

Reanimation 10

*Dietmar Kühn, Klaus Gerrit Gerdts,
Georg Schneider, Martin Schneider,
Veronika Brechmann, Sebastian Kötter,
Rainer Waldmann, Jens Fricke,
Anja Schwarze, Claudia Ecke*

10.1 Basismaßnahmen der Reanimation (BLS)	313	10.4 Reanimation des Neugeborenen	330
10.1.1 Ursachen des Kreislaufstillstands	313	10.4.1 Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen	330
10.1.2 Formen des Kreislaufstillstands	314	10.4.2 Vorgehen bei reanimationspflichtigen Neugeborenen	330
10.1.3 Symptomatik des Herz-Kreislaufstillstands	315	10.5 Reanimation im Kindesalter	333
10.1.4 Reihenfolge der Basismaßnahmen	316	10.5.1 Beatmung	334
10.1.5 Beginn und Abbruch der Reanimation	319	10.5.2 Herzdruckmassage	335
10.1.6 Automatisierte externe Defibrillation (AED)	320	10.5.3 Medikamente	335
10.2 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation (ALS)	320	10.5.4 Elektrotherapie	335
10.2.1 Elektrische Defibrillation	320	10.5.5 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen	336
10.3 Algorithmen der Reanimation	323	10.6 Herzschrittmacher und Kardioverter im Rettungsdienst	336
10.3.1 Klassifizierung von Reanimationsmaßnahmen	325	10.6.1 Einteilung der Schrittmacher	337
10.3.2 Algorithmen verschiedener Herz-Kreislaufstillstände	325	10.6.2 Schrittmacherpflichtige Erkrankungen	338
10.3.3 Maßnahmen in der Postreanimationsphase	329	10.6.3 Defibrillation bei Herzschrittmacherträgern	339
		10.6.4 Implantierter Kardioverter/Defibrillator (AICD)	340
		10.6.5 Schrittmacher-EKG	340
		Wiederholungsfragen	341

Lernzielübersicht

10.1 Basismaßnahmen der Reanimation

- BLS (Basic Life Support) wird bei der Diagnose „Klinischer Tod“ eingeleitet.
- Kardiale oder respiratorische Ursachen können einen Kreislaufstillstand auslösen.
- Formen des Kreislaufstillstandes sind ventrikuläre Tachykardie, Kammerflimmern, Asystolie und pulslose elektrische Aktivität.
- Bei der Reanimation geht man nach dem ABC-Schema vor.
- Bei der Ein-Helfer- und Zwei-Helfer-Methode der externen Herzdruckmassage stehen Kompression und Ventilation im Verhältnis 30:2.

10.2 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation

- ALS (Advanced Life Support) wird nach Eintreffen von Notarzt und Rettungsdienst durchgeführt.
- Zu den erweiterten Maßnahmen zählen endotracheale Intubation, maschinelle Beatmung, Medikamentengabe, venöser Zugang, Elektrotherapie.
- Die elektrische Defibrillation wird bei Kammerflattern/-flimmern eingesetzt.
- Die Sternumelektrode wird rechts des Brustbeins, die linke an der Herzspitze platziert.
- Bei der Defibrillation darf niemand Kontakt zum Patienten haben.

10.3 Algorithmen der Reanimation

- Standardisierte Behandlungsschemata (Algorithmen) erleichtern die zielgerichtete Therapie.
- Reanimationsmaßnahmen werden international nach ihrer Wirksamkeit klassifiziert.
- Bei Kammerflimmern und ventrikulärer Tachykardie stehen die Kardioversion und Defibrillation im Vordergrund.
- Bei Asystolie steht die Intubation, bei ventrikulärer Bradykardie die Schrittmachtherapie an erster Stelle.
- Bei pulsloser elektrischer Aktivität (PEA) ist die Suche nach dem Auslöser und dessen Therapie entscheidend.

10.4 Reanimation des Neugeborenen

- Neugeborenen-Basismaßnahmen werden bei einer Herzfrequenz unter 100/Min. und Zyanose eingesetzt: Absaugen, Einstufen nach Apgar-Schema, Abnabelung, Beatmung.
- Beatmungsbeutel werden bei Neugeborenenbeatmung nur mit Daumen und Zeigefinger bedient.
- Die Herzdruckmassage wird beim Neugeborenen bei einer Herzfrequenz unter 60/Min. angewendet.
- Bei der Zwei-Finger-Methode drücken Mittel- und Zeigefinger 120-mal pro Minute zwei bis drei Zentimeter tief auf die Brustbeinmitte. Das Verhältnis HDM zu Beatmung beträgt 15:2.
- 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 unter 40 mg/dl therapiepflichtig.
- Naloxongabe bei Neugeborenen drogenabhängiger Mütter kann zu Krampfanfällen führen.

10.5 Reanimation im Kindesalter

- Beim Öffnen der Atemwege dürfen Weichteilposter am Zungengrund nicht komprimiert werden.
- Das Atemzugvolumen reicht aus, wenn sich der Brustkorb hebt und senkt.
- Die Beutelbeatmung erfolgt mit Sauerstoffreservoir.
- Die Tubusgröße wird anhand des Nasenlochs oder des Kleinfingergrundglieds des Patienten ermittelt.
- Bei Kleinkindern wird für die HDM 100-mal pro Minute einen Querfinger unter der Linie zwischen den Brustwarzen auf das Sternum, bei älteren Kindern 80–100-mal pro Minute auf das untere Sternumdrittel gedrückt.
- HDM: Beatmung wird im Verhältnis 5:1 durchgeführt.

- Notfallmedikamente sind Sauerstoff und Adrenalin.
- Die Volumengabe wird auf das Körpergewicht abgestimmt: 20 ml pro Kg Körpergewicht.
- Wenn für die Defibrillation keine speziellen Paddels für Kinder vorhanden sind, wird eine Elektrode präkordial, eine zwischen den Schulterblättern aufgesetzt.

10.6 Herzschrittmacher und Kardioverter im Rettungsdienst

- Bradykarde Rhythmusstörungen können den Einsatz eines Herzschrittmachers notwendig machen.

- Schrittmacher lassen sich in externe und interne, invasive und nicht-invasive einteilen.
- Buchstabenkombinationen kodieren die Schrittmacher-Typen.
- Bevor die Elektroden eines nicht-invasiven Schrittmachers aufgeklebt werden, muss die Haut rasiert und entfettet werden.
- Bei Defibrillation von Schrittmacherpatienten muss ein Sicherheitsabstand von 10 cm zwischen Paddels und SM-Aggregat eingehalten werden.

10.1 Basismaßnahmen der Reanimation (BLS)

10.1.1 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 Kreislaufaktivität sistieren. Als Wiederbelebungszeit des Gehirns, die Zeit, nach der spätestens eine Reperfusion stattfinden sollte, bevor irreversible Schäden entstehen, werden drei bis fünf Minuten angegeben. In dieser kurzen Zeit müssen also die Diagnosestellung und die Einleitung wesentlicher Basismaßnahmen erfolgen. Verschiedene Ursachen können einen Herz-Kreislaufstillstand bewirken und die Einleitung einer Reanimation erforderlich machen.

Respiratorische Ursachen

Eine **zentrale Atemdepression** kann durch Medikamente (z. B. Opiate), intrazerebrale Blutungen oder durch ein ausgeprägtes Schädel-Hirn-Trauma verursacht werden. Durch die Wirkung der Medikamente auf vegetative Zentren des Gehirns bzw. die traumatische Schädigung derselben kommt es zum Atemstillstand, dem ohne eine Therapie in kürzester Zeit der Herz-Kreislaufstillstand folgt.

Ursächlich für eine Atemdepression können beispielsweise auch muskelrelaxierende Medikamente oder schwere Verletzungen im thorakalen Bereich sein, welche normale Atemexkursionen unmöglich machen und auf diesem Wege zu einer Sauerstoffunterversorgung des Gehirns führen. Besonders im Rahmen von Unfallgeschehen sind Atemwegsobstruktionen für die Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr zum Gehirn und schließlich des gesamten Organismus verantwortlich. Als häufigste Ursache ist in diesem Zusammenhang das Zurücksinken der Zunge bei bewusstlosen Patienten zu nennen (s. Kap. 9.1 und 9.2).

Des Weiteren können Fremdkörper, Erbrochenes oder Schleim den Atemweg mehr oder weniger komplett verlegen bzw. aspiriert werden. Auch Spasmen oder Schwellungen der Luftwege im Rahmen allergischer Reaktionen können schließlich zum Atemstillstand und sekundär zum Kreislaufstillstand führen.

Kardiale Ursachen

Durch die Komplikationen eines meist frischen Myokardinfarkts kann ein Herz-Kreislaufstillstand verursacht werden. Vor allem ventrikuläre Rhythmusstörungen durch ein akutes Koronarsyndrom (ACS) sowie ein durch Herzwandruptur verursachter Schock bzw. eine akut auftretende Herzinsuffizienz sind als lebensbedrohliche Situationen zu erkennen. Störungen im normalen Erregungsbildungs- und -leitungssystem führen in manchen Fällen zu einer bedrohlichen Herabset-

zung der Herzleistung mit Wirkung auf das gesamte hämodynamische System. Sowohl bradykarde Arrhythmien (z. B. kompletter AV-Block) als auch tachykarde Rhythmusstörungen, wie das Kammerflimmern, können zum klinischen Bild des plötzlichen Herztods führen. Der Tod tritt zu dem entsprechenden Zeitpunkt unerwartet auf, jedoch handelt es sich bei den Betroffenen im Allgemeinen um Patienten mit bekannten kardialen Vorerkrankungen.

Ursächlich für eine Lungenembolie mit kardialen Rhythmusstörungen ist meist eine tiefe Bein- oder Beckenvenenthrombose. Im Verlauf des Geschehens kommt es häufig zur akuten Vorhof- und Ventrikelüberbelastung und zu weiteren schwerwiegenden Komplikationen.

Eine Störung der normalen Herzfunktion ist durch die unterschiedlichsten Einflussfaktoren möglich. Beispiele für häufig auftretende Ursachen sind:

- verschiedene Arten des Schocks,
- Elektrizität,
- Ertrinkungsunfälle
- Erfrierungen,
- Elektrolytentgleisungen
- Störungen im Säure- und Basenhaushalt und
- Vergiftungen.

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

Merke

Vor Durchführung der Basismaßnahmen auf Eigenschutz achten (Vorsicht: Stromunfall). Die Basismaßnahmen dürfen nicht durch die erweiterte Diagnostik verzögert werden.

10.1.2 Formen des Kreislaufstillstands

Da heute bereits im präklinischen Bereich effektive diagnostische Hilfsmittel zur Verfügung stehen, besteht die Möglichkeit, schon früh zwischen verschiedenen Formen des Kreislaufstillstands zu

differenzieren. Deshalb sollte frühestmöglich, also nach Einleitung der Basismaßnahmen, eine EKG-Ableitung die dem Kreislaufstillstand zugrunde liegende Rhythmusstörung sichern. Hier ist zu beachten, dass Herzaktionen im EKG-Bild keinen Beweis für einen suffizienten Kreislauf darstellen. Die EKG-Ableitung sollte stets durch wiederholtes Tasten der Karotispulse ergänzt werden. Wichtige **EKG-Befunde** bei einem Herz-Kreislaufstillstand sind:

- Kammerflimmern (VF),
- ventrikuläre Tachykardie (VT),
- Asystolie,
- pulslose elektrische Aktivität (PEA), früher: elektromechanische Dissoziation.

Ein **Kammerflattern** geht meist schnell in das obligat letale **Kammerflimmern** über. Kammerflimmern ist die häufigste Diagnose, die beim Herz-Kreislaufstillstand in der frühen Phase durch eine EKG-Ableitung gestellt wird; es betrifft ca. 75 % der Fälle. Die einzelnen Herzmuskelfasern kontrahieren sich völlig unkoordiniert und arrhythmisch, sodass eine Auswurfleistung des Herzens nicht mehr erbracht werden kann. Im EKG sind völlig unkoordinierte Zacken und Wellen geringer Amplitude zu erkennen. Die Frequenz liegt zwischen 250 und 300 Schlägen pro Minute (s. Kap. 6.4). Wird Kammerflimmern in der EKG-Ableitung diagnostiziert, so stellt die sofortige Defibrillation die Maßnahme der Wahl dar.

Die **Asystolie** ist im EKG als so genannte Nulllinie, eine leicht wellenförmige Grundlinie, erkennbar (s. Abb. 10.1)

Merke

Bei einer vollkommen geraden Grundlinie sollte an gelöste Elektroden gedacht werden.

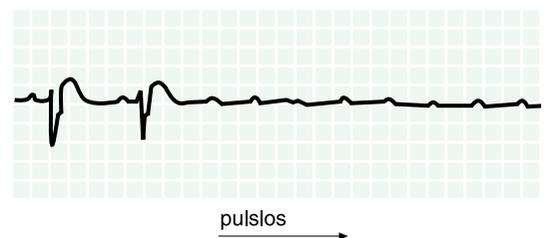


Abb. 10.1: AV-Block III. Grades mit nachfolgender Asystolie [L108]

Diese Form des Herz-Kreislaufstillstands stellt nicht selten den Endzustand eines länger bestehenden Kammerflimmerns oder einer pulslosen elektrischen Aktivität dar. Da das Reizleitungssystem des Herzens keine Impulse mehr aussenden kann, wird die Arbeitsmuskulatur nicht erregt, die Herzkammern sind bewegungslos und haben deshalb kein Auswurfvolumen.

Bei einem zwar regelmäßigen, jedoch schwachen Herzschlag kann durch die Kammerkontraktion bei der pulslosen elektrischen Aktivität nur ein minimales Volumen ausgeworfen werden. Das Volumen reicht zur Versorgung weder der Herzmuskulatur noch der restlichen Körperorgane aus. Das entsprechende EKG zeigt normal konfigurierte oder deformierte Kammerkomplexe. Da keine suffiziente mechanische Pumpleistung vorliegt, wird die pulslose elektrische Aktivität zu den Formen des Kreislaufstillstands gezählt. Bei den verschiedenen EKG-Befunden unterscheidet sich die Prognose des Patienten mit Herz-Kreislaufstillstand 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 PEA7 0–10 %).

