

DIE UNTERSTÜTZUNG DER ADAPTATION UND REANIMATION DES NEUGEBORENEN

Revidierte Empfehlungen der Schweizerischen
Gesellschaft für Neonatologie (2023)

**Erarbeitet von einer Arbeitsgruppe der Schweizerischen
Gesellschaft für Neonatologie bestehend aus
(in alphabetischer Reihenfolge):**

Berger T.M., Basel;
Fauchère J-C., Zürich;
Kothari R., Luzern;
Held-Egli K., Bern;
El Faleh I., Neuenburg;
Melchior S., Lausanne;
Muehlethaler V., Delémont;
Pfister R.E., Genf;
Schuler-Barazzoni M., Lausanne;
Ragazzi M., Bellinzona;
Schulzke S., Basel;
Steiner A. (Schweizerischer Hebammenverband), Bern;
Willi B., Chur.

Vernehmlassung durch (in alphabetischer Reihenfolge):

Bachmann Holzinger I. (Swiss Resuscitation Council SRC und Schweiz.
Ges. für Pädiatrie SGP);
Girard T. (Schweiz. Ges. für Anästhesiologie und Perioperative Medizin
SSAPM, Schweiz. Vereinigung der geburtshilflichen Anästhesie SAOA);
Hösli I. (Schweiz. Ges. für Gynäkologie und Geburtshilfe SGGG);
Steiner A. (Schweiz. Hebammenverband SHV).

Redaktionelle Verantwortung:

Fauchère J-C., Zürich

Einführung

Entstehung und Anwendung dieser Empfehlungen

Eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Neonatologie (SGN) hat erstmals im Jahr 2000 Empfehlungen zur Betreuung und Reanimation von Neugeborenen für die Schweiz ausgearbeitet. Diese Empfehlungen wurden seitdem regelmässig revidiert, letztmals 2017. Die aktuelle Revision basiert auf den publizierten revidierten internationalen Empfehlungen (insbesondere European Resuscitation Council ERC; American Academy of Pediatrics AAP; American Heart Association AHA; International Liaison Committee on Resuscitation ILCOR)⁽¹⁻³⁾. Nennenswert ist ein seit 2015 von der ILCOR (Consensus on Science and Treatment Recommendations for Neonatal Life Support CoSTR) eingeleiteter Prozess einer kontinuierlichen Evaluation der akkumulierten neuen Evidenzen zu diesem Thema; Betreuungs- und Behandlungsempfehlungen werden dabei mittels des GRADE Systems bezüglich der Evidenz einer Intervention als hoch, moderat oder schwach eingeteilt⁽⁴⁻⁶⁾. Ergänzt wurde diese Evaluation durch einen Literatur-Review aller in der ILCOR CoSTR 2020 nicht behandelten Themen durch die ERC NLS Guidelines Group⁽²⁾. Schliesslich wurden in dieser Revision auch publizierte Reflektionen zu den 2020 ILCOR Empfehlungen mitberücksichtigt⁽⁷⁾.

Diese Leitlinien sollen als Empfehlungen verstanden werden, die im individuellen Fall angepasst werden können und sollen.

Ziel und Zielpublikum dieser Empfehlungen

Diese Empfehlungen beziehen sich in erster Linie auf die Betreuung von Neugeborenen älter als 34 0/7 Schwangerschaftswochen (SSW) und mit einem Geburtsgewicht (GG) über 2000 g. Sie haben Geltung für die Situation in der Gebärabteilung sowie für die gesamte Neonatalzeit (erste 28 Lebenstage, resp. bis 44 Wochen postmenstruellem Alter). Sie richten sich an alle Gebärkliniken und Geburtshäuser der Schweiz sowie an die ärztlichen Mitarbeitenden der Fachbereiche Pädiatrie, Neonatologie, Geburtshilfe, Anästhesie sowie an Hebammen, Notfall-, Wochenbett-, Anästhesie- und Neonatologie-Pflegefachpersonen.

Gegenüber der vorherigen Version von 2017 wurden in der aktuellen Revision folgende Präzisierungen und Akzentuierungen formuliert:

- Anwesenheit von zwei Fachpersonen für die Betreuung der Gebärenden und des Neugeborenen bei einer Geburt im Geburtshaus und bei geplanter Hausgeburt.
- Indikationen für eine pränatale Verlegung der Schwangeren.
- Berücksichtigung eventuell vorhandener subpartaler Warnzeichen zur Einschätzung der Risikosituation des Neugeborenen.
- Anpassung des Normwertes des Nabelarterien-pH $\geq 7,10$.
- Anpassung der Ziel-Sättigungswerte (SpO_2) in den ersten 10 Lebensminuten.
- Verzicht auf initiale verlängerte Atemhübe (sustained inflations).
- Tabelle «Eigenschaften verschiedener Geräte zur nicht-invasiven Atemunterstützung von Neugeborenen».
- CPAP-Applikation im Gebärsaal.
- Ausrüstung für Geburten im Geburtshaus.
- Ausrüstung für die ambulante Betreuung des Neugeborenen im häuslichen Wochenbett.

