene auf die Maßnahme innerhalb von 30 Sekunden reagiert, d. h., ob die Hautfarbe rosig wird, kräftige Spontanatmung einsetzt und die Herzfrequenz auf Werte > 100 ansteigt.

- Ist dies der Fall, konnte das Rettungsfachpersonal den zugrunde liegenden Sauerstoffmangelzustand überwinden helfen und die Beatmung kann ausgesetzt werden. Das Kind wird sodann unter genauer Beobachtung und ggf. erneuter Maskenbeatmung in die voralarmierte Kinderklinik gebracht. Dort sollte der applizierte Sauerstoff dann so weit wie möglich reduziert werden, um eine toxische Auswirkung auf das Neugeborene zu vermeiden.
- Ist der Patient nach 30 Sekunden Maskenbeatmung weiterhin bradycard mit einer Herzfrequenz < 60, muss mit der Thoraxkompression begonnen werden.

PRAXISTIPP

Zur Beurteilung der Herzfrequenz kann die Pulstastung an der Nabelschnur erfolgen. Sicherer ist es, die Herztöne zu auskultieren.

! ACHTUNG! Die Thoraxkompression wird bei Neugeborenen auch dann angewendet, wenn Eigenaktionen des Herzens zwar vorhanden, aber zu langsam sind, um einen adäquaten Kreislauf zu sichern.

Bei der **Thoraxkompression bei Neugeborenen** wird der Zangengriff verwendet und die Kompression auf den kindlichen Brustkorb mit den Daumen ausgeführt (→ Abb. 23.13). Die Frequenz bei der Neugeborenenreanimation ist mit 120-mal pro Minute schneller als die im PLS-Bereich. Die Drucktiefe beträgt 1/3 der Brustkorbhöhe. Der **Sauerstoffbedarf** von Neugeborenen ist sehr viel höher als der von Erwachsenen. Das Verhältnis von Beatmung zu Thoraxkompression wird daher zugunsten der Beatmung verschoben. Der Rhythmus bei Durchführung der Zwei-Helfer-Methode beträgt 3 : 1.

Nach 30 Sekunden Thoraxkompression und fortgeführter interponierter Maskenbeatmung wird die Herzfrequenz erneut kontrolliert. Nicht selten führt die Thoraxkompression bereits zum Einsetzen einer ausreichenden Spontanzirkulation, sodass nach dem initialen Schub weitere Maßnahmen nicht mehr nötig sind oder nur noch assistierend weiterbeatmet werden muss.

Weitergehende Maßnahmen beim Neugeborenen mit Atem- und Herz-Kreislauf-Stillstand (Asphyxie) sollten durch den hierin geschul- ten **Anwender** erfolgen. Die Intubation des reanimationspflichtigen Neu- oder Frühgeborenen, die Venenkatheterisierung (hierzu kann die Nabelschnurvene genutzt werden) und die differenzierte Pharmakotherapie von Neugeborenennotfällen können nicht von jedem

23.8 MASSNAHMEN IN DER POSTREANIMATIONSPHASE

Notfallsanitäter und auch nicht von jedem Notarzt in der Praxis so trainiert werden, dass bei derart extrem seltenen Notfallsituationen die weiterführenden Fertigkeiten beherrscht werden. Der **Rettungsdienst** ist im Regelfall gut beraten, die oben aufgeführten **Basismaßnahmen konsequent durchzuführen** und das Baby unter Fortsetzung von Wärmeschutz, Maskenbeatmung mit Sauerstoff und Thoraxkompression schnell in eine vorinformierte Kinderklinik zu bringen.

Fühlt sich das Rettungsteam hinreichend sicher in der praktischen Durchführung der weiterführenden Maßnahmen, so wird man nach 2 Minuten erfolgloser Maskenbeatmung die Indikation zur **endotrachealen Intubation oder zum Einsatz alternativer Atemwegshilfen** stellen und diese atraumatisch und schnell platzieren.

MERKE

Ein Intubationsversuch soll nicht länger als 20 Sekunden dauern. Der Tubus-ID für reife NG beträgt 3,5–4,0 mm (i. d. R. ungecufft), für Frühgeborene 2,5–3,0 mm.

