

Versorgung und Reanimation des reifen Neugeborenen nach der Geburt

Basierend auf der aktuellen Leitlinie des European Resuscitation Council 2021

Schwindt J¹, Grass B², Schäfer S³, Deindl P⁴, Schwindt EM¹, Wald M⁵, Schroth M⁶

ZUSAMMENFASSUNG

Die volle Reanimation eines Neugeborenen mit Beatmungen, Thoraxkompressionen und der Gabe von Medikamenten ist ein äußerst seltenes Ereignis, das selbst neonatologische Teams immer wieder vor Herausforderungen stellt. Gerade in diesen seltenen und häufig dramatischen Situationen ist schnelles und umsichtiges Handeln im Team gefragt. Dabei ist die effektivste und meist einzig notwendige Maßnahme für die erfolgreiche Versorgung eines nicht spontan atmenden Neugeborenen eine suffiziente Maskenbeatmung. Wird diese effektiv durchgeführt, sind beim Neugeborenen in den seltensten Fällen tatsächlich Thoraxkompressionen notwendig.

Im März 2021 wurde vom European Resuscitation Council (ERC) die neue Leitlinie zur Reanimation von Neugeborenen publiziert. Auf Basis dieser Leitlinie beschreibt der vorliegende Artikel detailliert den im Algorithmus der Versorgung und Reanimation von reifen Neugeborenen dargestellten Handlungsablauf.

Er richtet sich damit einerseits insbesondere auch an Nicht-NeonatologInnen, die für die Versorgung vor allem von reifen Neugeborenen nach der Geburt verantwortlich sind. Andererseits soll er auch jenen zur Unterstützung dienen, die medizinisches Personal in der Versorgung von lebensbedrohten Neugeborenen trainieren und den Algorithmus der Neugeborenenreanimation als didaktisches Konzept vermitteln.

KORRESPONDIERENDER AUTOR

Dr. Jens Christian Schwindt

Lehargasse 1/5

1060 Wien

Jens.Schwindt@neugeborenenreanimation.at



Dr. Jens-Christian Schwindt

¹Newborn Life Support, Austrian Resuscitation Council, Villefortgasse 22, 8010 Graz, Österreich



PD Dr. Beate Grass

²Abteilung für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin, Universitäts-Kinderspital Zürich, Steinwiesstrasse 75, 8032 Zürich, Schweiz



Dr. Stefan Schäfer

³Universitätsklinik für Neugeborene, Kinder und Jugendliche, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Klinikum Nürnberg Süd, Breslauer Straße 201, 90471 Nürnberg, Deutschland



PD Dr. Philipp Deindl

⁴Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Sektion Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin, Martinistr. 52, 20246 Hamburg, Deutschland



DDr. Eva Schwindt

¹Newborn Life Support, Austrian Resuscitation Council, Villefortgasse 22, 8010 Graz, Österreich



PD Dr. Martin Wald

⁵Division für Neonatologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Müllner Hauptstr. 48, 5020 Salzburg, Österreich



Prof Dr. Michael Schroth

⁶Cnopfsche Kinderklinik, St.-Johannis-Mühlgasse 19, 90419 Nürnberg, Deutschland

EINLEITUNG

Im März 2021 wurde die neue Leitlinie zur Reanimation von Erwachsenen, Kindern und Neugeborenen des European Resuscitation Council (ERC) im Journal *Resuscitation* im englischen Original und im Juni 2021 in der deutschen Übersetzung in der Zeitschrift *Notfall + Rettungsmedizin* publiziert.

Im Kapitel 9 sind auf Basis der ILCOR-Empfehlungen 2020 (International Liaison Committee on Resuscitation 2020 Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) for Neonatal Life Support)¹ die Empfehlungen zur Versorgung und Reanimation des Neugeborenen beschrieben.^{2,3} Darüber hinaus finden sich in diesem Kapitel u.a. Empfehlungen zum Vorgehen bei geplanten Hausgeburten, für die Stabilisierung von Frühgeborenen, sowie ethische Überlegungen, in welchen Situationen erwogen werden soll, auf Reanimationsmaßnahmen zu verzichten. Zur Erstellung der Leitlinien wurden Themen, die vom ILCOR 2020 CoSTR nicht berücksichtigt wurden, durch weitere Literaturrecherchen der ERC-Leitlinien-VerfasserInnen ergänzt und basieren teilweise auf dem Expertenkonsens der VerfasserInnen.

Bei jeglichen Empfehlungen zur Neugeborenenreanimation ist es wichtig, sich grundsätzlich bewusst zu machen, dass es auf diesem Gebiet erhebliche Wissenslücken gibt und viele der aktuellen Empfehlungen nur auf einer schwachen wissenschaftlichen Evidenz beruhen, da es in diesem Bereich naturgemäß weiterhin an gut konzipierten Humanstudien mangelt.⁴ Grundsätzlich definieren Leitlinien auch nicht den einzigen gangbaren Weg für die Reanimation von Neugeborenen, sie entsprechen vielmehr einer verbreiteten und akzeptierten Auffassung über eine sichere und effektive Durchführung von Reanimationsmaßnahmen nach der Geburt.⁵

Im vorliegenden Artikel wurde der Fokus auf den Algorithmus der Versorgung und Reanimation des reifen bzw. nahezu reifen Neugeborenen gelegt. Er richtet sich damit vor allem auch an Nicht-NeonatologInnen, die für die Versorgung vor allem von reifen Neugeborenen nach der Geburt verantwortlich sind. Darüber hinaus soll er auch jenen zur Unterstützung dienen, die medizinisches Personal in der Versorgung von lebensbedrohten Neugeborenen trainieren und den Algorithmus der Neugeborenenreanimation als didaktisches Konzept vermitteln. Für eine vertiefende Literatur zu allen in den ERC-Leitlinien behandelten Themen wird auf die oben erwähnten Originalarbeiten verwiesen.

Dort wo Empfehlungen in den aktuellen Leitlinien des ERC zur Neugeborenenreanimation fehlen oder aus Sicht der AutorInnen eine Anpassung an die Versorgungsstrukturen im deutschsprachigen Raum sinnvoll erscheint, haben die AutorInnen dieses Artikels, ebenfalls im Expertenkonsens versucht, praxisorientierte Empfehlungen zu geben. Diese Empfehlungen sind im Artikel jeweils als „*Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren*“ überschrieben.

Die Stabilisierung von Frühgeborenen, insbesondere von extremen Frühgeborenen, ist explizit nicht Inhalt dieses Artikels. Für reanimationspflichtige Frühgeborene gilt allerdings ebenfalls der Algorithmus zur Neugeborenenreanimation.

Bis wann ist ein Neugeborenes ein Neugeborenes?

In der Pädiatrie ist die Neonatalperiode bis zum 28. Lebenstag definiert. In der Praxis ergeben sich daraus immer wieder Unsicherheiten, bis zu welchem Lebensalter der Neugeborenenalgorithmus (*3 Thoraxkompressionen : 1 Beatmung*) tatsächlich durchgeführt werden soll. Die aktuelle Leitlinie empfiehlt im Kapitel zur Reanimation von Kindern den Neugeborenenalgorithmus lediglich für Neugeborene in den ersten Lebensminuten direkt nach der Geburt anzuwenden.⁶ Für Neugeborene „jenseits des Kreißsaals bzw. Sectio-OPs“ soll der Algorithmus zur Säuglingsreanimation (*15 Thoraxkompressionen : 2 Beatmungen*) Anwendung finden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Für die Empfehlung, alle Neugeborene jenseits der initialen Erstversorgung nach dem Algorithmus für Säuglinge, also im Verhältnis 15:2 zu reanimieren, gibt es zwar keine Evidenz, jedoch halten die AutorInnen dieses Artikels dieses Vorgehen für einen sehr pragmatischen und sinnvollen Ansatz. Die Empfehlung beruht grundsätzlich auf zwei Überlegungen: Erstens ist das drei Tage alte Neugeborene bezüglich seiner Pathophysiologie dem drei Monate alten Säugling wahrscheinlich deutlich näher als dem drei Sekunden alten Neugeborenen. Zweitens sind die schnellen Wechsel von drei Thoraxkompressionen zu einer Beatmung wahrscheinlich gerade für nicht-neonatologische Teams deutlich schwieriger zu koordinieren als 15 Thoraxkompressionen zu 2 Beatmungen. Sind Reanimationsmaßnahmen für das versorgende Team einfacher durchzuführen, ist zu erwarten, dass sich auch das Outcome des Kindes verbessern wird.

Gesunde Neugeborene

Für die meisten reifen Neugeborenen vollzieht sich der Übergang vom intrauterinen zum extrauterinen Leben relativ problemlos. Ein Neugeborenes, das einen guten Muskeltonus und eine suffiziente Spontanatmung zeigt, soll (idealerweise bei intakter Nabelschnur, s. **Abnabeln des gesunden Neugeborenen**) abgetrocknet werden und in trockene, warme Tücher gewickelt werden oder der Mutter direkt nackt auf den Körper gelegt werden. Das Neugeborene und die Mutter werden dann mit einer Decke zugedeckt, um beide vor Wärmeverlust zu schützen. Dabei muss jederzeit sichergestellt sein, dass die Atemwege des Neugeborenen frei sind und auf der Mutter auch frei bleiben.

Wurden Mutter und Neugeborenes, z.B. im Rahmen einer Sectio caesarea, für die Erstversorgung getrennt, soll nach kurzer klinischer Beurteilung das gesunde Neugeborene so schnell wie möglich wieder zurück zur Mutter gebracht werden. Der klinische Zustand von Mutter und Kind sollte dann situationsabhängig im Verlauf regelmäßig beurteilt werden.

Wie häufig müssen Neugeborene tatsächlich reanimiert werden?

Bei nur wenigen Neugeborenen sind unterstützende Maßnahmen, die über die postnatalen Basismaßnahmen (Wärmen, Trocknen, Sicherstellen freier Atemwege) hinausgehen, notwendig, und nur bei einem Bruchteil aller Neugeborenen sind tatsächlich Reanimationsmaßnahmen erforderlich.

So entwickeln wahrscheinlich etwa 85% aller reifen Neugeborenen ohne erweiterte unterstützende Maßnahmen postnatal eine suffiziente Spontanatmung. Bei etwa 10 % setzt eine Spontanatmung unter Trocknen, taktiler Stimulation und Öffnen der Atemwege ein. Lediglich etwa 5% müssen beatmet werden. Die Intubationsraten bei Neugeborenen variieren je nach Studie zwischen 0,4 und 2%. Bei weniger als 0,3% aller Neugeborenen sind Thoraxkompressionen notwendig und nur ca. 0,05 % benötigen eine Adrenalingabe.⁷⁻¹³

Welche Risikofaktoren machen erweiterte Maßnahmen nach der Geburt wahrscheinlicher?

In den aktuellen Leitlinien des ERC^{2,3} sind mütterliche und fetale Faktoren, die mit einem erhöhten Risiko für die Notwendigkeit von unterstützenden Maßnahmen oder Reanimationsmaßnahmen nach der Geburt einhergehen können, definiert (Abb. 1).

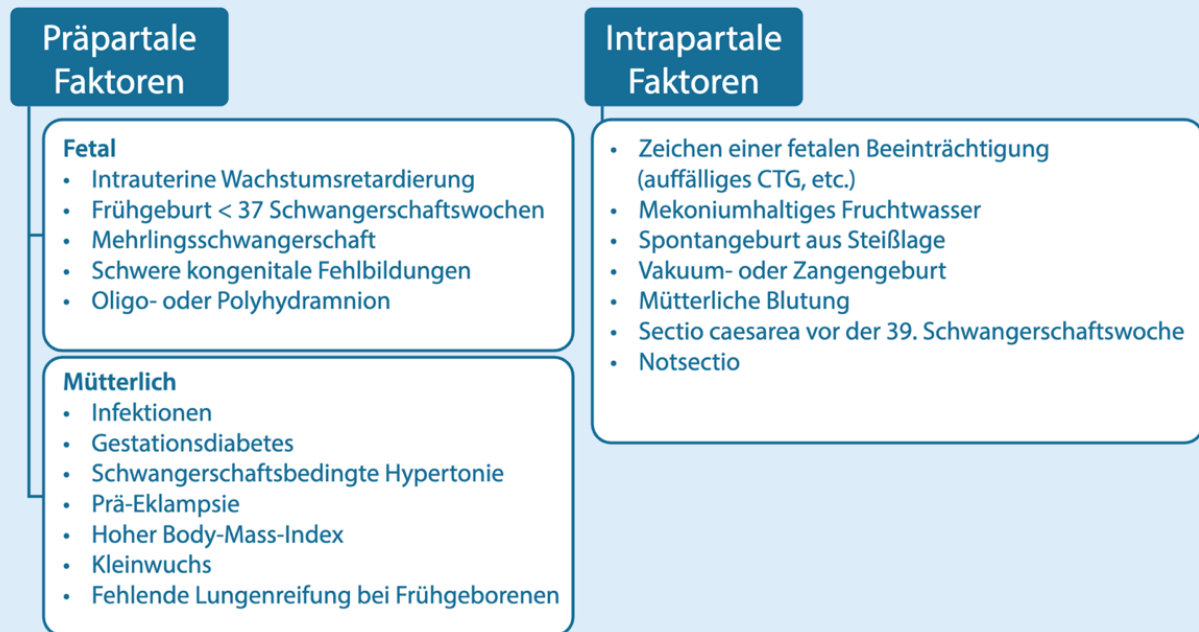


Abb. 1 Faktoren für ein erhöhtes Risiko von Reanimationsmaßnahmen oder stabilisierenden Maßnahmen nach der Geburt (aus Madar et al. [3], © European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) 2021, alle Rechte vorbehalten.)