Wesentlichen **Einfluss auf den Reanimations-erfolg** hat der Zeitfaktor. Auch die Art der Grunderkrankung des Betroffenen sowie die Umgebungstemperatur (bessere Erfolgsaussichten bei kälteren Temperaturen) wirken sich auf die Prognose aus.

Praxistipp

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

Eindrucksvolle Ergebnisse nach Herz-Kreislaufstillstand wurden bei sofort einsetzender Reanimation durch Laienhelfer erreicht.

10.1.3 Symptomatik des Herz-Kreislaufstillstands

Um bei einem Notfallpatienten rasch und gezielt Hilfe leisten zu können, muss die Diagnose Kreislaufstillstand durch Prüfung der Vitalfunktionen unverzüglich gestellt werden. Die Sym-

Tab. 10.1: Zeitliches Auftreten der Symptome beim Kreislaufstillstand

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

ptome (s. Tab. 10.1) der akut sistierenden Kreislauffähigkeit treten schon nach kurzer Zeit auf und müssen festgestellt werden. Es ist der Basischeck nach dem BAK-Schema (s. Kap. 6) durchzuführen:

- a. Bewusstseinskontrolle,
- b. Atmungskontrolle,
- c. Kreislaufkontrolle.

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 Infusion. Die Beurteilung der Bewusstseinslage des Patienten stellt somit die Grundlage für die Einschätzung seiner 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 Falle 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 (s. Kap. 9.2).

Der klinische Tod ist mit dem Vorliegen eines Atemstillstands korreliert. 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 (s. Kap. 9), 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

Die Maßnahmen bei BLS müssen ohne Verzögerung angewendet werden.

Die Feststellung des Atemstillstandes darf 10 Sek. nicht überschreiten.

Zur Diagnose des **Kreislaufstillstands** sollte der Puls an den großen Körperarterien getastet werden (A. carotis und A. femoralis bzw. A. brachialis). Eine plötzliche **Pulslosigkeit** stellt das wichtigste Symptom des Herz-Kreislaufstillstands und die Indikation zur kardiopulmonalen Reanimation dar. Die A. carotis verläuft als Ast der Brustorta jeweils seitlich des Kehlkopfes am Hals. Um die Arterie zu tasten, legt man Zeige- und Mittelfinger auf den Schildknorpel des Patienten und wandert mit den Fingern einige Zentimeter seitlich bis zur Grube zwischen Larynx und seitlichen Halsmuskeln, wo die Druckwelle der Halsschlagader deutlich zu tasten sein sollte.

Ist der Karotispuls nur schwach tastbar, so darf mit der Herzdruckmassage nicht begonnen werden, da durch die Kompression des Thorax die Auswurfleistung des spontan schlagenden Herzens noch weiter vermindert und das Auftreten von Rhythmusstörungen begünstigt wird.

Das Auffinden und Tasten kann in Einzelfällen schwierig sein. Aus diesem Grund sollte dieses Manöver nicht länger als insgesamt 10 Sekunden dauern, um die wesentlichen Maßnahmen nicht zu verzögern!

Die überarbeiteten Leitlinien zur Reanimation von 2005 sehen die Maßnahme der Palpation des Pulses der Arteria Carotis als schwierig zu erlernen für Laienhelfer an, aus diesem Grund wird sie zukünftig in der Ausbildung der „Ersten Hilfe“ und vergleichbaren Lehrgängen nicht

mehr gelehrt. Professionelle Helfer im Rettungsdienst, in Notfall- und Intensivmedizin sind zur Anwendung dieser Maßnahme weiter verpflichtet.

Achtung

- Druckrezeptoren, die in der Karotisarterie lokalisiert sind, können bei Kompression der Arterie erregt werden und eine Bradykardie oder Vagotonie auslösen.
- Eine bereits bestehende Bradykardie kann durch Manipulationen an der Karotisarterie noch weiter gefördert werden.
- Bei der gleichzeitigen Palpation beider Halsschlagadern besteht die Gefahr der Verminderung eines noch vorhandenen Blutstroms zum Gehirn.

Ungefähr 60 bis 90 Sekunden nach Eintritt des Herz-Kreislaufstillstands werden die **Pupillen** weit und später entrundet. Die Beeinflussung der Pupillendiagnostik durch unterschiedliche Störfaktoren sollte bei der Überprüfung berücksichtigt werden. Der RS/RA muss beide Pupillen überprüfen, da durch Augenverletzungen oder ein Glasauge schnell falsche Diagnosen gestellt werden können. Wichtig ist auch, dass an die Änderung der Pupillenweite durch Medikamente gedacht wird (z. B. Mydriasis bei Atropin- und Adrenalingabe, Miosis bei Opiatintoxikationen). Die Pupillenverengung im Verlauf der Reanimation ist sicherlich nur ein Hilfsmittel für die Überprüfung der Wirksamkeit angewandter Basismaßnahmen und sollte daher im Rahmen der Vitalzeichenprüfung nicht überbewertet werden.

Praxistipp

Auf keinen Fall ist die Pupillenkontrolle entscheidend für den Beginn einer Reanimation, wohl aber für die Überprüfung ihres Verlaufes!

10.1.4 Reihenfolge der Basismaßnahmen

Wurde bei einem Patienten ein Herz-Kreislaufstillstand diagnostiziert, muss mit den Basismaßnahmen der Reanimation unverzüglich begonnen werden. Die einzuleitenden Maßnahmen sind in Tab. 10.1a zusammengefasst. Der Notarzt ist unverzüglich nachzufordern.

Tab. 10.1a: Basischeck und Basismaßnahmen beim Auffinden einer leblosen Person

Teamleiter	Teampartner
Bewusstseinskontrolle <ul style="list-style-type: none"> • Patient ansprechen und leicht an den Schultern schütteln • „Patient ist bewusstlos, NA alarmieren!“ 	Notfallkoffer öffnen Notarzt nachalarmieren <ul style="list-style-type: none"> • „Ich fordere den NA über Funk nach.“ oder • „Notarzt ist bereits alarmiert.“
Atemkontrolle (10 sec.) <ul style="list-style-type: none"> • Atmung überprüfen • Atemwege freimachen • Esmarch-Handgriff • „Patient atmet nicht“ 	
Kreislaufkontrolle (10 sec.) <ul style="list-style-type: none"> • Puls an Halsseite (A. carotis) prüfen • „Kein Puls tastbar!“ • „Herzdruckmassage beginnen!“ 	„Ich beginne Herzdruckmassage“ (laut mitzählen) 30 Thoraxkompressionen
Beatmung vorbereiten <ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoffflasche öffnen, maximaler Flow • Beatmungsbeutel mit Reservoirbeutel und passender Maske • Sauerstoff an Reservoir anschließen • „Beatmung ist vorbereitet“ 	30 Thoraxkompressionen <ul style="list-style-type: none"> • Druckfrequenz 100 pro Minute • Drucktiefe 4 – 5 cm • Druckpunkt Mitte des Brustkorbes
2 effektive Beatmungen (je 1 sec.) <ul style="list-style-type: none"> • ggf. Patienten mit dem Rücken auf eine harte Unterlage legen • Guedeltubus einlegen • Maske von der Nase zum Kinn hin aufsetzen und im C-Griff halten • Tidalvolumen: halber Beutel (ca. 500 ml) • Beatmungsdruck niedrig halten 	30 Thoraxkompressionen
2 effektive Beatmungen (je 1 sec.) <ul style="list-style-type: none"> • Die Maske bleibt zwischen den einzelnen Beatmungen fest auf dem Patienten. • Thoraxhebungen müssen sichtbar sein 	30 Thoraxkompressionen
2 effektive Beatmungen Defibrillator (AED) vorbereiten <ul style="list-style-type: none"> • Elektroden aufkleben • Elektroden anschließen • Defibrillator einschalten 	30 Thoraxkompressionen
Rhythmusdiagnostik durchführen, nachdem Defibrillator (AED) angeschlossen ist und weiter entsprechend Algorithmus Kammerflimmern (VF) oder Asystolie	

Das **ABC-Schema** gilt als Leitfaden für den Laienhelfer und in erweiterter Form auch für den RD:

A Atemwege freimachen

- Inspektion von Mund und Rachenraum
- Entfernen von Fremdkörpern
- gezieltes Absaugen mit Geräten
- Überstrecken des Kopfes

- Einführen eines oralen oder nasalen Tubus
- Respiratortherapie.

B Beatmung

- Mund-zu-Nase- oder Mund-zu-Mund-Beatmung
- Beutelbeatmung mit Maske, Reservoir und Sauerstoff.

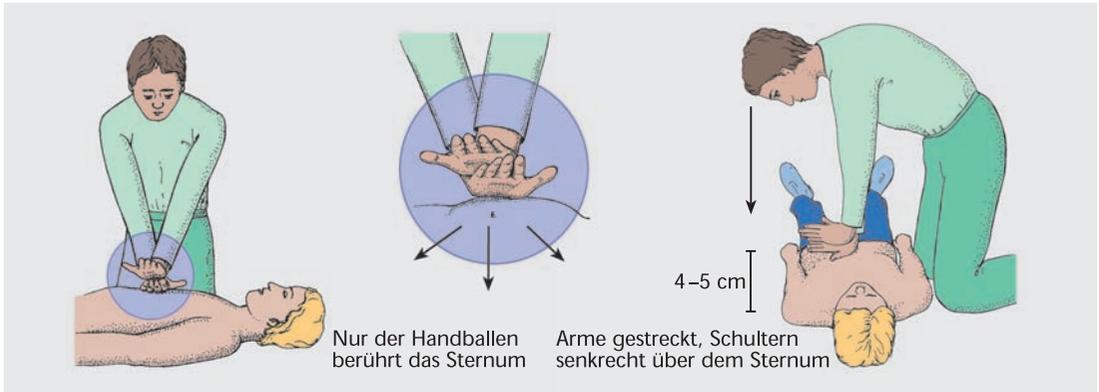


Abb. 10.2: Herzdruckmassage. Der Druckpunkt liegt beim Erwachsenen in der Mitte des Sternums. Den Handballen einer Hand darauf setzen und die Finger dieser Hand nach oben strecken. Den anderen Handballen auf den Handrücken der ersten Hand legen, die Finger dieser Hand ebenfalls strecken. Wie der vergrößerte Ausschnitt zeigt, überträgt nur der Handballen den mit gestreckten Armen ausgeübten Druck, und es kommt zu einer Umverteilung von Blut im Thorax. [A400-190]

C Circulation

- Herzdruckmassage (HDM)

Maßnahmen des ALS:

- Drugs (eng. Medikamente)
 - Adrenalin, Amiodaron
 - venöser Zugang
- Elektrotherapie
 - Defibrillation,
 - Schrittmacher.

Wurde bei der Erstuntersuchung des Patienten ein Atemstillstand festgestellt, so müssen die Atemwege inspiziert und gereinigt werden. Durch die Entfernung von Fremdkörpern aus den Luftwegen wird möglicherweise schon die Ursache für den Atemstillstand behoben. Auch nicht feststehende Prothesenteile sollten entfernt und in jedem Falle asserviert werden. Bei einer durchzuführenden Beatmung können sie sich lockern und dislozieren, dabei kann es zu einer Verlegung der Atemwege kommen. Das **Freihalten der Atemwege** ist durch das Überstrecken des Kopfes oder mit dem Esmarch-Handgriff (s. Kap. 9) 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 (s. Kap. 9). 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 500ml für Erwachsene. Entscheidend ist bei einem nicht intubierten Patienten die Aspiration erfolgreich zu verhindern und die Erfolgsaussichten damit zu steigern. Eine Maßnahme in diese Richtung ist die Anwendung von kleinen Tidalvolumina. Die Leitlinien sehen den Wegfall der initialen zwei Beatmungen vor, d. h. nach dem Atemstillstand wird sofort der Kreislaufstillstand festgestellt und mit der HDM begonnen.

Konnte bei der Karotispulskontrolle kein Pulschlag gefühlt werden, muss umgehend mit den Maßnahmen der **kardiopulmonalen Reanimation** begonnen werden. Das vorrangige Ziel der Wiederbelebensmaßnahmen ist die Wiederherstellung eines Minimalkreislaufs zur Versorgung der Körperorgane, insbesondere des Gehirns, mit oxigeniertem Blut. Untersuchungen des Wirkmechanismus der **externen HDM** (Herzdruckmassage, s. Abb. 10.2) haben ergeben, dass durch die Kompression eine intrathorakale Drucksteigerung gelingt, wenn sich der RS/RA

in einer optimalen Position befindet. Dadurch wird das Blut aus dem Herzen gedrückt und in den großen Gefäßen weitergeschoben. Bei der HDM lässt sich ein separater Minimalkreislauf erzeugen. Dieser ist für die Perfusion vitaler Organe kurzfristig ausreichend. Zu Bedenken ist dabei jedoch: es wird lediglich eine Systole erzeugt, einen diastolischen Blutdruck erzeugt die HDM **nicht!**

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. Falls es notwendig ist, können die Beine des Patienten hochgelagert werden, damit in den Beinen befindliches Blut für die HDM genutzt werden kann und die Zirkulation in den Beinen durch eine Erhöhung des peripheren Widerstands vermindert wird. Weiterhin ist es sinnvoll, den Oberkörper des Patienten zu entkleiden, um den Druckpunkt für die externe Herzmassage zu suchen und einwandfrei zu markieren. Eine Abwechslung des RS/RA sollte nach 2–4 Minuten oder 1–2 Zyklen erfolgen.

Als **optimaler Druckpunkt** wird in den neuen Guidelines die Mitte des Sternums angegeben. An dieser Stelle werden die Handballen übereinandergelegt und die Fingerspitzen angehoben, damit Rippenfrakturen möglichst vermieden werden. Die Arme sind während der Druckmassage durchgestreckt und befinden sich senkrecht über dem Druckpunkt. Während der Kompression sollte die Drucktiefe zwischen 40 und 50 mm liegen und eine Frequenz von 100 Kompressionen pro Minute erreicht werden. Die Durchführung der Reanimation geschieht im Wechsel HDM und Beatmung, sie kann von einem RS/RA allein bzw. von beiden durchgeführt werden.