PRAXISTIPP

Es empfiehlt sich, das Baby vor der Intubation an den **EKG-Monitor** anzuschließen, um die Reaktion der Herzfrequenz auf den Intubationsversuch akustisch permanent zu registrieren und ggf. bei deutlichem Absinken der Herzfrequenz abbrechen und zur Maskenbeatmung zurückzukehren.

Zur weiteren Beatmung empfiehlt sich die Beutelbeatmung mit Sauerstoffanschluss, Reservoir und PEEP-Ventil oder aber ein mit speziell für diese Altersklasse einstellbares Beatmungsgerät.

Die Anlage eines stabilen **i.v.- oder i.o.-Zugangs** erfolgt erst relativ spät im Verlauf der Reanimation. Zu bevorzugende Punktionsvarianten sind die intraossäre Punktion und der Nabelvenenkatheter. Wird eine Medikamentengabe überhaupt erforderlich, so ist

- entweder eine schnelle Behebung des O₂-Defizits nicht gelungen oder
- es hat bei der Geburt schon einen schweren Sauerstoffmangel gegeben oder
- es liegen Erkrankungen, Fehlbildungen oder Komplikationen vor, die die bis hierher erfolglose primäre Reanimation bewirken.

Die **medikamentöse Reanimation** des asphyktischen Neugeborenen beruht auf denselben Prinzipien wie beim Erwachsenen: Adrenalin und Volumen.

- **Adrenalin** ist indiziert, wenn nach 30 Sekunden CPR die Herzfrequenz < 60 bleibt oder wenn eine Asystolie vorliegt. Die Initialdosis von Adrenalin (Suprarenin®) beträgt 10–30 µg/kg KG (0,01–0,03 mg/kg KG) (→ Kap. 23.6.2).
- Volumen kann als Vollelektrolytlösung 10 ml/kg KG über 5–10 Minuten gegeben werden.

Wichtig ist die Kenntnis der Normalwerte des **Blutzuckers** beim Neugeborenen: Erst < 40 mg/dl spricht man von einer Hypoglykämie. Bei Werten > 40 mg/dl, die beim Erwachsenen sehr wohl therapiepflichtig wären, darf im Rahmen der Neugeborenenreanimation keinesfalls unnötig hochprozentige Glukoselösung gegeben werden.

Ein Sonderfall ist die **Atemdepression** von Neugeborenen i. v. drogenabhängiger Mütter. Hier wird mit Naloxon (Narcanti®) 0,1 mg/kg KG i. v., i. m. oder s. c. behandelt. Allerdings kann die Naloxongabe bei solchen Kindern auch einen akuten Drogenentzug mit Krampfanfällen auslösen. Im Zweifelsfall wird man wie bei erwachsenen Dro-

genkonsumenten mit Atemdepression beatmen und das Kind ohne vollständige Opioidantagonisierung in die Klinik transportieren.

IM FOKUS

Reanimation von Neugeborenen

- **Abtrocknen** (Stimulation) und **Initialbeatmungen** können bereits helfen → Reassessment
- **Thoraxkompressionen:**
 - Zwei-Finger-Methode oder Zangengriff
 - Frequenz: 120/Min.; Drucktiefe: 1/3 des Brustkorbs
 - Bei zwei Helfern: 3 Kompressionen, dann 1 Beatmung
- **Beatmung:**
 - Intubationsversuch: < 20 Sek.
 - Tubus-ID für reife NG beträgt 3,5–4,0 mm, für Frühgeborene 2,5–3,0 mm
 - PEEP-Ventil verwenden
- **Medikamententherapie:**
 - Intraossärer Zugang oder Nabelvenenkatheter als Zugangsweg möglich
 - Adrenalin 0,01–0,03 mg/kg KG

23.7.2 Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen

Reanimationspflichtige Störungen der Vitalfunktionen beim Neugeborenen wird man im Rettungsdienstinsatz in drei Situationen erwarten müssen:

