

Markieren Sie Begriffe im Text um weitere Informationen zu erhalten.

 Drucken

 Beobachten

 Offline nutzen

› Reanimation und Stabilisierung des Kreislaufs

Reanimation und Stabilisierung des Kreislaufs

 Maximilian Rhiem

23.1 Einführung in die Reanimation

23.2 Basismaßnahmen der Reanimation (BLS)

23.2.1 Ursachen des Kreislaufstillstands

23.2.2 Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands

23.2.3 Basismaßnahmen

23.2.4 Beginn und Abbruch der Reanimation

23.2.5 Automatisierte externe Defibrillation (AED)

23.2.6 Mechanische Geräte zur Thoraxkompression

23.3 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation (ALS)

23.3.1 EKG-Analyse

23.3.2 Erweitertes Atemwegsmanagement

- 23.3.3 Medikamentöse Therapie bei der Reanimation
- 23.4 ERC-Algorithmus zur Reanimation im Überblick**
- 23.5 Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen**
 - 23.5.1 Bradykardien
 - 23.5.2 Tachykardien
- 23.6 Reanimation im Kindesalter**
 - 23.6.1 Pediatric Basic Life Support (PBLIS)
 - 23.6.2 Pediatric Advanced Life Support (PALS)
 - 23.6.3 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen
- 23.7 Umgang mit Neugeborenen und New Born Life Support (NLS)**
 - 23.7.1 Erstmaßnahmen bei einem asphyktischen Neugeborenen und NLS
 - 23.7.2 Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen
- 23.8 Maßnahmen in der Postreanimationsphase**

Fallbeispiel

Notfallmeldung

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

Befund am Notfallort

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 plötzlichen 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 abwesender Atmung und nicht tastbarem Karotispuls übernimmt die Rettungswagenmannschaft 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 ERC publiziert.

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), das Kammerflimmern (VF) und die pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT).
- Die elektrische Defibrillation wird bei Kammerflimmern und pulsloser ventrikulärer Tachykardie eingesetzt.

23.4 ERC-Algorithmen 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 und dessen Therapie ist für das Outcome des Patienten mitentscheidend.

23.5 Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen

- 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 Zungengrund 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 das untere Sternumdrittel 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: 20 ml/kg KG.
- Wenn für die Defibrillation keine speziellen Defibrillationspads für Kinder vorhanden sind, werden die Elektroden in Anterior-posterior-Position geklebt.

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 Herzdruckmassage wird beim Neugeborenen bei einer Herzfrequenz $< 60/\text{Min.}$ angewendet.
- Die Kompressionsfrequenz beträgt 120-mal pro Minute. Die Tiefe beträgt $\frac{1}{3}$ des Thoraxdurchmessers, das Verhältnis Thoraxkompression zu Beatmung beträgt 3:1.
- Ein Intubationsversuch darf beim Neugeborenen höchstens 20 Sekunden dauern.

- Man verwendet gerade Laryngoskopspatel und Tubusgröße 3,0 mm, bei Frühgeborenen 2,5 mm.
- Bei Neugeborenen sind erst Blutzuckerwerte < 40 mg/dl therapiepflichtig.
- Die Naloxongabe bei Neugeborenen drogenabhängiger Mütter kann zu Krampfanfällen führen.

23.8 Maßnahmen in der Postreanimationsphase

- Das Vorgehen erfolgt nach dem ABCDE-Schema.
- Sicherung von Zugängen und Atemwegsequipment.
- Medikamentöse Abschirmung und Kreislaufunterstützung.
- Einleitung der therapeutischen Hypothermie.

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. Im Jahr 2015 wurden die Leitlinien erneut überarbeitet und die neue Version dieser Guidelines wurde durch die nationalen Organisationen übernommen und adaptiert. Sie können unter folgenden Internetadressen nachgelesen werden:

- www.erc.edu
- www.grc-org.de

23.2 Basismaßnahmen der Reanimation (BLS)

23.2.1 Ursachen des Kreislaufstillstands

Basismaßnahmen, die eingeleitet werden, um dem Patienten ein Weiterleben zu ermöglichen, werden als Basic Life Support (BLS, Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation) bezeichnet. Die **Ausgangssituation** für die Reanimation stellt der **klinische Tod** dar, bei dem Bewusstsein, Atmung sowie Kreislauffähigkeit sistieren (Kap. 45.4). Als Wiederbelebenszeit des Gehirns, die Zeit, 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. Verschiedene Ursachen können einen Herz-Kreislauf-Stillstand bewirken und die Einleitung einer Reanimation erforderlich machen.

Achtung

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

Die Ursachen der Reanimation sind vielfältig, einige Beispiele dazu finden sich in [Tab. 23.1](#).

Ursachen für eine Reanimationssituation (Beispiele)

Tab. 23.1

--	--	--

Respiratorische Ursachen	Kardiozirkulatorische Ursachen	Sonstige Ursachen
<ul style="list-style-type: none"> • Bewusstlosigkeit mit Atemwegsverlegung • Aspiration/Verlegung der Atemwege durch Fremdkörper • Bolusgeschehen • Schwellung der Atemwege: Anaphylaxie (Angioödem), Inhalationstrauma • Medikamente (z. B. Opiate, Muskelrelaxanzien) • Ausgeprägtes SHT • Hirnstammschäden • Intrazerebrale Blutung (ICB) • Thoraxtrauma 	<ul style="list-style-type: none"> • Akutes Koronarsyndrom (ACS, AKS) • Lungenarterienembolie (LAE) • Verschiedene Schockformen • Ausgedehntes Trauma • Störungen des Herzreizleitungssystems • Herzfehler • Klappenerkrankungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrizität • Ertrinkungsunfälle • Erfrierungen • Elektrolytentgleisungen • Störungen im Säure- und Basen-Haushalt • Vergiftungen

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** ([Tab. 23.2](#) und Kap. 17.1.8).

Potenziell reversible Ursachen der Reanimation: Hs und HITS

Tab. 23.2

<ul style="list-style-type: none"> • Hypoxie • Hypothermie • Hypo-/Hyperkaliämie und andere 	<ul style="list-style-type: none"> • Herzbeutelamponade • Intoxikation • Thromboembolisches
---	---

Elektrolytentgleisungen

- **Hypovolämie**

Geschehen

- **Spannungspneumothorax**

Merke

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

23.2.2 Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands

Um bei einem Notfallpatienten rasch und gezielt Hilfe leisten zu können, muss die Diagnose Kreislaufstillstand 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:

Zeitliches Auftreten der Symptome beim Kreislaufstillstand

Tab. 23.3

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

- Bewusstseinskontrolle
- Atmungskontrolle

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

- **Airway**: Freimachen des Atemweges, z. B. durch Reklination des Kopfes

- **B**reathing: Achte auf sichtbare Thoraxexkursionen und Atmung
- **C**irculation: Kreislaufkontrolle und/oder Suche nach sonstigen Lebenszeichen

Im professionellen Bereich wird die Atmungskontrolle durch eine zentrale Pulskontrolle (A. carotis communis) ergänzt, im BLS reicht eine parallele Suche nach Lebenszeichen (Husten, Bewegung, Atmung) zur Feststellung des Herz-Kreislauf-Stillstands aus.

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 sollten unnötige Bewegungen vermieden werden.

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. Dabei handelt es sich um 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. Das Ohr des Helfers wird über den Mund des Patienten gehalten, um evtl. Atemzüge zu spüren und zu hören. Gleichzeitig wird nach Atemexkursionen geschaut. 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.

Zur **Diagnose des Kreislaufstillstands** sollte eine zentrale Pulstastung an der A. carotis communis durchgeführt werden. Die A. carotis verläuft als Ast der Aorta jeweils seitlich des Kehlkopfs am Hals. Das Tasten des Pulses geschieht parallel zur Atmungsüberprüfung, einseitig zwischen Kehlkopf (Larynx) und Teilen der Halsmuskulatur (M. sternocleidomastoideus). Hierzu wird die Hand, die bei der Kopfreklination an die Stirn gelegt wurde, verwendet ([Abb. 23.1](#)).

Kopfreklination und Pulstastung [L231]



Ist der Karotispuls tastbar, so wird keine Thoraxkompression durchgeführt. Allerdings kann bei fehlender Eigenatmung trotzdem eine externe Ventilation notwendig sein. Das Auffinden und Tasten ist in Einzelfällen schwierig. Aus diesem Grund sollte dieses Manöver ebenfalls die 10 Sekunden der Atmungsüberprüfung nicht überschreiten, um die wesentlichen Maßnahmen nicht

zu verzögern.

Die überarbeiteten Leitlinien zur Reanimation von 2015 sehen die Palpation des Karotispulses für Laienhelfer als schwierig zu erlernen an. Aus diesem Grund wird sie in der Ausbildung der Ersten Hilfe und vergleichbaren Lehrgängen nicht mehr gelehrt.

Achtung

Bei **gleichzeitiger** Palpation beider Karotispulse besteht die Gefahr der Verminderung eines noch vorhandenen Blutstroms zum Gehirn durch die reflektorische Auslösung von Bradykardie oder Asystolie.

23.2.3 Basismaßnahmen

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

Thoraxkompression

Der sofortige Beginn der **Thoraxkompression** und ihre möglichst unterbrechungsfreie Durchführung sind von entscheidender Bedeutung für das Überleben des Patienten.

Beide Hände des Helfers werden übereinander mittig auf dem unteren Sternumdrittel (das entspricht 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 5–6 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. Um den Druck auf den Brustkorb des Patienten ausüben zu können, muss

der Patient vor Beginn der Reanimation auf einer **harten Unterlage** in Rückenlage gelagert werden.

Ziel der Wiederbelebensmaßnahmen ist die Wiederherstellung eines Minimalkreislaufs zur Versorgung der Körperorgane, insbesondere des Gehirns, mit oxygeniertem Blut.

Untersuchungen des Wirkmechanismus der **externen Thoraxkompression** ([Abb. 23.2](#)) 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. Zu bedenken ist dabei jedoch: **Es wird lediglich eine Systole erzeugt, einen diastolischen Blutdruck erzeugt die Thoraxkompression nicht.**

Thoraxkompression [J747]



a) Handballen auf die Thoraxmitte legen





b) Zweite Hand darüber legen





c) Schulter senkrecht Arme durchgedrückt

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.

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:

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

Beatmung

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. Sobald eine Thoraxbewegung sichtbar wird, ist die Ventilation ausreichend. Dabei liegt das Beatmungsvolumen bei etwa 500 ml für Erwachsene.