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 erfolgt die Thoraxkompression kontinuierlich ohne Unterbrechung.

Es wird eine Beatmungsbeutel-Masken-Beatmung mit Reservoir und Sauerstoff durchgeführt, die durch den Einsatz eines Guedel- oder Wendl-Tubus erleichtert werden kann. Die Kombination des Beatmungsbeutel – Masken Systems mit unterschiedlichen Hilfsmitteln und Sauerstoff, führt zu verschiedenen Sauerstoffkonzentrationen während der Ventilation. Auf jeden Fall sollte

Tab. 10.1b: Verwendete Beatmungsform und inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO_2)

Beatmungsform	FiO_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 %

die optimale Sauerstoffkonzentration bei vorbestehender Hypoxie angestrebt werden (s. Tab. 10.1b). Zur Erleichterung der Atemspende wird der Kopf überstreckt und das Kinn angehoben.

Die **Wirksamkeit** der Maßnahmen kann durch das Fühlen des Karotispulses, die Beurteilung von Hautfarbe, Bewusstsein und Pupillenweite (vor Medikamentengabe) und das Einsetzen einer Spontanatmung oder eines Spontankreislaufs (ROSC) kontrolliert werden.

Komplikationen bei der HDM sind:

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

Merke

Eine professionelle Durchführung der Reanimation zeichnet sich durch geringe Komplikationen bzw. Vermeiden von weiteren Schäden aus.

10.1.5 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. Der Reanimationsversuch darf in einer solchen Situation nur beim Vorliegen sicherer Todeszeichen wie Totenflecken, Totenstarre (Auftreten nach ca. zwei Stunden) oder Fäulniserscheinungen unterlassen werden. Beim Vorlie-

gen von Verletzungen, die nicht mit dem Leben vereinbar sind, müssen keine Wiederbelebungsmaßnahmen versucht werden.

Da am Einsatzort bei einer Wiederbelebung meist Informationen über Vorerkrankungen des Patienten und die Dauer des Herz-Kreislaufstillstands sowie apparative Möglichkeiten zur Beurteilung der Hirnfunktion des Patienten fehlen, können keine festen Zeitangaben über die **Mindestdauer** von Reanimationsversuchen gemacht werden. Aus diesem Grund werden Anweisungen über den Zeitpunkt des Reanimationsabbruchs durch den Arzt immer situationsspezifisch und unter Einbeziehung vorliegender bzw. fehlender Zeichen der Wirksamkeit angewandter Maßnahmen erfolgen.

10.1.6 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 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 RD kommen. Es soll eine Verkürzung der Zeitspanne zwischen dem Auftreten von Kammerflimmern und der adäquaten Therapie durch die Defibrillation erfolgen. Neben der medizinischen Qualifizierung der Ersthelfer durch entsprechende Instruktoren ist auch die Einweisung nach dem Medizinproduktegesetz für die jeweils eingesetzten Geräte zwingend notwendig.

Sollte bei Eintreffen des Rettungsdienstes bereits mit den Basismassnahmen begonnen worden sein und ein AED zum Einsatz gekommen sein, sollte dies dokumentiert werden, die RA/RS sollten sich bei den Helfern für deren Einsatz bedanken und die weitere Therapie dann übernehmen.

Wer in seinem Rettungsdienstbereich ein Projekt initiieren möchte, kann sich unter www.bundesärztekammer.de weiter informieren.

10.2 Erweiterte Maßnahmen der Reanimation (ALS)

Im Rahmen der Reanimationsmaßnahmen werden Basismaßnahmen (Beatmung und HDM) 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 vier Minuten mit den Basismaßnahmen begonnen wird und die erweiterten Maßnahmen spätestens nach acht Minuten durchgeführt werden. Unter dem Begriff **Advanced Life Support** (ALS) werden folgende Maßnahmen des Rettungsteams zusammengefasst:

- Elektrotherapie
- Gefäßzugänge
- Medikation
- erweiterte Methoden der Beatmung.

Das ABC-Schema wird erweitert:

- **Atemwege:** endotracheale Intubation (s. Kap. 11.1)
- **Beatmung:** Beatmung über den Endotrachealtubus mit einem Notfallrespirator (s. Kap. 11.3)
- **Circulation:** venöser Zugang (s. Kap. 7), Volumengabe (s. Kap. 4.7), intraossärer Zugang, als mögliche Alternative endobronchiale Medikamentenapplikation (s. Kap. 4.3)
- **Drugs:** Adrenalin, Lidocain, Atropin, Natriumbicarbonat (s. Kap. 4.6)
- **Elektrotherapie:** elektrische Defibrillation.

Neben diesen Maßnahmen sind eine ausgezeichnete Absprache und ein fortwährendes Training der beschriebenen Maßnahmen und ihrer Durchführung zwingend notwendig. Voraussetzung für die optimale Reanimation ist die Platzierung von RS/RA, Geräten und Notfallausrüstung (s. Abb. 10.3).

10.2.1 Elektrische Defibrillation

Die elektrische Defibrillation ist die Methode der Wahl bei **Kammerflimmern**, **Kammerflattern** und **pulsloser ventrikulärer Tachykardie**. Sie ist nach den heutigen Vorstellungen als erste Maßnahme ohne Zeitverzögerung durchzuführen (s. Kap. 10.3), sobald das Kammerflimmern durch EKG-Ableitung erkannt worden ist. HDM und Beatmung können zwar einen Minimalkreis-

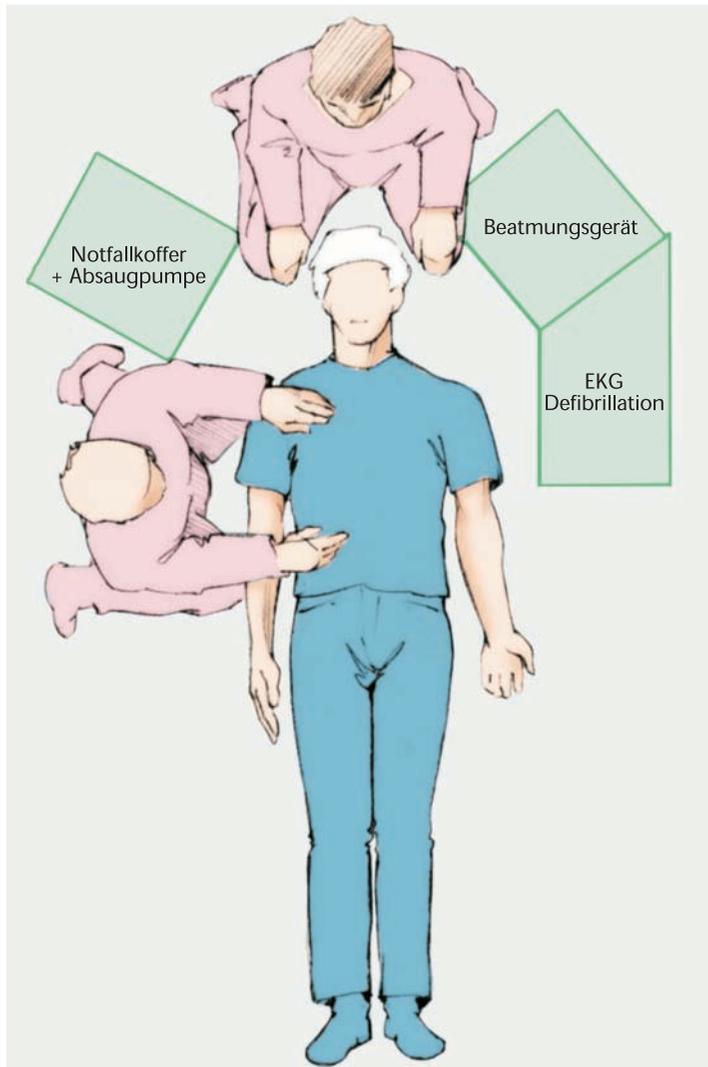


Abb. 10.3: Reanimationsmanagement [L108]

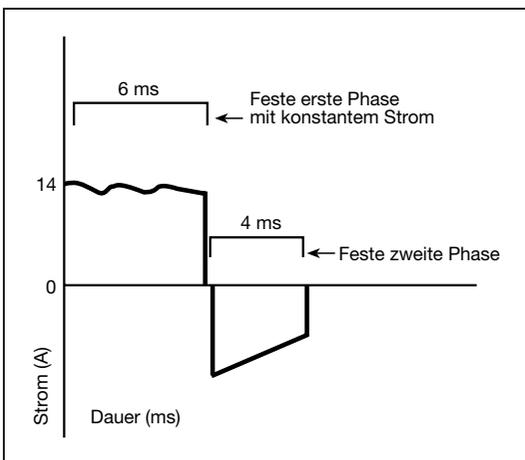


Abb. 10.4: Biphasischer Rechteckimpuls

lauf aufrechterhalten, nicht aber die ablaufenden irreversiblen Veränderungen am Herzmuskel stoppen. Kammerflimmern muss, wie jede andere Form des Kreislaufstillstands, schnellstmöglich behandelt werden, um die Überlebenschancen für den Patienten zu erhöhen.

Unter dem Begriff **Defibrillation** wird die direkte Verabreichung eines Stromstoßes durch den Brustkorb hindurch oder bei eröffnetem Thorax direkt an den Herzmuskel verstanden.

Die dabei verwendeten Impulse waren üblicherweise monophasisch. Seit einigen Jahren werden auch biphasische Rechteckimpulse eingesetzt (s. Abb. 10.4). Die gewählte Energie kann bei gleichbleibender Effizienz deutlich geringer gewählt werden. Die Vorteile sind geringere Haut-

schäden sowie reduzierter Verlust an Myozyten, da auch die Defibrillation zu Schäden am Myokard führt. Die optimalen Impulsgrößen sind derzeit Gegenstand verschiedener Forschungsansätze. Die gültigen Algorithmen der Reanimation werden dadurch in ihrer Bedeutung nicht berührt.

Ziel ist die Beendigung einer lebensbedrohlichen Arrhythmie, die sich im Notfall-EKG als Kammerflimmern, Kammerflattern oder als pulslose Kammertachykardie zeigt. Betroffen von diesen Rhythmusstörungen sind in der Regel Patienten mit koronarer Herzkrankheit, akutem Herzinfarkt, komplexen Herzrhythmusstörungen, Intoxikationen, Stromunfällen oder auch Störungen im Säure-Basen-Haushalt.

Indikation zur Defibrillation

Kammerflimmern stellt das am häufigsten gefundene EKG-Bild bei Patienten mit dem „plötzlichen Herztod“ dar. Es gibt während des Herzzyklus eine kurze Zeitspanne, in welcher der Herzmuskel besonders anfällig für Kammerflimmern ist. Diese Phase wird als **vulnerable Phase** bezeichnet und hat eine Dauer von 20–40 Millisekunden. Im EKG entspricht sie annähernd 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 in der Regel toleriert. Beim vorgeschädigten Herzen oder bei akuten Erkrankungen, wie z. B. dem Herzinfarkt, kann allerdings in der vulnerablen Phase Kammerflimmern ausgelöst werden. Es entstehen ektopische 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 gegeben, 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 die-

sem 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 einem solchen Zustand muss der Patient weiter mit den speziellen Reanimationsmaßnahmen behandelt werden.

Umgang mit dem Defibrillator

Jeder, der mit einem Defibrillator umgeht, muss nach den Bestimmungen des Medizin-Produkt-Gesetzes in dieses Gerät eingewiesen sein. Die Abgabe des elektrischen Defibrillationsimpulses erfolgt bei der in der präklinischen Notfallmedizin angewandten externen Defibrillation über zwei großflächige Elektroden. Diese Elektroden werden **Paddles** genannt und sind in unterschiedlichen Größen erhältlich. Jeweils vor Durchführung der Defibrillation werden die Elektrodenflächen mit einem leitfähigen **Kontaktgel** bestrichen. Es befinden sich auch vorgefertigte Klebeelektroden im Handel, die auf die Haut aufgeklebt werden müssen. Die Klebeelektroden sind für den Einmalgebrauch bestimmt.

Die gewünschte **Defibrillationsenergie** wird am Energiewahlschalter des Geräts eingestellt und entspricht nach aktuellen Empfehlungen beim Erwachsenen initial 4 Joule/kg KG bzw. 360 J bei dem Einsatz von monophasischen und 150–200 J, bei dem Einsatz von biphasischen Geräten. 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 platziert die Paddles am Patienten und muss sich vergewissern, dass kein Anwesender mehr Kontakt zum Patienten hat. Der Warnhinweis „Weg vom Patienten“ muss durch den Anwender erfolgen. Nachdem er sich davon überzeugt hat, dass kein Patientenkontakt zu den Anwesenden und zu ihm selbst mehr besteht, erfolgt vor der Durchführung der Defibrillation der **Warnhinweis** „Achtung Defibrillation“.

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 Defibrillationspaddles** 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 Säuglingsdefibrillation, ist die Positionierung 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. Durch den festen Andruck beider Paddles wird ein guter Hautkontakt hergestellt und die Luft aus den Lungen gepresst.

Nach durchgeführter Defibrillation werden die Maßnahmen der Reanimation fortgeführt und der **Rhythmus** auf dem über Klebeelektroden angeschlossenen EKG-Monitor **kontrolliert**. Besteht weiterhin eine defibrillationspflichtige Rhythmusstörung, erfolgt eine weitere Defibrillation gemäß den Algorithmen der Reanimation, bei verändertem Rhythmus erfolgt eine Pulskontrolle an beiden Karotisarterien. Die weitere Behandlung richtet sich nach den dann am Patienten erhobenen Befunden (s. Kap. 10.3).

