

Geburtshilfliche Anästhesie

Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen



Kilian Kalmbach • Andreas Leonhardt

Schwangere mit erkennbaren Risiken für das Neugeborene entbinden in der Regel in Einrichtungen, in denen die Neugeborenen von Pädiatern versorgt werden können. Aber auch bei „normalen“ Geburten können eine Beatmung oder Reanimation des Neugeborenen notwendig werden. Grund genug, dass sich auch Anästhesisten, Notärzte und das Personal der Rettungsdienste mit den Voraussetzungen und Techniken vertraut machen. Wir stellen Ihnen hier das Wichtigste vor – unter Berücksichtigung der aktuellen Leitlinien.

Grundlagen

Relevanz der Neugeborenen-Reanimation

Epidemiologie Die neonatale Mortalität hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen [1]. Mit 23% weltweit und 15% in Europa bleibt die peripartale Asphyxie jedoch weiterhin eine der häufigsten Todesursachen bei Neugeborenen [2].

Tab. 1 Wesentliche Neuerungen in den Leitlinien zur Versorgung und Reanimation von Neugeborenen.

SSW = Schwangerschaftswoche.

Neuerungen in den Leitlinien	
Abnabeln von unbeeinträchtigten, gesunden Termingeborenen	frühestens nach 1 min
Beatmung von Termingeborenen	zunächst Raumluft, Sauerstoff nach Sättigungswerten
Beatmung von Frühgeborenen < 32 SSW	Beginn mit 30–40% Sauerstoff, Steuerung nach Sättigungswerten
Frühgeborene < 28 SSW	Raumtemperatur $\geq 26^\circ\text{C}$, nur Kopf abtrocknen, Rumpf in Plastikfolie einwickeln, Wärmestrahler, Temperaturkontrollen
dick mekoniumhaltiges Fruchtwasser	beeinträchtigte Neugeborene unter Sicht oropharyngeal, anschließend endotracheal absaugen, Maskenbeatmung bei Bradykardie Nicht intrapartal absaugen!
endexpiratorische CO_2 -Messung	Verifizierung der Tubuslage
therapeutische Hypothermie	Termingeborene mit hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie

In Deutschland sind etwa 7% der Todesfälle in der Neonatalperiode Folge einer Asphyxie [2]. Andererseits: Die meisten Neugeborenen durchlaufen eine problemlose postnatale Adaptation, weniger als 10% benötigen eine Unterstützung [3, 4].

Meist ist eine suffiziente Maskenbeatmung über wenige Minuten ausreichend. Längere Beatmung oder kardiale Reanimation sind nur sehr selten notwendig [3–5].

Leitlinien Grundlage für die Versorgung und Reanimation von Neugeborenen sind die

- ▶ im Jahr 2010 aktualisierten Empfehlungen des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) [6] bzw.
- ▶ die darauf basierenden Leitlinien der Fachgesellschaften, z. B. der American Heart Association (AHA) [7] oder des European Resuscitation Council (ERC) [8].

Sie nehmen Stellung zu bislang offenen Fragen und konkretisieren die bisherigen Empfehlungen in wichtigen Punkten (◊ Tab. 1). Die Leitlinien der AHA und des ERC unterscheiden sich in Details. Sofern nicht anders angegeben, beziehen wir uns im Folgenden auf die Leitlinien des ERC.

Physiologie der postnatalen Adaptation

Änderung der Blutzirkulation Die Unterstützung der Atmung hat für die Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen eine herausragende Bedeutung [3, 4, 6–9]. Der Grund liegt in der Physiologie des Übergangs von der fetalen zur neonatalen Zirkulation [10]:

- ▶ Beim Feten ist der pulmonale Gefäßwiderstand hoch. Nur ein geringer Teil des Herzzeitvolumens fließt durch die Lunge, der größere Teil über Foramen ovale und Ductus arteriosus aus dem rechten Herzen in den Systemkreislauf.
- ▶ Postnatal steigt nach dem Abnabeln und damit dem Wegfall der plazentaren Zirkulation der Widerstand im Systemkreislauf an. Gleich-

zeitig sinkt der Lungengefäßwiderstand ab. Blut aus dem rechten Herzen fließt nun durch die Lunge, die statt der Plazenta den Gasaustausch übernimmt.

Das Absinken des pulmonalen Gefäßwiderstands wird überwiegend durch die Ventilation der Lungen, in geringerem Umfang auch durch die zunehmende Oxygenierung induziert [11].

► Der Beginn der Atmung ist daher die wichtigste Voraussetzung für eine normale Adaptation.

Ohne Ventilation droht Hypoxie Wenn keine Ventilation stattfindet, sinkt der Lungengefäßwiderstand nicht ab. Die fetalen Kreislaufverhältnisse mit geringer Durchblutung der Lunge persistieren, sodass die Lunge ihre Funktion als Organ des Gasaustausches nicht erfüllen kann. Es entwickeln sich eine zunehmende

- Hypoxie,
- Hyperkapnie und
- Azidose.

Es ist offensichtlich, dass bei diesen Neugeborenen eine erfolgreiche Reanimation von der Ventilation der Lunge abhängt. Die kardiale Reanimation wird erst dann effektiv sein, wenn die Ventilation sichergestellt ist.

Die Ventilation der Lunge ist die wichtigste Voraussetzung für eine normale Adaptation.

Versorgung im Überblick

Termingeborene mit normaler Adaptation
Termingeborene (d.h. Schwangerschaftsdauer ≥ 37 Wochen), die

- atmen oder schreien,
- eine Herzfrequenz über 100/min und
- einen guten Muskeltonus haben,

werden getrocknet und entweder in trockene Tücher gewickelt oder der Mutter auf den Bauch gelegt und mit einem trockenen Tuch bedeckt. Eine kontinuierliche Beobachtung der Atmung, der Aktivität und des Aussehens sowie die Evaluation der Herzfrequenz müssen sichergestellt sein.

Algorithmus bei gestörter Adaptation Alle anderen Neugeborenen benötigen eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen [7]:

1. initiale Schritte zur Stabilisierung
2. Beatmung
3. Thoraxkompression
4. Medikamente

Der Algorithmus (Abb. 1) hat ein enges Zeitraster. Die simultane Evaluation von Atmung und Herzfrequenz, die etwa alle 30s erfolgt, triggert die Progression zum jeweils nächsten Schritt. Bei Apnoe oder Schnappatmung müssen bereits 60s nach Geburt die ersten Schritte zur Stabilisierung und 5 initiale Beatmungen durchgeführt sein.