Das **Freihalten der Atemwege** wird durch das Überstrecken des Kopfs oder mit dem

Esmarch-Handgriff möglich. Ein bewusstloser 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.

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). Zur Erleichterung der Beatmung werden der Kopf überstreckt und das Kinn angehoben.

Verwendete Beatmungsform und inspiratorische Sauerstoffkonzentration (F_iO_2)

Tab. 23.4

Beatmungsform	F_iO_2 (%)
Atemspende (z. B. Mund-zu-Mund-Beatmung)	16
Beatmungsbeutel ohne Sauerstoffanschluss	21
Beatmungsbeutel mit Reservoir und Sauerstoffanschluss	80–85
Beatmungsbeutel mit Demand-Ventil	95–100

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, supraglottische Atemweghilfsmittel wie der Larynxtubus oder die Larynxmaske zur Beatmung des Patienten verwendet werden (Kap. 18.5).

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 Intubation oder dicht sitzenden supraglottischen Atemweghilfsmitteln erfolgt die Thoraxkompression kontinuierlich ohne Unterbrechung.

Eine effektive Durchführung der Reanimation zeichnet sich durch geringe Unterbrechungen, keine Komplikationen bzw. Vermeiden von weiteren Schäden aus.

23.2.4 Beginn und Abbruch der Reanimation

Werden beim Auffinden einer leblosen Person durch das Rettungsdienstpersonal 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).

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

Tab. 23.5

Kopfhelfer	Seitenhelfer
Notfallkoffer öffnen	Bewusstseinskontrolle <ul style="list-style-type: none">• Patient ansprechen und leicht an den Schultern schütteln• „Patient ist bewusstlos, NA alarmieren!“
Notarzt nachalarmieren <ul style="list-style-type: none">• RTW: „Hier 60-83-1, bitte senden Sie mir den Notarzt an die Einsatzstelle.“ oder <ul style="list-style-type: none">• Leitstelle: „Notarzt ist bereits alarmiert.“	

Defibrillator/AED vorbereiten

- Defibrillator einschalten
- Elektroden aufkleben
- Elektroden anschließen

Atem- und Kreislaufkontrolle (max. 10 Sek.)

- Atemwege frei machen und Atmung überprüfen
- Parallel Puls an Halsseite (A. carotis) prüfen
- *„Patient atmet nicht!“, „Kein Puls tastbar!“*

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

30 Thoraxkompressionen (wie oben)

<ul style="list-style-type: none"> • Falls noch nicht erfolgt Einlage von LT oder LMA • Thoraxhebungen müssen bei Beatmung sichtbar sein 	beschrieben)
<p>2 effektive Beatmungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei dicht sitzendem supraglottischem Atemwegshilfsmittel erfolgt die Beatmung parallel zur Thoraxkompression mit einer Frequenz von 10 Hub/Min. 	<p>30 Thoraxkompressionen (wie oben beschrieben)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei dicht sitzendem supraglottischen Atemwegshilfsmittel ist die Thoraxkompression kontinuierlich mit o. g. Frequenz durchzuführen
<p>2 effektive Beatmungen</p>	<p>30 Thoraxkompressionen (wie oben beschrieben)</p>
<p>Nach 2 Minuten bzw. 5 Zyklen CPR erneute Rhythmusdiagnostik durchführen und ggf. erneute Defibrillation</p>	

Diese sind:

- Totenflecken (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-Stillstands 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. Die Entscheidung zur Beendigung der Reanimationsmaßnahmen sollte im Team besprochen werden und von allen Helfern mitgetragen sein.

23.2.5 Automatisierte externe Defibrillation (AED)

Im Rahmen der Bemühungen um eine Reduzierung der Letalität bei kardialen Ereignissen, insbesondere dem plötzlich auftretenden Kammerflimmern, wird in verschiedenen Projekten die Ausbildung von Laien an automatisierten externen Defibrillatoren (AED) durchgeführt. Dabei sollen die Laien so ausgebildet werden, dass sie neben den Grundlagen der Ersten Hilfe und Herz-Lungen-Wiederbelebung auch die Bedienung dieser Defibrillatoren beherrschen. In Kombination mit den Basismaßnahmen wird die Reanimation dadurch um ein wesentliches Element bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes erweitert. 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. Wesentlichen **Einfluss auf den Reanimationserfolg** haben der Zeitfaktor und die Art der Grunderkrankung des Betroffenen. Bessere Erfolgsaussichten sind bei kälteren Temperaturen und unterkühlten Patienten zu erwarten. Diese Umstände wirken sich möglicherweise günstig auf die Prognose aus.

Praxistipp

Je früher die Wiederbelebungsmaßnahmen 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. Eindrucksvolle Ergebnisse nach Herz-Kreislauf-Stillstand wurden bei sofort einsetzender Reanimation und Defibrillation durch Laienhelfer erreicht.

Sollte bei Eintreffen des Rettungsdienstes bereits mit den Basismaßnahmen begonnen worden und ein AED zum Einsatz gekommen sein, sollte dies dokumentiert werden, das Rettungsdienstpersonal 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 Lucas 2™ (Fa. Jolife, Lund, Schweden; vertrieben durch Fa. Physio-Control Inc.) und AutoPulse® (Fa. Zoll Medical) durchgesetzt haben.

Das Gerät Lucas™ ([Abb. 23.3](#)) funktioniert batteriebetrieben und durch Strom. Über die auf der Patientenbrust aufgebraute Saugglocke (Achtung: Brusthaare entfernen) wird eine konstante Kompression und Dekompression mit einer Frequenz von 100/Min. und einer Tiefe von 5 cm durchgeführt.

LUCAS 2™ [V673]



Das Gerät AutoPulse® ([Abb. 23.4](#)) führt durch ein semizirkumferenzielles Band (Lifeband®), das um den Thorax des Patienten geschnallt wird, eine kontinuierliche Kompression von 20–30 % der 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.

AutoPulse® [V672]





Bei stark adipösen Patienten können beide Geräte nur bedingt bis gar nicht eingesetzt werden.

Die Komplikationen sind bei Verwendung der Geräte nicht höher als bei manueller Kompression, vorausgesetzt, sie werden fachgerecht an den Patienten angebracht.

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 aufweisen, dass die Überlebensrate nach Anwendung der Geräte auch 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.

Zusammengefasst stellen mechanische Geräte zur Thoraxkompression in Situationen einer längeren Reanimation (Hypothermie, Lyse bei LAE) oder bei Transport unter Reanimation eine gute Ergänzung der BLS- und ALS-Maßnahmen dar.

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. So zeigen Untersuchungen, dass die Reanimation am erfolgreichsten ist, wenn spätestens nach 4 Minuten mit den Basismaßnahmen begonnen wird und die erweiterten Maßnahmen spätestens nach 8 Minuten durchgeführt werden. 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 Endotrachealtubus mit Beatmungsbeutel oder einem Notfallrespirator (Kap. 19), Kapnografie
- **Circulation:** EKG-Anlage und Beurteilung. Defibrillation, wenn indiziert. Schaffung eines venösen/intraossären Zugangs (Kap. 20.1.1), Volumengabe und Medikamentenapplikation. Die endobronchiale Applikation als mögliche Alternative der Medikamentenapplikation wird nicht mehr empfohlen und durchgeführt.

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.

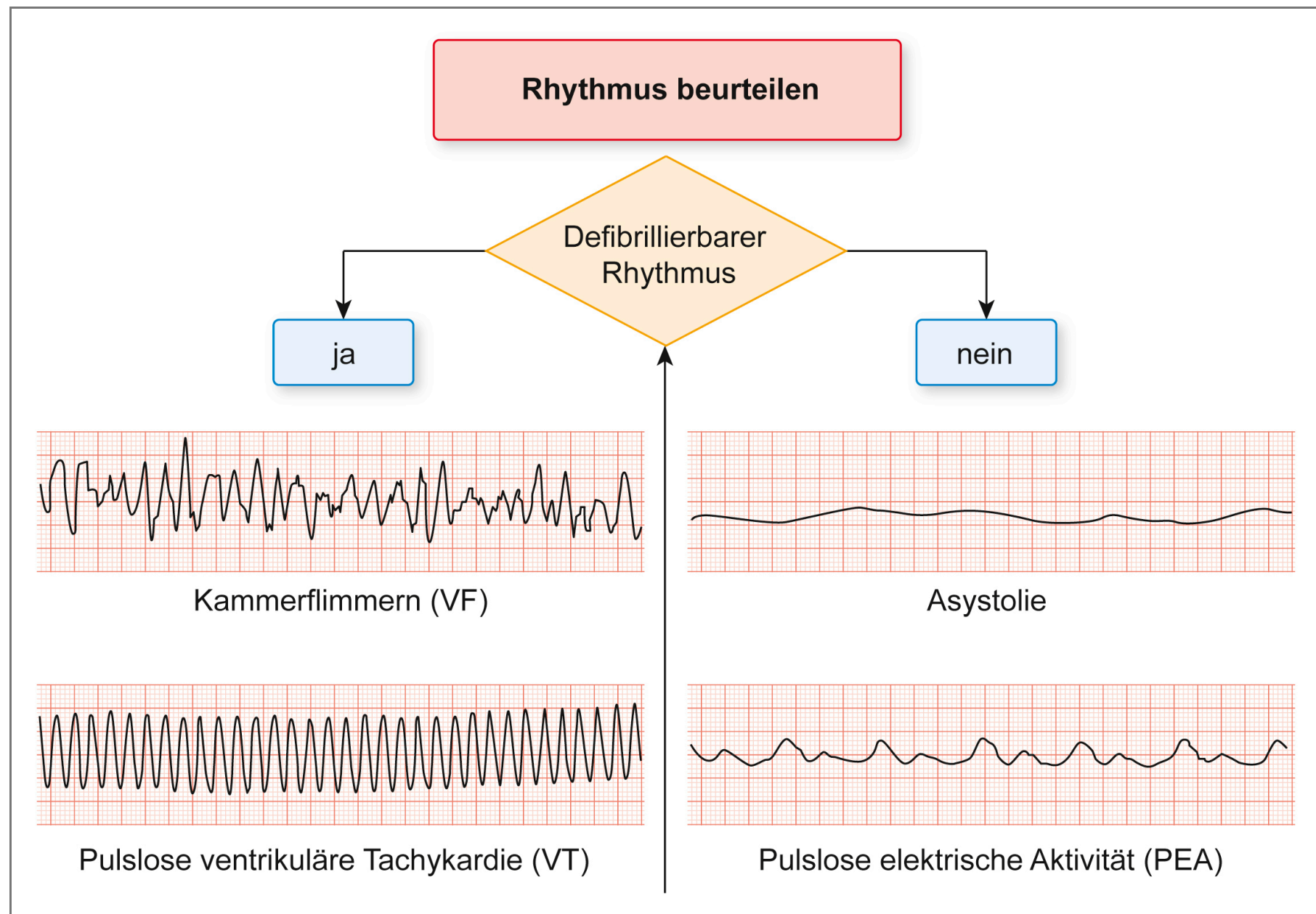
23.3.1 EKG-Analyse

Sobald am Einsatzort verfügbar wird in der Reanimationssituation eine EKG-Ableitung durchgeführt, um eine frühestmögliche Defibrillation durchführen zu können, wenn indiziert (Abb. 23.5). Diese kann in der Notfallsituation auch auf 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.