Organisation

Allgemein

Die grosse Mehrheit gesunder Neugeborener ohne Risiken braucht in den ersten Lebensminuten ausser Aufrechterhaltung einer normalen Körpertemperatur und Sicherstellen einer normalen Adaptation keinerlei Interventionen. Zirka 85 % aller Neugeborenen nehmen ohne Unterstützungsbedarf eine normale Atmung auf. Im Sinne einer Stabilisierung benötigen jedoch bis 10 % aller Neugeborenen in den ersten Lebensminuten einfache respiratorische Unterstützungsmassnahmen wie Trocknen, Stimulation und Manöver zum Öffnen der Atemwege; und bis 5 % brauchen eine nicht-invasive Beatmung. Weiterführende Reanimationsmassnahmen wie Intubation (0,4 %), Thoraxkompressionen (<0,3 %) und Adrenalin (0,05 %) sind hingegen sehr selten notwendig⁽⁸⁻¹⁶⁾. Weil Risikosituationen nicht immer vorausgesehen werden können, müssen bei jeder Geburt ausgebildetes Personal und die technische Ausrüstung für eine allfällige Reanimation vorhanden sein.

Eine optimale Betreuung von Neugeborenen erfordert:

- Kommunikation zwischen Hebammen, Fachpersonen der Geburtshilfe, Pädiatrie, Neonatologie und Anästhesie.
- Noch vor der Geburt ausreichende Information über das neonatologische Risiko.
- Antizipation der zu erwartenden Störungen.
- Umsichtige Planung und Vorbereitung von Personal und Material⁽¹⁷⁾.
- Klare, ruhige Führung und Assistenz in der Reanimation durch in neonataler Reanimation kompetente Fachpersonen.

Personal

Im Idealfall ist mindestens eine Person ausschliesslich für die Versorgung des Neugeborenen verantwortlich. Sie soll fähig sein, das Neugeborene klinisch korrekt zu beurteilen, thermisch zu stabilisieren und, falls notwendig, eine Reanimation einzuleiten, das heisst die Luftwege zu öffnen und eine Maskenbeatmung durchzuführen. Diese Kompetenzen entsprechen den Lernzielen des Schweizer Basis-Kurses in neonataler Reanimation (start4neo BSC). Für weitere Massnahmen, insbesondere für eine intratracheale Intubation, soll Hilfe einer in der neonatalen Reanimation geübten Fachperson der Neonatologie, Pädiatrie oder Anästhesie angefordert werden^(18, 19). Auch bei einer vermeintlich risikofreien Geburt können beim Neugeborenen unvorhersehbare Probleme auftreten. Daher sind ein funktionstüchtiger Reanimationsplatz inklusive Zubehör (siehe Liste 1, 2 und 3) und die rasche Verfügbarkeit einer in der neonatalen Reanimation geübten Person Voraussetzung für jede Geburtsbegleitung. Die organisatorische Gesamtverantwortung für die primäre Betreuung des Neugeborenen liegt bei der Leitung der geburtshilflichen Institution, respektive bei der verantwortlichen Hebamme bei ausserklinisch stattfindenden Geburten⁽¹⁷⁾. Diese können die Verantwortung im Einzelfall vorzugsweise an eine Fachperson der Neonatologie/Pädiatrie übertragen.

Bei einer geplanten Hausgeburt und bei einer Geburt im Geburtshaus sollen immer zwei ausgebildete Fachpersonen anwesend sein: eine Person soll für die Gebärende, eine weitere Person soll für das Neugeborene verantwortlich und in neonataler Erstversorgung inklusive Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen ausgebildet sein. Vordefinierte Vorgehensweisen und Kontaktnummern für schwierige Situationen und unerwartete Komplikationen sollen im Voraus ausgearbeitet und bei jeder Geburt zur Verfügung sein^(2,17,20).

Ein Konsensus zur interdisziplinären Zusammenarbeit für die Sicherheit der werdenden Mütter und der Neugeborenen hat die perinatalen Rahmenbedingungen und die notwendige Organisation definiert und detailliert festgelegt⁽¹⁷⁾. Dieser interdisziplinäre Konsensus wurde von folgenden Fachgesellschaften (Schweiz. Ges. für Gynäkologie und Geburtshilfe SGGG, Schweiz. Ges. für Neonatologie SGN, Schweiz. Ges. für Pädiatrie SGP, Schweiz. Ges. für Anästhesiologie und Perioperative Medizin SSAPM, Schweiz. Vereinigung der geburtshilflichen Anästhesie SAOA, und Schweiz. Hebammenverband SHV) ratifiziert und ist Bestandteil dieser Empfehlung.

Ärztliche Fachpersonen, Hebammen und Pflegefachpersonen, welche Neugeborene bei der Geburt betreuen, sollen alle 2 bis 3 Jahre strukturierte Kurse bezüglich Standards und Fertigkeiten in der neonatalen Reanimation besuchen⁽²¹⁾. Basierend auf dieser Empfehlung werden in der Schweiz im Namen der SGN «start4neo Kurse» von der jeweilig verantwortlichen Regionalleitung durchgeführt und die Teilnahme der Fachpersonen wird nach Abschluss zertifiziert.

Ausrüstung

Eine Checkliste der erforderlichen Ausrüstung für Spital-, Geburtshaus- und Hausgeburt findet sich im Anhang (siehe Liste 1, 2 und 3).