Unter Berücksichtigung dieser Risikofaktoren empfehlen die ERC-Guidelines die Entwicklung lokaler Leitlinien, die die Rahmenbedingungen für die Versorgung von Neugeborenen klar definieren. Als Orientierung kann gelten:

- Für jede Entbindung soll in der Reanimation von Neugeborenen trainiertes Personal anwesend sein.
- Sind unterstützende Maßnahmen für das Neugeborene notwendig, soll Personal zur Verfügung stehen, das ausschließlich für die Versorgung des Neugeborenen zuständig ist.
- Jede geburtshilfliche Abteilung soll über ein Notfallprotokoll verfügen, das Alarmierungsstrukturen klar regelt und eine schnelle Verfügbarkeit von in Neugeborenenreanimation ausgebildetem und trainiertem Personal zu jeder Zeit gewährleistet.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die *Routinesectio* beim reifen Neugeborenen gehört nicht zu den aufgeführten Risikofaktoren für die potentielle Notwendigkeit erweiterter unterstützender Maßnahmen nach der Geburt. Trotzdem werden diese Sectiones in vielen Kliniken in Kinderarztbegleitung durchgeführt. Wir halten diese Praxis aus vielen Gründen auch für sehr empfehlenswert und sinnvoll. Die regelmäßige Erstversorgung, auch von letztlich gesunden Neugeborenen, führt im Team zur Entwicklung von Expertise in der Routineversorgung von Neugeborenen, zu einem Erfahrungsgewinn in der Beurteilung normaler Anpassungsprozesse nach der Geburt und damit auch zu einem schnelleren Erkennen pathologischer Prozesse. Wird in Routinesituationen gemeinsam im interdisziplinären Team, im teilweise eher ungewohnten Umfeld des Neugeborenenreanimationsraums gearbeitet, erleichtert dies auch das Arbeiten im Rahmen einer seltenen Reanimationssituation.

Prinzipiell kann darüber hinaus jedes Neugeborene nach der Geburt, auch überraschend, unterstützende Maßnahmen benötigen. Ein/e allein versorgende/r Kinderarzt/ärztin wird dabei sehr schnell an Grenzen stoßen.

Es ist daher empfehlenswert, dass alle Geburten, in denen eine Kinderarztbereitschaft erforderlich bzw. gewünscht ist, grundsätzlich von einem neonatologischen Team, bestehend aus Kinderarzt/-ärztin und (neonatologischer) Pflegekraft begleitet werden.

Für die volle Reanimation eines Neugeborenen mit Beatmungen, Thoraxkompressionen und der Gabe von Notfallmedikamenten, werden schnell vier, mitunter auch noch mehr Teammitglieder benötigt, die sich ausschließlich um die Versorgung des Neugeborenen kümmern müssen. Eine effektive und einfache Alarmierungsstruktur, die eine sichere und schnelle Mobilisierung weiterer Ressourcen im Notfall sicherstellt, ist daher für jede geburtshilffliche Klinik essenziell.

Infrastruktur und Material

Räumlichkeiten

Ist eine weiterführende Versorgung notwendig, soll diese in einer warmen, gut beleuchteten, zugluftfreien Umgebung erfolgen. Der Versorgungsraum soll eine Temperatur zwischen **23 und 25°C** haben. (NB: Für die Versorgung von Frühgeborenen $\leq 28+0$ Schwangerschaftswochen soll die Raumtemperatur über 25 °C liegen.)

Durch eine Kombination von mehreren Maßnahmen (Umgebungstemperatur, Wärmestrahler, Entfernung feuchter Tücher, Wickeln in warme Tücher, Trocknen etc.) soll die Zielkörpertemperatur von Neugeborenen zwischen 36,5 und 37,5°C gehalten werden. Sowohl Hypothermie ($\leq 36,0^{\circ}\text{C}$) als auch Hyperthermie ($>38,0^{\circ}\text{C}$) sollen vermieden werden.

Kältestress ist in der initialen Phase der Versorgung unbedingt zu vermeiden. Eine therapeutische Hypothermie soll erst nach erfolgreichem Abschluss der Reanimationsmaßnahmen für Neugeborene, die entsprechende Kriterien dafür erfüllen, in Betracht gezogen werden.

Ist eine weitere Beurteilung und Versorgung des Neugeborenen notwendig, soll das Neugeborene unter einem Heizstrahler auf eine gerade und glatte Fläche gelegt werden, die von mehreren Seiten gut zugänglich ist. Die Erstversorgungseinheit selbst und sämtliches zur Reanimation notwendige Material (insbesondere das Equipment zur Beatmung und für das Monitoring) muss regelmäßig überprüft werden und zu jeder Zeit einsatzbereit sein. Checklisten sind für eine effektive und standardisierte Vorbereitung hilfreich. Wann immer möglich, sollen die Umgebung und das Material noch vor der Entbindung nochmals überprüft und alles notwendige Material vorbereitet werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Leider ist in vielen Kliniken zu beobachten, dass bei der Planung von Kreißsälen und Sectio-OPs dem Neugeborenenreanimationsbereich häufig nicht die notwendige Aufmerksamkeit gewidmet wird und diese Bereiche daher häufig unterdimensioniert oder nicht optimal verortet sind. Es liegt in der Verantwortung jedes Krankenhausträgers für die Versorgung von Neugeborenen Räumlichkeiten bereit zu stellen, die bezüglich ihrer Größe und Verortung (in direkter Nähe zu Kreißsaal, Sectio-OP und neonatologischer Intensivstation (NICU) bzw. Kinderstation) eine sichere und effektive Versorgung von Früh- und Neugeborenen, insbesondere im Notfall, ermöglichen.

Sauerstoffmischer und Pulsoxymetrie

Für die erweiterte Versorgung eines Neugeborenen sollen im Erstversorgungsbereich ein Sauerstoffmischer und eine Pulsoxymetrie zur Verfügung stehen. Die Versorgung und Atemunterstützung von reifen Neugeborenen und Frühgeborenen ab 32+0 Schwangerschaftswochen soll mit 21% Sauerstoff (Raumluft) begonnen werden. (Von Schwangerschaftswoche 28+0 bis 31+6 sollen 21 bis 30% Sauerstoff als Startkonzentration verwendet werden und für Frühgeborene unter 28+0 Schwangerschaftswochen wird eine initiale Sauerstoffkonzentration von 30% empfohlen).

Innerhalb der ersten 5 Lebensminuten nach der Geburt soll die periphere Sauerstoffsättigung beim gesunden Neugeborenen über 85% liegen (Tab. 1). Bleibt die periphere Sättigung trotz Atemunterstützung oder effektiver Beatmung niedrig oder steigt die Herzfrequenz nicht suffizient an, wird die verwendete Sauerstoffkonzentration stufenweise nach oben titriert, um eine ausreichende präduktaile Sauerstoffsättigung (Sättigungssensor an der rechten Hand) zu erreichen.

Tab. 1 Ungefähre periphere Ziel-Sauerstoffsättigung in den ersten 10 Minuten für gesunde Neugeborene (nach Dawson)

Zeit nach der Geburt	Untere Grenze periphere O2-Sättigung (%)
2	65
5	85
10	90

Aus Madar et al. [3], © European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) 2021, alle Rechte vorbehalten.

Sowohl eine Hypoxie als auch eine Hyperoxie sollen vermieden werden. Die verabreichte Sauerstoffkonzentration muss daher regelmäßig (z.B. alle 30 Sekunden) evaluiert und an die aktuelle periphere Sättigung angepasst werden. War die Verabreichung von zusätzlichem Sauerstoff notwendig, kann versucht werden, die inspiratorische Sauerstoffkonzentration bei einer präduktaile Sättigung von über 95%, vorsichtig zu reduzieren.

Werden Thoraxkompressionen durchgeführt, soll die Sauerstoffkonzentration auf 100% erhöht werden.

Werkzeuge für eine assistierte Notfallbeatmung

Für die Notfallbeatmung müssen geeignete Beatmungswerkzeuge zur Verfügung stehen. Im deutschsprachigen Raum haben sich in den letzten Jahren auch für die Beatmung von Reifgeborenen flowbasierte T-Stück-Systeme in vielen Kliniken etabliert. Diese haben den Vorteil, dass ein standardisierter Spitzendruck eingestellt werden kann und die Beatmungen mit diesem konstant verabreicht werden können. Darüber hinaus ist eine Beatmung mit PEEP und eine Atemunterstützung auch nur mittels CPAP möglich.

Tab 2. Standardeinstellungen T-Stück-Systeme

Reife Neugeborene	Frühgeborene < 32 SSW
Sauerstoff: 21%	Sauerstoff: 21% - 30%
Flow: 10 l/min	Flow: 10 l/min
Spitzendruck (PIP): 30cmH ₂ O	Spitzendruck (PIP): 25cmH ₂ O
PEEP: 5 cmH ₂ O	PEEP: 5 cmH ₂ O

Als Alternative zu flowbasierten T-Stück-Systemen soll immer auch ein Beatmungsbeutel geeigneter Größe leicht erreichbar an der Erstversorgungseinheit zur Verfügung stehen. Dieser hat den Vorteil, dass er immer sofort einsatzbereit ist (zumindest mit 21% Sauerstoff), ohne einen Gasfluss aufdrehen zu müssen. Nachteile sind sicher eine eingeschränkte Kontrolle über den applizierten Spitzendruck. Zu geringe und zu hohe Spitzendrücke und Tidalvolumina sollten jedoch vermieden werden. Ein reiner CPAP unter Spontanatmung kann auch mit einem Beutel mit PEEP-Ventil nicht verabreicht werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Auch wenn der Beatmungsbeutel in den letzten Jahren in vielen Kliniken zunehmend durch T-Stück-Systeme verdrängt wurde, soll dieser auf Grund der für alle Berufsgruppen einfachen Verwendbarkeit für den Notfall als Alternative weiterhin in jedem Bereich, in dem Neugeborene versorgt werden, zur Verfügung stehen. Sowohl T-Stück-Systeme als auch Beatmungsbeutel sollen in einer Klinik, die vorwiegend Reifgeborene versorgt, immer mit einer geeigneten Maske für die Beatmung von reifen Neugeborenen vorbereitet sein. Zur Verfügung stehen sollen prinzipiell Beatmungsmasken in drei Größen für reife Neugeborene, Frühgeborene und extreme Frühgeborene (Abb 2).

Darüber hinaus ist das regelmäßige Training einer Maskenbeatmung für alle Berufsgruppen, die mit der Versorgung von Neugeborenen betraut sind, essenziell.



Abb. 2 Beatmungsmasken in unterschiedlichen Größen und zur besseren Unterscheidung in unterschiedlichen Farben für reife Neugeborene, Frühgeborene, extreme Frühgeborene (von links nach rechts). (Mit freundl. Genehmigung, © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

Monitoring

In den aktuellen ERC-Leitlinien wird empfohlen, die „Herzfrequenz mit einem Stethoskop und einem Sättigungsmonitor +/- EKG für das spätere kontinuierliche Monitoring“ zu bestimmen.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die Herzfrequenz ist der beste klinische Parameter, um den aktuellen Zustand eines Neugeborenen zu beurteilen. Während der Versorgung eines beeinträchtigten Neugeborenen muss rasch entschieden werden, ob Beatmungen zur Stabilisierung ausreichend sind ($HF > 60/\text{min}$) und damit ohne wesentliche Unterbrechungen bis zur kompletten Erholung des Neugeborenen fortgeführt werden sollten, oder ob in sehr seltenen Fällen tatsächlich Thoraxkompressionen notwendig sind ($HF < 60/\text{min}$ nach 30 Sekunden effektiver Beatmungen). Einer sicheren und korrekten Bestimmung der Herzfrequenz kommt für diese Entscheidung eine herausragende Bedeutung zu.

Die Herzfrequenz kann im Verlauf einer Neugeborenenversorgung zwar relativ zuverlässig über ein modernes Pulsoxymeter angezeigt werden, mehrere Studien zeigten jedoch, dass gerade in den ersten

Lebensminuten eine Ableitung der Herzfrequenz über ein EKG schneller und zuverlässiger gelingt als über eine Pulsoxymetrie.^{14–18} Da die richtungsweisenden Entscheidungen über die notwendigen Maßnahmen, abhängig von der Herzfrequenz, früh im Algorithmus getroffen werden müssen und der weitere Verlauf zu Beginn nicht immer vorhersehbar ist, ist aus unserer Sicht eine möglichst frühzeitige Verwendung des EKGs (idealerweise mit dem Beginn der initialen Beatmungen) in einer als kritisch eingeschätzten Situation sinnvoll. Bei unter effektiver Beatmung steigenden Herzfrequenzwerten **> 60/min** wird in den meisten Fällen die kontinuierliche Anzeige der Herzfrequenz über das EKG, unabhängig vom übrigen klinischen Zustand des Kindes (z.B. einer noch bestehenden muskulären Hypotonie oder Zyanose), zu einer deutlichen Beruhigung im Team führen. Die Durchführung unnötiger Maßnahmen (die mitunter die Durchführung und Effektivität der lebensrettenden Beatmungen beeinträchtigen) lässt sich so möglicherweise verhindern.

Bei Herzfrequenzwerten **< 60/min** nach 30 Sekunden effektiven Beatmungen kann die Verwendung eines EKGs die Entscheidung zur Durchführung von Thoraxkompressionen erleichtern. Im Verlauf lässt sich die Effektivität der durchgeführten Reanimationsmaßnahmen durch die kontinuierliche Anzeige der Herzfrequenz darüber hinaus dann engmaschig beurteilen.