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

[L143]



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 muss im Bereich der professionellen Notfallmedizin durch Tasten des Karotispulses ergänzt werden. 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)

Defibrillierbare Rhythmen

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

Kammerflimmern

Kammerflimmern ist die häufigste Diagnose, die beim Herz-Kreislauf-Stillstand in der frühen Phase durch eine EKG-Ableitung gestellt wird; es betrifft ca. 25–30 % der Fälle. Geschieht der Herz-Kreislauf-Stillstand unter EKG-Beobachtung, so lässt sich in ca. 60 % der Fälle ein Kammerflimmern beobachten. Die einzelnen Herzmuskelfasern kontrahieren 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 in der Regel bei > 250 Schlägen pro Minute. 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 der 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 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. In diesem Fall wird die Thoraxkompression ohne vorherige Defibrillation weiter durchgeführt, da die Aussichten auf eine erfolgreiche Defibrillation minimal sind.

Pulslose ventrikuläre Tachykardie

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

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 ([Kap. 23.5.2](#)) oder aber eine medikamentöse Therapie die Maßnahmen der Wahl dar ([Kap. 23.3.3](#)). Eine Defibrillation wäre in diesem Fall zu unterlassen, da sie wie oben bereits beschrieben in die vulnerable Phase der Herzreizleitung treffen könnte und so wiederum die Ursache für ein Kammerflimmern sein kann.

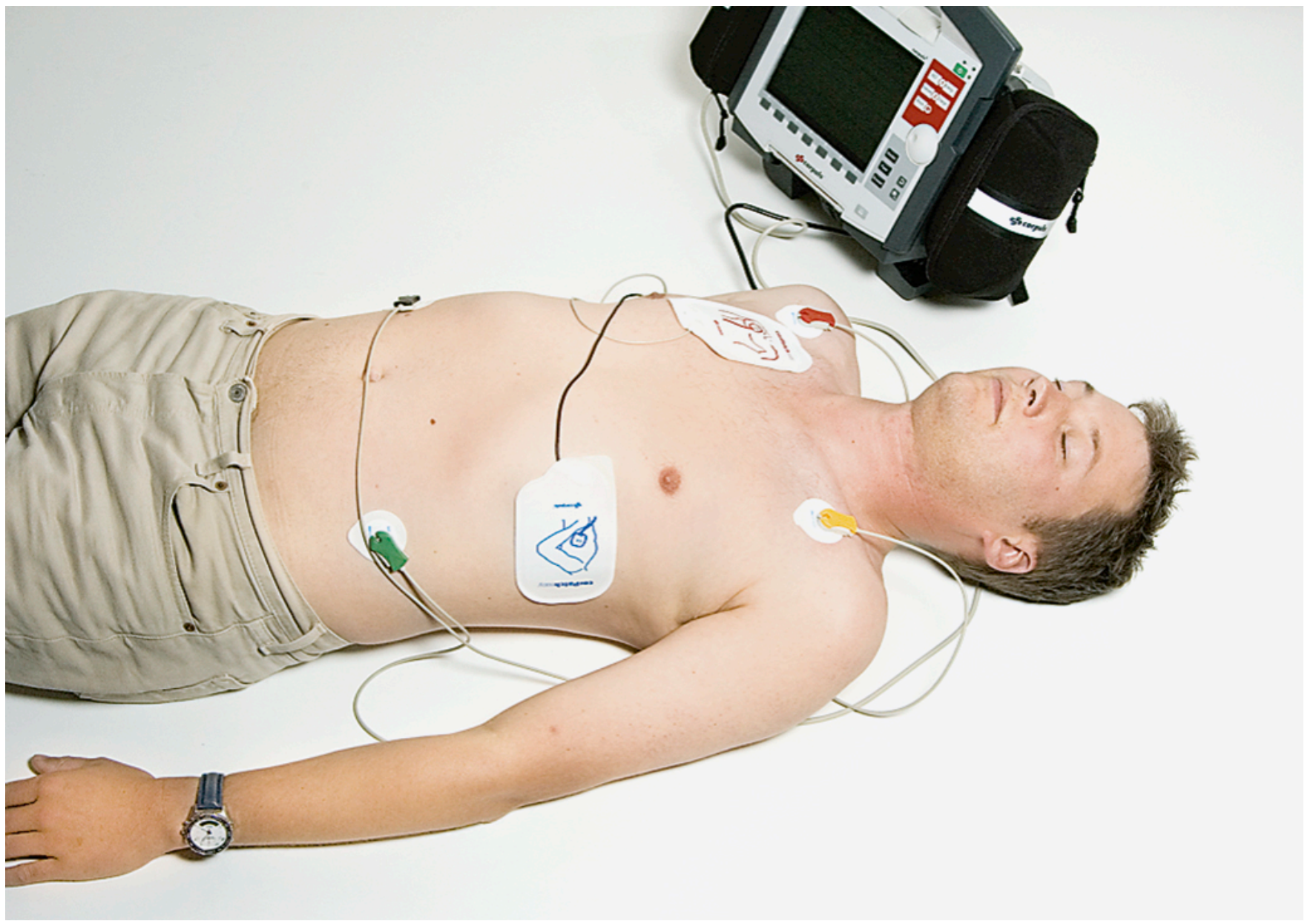
Die pulslose ventrikuläre Tachykardie ist gekennzeichnet durch rhythmisch aufeinanderfolgende, breite Kammerkomplexe mit Frequenzen von > 200 /Minute.

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](#)).

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

Umgang mit dem Defibrillator

Jeder, der mit einem Defibrillator umgeht, muss nach den Bestimmungen des Medizinproduktegesetzes in die Handhabung dieses Gerät 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. 23.6](#)). Allerdings finden sich vereinzelt an Defibrillationseinheiten auch 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 sollten zukünftig vollständig durch Einmalelektroden abgelöst werden.



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.

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.

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 im Bereich der Herzspitze (**Apexelektrode**) aufgesetzt. Diese Platzierung der Elektroden wird auch **Anterior-anterior-Position** genannt.
- Eine zweite Möglichkeit, z. B. auch bei der Defibrillation von 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.

Bei der Durchführung der Defibrillation ist darauf zu achten, dass sich der Herzmuskel richtig in der Strombahn zwischen beiden Elektroden befindet. Ein Großteil des elektrischen Stroms soll bei der elektrischen Defibrillation durch das Herz fließen. 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 für 2 Minuten fortgeführt. 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.

Durchführung der Defibrillation in der Übersicht

- Defibrillator einschalten
- Elektroden aufkleben
- Gewünschte Energiemenge wählen
- Defibrillationswürdigen Rhythmus verifizieren
- 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 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.

Achtung

Anmerkung: Der **präkordiale Faustschlag** ist nur sofort nach Eintreten eines Kreislaufstillstandesstands indiziert, falls der Eintritt eines defibrillationswürdigen Rhythmus am Monitor beobachtet wird und ein Defibrillator nicht sofort verfügbar ist. Diese Situation wird in der präklinischen Notfallrettung nur selten vorkommen.

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.

Nicht defibrillierbare Rhythmen

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

Asystolie

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 sollte an gelöste Elektroden oder einen Kabeldefekt gedacht werden.

Pulslose elektrische Aktivität (PEA)

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 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 Herz-Kreislauf-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 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.

Bei den verschiedenen EKG-Befunden unterscheidet sich die Prognose des Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand eindeutig. So ist das 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 %).

23.3.2 Erweitertes Atemwegsmanagement

Ergänzend zur Beutel-Masken-Ventilation (BMV, auch: Beutel-Masken-Beatmung, BMB) bzw. der Benutzung von supraglottischen Atemwegshilfsmitteln (Kap. 18.5) kann in verschiedenen Notfallsituationen die Intubation mit einem endotrachealen Tubus erwogen werden (Kap. 18.6). Sie 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. Als Ziel werden jährlich 150 erfolgreiche Intubationen formuliert.

Ein weiteres Werkzeug im Zusammenhang mit dem Airwaymanagement ist die Kapnografie (Kap. 17.4.3). Diese kann durch Anzeigen eines plötzlichen CO₂-Anstiegs Hinweise auf die Wiederherstellung eines Spontankreislaufs (ROSC, Return of Spontaneous Circulation) liefern. Näheres zum präklinischen Airwaymanagement und der 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) als gleichwertig angegeben. 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).

Beide Substanzen 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. Schockabgabe erfolgen. Ergänzend hierzu kann bei persistierendem VF eine Einmalgabe von 2 g Magnesium angedacht werden.

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:

- Defibrillationsschenkel: nach dem 3. Schock
 - Adrenalin 1 mg, dann alle 3–5 Min. wiederholen
 - Amiodaron 300 mg einmalig
- Nicht-Defibrillationsschenkel: Adrenalin 1 mg frühestmöglich, dann alle 3–5 Min. wiederholen

23.4 ERC-Algorithmus zur Reanimation im Überblick

ERC-Algorithmus zur Reanimation [Abb. 23.7](#).