Algorithmus der Neugeborenen-Reanimation

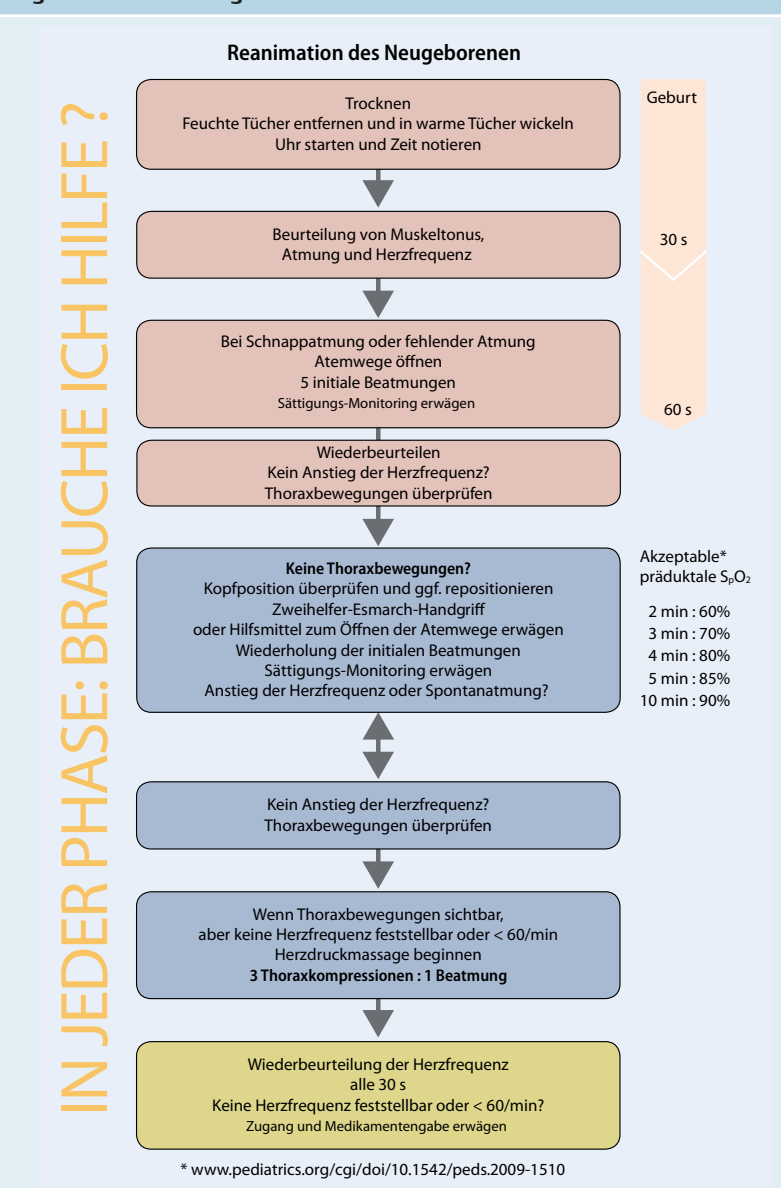


Abb. 1 Algorithmus der Reanimation für Neugeborene. Daten aus [8].

Beatmung Bei Termingeborenen erfolgt die Beatmung zunächst mit Raumluft. Für die meisten Neugeborenen sind diese Maßnahmen bereits ausreichend: Sie führen zu einem prompten Anstieg der Herzfrequenz, der als bestes Kriterium für die Effektivität gilt. Bleibt die Herzfrequenz unter 100/min, dienen die zunächst folgenden Schritte der Optimierung der Ventilation.

- Ergänzend zur fortgesetzten klinischen Evaluation der Atmung und Herzfrequenz misst man jetzt präduktale Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz pulsoximetrisch.
- Sauerstoff wird so appliziert, dass ein physiologischer Anstieg der Sättigung resultiert.

Thoraxkompression Eine kardiale Reanimation erfolgt erst, wenn trotz suffizienter Ventilation – beurteilt anhand der Thoraxexkursion – die Herzfrequenz unter 60/min beträgt. Eine Intubation

Monitoring während der erweiterten Erstversorgung	
obligat	Beurteilung
Pulsoximetrie	Sättigung und Herzfrequenz
endexpiratorisches CO ₂ nach Intubation	Tube Lage, Return of spontaneous Circulation (ROSC)
Temperatur	alle 15 min messen, Ziel 37 ± 0,5 °C
Blutzucker	erstmalig nach 15 min, dann ohne Glukoseinfusion alle 30 min, sonst stündlich; normal: > 45 mg/dl. Für Neugeborene geeignetes Meßgerät verwenden!
wünschenswert	Beurteilung
EKG	Herzfrequenz, Arrhythmie
oszillometrische Blutdruckmessung	Termingeborene: systolisch > 60 mmHg Frühgeborene: systolisch SSW + 10 mmHg
endexpiratorisches CO ₂ vor Intubation	Atemwegsobstruktion bei Maskenbeatmung

Tab. 2

SSW = Schwangerschaftswoche.

kann zu jedem Zeitpunkt erfolgen. Nach dem Algorithmus der AHA ist sie spätestens dann notwendig, wenn trotz der Schritte zur Optimierung der Beatmung keine Thoraxexkursion sichtbar ist [7].

- Dies bedeutet, dass ein erfahrener Helfer bereits anwesend sein muss, wenn die 5 initialen Beatmungen und die folgenden optimierenden Schritte ohne Effekt sind.

Auch nach Intubation wird im Verhältnis 3:1 zwischen Thoraxkompression und Beatmung abgewechselt. Neben der klinischen Evaluation muss während einer erweiterten Erstversorgung ein apparatives Monitoring durchgeführt werden (◊ Tab. 2).

Termingeborene werden zunächst mit Raumluft beatmet. Eine kardiale Reanimation erfolgt erst nach ausreichender Ventilation der Lunge.