Pränatale Verlegung von Risiko-Schwangeren

Bei einer Risikoschwangerschaft benötigt die optimale Betreuung der Mutter und des Kindes anlässlich der Geburt spezialisierte Kenntnisse, Fähigkeiten und Ausrüstung, die aus Häufigkeits-, Erfahrungs- und Kostengründen nicht in jeder Geburtsklinik vorhanden sein können. Ein kleiner Teil von Schwangeren bedarf daher rechtzeitig vor der geplanten oder bevorstehenden Entbindung einer Verlegung in ein perinatales Zentrum mit neonatologischer Intensivstation.

Indikationen für eine pränatale Verlegung

Eine intrauterine Verlegung in ein geburtshilflich-neonatologisches Zentrum (CANU Level III) ist in all jenen Situationen angezeigt, in denen das Neugeborene voraussichtlich eine Reanimation und/oder intensivmedizinische Massnahmen brauchen wird^(17, 22).

Präpartales Risikomanagement (voraussehbares Risiko)		
	Absolute Indikationen für eine pränatale Verlegung	Verlegung in Spital mit Neonatologie-Abteilung mit CANU level:
Kindliche Faktoren	34 0/7 SSW < GA < 35 0/7 SSW	Level ≥ IIA
	32 0/7 SSW < GA < 34 0/7 SSW	Level ≥ IIB
	GA < 32 0/7 SSW	Level III
	1500g < geschätztes GG < 2000g	Level ≥ IIA
	1250g < geschätztes GG < 1500g	Level ≥ IIB
	geschätztes GG < 1250g	Level III
	Voraussehbare schwere Anpassungsstörungen, die intensivmedizinische Massnahmen erfordern	Level III
	Drohende Frühgeburt vor 32 0/7 SSW	Level III
	Höhergradige Mehrlinge (Drillinge und mehr)	Level ≥ IIB
	Pränatal diagnostizierte, unmittelbar postnatal versorgungsbedürftige Fehlbildungen	Level III
	Relative Indikationen für eine pränatale Verlegung*	Verlegung in Spital mit Neonatologie-Abteilung mit CANU level:
Kindliche Faktoren	Intrauterine Infektion	Level ≥ IIA
	Hämolytische Erkrankung des Feten	Level ≥ IIB
	Fetale Rhythmusstörungen	Level ≥ IIB
	Intrauterine Mangelentwicklung (geschätztes fetales Gewicht < 5. Perzentile)	Level ≥ IIA
	Fetus mit letalen Fehlbildungen, bei denen intensivmedizinische Massnahmen als nicht sinnvoll erachtet werden aber eine umfassende Palliativversorgung verlangen	Level ≥ IIA
	Oligo- oder Polyhydramnios	Level ≥ IIA
Mütterliche Faktoren	Chronische oder instabile Erkrankung der Mutter (Hypertonie, Präeklampsie, HELLP-Syndrom, Diabetes mellitus, Zustand nach Transplantation, Autoimmunopathien etc.)	Level ≥ IIA
	Mütterlicher Suchtmittelkonsum	Level ≥ IIA

**in Zweifelsfällen und je nach lokalen Verhältnissen soll mit dem geburtshilflich-neonatologischen Zentrum Rücksprache genommen werden.*

GA: Gestationsalter; SSW: Schwangerschaftswoche; GG: Geburtsgewicht.

Neonatale Adaptation

Einleitung

Die Umstellung vom intra- zum extrauterinen Leben erfordert eine Reihe von biologischen Anpassungsvorgängen, welche für die Integrität vor allem des Zentralnervensystems wichtig sind⁽²³⁾. Die Geburt und die ersten Lebenstage sind aber auch eine emotionale Erfahrung, die einen prägenden Einfluss auf die zukünftige Eltern-Kind-Beziehung hat. Die perinatale Betreuung muss diese biologischen und emotionalen Bedürfnisse einbeziehen und adäquat gewichten.

Für die Einschätzung der Risikosituation des Neugeborenen können neben anderen Faktoren auch die Berücksichtigung vorhandener subpartaler Warnzeichen bedeutsam sein. Sie weisen auf einen möglicherweise erhöhten Betreuungsbedarf unmittelbar nach Geburt hin, wie auch auf einen von der klinischen Situation unabhängigen intensivierten Beobachtungsbedarf im Anschluss danach⁽²⁴⁾.

Subpartale Warnzeichen (SPWZ; modifiziert nach SGN 1986)

- Azidose: fetaler pH < 7.20 (fetale kapilläre Mikroblooduntersuchung)
- Mekonium-haltiges Fruchtwasser
- Pathologische Herzfrequenz (Norm HF 120-160/Min)
- Pathologisches CTG
- Nabelarterien-pH < 7.10⁽²⁵⁾, Nabelvenen-pH < 7.20

Vorbereitung für die Erstversorgung

1. Antizipation des voraussichtlichen Ressourcen-Bedarfs

- Besprechung der zu erwartenden Betreuungssituation.
- Leitung der Erstversorgung/Reanimation bestimmen.
- Aufgabenverteilung im Erstversorgungsteam klären.
- Klärung der verfügbaren Personalressourcen, bei Bedarf zusätzliches Personal anfordern.

2. Vorbereitung der Ausrüstung

- Arbeitsplatz für die Neugeborenen-Versorgung: Notwendiges Material mittels Checkliste oder Fotografie zur Erleichterung der Vorbereitung,

Materialfunktion prüfen, Dokumentationsblatt (Beurteilung der Adaptation und getroffene Massnahmen) vorbereiten.