ERC-Algorithmus

(Copyright European Resuscitation Council – www.erc.edu – 2015_NGL_007)

ALS-Algorithmus Erwachsene

Keine Reaktion
Keine normale Atmung

Reanimationsteam rufen

kardiopulmonale Reanimation (CPR) 30:2
Defibrillator/EKG-Monitor anschließen
Unterbrechungen minimieren

EKG-Rhythmus beurteilen

Defibrillierbar (VF/pulslose VT)

Nicht defibrillierbar (Asystolie/PEA)

1 Schock
Unterbrechungen minimieren

Wiedereinsetzender Spontankreislauf (ROSC)

CPR sofort für 2 Minuten weiterführen
Unterbrechungen minimieren

CPR sofort für 2 Minuten weiterführen
Unterbrechungen minimieren

Sofortige Behandlung

- ABCDE-Methode anwenden
- Ziel-SpO₂: 94–98%
- 12-Kanal-EKG
- Ursache des Kreislaufstillstandes behandeln
- Temperaturkontrolle

Während CPR:

- CPR hoher Qualität sichern: Rate, Tiefe, Entlastung
- Unterbrechungen der Thoraxkompression minimieren
- Sauerstoff geben
- Kapnographie verwenden
- Thoraxkompression ohne Unterbrechung wenn Atemweg gesichert
- Gefäßzugang (intravenös oder intraossär)
- Adrenalin alle 3–5 Minuten
- Amiodaron nach dem 3. Schock

Reversible Ursachen – 4 „H“ + „HITS“

- Hypoxie
- Hypovolämie
- Hypo-/Hyperkaliämie/metabolisch
- Hypothermie
- Herzbeuteltamponade
- Intoxikation
- Thrombose (kardial oder pulmonal)
- Spannungspneumothorax

Erwägen

- Ultraschall Untersuchung
- Verwendung von mechanischen Reanimationsgeräten für Transporte oder weitere Behandlung
- Coronarangiographie und Perkutane Coronar Intervention (PCI)
- extrakorporale CPR

Merke

Wesentliche Säulen der Reanimation:

- Thoraxkompression

- 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.

Reanimation bei Hypothermie

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

- Maximal 3 Defibrillationsversuche bei einer Körperkerntemperatur $< 30\text{ °C}$
- Keine Medikamentengabe $< 30\text{ °C}$ Körperkerntemperatur
- Verdoppeltes Medikamentenintervall (6–10 Min.) bei einer Körperkerntemperatur zwischen 30 und 35 °C
- Verabreichung von gewärmten Infusionen und Transport unter Reanimation nach Ankündigung ins Krankenhaus
- 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*“)

23.5 Therapie lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen

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 Bewusstseinstörung
- Anzeichen für eine Herzinsuffizienz, wie z. B. Dyspnoe, Lungenödem und Zyanose

Unterschieden werden bradykarde und tachykarde Herzrhythmusstörungen (Kap. 23.5). 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 nächstste geeignete internistische Abteilung verbracht werden.

23.5.1 Bradykardien

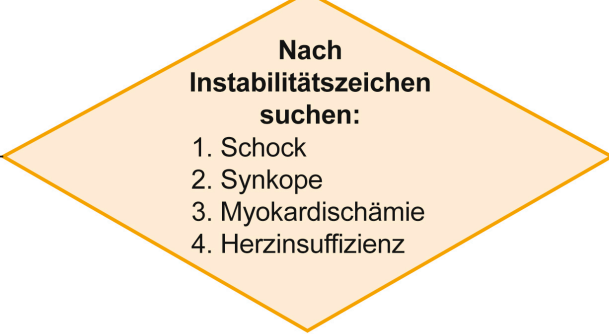
Bei den **bradykarden Arrhythmien** stehen die AV-Blockierungen im Fokus (Abb. 23.8). Diese können regelhaft auftreten und ohne größere Bedeutung (AV-Block I.°) bis hin zur maximalen Herzinsuffizienz mit drohendem Herz-Kreislauf-Stillstand (AV-Block III.°) variieren.

Algorithmus bei Bradykardie

(Copyright European Resuscitation Council – www.erc.edu – 2015_NGL_007)

Bradykardie-Algorithmus

- Patientenbeurteilung nach ABCDE-Schema
- Sauerstoffgabe, wenn erforderlich, i.v. Zugang legen
- EKG-, RR-, SpO₂-Monitoring, 12-Kanal-EKG
- Reversible Ursachen erkennen und behandeln (z.B. Elektrolytstörungen)



ja

Atropin 0,5 mg i.v.

Ausreichende Reaktion?

nein

Gefahr einer Asystolie?

- kürzlich Asystolie
- AV-Block Typ Mobitz II
- Totaler AV-Block mit breitem QRS-Komplex
- Ventrikuläre Pausen > 3 s

nein

Überbrückungsmaßnahmen:

- Atropin 0,5 mg i.v. bis max. 3 mg wiederholen
- Isoprenalin 5 µg/min i.v.
- Adrenalin 2–10 µg/min i.v.
- Alternative Medikamente*

oder

- Transkutaner Schrittmacher



Experten zu Rate ziehen, transvenösen Schrittmacher organisieren

***Alternativen beinhalten:**

- Aminophyllin
- Dopamin
- Glukagon (bei Intoxikation mit β-Blockern oder Kalzium-Kanal-Blockern)
- Glycopyrrolat kann anstatt Atropin verwendet werden

ja

ja

nein

Beobachten

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 (Anterior-posterior- oder Apex-Sternum Position) und eine leichte Analgosedierung, z. B. in Form eines Benzodiazepins und eines Opiats bereitzuhalten.

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 2015 bleiben gegenüber den Leitlinien aus 2010 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).

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.

Praxistipp

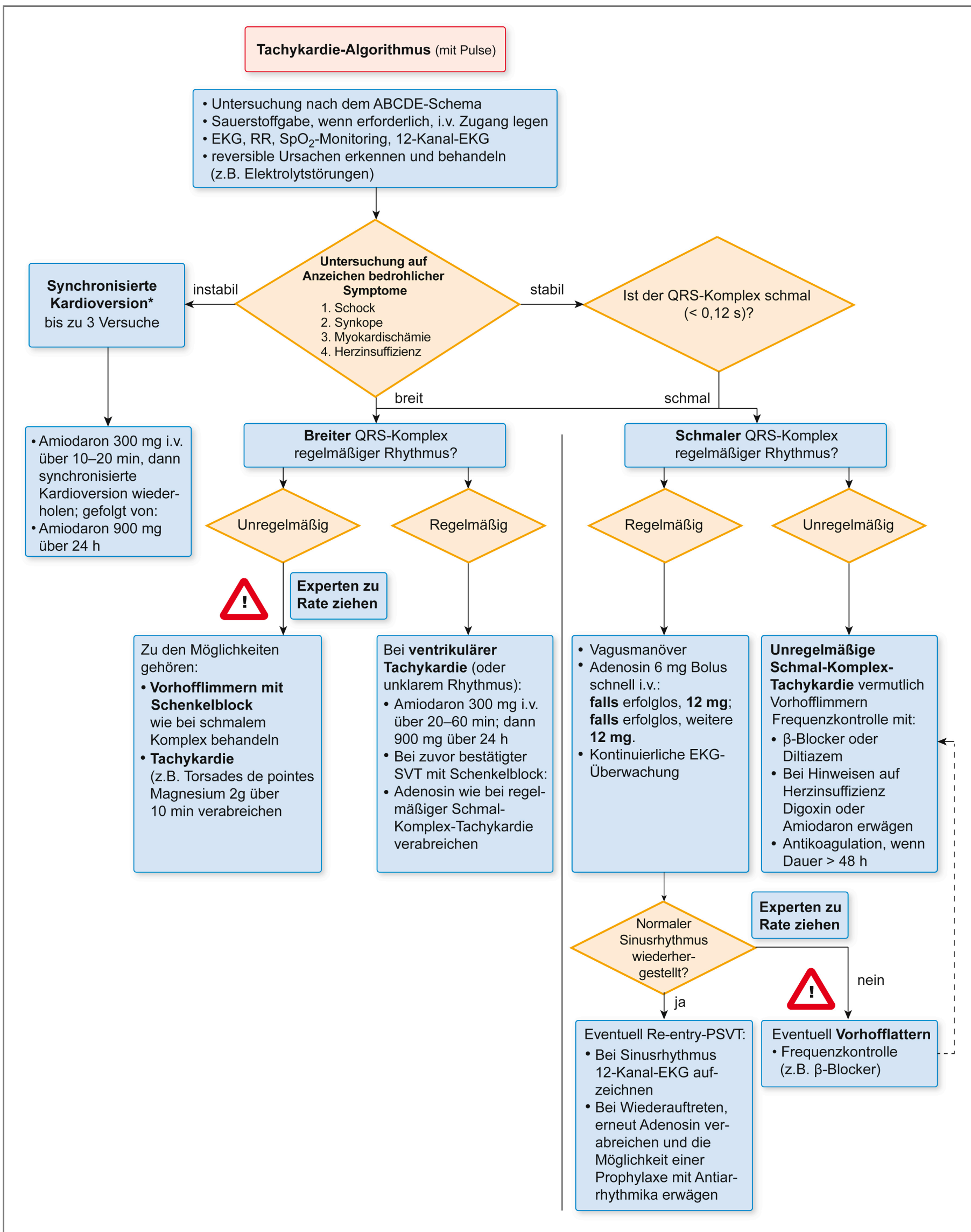
6 Ampullen Adrenalin (= 6 mg) auf 50 ml NaCl verdünnt in die Perfusorspritze aufziehen. Entspricht 120 µg/ml. Bei einer Rate von 1 ml/Std. entspricht dies den empfohlenen 2 µg/Min.

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. 23.9](#)). Die Diagnose und Therapie der morphologisch unterschiedlichen Tachykardien kann mitunter sehr schwierig sein, weshalb hier nur auf die wesentlichen, häufiger auftretenden Arrhythmien eingegangen wird.

Algorithmus bei Tachykardie



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- oder Breitkomplex-Tachykardien (QRS > 20 ms). Die zu wählenden Stromstärken sind in Tab. 23.6 abgebildet. 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. eine Kurznarkose vor der schmerzhaften Elektrotherapie eingeleitet werden.

Kardioversionsenergien bei tachykarden Herzrhythmusstörungen

Tab. 23.6

	Monophasisch	Biphasisch
Ventrikuläre Tachykardie Kardioversion	1. 200 J 2. Steigern	1. 120–150 J 2. Steigern
Vorhofflimmern (VHF, AF) Kardioversion	1. 200 J 2. 360 J	1. 120–150 J 2. Steigern
SVT/Vorhofflattern Kardioversion	1. 100 J 2. Steigern	1. 70–120 J 2. Steigern
VF/pVT Defibrillation	1. 360 J 2. 360 J	1. > 150 J 2. Steigern

Praxistipp

Eine Anfangsenergie von **120 J** bei allen tachykarden HRST ist leitliniengerecht.

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)
- 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. 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 (6–12–12 mg) empfohlen. Zu beachten ist die extrem kurze Halbwertszeit des Medikaments und die auftretende pectanginöse Symptomatik. Hierauf muss der Patient in jedem Fall hingewiesen werden. Weiterhin ist es dringend 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 Antikoagulanzen (NOAK) unterliegen, bedürfen einer antikoagulatorischen Behandlung mit 5 000 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.