Hilfsmittel zur Beatmung

Guedel-Tubus

Ein sehr einfaches Hilfsmittel zur Optimierung einer Maskenbeatmung stellt der Guedel-Tubus (Oropharyngealtubus) dar. Er kann bei reifen Neugeborenen hilfreich sein, wenn die Beatmung Schwierigkeiten bereitet oder die oberen Atemwege anatomisch verlegt sind, z. B. bei Neugeborenen mit einer ausgeprägten Mikrognathie oder auch bei der sehr seltenen beidseitigen Choanalatresie. Bei Frühgeborenen < 34 Schwangerschaftswochen sollte ein Guedel-Tubus nur mit Vorsicht verwendet werden, da er selbst zu einer Atemwegsverlegung führen oder diese verstärken kann.¹⁹

Larynxmaske

Die Verwendung einer Larynxmaske kann bei Neugeborenen ab 34+0 Schwangerschaftswochen (etwa 2000g) erwogen werden:

- wenn eine effektive Beatmung mit Maske nicht gelingt,
- als Alternative zu einer trachealen Intubation oder
- wenn eine Intubation aufgrund angeborener Fehlbildungen, mangelnder Ausrüstung oder nicht ausreichender Fähigkeiten im Team nicht möglich erscheint oder eine erfolgreiche Intubation unter den gegebenen Bedingungen als zu unsicher beurteilt wird.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

In der Erwachsenenmedizin und pädiatrischen Notfall- und Intensivmedizin sind Larynxmasken in der täglichen Routine sehr weit verbreitet und es besteht bereits gute Erfahrung in der Verwendung auch im Rahmen einer Notfallbeatmung. In der Neonatologie ist die Erfahrung und Expertise in der Verwendung der Larynxmaske wahrscheinlich bisher deutlich geringer. Trotzdem sollten Larynxmasken als alternatives Atemwegshilfsmittel in allen Bereichen, in welchen Neugeborene versorgt werden, zur Verfügung stehen. Allerdings ist für die effektive Verwendung beim Neugeborenen im Notfall (damit die Larynxmaske gegenüber anderen Maßnahmen zur Optimierung einer nicht-invasiven Beatmung tatsächlich einen Vorteil bedeutet) wahrscheinlich ausreichend Training und auch klinische Expertise notwendig. Im deutschsprachigen Raum findet als Atemwegshilfsmittel auch ein nasopharyngealer Tubus häufig Verwendung und stellt sicher ebenfalls eine sinnvolle Alternative bei einer erschwerten nicht-invasiven Beatmung dar.

Materialien zur Intubation

Während einer Neugeborenenreanimation kann es zu unterschiedlichen Zeitpunkten sinnvoll sein, eine Intubation zur definitiven Atemwegssicherung in Erwägung zu ziehen. Ob und wann dies sinnvoll ist, richtet sich dabei vor allem nach der Erfahrung des versorgenden Teams in der Notfallintubation von Neugeborenen.

Die aktuellen Guidelines empfehlen eine Intubation in Erwägung zu ziehen:

- Wenn alle Maßnahmen zur Optimierung einer Maskenbeatmung (**s. Optimierung der Maskenbeatmung**) nicht erfolgreich sind.
- Bei längerer Beatmung, um den Atemweg definitiv zu sichern.
- Wenn ein Absaugen der unteren Atemwege notwendig erscheint, um eine vermutete Obstruktion der Trachea zu beseitigen.
- Wenn Thoraxkompressionen durchgeführt werden müssen.
- Unter besonderen Umständen (z.B. bei einer angeborenen Zwerchfellhernie oder zur Surfactant-Gabe).

Wird eine Intubation durchgeführt,

- sollen Tuben (und Laryngoskopspatel) unterschiedlicher Größe immer verfügbar sein. Die ideale Tubusgröße ermöglicht eine suffiziente Belüftung bei möglichst geringer Leckage und geringstem Trauma der Atemwege.
- kann die Verwendung eines Videolaryngoskops für die tracheale Intubation hilfreich sein.
- soll eine endtidale CO₂-Messung verwendet werden, um eine tracheale Tubuslage zu überprüfen.
- soll die korrekte Tubuslage (tracheale Lage und Tubustiefe) im Verlauf durch eine Bildgebung bestätigt werden.
- kann die Verwendung eines Atemfunktionsmonitorings ebenfalls dazu beitragen, eine tracheale Tubuslage zu verifizieren. Darüber hinaus kann mit diesem eine suffiziente Ventilation (adäquates expiratorisches Tidalvolumen etwa 5 bis 8 ml/kg KG) und eine minimale Leckage bestätigt werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die mögliche Notwendigkeit einer Notfallintubation bereitet erfahrungsgemäß, vor allem nicht-neonatalogischen Teams, häufig große Sorgen. Wir möchten daher an dieser Stelle noch einmal explizit darauf hinweisen, dass die entscheidende und zumeist einzig notwendige Maßnahme für die erfolgreiche Reanimation eines Neugeborenen die effektive Ventilation der Lunge ist.²⁰ In den meisten Fällen gelingt diese beim reifen Neugeborenen mit Hilfe einer Maskenbeatmung. Die Hypoxie als Ursache für die Bradykardie wird so behoben und es kommt in der Folge unter konsequenter Durchführung effektiver Beatmungen zu einem raschen Anstieg der Herzfrequenz. Sowohl Thoraxkompressionen als auch eine Intubation sind in den seltensten Fällen notwendig.

Um die Versorgungsqualität und das Outcome von Neugeborenen zu verbessern, sollte in Ausbildung und Training der Neugeborenenversorgung daher vor allem den Maßnahmen zur Optimierung einer nicht-invasiven Beatmung ein hoher Stellenwert eingeräumt werden.

Eine Intubation soll grundsätzlich nur in der Notfallintubation von Neugeborenen erfahrenen Teams vorbehalten bleiben.

Notfallzugänge

Neben peripheren Zugängen für die erweiterte Standardversorgung von nur gering beeinträchtigten Neugeborenen müssen Zugänge für die Notfallversorgung zur Verfügung stehen.

Während der Reanimation eines Neugeborenen nach der Geburt ist ein peripher-venöser Zugang für die Verabreichung von Medikamenten aufgrund der eingeschränkten peripheren Perfusion wahrscheinlich schwierig herzustellen und insgesamt suboptimal.

Als Zugang der ersten Wahl empfehlen die aktuellen Guidelines zur Verabreichung von Medikamenten im Notfall weiterhin einen Nabelvenenkatheter (NVK). Erstmalig findet auch der intraossäre (i.o.) Zugang als Alternative Erwähnung.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Welcher Zugang der sinnvollste und erfolgversprechendste im Rahmen einer Neugeborenenreanimation ist, lässt sich anhand der aktuellen Datenlage weiterhin nicht beantworten. Die Auswahl des geeigneten Zugangs im Rahmen einer Neugeborenenreanimation ist damit wahrscheinlich im Wesentlichen von der Kombination der folgenden drei Faktoren abhängig:

- 1. Welche Erfahrung hat das versorgende Team im Legen von Notfallzugängen?*
- 2. In welcher Umgebung findet die Reanimation statt?*
- 3. Welches Material steht zur Verfügung?*

Ein erfahrenes neonatologisches Team an einem neonatologischen Zentrum wird sich in einer Notfallsituation in den meisten Fällen wahrscheinlich weiterhin für einen Nabelvenenkatheter entscheiden. Selbst wenn dieser, auch in den Händen des erfahrenen Teams, mitunter länger dauert als der intraossäre Zugang, wird dieses Team möglicherweise erfolgreicher mit dem Nabelvenenkatheter - und damit letztlich möglicherweise schneller - als mit einem i.o.-Zugang sein.

In Rahmen einer Neugeborenenreanimation im präklinischen Bereich wird ein NVK hingegen kaum möglich sein, da es meist an Erfahrung des behandelnden Teams im Legen von Nabelvenenkathetern, an ausreichendem Personal und am geeigneten Material fehlt. Präklinisch wird in den meisten Fällen daher wahrscheinlich nur ein i.o.-Zugang in Frage kommen.

Auch für den im Legen eines Nabelvenenkatheters Erfahrenen kann es Situationen geben, in denen ein i.o.-Zugang eine sinnvolle und praktische Alternative sein kann, z.B. in einer ungewohnten Umgebung (z.B. mitzuversorgende Geburtshilfe einer anderen Klinik) oder in Situationen mit beschränkten personellen Ressourcen.

In geburtshilflichen Abteilungen ohne Neonatologie, in denen nur extrem selten NVKs gelegt werden und häufig zudem nur eingeschränkte personelle Ressourcen zur Verfügung stehen, stellt der i.o.-Zugang möglicherweise den Zugang der ersten Wahl dar.

Beide Zugangswege haben grundsätzlich Vor- und Nachteile und jedes Team muss für sich entscheiden, welcher der für sie geeignetste Zugangsweg unter den gegebenen Umständen ist. Grundsätzlich muss das Legen beider Zugänge regelmäßig im interdisziplinären Team trainiert werden, um eine sichere und effektive Verwendung im Notfall zu gewährleisten.

Ausbildung und Training

Selbst mit vielen Jahren Berufserfahrung bleibt der Notfall im Neugeborenenalter für die Versorgenden jedes Mal aufs Neue eine Herausforderung.²¹ Alle mit der Versorgung und Reanimation von Neugeborenen betrauten Personen müssen daher die aktuellen Versorgungsstrategien zur Stabilisierung und Reanimation von Neu- und Frühgeborenen kennen und die Möglichkeit haben, die notwendigen technischen Fertigkeiten und nicht-technischen Fähigkeiten für die Versorgung von kritisch kranken Neugeborenen zu erwerben und regelmäßig zu trainieren.

Kliniken mit geburtshilflichen Abteilungen müssen daher über strukturierte Ausbildungs- und Trainingsprogramme verfügen. Häufigkeit, Inhalt und die Art des Trainings sollen auf die Bedürfnisse der MitarbeiterInnen und die Gegebenheiten vor Ort abgestimmt werden.

Zu den empfohlenen Inhalten solcher Ausbildungs- und Trainingsprogramme gehören u.a.:

- regelmäßige Praxis,
- Training medizinischer Algorithmen und technischer Fertigkeiten (z.B. Legen von Notfallzugängen) mit direktem und unmittelbarem Feedback,
- simulationsbasiertes Teamtraining mit Schwerpunkt auf nicht-technischen Fähigkeiten (wie Leadership, Kommunikation, Aufgabenverteilung im Team) mit zielgerichteten, konstruktiven Nachbesprechungen (Debriefings) zur Verbesserung der Teamperformance.

Idealerweise sollen Trainingseinheiten häufiger als einmal pro Jahr stattfinden. *(siehe hierzu auch: Training von Basisreanimationsmaßnahmen (Newborn Life Support, Paediatric Basic Life Support), Positionspapier der Arbeitsgruppe „Pädiatrische Simulation und Patient*innensicherheit“ der Österreichischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (ÖGKJ)).²²*

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die Reanimation eines Neugeborenen ist zumeist ein akutes und äußerst seltenes Ereignis (sog. high acuity, low occurrence (HALO) task). Gerade in diesen seltenen und häufig dramatischen Situationen ist schnelles und umsichtiges Handeln im Team gefragt. Ob und wie ein Neugeborenes eine lebensbedrohliche Situation überlebt, ist, neben der Umkehrbarkeit des pathologischen Prozesses, vor allem von der Performance des behandelnden Teams abhängig.

Regelmäßiges Training in der Neugeborenenversorgung sollte daher für alle, die Neugeborene versorgen, verpflichtend sein und einen Schwerpunkt vor allem auf der Durchführung effektiver Basismaßnahmen (Beatmungen, Optimierung einer nicht-invasiven Beatmung, korrekte Bestimmung der Herzfrequenz im Notfall, Durchführung von effektiven Thoraxkompressionen) haben. Spezielle technische Fertigkeiten (wie Intubation, Legen eines NVK oder eines i.o.-Zugangs) müssen darüber hinaus ebenfalls erlernt, trainiert, und regelmäßig praktiziert werden, um sie im Notfall sicher durchführen zu können.

Eine wesentliche Rolle spielen in diesen dramatischen Notfallsituationen zudem menschliche Faktoren und nicht-technische Fertigkeiten, wie effektives Leadership, optimale Kommunikation und Verteilung der Aufgaben im Team, die ebenfalls im interdisziplinären Training und im klinischen Alltag zunehmend Berücksichtigung finden müssen.

Eine Übersicht über im deutschsprachigen Raum gängige Kurse zur Stabilisierung und Reanimation von Früh- und Neugeborenen findet sich im Artikel „Der Früh- und Neugeborenen-Notfall – Update praxisrelevanter Fortbildungskonzepte“.²¹

Algorithmus für die Reanimation von Neugeborenen

Der Algorithmus zur Neugeborenenreanimation stellt vor allem ein didaktisches Konzept dar, das mit der Versorgung von Neugeborenen betrautem medizinischen Personal helfen soll, die in diesen Situationen notwendigen Schritte strukturiert und effektiv abzuarbeiten.

1. Briefing

Vor jeder Geburt soll ein Teambriefing aller an der Geburt beteiligten Berufsgruppen durchgeführt werden. Die Verwendung von Checklisten ist dabei hilfreich, um möglicherweise vorhersehbare notwendige Maßnahmen bereits im Vorfeld strukturiert zu planen, um Rollen und Zuständigkeiten im Team zu verteilen (z.B. Beatmungen, Thoraxkompressionen, Zugang, Leadership) und um standardisiert das notwendige Material auf Vollständigkeit und Funktion zu überprüfen.