- Klar definiertes lokales Alarmierung-Schema muss vorhanden sein, so dass bei Bedarf rasch zusätzliches Personal oder das zuständige Neonatologie-Transportteam aufgeboden werden kann.
- Gebärzimmer warmhalten (mindestens 25 °C).
- Wärmelampe und Licht anschalten.
- Unterlagen der Mutter durchlesen und abwägen, ob Unterstützung von einer erfahrenen Person zur Betreuung des Kindes notwendig werden könnte.
- Hände waschen, Handschuhe (nicht steril).
- Als Geburtszeit gilt der Zeitpunkt der vollständigen Entwicklung des Kindes: Stoppuhr/Apgar-Uhr starten^(7,26,27).

Apgar-Score

Der Apgar-Score ist eine standardisierte Bewertung der postnatalen Adaptation und des Erfolges allfälliger Reanimationsmassnahmen⁽²⁸⁾. Der Apgar-Score ist jedoch ungeeignet für die unmittelbare Entscheidung über den Einsatz therapeutischer Massnahmen; einzelne Parameter wie Atmung, Herzfrequenz und Muskeltonus können, falls zeitnahe beurteilt, für die Identifikation von Kindern mit möglichem Bedarf nach Reanimation behilflich sein⁽²⁾. Es sollte aber auf keinen Fall mit notwendigen Reanimationsmassnahmen gewartet werden, bis der nächste, routinemässig erhobene Apgar-Score berechnet ist.

1, 5 und 10 Minuten *nach der vollständigen Entwicklung des Kindes* wird jeder einzelne Apgar-Parameter mit einer Punktzahl beurteilt und protokolliert. Bei Zustandsänderungen und nach therapeutischen Massnahmen können Zwischenbestimmungen innerhalb, aber auch über die ersten 10 Lebensminuten hinaus durchgeführt werden⁽²⁹⁾.

Mit Ausnahme der Beatmung (*siehe * Tabelle Apgar-Score*) beeinflussen therapeutische Massnahmen wie Sauerstoffverabreichung oder CPAP-Unterstützung die Berechnung des Apgar-Scores nicht. Dies bedeutet zum Beispiel, dass ein zentral und peripher rosiges Kind unter zusätzlicher O₂-Gabe betreffend Kolorit 2 Punkte erhält.

	0	1	2
Hautkolorit	Stamm blau oder blass	Stamm rosig Extremitäten blau	Stamm und Extremitäten rosig
Atmung*	keine	oberflächlich, unregelmässig	kräftig, schreiend
Tonus	schlaff	leichte Beugung der Extremitäten	gute Beugung der Extremitäten
Reaktivität**	keine	träge, Grimassieren	lebhaft, Schreien
Herzfrequenz	0	< 100/Min.	> 100/Min.

Apgar-Score

* Bei beatmeten Kindern Atmung mit einem Strich (-) beurteilen.

** Reaktivität = Spontanmotorik, Schreien, Niesen, Husten.

Abnabeln

Physiologischer Hintergrund⁽³⁰⁻⁴⁴⁾

Der fetale Kreislauf zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass sauerstoffreiches Blut von der Plazenta über die Nabelvene in die untere Hohlvene und anschliessend über das Foramen ovale in den linken Vorhof und in die linke Kammer geleitet wird. Damit wird gewährleistet, dass das sauerstoffreichste Blut die Koronararterien und das Gehirn erreicht. Bei einem *raschen Abnabeln* wird die Füllung der linken Kammer durch den nun fehlenden Einstrom von Nabelvenenblut bei noch geringer Lungendurchblutung vermindert; dadurch verringert sich ebenfalls das Auswurfsvolumen dieser Kammer. Im Gegensatz dazu kann ein *verzögertes Abnabeln (Spätabnabelung)*, je nach Richtlinie 30 Sekunden bis 2 Minuten nach vollständiger Entwicklung des Neugeborenen, diese Auswirkung auf den Kreislauf abschwächen oder gänzlich verhindern.

Es scheint nachvollziehbar, dass ein sogenanntes *physiologisches Abnabeln* erst nach erfolgter Belüftung der Lungen am meisten Sinn macht, weil durch die damit verbundene Erweiterung der Lungenarterien die Lungendurchblutung zunimmt und somit die Füllung der linken Kammer garantiert wird. Zusätzlich wird so die plazento-neonatale Bluttransfusion begünstigt⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾. Die daraus resultierenden höheren Hämoglobinwerte und besseren Eisenspeicher sind weitere Vorteile einer Spätabnabelung.

Praktische Vorgehensweise

Bei allen Früh- und Termingeborenen, die keine Reanimationsmassnahmen benötigen (normale Spontanatmung, HF > 100/min), soll sowohl nach einer vaginalen Geburt als auch nach einem Kaiserschnitt die Nabelschnur frühestens 60 Sekunden und spätestens 2 Minuten nach der vollständigen Entwicklung des Kindes abgenabelt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Neugeborene währenddessen stimuliert wird, um das Einsetzen der Atmung zu unterstützen um damit eine optimale plazento-neonatale Transfusion und eine problemlose Transition zu ermöglichen. Die Abnabelung nach 60 Sekunden soll weder die frühe Betreuung des Neugeborenen (Abtrocknen, Stimulation zum ersten Atemzug, und sofortiger Haut-zu-Hautkontakt mit der Mutter) noch die Erhebung des 1-Minuten Apgar-Score beeinträchtigen. Falls bei 60 Sekunden die Atmung insuffizient oder die HF < 100/Min ist, soll das Neugeborene abgenabelt und die Atemunterstützung begonnen werden.