Durchführung der Defibrillation in der Übersicht

- Elektroden-Gel auf die Elektroden auftragen
- Defibrillator einschalten
- gewünschte Energiemenge wählen

- gewünschte Energiemenge laden
- Elektroden auf die Brust des Patienten drücken
- vergewissern, dass kein Kontakt zwischen Anwender und Elektroden-Gel besteht
- vergewissern, dass alle Anwesenden keinen Patientenkontakt haben
- Kommando: „Weg vom Patienten“
- vor Defibrillation Warnung der Anwesenden: „Achtung Defibrillation“
- Elektroden fest andrücken und Entladung auslösen
- Fortführung der Reanimation
- EKG-Monitor beobachten, ggfs. Pulskontrolle
- bei Erfolglosigkeit erneute Defibrillation wie beschrieben oder weitere Reanimationsmaßnahmen nach Algorithmus.

10.3 Algorithmen der Reanimation

Bei einem Versagen der Herz-Kreislauffunktion 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 sollen als Therapieempfehlung verstanden werden. Entsprechend den aktuellen Erkenntnissen in der Medizin werden diese Abläufe überprüft und gegebenenfalls 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 befasst - das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Erstmals im Jahr 2000 wurden von dieser Organisation, deren Mitglieder die namhaften nationalen notfallmedizinisch tätigen Organisationen sind, Empfehlungen zur Durchführung einer Reanimation verabschiedet. Diese sogenannten „Guidelines“ Leitli-

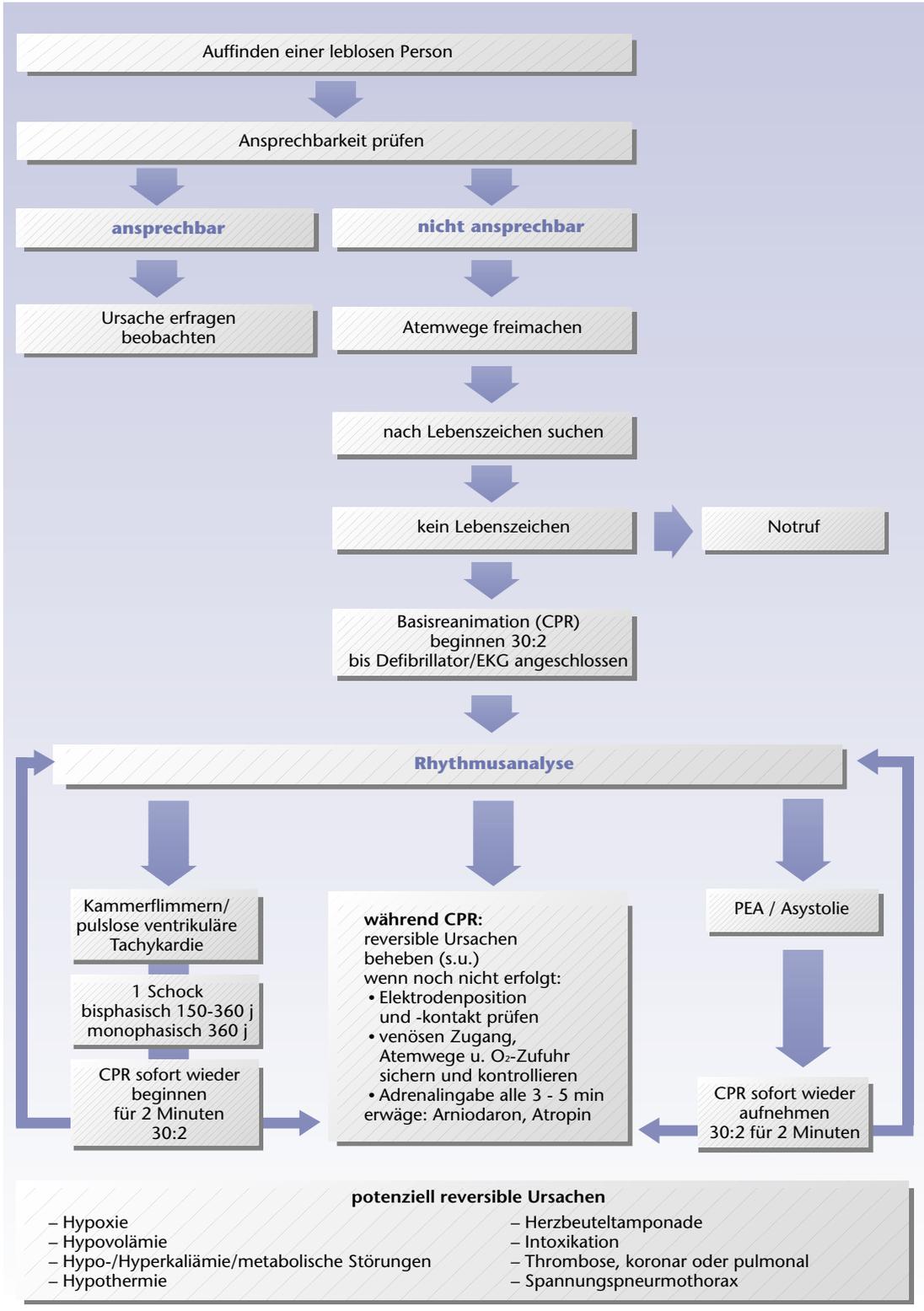


Abb. 10.4a: Universalalgorithmus (modifiziert n. Sefrin, P., Neue Reanimationsleitlinien, 2006, Der Notarzt 2006, 37 – 41)

nien wurden, sofern notwendig, ebenfalls in die Algorithmen integriert. Für das Jahr 2006 wurden durch die nationalen Organisationen die überarbeiteten Versionen dieser „Guidelines“ übernommen und adaptiert.

Ausgangspunkt für die Algorithmen ist der „Universalalgorithmus“ für das Auffinden einer leblosen Person (s. Abb. 10.4a).

Merke

Unterbrechungen der HLW (Herz-Lungen-Wiederbelebung) bei pulslosen Patienten sollten nur kurzzeitig zur Durchführung erweiterter Maßnahmen (z. B. Defibrillation, Intubation, Schrittmachertherapie) erfolgen.

Diese so genannten „No-Flow“ Phasen (engl. keine Perfusion) gilt es zu vermeiden. Aus diesem Grund sollte eine Intubation nach 30 Sekunden mit Anschluss des Respirators beendet sein. Auch die bislang durchgeführten Dreier-Serien der Defibrillation werden zu Gunsten der HDM mit Zirkulation und ggf. eines Defibrillationschocks alle 2 Minuten verlassen. Durchgeführte Untersuchungen an Tieren bestätigen diese auch physiologisch nachvollziehbaren Veränderungen, die sich nunmehr in der Praxis beweisen müssen.

10.3.1 Klassifizierung von Reanimationsmaßnahmen

Die Leitlinien der Reanimation beruhen auf einen langen Konsensprozess von etwa 300 Wissenschaftlern aus der gesamten Welt. Um ihre Aussagen zu den Maßnahmen der Reanimation zu begründen, wurde das System der Evidenzbasierten Medizin (EBM) genutzt. Dabei werden bei Maßnahmen nach Evidenzstufen für ihre Wirksamkeit bewertet (s. Tab. 10.1c).

Tab 10.1c

Level 1:	Randomisierte, kontrollierte Stadium (RCT)
Level 2:	w.o. mit geringeren Effekten
Level 3:	w.o. aber nicht randomisiert
Level 4:	ältere Studien
Level 5:	Falldokumentationen
Level 6:	Tiermodelle
Level 7:	Daten, die auf neue Fragestellungen übertragen wurden
Level 8:	allgemeine Praxis bzw. akzeptierte Meinung

von Level 1 bis Level 8 erfolgt eine abnehmende Evidenz

Eine Zusammenfassung dieser Dokumentation, die als CoSTR bekannt wurde (Consensus on Science with Treatment Recommendations), findet sich unter: www.erc.edu.

Die AHA (American Heart Association) benutzt weiter das vor Jahren etablierte System einer Bewertung von Maßnahmen ohne Angabe der Evidenz (s. Tab. 10.2).

10.3.2 Algorithmen verschiedener Herz-Kreislaufstillstände

Kammerflimmern (s. Abb. 10.5)

- 1. Der präkordiale Faustschlag** ist insbesondere sofort nach Eintreten eines Kreislaufstillstandes indiziert, dies gilt für ein am Monitor beobachtetes Kammerflimmern.

Tab. 10.2: Klassifizierung von Reanimationsmaßnahmen durch die AKA

Grad	Bewertung
I	Die Maßnahme ist indiziert und nachgewiesenermaßen hilfreich.
IIa	Die Maßnahme ist akzeptabel und wahrscheinlich hilfreich.
IIb	Die Maßnahme ist akzeptabel und möglicherweise hilfreich.
Klasse „Indeterminate“	Zum derzeitigen Zeitpunkt nicht beurteilbar, keine Empfehlung möglich.
III	Die Maßnahme ist nicht indiziert und möglicherweise schädlich.

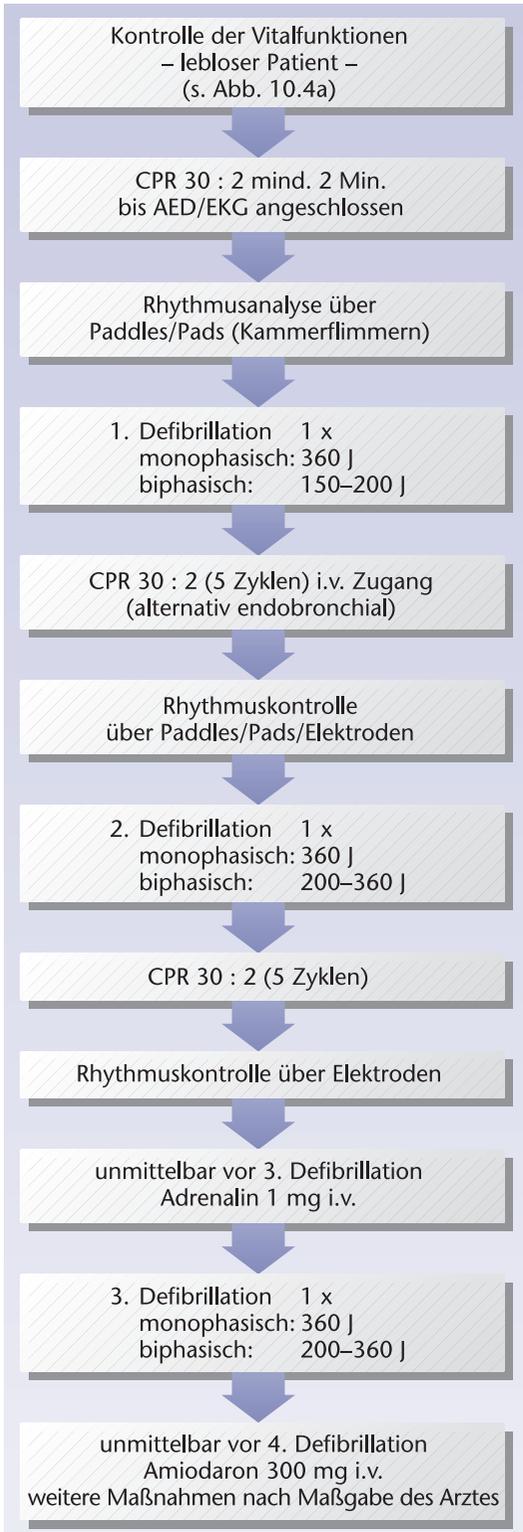


Abb. 10.5: Algorithmus bei Kammerflimmern (nach ERC 2005)

2. **Eine frühestmögliche Defibrillation** verspricht bei Kammerflimmern den größten Erfolg. Bei beobachtetem Kreislaufstillstand und Erreichbarkeit eines Defibrillators/AED innerhalb von 5 Minuten wird sofort defibrilliert. Sollte das Eintreten des Kreislaufstillstandes zeitlich unklar sein, wird zunächst mit dem BLS für 2 Minuten (oder 5 Zyklen) begonnen und erst danach defibrilliert. Aufgrund des gesenkten Hautwiderstands durch die Anwendung von Elektrodengel und einem Anpressdruck von 10kg erreicht mehr Energie das Herz, und auch eine veränderte Paddleposition kann die Erfolgsaussichten verbessern. Weiterhin wird das Myokard geschont.
3. **Die Intubation** und das Legen eines **venösen Zugangs** müssen zügig durchgeführt werden, um die Basismaßnahmen nicht lange zu unterbrechen (ausreichende Zirkulation!) und die unterstützende medikamentöse Therapie schnell einleiten zu können. Nach der Intubation kann bei schlechten Venenverhältnissen das Legen eines venösen Zugangs bis zum nächsten Zyklus verschoben werden. Adrenalin (1 mg i. v.) kann in zwei- bis dreifacher Dosierung endobronchial appliziert werden, sofern es nicht gelingt, einen venösen Zugang bzw. eine intraossäre Kanülierung zu etablieren. Es gilt also die e.b. Gabe von Medikamenten als absoluter Reserveweg, da die Resorption der Medikamente als unsicher anzusehen ist. Wiederholung alle drei bis fünf Minuten (alle zwei Minuten nach Empfehlung des ERC).
 - Adrenalin: 0,1 mg/kg KG i. v. alle 3–5 Min.
 - Es kann ebenfalls die Gabe von Vasopressin 40 IU i.v. indiziert sein.
4. **Defibrillation:** Das Konzept der steigenden Energiezufuhr wurde verlassen. Es wird nur noch mit Maximalenergie defibrilliert. Die langen Pausen der Erfolgskontrolle entfallen ebenfalls, d. h. unmittelbar nach dem Defibrillationsschock wird sofort weiter reanimiert. Es entfällt die Unterscheidung in feines Flimmern und Asystole - Untersuchungen zeigten, dass ein feines Kammerflimmern (VF) nicht zu defibrillieren ist.
5. Vor der 3. Defibrillation wird 1mg Adrenalin i.v. appliziert, um die Erfolgsaussicht der Defibrillation zu erhöhen.