Sind erweiterte Versorgungsmaßnahmen vorauszusehen, soll nach Möglichkeit auch bereits pränatal ein Gespräch mit den Eltern geführt werden, um diese auf die Situation und möglicherweise notwendige Maßnahmen und den geplanten Ablauf vorzubereiten.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die Durchführung eines Teambriefings unmittelbar vor einer Patientenaufnahme, Operation oder auch einer Geburt, insbesondere wenn es mit einem nachfolgenden Debriefing (konstruktive Nachbesprechung) kombiniert wird, führt zu signifikanten Verbesserung in den technischen Fertigkeiten des Teams (z.B. Durchführung der ersten entscheidenden Maßnahmen, Beatmung, Häufigkeit der Notwendigkeit einer Intubation, etc.)²³⁻²⁵, den nicht-technischen Fähigkeiten des Teams (z.B. effektive Kommunikation, Leadership, Antizipation, Planung und Verteilung von Aufgaben, etc.)^{23,25-27} und zu einem verbesserten Patientenoutcome durch Reduktion von unerwünschten Ereignissen und Komplikationen.²⁸

Wird ein Briefing strukturiert und standardisiert durchgeführt, nimmt es nur wenige Minuten in Anspruch. Es soll immer mit dem gesamten versorgenden Team erfolgen. Wesentliche Elemente eines Briefings vor der Geburt sind u.a.:

- *Gestationsalter (reifes Neugeborenes oder Frühgeborenes)*
- *Fehlbildungen*
- *der erwartete Zustand des Kindes und dementsprechende Maßnahmen, die initial getroffen werden müssen*
- *was nimmt sich das Team für die Erstversorgung vor? (möglichst konkret: z.B. Normothermie nach zwei Minuten; Anwendung der closed-loop-Kommunikation, etc.)*
- *Rollenverteilung inkl. Benennung des Teamleaders und Fragen des Teams.*

Das Briefing endet damit, dass jedes Teammitglied seine zugewiesene Position auf Material-Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit überprüft. Nach erfolgter Aufnahme und Stabilisierung des Kindes komplettiert das Debriefing die Erstversorgung (s. Debriefing).

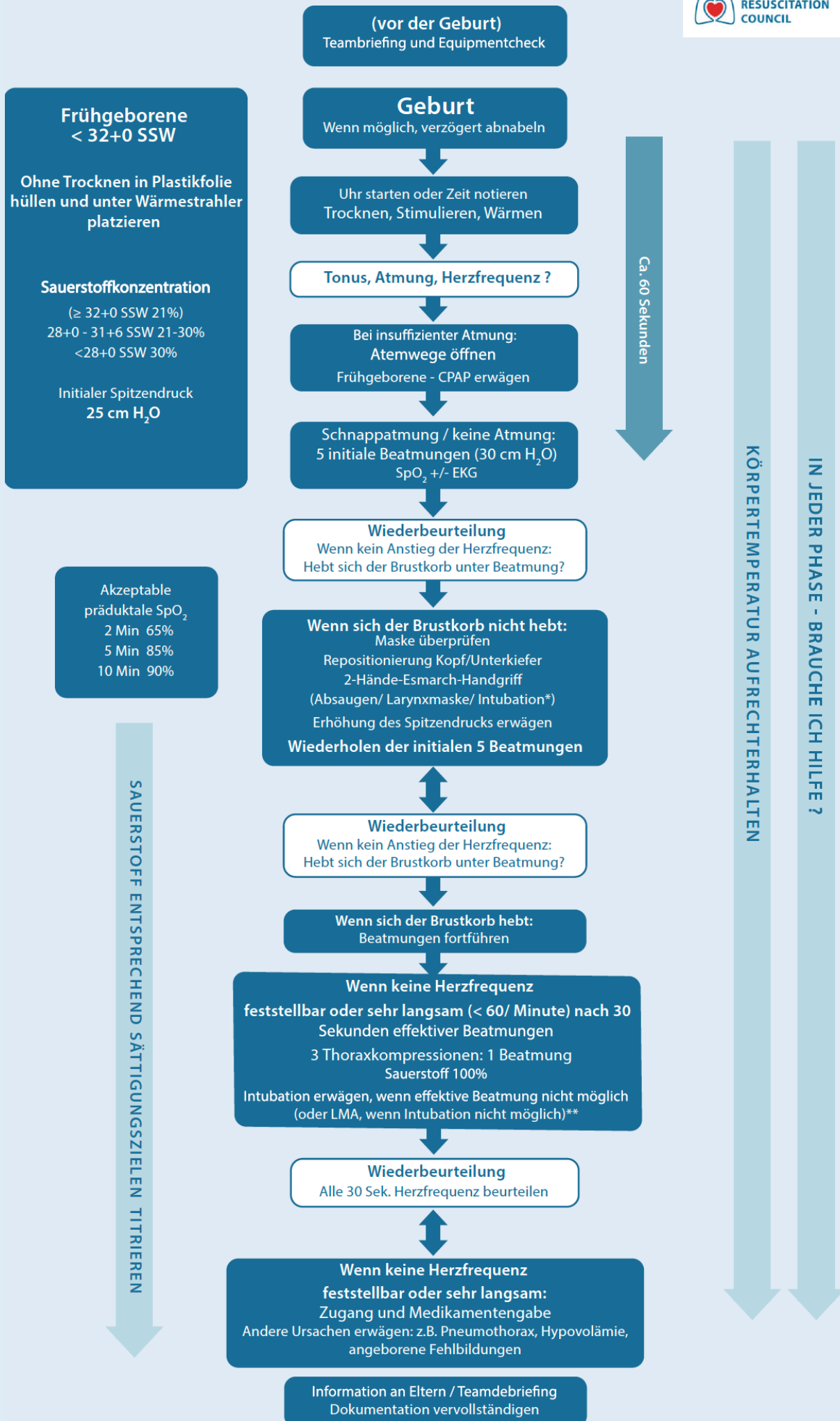


Abb. 3 Algorithmus der Neugeborenenreanimation.

**Werden alle beschriebenen Maßnahmen zur Optimierung der Beatmung (Erhöhung des Spitzendrucks, 2-Hände-Esmarch-Handgriff, Guedel-Tubus, evtl. LMA) konsequent ausgeschöpft, ist eine Intubation zu diesem Zeitpunkt nur in sehr seltenen Fällen notwendig. (Anmerkung der AutorInnen der deutschen Fassung der ERC-Guidelines).*

***Im englischen Original steht hier die Formulierung „Consider Intubation if not done already (or laryngeal mask if intubation not possible)“. Für die AutorInnen der deutschen Fassung der ERC-Guidelines impliziert diese Formulierung einen zu starken Aufforderungscharakter und die AutorInnen möchten darauf hinweisen, dass es keine Evidenz dafür gibt, dass eine Intubation zu diesem Zeitpunkt das Outcome eines reanimationspflichtigen Neugeborenen tatsächlich verbessert. Darüber hinaus besteht Übereinkunft, dass die Fertigkeit, eine Intubation, insbesondere im Rahmen einer Neugeborenenreanimation, sicher und effektiv durchzuführen, begrenzt ist und in den letzten Jahren zudem durch neue Versorgungsstrategien in der Neonatologie noch deutlich abgenommen hat. Die AutorInnen der deutschen Fassung möchten daher festhalten: Wenn sich der Brustkorb unter Beatmung zwischen den Thoraxkompressionen hebt, muss sehr gut abgewogen werden, ob eine Intubation zu diesem Zeitpunkt tatsächlich einen Vorteil bedeutet. Möglicherweise führt eine Intubation zu diesem Zeitpunkt zu einer Beeinträchtigung der Reanimationsmaßnahmen und zu einer Verzögerung weiterer Maßnahmen (z. B. Legen eines Notfallzugangs und Medikamentengabe). Mitunter kann eine Intubation zu diesem Zeitpunkt, insbesondere wenn sie nicht schnell und sicher durchgeführt werden kann, das Outcome des Neugeborenen verschlechtern. Eine Intubation kann grundsätzlich im Rahmen einer Neugeborenenreanimation zu unterschiedlichen Zeitpunkten erwogen werden, soll aber nur von in der Notfallintubation von Neugeborenen erfahrenen Teams durchgeführt werden, aus [3], © European Resuscitation Council (ERC), German Resuscitation Council (GRC), Austrian Resuscitation Council (ARC) 2021, alle Rechte vorbehalten.*

2. Wärmen, Trocknen, Stimulation, Sicherstellen freier Atemwege

Direkt nach der Geburt erfolgt, zumeist noch vor dem Abnabeln, eine initiale Beurteilung des klinischen Zustands des Neugeborenen. Gleichzeitig werden die ersten Maßnahmen durchgeführt, die dem Neugeborenen die Anpassung an das extrauterine Leben erleichtern. Das Neugeborene wird gewärmt, getrocknet und stimuliert, indem z.B. während des Trocknens sanft über den Rücken gerieben wird oder die Fußsohlen massiert werden. Eine zu aggressive Stimulation soll unbedingt vermieden werden. Gleichzeitig wird darauf geachtet, dass die Atemwege frei sind und eine suffiziente Spontanatmung besteht oder umgehend einsetzt.

3. Initiale Beurteilung

In dieser Phase wird der klinische Zustand des Neugeborenen wiederholt durch die simultane Erfassung folgender Parameter beurteilt:

- **Muskeltonus (und Hautkolorit)**
- **Spontanatmung**
- **Herzfrequenz**

3a. Muskeltonus (und Hautkolorit)

Der erste Parameter, der bei der Beurteilung des klinischen Zustandes offensichtlich wird, ist zumeist der Muskeltonus des Neugeborenen. Ein gesundes Neugeborenes wird eine seitengleiche Spontanmotorik und einen Beugetonus zeigen. Ein deutlich hypotones, schlappes Neugeborenes benötigt wahrscheinlich unterstützende Maßnahmen.

Das Hautkolorit ist generell nur sehr schlecht zur Beurteilung der Oxygenierung geeignet. Sind jedoch eine deutliche Zyanose oder auch eine ausgeprägte Blässe zu beobachten, sind dies Alarm-signale, die eine erhöhte Aufmerksamkeit bei der weiteren Beurteilung und Versorgung erfordern.

3b. (Qualität der) Spontanatmung

Die Spontanatmung muss möglichst simultan zur Erfassung des Muskeltonus beurteilt werden und ist in dieser initialen Phase wahrscheinlich der entscheidende Parameter für die Entscheidung, ob und in welchem Ausmaß unterstützende Maßnahmen notwendig sind. Ein gesundes Neugeborenes wird unterschiedlich stark schreien, eine suffiziente Spontanatmung mit einer sich zunehmend normalisierenden Atemfrequenz und ein ruhiges Atemmuster aufweisen.

Atmet das Neugeborene nicht oder insuffizient, ist dies immer ein Alarmsignal und muss zu einer intensiven weiteren Beurteilung des Neugeborenen und zu weiteren Versorgungsmaßnahmen führen.

Neben der Atmung selbst, muss die Qualität der Atmung beurteilt werden. Zeigt das Neugeborene eine erhöhte Atemfrequenz, eine angestrengte Atmung mit pathologischen Zeichen wie Nasenflügeln, interkostale Einziehungen oder Knorksen (Stöhnen) oder hebt sich der Thorax nicht seitengleich, ist eine weitere intensive Beobachtung und dynamische und regelmäßige Beurteilung des weiteren Verlaufs erforderlich.

Da insbesondere die Bewertung einer „Schnappatmung“ immer wieder zu Schwierigkeiten führt, wird in diesem Zusammenhang noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Schnappatmung immer das Ende eines pathologischen Prozesses bedeutet und nicht den Beginn einer Spontanatmung. Das Neugeborene versucht also nicht zu atmen, sondern die Schnappatmung signalisiert den bereits tief hypoxischen Zustand des Kindes, sodass umgehend mit Beatmungen begonnen werden muss.

3c. Beurteilung der initialen Herzfrequenz

In dieser initialen Phase wird sich das Neugeborene wahrscheinlich noch bei der Mutter befinden und soll bei klinisch unauffälligem Bild selbstverständlich auch bei dieser verbleiben. Zeigt das Neugeborene einen normalen Muskeltonus und eine suffiziente Spontanatmung ist eine bradykarde Herzaktion sehr unwahrscheinlich.

Weist das Neugeborene hingegen einen ausgeprägt hypotonen Muskeltonus, keine suffiziente Spontanatmung und eine bradykarde Herzaktion auf, müssen weiterführende Maßnahmen ergriffen werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Es lässt sich diskutieren, inwiefern in dieser Phase die Beurteilung der Herzfrequenz tatsächlich eine relevante Zusatzinformation bedeutet, oder ob der pathologische Muskeltonus und die insuffiziente Atmung zur Beurteilung der Notwendigkeit von unterstützenden Maßnahmen nicht ausreichend sind. Zumindest sind die Möglichkeiten für eine effektive Beurteilung der Herzfrequenz in dieser initialen Phase sicher begrenzt und bestehen lediglich in einem Tasten der Herzfrequenz an der Nabelschnur oder in der Auskultation. Ist das Neugeborene in einem kritischen Zustand bereitet beides jedoch nicht selten Schwierigkeiten.^{29,30}

Im Zweifelsfall soll das hypotone, nicht suffizient atmende Neugeborene daher schnell abgenabelt werden und zu einer Erstversorgungseinheit getragen werden, wo es effektiv versorgt werden kann. Die initiale Bestimmung der Herzfrequenz sollte, insbesondere wenn diese sich als schwierig erweist, die Einleitung von unterstützenden Maßnahmen in dieser Phase in keinem Fall verzögern.