1. Reif zum Termin geborene Kinder mit geburtshilflichen Komplikationen, z. B. einer strangulierenden Nabelschnurumschlingung
2. Frühgeborene mit durch Lungenunreife bedingten Atemstörungen
3. Säuglinge mit schweren angeborenen Fehlbildungen, z. B. von Herz oder Zentralnervensystem

Die beiden letztgenannten Notfallsituationen erfordern oftmals spezielle Kenntnisse und Fertigkeiten, die von entsprechend spezialisierten Kinderärzten nach mehrjähriger Weiterbildung und intensivmedizinischer Praxis geleistet werden können. Für das Rettungsfachpersonal bleibt es auch bei diesen Extremfällen bei der Anwendung der Richtlinien für das Vorgehen bei normalen Neugeborenen (→ Abb. 23.17).

23.8 Maßnahmen in der Postreanimationsphase

Ein Wiederkehren des Spontankreislaufs (ROSC, Return of Spontaneous Circulation) kann durch verschiedene **Parameter** festgestellt werden:

- Bietet das EKG während der regulären Kontrolle einen mit Auswurf vereinbaren Rhythmus, so ist eine **zentrale Pulskontrolle** angezeigt. Ist ein Puls zu tasten, so ist die Thoraxkompression zu unterlassen und die Postreanimationsmaßnahmen müssen unverzüglich begonnen werden.
- Weitere Zeichen eines ROSC sind: das Mit- und Gegenatmen bei der Beatmung, Bewegungen und der spontane schnelle Anstieg des etCO₂-Wertes.

In der unmittelbaren Postreanimationsphase gilt es, den Gesamtzustand des Patienten zu beurteilen (ggf. zu stabilisieren) und ihn für den Transport vorzubereiten. Wie immer ist ein Abarbeiten nach dem ABCDE-Schema hilfreich (→ Kap. 17.1.4):

- Das zur Sicherung des **Atemwegs** benutzte Hilfsmittel (LT, LMA, Endotrachealtubus) sollte, falls noch nicht geschehen, erneut auf seine korrekte Lage hin überprüft und endgültig fixiert werden.