Bedenken hinsichtlich der Position des Neugeborenen in Relation zum Plazentaniveau bei noch intakter Nabelschnur scheinen unbegründet zu sein. Die Auswirkungen der Uteruskontraktion einerseits und der Lungenbelüftung des Neugeborenen andererseits üben einen grösseren Einfluss auf den Nabelvenenblutfluss und somit auf die plazento-neonatale Transfusion aus als die Schwerkraft, so dass der Bluttransfer aus der Plazenta zum Neugeborenen auch bei Positionierung des Kindes auf dem Bauch oder der Brust seiner Mutter stattfindet⁽⁴⁸⁾.

Ein verzögertes Abnabeln ist kontraindiziert, wenn der Gasaustausch über die Plazenta durch eine Plazentalösung, einen Nabelschnurprolaps, einen Nabelschnurabriss oder eine mütterliche Hämorrhagie beeinträchtigt ist⁽²⁾, oder bei beeinträchtigter Adaptation mit Reanimationsbedarf. In diesen Situationen kann bei Spätfrühgeborenen und Termingeborenen ein Ausstreichen (*umbilical cord milking*) der noch pulsierenden Nabelschnur als Alternative betrachtet werden^(49, 50). Dabei wird die Nabelschnur drei bis fünf Mal Richtung Neugeborenes ausgestrichen. Nach dem Ausstreichen wird die Nabelschnur abgeklemmt und durchtrennt, und das Neugeborene kann zum Versorgungsbereich gebracht werden.

Das verzögerte Abnabeln (Spätabnabelung) hat sich zum Goldstandard in der Neugeborenenversorgung entwickelt. Der Zeitpunkt der Abnabelung soll auf dem Dokumentationsblatt protokolliert werden⁽⁵¹⁾. Eine Spätabnabelung zusammen mit einem Ausstreichen der Nabelschnur durchzuführen ist nicht vorteilhaft und wird nicht empfohlen⁽²⁾.

Klinische Beurteilung der Adaptation

Folgende vier Kriterien Atmung, Herzfrequenz, Tonus und Kolorit werden bereits vor dem Abnabeln erhoben; sie sind für den Einsatz allfälliger Massnahmen in der Unterstützung der Adaptation respektiv Reanimation sowie zur Entscheidung bezüglich Angemessenheit und Dauer eines verzögerten Abnabelns begleitend. Atmung und Herzfrequenz sind hierbei die zentralen Kriterien bezüglich Einleitung von Massnahmen; Tonus und Kolorit sind Zusatzkriterien zur Optimierung dieser Betreuung (*siehe Algorithmus*):

- **Atmung:** Vorhanden, nicht vorhanden? Suffizient, insuffizient? Schnappatmung (schnappende Atemzüge mit Atempausen nach schwerem Sauerstoffmangel)? In der Regel beginnt ein gesundes Neugeborenes innerhalb der ersten 30 bis 60 Sekunden nach Entwicklung spontan oder auf Stimulation hin zu atmen oder zu schreien⁽¹⁰⁾.
- **Herzfrequenz:** soll vorzugsweise mit dem Stethoskop über Herzspitze ermittelt werden. In den ersten Lebensminuten und insofern eine Pulsation tastbar ist, kann dies behelfsmässig durch Palpation an der Basis der Nabelschnur erfolgen. Da diese Methode nicht zuverlässig ist, soll wenn möglich das Stethoskop gebraucht werden. Ist die Herzfrequenz über 60/Min. beziehungsweise über 100/Min.? Die Palpation des peripheren Pulses ist zur Bestimmung der Herzfrequenz nicht geeignet⁽²⁹⁾.
- **Tonus:** ein sehr hypotones Neugeborenes wird mit grosser Wahrscheinlichkeit eine Atemunterstützung brauchen⁽²⁹⁾.
- **Kolorit:** Wird das Kind zentral rosig (Farbe der Zunge beurteilen)? Die meisten Neugeborenen sind initial blass-zyanotisch, da die fetale O₂-Sättigung nur 40 bis 60 % beträgt und die Hautdurchblutung noch vermindert ist. Nach einigen Minuten breitet

sich ein rosiges Kolorit über den ganzen Körper aus. Die Beurteilung der Oxygenierung anhand des Hautkolorits ist unzuverlässig^(2, 52). Insbesondere bei Vorliegen einer Anämie wird eine zentrale Zyanose erst bei tiefen Sauerstoffsättigungswerten klinisch fassbar. Falls ein Neugeborenes klinisch zyanotisch bleibt, sollte die Sauerstoffsättigung spätestens nach 5 Lebensminuten mittels Pulsoximetrie gemessen werden⁽²⁹⁾. Ein sehr blasses Hautkolorit andererseits kann ein Hinweis für eine behandlungsbedürftige Situation bei Anämie oder Acidose sein⁽²⁹⁾.