Tab. 3

Medikamente, die bei jeder Geburt verfügbar sein müssen		
Medikament	Dosis	Bemerkung
Adrenalin 1:1000 (1 mg/ml)	intravenös 10–30 µg/kg, endotracheal ≥ 50–100 µg/kg	verdünnen: 1 ml Adrenalin 1:1000 + 9 ml NaCl 0,9%
NaCl 0,9%	10 ml/kg	nur bei Volumenmangel
Glukose 10%	2,5 ml/kg/h	Dosissteigerung bei Hypoglykämie
	Bolus 2,5 ml/kg	bei symptomatischer Hypoglykämie, dann Infusion mit 2,5 ml/kg/h
Natriumbikarbonat 8,4%	1–2 mmol/kg	verdünnen mit Aqua 1:1, nur bei effektiver, aber prolongierter kardiopulmonaler Reanimation

Versorgung im Detail

Vorbereitung

Reanimationsplatz Überall, wo Neugeborene zur Welt kommen, muss ein Platz zur Versorgung und Reanimation vorbereitet sein. Dazu gehören:

- feste Unterlage
- optimale Arbeitshöhe
- Wärmestrahler
- gute Beleuchtung
- erforderliches Material gut erreichbar
- Umgebungstemperatur ≥ 26 °C (obligat für die Versorgung von Frühgeborenen)
- kein Luftzug, kein Publikumsverkehr (Wärmeverluste durch Konvektion)
- Anschlüsse für Sauerstoff und Druckluft
- wenige Schritte von der Mutter entfernt

Material Außerdem muss das erforderliche Material am Reanimationsplatz vorbereitet und funktionsfähig sein:

- Handschuhe
- steriles Instrument zum Durchtrennen der Nabelschnur
- sterile Nabelklemme
- trockene, warme Tücher in mehreren Lagen
- Plastikfolie / Frischhaltefolie, Mütze
- Stethoskop
- Absaugpumpe (Sog maximal -100 mmHg)
- Absaugkatheter 12–14 Charrière (obere Atemwege) und 6–10 Charrière (Endotrachealtubus)
- Mekoniumadapter
- Masken für Frühgeborene und Termingeborene
- Beatmungsbeutel (500 ml [120]) mit Reservoir, PEEP-Ventil und Druckmanometer
- Pulsoximeter
- Sauerstoffmischer mit Flowmeter, Sauerstoffschlauch
- evtl. T-Stück-Beatmungsgerät
- Laryngoskop mit Spateln für Frühgeborene und Termingeborene
- Tuben mit I.D. 2,5 bis 4,0 mm (ohne Cuff) mit Material zum Fixieren
- Messplatz für endexpiratorisches CO₂
- Larynxmaske für Neugeborene
- Nabelvenenkatheter mit Material zum Legen und Fixieren
- evtl. intraossäre Kanüle
- Spritzen und Infusionsleitungen
- Stoppuhr und Material zur Dokumentation

Medikamente Eine Übersicht über die bereitzuhaltenden Medikamente gibt ◊ Tab. 3.

Eine Person extra In bestimmten Situationen (◊ Tab. 4) ist absehbar, dass das Neugeborene einer Unterstützung bedarf.

- Mindestens 1 Person, die mindestens die initialen Schritte, Maskenbeatmung und Thoraxkompression beherrscht, muss bei jeder Geburt

Puls Die normale Herzfrequenz Termingeborener ist 96, 139 und 163/min nach 1, 2 und 5 min [14]. Sie wird präkordial auskultiert. Wenn 6 s ausgezählt werden, entsprechen 6 Schläge 60/min und 10 Schläge 100/min. Allerdings unterschätzt diese Methode die Herzfrequenz im Vergleich zum EKG [15].

- ▶ Die Palpation des Femoralis- oder Brachialis-pulses und der Pulsation der Nabelschnur sind unzuverlässig [16].

Aussehen Die meisten Neugeborenen werden innerhalb von 30 s postnatal rosig, allerdings bleibt oft eine Akrozyanose bestehen. Die klinische Beurteilung bezüglich des Vorliegens einer Zyanose ist hochgradig subjektiv [17]. Zuverlässiger ist die Verwendung eines Pulsoximeters.

- ▶ Blässe ist häufiger Ausdruck einer Asphyxie (Hypoxie, Hyperkapnie, Azidose) als eines Blutungsschocks [7].

Apgar-Score Da für die Entscheidung zur Reanimation die Beurteilung von Muskeltonus, Atmung und Herzfrequenz ausreicht, dient der Apgar-Score ausschließlich zur Dokumentation des Zustands. Üblich ist die Bestimmung nach 1, 5 und 10 min und dann alle 5 min, bis der Wert 7 erreicht wird.

- ▶ Der Score ist nur aussagekräftig, wenn man die Definition der Kriterien genau beachtet und den Wert zusammen mit den durchgeführten Maßnahmen dokumentiert [18, 19] (◊ Tab. 5).

Die entscheidenden Parameter der klinischen Evaluation sind Muskeltonus, Atmung und Herzfrequenz.

Pulsoximetrie Pulsoximetrie setzt man ein bei

- ▶ Zyanose,
- ▶ Beatmung,
- ▶ Sauerstofftherapie und
- ▶ zur sicheren Bestimmung der Herzfrequenz [20].

Zuverlässige Werte werden mit Masimo-Technologie bereits 20 s [21], sonst 1–2 min [22, 23] nach Applikation des Sensors gemessen. Der Sensor wird präduktal angebracht, d.h. an der rechten Hand oder am rechten Unterarm. Der Grund:

- ▶ Während der ersten 15–20 min postnatal sind die postduktalen Werte niedriger als die präduktalen [24].
- ▶ Auch bei normaler Adaptation liegt die Sauerstoffsättigung bei den meisten Neugeborenen nach 5 min noch unter 90%. Erst nach 12–15 min erreicht sie 95% [25].

Die Pulsoximetrie verbessert die Evaluation des Neugeborenen bezüglich Herzfrequenz und Zyanose. Der Sensor wird präduktal angebracht.

Initiale Schritte zur Stabilisierung

Indikation Neugeborene, die bei der initialen Evaluation

- ▶ nicht suffizient atmen,
 - ▶ eine Herzfrequenz unter 100/min oder
 - ▶ einen schlaffen Muskeltonus haben,
- müssen getrocknet und gewärmt werden. Man muss ihre Atemwege öffnen und sie unter bestimmten Umständen absaugen.

Wärmemanagement Hypothermie erhöht den Sauerstoffverbrauch [26], die Morbidität und Mortalität bei Früh- und Neugeborenen [27–30]. Auch bei asphyktischen Neugeborenen muss eine initiale Hypothermie – allerdings auch eine Hyperthermie – vermieden werden.

- ▶ Ohne geeignete Maßnahmen kann bei Termingeborenen eine Hypothermie bereits bei einer Raumtemperatur von 20°C auftreten.

Trocknen erfolgt mit angewärmten Tüchern, die am Reanimationsplatz in mehreren Lagen vorbereitet sind. Man trocknet das Neugeborene mit dem oberen Tuch ab und wickelt es in das darunter liegende trockene Tuch. Außerdem empfiehlt sich ein Wärmestrahler [31, 32].

Abb. 2 Schnüffelposition.

a Korrekte Lagerung. Bei diesem Neugeborenen mit ausladendem Hinterkopf ist eine Unterpolsterung des Thorax mit mehreren Tüchern notwendig.

b Ohne Unterpolsterung des Thorax sind bei gebeugtem Kopf die Atemwege verlegt.