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 20–60 Minuten mittels Perfusor oder als Kurzinfusion.

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 werden kann.

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

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.

Die meisten Kinder mit Kreislauf- und Atemstillstand sind vor dem Eintritt der akuten Schädigung gesund und ohne belastende Vorerkrankungen. Um einen gesunden jungen Menschen so entscheidend zu beeinträchtigen, dass Atmung und Herztätigkeit aussetzen, sind schwerste Schädigungen erforderlich, sodass oftmals für den Patienten eine aussichtslose Ausgangslage entsteht.

Säuglinge mit **plötzlichem Kindstod** 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 angesichts verzweifelter Hilfe hoffender Eltern ist in einer solchen Situation ehrenvoll, aber oftmals von vornherein für den Rettungsdienst erkennbar aussichtslos. Nur wenige Kinder erleiden nach dem ersten Lebensjahr krankheitsbedingt einen Atem- und Kreislaufstillstand.

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 Erleiden wie

Muskeldystrophie. Wenn hier überhaupt der Rettungsdienst von informierten Angehörigen alarmiert wird, findet das Rettungsfachpersonal i. d. R. eine aussichtslose Ausgangslage vor.

Ähnliches gilt für die Reanimation von **unfallverletzten Kindern**. Wie bei Erwachsenen gilt auch hier der Lehrsatz, dass der durch Polytraumatisierung, Verbluten oder Schädel-Hirn-Trauma verursachte Kreislaufstillstand zumeist irreversibel ist. Man wird sich angesichts des verletzten Kindes dennoch oftmals zur Einleitung von Wiederbelebungsmaßnahmen bewegen lassen. Die hohe Motivation der Retter ändert jedoch nichts an den tristen Ergebnissen eines solchen Vorgehens. 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.

23.6.1 Pediatric Basic Life Support (PBLIS)

Bis zum Erreichen der Pubertät wird ein Patient nach aktuellen Leitlinienempfehlungen als Kind behandelt und nach diesen Standards reanimiert. Es ist also im fortgeschrittenen Jugendalter eine teils individuelle Entscheidung, ob man die Reanimation nach BLS- oder PBLIS-Standards 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 Versagens, 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 respiratorische Unterversorgung in kürzester Zeit nach sich zieht. Auch die kardiale Sauerstoffreserve ist stark eingeschränkt, was zur Folge hat, dass eine 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 mit dem Ziel, eine ausreichende Oxygenierung sicherzustellen, durchgeführt werden. Auch das Verhältnis von Thoraxkompression zu Ventilation ist mit 15 : 2 zugunsten der Beatmung anders als bei der Erwachsenenreanimation.

Feststellen des Kreislaufstillstands

Das Fehlen von Pulsen als Indikation zur Thoraxkompression kann im Kindesalter mitunter schwierig feststellbar sein. Der Karotispuls ist auch beim gesunden Baby mit kurzem Hals und Speckfalten oftmals nicht sicher zu tasten und erst ab dem 2. oder 3. Lebensjahr geeignet. Bei jüngeren Kindern ist die A. brachialis an der Oberarminnenseite oder die A. femoralis in der Leistenbeuge zu palpieren.

Viel wichtiger ist in diesem Fall die Suche nach normaler Atmung und sonstigen Lebenszeichen. Während der lauten Ansprache sollte gleichzeitig eine taktile Stimulation, etwa durch Entlangstreichen an der Fußsohle oder des Kopfes des Säuglings/Kindes erfolgen.

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.

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.

PBLS-Algorithmus Kinder

(Copyright European Resuscitation Council – www.erc.edu – 2015_NGL_007)

Paediatric basic life support

Keine Reaktion?



Hilferuf




Atemwege öffnen



Keine normale Atmung?



5 initiale Beatmungen



Keine Lebenszeichen?



15 Thoraxkompressionen



2 Beatmungen
15 Kompressionen



Verständigung des Notfallteams
nach 1 Minute CPR

- 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).
- 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.).

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

Thoraxkompression

Mit einer Thoraxkompression wird im Kindesalter ([Abb. 23.11](#)) schon ab einer Pulsfrequenz von < 60/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 ein zumindest ausreichendes Herzminutenvolumen (HZV, HMV) gewährleisten kann.

Thoraxkompression beim Schulkind [J747]



Der **Druckpunkt** liegt bei Kleinkindern ebenfalls auf dem unteren Sternumdrittel. 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

Brustkorshöhe angegeben. Zwei Methoden kommen zur Anwendung: Erstens der **Zangengriff** (Abb. 23.12), bei dem der Helfer den Brustkorb des Säuglings umfasst und beide Daumen nebeneinander auf dem Druckpunkt platziert. Zweitens kann eine **Zwei-Finger-Methode** verwendet werden, wobei hier die Spitzen von Zeige- und Mittel- bzw. Mittel- und Ringfinger nebeneinander auf den Druckpunkt aufgesetzt werden. Je älter das Kind, desto eher wird es nötig, auch mit dem kompletten Handballen einer Hand zu komprimieren.

Zangengriff zur Thoraxkompression bei Säuglingen [J747]



Vergleich der CPR-Formen im Kindesalter

Tab. 23.7

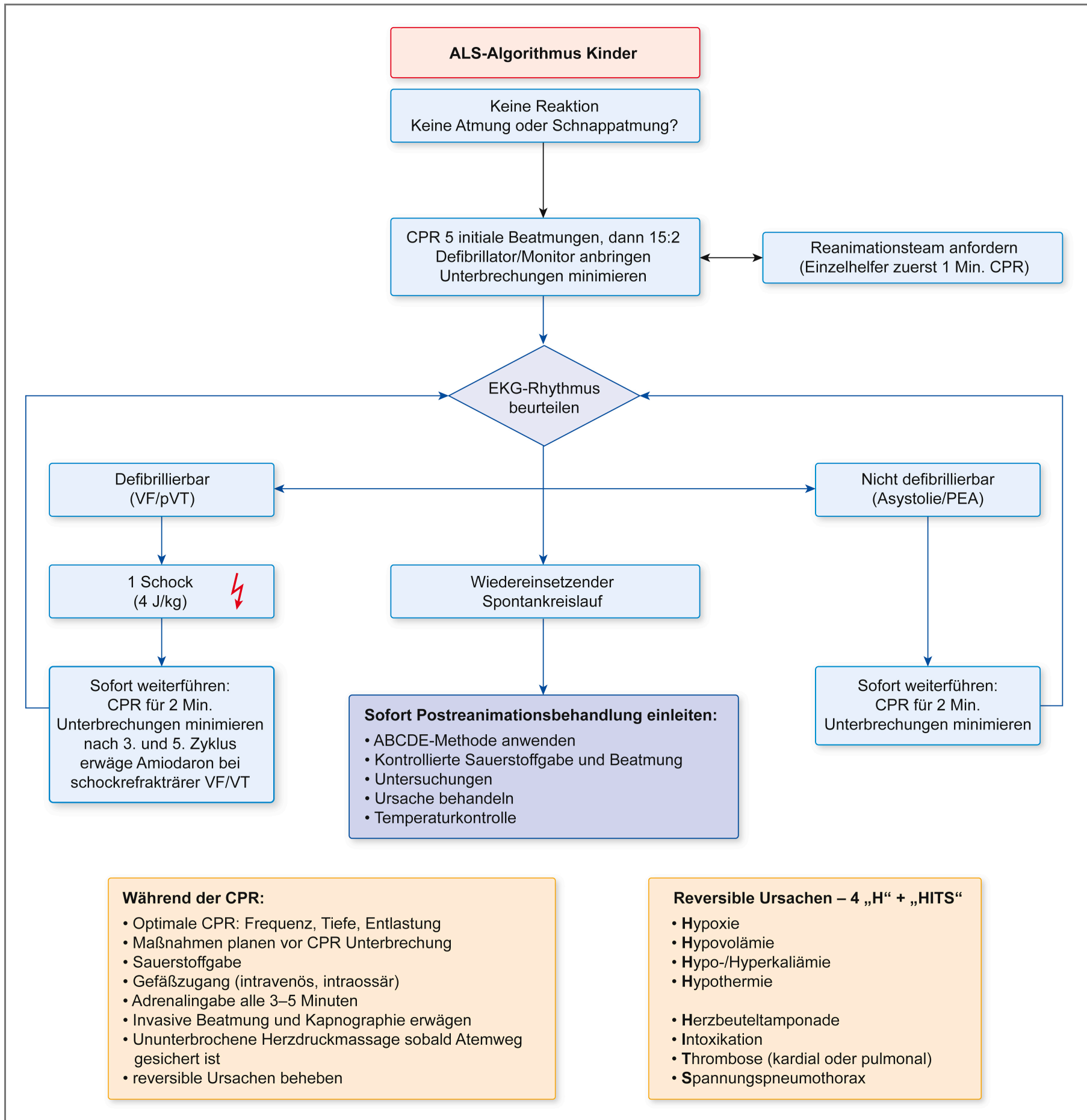
	Herzdruckmassage	Thoraxkompression: Beatmung
Neugeborenes	120/Min.	3 : 1
Kleinkind	100/Min.	15 : 2

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 entsprechen denen des ALS (Abb. 23.13):

PALS-Algorithmus

(Copyright European Resuscitation Council – www.erc.edu – 2015_NGL_007)



- Elektrotherapie

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

Das ABC-Schema wird erweitert:

- **Airway:** erweitertes Airwaymanagement (Kap. 18.6)
- **Breathing:** Beatmung ggf. über den Endotrachealtubus mit Beatmungsbeutel oder einem Notfallrespirator (Kap. 35.8), Kapnografie (Kap. 35.7)
- **Circulation:** EKG-Anlage und Beurteilung. Defibrillation wenn indiziert. Schaffung eines venösen/intraossären Zugangs (Kap. 35.8.3), Volumengabe und Medikamentenapplikation

Erweitertes Atemwegsmanagement

Wer selten oder nie kleine Kinder intubiert hat, sollte bis zum Eintreffen des erfahrenen Notarztes mit Maske, Beutel und angeschlossenem Sauerstoffreservoir oxygenieren.

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.