4a. Abnabeln des gesunden Neugeborenen

Die aktuellen Leitlinien empfehlen ein verzögertes Abnabeln (idealerweise erst nach der Belüftung der Lunge). Unbeeinträchtigte Neugeborene, die keine Reanimationsmaßnahmen benötigen, sollen daher frühestens nach einer Minute, abgenabelt werden. Da spätes Abnabeln nach der aktuellen Literatur mehr Vor- als Nachteile bietet, kann beim gesunden Neugeborenen, noch deutlich länger als eine Minute mit dem Abnabeln gewartet werden. Das gesunde Neugeborene wird mit intakter Nabelschnur nach Möglichkeit der Mutter auf die Brust gelegt, beide werden vor Auskühlung geschützt und der klinische Verlauf beobachtet.

Wenn ein verzögertes Abnabeln nicht möglich ist, kann bei Frühgeborenen **über 28+0 Schwangerschaftswochen** ein Ausstreifen der Nabelschnur in Betracht gezogen werden.

4b. Abnabeln des kritisch kranken Neugeborenen

Bisher gibt es keine evidenzbasierten Daten zum idealen Abnabelungszeitpunkt bei einem kritisch kranken Neugeborenen. Ein reifes Neugeborenes, das unterstützende Maßnahmen nach der Geburt benötigt, soll daher weiterhin umgehend abgenabelt werden und an einen Ort gebracht werden, an dem unterstützende Maßnahmen sicher und effektiv durchgeführt werden können (idealerweise auf einer Reanimationseinheit).

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Im klinischen Alltag einer Geburt dauert es mitunter einige Zeit, bis erkannt wird bzw. noch häufiger, bis akzeptiert wird, dass es sich um ein kritisch krankes Neugeborenes handelt, das weiterführende unterstützende Maßnahmen benötigt. Dadurch verzögert sich häufig das Abnabeln im Notfall. Im Umkehrschluss bedeutet dies als pragmatische Empfehlung: Wenn ein kritisch krankes Neugeborenes die Reanimationseinheit erreicht, kann mitunter schon einige Zeit postnatal vergangen sein. Atmet das Neugeborene auf der Reanimationseinheit daher weiterhin nicht, muss sich ein Teammitglied sofort auf das Öffnen der Atemwege und eine schnelle Maskenbeatmung fokussieren. Alle übrigen Maßnahmen (wärmen, trocknen, stimulieren, Hilferuf, EKG) müssen von einem weiteren Teammitglied durchgeführt werden und dürfen die effektive Durchführung der Beatmungen nicht behindern oder verzögern.

5. Hilferuf

In jeder Phase der Versorgung muss beurteilt werden, ob weitere Hilfe für die Versorgung notwendig ist und diese muss frühzeitig verständigt werden. Im Zweifel sollte ein neonatologischer Notfallalarm daher eher das ein oder andere Mal unnötig, als zu spät ausgelöst werden.

6. Öffnen der Atemwege

Zeigt das Neugeborene auf der Erstversorgungseinheit keine oder keine suffiziente Spontanatmung werden zunächst die Atemwege geöffnet. Das Neugeborene wird in Rückenlage auf der Erstversorgungseinheit platziert, der Kopf wird in Neutralposition gelagert und das Kinn wird angehoben (Abb. 4a-c). Bei vielen Neugeborenen setzt unter dieser Maßnahme, in Kombination mit taktiler Stimulation, häufig bereits eine suffiziente Spontanatmung ein.

Ein oropharyngeales Absaugen muss nur bei einem Verdacht auf eine mechanische Verlegung der Atemwege erfolgen.



Abb. 4 Eine effektive Beatmung ist weder, wenn der Kopf zu weit gebeugt (a), noch wenn er zu weit überstreckt ist (b), möglich. Der Kopf muss in einer Neutralposition gelagert werden und das Kinn muss angehoben werden (c). (Mit freundl. Genehmigung, © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

6a. Mekonium

Leicht mekoniumgefärbtes Fruchtwasser ist nicht selten, führt in den meisten Fällen zu keinen größeren Problemen während der Anpassungsphase und spielt damit für die Erstversorgung zumeist keine besondere Rolle.

Zähes mekoniumhaltiges Fruchtwasser hingegen ist äußerst selten, bedeutet aber immer ein Alarmsignal, da es auf perinatalen Stress hinweist und unterstützende Maßnahmen unterschiedlichen Ausmaßes bis zu Reanimationsmaßnahmen erforderlich sein können. Bereits seit den ERC-Leitlinien 2015³¹ ist weder ein intrapartales Absaugen (nach der Geburt des Kopfes)³² noch ein routinemäßiges tracheales Absaugen des vitalen Neugeborenen mit mekoniumhaltigem Fruchtwasser³³ empfohlen. Offenbar profitieren auch avitale Neugeborene letztlich nicht von einem trachealen Absaugen, im Gegenteil, ausgedehnte Versuche tracheal abzusaugen verzögern möglicherweise die entscheidende Belüftung der Lunge.^{34–37}

Auch bei nicht-vitalen Neugeborenen soll daher keine Zeit verloren werden und so schnell wie möglich mit einer effektiven Beatmung begonnen werden. Ein vorheriges Absaugen vor Durchführung der Beatmung ist auch hier nicht mehr empfohlen. Hebt sich der Brustkorb unter Beatmung nicht oder erscheint eine Maskenbeatmung nicht effektiv, müssen Maßnahmen zur Optimierung der Maskenbeatmung (**s. Maßnahmen zur Optimierung der Maskenbeatmung**) ergriffen werden. In diesem Fall muss auch eine Obstruktion der Atemwege mit Mekonium ausgeschlossen werden und ein Absaugen unter direkter Sicht (oropharyngeal und ggf. auch tracheal) in Erwägung gezogen werden.

Zumeist gelingt jedoch auch bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser eine Maskenbeatmung, und ein vor allem initiales tracheales Absaugen ist nur in sehr wenigen Fällen tatsächlich notwendig.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Gerade erfahrenen NeonatologInnen bereitet es wahrscheinlich (vor allem psychologisch) Schwierigkeiten, ein mekoniumverschmiertes, nicht-vitales Neugeborenes, ohne vorheriges Absaugen zumindest des Oropharynx sofort zu ventilieren. Die aktuellen Guidelines unterscheiden bei der Empfehlung gegen ein initiales Absaugen nicht zwischen einem oropharyngealen und einem trachealen Absaugen. Es ist daher wahrscheinlich legitim, bei einem mekoniumverschmierten, nicht-vitalen Neugeborenen zunächst schnell mit einem großen Absaugkatheter in den Oropharynx (und ggf. Nasopharynx) zu saugen. Dies darf jedoch nur wenige Sekunden in Anspruch nehmen, um effektive Beatmungen nicht zu verzögern. An jeder Erstversorgungseinheit müssen hierfür neben den üblichen kleinumigen Kathetern (8 Charr, blau, und 10 Charr, schwarz) großlumige Absaugkatheter (16 Charr, orange) immer griffbereit zu Verfügung stehen.

In den seltenen Fällen, in denen sich der Thorax tatsächlich unter Beatmung (auch unter optimierenden Maßnahmen) dann nicht hebt, soll ein tracheales Absaugen unter Sicht in Erwägung gezogen werden. Dies kann ebenfalls mit einem orangenen Katheter versucht werden.

Soll für das tracheale Absaugen der in vielen Kliniken zur Verfügung stehende Mekoniumadapter verwendet werden, muss seine Verwendung unbedingt regelmäßig im interdisziplinären Team trainiert werden, da die Abfolge der einzelnen notwendigen Schritte komplex ist und im Team im Notfall optimal koordiniert werden muss.

7. Initiale Beatmungen mit verlängerter Inspirationszeit

Zeigt ein Neugeborenes nach der initialen Beurteilung sowie unter Wärmen, Trocknen, Stimulation und nach dem Öffnen der Atemwege keine suffiziente Spontanatmung, müssen nun Beatmungen durchgeführt werden. Die ersten fünf Beatmungen sollen dabei mit einer verlängerten Inspirationszeit von 2-3 Sekunden erfolgen. Bei ausreichender Expertise gelingen die verlängerten Beatmungen wahrscheinlich leichter mit einem T-Stück-System als mit einem Beatmungsbeutel. Entscheidend ist jedoch, dass die Lunge suffizient geöffnet und das Neugeborene effektiv beatmet wird (Abb. 5).

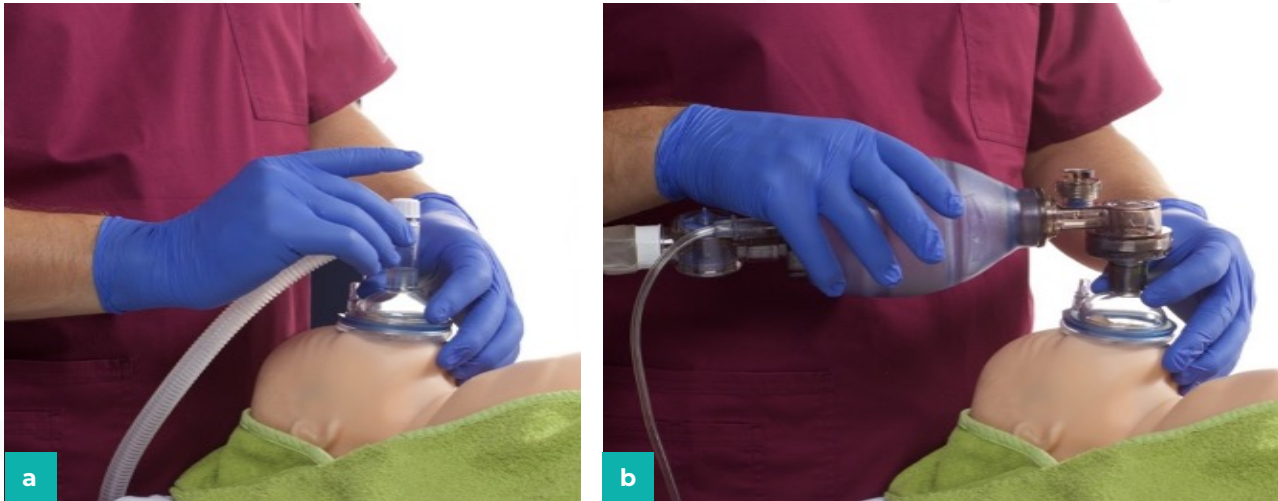


Abb. 5 Non-invasive Beatmung mit Hilfe eines T-Stück-Systems (a) und eines Beatmungsbeutels (b)
(Mit freundl. Genehmigung, © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten)

Pragmatische Überlegungen der Autoren

Da der Anstieg der Herzfrequenz den besten klinischen Parameter für eine suffiziente Beatmung darstellt, ist nun ein schnelles Monitoring der Herzfrequenz sinnvoll. Im innerklinischen Setting gelingt dies in dieser Phase wahrscheinlich am effektivsten und sichersten mit einem EKG (s. Monitoring).

Während ein Teammitglied die initialen Beatmungen durchführt und sich ausschließlich darauf fokussiert, soll ein zweites Teammitglied ein EKG aufkleben, um eine schnelle Beurteilung der Herzfrequenz zu ermöglichen. Gelingt die Bestimmung der Herzfrequenz bis zur fünften Beatmung nicht (was insgesamt nicht unwahrscheinlich ist), darf die Beatmung auf keinen Fall unterbrochen werden, bis die Herzfrequenz bestimmt wurde, sondern es werden weitere Beatmungen durchgeführt, bis die Herzfrequenz bestimmt werden kann.

8a. Herzfrequenz > 60/min nach den initialen Beatmungen

Liegt die Herzfrequenz nach den initialen Beatmungen **über 60/min**, spricht dies mit hoher Wahrscheinlichkeit für die Effektivität der ersten Beatmungen, und das Neugeborene wird weiter mit einer Frequenz von **30 Beatmungen pro Minute** (Inspirationszeit < 1 Sekunde) unter Beobachtung der Herzfrequenz und Thoraxbewegungen beatmet. Unter effektiven Beatmungen wird die Herzfrequenz weiter über 100/min ansteigen und das Neugeborene wird letztlich eine suffiziente Spontanatmung entwickeln.

Wenn sich der Thorax ausreichend hebt, kann im Verlauf versucht werden, den Spitzendruck zu reduzieren. Herzfrequenz und Atmung werden alle 30 Sekunden reevaluiert. In den meisten Fällen sind für die initiale Stabilisierung des Neugeborenen keine weiteren Maßnahmen außer eine effektive Maskenbeatmung notwendig.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Das Überwachen der Sauerstoffsättigung ist jetzt im weiteren Verlauf, während der Durchführung der Beatmungen, hilfreich, um bei Bedarf eine gezielte Sauerstofftherapie durchführen zu können.

8b. Herzfrequenz < 60/min nach den initialen Beatmungen

Liegt die Herzfrequenz nach den initialen Beatmungen **unter 60/min**, muss zunächst eine insuffiziente Maskenbeatmung als Ursache für die bradykarde Herzaktion ausgeschlossen werden. Die Beatmung wird zunächst mit einer normalen Inspirationszeit von < 1 Sekunde fortgeführt. Während dieser Phase der Beatmungen muss nun unbedingt die Effektivität der Beatmung beurteilt werden. Bei reifen Neugeborenen lässt sich diese zumeist an einer effektiven Hebung des Thorax erkennen (bei Frühgeborenen kann dies schwieriger zu erkennen sein).

9a. Der Thorax hebt sich unter Beatmung

Wurde die Effektivität der Beatmungen überprüft und der Thorax hebt sich, wird als nächstes **30 Sekunden effektiv mit einer Frequenz von 30 Beatmungen pro Minute** (15 Beatmungen in 30 Sekunden) beatmet.