Frühgeborene Frühgeborenen unter 28 Schwangerschaftswochen trocknet man lediglich den Kopf ab und bedeckt ihn mit einer Mütze. Rumpf und Extremitäten wickelt man in Plastikfolie, ohne sie abzutrocknen [33–35]. Wärmestrahler, eine Raumtemperatur von mindestens 26°C [36, 37] und eine Gelmatratze [38, 39] werden zusätzlich empfohlen.

Cave Überwachen Sie die Körpertemperatur, um eine Hyperthermie zu erfassen, die bei den genannten Maßnahmen auftreten kann [33, 38]! Die zur Verfügung stehenden Maßnahmen können eine Hypothermie bei allen Neugeborenen vermeiden.

Öffnen der Atemwege Der Kopf wird in Mittelstellung und neutraler Position gelagert, allenfalls mit leichter Überstreckung („Schnüffelposition“) und Unterpolsterung der Schultern (◉ Abb. 2).

► Die in der Versorgung von älteren Kindern und Erwachsenen oft übliche Unterpolsterung des Kopfes ist kontraproduktiv!

Bei atoner Muskulatur verschließen Zungenrundmuskulatur und die bei Neugeborenen große Epiglottis den Kehlkopfeingang. Für das Öffnen der Atemwege ist dann der Esmarch'sche Handgriff und eine leichte Öffnung des Mundes erforderlich.

► Eine Obstruktion der Atemwege durch Kompression des Mundbodens muss dabei unbedingt vermieden werden.

Beim bewusstlosen Neugeborenen kann ein Guedel-Tubus hilfreich sein.

Lagern Sie den Kopf in „Schnüffelstellung“, evtl. mit Unterpolsterung der Schultern.

Absaugen „Blindes“ Absaugen der oberen Atemwege kann zu Apnoe, Bradykardie und niedriger Sauerstoffsättigung führen [40–42]. Daher werden nur Neugeborene abgesaugt, bei denen eine offensichtliche Verlegung der Atemwege vorliegt. Dies geschieht möglichst unter Sicht und mit einem maximalen Sog von -100 mmHg.

Mekoniumhaltiges Fruchtwasser Wird ein Neugeborenes aus mekoniumhaltigem Fruchtwasser geboren, verhindert oropharyngeales Absaugen nach Entwicklung des Kopfes **nicht** ein Mekoniumaspirations-Syndrom [43, 44].

► Vitale Neugeborene, die aus mekoniumhaltigem Fruchtwasser geboren werden, profitieren auch nach der Geburt nicht von Intubation und endotrachealem Absaugen [45].

Für beeinträchtigte Neugeborene, die aus mekoniumhaltigem Fruchtwasser geboren werden, liegen zur Frage des endotrachealen Absaugens keine randomisierten Studien vor. Andererseits haben sie ein hohes Risiko für ein Mekoniumaspirations-Syndrom [46–49].

► Daher wird nur diese Gruppe unter Sicht oropharyngeal und endotracheal abgesaugt.

Die Verwendung eines Mekoniumadapters (◉ Abb. 3) ist üblich, möglicherweise aber nicht effektiver als die Verwendung eines Absaugkatheters [50].

Absaugen erfolgt nicht als Routinemaßnahme, sondern nur mit Indikation.

Beatmung



Drücke, Frequenz, Inspirationszeit Der Inspirationsdruck wird mit einem Manometer gemessen und soll initial 20 cm H₂O betragen.

► Manche Termingeborene benötigen jedoch einen Blähdruck von 30–40 cm H₂O [51–54],

► Frühgeborene dagegen nur gelegentlich über 25 cm H₂O [52, 55, 56].

Ist eine Druckmessung nicht möglich, wird der niedrigste Druck gewählt, der zum Anstieg der Herzfrequenz und zu sichtbaren Thoraxexkursionen führt. Sofern eine Volumenmessung durchgeführt wird, soll bei Frühgeborenen das Tidalvolumen 4–6 ml/kg betragen, um Hypokapnie und ihre Komplikationen zu verhindern [57–60].

► Während der initialen 5 Beatmungen wird der Druck für 2–3 s gehalten, anschließend wird mit 30–60/min und einer Inspirationszeit von etwa 1 s beatmet.

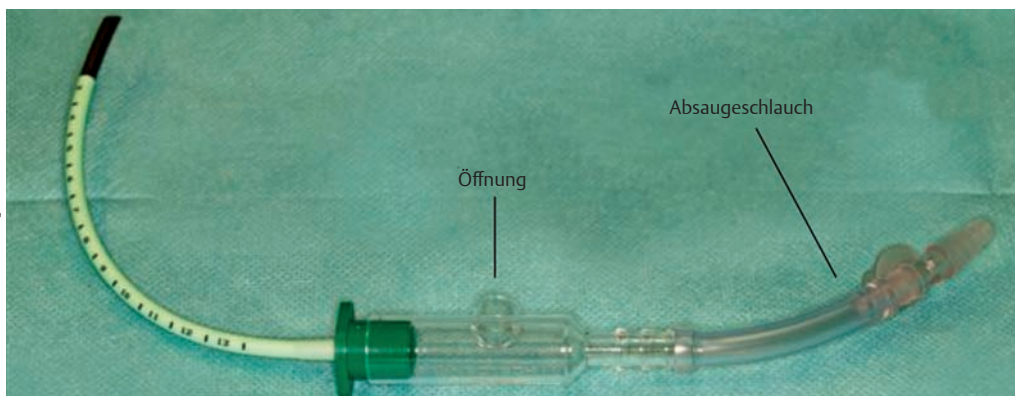



Abb. 3 Mekoniumadapter. Der Adapter verbindet Tubus und Absaugeschlauch, sodass nach Verschließen der Öffnung mit dem Finger Mekonium direkt über den Tubus abgesaugt werden kann.