Grundsätzlich gilt für die Wahl der richtigen **Tubusgröße** im Kindesalter:

$$\frac{\text{Alter}}{4 + 4,5} = \text{ID} - \text{Tubus}$$

Praxistipp

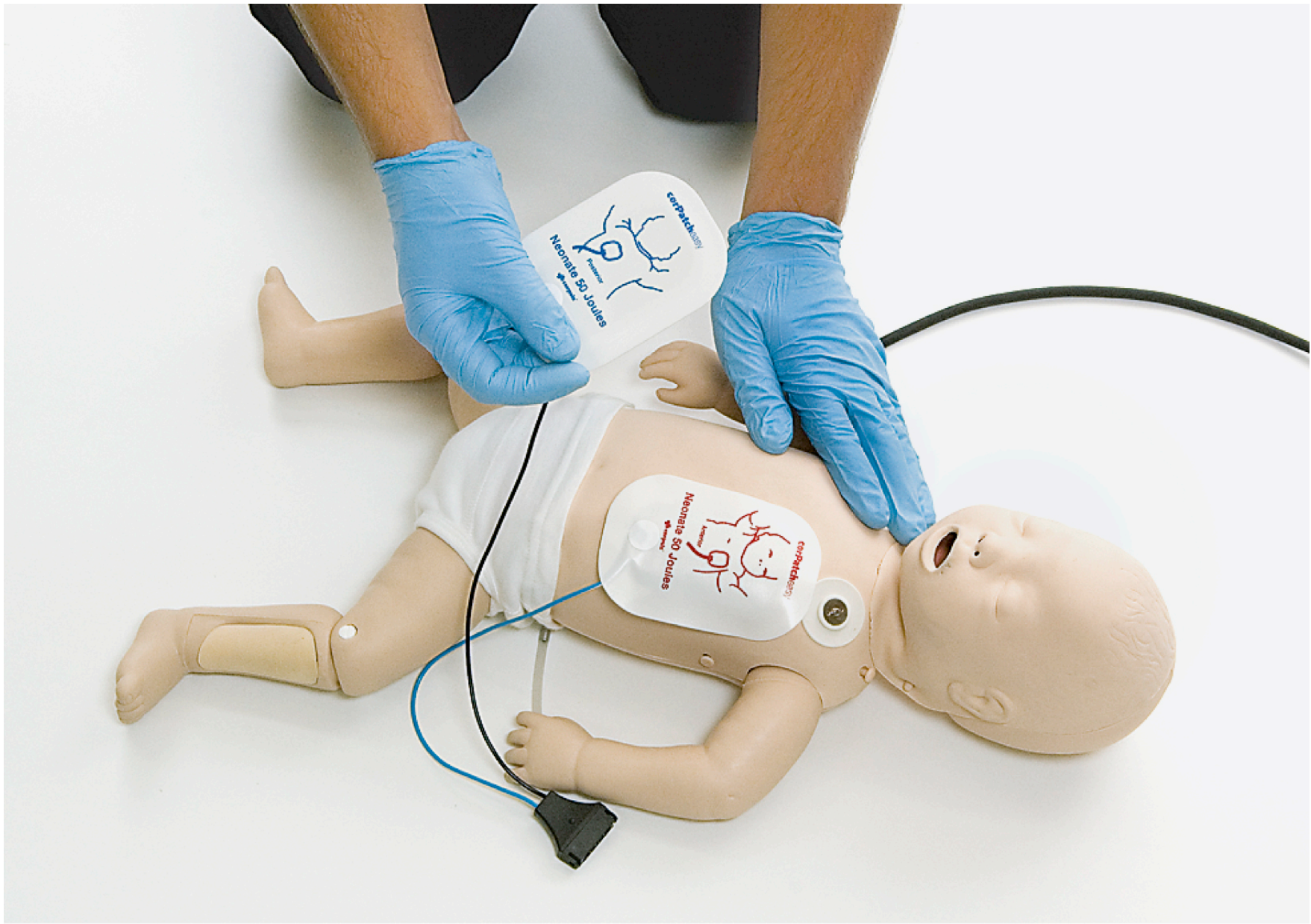
Ein **Tubus**, der durch das Nasenloch des kleinen Patienten passt, passt auch durch den Kehlkopf. Der Tubusdurchmesser entspricht dem Durchmesser des Kleinfingergrundglieds.

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

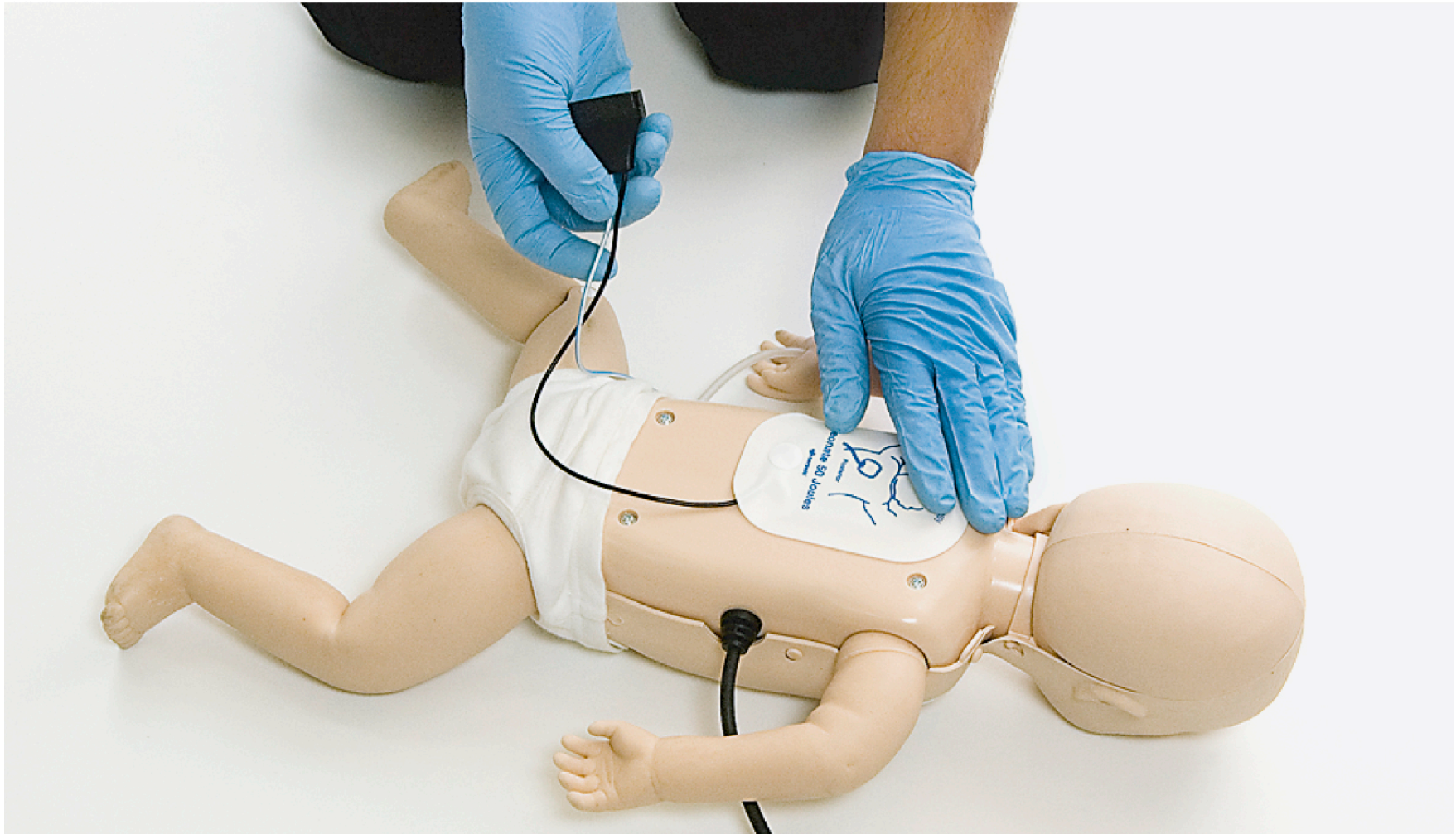
Elektrotherapie

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.

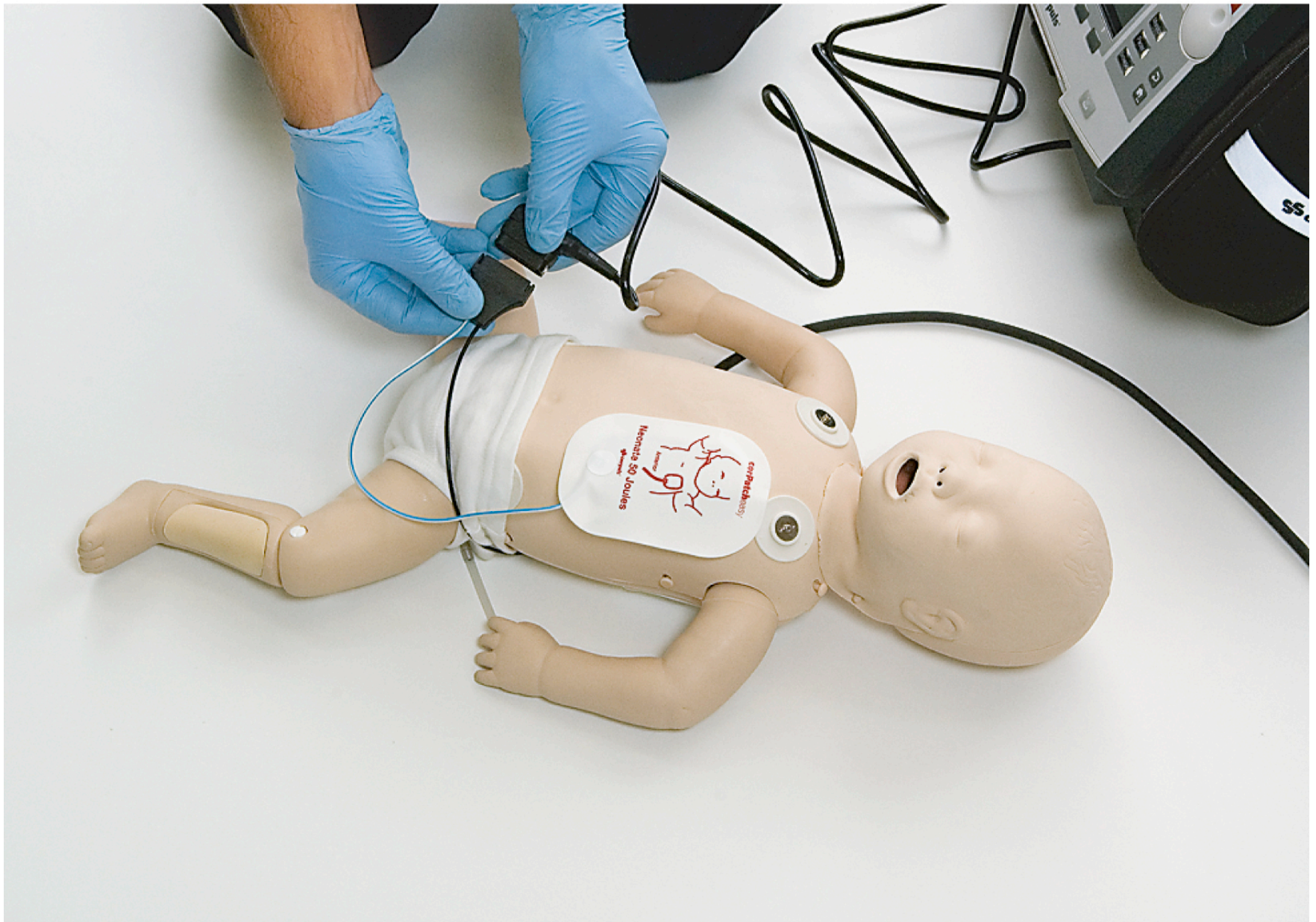
Die zu applizierende Energie richtet sich nach dem Körpergewicht. Alle Defibrillationen werden mit einer Energie von 4 J/kg KG monophasisch oder biphasisch durchgeführt. Für ein 10 kg schweres Kleinkind beträgt also die Maximalenergie 40 Joule. Es sollten spezielle Defibrillationselektroden für Kinder zur Anwendung kommen. Das korrekte Aufsetzen der Defibrillationselektroden kann Schwierigkeiten bereiten. Wenn keine speziellen Paddles für die Defibrillation von Kindern mitgeführt werden, kann es bei Kleinkindern nötig sein, den Patienten in Seitenlage zu bringen und eine Elektrode präkordial (anterior) und eine zwischen den Schulterblättern (posterior) aufzusetzen, um eine maximale Durchströmung des Herzens zu erreichen. Sobald bei entsprechender Patientengröße beide Elektroden nebeneinander auf den Brustkorb passen, ist in bekannter Weise zu defibrillieren ([Abb. 23.14](#)).