Massnahmen bei normaler Adaptation

Die rasche Evaluation der Atmung, der Herzfrequenz sowie des Muskeltonus und des Hautkolorits dient dazu eine Ausgangssituation zu dokumentieren, ferner den Bedarf an Unterstützung oder Reanimation festzulegen sowie die Indikation und die Dauer einer Spätabnabelung festzulegen⁽²⁾. Bei einer normalen Adaptation atmet das Neugeborene ab Geburt spontan; es hat eine Herzfrequenz über 100/Min., einen guten Tonus und wird im Verlauf der ersten 5 bis 10 Lebensminuten rosig^(53, 54). Die Aufrechterhaltung einer normalen Körpertemperatur und einer suffizienten Atmung stehen im Vordergrund.

- Das Kind wird mit vorgewärmten Tüchern sofort abgetrocknet und der Mutter auf den Bauch/die Brust gegeben; dabei sind Kopf (mit Ausnahme des Gesichtes) mit einer Mütze und Körper mit einem warmen trockenen Tuch bedeckt, um Wärmeverluste zu vermeiden. Die Körpertemperatur wird von der Hebamme regelmässig geprüft.
- Das Öffnen der Atemwege wird durch eine korrekte Lagerung gesichert. Liegt das Kind auf dem Bauch/der Brust der Mutter, soll dieses so gelagert werden, dass die Atemwege dabei offen bleiben, und dass es immer sichtbar bleibt.
- Absaugen ist nur auf Indikation hin erforderlich. Wenn gesunde Termingeborene innerhalb der ersten 60 Sekunden nach der Geburt regelmässig atmen, eine Herzfrequenz > 100/Min. haben und einen guten Muskeltonus entwickeln, soll auf das Absaugen von Mund, Rachen und Nase verzichtet werden. Absaugen ist für das Kind unangenehm, kann zu Schleimhautläsionen und bei tiefem Absaugen reflektorisch zu Bradykardien, Apnoen und Laryngospasmus führen.
- Die Anregung zum regelmässigen Atmen erfolgt durch die initialen Manipulationen des Neugeborenen wie Abtrocknen und Lagern. Falls das Kind mehr Stimulation benötigt, kann dies durch sanftes Reiben der Fusssohle oder des Rückens erfolgen. Aggressivere Stimulationsmethoden sollen nicht angewandt werden⁽²⁾.

Idealerweise sollen nach der Geburt Mutter und Kind ein kontinuierlicher Haut-zu-Haut-Kontakt von 2 Stunden ermöglicht werden, mindestens jedoch bis nach dem ersten Anlegen an die Brust. Innerhalb der ersten Lebensstunden besteht bei Neugeborenen, die bei der Mutter im Bonding liegen, ein erhöhtes Risiko für einen plötzlichen, unerwarteten postnatalen Kollaps (SUPC, sudden unexpected postnatal collapse)^(55,56). In dieser Zeit muss deshalb von der zuständigen Hebamme/Pflegefachperson regelmässig das Wohlergehen des Neugeborenen überprüft werden⁽⁵⁷⁾.

Routinemassnahmen und die weitere Versorgung des Neugeborenen erfolgen erstmals 2 Stunden nach der Geburt, respektive frühestens nach dem ersten Ansetzen des Kindes⁽⁵⁸⁾. Diese Massnahmen umfassen eine erstmalige Untersuchung des Neugeborenen durch Hebamme, ärztliche Fachpersonen der Geburtshilfe, Pädiatrie oder Neonatologie; sie sind unter einem Wärmestrahler bei guten Lichtverhältnissen durchzuführen.

Bei der ersten Kontrolle werden die weitere Adaptation anhand der Vitalparameter und die Körpermasse beurteilt sowie allfällige Fehlbildungen ausgeschlossen:

- **Wärmehaushalt:** Zielbereich Körpertemperatur für Neugeborene ohne Bedarf an therapeutischer Hypothermie: 36,5–37,5 °C und warme Extremitäten.
- **Atmung:** Atemfrequenz (normal 30–60/Min.), Zeichen eines Atemnotsyndroms (Einziehungen, Stöhnen, Nasenflügeln, Zyanose, Tachypnoe)?
- **Kreislauf:** Herzfrequenz (normal 100–160/Min.), Peripherie gut durchblutet?
- **Fehlbildungen:** Extremitäten, Genitale, Rücken, Gaumen. Eine Magensondierung zum Ausschluss einer Ösophagusatresie oder einer oberen intestinalen Obstruktion ist nur indiziert, wenn ein Polyhydramnion oder ein schaumiger Speichelfluss bestehen. Auf eine systematische Sondierung der Nasengänge zum Ausschluss einer Choanalatresie ist zu verzichten.
- Die Haut wird von Blut- und Mekoniumresten gereinigt, ohne dass die Vernix caseosa vollständig beseitigt wird.
- **Körpermasse:** Gewicht, Länge und Kopfumfang (auf Perzentilen-Kurven eintragen)⁽⁵⁹⁾. Diese Masse sollen im Idealfall erst im Anschluss an die Bonding-Phase erhoben werden.
- Die Beobachtungen und Massnahmen werden auf dem Überwachungsblatt für Neugeborene protokolliert.
- Die Vitamin-K-Prophylaxe und bei Indikation eine aktive und passive Impfung gegen Hepatitis-B werden gemäss geltenden Richtlinien durchgeführt^(60, 61).