Lösungen für Probleme bei Beatmung und Intubation

Problem	mögliche Ursachen	Abhilfe
Maskenbeatmung nicht möglich	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kind wach und lebhaft 2. insuffiziente Lagerung 3. Leck an der Maske, Obstruktion durch Kompression des Mundbodens [122, 123] 4. Zunge verlegt Atemweg, Choanalatresie 5. Zwerchfellhochstand durch gastrale Luftinsufflation (typisch: initial mögliche Maskenbeatmung, dann zunehmend insuffizient) 6. Inspirationsdruck/-zeit nicht ausreichend 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maskenbeatmung nicht erforderlich! 2. Thorax unterpolstern, Kopf in „Schnüffelstellung“ 3. Mit kleinem Finger Unterkiefer nach ventral ziehen. Finger nur an Maske und Unterkiefer? Halten der Maske durch eine Person, Beatmung durch zweite Person [89]. 4. Guedel-Tubus einsetzen (nur bei bewusstlosem Neugeborenen) 5. Magensonde legen und Luft absaugen, Magensonde gleich wieder entfernen 6. Druck bis 40 cm H₂O erhöhen, dafür Überdruckventil am Beatmungsbeutel verschließen. Längere Inspirationszeit auch nach initialer Blähung. Versuch mit gehaltenem PEEP bei hoher Frequenz (120 / min).
laryngoskopische Kehlkopfeinstellung nicht möglich	<ol style="list-style-type: none"> 1. insuffiziente Lagerung (fast immer ursächlich!) 2. Laryngoskop zu tief eingeführt 3. nur Epiglottis sichtbar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lagerung optimieren (s. o.) 2. Laryngoskop langsam zurückziehen (Kehlkopf liegt höher als bei älteren Kindern / Erwachsenen) 3. leichter Druck mit kleinem Finger der laryngoskopierenden Hand von außen auf den Kehlkopf, bis Stimmbandebene sichtbar ist.
Tubus nicht vorzuschieben	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tubus tritt insbesondere bei nasaler Intubation oft in ungünstiger Achse durch Stimmbandebene 2. Größe falsch gewählt 	<ol style="list-style-type: none"> 1. sacht vorschieben des Tubus unter Drehung um 180° 2. Größe  Tab. 7
Intubationsvorgang dauert zu lange	Ursachen s. o.	Spätestens nach 30 s bzw. bei erneuter Bradykardie Intubation abbrechen, erneut mit Maske beatmen.
Sowohl Maskenbeatmung als auch Intubation erscheinen nicht möglich.	<ol style="list-style-type: none"> 1. nach initial möglicher Maskenbeatmung an gastrale Luftinsufflation denken (s. o.) 2. mangelnde Erfahrung mit Maskenbeatmung oder Intubation bei Neugeborenen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Magensonde legen, Magen entlasten 2. alternativen Atemweg versuchen (Larynxmaske, nasopharyngealen Tubus)

Tab. 6

Meist lässt sich nach dem initialen „Blähmanöver“ der Beatmungsdruck rasch reduzieren. Sowohl Blähung als auch verlängerte Inspirationszeit und PEEP (positive end-expiratory Pressure) bauen rasch eine funktionelle Residualkapazität auf.

- ▶ Bei Frühgeborenen scheint allerdings PEEP (4–8 cm H₂O) günstiger zu sein als ein hoher Blähdruck [61, 62].

Effektivität Die Effektivität der Beatmung beurteilt man am besten anhand des Anstiegs der Herzfrequenz – Zeichen der besseren Oxygenierung des Myokards. Steigt die Herzfrequenz nicht an, wird die Thoraxexkursion beurteilt.


Tab. 7 Tubusgrößen und Tubuslage.

SSW = Schwangerschaftswoche.

Tubusgrößen und Tubuslage			
Gewicht	Tubus I.D.	Einführtiefe oral	Einführtiefe nasal
1 kg (28 SSW)	2,5 mm	7 cm	8 cm
2 kg (34 SSW)	3,0 mm	8 cm	9 cm
3 kg (37 SSW)	3,5 mm	9 cm	10 cm
4 kg (40 SSW)	3,5 mm	10 cm	11 cm

- ▶ Die Leitlinien empfehlen die Verwendung eines Manometers.

Der gemessene Druck ist jedoch ein schlechter Parameter für das applizierte Volumen [63], und die Beobachtung des Manometers stellt nicht sicher, dass Druck und Volumen konstant sowie das Leck an der Maske gering sind [64].

- ▶ Die Anwendung eines Beatmungsmonitors verbessert die Beatmungstechnik sowohl beim Training wie in der klinischen Anwendung [65]. Lösungen für Beatmungsprobleme sind in  Tab. 6 zusammengefasst.

Effektive Ventilation ist der Schlüssel zur erfolgreichen Reanimation von Neugeborenen. Bestes Kriterium für die Effektivität ist der prompte Anstieg der Herzfrequenz.

Intubation Wer in der Intubation Neugeborener weniger geübt ist, wird in der Regel oral intubieren.

- ▶ Der nasale Tubus bietet jedoch die Vorteile der besseren Fixierung und der deutlich geringeren Dislokationsgefahr.

Insbesondere die recht häufige endobronchiale Dislokation kann man beim Neugeborenen nicht sicher durch Auskultation erkennen. Markierungen an der Tubusspitze weisen darauf hin, wie weit der Tubus subglottisch vorgeschoben werden sollte (◊ Tab. 7). Diese Markierungen variieren jedoch von Hersteller zu Hersteller [66] und dürfen nicht unkritisch übernommen werden.

► Zur Überprüfung der Tubuslage dient die Kapnometrie, weil damit eine ösophageale Intubation deutlich rascher und sicherer erkannt wird als anhand klinischer Kriterien [67–71].

Die Kapnometrie erlaubt die sichere Detektion auch bei Tidalvolumina um 1 ml und ist deshalb auch für Frühgeborene geeignet [72]. Um eine Hyperkapnie [73] zu vermeiden, sollte ein Sensor mit geringem Totraum verwendet und nach der Messung wieder entfernt werden.

► Intubationsversuche dürfen maximal 30 s dauern [67, 74].

Lösungen für Intubationsprobleme finden sich ebenfalls in ◊ Tab. 6.

Praxistipp Überprüfen Sie die Tubuslage immer mittels Kapnometrie.

Alternative: Larynxmaske Larynxmasken können ab einem Gewicht von 2000 g oder einem Gestationsalter von 34 Schwangerschaftswochen verwendet werden [75–77]. Auch bei unreiferen Frühgeborenen [78] oder Neugeborenen mit schwierigem Atemweg [79, 80] wurden sie erfolgreich eingesetzt. Im durch die Leitlinien vorgegebenen Zeitrahmen erreicht man mit ihnen eine effektive Ventilation [81].

Alternative: nasopharyngealer Tubus Nasopharyngeale Tuben (◊ Abb. 4) können für CPAP (continuous positive Airway Pressure) und nicht invasive Beatmung verwendet werden. Auch wenn der Effekt beider Anwendungen nur für Frühgeborene belegt ist [56, 82–84], werden sie auch bei Termingeborenen häufig eingesetzt. Bei Problemen mit Maskenbeatmung oder Intubation kann die Beatmung über einen nasopharyngealen Tubus (mit Verschluss des kontralateralen Nasengangs und des Mundes) effektiv sein. Nachteile eines nasopharyngealen Tubus sind Tubusobstruktion und Schleimhautverletzung.