- Einzusetzen ist Amiodaron (Cordarex®) 2–5 mg/kg KG, 300 mg Bolus vor der 4. Defb.
 - Lidocain (Xylocain® 2%) 1,5 mg/kg KG (max. 3 mg/kg KG), wiederum gefolgt von einer Defibrillation mit 360 Joule nach etwa 30–60 Sek., gilt als Alternative.
 - Weiter ist die Gabe von Kalziumchlorid 4 mg/kg KG bei vermuteter Hyperkaliämie in Betracht zu ziehen.
 - Einer Hypokaliämie wird mit Kaliumchlorid 10 mval begegnet, evtl. in Kombination mit 1–2 g Magnesiumsulfat über 1–2 Min. i. v., da beide Elektrolytentgleisungen oft zusammen auftreten.
- 6. Der Einsatz von Natriumbicarbonat 8,4%** sollte zurückhaltend erfolgen, da eine Blindpufferung mit ggf. nachfolgender Alkalose das Reanimationsergebnis negativ beeinflussen kann.
- 7. Reanimation bei einer Körperkerntemperatur unter 30 °C** (s. a. Kap. 22)
- zurückhaltender i. v. Medikamenteneinsatz
 - Transport unter HLW ins Krankenhaus
 - Die präklinische Infusion erwärmter Elektrolytlösungen (40 °C) ist umstritten, kann jedoch in Betracht gezogen werden. Klinisch gibt es verschiedene Möglichkeiten, eine innere Erwärmung einzuleiten. Hierzu zählen neben der Verabreichung erwärmter Infusionslösungen die Beatmung mit feuchtem, erwärmtem Sauerstoff, die Durchführung einer Peritoneallavage, die extrakorporale Erwärmung oder der Einsatz eines Ösophagus-Erwärmungstubus.

Asystolie (s. Abb. 10.6)

Die Bestätigung einer Asystolie sollte durch das Abrufen mehrerer Ableitungen erfolgen. Während sich bei begründetem Verdacht auf ein Kammerflimmern eine sofortige **Defibrillation** empfiehlt, können ungerechtfertigte Schocks die Einstellung eines spontanen Herzrhythmus verhindern (erhöhter Parasympathikustonus) und somit die Erfolgsaussichten einer Reanimation verschlechtern.

Nach Etablierung eines Gefäßzugangs ist eine schnellstmögliche **Intubation** immer anzustreben. Dies bietet mehrere Vorteile: Neben der Sicherung der Atemwege (Aspirationsschutz) ermöglicht die PEEP-Beatmung (5 cmH₂O) eine verbesserte Ventilation. Die Applikation von Adrenalin und

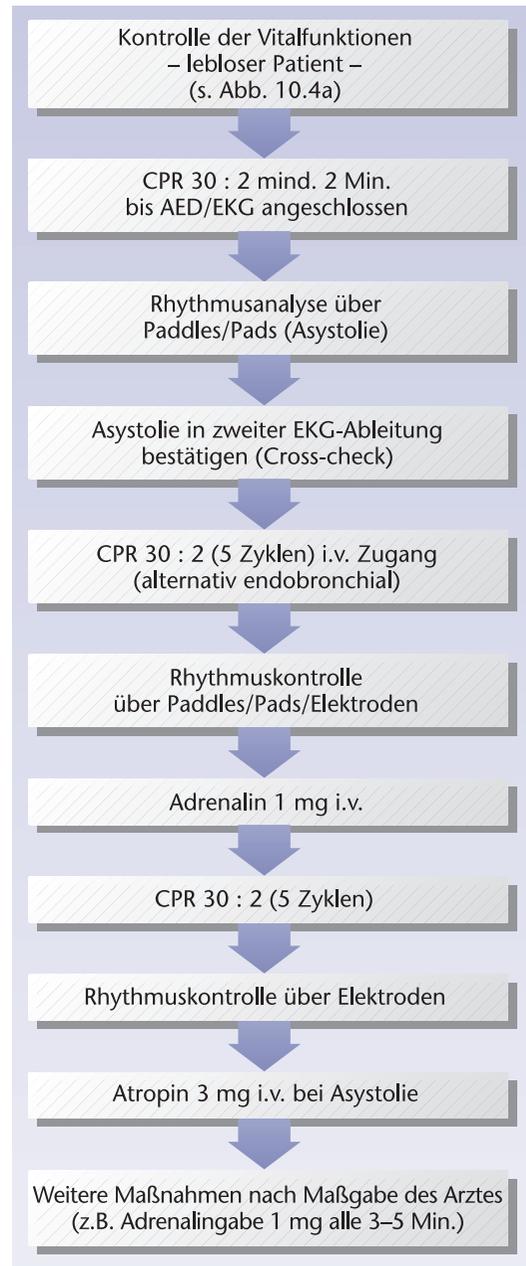


Abb. 10.6: Algorithmus bei Asystolie (nach European Resuscitation [ERC] 2005)

Atropin kann notfalls über den Tubus erfolgen (zwei- bis dreifache Dosierung).

Das schnelle Ergründen der möglichen Ursache für eine Asystolie ist hinsichtlich der schlechten Prognose von großer Bedeutung. Parallel zu den ersten Maßnahmen sollte deshalb eine **Anamneseerhebung** (Vorerkrankungen, Medikamente) durchgeführt werden.

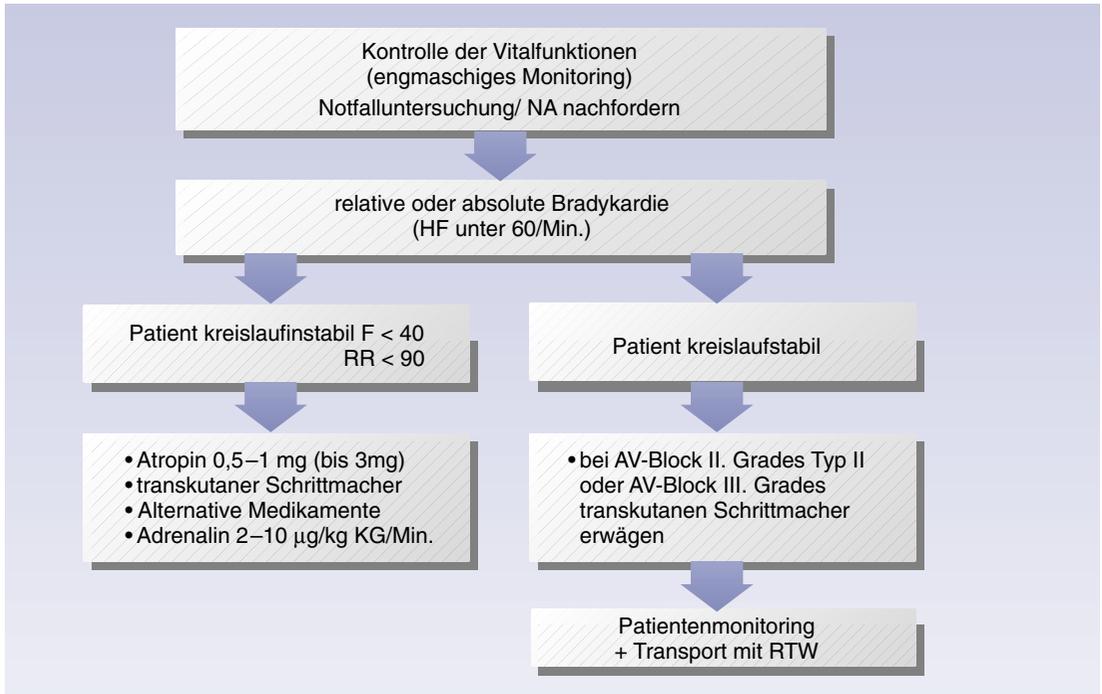


Abb. 10.7: Algorithmus bei Bradykardie

Der ERC empfiehlt die einmalige Gabe von 3 mg Atropin i. v. zur kompletten Vagusdämpfung. Für die Gabe von Natriumbicarbonat 8,4 % gelten die Empfehlungen wie unter Kammerflimmern.

Da die Aussichten einer erfolgreichen Reanimation bei Asystolie sich schnell verringern, sollte nach etwa 15 Minuten die Einstellung aller Maßnahmen in Erwägung gezogen werden. Ausnahmen stellen junge Menschen und Patienten mit einer Hypothermie dar.

Pulslose elektrische Aktivität PEA

(s. Abb. 10.6)

Die pulslose elektrische Aktivität (PEA) ist gekennzeichnet durch eine elektrische Aktivität des Herzens ohne messbare Auswurfleistung. Neben den oben genannten möglichen Ursachen kann sie auch die letzte elektrische Aktivität eines sterbenden Herzens darstellen, z. B. nach einem großen Myokardinfarkt. Kann eine ursächliche Störung nicht behoben werden, ist die Prognose sehr schlecht.

Für die Gabe von Natriumbicarbonat 8,4 % gelten die Empfehlungen wie unter Kammerflimmern dargestellt.

Ventrikuläre Bradykardie (s. Abb. 10.7)

Beim Auftreten einer Bradykardie ist zum einen die vorliegende Frequenz zu dokumentieren und die bestehende Kreislauftsituation als stabil oder nicht stabil zu bewerten:

1. Bewusstseinsveränderungen
2. Herzfrequenz 40/min. oder weniger
3. Blutdruck unter 90 mmHg
4. Zeichen der Herzinsuffizienz z. B. US-Ödeme, rasselnde Atmung.

Die Durchführung der Basismaßnahmen hat bei Patienten mit lebensbedrohlicher Symptomatik keine untergeordnete Bedeutung und diese dürfen nicht unterlassen werden: optimale Lagerung des Patienten und Gabe von Sauerstoff. Bedrohliche Symptome sind Ateminsuffizienz, Dyspnoe, Bewusstseinsstörungen, Kreislaufinsuffizienz, Schock und Infarktssymptomatik. In diesem Fall ist so schnell wie möglich mit dem transkutanen Schrittmacher (Pacing) zu beginnen, der Priorität vor venösem Zugang und Medikamentengabe hat. Bei denervierten transplantierten Herzen sind sofort ein transkutaner Schrittmacher und/oder Katecholamine einzusetzen. Auf eine Atropingabe ist ebenfalls bei AV-Block II. Grades und neu aufge-

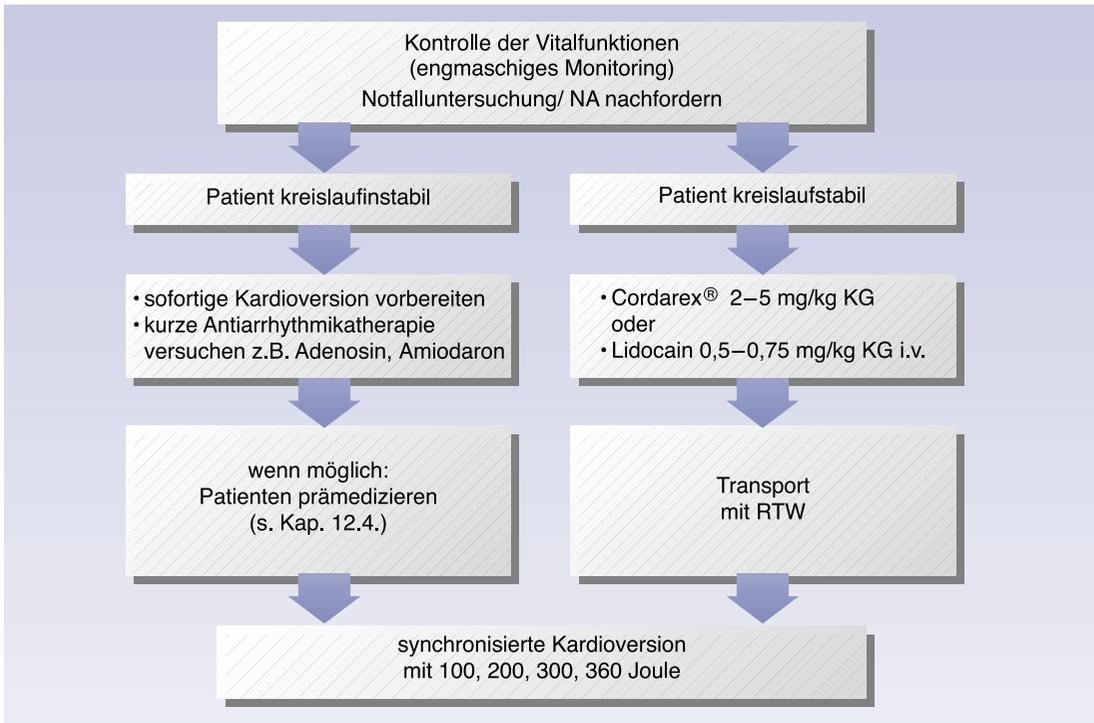


Abb. 10.8: Algorithmus bei Tachykardie

tretenem AV-Block III. Grades mit verbreiterten QRS-Komplexen zu verzichten (Klasse III).

AV-Blockierungen III. Grades mit ventrikulären Extrasystolen sind nicht mit Lidocain zu behandeln. Gegebenenfalls sind Analgetika und/oder Sedativa einzusetzen, insbesondere bei transkutanem Pacing.

Ventrikuläre Tachykardie (s. Abb. 10.8)

Als instabil ist ein Patient einzustufen, wenn die Herzfrequenz über 150/Min. liegt und/oder bedrohliche Zeichen wie Schocksymptome, Atem- oder Herzinsuffizienz, Brustschmerzen, Infarktsymptome oder Bewusstseins Einschränkungen vorliegen. Herzfrequenzen unter 150/Min. bedürfen selten einer sofortigen Kardioversion.

Eine ausreichende Anästhesie zur Kardioversion kann mit einem Sedativum (z. B. Midazolam, Diazepam, einem Barbiturat oder Etomidat) sowie einem Analgetikum (z. B. Morphin oder Fentanyl) erreicht werden. Voraussetzung zur Durchführung einer Kardioversion ist die Sicherstellung einer weiterführenden Therapie bei möglichen Komplikationen. Ein sicherer venöser Zugang ist ebenso obligat wie die Bereitstellung einer

Beatmungsmöglichkeit (mit Sauerstoff) und einem Intubationsbesteck.

Polytope ventrikuläre Tachykardien sollten wie Kammerflimmern behandelt werden.

Bei bedrohlichem Vorhofflimmern und -flattern sowie paroxysmalen supraventrikulären Tachykardien reichen häufig niedrigere Energiestufen aus. Hier sollte man mit 50 Joule beginnen und dann im üblichen Schema fortfahren.