Der sensibelste klinische Parameter, um die Effektivität der Beatmungen zu beurteilen, ist der Anstieg der Herzfrequenz. Werden effektive Beatmungen durchgeführt, wird die Herzfrequenz in den meisten Fällen über 60/min und letztlich rasch auch über 100/min ansteigen und es wird schließlich eine effektive Spontanatmung einsetzen. Kommt es trotz 30 Sekunden effektiver Beatmungen nicht zu einem Anstieg der Herzfrequenz **über 60/min** müssen Thoraxkompressionen durchgeführt werden. *(gehe direkt zu Schritt 12)*

9b. Der Thorax hebt sich nicht unter Beatmung

Wurden die initialen fünf Beatmungen durchgeführt und unter Fortführung der Beatmung mit normaler Inspirationszeit < 1 Sekunde hebt sich der Thorax jedoch nicht, muss zunächst die Beatmung optimiert werden, bevor auch bei einer weiter bestehenden Bradykardie < 60/min zu Thoraxkompressionen übergegangen werden darf. *(gehe zu Schritt 10)*

Luft muss in die Lunge!

Die effektivste und meist einzig notwendige Maßnahme für die erfolgreiche Versorgung eines nicht spontan atmenden Neugeborenen ist eine suffiziente Maskenbeatmung. Wird diese effektiv durchgeführt, sind beim Neugeborenen in den seltensten Fällen Thoraxkompressionen notwendig. Andererseits dürfen Thoraxkompressionen daher auch nicht durchgeführt werden, bevor die Effektivität der Beatmung nicht sichergestellt ist.

10. Optimierung der Maskenbeatmung

Hebt sich der Thorax unter Beatmung nicht, können folgende Maßnahmen zur Optimierung der Maskenbeatmung durchgeführt werden:

- Repositionierung des Kopfes (Schnüffelposition oder Neutralstellung, Abb. 6a),
- Absaugen erwägen,
- Leckage beheben (Maske neu positionieren oder wechseln, 2-Hände-Esmarch-Handgriff; Abb. 6b),
- Peak Inspiratory Pressure (PIP, inspiratorischer Spitzendruck) erhöhen (Spitzendruck beim Reifgeborenen schrittweise über 30cmH₂O erhöhen),
- Hilfsmittel verwenden (Guedel-Tubus (Abb. 6c), Larynxmaske, nasopharyngealer Tubus),
- Intubation

Bei einer insuffizienten Beatmung muss immer auch ein zu niedriger Spitzendruck in Betracht gezogen werden und im Zweifelsfall ein schrittweises Anheben des Spitzendrucks über die beim reifen Neugeborenen empfohlenen 30cmH₂O hinaus, in Erwägung gezogen werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

In den meisten Fällen gelingt es, mit einer der nicht-invasiven Maßnahmen oder einer Kombination von mehreren Maßnahmen eine effektive Maskenbeatmung und einen Anstieg der Herzfrequenz zu erreichen. Bei einer konsequenten Durchführung der oben beschriebenen Maßnahmen zur Optimierung einer nicht-invasiven Beatmung ist in den seltensten Fällen zu diesem Zeitpunkt eine Intubation notwendig. Grundsätzlich sollte diese auch nur darin erfahrenen Teams vorbehalten bleiben (s. *Intubation*).

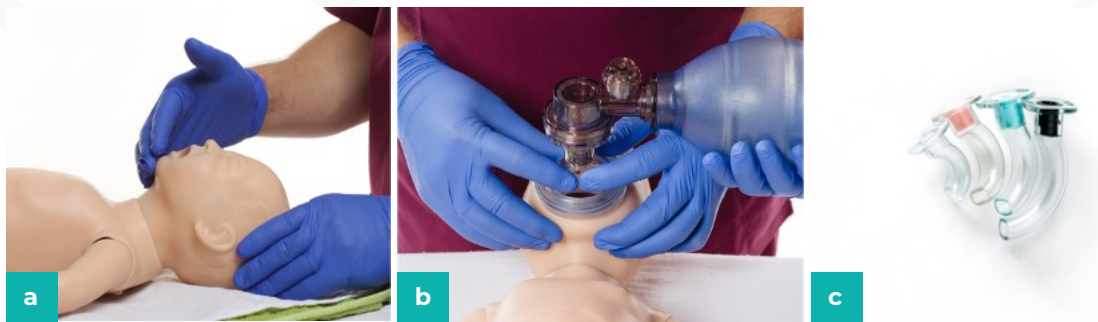


Abb. 6 (a) Neutralposition, Kinn angehoben (b) Zwei-Hände-Esmarch-Handgriff, (c) Guedel-Tuben in unterschiedlichen Größen. (Mit freundl. Genehmigung, © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

11. Der Thorax hebt sich nach Optimierung der Beatmung

Wurde durch die optimierenden Maßnahmen eine effektive Beatmung erreicht, werden die fünf initialen Beatmungen mit verlängerter Inspirationszeit wiederholt, und bei weiter suffizienter Beatmung werden nun für 30 Sekunden effektive Beatmungen durchgeführt. In den meisten Fällen wird die Herzfrequenz spätestens jetzt über 60/min und letztlich auch über 100/min ansteigen und Thoraxkompressionen werden nicht notwendig sein.

12. Die Herzfrequenz bleibt nach 30 Sekunden effektiven Beatmungen weiter < 60/min

Wurde 30 Sekunden effektiv beatmet und die Herzfrequenz bleibt trotz effektiver Beatmungen unter 60/min müssen nun Thoraxkompressionen und Beatmungen im Wechsel durchgeführt werden.

Thoraxkompressionen

Thoraxkompressionen (Abb. 7a und b) werden im Verhältnis von drei Thoraxkompressionen zu einer Beatmung (3:1) durchgeführt. Der Thorax soll nach Möglichkeit mit beiden Händen umgriffen werden und die Thoraxkompressionen sollen bevorzugt mit der Zwei-Daumen-Technik (sog. Zangengriff) durchgeführt werden. Der Druckpunkt liegt dabei direkt unterhalb der gedachten Linie zwischen den Mamillen und die Kompressionstiefe soll etwa ein Drittel des Thoraxdurchmessers betragen. Die Kompressionsfrequenz soll etwa bei 120/min liegen.

So lassen sich in 30 Sekunden etwa 15 Zyklen von Thoraxkompressionen und Ventilationen erreichen. Alle 30 Sekunden wird die Herzfrequenz reevaluiert.

Wird ein EKG verwendet, müssen die Daumen kurz vom Thorax genommen werden, um eine korrekte Anzeige der Herzfrequenz zu ermöglichen.

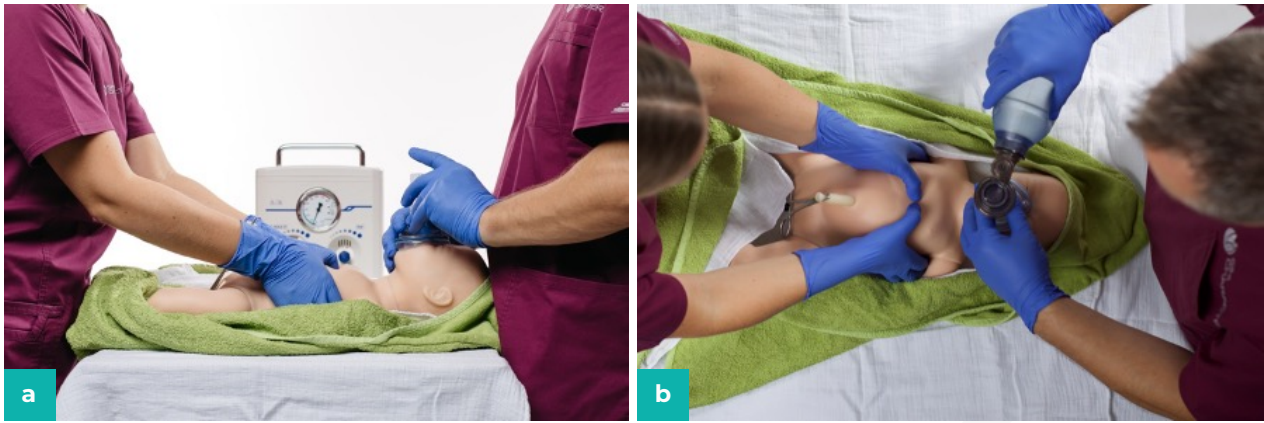


Abb. 7a und b Eine Lagerung quer zur Arbeitsfläche ermöglicht gerade im Notfall eine optimale Versorgung des Neugeborenen. (Mit freundl. Genehmigung, © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

Die effektive Durchführung von Thoraxkompressionen und Beatmungen ist zu diesem Zeitpunkt die entscheidende Maßnahme. Auch im Verlauf muss die effektive und kontinuierliche Durchführung dieser Maßnahmen zu jeder Zeit sichergestellt sein, und notwendige Unterbrechungen müssen so kurz wie möglich gehalten werden.

13. Was als nächstes? Intubation oder Zugang?

Beatmungen und Thoraxkompressionen werden nun, solange die Herzfrequenz $<60/\text{min}$ liegt, fortgeführt und etwa alle 30 Sekunden wird die Herzfrequenz überprüft.

Bleibt die Herzfrequenz unter $60/\text{min}$, müssen nun im weiteren Verlauf die Gabe von Medikamenten und eine definitive Sicherung der Atemwege durch eine Intubation in Erwägung gezogen werden.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die Frage, ob unter kardiopulmonaler Reanimation eine Intubation oder das Legen eines Zugangs die nächste Priorität haben sollte, ist derzeit auf Grund evidenzbasierter Daten nicht zu klären. Bei einem großen Team (vier bis fünf erfahrene pflegerische und ärztliche Teammitglieder) an einem neonatologischen Zentrum wird es mitunter möglich sein, beide Maßnahmen schnell und relativ zeitgleich durchzuführen.

Insbesondere in kleineren Teams oder Situationen mit reduzierten Ressourcen, wird das behandelnde Team unweigerlich jedoch zunächst eine Entscheidung entweder zugunsten einer Intubation oder eines Zugangs und einer Medikamentengabe treffen müssen.

Bezüglich beider Entscheidungen (zuerst zu intubieren oder zuerst einen Zugang zu legen) lassen sich Argumente dafür und dagegen finden.

Für die erste Priorität „Intubation“ spricht, dass:

- eine häufige Ursache für die Notwendigkeit von Thoraxkompressionen eine ineffektive Beatmung ist und diese möglicherweise durch eine Intubation behoben bzw. ausgeschlossen werden könnte;
- die Effektivität der Beatmungen durch die Thoraxkompressionen eventuell beeinträchtigt wird und dies bei liegendem Tubus möglicherweise weniger relevant ist;
- eine erste Adrenalingabe (auch wenn aktuell einem Zugang dafür Priorität gegeben werden soll^{2,3}) zunächst auch über den Tubus erfolgen könnte.

Gegen die erste Priorität „Intubation“ spricht, dass:

- sich beim reifen Neugeborenen zumeist eine effektive Maskenbeatmung erreichen lässt (s. **Optimierung der Maskenbeatmung**);
- eine Intubation nicht überall und zu jeder Zeit schnell und sicher durchgeführt werden kann. Lässt sich das Neugeborene problemlos beatmen, bedeutet eine Intubation dann zunächst möglicherweise keinen Vorteil, sondern verzögert u.U. die Gabe von Adrenalin und weiteren Medikamenten (und beeinträchtigt oder unterbricht möglicherweise die effektive Durchführung von Beatmungen und Thoraxkompressionen);
- außer Adrenalin keine weiteren wesentlichen Medikamente (z.B. Flüssigkeit) über einen Tubus gegeben werden können.

Für die erste Priorität „Zugang“ spricht, dass:

- wenn effektive Beatmungen unter Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen durchgeführt werden, die nächste Priorität auf der Verbesserung der Kreislauftsituation durch die intravenöse Gabe von Adrenalin liegen sollte;
- ein frühzeitiger Zugang die Gabe von weiteren, für die Reanimation möglicherweise relevanten Medikamenten (z.B. Flüssigkeit), ermöglicht.

Gegen die erste Priorität „Zugang“ spricht, dass:

- Wenn die Ursache der Bradykardie tatsächlich in einer ineffektiven Beatmung liegt, diese weiter bestehen bleibt und eine Medikamentengabe die klinische Situation nicht verbessern wird.

Aus Sicht der AutorInnen besteht hier ein grundsätzliches Dilemma, da weder eine Intubation noch das Legen eines Notfallzugangs in einer Reanimationssituation eine Banalität darstellt. Solange es keine Evidenz für die Priorität der einen oder anderen Maßnahme gibt, kann die Entscheidung für die Priorisierung einer der beiden Maßnahmen aus Sicht der AutorInnen nur auf Basis der zur Verfügung stehenden Fähigkeiten situativ im versorgenden Team getroffen werden.