Weitere Alternativen In Perinatalzentren werden zunehmend T-Konnektor-Beatmungsgeräte verwendet. Vorteile im Vergleich zum Beatmungsbeutel sind die konsistente Applikation verlängerter Inspirationszeiten und der gewünschten Drücke [85–87]. Nachteile sind die verzögerte Anpassung der Beatmung bei Änderung der Compliance [86, 88] und größere Lecks an der Maske [89]. Was dies für die Praxis heißt, ist jedoch unklar.

Praxistipp Bei schwieriger Maskenbeatmung oder Intubationsproblemen kann man mit Larynxmaske oder nasopharyngealem Tubus beatmen.

Thoraxkompression

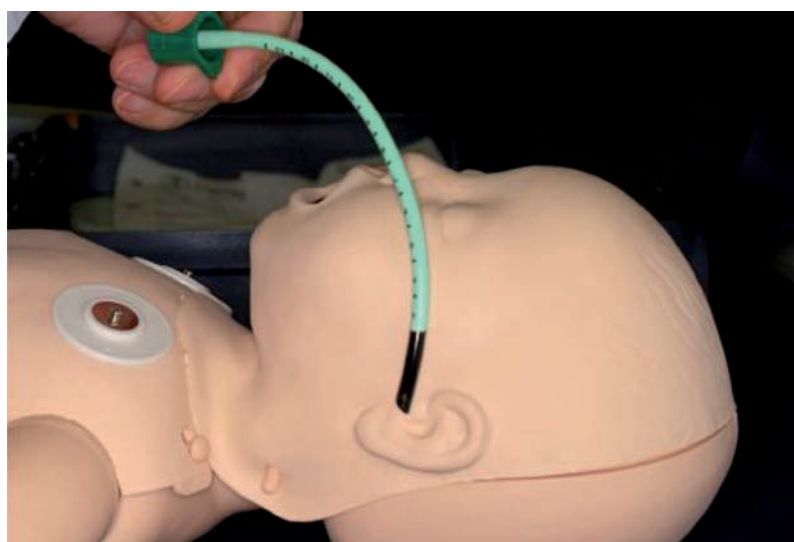
Indikation Wenn das Neugeborene unter eindeutig suffizienter Beatmung bradykard oder asystol bleibt, ist aufgrund der strengen Frequenzabhängigkeit des Herzzeitvolumens ab einer Herzfrequenz unter 60/min eine Thoraxkompression notwendig.

Verhältnis Kompression:Beatmung Das Verhältnis von Herzdruckmassage zu Beatmung ist mit 3:1 deutlich zugunsten der Beatmung verschoben. Der Grund hierfür ist die größere Bedeutung der Ventilation im Vergleich zu älteren Kindern und Erwachsenen. Nur in der sehr seltenen Situation, in der eine kardiale Ursache sicher vorliegt, sollte man ein Verhältnis von 15:2 in Betracht ziehen [6, 7].

► Achten Sie wegen des sehr weichen Thoraxskeletts von Neugeborenen besonders auf die vollständige Wiederausdehnung des Thorax! Thoraxkompression und Beatmung erfolgen auch bei intubierten Neugeborenen abwechselnd, um eine suffiziente Ventilation sicherzustellen. Simultane Kompression und Ventilation verbessert weder den myokardialen noch den zerebralen Blutfluss. Sie verhindert auch nicht die Deformation des Thorax und die damit einhergehende Verschlechterung des Blutflusses bei prolongierter Reanimation [90].

Drucktechnik Druckpunkt ist das untere Sternumdrittel [91], die Kompressionstiefe beträgt 1/3 des Thoraxdurchmessers [92, 93]. Man sollte den Thorax mit beiden Händen umfassen und die Daumen über dem Sternum platzieren [94]. Dies war in klinischen und tierexperimentellen Unter-

Abb. 4 Nasopharyngealer Tubus. Die korrekte Lage entspricht der Distanz Naseneingang – äußerer Gehörgang.



Bildnachweis: Cornelia Westwiler / Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Gießen und Marburg

suchungen effektiver ist als die 2-Finger-Methode [95, 96]. Aus Sicht der Autoren erscheint allerdings die 2-Finger-Methode bei einer 1-Helfer-Reanimation im Einzelfall sinnvoll, denn hierbei erfolgt der Wechsel zwischen Beatmung und Herzdruckmassage rascher und störungsfreier.

Thoraxkompression erfolgt mit beiden Daumen und immer im Verhältnis 3 : 1 zur Beatmung.

Medikamente

Zugang Für die intravenöse Gabe von Medikamenten kann ein Nabelvenenkatheter auch unter Reanimation rasch gelegt werden (◉ Abb. 5). Eine intraossäre Kanüle [97, 98] ist daher nur sehr selten notwendig.

Praxistipp Das Legen eines Nabelvenenkatheters ist auch für Ungeübte die einfachste Methode, um rasch einen venösen Zugang zu etablieren.

Adrenalin Adrenalin gibt man intravenös mit 10–30 µg/kg. Wirksamkeit, Dosis und Sicherheit sind allerdings nicht ausreichend untersucht. Klinische Daten von älteren Kindern und Erwachsenen [99–101] sowie tierexperimentelle Untersuchungen [102] legen nahe, dass eine höhere Dosis wahrscheinlich auch bei Neugeborenen nicht

besser wirksam, aber mit erhöhter Mortalität und Morbidität verbunden ist.

► Wenn Adrenalin nicht intravenös gegeben werden kann, ist eine endotracheale Gabe mit höherer Dosis (mindestens 50–100 µg/kg) sinnvoll [5, 103–105].

Volumengaben Volumengaben erfolgen mit NaCl 0,9% (10 ml/kg), beim Blutungsschock möglichst mit Erythrozytenkonzentrat. Bei asphyktischen Neugeborenen wird häufig Volumen gegeben, ohne dass ein Volumenmangel vorliegt [106]. ► Volumengaben sollten jedoch ausschließlich bei Volumenmangel erfolgen, weil Tierexperimente zeigen, dass sie bei Asphyxie nicht hilfreich sind [107].

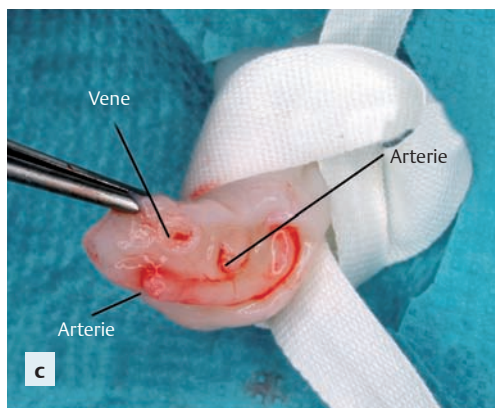
In unklaren Situationen kann man probeweise einen Bolus applizieren und bei Erfolg wiederholen.