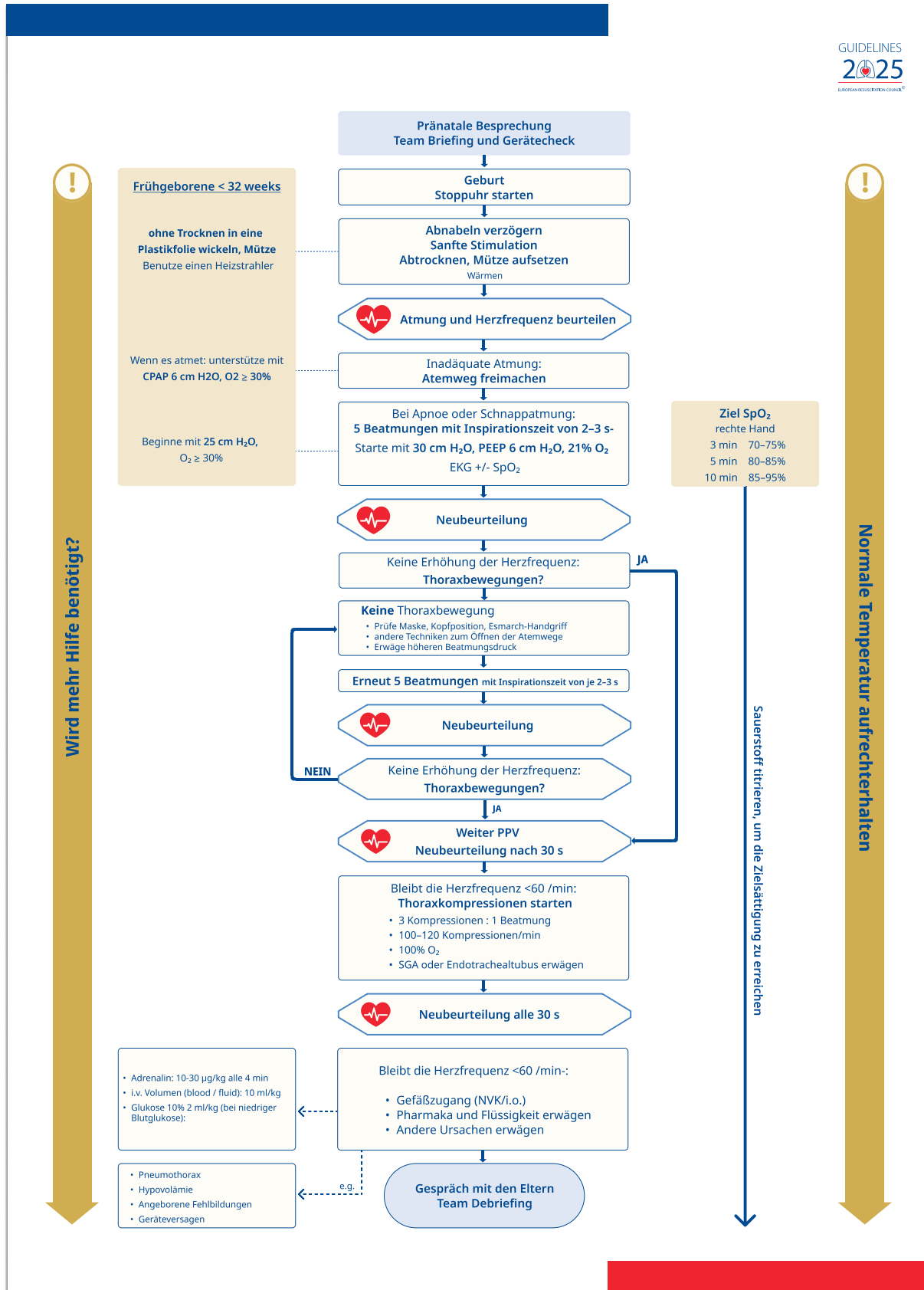


Abb. 23.17 NLS-Algorithmus © German Resuscitation Council (GRC) und European Resuscitation Council (ERC) 2025. [F781–060]

23.9 UNTERSCHIEDE DER AHA- UND ERC-EMPFEHLUNGEN ZUR REANIMATION

Eine Kapnografie ist obligat, die Ventilationseinstellung, egal ob mit Respi-
rator oder Beatmungsbeutel, sollte an die etCO_2 -Werte angepasst sein.

Eine Sauerstoffsättigung über 94 % ist anzustreben. Dazu kann eine
Beatmung mit 100 % Sauerstoff notwendig sein. Keinesfalls sollte
eine Zyanose über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben.

Bei gegen den Tubus und die Beatmung pressenden Patienten ist es
sinnvoll, eine milde Sedierung, z. B. durch Benzodiazepine, einzulei-
ten und somit die Beatmungssituation für den Patienten stressfreier
zu gestalten.

- Eine regelmäßige **Kreislaufkontrolle** (Puls, RR) sowie das Ableiten
eines **12-Kanal-EKG** zur Detektion von eventuellen Myokardisch-
ämien kann parallel zur Sicherung der Zugänge stattfinden. Eine
zusätzliche kontinuierliche Vasopressorthherapie mit Noradrenalin
(0,01–1,0 $\mu\text{g/kg/Min.}$) oder inotrope Unterstützung mit Adrenalin
(0,01–0,5 $\mu\text{g/kg/Min.}$) kann ebenfalls nötig sein, um den Kreislauf
des Patienten zu erhalten. Bei Zeichen eines kardiogenen Schocks
(Low Output) kann **Dobutamin** (2–20 $\mu\text{g/kg KG/Min.}$) mit Nor-
adrenalin kombiniert werden.
- Der **Bewusstseinszustand** (Glasgow Coma Scale) und die Pupillen
(Größe, Form, Reaktion auf Licht) sollten eingeschätzt und eine **Blut-
zuckerkontrolle**, falls noch nicht geschehen, durchgeführt werden.
- Das Temperaturmanagement beschränkt sich auf die Vermeidung
einer Hyperthermie ($> 37,5^\circ\text{C}$).