Torsade de pointes können mit Magnesiumsulfat 1–2 g/i. v. über ein bis zwei Minuten behandelt werden.

10.3.3 Maßnahmen in der Postreanimationsphase

In der unmittelbaren Postreanimationsphase gilt es, den Gesamtzustand des Patienten zu beurteilen (ggf. zu stabilisieren) und ihn für den Transport vorzubereiten. Aufgrund des notwendigen Equipments kann es notwendig sein, eine Tragehilfe über die Rettungsstelle anzufordern bzw. umstehende Personen oder Nachbarn zur Unterstützung anzufordern. Eine regelmäßige **Kontrolle der Vitalzeichen** (periphere und zentrale Pulse,

Blutdruck, Atmung) und der Pupillen (Größe, Form, Reaktion auf Licht) gehört ebenso dazu wie die Überwachung des EKG, der Sauerstoffsättigung und damit verbunden auch der Hautfarbe. Der Bewusstseinszustand sollte ebenfalls eingeschätzt werden (Glasgow-Coma-Scale). Neben spontanen Bewegungen oder einem Pressen gegen die kontrollierte Beatmung können plötzliche Herzfrequenz- und Blutdruckanstiege Zeichen (Stressreaktion) für ein Aufklaren des Patienten sein. In diesem Fall ist eine ausreichende Sedierung anzustreben (z. B. mit Midazolam oder Diazepam). Die venösen Zugänge und der Endotrachealtubus sind auf ihre korrekte Lage zu kontrollieren (Ausschluss einer paravenösen Infusion, Auskultation der Lunge) und ausreichend zu sichern. Der Weg zum Rettungsmittel sollte ohne Verlust von Zugang oder Tubus möglich sein. Soweit noch nicht geschehen, empfiehlt sich die Kontrolle des Blutzuckerspiegels. Um eine optimale Oxygenierung zu erreichen, sollte der Patient vor und während des Transports mit einem erhöhten Sauerstoffanteil oxigeniert werden (s. Kap. 11).

Besonders nach Kammerflimmern können ventrikuläre Extrasystolen auftreten. Diese werden nur bei Kreislaufinstabilität therapiert. Bei Zeichen eines kardiogenen Schocks ist **Dobutamin** Mittel der Wahl (2–10 µg/kg KG/Min.).

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.

10.4 Reanimation des Neugeborenen

10.4.1 Ursachen für eine Reanimation von Neugeborenen

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

1. Reif zum Termin geborene Kinder mit geburtshilflichen Komplikationen, z. B. einer strangulierenden Nabelschnurumschlingung.

2. Frühgeborene mit durch Lungenunreife bedingten Atemstörungen.
3. Säuglinge mit schweren angeborenen Fehlbildungen, z. B. von Herz oder Zentralnervensystem.

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

10.4.2 Vorgehen bei reanimationspflichtigen Neugeborenen

Liegt die Herzfrequenz des Kindes unter 100 Schlägen pro Minute und/oder ist die Atmung fehlend, schwach oder unregelmäßig und/oder ist das Kind zyanotisch, wird nach den **Neugeborenen-Basismaßnahmen** gehandelt.

Das bedeutet, dass man die Nase und Mundhöhle absaugt und das Neugeborene abtrocknet. Danach erfolgt die Einstufung nach dem **Apgar-Schema**, und zuletzt wird das Baby abgenabelt. Hilft dies nicht, wird zur **Beatmung** der Kopf des Kindes geringfügig überstreckt und eine Baby-Beatmungsmaske mit angeschlossenem Baby-Beatmungsbeutel und Reservoir und 100%iger Sauerstoffzufuhr in typischer Weise aufgesetzt (s. Kap. 9.2). Der Reiz des Maskendrucks auf die sensible Gesichtshaut genügt häufig bei vielen schlaffen, blauen Neugeborenen, um tiefe Atemzüge auszulösen und in wenigen Sekunden eine rosa Hautfarbe und kräftige, normofrequente Herzschläge zu produzieren. Der Beutel wird zur Neugeborenenbeatmung nur mit Daumen und Zeigefinger bedient. Das Atemzugvolumen reicht aus, sobald Thoraxexkursionen beim Kind sichtbar sind. Ist nach einer halben Minute 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 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 bis 30 Sekunden reagiert, d. h., ob die Hautfarbe rosig wird, kräftige Spontanatmung einsetzt und die Herzfrequenz auf Werte über 100 ansteigt. Ist dies der Fall, konnte der RS/RA 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 vorgewarnte Kinderklinik gebracht. Ist der Patient nach 30 Sekunden Maskenbeatmung weiterhin bradycard mit einer Herzfrequenz unter 60, muss mit der Herzdruckmassage begonnen werden.

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.

Grundsätzlich kann die **HDM** bei Neugeborenen nach der **Zweifingermethode** durchgeführt werden (s. Abb. 10.9). Die **Zweihandmethode** scheint ein größeres Blutvolumen zu fördern als die Zweifingermethode, macht aber gleichzeitige andere Maßnahmen am Baby praktisch unmöglich. Man wird im RD in der Regel die Zweifingermethode anwenden, bei der Mittel- und Zeigefinger einer Hand auf die Brustbeinmitte aufgesetzt werden (s. Abb. 10.9) und dieses senkrecht etwa 120-mal pro Minute zwei bis drei Zentimeter tief eingedrückt wird. Nach 30 Sekunden HDM und fortgeführter interponierter



Abb. 10.9: Herzdruckmassage beim Kleinkind. Der Druckpunkt liegt einen Zentimeter unterhalb einer gedachten Linie zwischen den Mamillen. [R103]

Maskenbeatmung wird die Herzfrequenz erneut kontrolliert. Nicht selten führt die HDM 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-Kreislaufstillstand (asphyktisches) sollten durch den hierfür besonders **geschulten Kinderarzt** oder einen außergewöhnlich **erfahrenen Notarzt** erfolgen. Die Intubation des reanimationspflichtigen Neu- oder Frühgeborenen, die Venenkatheterisierung, die differenzierte Pharmakotherapie von Neugeborenennotfällen kann nicht von jedem Mediziner und auch nicht von jedem RS/RA in der Praxis so trainiert werden, dass bei solchen extrem seltenen Notfallsituationen wirklich die weiterführenden Fertigkeiten beherrscht werden. Der RD ist im Regelfall gut beraten, die oben aufgeführten Basismaßnahmen wirklich konsequent durchzuführen und das Baby unter Fortsetzung von Wärmeschutz, Maskenbeatmung mit Sauerstoff und HDM schnell in eine vorinformierte Kinderklinik zu bringen bzw. den Notarzt nachzufordern.

Fühlt sich das Rettungsteam hinreichend sicher in der praktischen Durchführung der weiterführenden Maßnahmen, so wird man nach zwei Minuten erfolgloser Maskenbeatmung die Indikation zur **endotrachealen Intubation** stellen und diese atraumatisch und schnell durchführen.

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 gegebenenfalls bei deutlichem Absinken der Herzfrequenz abzubrechen und zur Maskenbeatmung zurückzukehren.

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

den orotrachealen Zugang wählen. Bei der Babyintubation „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 Tuben ist gefährlich und unnötig. 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 RD verwendeten **Notfallbeatmungsgeräte** sind nicht geeignet für die Behandlung von Neugeborenen oder Säuglingen. Das Team 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.

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 15:2.

Erstmaßnahmen-Übersicht bei einem asphyktischen Neugeborenen

(s. Tab. 10.2a)

- 100 % Sauerstoff, Maske aufsetzen; wenn kein Erfolg, 5 × Beatmen
- 3:1 Herzdruckmassage und Beatmung; wenn kein Erfolg nach 60 Sek. und wenn Retter sehr erfahren,

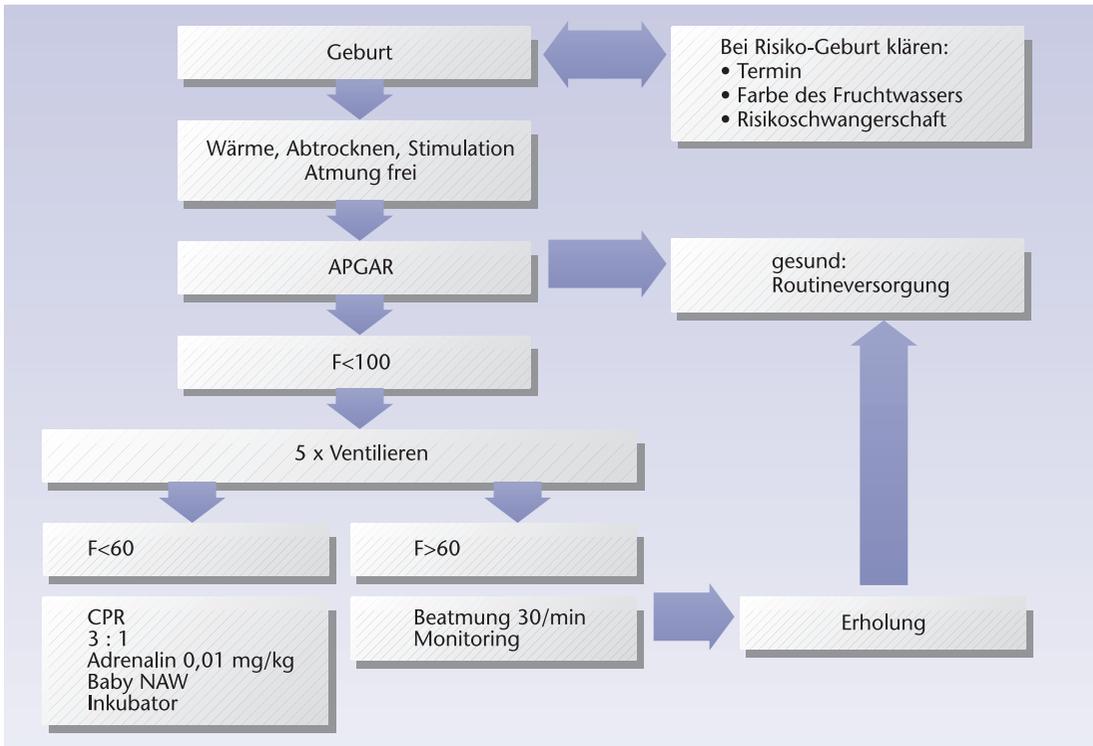
- Intubation und Sauerstoffbeatmung; wenn kein Erfolg, nach 60 Sek.
- i. v. Zugang und Medikamente (Adrenalin, Glukose).

Die Anlage eines stabilen **i. v.-Zugangs** erfolgt also erst relativ spät im Verlauf der Reanimation, **nach der Intubation**. Wegen der laufenden Beatmung und Herzdruckmassage wird bevorzugt am Handrücken, in der Ellenbeuge oder am Fuß punktiert. Wie bei allen notfallmäßigen Venenpunktionen im Rahmen einer Reanimationssituation erfolgt eine **Blutzuckerbestimmung** aus dem ersten zurückfließenden Blutstropfen. Wird eine Medikamentengabe überhaupt erforderlich, so ist entweder eine schnelle Behebung des O₂-Defizits nicht gelungen, oder es hat unter der Geburt schon einen schweren Sauerstoffmangel gegeben, oder es liegen Erkrankungen, Fehlbildungen oder Komplikationen vor, die die primäre Reanimation bis hierher erfolglos ließen.

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

Die **medikamentöse Reanimation** des asphyktischen Neugeborenen beruht auf den gleichen Prinzipien wie beim Erwachsenen: Adrenalin, Volumen. **Adrenalin** ist indiziert, wenn nach 30 Sekunden HLW die Herzfrequenz unter 60 bleibt oder wenn eine Asystolie vorliegt. Die Initialdosis von Adrenalin (Suprarenin®) beträgt 0,1 bis 0,3 ml/kg KG der 1:10 000 verdünnten Lösung. Volumen kann unter den Bedingungen des Rettungsdienstes als Vollelektrolytlösung 10 ml/kg KG über zehn Minuten 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., s. c. oder endotracheal 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.



Tab. 10.2a: „BLS Algorithmen Neugeborenen“

10.5 Reanimation im Kindesalter

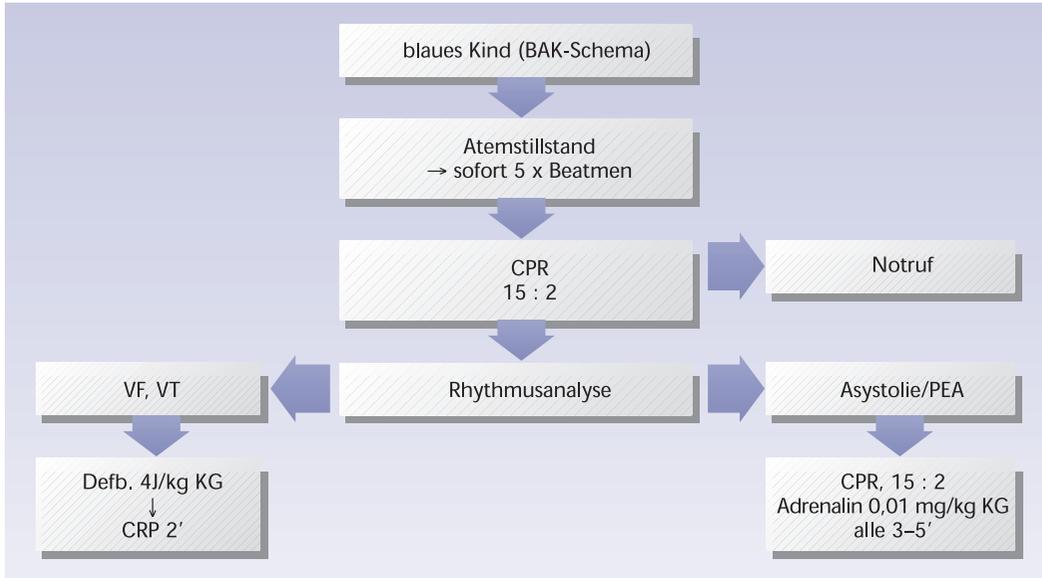
Die Erfolgsaussichten für eine erfolgreiche Kinderreanimation im RD sind gering und noch sehr viel schlechter als im Erwachsenenalter. Die meisten Kinder mit Kreislauf- und Atemstillstand waren vor dem Eintritt der akuten Schädigung gesund und ohne belastende Vorerkrankungen. Um einen gesunden jungen Menschen so entscheidend zu beeinträchtigen, dass Atmung und Herzfähigkeit aussetzen, sind schwerste Schädigungen erforderlich, sodass oftmals für den Helfer eine aussichtslose Ausgangslage entsteht.