Vorgehen bei gestörter Adaptation

Reanimationsplan

Falls die klinische Beurteilung zeigt, dass ein Neugeborenes keine regelmässige oder suffiziente Atmung aufweist, oder dass seine Herzfrequenz $< 100/\text{Min}$. bleibt, kommen zu den Massnahmen, die bei einer normalen Adaptation durchgeführt werden, nämlich Thermoregulation (**T**), Öffnen der Atemwege (**A**, airway), je nach Zustand des Kindes weitere hinzu. Das Öffnen sowie das Offenhalten der Atemwege (**A**) und die Belüftung der Lungen (**B**, breathing) sind dabei die beiden wichtigsten Massnahmen in der neonatalen Reanimation. In den meisten Fällen genügen diese auch, um ein Kind zu stabilisieren. Weitere, komplexere Interventionen sind hingegen nutzlos bis diese ersten Massnahmen korrekt durchgeführt worden sind⁽²⁾. Die möglichen Schritte und deren Indikationen sind im *Algorithmus* zusammengefasst.

Kommentar zu den einzelnen Schritten

T – Thermoregulation

- Unabhängig vom Gestationsalter besteht eine eindeutige Assoziation zwischen Hypothermie und neonataler Mortalität sowie Morbidität^(20,62-64).
- Die Reanimation wird in einem warmen Raum durchgeführt (mindestens $25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Luftzug wird vermieden; Fenster und Türen sind geschlossen.
- Der Wärmestrahler ist bereits 10 bis 15 Minuten vor Geburt eingeschaltet.
- Das Kind wird rasch abgetrocknet und dann in warmen Tüchern auf den Reanimationstisch unter den Wärmestrahler gebracht; feucht gewordene Tücher werden durch trockene, vorgewärmte Tücher ersetzt. Eine nicht aufwärmende Unterlage entzieht dem Neugeborenen Wärme; sie soll deshalb mit warmen Tüchern abgedeckt werden.
- Weitere Möglichkeiten: Kopfbedeckung (Kappe, Mütze), Einschalten der beheizbaren Unterflache, Matratze, warme Tücher.

A – Öffnen der Atemwege

1. Korrekte Lagerung

- Eine korrekte horizontale Lagerung auf dem Rücken mit dem Kopf in Mittelstellung mit leichter Deflexion (sog. Schnüffelposition) ist wichtig für optimal durchgängige Atemwege (siehe *Abbildung 1*). Flexion oder Hyperextension des Kopfes sollen vermieden werden, da dadurch die Atemwege eingeengt werden.
- Ein Anheben des Unterkiefers (sog. «Kiefergriff», «jaw thrust») kann das Öffnen und Offenhalten der Atemwege unterstützen sowie Maskenlecks vermindern⁽²⁾.
- Durch eine kleine Windelrolle unter den Schultern (nicht unter Hinterkopf/Nacken) können die Atemwege besser offengehalten werden. Korrekte Position der Windelrolle regelmässig überprüfen.
- Die Atmung soll bezüglich Atemfrequenz, -tiefe und -arbeit als suffizient, insuffizient, als patho-

logisch im Atemmuster oder als fehlend bezeichnet werden.

2. Absaugen

- Absaugen ist nur dann notwendig, wenn Fruchtwasser, Vernix, Schleim, Mekonium oder Blut die Atemwege verlegen.
- Katheter Ch (Charrière) 10 ohne Seitenlöcher verwenden. Mundsaugkolben oder mechanische Vorrichtung mit Falle verwenden (Sog ca. -2 m Wassersäule, entsprechend $-200\text{ mbar} = -150\text{ mmHg} = -20\text{ kPa} = -0.2\text{ atm}$).
- Mund und, wenn notwendig, beide Nasenöffnungen absaugen.
- Katheter nicht in die Nase einführen: Verletzungsgefahr und Anschwellen der Nasenschleimhaut. Neugeborene sind präferentielle Nasenatmer.
- Wiederholtes langes Absaugen erschwert das Einsetzen einer Spontanatmung. Die Berührung der Rachenhinterwand kann einen vagalen Reflex mit Bradykardie verursachen.
- Ein Absaugmanöver sollte nicht länger als 5 Sekunden dauern. Der Magen wird nur bei adäquater Oxygenierung und stabiler Atmung und unter folgenden Bedingungen abgesaugt:
 - > bei Polyhydramnion oder bei schaumigem Speichel.
 - > nach oder unter Maskenbeatmung und vor einem Transport.
- Gelingt es nicht, den Katheter bis in den Magen vorzuschieben, besteht der Verdacht auf eine Ösophagusatresie. Das Kind sollte wegen Aspirationsgefahr auf den Bauch gelegt werden; Mund sowie Rachen werden über eine offene Magensonde wiederholt schonend abgesaugt.
- Das Absaugen von mehr als 20 ml Magenflüssigkeit ist verdächtig für eine obere gastrointestinale Obstruktion. Bei einem solchen Verdacht muss eine Magensonde gelegt und offengelassen werden sowie alle 10 Minuten abgesaugt werden.
- *Mekoniumhaltiges Fruchtwasser*: Das intrapartale oro-pharyngeale Absaugen bei mekoniumhaltigem Fruchtwasser hat keinen Einfluss auf das Outcome des Neugeborenen⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾; deshalb wird diese Intervention nicht mehr als Routine-massnahme empfohlen⁽⁶⁸⁾. Die Betreuung von Neugeborenen mit mekoniumhaltigem Fruchtwasser folgt denselben Grundsätzen wie bei klarem Fruchtwasser. Lebhaftige Neugeborene mit guter Atemtätigkeit und gutem Tonus können bei ihrer Mutter bleiben. Bei stark mekoniumhaltigem Fruchtwasser und depressierter Atmung soll nicht routinemässig intratracheal abgesaugt werden, da damit ein Mekoniumaspirations-Syndrom nicht verhindert wird^(69,70). Vielmehr soll der Fokus auf eine rasche Einleitung der üblichen Reanimationsmassnahmen zur Unterstützung der Atmung unter Sicherstellung der Normothermie gelegt werden.
- Wenn sich unter Maskenbeatmung keine Thoraxbewegungen erzielen lassen, und nach Aus-