Glukose Hypoglykämie ist ein Risikofaktor für eine zerebrale Schädigung bei asphyktischen Neugeborenen [108]. Studien zu anzustrebenden Blutzuckerwerten liegen allerdings nicht vor.

► Ziel ist es deshalb, eine Hypoglykämie (Blutzucker < 45 mg/dl) durch bedarfsadaptierte Infusion von Glukose 10% zu vermeiden (◉ Tab. 3).

Sauerstoff Die Reanimation von Termingeborenen beginnt mit Raumluft. Frühgeborene erhalten initial etwa 30% Sauerstoff, weil sie mit Raumluft oft keine normalen Sättigungswerte errei-

Abb. 5 Nabelvenenkatheter.
a Ein Nabelbändchen wird an der Basis locker um die Nabelschnur gelegt.
b Die Nabelschnur wird 1 cm von der Bauchdecke entfernt durchtrennt. Eine Blutung aus den Nabelgefäßen kann durch Anziehen des Nabelbändchens kontrolliert werden.
c Die Nabelgefäße werden identifiziert.
d Der Nabelvenenkatheter wird eingeführt, bis Blut frei aspiriert werden kann (2–4 cm).



chen [23, 109–111]. Sowohl bei Früh- als auch bei Termingeborenen stellt man im Verlauf die Sauerstoffzufuhr mittels eines Sauerstoffmischers so ein, dass die Sauerstoffsättigung im zeitabhängigen Referenzbereich liegt (▶ Abb. 1).

▶ Unzureichende und exzessive Sauerstoffzufuhr sind gleichermaßen gefährlich [7, 111–114]. Wenn spontan atmende Neugeborene Sauerstoff mittels Beatmungsbeutel und Maske erhalten, muss die Maske einen Abstand von etwa 1 cm zum Gesicht des Patienten haben und der Flow auf mindestens 5 l/min eingestellt sein [115]. Die applizierte Sauerstoffkonzentration sinkt mit zunehmendem Abstand zum Gesicht des Patienten.

Sauerstoff wird unter Überwachung der Sättigung bedarfsgerecht appliziert.

Nach der Reanimation

▼ **Kontakt zu Neonatologen** Bereits während einer Reanimation sollte man Kontakt mit dem kooperierenden Perinatalzentrum aufnehmen. So kann man die Indikation sowohl zur Mitbehandlung vor Ort wie zur Weiterbehandlung im Perinatalzentrum klären.

Praxistipp Stellen Sie frühzeitig Kontakt zu einem Perinatalzentrum her.

Bei mittelgradiger bis schwerer hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie muss innerhalb von 6 h eine therapeutische Hypothermie begonnen werden [116].

Zusammen mit einem erfahrenen Neonatologen wird auch die Entscheidung zur Beendigung einer Reanimation leichter fallen. Dies sollte erwogen werden, wenn ein Neugeborenes über mindestens 10 min zu keinem Zeitpunkt Lebenszeichen hatte (Apgar 0) [7, 8]. Zum Vorgehen bei sehr unreifen Frühgeborenen und bei Neugeborenen mit letalen Fehlbildungen liegen Leitlinien vor [8, 117–119].

Fazit Voraussetzungen für die erfolgreiche Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen sind

- ▶ Vorbereitung,
- ▶ genaue Evaluation und
- ▶ prompte Unterstützung durch trainierte Personen.

Die durchzuführenden Maßnahmen sind vergleichsweise einfach und sollten auch von Anästhesisten, Notärzten und Mitarbeitern im Rettungsdienst beherrscht werden. ◀

Kernaussagen

- ▶ Die wichtigste Voraussetzung für eine normale Adaptation ist das Einsetzen der Atmung. Effektive Beatmung ist die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Reanimation.
- ▶ Bei jeder Geburt muss eine in der Reanimation trainierte Person ausschließlich für die Versorgung des Neugeborenen zur Verfügung stehen. Ein geeigneter Reanimationsplatz und erforderliches Material muss vorbereitet sein.
- ▶ Neugeborene saugt man nur ab, wenn eine Verlegung der Atemwege vorliegt. Bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser werden Neugeborene nur dann abgesaugt, wenn sie beeinträchtigt sind.
- ▶ Evaluation und Unterstützung eines beeinträchtigten Neugeborenen müssen prompt erfolgen. Bei Apnoe, Schnappatmung oder angestrenzter Atmung müssen bereits in den ersten 60 s nach Geburt die initialen Schritte zur Stabilisierung und 5 Beatmungen erfolgen.
- ▶ Eine ineffektive Beatmung kann man verbessern durch:
 - ▶ Lagerung in „Schnüffelposition“
 - ▶ Applikation der Maske ohne Kompression des Mundbodens
 - ▶ ausreichende Beatmungsdrücke
 - ▶ ausreichende Inspirationszeit
 - ▶ Beatmung über nasopharyngealen Tubus
 - ▶ Larynxmaske
 - ▶ Intubation
- ▶ Initiale Beatmung von Termingeborenen mit Raumluft, von Frühgeborenen mit 30% Sauerstoff. Weitere Sauerstoffzufuhr: so, dass ein physiologischer Anstieg der Sättigung resultiert.
- ▶ Bei effektiver Beatmung steigt prompt die Herzfrequenz.
- ▶ Erst wenn die Lunge ventiliert wird (sichtbare Thoraxexkursion), beginnt man bei einer Herzfrequenz unter 60/min mit Thoraxkompression. Auch bei intubierten Neugeborenen wechselt man im Verhältnis 3 : 1 zwischen Kompression und Beatmung.
- ▶ Adrenalin wird bevorzugt intravenös (Nabelvenenkatheter) oder intraossär mit 10–30 µg/kg gegeben. Endotracheal: mindestens 100 µg/kg.
- ▶ Nach einer Reanimation ist die Indikation zur therapeutischen Hypothermie zu klären.

VNR: 2760512011060002552

Beitrag online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1284472>



Dr. med. Kilian Kalmbach, D.E.A.A. ist Chefarzt der Abteilung für Anästhesie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie am Evangelischen Krankenhaus Kalk in Köln. Von 2007–2011 leitete er am Universitätsklinikum Gießen und Marburg u. a. den Bereich Kinderanästhesie. E-Mail: kalmbach@evkk.de



PD Dr. med. Andreas Leonhardt ist Leiter des Bereiches Pädiatrische Intensivmedizin, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg. Sein Forschungsschwerpunkt ist pädiatrische Pharmakologie. E-Mail: andreas.leonhardt@staff.uni-marburg.de

Interessenkonflikt Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Literatur online

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie im Internet:

Abonnenten und Nichtabonnenten können unter „www.thieme-connect.de/ejournals/“ die Seite der AINS aufrufen und beim jeweiligen Artikel auf „Ergänzendes Material“ klicken – hier ist die Literatur für alle frei zugänglich.