Säuglinge mit **plötzlichem Kindstod** werden von den Eltern oftmals erst Stunden nach Eintritt des Atemstillstands leblos aufgefunden. Der RD sieht sich dann mit einem Säugling konfrontiert, der schon zum Zeitpunkt der Alarmierung irreversible hypoxische Schäden erlitten hatte. Die Einleitung von Reanimationsmaßnahmen angesichts verzweifelt auf Hilfe hoffender Eltern ist in einer solchen Situation ehrenvoll, aber oftmals von vornherein für den RS/RA 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 die Muskeldystrophie. Wenn hier überhaupt von den informierten Angehörigen der RD alarmiert wird, findet er 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 Ertrin-



Tab. 10.2b: „BLS Algorithmus Kinder“

kungs- und Unterkühlungsunfälle, Intoxikationen und mechanische Atemwegsverlegungen vorlagen.

Grundsätzlich unterscheidet sich das Vorgehen bei der Reanimation im Kindesalter nur wenig von dem bei Erwachsenen. Die Leitlinien wurden soweit wie möglich vereinfacht und angeglichen, weil 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 (s. Tab. 10.2b).

10.5.1 Beatmung

Der RS/RA muss wissen, dass die Anatomie des Nasen-Rachen-Raums und des Kehlkopfeneingangs bei Kindern einige Besonderheiten aufweist (s. Kap. 18). Am Zungengrund gibt es dicke Weichteilpolster, die bei Maßnahmen zum Öffnen der Atemwege nicht komprimiert werden dürfen. Das Überstrecken des Kopfes zum Öffnen der Atemwege hat mit größter Vorsicht und nicht im gleichen Maße wie bei Erwachsenen zu erfolgen. Bei unfallbedingtem Atemstillstand ist an die Möglichkeit einer Halswirbelsäulenverletzung zu denken. Der im Verhältnis zum Körper relativ größere Kopf beim Kind führt nicht selten

beim Dezelerationstrauma zu schweren HWS-Traumen mit folgendem Atemstillstand.

Das erforderliche **Atemzugvolumen** bei der Beatmung von Kindern ist für den RS/RA oftmals schwer abzuschätzen. 150 ml/kg KG/Min., verteilt auf 20 bis 40 Atemzüge, mag für die Respiratortherapie in der Klinik eine hilfreiche Formel sein. Entscheidend ist, dass der Brustkorb sich sichtbar hebt und senkt. Bereits dann ist das gelieferte Atemzugvolumen ausreichend. An diesem simplen Kriterium lässt sich auch die maschinelle Ventilation von Kindern ausrichten.

Mit dem Sauerstoffservoir kann die **O₂-Konzentration** bei der Beutelbeatmung auf nahezu 100 % gesteigert werden. Auf diese wichtige Maßnahme darf keinesfalls verzichtet werden. Wer selten kleine Kinder intubiert hat, muss bis zum Eintreffen des erfahrenen Notarztes mit Maske, Beutel und angeschlossenem Sauerstoffservoir oxigenieren.

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

$$\frac{\text{Lebensalter}}{4} + 4 = \text{Angabe der Tubusgröße in Charrière}$$

Praxistipp

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

Tab. 10.3: Vergleich der HLW Formen im Kindesalter

	Herzdruckmassage	HDM : Beatmung
Neugeborene	120/Min.	3 : 1
Kleinkind	100/Min.	15 : 2

Von besonderer Bedeutung ist die **Tubusfixierung**. Die Tubusspitze liegt nur wenige Zentimeter von der Stimmritze entfernt. HDM, 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.

10.5.2 Herzdruckmassage

Das Fehlen von Pulsen als Indikation zur HDM 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 zweiten oder dritten Lebensjahr geeignet. Bei jüngeren Kindern ist die A. brachialis an der Oberarminnenseite oder die A. femoralis in der Leistenbeuge zu palpieren. Beim Kleinkind hilft oftmals auch das Aufsetzen des Zeigefingers auf die Brustwarze, um den Herzspitzenstoß zu fühlen.

Der **Druckpunkt** liegt bei Kleinkindern auf dem unteren Sternumdrittel. Kinder haben einen höheren relativen Sauerstoffbedarf als Erwachsene. Bei der Reanimation wird nach jeweils 15 Kompressionen zweimal beatmet. Der hierdurch häufiger folgende Wechsel der Helferposition fällt bei den kleinen Patienten leichter (s. Tab. 10.3).

10.5.3 Medikamente

Das wichtigste Notfallmedikament ist **Sauerstoff**. So früh wie möglich soll bei der Reanimation im Kindesalter mit großen Sauerstoffkonzentrationen beatmet werden. Der vorgefundene Herzrhythmus bei Kindern mit Kreislaufstillstand ist leider in der Regel die Asystolie, die elektromechanische Entkopplung oder eine hochgradige Bradykardie. Mittel der Wahl ist hierbei **Adrenalin**, die Dosis beträgt 0,01 mg/kg KG. Die Stan-

dardampulle Adrenalin enthält 1 mg/ml, mithin die übliche 1:10 Verdünnung 0,1 mg/ml, also erhält ein Kind unter Reanimationsbedingungen 0,1 ml dieser Verdünnung je Kilogramm Körpergewicht. Die Dosis bei endotrachealer Applikation liegt bei Kindern zehnfach höher, also bei 0,1 mg/kg KG! Die Adrenalingabe soll alle drei bis fünf Minuten wiederholt werden. Andere Notfallmedikamente spielen bei der kardiopulmonalen Reanimation im Kindesalter praktisch keine Rolle. Bicarbonat, Atropin und andere haben sich nicht bewährt.

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

Achtung

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

10.5.4 Elektrotherapie

Die **Defibrillation** spielt bei der präklinischen Reanimation von Kindern im Gegensatz zum Einsatz bei Erwachsenen praktisch keine 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. Bei Kindern mit Kammerflimmern werden die bekannten Algorithmen der American Heart Association bzw. des European Resuscitation Council angewandt (s. Kap. 10.3) mit der Ausnahme, dass sich die zu applizierende Energie

nach dem Körpergewicht richtet. Ist diese erste Defibrillation erfolglos, werden die zweite und alle folgenden mit 4 Joule/kg KG durchgeführt. Für ein 10 kg schweres Kleinkind beträgt also die Maximalenergie 40 Joule. 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 und eine zwischen den Schulterblättern aufzusetzen, um eine maximale Durchströmung des Herzens zu erreichen. Sobald von der Patientengröße her beide Elektroden nebeneinander auf den Brustkorb passen, ist in bekannter Weise zu defibrillieren.

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

10.5.5 Abbruch von Reanimationsmaßnahmen

Die Entscheidung, eine nicht selten in Gegenwart der Eltern begonnene Reanimation bei Kindern abubrechen, fällt jedem Helfer schwer. Dennoch, bei länger als 30 Minuten dokumentierter Asystolie beim normothermen Kind ist davon auszugehen, dass ein akzeptables Überleben nicht mehr zu erwarten ist. Es ist falsch, dann die

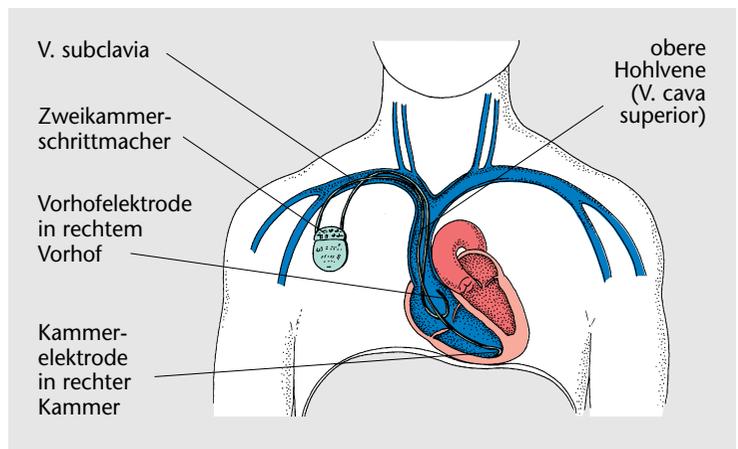
Konfrontation mit den Eltern zu scheuen und das Kind gegen die eigene Überzeugung in die Klinik zu transportieren. Der Transport durch den RD weckt falsche Hoffnungen bei den Eltern und hat zu unterbleiben, wenn nicht eine Hypothermie vorliegt.

Mit dem Tode eines Kindes werden die Eltern selbst zu Notfallpatienten, die Hilfe brauchen. In jedem Falle hat das Rettungsdienstpersonal das verstorbene Kind nach Entfernen von Tubus und Zugängen so herzurichten, dass die Eltern eine 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 RD 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.

10.6 Herzschrittmacher und Kardioverter im Rettungsdienst

Eine ausreichende Tätigkeit des Herzens ist grundsätzliche Voraussetzung für das menschliche Leben. Dazu muss sowohl die Funktion der Herzmuskulatur selbst als auch die des Erre-

Abb. 10.10: Implantierter Zweikammerschrittmacher mit einer Elektrode im rechten Vorhof und einer Elektrode im rechten Ventrikel. Bei der Defibrillation sollte ein ausreichender Sicherheitsabstand von dem implantierten Herzschrittmacher eingehalten werden (s. Kap. 10.6.3). [L190]



gungsleitungssystem intakt sein. Kommt es hier zu Störungen, die sich beispielsweise in Form **bradykarder Rhythmusstörungen** äußern und medikamentös nicht ausreichend therapierbar sind, kann der Einsatz eines Herzschrittmachers (SM) erforderlich werden. Ebenso kann es bei Patienten mit bereits implantiertem SM zu einem Ausfall oder einer **Fehlfunktion des Geräts** kommen, was ein sofortiges Eingreifen erforderlich macht. Die implantierten SM-Geräte liegen meist in der Brustmuskulatur unterhalb des rechten Schlüsselbeins. Dort können sie für den Patienten beschwerdefrei meist über Jahre belassen werden (s. Abb. 10.10).

Soweit kein myokardiales Pumpversagen vorliegt, ist das **Ziel der SM-Therapie**, dass sich die Pulsfrequenz erhöht, die Kreislaufverhältnisse stabilisieren und die Bewusstseinslage bessert.

Die im RD verwandten Schrittmachergeräte unterliegen dem Medizin-Produkte-Gesetz, und eine Einweisung in die richtige Handhabung hat, nicht nur aus rechtlichen Gründen, zu erfolgen und muss dokumentiert werden. Wichtig ist die genaue Kenntnis der Reglerfunktionen und Tastenbelegungen, da die angebotenen Geräte Unterschiede aufweisen. Hier muss zu dem jeweils benutzten Gerätetyp die vom Hersteller mitgelieferte Bedienungsanweisung am Gerät durchgearbeitet werden.

10.6.1 Einteilung der Schrittmacher

Die SM werden in interne und externe unterteilt. Die **internen SM** (permanente SM) sind heute primär der Versorgung in der Klinik vorbehalten. **Externe SM** können invasiv transvenös oder nicht invasiv transkutan angewandt werden. Externe SM finden präklinisch im RD Verwendung. Beide genannten Schrittmachersysteme bestehen aus einem Pulsgenerator mit einer als Energiequelle dienenden Batterie (Akku). Hinzu kommen ein Patientenkabel mit Elektrode bzw. ein Patientenkabel mit zwei großflächigen Klebeelektroden.

Im RD eingesetzte EKG-Defibrillator-Einheiten haben häufig eine Schrittmacheroption. Die temporären SM-Systeme verfügen in der Regel über eine **Demand-Funktion**, d. h., herzeigene Schläge unterdrücken eine SM-Tätigkeit. Im Gegensatz dazu steht die **festfrequente** (asynchrone) **Stimulation**, die durch den möglichen Einfall in die verletzliche (vulnerable) Phase der Erregungs-

leitung des Patientenherzens zu unerwünschten Ventrikeltachykardien führen kann.

Für die **Einstellung des externen SM** ist die Ermittlung der Reizschwelle notwendig. Darunter versteht man die Stimulationsspannung in Volt bzw. die Stromstärke in mA, die bei vorgegebener Impulsdauer (um 1 ms) gerade noch eine Herzaktion auslösen kann. Die gewählte Stimulationsenergie sollte möglichst niedrig, aber so weit über der Reizschwelle liegen, dass eine lagerungsunabhängige sichere Stimulation gegeben ist. In der Regel beträgt die Stromstärke zur Reizung des Herzmuskels ca. 50 mA. Sie ist jedoch von Patient zu Patient verschieden. Bei der Einstellung tastet man sich an diesen Wert heran. Begonnen wird mit etwa 40 mA, gefolgt durch zügiges Hochstellen um jeweils 5 mA, bis auf dem Monitor eine regelmäßige, dem SM-Impuls folgende Kammererregung registriert und eine Pulswelle tastbar wird. Sicherheitshalber wird dieser Wert dann, aufgrund oben dargestellter Gründe, um 10 mA überschritten.