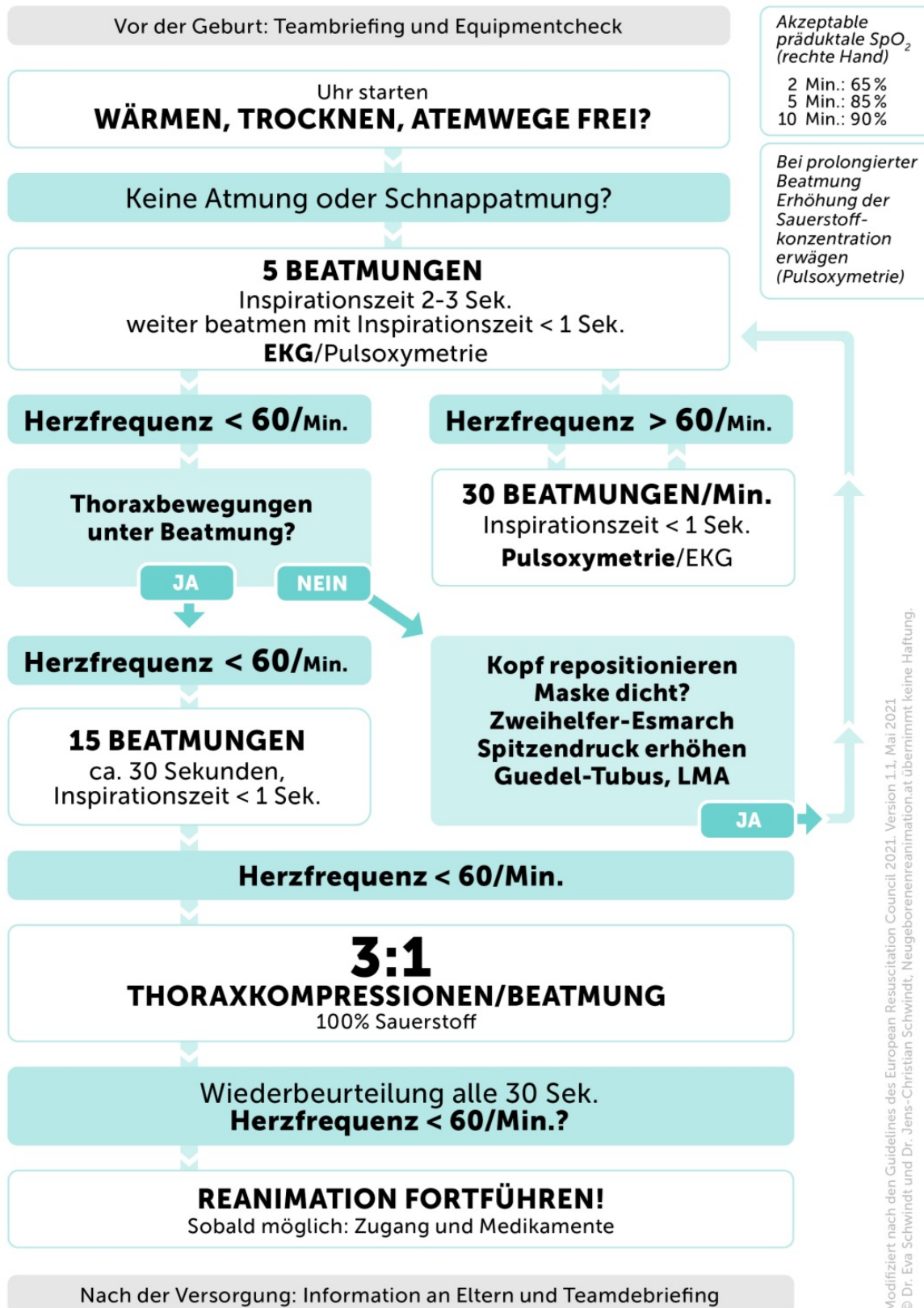
Dies bedeutet für die Praxis:

- Sind Teammitglieder anwesend, die sich zwar keine sichere Intubation unter kardiopulmonaler Reanimation aber das Legen eines Notfallzugangs zutrauen, wird diesem die erste Priorität eingeräumt. Thoraxkompressionen und Maskenbeatmung werden kontinuierlich bis zum Eintreffen weiterer Hilfe durchgeführt.
- Sind Teammitglieder anwesend, die sich das Legen eines Notfallzugangs nicht zutrauen, sich in der Intubation von Neugeborenen aber sicher fühlen, wird der Intubation die erste Priorität eingeräumt. (Eine erste Adrenalingabe kann dann ebenfalls über den Tubus erfolgen.)
- Stehen weder Teammitglieder zur Verfügung, die sich eine sichere Intubation noch einen effektiven Zugang zutrauen, soll sich alle Aufmerksamkeit dieses Teams zunächst ausschließlich auf die Durchführung einer nicht-invasiven Beatmung und der effektiven, kontinuierlichen Durchführung von Thoraxkompressionen und Beatmungen richten. Die Maßnahmen sollen, möglichst ununterbrochen, bis zum Eintreffen weiterer Hilfe, durchgeführt werden.

An dieser Stelle muss noch einmal betont werden, wie selten diese dramatischen Situationen sind (< 0,05% aller Geburten!). Entscheidend ist daher immer, dass bei allen erweiterten Reanimationsmaßnahmen, die in Erwägung gezogen werden, die Durchführung von Beatmungen und Thoraxkompressionen so wenig wie möglich beeinträchtigt werden darf (Abb. 6).

Eine Intubation soll nur von in der Notfallintubation von Neugeborenen ausreichend erfahrenen Teams durchgeführt werden.

In jeder Phase: Brauche ich Hilfe?



Modifiziert nach den Guidelines des European Resuscitation Council 2021, Version 1.1, Mai 2021
© Dr. Eva Schwindt und Dr. Jens-Christian Schwindt, Neugeborenenreanimation.at übernimmt keine Haftung.

Abb. 8 Ergänzung zum Neugeborenenreanimationsalgorithmus des ERC. Mod. nach Schwindt et. al, mit Fokus auf der Reanimation von reifen Neugeborenen (Mit freundl. Genehmigung von © J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

14. Notfallzugang

Bleibt die Herzfrequenz letztlich trotz suffizienter Beatmung und Thoraxkompressionen für 30 Sekunden unter 60/min, muss das Legen eines Zugangs (NVK oder i.o.) und die Gabe von Adrenalin in Erwägung gezogen werden.

15. Medikamente

Grundsätzlich sind Medikamente in der Versorgung von Neugeborenen nur sehr selten notwendig und die Evidenz bezüglich ihrer Wirksamkeit ist nur äußerst begrenzt.

15a. Adrenalin

Indikation: Wenn die Herzfrequenz trotz suffizienter Beatmung und Thoraxkompressionen weiter unter 60/min liegt.

Applikationsweg: Bevorzugt intravenös oder intraossär.

Dosis: 10 - 30 µg/kgKG (0,1 - 0,3 ml/kgKG 1:10.000 verdünntes Adrenalin [1000 µg in 10 ml])

(Tracheale Gabe: Wenn das Neugeborene intubiert wurde und nur wenn kein anderer Zugang verfügbar ist, dann 50 - 100 µg/kgKG endotracheal.)

Wiederholte Gaben: Alle 3 - 5 min, wenn die Herzfrequenz <60/min bleibt.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

In vielen Kliniken wird noch Suprenin 1mg/ml verwendet. Dieses muss zunächst mit 9ml physiologischer NaCl verdünnt werden, um die benötigte 1:10.000 Lösung zu erhalten. Dies bereitet in stressigen Notfallsituationen erfahrungsgemäß immer wieder Schwierigkeiten. Mittlerweile ist auch im deutschsprachigen Raum eine 1:10.000-Lösung Adrenalin in einer Fertigspritze verfügbar. Dieses erleichtert die sichere und schnelle Verwendung von Adrenalin im Notfall (Abb. 9).



Abb. 9 Ein standardisiertes Aufziehen von Adrenalin und die Verwendung von Fertigspritzen können die Sicherheit bei der Medikamentengabe deutlich erhöhen. (Mit freundl. Genehmigung, ©J.-C. Schwindt, alle Rechte vorbehalten.)

15b. Volumen

Indikation: Bei Verdacht auf Blutverlust oder Schock, der nicht auf andere Reanimationsmaßnahmen anspricht.

Applikationsweg: Intravenös oder intraossär

Dosis: 10 ml/kg KG Erythrozytenkonzentrat der Blutgruppe 0 Rhesus negativ oder isotonische kristalloide Lösung.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die Guidelines empfehlen zwar weiterhin kristalloide Lösungen für die Volumentherapie, mittlerweile haben sich im deutschsprachigen Raum allerdings auch für die Volumentherapie in der Neonatologie balancierte Vollelektrolytlösungen durchgesetzt.

15c. Natriumbikarbonat

Indikation: Kann bei längerer, erfolgloser Reanimation unter suffizienter Beatmung in Betracht gezogen werden, um möglicherweise eine intrakardiale Azidose günstig zu beeinflussen.

Applikationsweg: Intravenös oder intraossär.

Dosis: 1–2 mmol/kg KG Natriumbikarbonat (1–2 ml/kg KG 8,4%ige Lösung), langsame Gabe.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Eine blinde Pufferung ist in prolongierten Reanimationssituationen auch im deutschsprachigen Raum legitim. Wahrscheinlich ist eine zielgerichtete Pufferung auf Basis einer Blutgasanalyse unter suffizienter Beatmung, wenn überhaupt notwendig, sinnvoller.

15d. Glukose

Indikation: Zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Hypoglykämie unter prolongierter Reanimation.

Applikationsweg: Intravenös oder intraossär.

Dosis: 250 mg/kg KG als Bolus (2,5 ml/kg KG 10 %ige Glukoselösung)

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Endogene Glykogenspeicher werden bei längerer Hypoxie schnell aufgebraucht und eine Hypoglykämie ist ein zusätzlicher Risikofaktor für eine perinatale zerebrale Schädigung. Die Evidenz für eine blinde Glukosegabe unter prolongierter Reanimation ist allerdings äußerst gering. Entscheidender ist wahrscheinlich ein aktives Blutzuckermonitoring im weiteren Verlauf und eine zielgerichtete Glukosetherapie im Rahmen des Transports bzw. der weiteren intensivmedizinischen Versorgung.

15e. Naloxon

Indikation: Neugeborene von Müttern, bei welchen eine Opioidgabe bekannt ist, die trotz effektiver Beatmung bei gutem Herzzeitvolumen apnoisch bleiben.

Applikationsweg: Intramuskulär (i.m.)

Dosis: 200 µg als Initialdosis

Achtung: Naloxon ist nur kurzwirksam, daher ist im Verlauf ein kontinuierliches Monitoring der Atmung entscheidend.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Auch bei apnoischen Neugeborenen, bei denen eine mütterliche Opioidgabe bekannt ist, ist die entscheidende Maßnahme die effektive Beatmung, die konsequent, kontinuierlich und möglicherweise prolongiert durchgeführt werden muss. Eine Antagonisierung mit Naloxon ist auch bei diesen Kindern nur äußerst selten notwendig und darf in keinem Fall die effektiven Beatmungen beeinträchtigen.

16. Wenn sich das Neugeborene trotz suffizienter Reanimationsmaßnahmen nicht erholt

Kommt es trotz effektiver Reanimationsmaßnahmen und Medikamentengabe nicht zu einer klinischen Stabilisierung des Neugeborenen, müssen andere Faktoren in Betracht gezogen werden, die evtl. eine erfolgreiche Reanimation verhindern können und zunächst therapiert werden müssen, z.B. eine **Hypovolämie, ein Pneumothorax, angeborene Anomalien oder auch ein Equipmentproblem.**

17. Weitere Versorgung nach erfolgreicher Reanimation

Sobald Atmung und Kreislauf stabilisiert sind, muss das Neugeborene sicher und zügig an einen Ort verlegt werden, an dem eine engmaschige Überwachung und die weitere neonatologische Intensivtherapie erfolgen kann. Nach erfolgreicher Reanimation soll erwogen werden, Neugeborene, die klinische und/oder biochemische Hinweise auf ein signifikant erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer mittelschweren oder schweren hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie aufweisen, einer therapeutischen Hypothermie zuzuführen. Eine unkontrollierte Hypothermie soll bis dahin in jedem Fall vermieden werden.

18. Beendigung von Reanimationsmaßnahmen

Bezüglich der Beendigung von Reanimationsmaßnahmen empfehlen die aktuellen Guidelines folgendes Vorgehen:

- Wenn bei einem gerade geborenen Neugeborenen die Herzfrequenz länger als 10 Minuten nicht nachweisbar ist, müssen alle klinischen Faktoren (z. B. Schwangerschaftswoche, Fehlbildungen) sorgfältig beurteilt werden und die Effektivität der Reanimationsmaßnahmen überprüft werden. Ansichten aller Teammitglieder in Bezug auf die weitere Fortsetzung der Reanimationsmaßnahmen sollen eingeholt werden.
- Wenn die Herzfrequenz eines Neugeborenen nach der Geburt länger als 20 Minuten nicht nachweisbar ist, obwohl alle Reanimationsmaßnahmen technisch korrekt durchgeführt werden und reversible Ursachen ausgeschlossen wurden, kann es angemessen sein, eine Beendigung der Wiederbelebungsmaßnahmen zu erwägen.
- Wenn es unter Durchführung technischer Reanimationsmaßnahmen lediglich zu einer teilweisen Verbesserung des klinischen Zustands bzw. zu einem unzureichenden Anstieg der Herzfrequenz kommt, ist eine Entscheidung deutlich schwieriger zu treffen. Es kann in diesen Situationen angebracht sein, das Neugeborene zunächst auf eine Intensivstation zu verlegen und in Zusammenarbeit aller weiteren Befunde eine Beendigung der lebenserhaltenden Maßnahmen erst in weiterer Folge in Erwägung zu ziehen, sofern sich der klinische Zustand des Neugeborenen nicht bessert.
- Wenn eine weitere lebenserhaltende Behandlung nicht durchgeführt oder beendet wird, muss eine angemessene palliative Therapie („comfort care“) im Vordergrund stehen.

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Reanimationsmaßnahmen bei einem Neugeborenen abubrechen gehört wahrscheinlich zu den schwierigsten denkbaren Entscheidungen, die in der Medizin zu treffen sind und stellen selbst für in der Neugeborenenversorgung erfahrene Teams immer wieder eine große Herausforderung dar. Darüber hinaus fällt es insbesondere weniger erfahrenen Teams in diesen Extremsituationen mitunter schwer, die Effektivität der eigenen Maßnahmen und die definitive Ausweglosigkeit sicher zu beurteilen.