a) Kinderdefibrillationselektroden



b) Anterior-posterior-Position bei Kindern 1



c) Anterior-posterior-Position bei Kindern 2

Aussichtslos sind Defibrillationsversuche bei tief **unterkühlten** Kindern, die nach Ertrinkungsunfällen nicht selten, mit einer Kerntemperatur von unter 28 °C im Kammerflimmern vorgefunden werden. Der sofort erforderliche Transport unter Reanimationsbedingungen in ein Zentrum zur Wiedererwärmung darf durch sinnlose Defibrillationsversuche vor Ort keinesfalls verzögert werden.

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.

Der vorgefundene Herzrhythmus bei Kindern mit Kreislaufstillstand ist leider i. d. R. 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. Die Adrenalingabe soll alle 3–5 Minuten wiederholt werden.

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. Andere Notfallmedikamente spielen bei der kardiopulmonalen Reanimation im Kindesalter praktisch keine Rolle.

Als **Volumenersatz** wird ein initialer Bolus von 20 ml/kg KG Vollelektrolytlösung empfohlen. Diese Infusionslösungen eignen sich in besonderer Weise auch als Träger- und Verdünnungssubstanz für Medikamente.

Achtung

Gerade bei Kindern muss im Rettungsdienst genau auf die zu infundierende Menge geachtet werden. 200 ml sind schon reichlich Flüssigkeit für ein einjähriges Kind unter Reanimationsbedingungen.

23.6.3 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen

Die Entscheidung, eine nicht selten in Gegenwart der Eltern begonnene Reanimation bei Kindern abubrechen, fällt jedem Helfer schwer. Dennoch, bei einer Asystolie, die länger als 30 Minuten beim normothermen Kind andauert, ist davon auszugehen, dass ein akzeptables Überleben nicht mehr zu erwarten ist. Ein Transport in die Klinik unter Reanimationsbedingungen sollte dann nicht mehr erfolgen, nur um die mögliche Konfrontation mit den Eltern zu umgehen.

Der Transport durch den Rettungsdienst weckt falsche Hoffnungen bei den Eltern und hat zu unterbleiben, außer es liegt eine Hypothermie 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, der oftmals eher in der Lage ist, den so dringend benötigten Trost für die Eltern zu spenden (Kap. 35.4).

23.7 Umgang mit Neugeborenen und New Born 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 New Born Life Support (NLS) zusammengefasst werden.

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.

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).

Initiale Beurteilung und Vorgehen beim Neugeborenen

Tab. 23.8

I	Keine Beeinträchtigung	<ul style="list-style-type: none"> • Lebhaftes Atmung/Schreien, vitaler Grundtonus, Bewegungen gut • Herzfrequenz > 100/Min. → abtrocknen, Übergabe an Mutter
II	Mäßige Einschränkung	<ul style="list-style-type: none"> • Inadäquate Atmung/Apnoe, normaler oder reduzierter Grundtonus • Herzfrequenz < 100/Min. → abtrocknen, Entfaltungsbeatmungen und ggf. Thoraxkompression
III	Schwere Beeinträchtigung	<ul style="list-style-type: none"> • Inadäquate Atmung, schlaffer Grundtonus • Schwer tastbare Pulse, keine Perfusion → Vorgehen nach NLS-Algorithmus

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).

Ablaufschema NLS nach Geburt

Tab. 23.9

<p>Geburt (Zeit notieren, Stoppuhr anstellen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trocknung des Neugeborenen • Nasse Tücher entfernen • Stimulation <p>Beurteilung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atmung • Grundtonus • Herzfrequenz 	30 Sek.
<p>Schnappatmung oder Apnoe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freimachen der Atemwege • 5 Inflationsbeatmungen • Gegebenenfalls SpO₂-Monitoring 	30–60 Sek.
<p>Reassessment</p> <p>Wenn kein Herzfrequenzanstieg: Suche nach Thoraxbewegung</p>	30 Sek.
<p>Keine Thoraxbewegung?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Kopfposition • Zwei-Helfer-Atemwegsmanagement oder alternative Atemwegshilfsmittel erwägen • Inflationsbeatmungen wiederholen • Suche nach Reaktion • SpO₂-Monitoring 	30 Sek.
<p>Reassessment</p> <p>Wenn kein Herzfrequenzanstieg: Suche nach Thoraxbewegung</p>	30 Sek.
<p>Thoraxbewegung vorhanden?</p>	30 Sek.

Bei HF < 60/Min: beginnen mit Thoraxkompression → 3 : 1

Alle 30 Sekunden:

- Beurteilung der Herzfrequenz (< 60/Min.?)
- Zugang i. v./i. o. und Medikamente erwägen

Beim Freimachen der Atemwege gelten dieselben Prinzipien wie beim Säugling („Schnüffelstellung“, [Kap. 23.6.1](#)).

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.

Muss das Neugeborene nach initialer Beurteilung beatmet werden, wird eine **Baby-Beatmungsmaske** mit angeschlossenem Baby-Beatmungsbeutel, Reservoir und 100-prozentiger Sauerstoffzufuhr 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. Der Beatmungsbeutel wird zur Neugeborenenbeatmung nur mit Daumen und Zeigefinger bedient. Das Atemhubvolumen reicht aus, sobald Thoraxexkursionen beim Kind sichtbar sind. Ist nach 30 Sekunden kein Erfolg eingetreten, wird das Kind mit Maske und Beutel beatmet. Der Stress der Situation darf keinesfalls zu kräftigem Drücken auf den Beutel verleiten.

Achtung

Das normale Atemzugvolumen eines Neugeborenen liegt bei 20–40 ml, die Atemfrequenz bei 40/Min.

Entscheidend ist nun, ob das Neugeborene auf die Maßnahme innerhalb von 15–30 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 bradykard 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. 23.11](#)). Die Frequenz bei der Neugeborenenreanimation ist mit 120-mal pro Minute schneller als die im PLS-Bereich. Die Drucktiefe beträgt $\frac{1}{3}$ der Brustkorbhöhe. Der **Sauerstoffbedarf** von Neugeborenen ist sehr viel höher als der von Erwachsenen. Das Verhältnis von Beatmung zu Herzmassage 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 (asphyktisch) sollten durch den hierfür besonders **geschulten Kinderarzt** oder einen außergewöhnlich **erfahrenen Notarzt** erfolgen. Die Intubation des reanimationspflichtigen Neu- oder Frühgeborenen, die Venenkatheterisierung (hierzu kann die Nabelschnurvene genutzt werden), die differenzierte Pharmakotherapie von Neugeborenennotfällen kann nicht von jedem Notarzt und auch nicht von jedem Notfallsanitäter 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 und mit Notarzt 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.

Es empfiehlt sich, zuvor das Baby 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.

Reife Neugeborene werden mit Tubusgröße 3,0 mm, Frühgeborene mit 2,5 mm intubiert. Besonders geeignet sind **gerade Laryngoskopspatel**. Die Anatomie von Nasen-Rachen-Raum und oberen Atemwegen erleichtert dem Kundigen die Intubation unter Zuhilfenahme der kleinen

Magill-Zange. Der weniger Geübte wird den orotrachealen Zugang wählen. Bei der Baby-Intubation „schaufelt“ man die Epiglottis auf den geraden Spatel auf. Erfahrene drücken mit dem Kleinfinger der Laryngoskophand selbst auf den Kehlkopf, um den Larynxeingang besser darzustellen, anderenfalls kann sanfter externer Druck durch einen zweiten Helfer die Sicht auf die Stimmritze deutlich verbessern. Die Gefahr, den Tubus beim Neugeborenen zu tief im rechten Hauptbronchus zu platzieren, ist groß und kann durch die Verwendung von **spitzenmarkierten Tuben** verringert werden, die nur bis zum Ende der Markierung durch die Stimmritze geschoben werden.

Die Verwendung von Führungsstäben oder geblockten Intubationstuben ist möglich. Nach der Intubation muss der Tubus gekürzt werden, um das Totraumvolumen zu verringern. Da die Tubusspitze nur 2 cm unterhalb der Glottis liegen soll, ist eine sehr sorgfältige **Tubusfixierung** wichtig, um nicht bei Kopfwendung oder anderen Manipulationen am Kind ein ungewolltes Herausrutschen des Tubusendes aus dem Kehlkopf zu riskieren.