Abonnenten können alternativ über ihren persönlichen Zugang an das Literaturverzeichnis gelangen. Wie das funktioniert, lesen Sie unter: <http://www.thieme-connect.de/ejournals/help/#SoRegistrieren>

CME-Fragen Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen

1 Welche Aussage zu den Erstmaßnahmen bei Neugeborenen trifft zu?

- A Für unerfahrene Notärzte kann eine ausschließliche Herzdruckmassage bis zum Eintreffen kompetenter Hilfe empfohlen werden.
- B Ein Kammerflimmern ist die häufigste Störung des Neugeborenen, daher sollten immer Paddels in geeigneter Größe geklebt werden.
- C Der wichtigste Schritt in der Neugeborenenreanimation ist eine suffiziente Ventilation der Lunge.
- D Der Apgar-Score ist geeignet, um über den Beginn von Reanimationsmaßnahmen zu entscheiden.
- E Neugeborene sollten in jedem Fall sofort nach der Geburt abgenabelt werden.

2 Welche Aussage zum Venenzugang bei Neugeborenen trifft zu?

- A Unmittelbar nach der Geburt ist der Nabelvenenkatheter ein sehr geeigneter und meist einfach zu etablierender Venenzugang.
- B Der Nabelvenenkatheter sollte mind. 10 cm vorgeschoben werden.
- C Eine intraossäre Kanüle sollte nie verwendet werden.
- D Volumengaben sollten ausschließlich bei Asphyxie erfolgen.
- E Nur geübte Pädiater sollten einen Nabelvenenkatheter legen.

3 Welche Aussage zum Wärmemanagement trifft zu?

- A Bereits während der Reanimationsmaßnahmen sollte ein Neugeborenes unbedingt gekühlt werden.
- B Jedes Kind, das einer Beatmungsunterstützung bedarf, sollte im weiteren Verlauf gekühlt werden, um das Outcome zu verbessern.
- C Neugeborene sind allein durch eine Hypothermie vital bedroht, die bereits bei einer Raumtemperatur von 20°C auftreten kann.
- D Eine Kühlung sollte erst 10 h nach erfolgreicher Reanimation erfolgen, um bis dahin die Spontanatmung beurteilen zu können.
- E Wärmeerhaltende Maßnahmen sind bei der Reanimation unnötig, da das Kind sowieso nach erfolgreicher Reanimation gekühlt wird.

4 Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

- A Ein Kind, das nach dem Abnabeln generalisiert zyanotisch bleibt, nicht schreit oder atmet, kann ohne Weiteres zunächst den Eltern gezeigt werden, bevor es der weiteren Versorgung zugeführt wird.
- B Eine Akrozyanose zeigt immer eine Oxygenierungsstörung an.
- C Durch den geringeren peripheren Gefäßwiderstand nach Abnabelung kommt es physiologischerweise zu einer vermehrten Perfusion der Lunge.
- D Das Einsetzen der Atmung ist die wichtigste Voraussetzung für eine normale Adaptation.
- E Eine Hypoxie kann durch die Beurteilung des Aussehens (Zyanose) beim Neugeborenen sicher erfasst werden.

5 Welche Aussage zur Pulsoximetrie trifft nicht zu?

- A Die Pulsoximetrie sollte immer verwendet werden, wenn Sauerstoff gegeben wird.
- B Eine Sauerstoffsättigung von 70% im Alter von 5 min ist zu niedrig.
- C Eine Sauerstoffsättigung von 80% im Alter von 3 min ist akzeptabel.
- D Der Sensor wird postduktal angebracht.
- E Die Pulsoximetrie sollte immer verwendet werden, wenn eine Beatmung durchgeführt wird.

6 Welche Aussage zur Reanimation von Neugeborenen trifft zu?

- A Die Reanimation sollte immer mit 100% Sauerstoff beginnen.
- B Das Verhältnis von Herzdruckmassage zu Beatmung beträgt immer 15:2.
- C Ein Neugeborenes mit einer dauerhaften Herzfrequenz um etwa 100/min benötigt im Verlauf keine weiteren Kontrollen.
- D Thoraxkompression ist indiziert, wenn trotz effektiver Ventilation (Beleg: Thoraxexkursion) die Herzfrequenz < 60/min ist.
- E Zur Volumenersatztherapie bei Neugeborenen sollten möglichst hypoosmolare Lösungen gegeben werden.

7 Was ist die dringlichste Maßnahme bei einem bradycarden Neugeborenen?

- A Gabe von Atropin
- B Gabe von Suprarenin
- C Sicherstellung der suffizienten Ventilation
- D Herzdruckmassage
- E Falls die Herzfrequenz nicht < 60/min ist, kann man abwarten.

8 Welche Aussage zur Atemwegssicherung bei Neugeborenen trifft nicht zu?

- A Bei einem asphyktischen Neugeborenen sollte zunächst mit einer geeigneten Gesichtsmaske beatmet werden.
- B Die Intubation kann zu jedem Zeitpunkt erwogen werden.
- C Die Anwendung der Larynxmaske verbietet sich.
- D Zur Beatmung kann man einen nasopharyngealen Tubus nutzen.
- E Bei Herzdruckmassage wird ein Kompressions-Beatmungsverhältnis von 3:1 empfohlen, auch nach der Intubation.

9 Welche Aussage trifft zu?

- A Adrenalin gibt man beim Neugeborenen bevorzugt endotracheal.
- B Wenn eine Adrenalin-Dosis von 10–30 µg/kg ohne Effekt ist, muss die folgende Dosis deutlich höher sein.
- C Eine kardiale Reanimation wird erst begonnen, wenn die Ventilation gesichert ist.
- D HAES 10% ist ein empfohlener Volumenersatz bei Neugeborenen.
- E Blutzucker-Messung und Infusion von Glukose 10% sind bei einem asphyktischen Neugeborenen nicht notwendig, weil der Stress durch Geburt und Asphyxie den Blutzucker anhebt.

10 Welche Aussage trifft nicht zu?

- A Bestes Kriterium für eine effektive Beatmung ist der prompte Anstieg der Herzfrequenz.
- B Wenn eine Maskenbeatmung nicht effektiv ist, muss der Kopf stark rekliniert werden.
- C Der Druck bei den 5 initialen Beatmungen soll bei Termingeborenen 20 cm H₂O betragen und für 2–3 s gehalten werden.
- D Intubationsversuche dürfen maximal 30 s dauern.
- E Die Kapnometrie kann auch bei Frühgeborenen zur Überprüfung der Tubuslage verwendet werden.

CME.thieme.de

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>.
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.