Im präklinischen Setting sollte v. a. der zügige Transport nach Wieder-
herstellung des Herzkreislaufs priorisiert werden. Oftmals haben lang
reanimierte Patienten schon durch die Liegezeit mit freiem Oberkörper
auf kaltem Boden eine Körperkerntemperatur $< 35^\circ\text{C}$. Als **kontra-
produktiv** für den neurologischen Status nach Reanimation ist eine
Hyperthermie $> 37,5^\circ\text{C}$ anzusehen. Eine **Ausnahme bei der Tolerie-
rung einer deutlichen Hypothermie** stellen hierbei lediglich ein Z. n.
Reanimation durch Trauma und die fulminante Sepsis dar, bei der eine
ohnehin schlechte Gerinnungssituation durch die Hypothermie weiter
negativ beeinflusst würde.

Der Weg zum Rettungsmittel sollte ohne Verlust von Zugang oder
Tubus möglich sein. Aufgrund des benötigten Equipments kann es not-
wendig sein, eine Tragehilfe über die Rettungsstelle anzufordern bzw.
umstehende Personen oder Nachbarn zur Unterstützung aufzufordern.

Eine möglichst lückenlose **Dokumentation** aller Befunde, therapeu-
tischen Maßnahmen und Besonderheiten während der präklinischen
Betreuung liefert dem weiterbehandelnden Team in der passenden
Zielklinik ein umfassendes Bild und sorgt somit auch für eine optimale
Weiterbehandlung des Patienten.

IM FOKUS

Postreanimationsbehandlung

- Sobald **ROSC** erreicht: **ABCDE-Assessment** durchführen:
 - **A:** Atemwegssicherung prüfen und Fixierung anbringen
 - **B:** Beatmung optimieren, Spontanatmung vorhanden? Ziel:
 SpO_2 94–98 %, etCO_2 35–45 mmHg

- **C:** Analyse Puls, RR, EKG; ggf. Kreislaufunterstützung durch-
führen und Arrhythmien behandeln; Ziel: $\text{RR}_{\text{sys}} > 100$ mmHg
oder $\text{MAP} > 60$ –65 mmHg, bei Kindern altersentsprechender
Normwert
- **D:** Diagnostik (z. B. Pupillenstatus, BZ) durchführen und ggf.
Sedierung vornehmen
- **E:** Körperliche Untersuchung und verbliebene reversible
Ursachen prüfen, Temperaturkontrolle: idealerweise
 $< 37,5^\circ\text{C}$
- **Zügiger Transport** mit Voranmeldung

23.9 Unterschiede der AHA- und ERC- Empfehlungen zur Reanimation

Wie beschrieben beruhen die Leitlinien der AHA und des ERC auf
einem gemeinsamen Konsens (ILCOR-CoSTR). Im Detail betrachtet
gibt es einige Abweichungen in den Vorgehensweisen und Algorithmen
beider Gesellschaften. Alle hier aufzuführen, würde das Maß des Kapi-
tels deutlich überschreiten. Auch hierbei gibt es kein richtig oder falsch.
Grob umrissen befasst sich die **ERC Leitlinie** etwas umfangreicher mit
Periarrest-Umständen, d. h., Notfallbilder erkennen und, wenn mög-
lich, schon vor Eintritt eines Herz-Kreislauf-Stillstands zu beheben. Die
AHA-Leitlinie bezieht sich vornehmlich auf den Bereich Reanimation
(Advanced Cardiac Life Support, ACLS) und geht nur kurz auf besonde-
re Umstände (z. B. das ACS) ein.

Die für den Notfallsanitäter wesentlichen Unterschiede in der AHA-Vor-
gehensweise im Vergleich zu oben beschriebenen ERC-Empfehlungen sind
v. a. das Auslassen der fünf Initialbeatmungen bei der Kinderreanimation
und die Verabreichung der Medikamente schon nach dem zweiten Schock.
Anstelle der Hs und HITS ($\rightarrow$ Tab. 23.2) werden die 5 Hs und 5 Ts als rever-
sible Ursachen aufgelistet ($\rightarrow$ Tab. 23.10). Hieran lässt sich erkennen, dass
die Aussagen unter dem Strich gesehen nicht wesentlich differieren.