Als weitere Größe muss dem **Sensing**, d. h. der fehlerfreien Wahrnehmung der Eigensignale des Herzens, Beachtung geschenkt werden. Dieses Erkennen eigener Herzaktionen soll eine Unterdrückung (Inhibierung) der SM-Aktionen her-

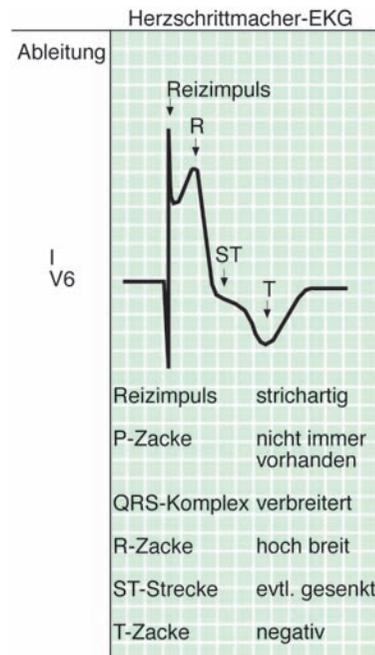


Abb. 10.11: Schrittmacher-EKG [L108]

beiführen. Eine Gefahr besteht hier durch das so genannte Oversensing, dabei ist die Wahrnehmung so empfindlich eingestellt, dass schon Muskelzuckungen die SM-Aktionen unterdrücken, ohne dass tatsächlich eine Herzaktion erfolgte.

Die **Stimulationsfrequenz** ist als dritter wichtiger Wert zu nennen. Sie sollte beim Erwachsenen im physiologischen Bereich zwischen 50 und 70 Schlägen/Min. liegen. Bei hohen Stimulationsfrequenzen ist daran zu denken, dass auch der mittlere Sauerstoffbedarf des Herzmuskels ansteigt. Die Schrittmacher- oder Pacerfrequenz wird am Gerät entsprechend eingestellt.

Die **Kontrolle** der Wirksamkeit des Schrittmachereinsatzes erfolgt über die Palpation des Pulses an der Halsschlagader oder an der Oberschenkelschlagader und über ein EKG-Monitorsystem (s. Abb. 10.11). Blutdruck und Bewusstseinszustand geben zusätzliche Hinweise. Außerdem wird auf die Farbe und Temperatur der Haut geachtet.

Die nichtinvasive **transkutane Stimulation** arbeitet mit großflächigen Elektroden, die auf den Brustkorb des Patienten geklebt werden. Hier besteht die Möglichkeit des Aufklebens in der so genannten **Anterior-anterior-Position**, d. h. analog zur Paddelplatzierung bei der Defibrillation. Die negative (–) Elektrode wird hier im Bereich der Herzspitze, im fünften ICR links, positioniert. Die positive (+) Elektrode wird auf der rechten vorderen Brustseite unterhalb des Schlüsselbeins in Brustbeinnähe angebracht. Die andere Möglichkeit ist die Aufbringung in **Anterior-posterior-Position**. Die negative (–) Elektrode wird auf der linken vorderen Brustseite in der Mitte zwischen Brustbeinspitze und der linken Brustwarze aufgeklebt, wobei die Elektrodenspitze unterhalb der Brustwarzenlinie liegt. Die positive (+) Elektrode wird auf der hinteren linken Brustseite unterhalb des Schulterblatts und seitlich von der Wirbelsäule angebracht.

Praxistipp

Dem Aufkleben voraus gehen ggf. eine Rasur und das Reinigen und Entfetten der im Durchmesser ungefähr 10 cm großen Hautflächen.

Durch den transthorakalen Stromfluss kommt es auch zu einer unterschiedlich stark ausgeprägten Kontraktion der Brustmuskulatur. Eventuell kann deshalb eine **Sedierung** erforderlich werden. Für

eine sichere Stimulation werden 80–100 mA benötigt.

Aufgrund der einfachen und schnellen Handhabung und der nur geringen Belastung für den Patienten liegt mit den externen SM ein System vor, dass für seine Anwendung in der präklinischen Notfallmedizin besonders geeignet ist.

Bei den **invasiven Systemen** wird die Sonde über eine große Körpervene, z. B. V. jugularis, V. subclavia oder V. brachialis in das rechte Herz vorgeschoben und mit dem Schrittmachergenerator verbunden. Für diese Stimulationsart müssen Elektrodenkabel und Punktionszubehör steril verpackt sein. Die elektrischen Impulse werden über die Elektrodenspitze auf die Herzmuskelzellen übergeleitet. Den Vorteilen dieser Stimulation – keine belastenden Muskelkontraktionen und die alleinige Stimulation am Sondenende – stehen im Vergleich zur transkutanen SM-Anwendung einige Nachteile gegenüber:

- Die Punktion nicht komprimierbarer großer Venen schließt in der Klinik möglicherweise eine Thrombolyse-therapie aus.
- Die fehlende Sterilität im Notfall erhöht die Infektionsgefahr.
- Fehllagen der Sondenspitze.
- Arterienpunktion oder Pneumothorax bei Gefäßpunktion.
- Auslösen lebensbedrohlicher Kammertachykardie.
- Erhöhtes Thrombose- und Embolierisiko.
- Fehlende Lagekontrolle durch Röntgenuntersuchung.
- Für Notarzt und RS/RA sind Erfahrungen in der Technik erforderlich.

10.6.2 Schrittmacherpflichtige Erkrankungen

Die folgende Aufzählung ist als Hilfe für die Indikationsstellung beim SM-Einsatz formuliert und gibt einen Überblick über hierfür wichtige Krankheitsbilder. Eine wichtige Stellung bei der Entscheidung zum SM-Einsatz nimmt der Gesamtzustand des Patienten ein, der bei gleichem Krankheitsbild sehr unterschiedlich ausfallen kann. Ebenso entscheidend ist das Ansprechen der Störung auf die medikamentöse Therapie. Der Einsatz des SM ist an das Vorliegen einer unmittelbar bestehenden **vitalen Gefährdung** des

Tab. 10.4: Schrittmacherindikationen bei Herzinfarkt (nach Lüderitz)

Rhythmusstörung	Indikation
Sinusbradykardie HF < 35/Min.	bei Atropinresistenz
SA-Blockierung, Sinusstillstand	bei klinischer (kardialer, zerebraler) Symptomatik
AV-Block II. Grades	bei Vorderwandinfarkt (Typ 1, 2), bei Hinterwandinfarkt (Typ 2, Mobitz)
AV-Block III. Grades	bei Vorderwandinfarkt obligat, Hinterwandinfarkt bei Symptomen
	bzw. niedriger Kammerfrequenz
AV-Block I. + II. Grades + faszikuläre Blockierung (potentiell trifaszikuläre Blockierung): <ul style="list-style-type: none"> • RSB (Rechtsschenkelblock) + LAH (linksanteriorer Hemiblock) • RSB (Rechtsschenkelblock) + LPH (linksposteriorer Hemiblock) • wechselnder RSB • LSB (Linksschenkelblock) 	grundsätzliche Indikation zumindest temporär, (relative) Indikation besonders bei H-V-Verlängerung > 60 ms (His-Ventrikel-Zeit)
Ventrikuläre Tachykardie	bei relativ niedriger Frequenz und medikamentöser Resistenz, antitachykarde Stimulation möglich

Patienten gebunden. Ursächlich kommen für diese Krankheitsbilder z. B. ein akuter Herzinfarkt und Medikamentenüberdosierungen (z. B. Digitalis) in Frage.

Schrittmacherindikationen

- absolute Bradyarrhythmie bei Vorhofflimmern mit wiederholten Synkopen
- Adams-Stokes-Anfall
- Bradykardien (z. B. durch Arzneimittelüberdosierung bei Digitalis, Cholinesterasehemmern mit drohendem kardiogenem Schock)
- Asystolie ohne Vorliegen einer elektromechanischen Entkopplung
- Schrittmacherfehlfunktion
- Schrittmacherausfall mit fehlendem ausreichendem Ersatzrhythmus.

Beim Vorliegen besonderer Voraussetzungen kann es im Rahmen der Versorgung eines Patienten mit akutem Herzinfarkt zur Anwendung eines SM-Geräts kommen. Tab. 10.4 stellt die Indikationen dar. Die entsprechenden Kenntnisse in der Auswertung des Notfall-EKG müssen beherrscht werden (s. Kap. 6.4).

10.6.3 Defibrillation bei Herzschrittmacherträgern

Kommt es bei einem SM-Träger zu einer lebensbedrohlichen Rhythmusstörung, z. B. Kammerflimmern, so muss hier die Defibrillation durchgeführt werden. Beachtet werden muss, dass sich der implantierte SM nicht direkt im Stromfluss der Defibrillationspaddel- bzw. -elektroden befindet. Ein Sicherheitsabstand von 10 cm zum SM-Aggregat sollte eingehalten werden. Gleiches Vorgehen gilt auch für die Durchführung der elektrischen Kardioversion. In der Klinik muss nach erfolgter Defibrillation/Kardioversion in jedem Fall eine Schrittmacherkontrolle durchgeführt werden. Bei einer Defibrillation mit Anterior-posterior-Position der Elektroden (statt Sternum/Apex) besteht der Vorteil, dass das elektrische Feld im 90°-Winkel zur permanenten SM-Elektrode verläuft.

10.6.4 Implantierter Kardioverter/Defibrillator (AICD)

In den letzten Jahren wird Hochrisikopatienten mit bösartigen Tachyarrhythmien gehäuft ein automatischer Kardioverter/Defibrillator bei nicht Erfolg versprechender medikamentöser Behandlung implantiert. Da bei einer akuten tachykarden Rhythmusstörung der Zeitfaktor bis zur Beendigung dieser Störung eine herausragende Rolle spielt und der Notarzt häufig zu spät für erfolgreiche Bemühungen eintrifft, erfolgte diese Entwicklung. Zwei unterschiedliche Wege der Elektrodenpositionierung stehen zur Verfügung. Zum einen können nach Durchtrennen des Brustbeins zwei Patchelektroden auf dem Herzmuskel platziert werden. Zum anderen können über die V. cephalica bzw. über die V. subclavia in die Spitze des rechten Ventrikels und in den Bereich der Vorhof-Cava-Grenze zwei Defibrillationselektroden platziert werden sowie eine dritte Flächenelektrode auf der Thoraxfaszie an der seitlichen Thoraxwand auf Höhe der Herzspitze. Die Implantation des Aggregats erfolgt im Bereich der linken Bauchmuskulatur (M. rectus abdominis) unter dem Rippenbogen. Die Implantation erfolgt meist in der Region der Brustmuskulatur bedingt durch eine Miniaturisierung der Systeme und verbesserte Implantationstechniken.

Bei Fehlfunktion mit fortwährender Impulsabgabe lässt sich dies durch Platzieren eines Magneten auf das AICD Aggregat unterbrechen.

10.6.5 Schrittmacher-EKG

Charakteristisches Kennzeichen eines SM-EKG sind die auf dem Monitor erkennbaren Impulse des SM-Geräts, so genannte **Spikes** (s. Abb. 10.9). Sie stellen sich als senkrechte strichförmige Potentiale vor dem jeweils folgenden Kammerkomplex dar.

Schrittmacherkodierung

Wichtige Informationen über die Arbeitsweise implantierter SM-Geräte findet das Rettungsteam im SM-Ausweis des Patienten. Die Arbeitsweise implantierter SM wird durch einen Buchstaben-code kodiert, der im Ausweis eingetragen ist. Bei Notfällen ist der SM-Ausweis mit in die Klinik zu nehmen, da er für den Aufnahmearzt wichtige Informationen enthält. Dieser von der ICHD (Inter

Society Commission for Heart Disease Resources) entwickelte international gültige Code wird im Folgenden vorgestellt:

1. **Buchstabe: Stimulationsort**
A = Atrium (Vorhof)
V = Ventrikel (Kammer)
D = A + V.
2. **Buchstabe: Wahrnehmungsort der herzeigenen Erregung**
A = Atrium
V = Vorhof
D = A + V.
3. **Buchstabe: Betriebsart**
I = inhibiert
T = Triggerrung
D = I + T.
4. **Buchstabe: Programmierbarkeit**
P = ein bis zwei Funktionen
M = multiprogrammierbar
0 = nicht programmierbar
R = frequenzvariabel.
5. **Buchstabe: Antitachykardiefunktion**
0 = keine
P = Stimulation mit burst
S = Schock
D = Stimulation und Schock.

Beispiele der Schrittmacherkodierung

VVI = Kammerschrittmacher
AAI = Vorhofschrittmacher
DDD = Zweikammerschrittmacher.

Wiederholungsfragen

1. Was wird unter BLS verstanden (s. Kap. 10.1.1)?
2. Welche Ursachen für einen Kreislaufstillstand gibt es (s. Kap. 10.1.1)?
3. Nennen Sie Formen des Kreislaufstillstandes (s. Kap. 10.1.2).
4. Nach welchem Schema gehen Sie bei einem Kreislaufstillstand vor (s. Kap. 10.1.3)?
5. Wann werden die Reanimationsmaßnahmen abgebrochen (s. Kap. 10.1.5)?
6. Welche Maßnahmen zählen zu den erweiterten Maßnahmen der Reanimation (s. Kap. 10. 2)?
7. Erläutern Sie den Ablauf der Defibrillation (s. Kap. 10.2.1).
8. Was sind Algorithmen (s. Kap. 10.3)?
9. Wie werden Reanimationsmaßnahmen klassifiziert (s. Kap. 10.3.1, Tab. 10.2)?
10. Erläutern Sie die Algorithmen für Kammerflimmern und Asystolie (s. Kap. 10.3.2).
11. Wodurch kommt es zu reanimationspflichtigen Störungen bei Neugeborenen (s. Kap. 10.4.)?
12. Was ist bei der Beatmung von Neugeborenen zu beachten (s. Kap. 10.4.2)?
13. Wie lässt sich die korrekte Tubusgröße ermitteln (s. Kap. 10.4.2, 10.5.1) ?
14. Warum ist die Tubusfixierung im RD immer sorgsam durchzuführen (s. Kap. 10. 5.1)?
15. Wann kommt es im RD zum Einsatz eines Herzschrittmachers (s. Kap. 10.6)?
16. Welche Herzschrittmacher-Typen lassen sich unterscheiden (s. Kap. 10.5.1)?
17. Nennen Sie schrittmacherpflichtige Erkrankungen (s. Kap. 10.6.2).
18. Was ist ein AICD (s. Kap. 10.6.4)?
19. Erläutern Sie die Schrittmacherkodierung (s. Kap. 10.6.5).