Die im Rettungsdienst verwendeten **Notfallbeatmungsgeräte** sind nicht geeignet für die Behandlung von Neugeborenen oder Säuglingen. Das Rettungsteam darf diese Geräte keinesfalls an intubierte Babys anschließen, sondern muss eine vorsichtige Beatmung mit dem Beutel durchführen. An diesen muss ein Sauerstoff-Reservoirschlauch oder -beutel angeschlossen sein, um dem kleinen Notfallpatienten die höchstmögliche Sauerstoffkonzentration anzubieten.

Die Anlage eines stabilen **i. v. oder i. o. Zugangs** erfolgt erst relativ spät im Verlauf der Reanimation. Wegen der laufenden Beatmung und Herzdruckmassage wird bevorzugt am Handrücken, in der Ellenbeuge oder am Fuß punktiert. Weitere 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 der 1 : 10 000 verdünnten Lösung. Volumen

kann unter den Bedingungen des Rettungsdienstes als Vollelektrolytlösung 10 ml/kg KG über 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 von > 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 Drogenkonsumenten mit Atemdepression beatmen und das Kind ohne Opioidantagonisierung in die Klinik transportieren.

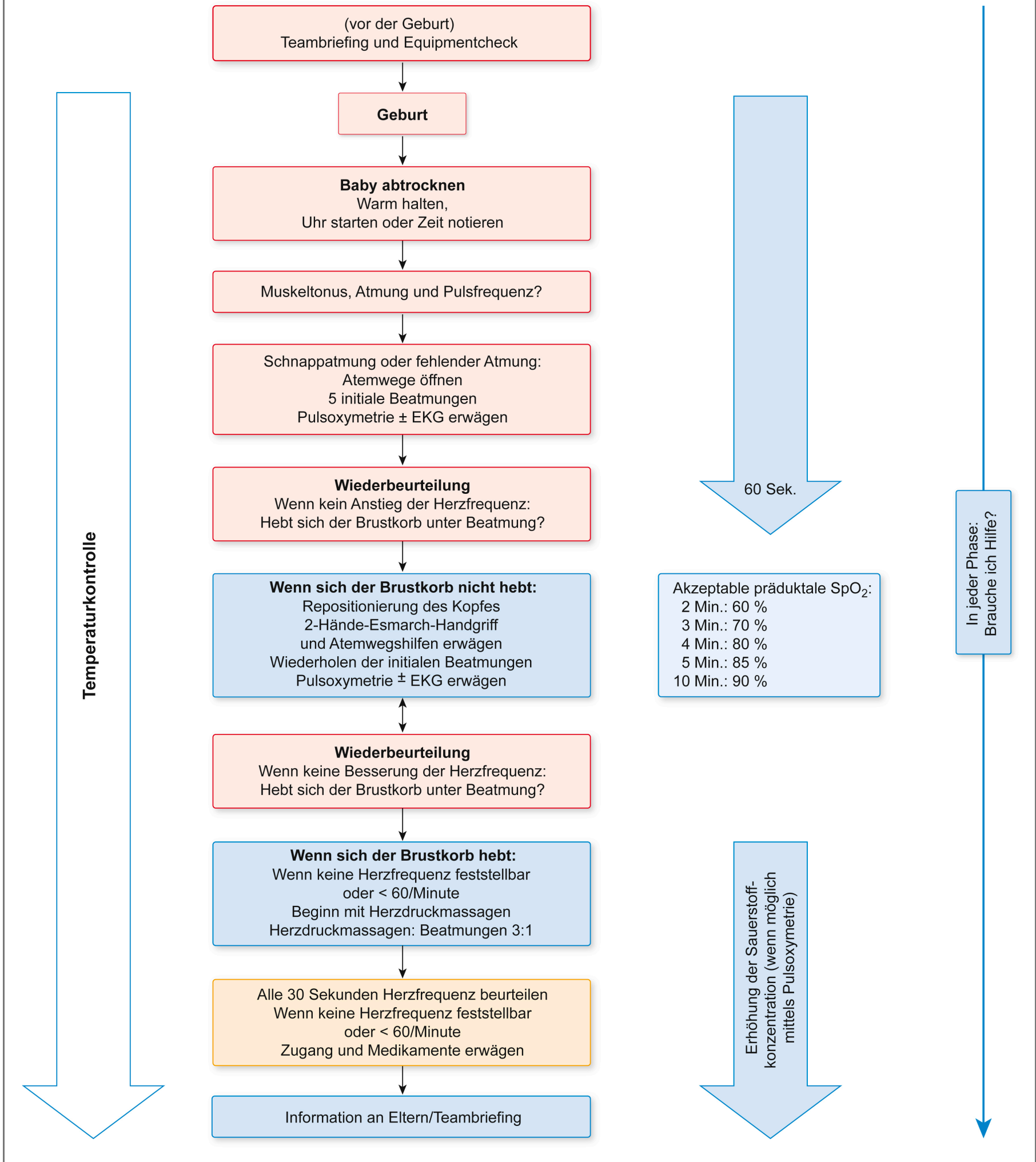
23.7.2 Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen

Reanimationspflichtige Störungen der Vitalfunktionen beim Neugeborenen wird man im Rettungsdiensteinsatz 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 Rettungsdienstpersonal bleibt es auch bei diesen Extremfällen bei der Anwendung der Richtlinien für das Vorgehen bei normalen Neugeborenen ([Abb. 23.15](#)).

NLS-Algorithmus



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 etCO_2 -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. Eine Kapnografie ist obligat, die Ventilationseinstellung, egal ob mit Respirator 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 längeren Zeitraum bestehen bleiben. Bei gegen den Tubus und die Beatmung pressenden Patienten ist es sinnvoll, eine milde Sedierung, z. B. durch Benzodiazepine, einzuleiten 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 Myokardischämien kann parallel zur Sicherung der Zugänge stattfinden. Bei Zeichen eines kardiogenen Schocks (Low Output) ist **Dobutamin** Mittel der Wahl (2–10 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Min.}$). Eine zusätzliche Katecholamingabe (Noradrenalin, Adrenalin) kann ebenfalls nötig sein, um den Kreislauf des Patienten zu unterstützen. Der Bewusstseinszustand (Glasgow-Coma-Scale) und die Pupillen (Größe, Form, Reaktion auf Licht) sollten eingeschätzt werden und eine Blutzuckerkontrolle, falls noch nicht geschehen, durchgeführt werden. Eine therapeutische Hypothermie kann eingeleitet werden. Der Weg zum Rettungsmittel sollte ohne Verlust von Zugang oder Tubus möglich sein. Aufgrund des benötigten Equipments kann es notwendig sein, eine Tragehilfe über die Rettungsstelle anzufordern bzw. umstehende Personen oder Nachbarn zur Unterstützung aufzufordern.

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

Therapeutische Hypothermie

Die Einleitung der frühen therapeutischen Hypothermie von 32–34 °C für die ersten 24 Stunden nach Reanimation ist zum jetzigen Zeitpunkt weiterhin empfohlen – wenngleich sie nicht ganz unumstritten ist. Im Rettungsdienst werden hierzu kalte Infusionen, kalte Wickel und Kältekompressen in der Leisten- und Halsregion verwendet. Oftmals haben lang reanimierte Patienten schon durch die Liegezeit mit freiem Oberkörper auf kaltem Boden eine Körperkerntemperatur von < 35 °C. Dies sollte in Bezug auf die Einleitung der Hypothermie mit bedacht werden. Definitiv als **kontraproduktiv** für den neurologischen Status nach Reanimation ist eine Hyperthermie > 37 °C anzusehen. Diese sollte in jedem Fall mit den oben genannten Mitteln therapiert werden. Eine **Ausnahme** 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.

Wiederholungsfragen

1. Was wird unter BLS verstanden ([Kap. 23.2](#))?
2. Nennen Sie Formen des Kreislaufstillstands ([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. Erläutern Sie die Algorithmen für Kammerflimmern und Asystolie ([Kap. 23.3](#)).
8. Was sind Algorithmen ([Kap. 23.1](#))?
9. Erläutern Sie den Ablauf der Defibrillation ([Kap. 23.3.1](#)).
10. Wann kommt es im Rettungsdienst zum Einsatz eines Herzschrittmachers ([Kap. 23.5.1](#))?
11. Nennen Sie schrittmacherpflichtige Erkrankungen ([Kap. 23.5.1](#)).
12. Erläutern Sie die Therapie bei instabilen Breitkomplextachykardien ([Kap. 23.5.2](#)).
13. Wie lässt sich die korrekte Tubusgröße ermitteln ([Kap. 23.6.2](#))?
14. Was ist bei der Beatmung von Neugeborenen zu beachten ([Kap. 23.7.1](#))?
15. Wodurch kommt es zu reanimationspflichtigen Störungen bei Neugeborenen ([Kap.](#)

Auflösung Fallbeispiel

Verdachtsdiagnose

Reanimation bei thromboembolischem Ereignis

Erstmaßnahmen

Die Besatzung des RTW beginnt unverzüglich mit den wichtigen Basismaßnahmen der Reanimation. Parallel zu den ersten Thoraxkompressionen wird 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 ein Larynxtubus 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 drei 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, Anpassung der Beatmung und Einleitung einer Hypothermie mithilfe von kalten Infusionen wird ein 12-Kanal-EKG abgeleitet, das in den Vorderwandableitungen (V2–V4) typische ST-Streckenhebungen über 0,2 mV zeigt.

Der Notarzt verabreicht 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 bei niedrigem Blutdruck und langsamer Herzfrequenz 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 dreiwöchigem Klinikaufenthalt kann der Patient in eine kardiologische Frühreha verlegt werden.

Diagnose

Herz-Kreislauf-Stillstand bei Myokardinfarkt

Weiterführende Literatur

 **European Resuscitation Council, 2015**

 European Resuscitation Council

ERC-Leitlinien 2015,

Medizinwelten



[Abrechnung](#)

[Akupunktur](#)

[Allgemeinmedizin](#)

[Chirurgie](#)

[Gynäkologie](#)

[Heilpraktiker](#)

[Homöopathie](#)

[Innere Medizin](#)

[Klinikleitfaden](#)

[Naturheilverfahren](#)

[Onkologie](#)

[Osteopathie](#)

[Psychiatrie](#)

[Psychosomatik](#)

[Psychotherapie](#)

[Pädiatrie](#)

[Rettungsdienst](#)

[Sprachtherapie](#)

Rechtliches

[Impressum](#)

[Datenschutz](#)

[User Guide](#)

[Elsevier AGB](#)

Links

[Customer Service](#)