• Hypoxie • Hypothermie/Hyperthermie • Hypo-/Hyperkaliämie • Hydrogen-Ion (metabolische Azidose) • Hypovolämie	• Tamponade (kardial) • Toxine • Thromboembolisches Geschehen (kardial) • Thromboembolisches Geschehen (pulmonal) • Tension Pneumothorax (Spannungs-pneumothorax)
--	---

Tab. 23.10 Potenziell reversible Ursachen der Reanimation: 5 Hs und 5 Ts (AHA)

WIEDERHOLUNGSFRAGEN

1. Was sind Algorithmen (→ Kap. 23.1)?
2. Was wird unter BLS verstanden (→ Kap. 23.2)?
3. Welche Ursachen für einen Kreislaufstillstand gibt es (→ Kap. 23.2.1)?
4. Nach welchem Schema gehen Sie bei einem Kreislaufstillstand vor (→ Kap. 23.2.2)?
5. Wann werden die Reanimationsmaßnahmen abgebrochen (→ Kap. 23.2.4)?
6. Welche Maßnahmen zählen zu den erweiterten Maßnahmen der Reanimation (→ Kap. 23.3)?
7. Nennen Sie die bei einem Kreislaufstillstand möglichen EKG-Bilder (→ Kap. 23.3.1).
8. Erläutern Sie die Algorithmen für Kammerflimmern und Asystolie (→ Kap. 23.3.1).
9. Erläutern Sie den Ablauf der Defibrillation (→ Kap. 23.3.1).
10. Nennen Sie die wesentlichen Medikamente, die bei einer Reanimation eingesetzt werden. Wie werden diese dosiert? Wann und wie verabreicht? (→ Kap. 23.3.3)
11. Wann kommt es im Rettungsdienst zum Einsatz eines Herzschrittmachers (→ Kap. 23.5.1)?
12. Nennen Sie schrittmacherpflichtige Erkrankungen (→ Kap. 23.5.1).
13. Erläutern Sie die Therapie bei instabilen Bretkomplextachykardien (→ Kap. 23.5.2).
14. Wie lässt sich die korrekte Tubusgröße für Kinder ermitteln (→ Kap. 23.6.2)?
15. Was ist bei der Beatmung von Neugeborenen zu beachten (→ Kap. 23.7.1)?
16. Wodurch kommt es zu reanimationspflichtigen Störungen bei Neugeborenen (→ Kap. 23.7.2)?

AUFLÖSUNG DES FALLBEISPIELS

Verdachtsdiagnose

Reanimation bei thromboembolischem Ereignis

Schlüsselinterventionen

Die Besatzung des RTW beginnt unverzüglich mit den wichtigen Basismaßnahmen der Reanimation. Parallel zu den ersten Thoraxkompressionen werden das EKG gestartet und die Defi-Pads aufgeklebt. Zügig wird eine erste Rhythmusanalyse getätigt und bei vorliegendem Kammerflimmern eine erste Defibrillation mit vorgegebener Energie und unter Beachtung der allgemeinen Sicherheitsmaßnahmen abgegeben. Während des Eintreffens des NEFs wird eine Larynxmaske Gr. 5 platziert, über den sich der Patient ohne Leckage beatmen lässt. Der Seitenhelfer wird abgelöst und durch den Notarzt ein großlumiger Gefäßzugang etabliert. Nach zwei weiteren Defibrillationen und kontinuierlich durchgeführter Thoraxkompression mit einer Frequenz von 100/Min. und synchronisierter Beatmung wird 1 mg Adrenalin in einer 1 : 10-Verdünnung appliziert, gefolgt von 300 mg Amiodaron. Eine Fremdanamnese durch die Ehefrau ergibt außer einem bekannten arteriellen Hypertonus, behandelt mit einem ACE-Hemmer und einem Betablocker, keine weiteren Vorerkrankungen. Das Abarbeiten der 4 Hs und HITS zeigt ebenfalls keine weiteren Anhaltspunkte zur Ursache der Reanimation. Nach der vierten Defibrillation springt der Rhythmus des Patienten um in eine Sinusbradykardie. Die angeschlossene Kapnografie zeigt einen spontanen