Wahrscheinlich ist es daher sinnvoll, dass insbesondere weniger erfahrene Teams die Reanimationsmaßnahmen unter stetiger Kontrolle der Effektivität, in jedem Fall bis zum Eintreffen erfahrenerer KollegInnen fortführen.

19. Debriefing:

Auf Basis der verfügbaren Daten empfehlen die aktuellen Guidelines eine konstruktive Nachbesprechung der individuellen Performance und der Teamperformance bei Reanimationen sowohl von Erwachsenen und Kindern, einschließlich Neugeborenen.^{23,38,39}

Pragmatische Überlegungen der Autorinnen und Autoren

Die routinemäßige Durchführung eines standardisierten, geführten Debriefings kann zu einer 25%igen Steigerung der Teamleistung führen.⁴⁰ Insbesondere die Kombination aus einem Briefing vor der Versorgung und abschließendem Debriefing birgt enormes Lernpotenzial für das gesamte Team. Dabei wird im Briefing die Erwartung an die Situation und das eigene Verhalten besprochen, in der Erstversorgung wird versucht, dies umzusetzen und abschließend wird im Debriefing analysiert, was gut funktioniert hat (und beim nächsten Mal wieder genauso gemacht werden soll) und was eventuell verändert werden könnte, um beim nächsten Mal das definierte Ziel zu erreichen.

Debriefings können so die medizinische Leistung verbessern, Systemschwächen (inkl. Lösungsvorschläge) aufzeigen und sich nicht zuletzt positiv auf die gesamte Teamkultur auswirken. Ausgewählte, praxisrelevante Literaturstellen als Hilfestellung zur Implementierung von Debriefings finden sich hier.⁴¹⁻⁴⁵

Fazit für die Praxis:

- Die meisten Neugeborenen benötigen nach der Geburt außer Wärmen, Trocknen und ein Sicherstellen freier Atemwege keine weiteren unterstützenden Maßnahmen.
- Bei nicht spontan atmenden Neugeborenen sind das Öffnen der Atemwege und eine effektive Maskenbeatmung die entscheidende Maßnahmen. Die meisten dieser Neugeborenen werden sich allein unter diesen Maßnahmen erholen und im Verlauf eine suffiziente Spontanatmung entwickeln.
- Nur in sehr seltenen Fällen sind Thoraxkompressionen, das Legen eines Zugangs, die Gabe von Medikamenten oder auch eine Intubation notwendig.
- Für die Versorgungsqualität von kritisch kranken Neugeborenen ist es entscheidend, dass alle Institutionen, die Neugeborene versorgen, über eine geeignete Infrastruktur für die Notfallversorgung von Neugeborenen (und Schwangeren) verfügen und zu jeder Zeit auch für Notfälle ausreichend personelle Ressourcen zur Verfügung stehen.
- Alle mit der Versorgung von Neugeborenen betrauten Berufsgruppen müssen regelmäßig im interdisziplinären Team in der Versorgung von kritisch kranken oder lebensbedrohten Neugeborenen trainiert werden.

CONFLICTS OF INTEREST

J. Schwindt ist Gründer und Geschäftsführer der SIMCharacters und SIMCharacters Training GmbH, E. Schwindt ist Geschäftsführerin der SIMCharacters Training GmbH, S. Schäfer ist Leiter des Fachbereichs Medizin im Institut für notfallmedizinische Bildung gGmbH. B. Grass, P. Deindl, M. Wald und M. Schroth geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Stabilisation and resuscitation of term neonates after birth.

Based on the current European Resuscitation Council 2021 guidelines.

Schwindt J¹, Grass B², Schäfer S³, Deindl P⁴, Schwindt EM¹, Wald M⁵, Schroth M⁶

ABSTRACT

Resuscitation of a newborn with the need for ventilations, chest compressions and the administration of drugs is an extremely rare event that repeatedly challenges even neonatal teams. It is precisely in these rare and often dramatic situations that rapid and prudent team action is required. The most effective and usually the only necessary measure for the successful resuscitation of a newborn who is not breathing spontaneously is sufficient mask ventilation. If ventilation is performed effectively, chest compressions are rarely necessary in the newborn. In March 2021, the European Resuscitation Council (ERC) published the new guidelines for neonatal resuscitation. Based on these guidelines, this article describes in detail the course of action outlined in the algorithm for the stabilisation and resuscitation of term neonates. On the one hand, it is aimed at non-neonatologists who are responsible for the care of term newborns after birth. On the other hand, it is also intended to support those who train medical staff in the care of life-threatened neonates and teach the algorithm of neonatal resuscitation as a didactic concept.

CORRESPONDING AUTHOR

Dr. Jens Christian Schwindt

Lehár gasse 1/5

1060 Wien

Jens.Schwindt@neugeborenenreanimation.at

1. Wyckoff MH, Wyllie J, Aziz K, et al. Neonatal Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* 2020; 142: S185–221.
2. Madar J, Roeher CC, Ainsworth S, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. *Resuscitation* 2021; 161: 291–326.
3. Madar J, Roeher CC, Ainsworth S, et al. Versorgung und Reanimation des Neugeborenen nach der Geburt. *Notfall Rettungsmedizin* 2021; 24: 603–49.
4. Aziz K, Lee HC, Escobedo MB, et al. Part 5: Neonatal Resuscitation: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2020; 142: S524–50.
5. Richmond S, Wyllie J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 7. Resuscitation of babies at birth. *Resuscitation* 2010; 81: 1389–99.
6. Voorde PV de, Turner NM, Djakow J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation* 2021; 161: 327–87.
7. Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, Perlman JM. Early initiation of basic resuscitation interventions including face mask ventilation may reduce birth asphyxia related mortality in low-income countries A prospective descriptive observational study. *Resuscitation* 2012; 83: 869–73.
8. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary Resuscitation in the Delivery Room: Associated Clinical Events. *Arch Pediat Adol Med* 1995; 149: 20–5.
9. Barber CA, Wyckoff MH. Use and Efficacy of Endotracheal Versus Intravenous Epinephrine During Neonatal Cardiopulmonary Resuscitation in the Delivery Room. *Pediatrics* 2006; 118: 1028–34.
10. Halling C, Sparks JE, Christie L, Wyckoff MH. Efficacy of Intravenous and Endotracheal Epinephrine during Neonatal Cardiopulmonary Resuscitation in the Delivery Room. *J Pediatrics* 2017; 185: 232–6.
11. Bjorland PA, Øymar K, Ersdal HL, Rettedal SI. Incidence of newborn resuscitative interventions at birth and short-term outcomes: a regional population-based study. *Bmj Paediatr Open* 2019; 3: e000592.
12. Skåre C, Boldingh AM, Kramer-Johansen J, et al. Video performance-debriefings and ventilation-refreshers improve quality of neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2018; 132: 140–6.
13. Niles DE, Cines C, Insley E, et al. Incidence and characteristics of positive pressure ventilation delivered to newborns in a US tertiary academic hospital. *Resuscitation* 2017; 115: 102–9.
14. Kamlin COF, Dawson JA, O'Donnell CPF, et al. Accuracy of Pulse Oximetry Measurement of Heart Rate of Newborn Infants in the Delivery Room. *J Pediatrics* 2008; 152: 756–60.
15. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram Provides a Continuous Heart Rate Faster Than Oximetry During Neonatal Resuscitation. *Pediatrics* 2012; 130: e1177–81.
16. Mizumoto H, Tomotaki S, Shibata H, et al. Electrocardiogram shows reliable heart rates much earlier than pulse oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatr Int* 2012; 54: 205–7.
17. Dawson J, Saraswat A, Simionato L, et al. Comparison of heart rate and oxygen saturation measurements from Masimo and Nellcor pulse oximeters in newly born term infants. *Acta Paediatr* 2013; 102: 955–60.
18. Vonderer JJ van, Hooper SB, Kroese JK, et al. Pulse Oximetry Measures a Lower Heart Rate at Birth Compared with Electrocardiography. *J Pediatrics* 2015; 166: 49–53.
19. Kamlin COF, Schmölzer GM, Dawson JA, et al. A randomized trial of oropharyngeal airways to assist stabilization of preterm infants in the delivery room. *Resuscitation* 2019; 144: 106–14.
20. Foglia EE, Pas AB te. Effective ventilation: the most critical intervention for successful delivery room resuscitation. *Seminars Fetal Neonatal Medicine* 2018; 23: 340–6.
21. Neustädter I, Blatt S, Schroth M. Der Früh- und Neugeborenen-Notfall – Update praxisrelevanter Fortbildungskonzepte. *Neonatal Scan* 2022; 11: 53–64.

22. Wagner M, Miledler LP, Aspalter G, et al. Training von Basisreanimationsmaßnahmen (Newborn Life Support, Paediatric Basic Life Support). *Monatsschr Kinderh* 2021; : 1–7.
23. Skåre C, Calisch TE, Sæter E, et al. Implementation and effectiveness of a video-based debriefing programme for neonatal resuscitation. *Acta Anaesth Scand* 2018; 62: 394–403.
24. auer CW, Boutin MA, Fatayerji AN, Proudfoot JA, Fatayerji NI, Golembeski DJ. Delivery Room Quality Improvement Project Improved Compliance with Best Practices for a Community NICU. *Sci Rep-uk* 2016; 6: 37397.
25. Evain J -N., Perrot A, Vincent A, et al. Team planning discussion and clinical performance: a prospective, randomised, controlled simulation trial. *Anaesthesia* 2019; 74: 488–96.
26. Katheria A, Rich W, Finer N. Development of a strategic process using checklists to facilitate team preparation and improve communication during neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2013; 84: 1552–7.
27. Litke-Wager C, Delaney H, Mu T, Sawyer T. Impact of Task-Oriented Role Assignment on Neonatal Resuscitation Performance: A Simulation-Based Randomized Controlled Trial. *Am J Perinat* 2020. DOI:10.1055/s-0039-3402751.
28. Pugel AE, Simianu VV, Flum DR, Dellinger EP. Use of the Surgical Safety Checklist to Improve Communication and Reduce Complications. *J Infect Public Heal* 2015; 8: 219–25.
29. Kamlin COF, O'Donnell CPF, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. *Resuscitation* 2006; 71: 319–21.
30. Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. *Resuscitation* 2004; 60: 213–7.
31. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlsberger B. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 7. Resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation* 2015; 95: 249–63.
32. Foster JP, Dawson JA, Davis PG, Dahlen HG. Routine oro/nasopharyngeal suction versus no suction at birth. *Cochrane Db Syst Rev* 2017; 4: CD010332.
33. Wiswell TE, Gannon CM, Jacob J, et al. Delivery Room Management of the Apparently Vigorous Meconium-stained Neonate: Results of the Multicenter, International Collaborative Trial. *Pediatrics* 2000; 105: 1–7.
34. Trevisanuto D, Strand ML, Kawakami MD, et al. Tracheal suctioning of meconium at birth for non-vigorous infants: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020; 149: 117–26.
35. Phattraprayoon N, Tangamornsuksan W, Ungtrakul T. Outcomes of endotracheal suctioning in non-vigorous neonates born through meconium-stained amniotic fluid: a systematic review and meta-analysis. *Archives Dis Child - Fetal Neonatal Ed* 2021; 106: 31–8.
36. Kumar A, Kumar P, Basu S. Endotracheal suctioning for prevention of meconium aspiration syndrome: a randomized controlled trial. *Eur J Pediatr* 2019; 178: 1825–32.
37. Oommen VI, Ramaswamy VV, Szyld E, Roehr CC. Resuscitation of non-vigorous neonates born through meconium-stained amniotic fluid: post policy change impact analysis. *Archives Dis Child - Fetal Neonatal Ed* 2020; : fetalneonatal-2020-319771.
38. Nadler I, Sanderson PM, Dyken CRV, Davis PG, Liley HG. Presenting video recordings of newborn resuscitations in debriefings for teamwork training. *Bmj Qual Saf* 2011; 20: 163.
39. Morley CJ. Monitoring Neonatal Resuscitation: Why Is It Needed? *Neonatology* 2018; 113: 387–92.
40. Tannenbaum SI, Cerasoli CP. Do Team and Individual Debriefs Enhance Performance? A Meta-Analysis. *Hum Factors J Hum Factors Ergonomics Soc* 2012; 55: 231–45.
41. Heimberg E, Daub J, Schmutz JB, Eppich W, Hoffmann F. Debriefing in der Kindernotfallversorgung. *Notfall Rettungsmedizin* 2021; 24: 43–51.
42. Kessler DO, Cheng A, Mullan PC. Debriefing in the emergency department after clinical events: a practical guide. *Ann Emerg Med* 2014; 65: 690–8.

43. Kolbe M, Eppich W, Rudolph J, et al. Managing psychological safety in debriefings: a dynamic balancing act. *Bmj Simul Technology Enhanc Learn* 2020; 6: 164.
44. Kolbe M, Schmutz S, Seelandt JC, Eppich WJ, Schmutz JB. Team debriefings in healthcare: aligning intention and impact. *Bmj* 2021; 374: n2042.
45. Seelandt JC, Walker K, Kolbe M. "A debriefer must be neutral" and other debriefing myths: a systemic inquiry-based qualitative study of taken-for-granted beliefs about clinical post-event debriefing. *Adv Simul* 2021; 6: 7.
46. Schwindt, JC., Heinzl, O., Hoffmann, F. et al. Stabilisierung und Reanimation des Neugeborenen direkt nach der Geburt. *Monatsschr Kinderheilkd* 164, 203–217 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00112-016-0045-7>