Anstieg, ein Puls ist tastbar. Parallel zur Sicherung der Zugänge und Anpassung der Beatmung wird ein 12-Kanal-EKG abgeleitet, das in den Vorderwandableitungen (V_2 – V_4) typische ST-Streckenhebungen über 0,2 mV zeigt. Bei V. a. auf ein thromboembolisches Ereignis verabreicht der Notarzt die Antikoagulanzen nach Standard und der Patient wird für einen zügigen Transport vorbereitet.

Nach telemetrischer Übermittlung des EKGs wird der Patient unter Reanimationsbereitschaft und in Ermangelung weiterer Inotropika unter andauernder Adrenalin-Infusion über einen Perfusor zur Stabilisierung der Hämodynamik in die nächstgelegene Klinik mit 24-Stunden-Herzkatheterbereitschaft verbracht.

Klinik

Der Transport in die Klinik erfolgt ohne weitere Zwischenfälle und der Patient wird ohne Umwege in das Katheterlabor gebracht. Die dort durchgeführte PCI zeigt einen langstreckigen Verschluss des linksseitigen großen Koronargefäßes sowie weitere kurzstreckige Stenosen der beiden anderen Hauptäste.

Diese werden aufgedehnt und mittels Stents versorgt. Nach insgesamt zweiwöchigem Klinikaufenthalt kann der Patient in eine kardiologische Frühreha verlegt werden.

Diagnose

Herz-Kreislauf-Stillstand bei Myokardinfarkt.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

2025 American Heart Association Guidelines. <https://cpr.heart.org/en/resuscitation-science/cpr-and-ecc-guidelines> (letzter Zugriff 18.11.2025).

2025 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e.V. (GRC) (Hrsg.).

Baldi E, Wnent J, Caputo ML et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Epidemiology in Resuscitation. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110733. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110733.

Damjanovic et al. eCPR bei prähospitaler therapierefraktärer Herz-Kreislauf-Stillstand. *Notfall Rettungsmed*. 2019; 22:124–135.

Hinkelbein J, Adler C, Schmitz J, Kerkhoff S, Böttiger BW. Kardiopulmonale Reanimation: Aussichtslose Situationen erkennen. *Deutsches Ärzteblatt*. 2021; 116(22): 1112–1114.

Hogeveen M, Monnelly V, Binkhorst M et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Newborn Resuscitation and Support of Transition of Infants at Birth. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110766. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110766.

Lott C, Karageorgos V, Abelairas-Gomez C et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Special Circumstances in Resuscitation. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110753. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110753.

Magnet I, Poppe M. Extrakorporale Reanimation – Kriterien, Bedingungen, Outcome. Ein Reality-Check. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2022; 117(3):325–332.

Michels G et al. Empfehlungen zur extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation (eCPR): Konsensuspapier der DGIIN, DGK, DGTGH, DGfK, DGNI, DGAI, DIVI und GRC. *Anästhesi Intensivmed* 2019; 60:84–93.

- Nolan JP, Sandroni C, Cariou A et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2025 Post-Resuscitation Care. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110809. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110809.
- Raffay V, Wittig J, Bossaert L et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Ethics in Resuscitation. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110734. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110734.
- Reanimation 2025 – Leitlinien kompakt. 1. A., 2. Korrektur, Ulm 2025.
- Schmidt AS, Lauridsen KG, Torp P, Bach LF, Rickers H, Løfgren B. Maximum-fixed energy shocks for cardioverting atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 2020; 41(5): 626–631. doi: 10.1093/eurheartj/ehz585.
- Smyth MA, van Goor S, Hansen CM et al. Adult Basic Life Support Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Adult Basic Life Support. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110771. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110771.
- Soar J, Böttiger BW, Carli P et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Adult Advanced Life Support. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110769. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110769.
- Wyckoff MH et al. 2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; First Aid Task Forces; and the COVID-19 Working Group. *Resuscitation*. 2021 (169):229–311.