schluss eines ungenügenden Inspirationsdruckes oder eines Maskenlecks eine Verlegung der Trachea durch beispielsweise Mekonium, Blut, Schleim unter anderem mehr vermutet wird, dann kann eine in der Intubation erfahrene Person eine intratracheale Intubation durchführen und mit einem Mekoniumaspirations-Adapter, der an ein Vakuum angeschlossen ist, dieses Material absaugen. Dieser Absaugvorgang mit Einführen und Entfernen des ganzen Tubus kann eventuell wiederholt werden, sofern die Herzfrequenz normal bleibt. Ansonsten soll eine effiziente Maskenbeatmung begonnen werden, insbesondere bei anhaltender Bradykardie^(18,19).



Abbildung 1: A – airway: Korrekte Lagerung zum Offenhalten der Atemwege: Schnüffelposition.



Abbildung 1: A – airway: Inkorrekte Lagerung: Flexion.



Abbildung 1: A – airway: Inkorrekte Lagerung: Hyperextension des Kopfes.

Ermitteln der Herzfrequenz

- Die zuverlässige Ermittlung der Herzfrequenz (HF) ist in der neonatalen Reanimation von zentraler Bedeutung, da einerseits die HF über Änderungen respektive Eskalation von Reanimationsmassnahmen bestimmt; andererseits ist ein Anstieg oder ein Verbleiben der HF > 100/min der wichtigste Parameter einer effektiven Ventilation und Oxygenation⁽⁷¹⁻⁷³⁾. Eine bradykarde HF andererseits deutet auf eine persistierende ungenügende Oxygenation (Hypoxie), und oft auch auf eine inadäquate Ventilation hin⁽²⁾.
- Die HF ist initial am einfachsten durch Auskultation mittels Stethoskop über Herzspitze zu bestimmen; diese Methode erlaubt eine akzeptabel präzise Beurteilung der HF und gilt deshalb weiterhin als bevorzugte initiale klinische Dokumentation der HF⁽¹⁾.
- Die Palpation an der Basis der Nabelschnur soll nur behelfsmässig erfolgen. Sie ist rasch durchführbar, ist aber weniger zuverlässig, da sie mit einer bedeutenden Unterschätzung der realen HF einhergeht^(74,75).
- Beide obgenannten Methoden können zu einer Unterschätzung der Herzfrequenz^(74,75) und damit möglicherweise zu unnötigen Massnahmen führen.
- Die Bestimmung der HF mittels Pulsoximeter ist genauer, braucht jedoch circa 1 Minute für eine akkurate Messung⁽⁷⁶⁾. Während den ersten 2 Lebensminuten unterschätzt die Pulsoximetrie nicht selten die HF⁽⁷⁷⁾.
- Die Ermittlung der HF mittels EKG-Gerät ist genau und bereits innert den ersten Minuten zuverlässig⁽⁷⁷⁻⁸²⁾. Trotz dieser Vorteile kann das EKG die Pulsoxymetrie nicht ersetzen, sondern lediglich ergänzen, weil es im Gegensatz zur Pulsoxymetrie weder die Oxygenation noch die Perfusion mitbeurteilt. In der äusserst seltenen Situation einer sogenannten pulslosen elektrischen Aktivität (PEA oder elektromechanischen Entkoppelung) kann das EKG im Gegensatz zum Pulsoximeter eine HF trotz fehlendem Herzschlag detektieren⁽⁷⁸⁻⁸¹⁾. Das Installieren des EKG-Monitorings soll weder die klinische Beurteilung noch die Reanimationsmassnahmen verzögern.

B – Beatmung (Abbildung 2, 3 und 4; Anhang)

Maskenbeatmung: Bei ungenügender oder fehlender Spontanatmung sowie Schnappatmung respektive bei Herzfrequenz < 100/Min. des Neugeborenen soll eine Maskenbeatmung mittels **Beutel-Maske-System** (siehe Abbildung 3) oder mittels **T-Stück-Maske-System** (siehe Abbildung 4) durchgeführt werden.

Für eine korrekt durchgeführte Maskenbeatmung müssen folgende Punkte beachtet werden:

- der Kopf wird dazu in Mittelstellung leicht deflektiert und der Mund etwas geöffnet gehalten (siehe Abbildung 1).
- bei termingeborenen Kindern soll die Beatmung mit Raumluft begonnen werden^(18,19). Dabei wird

der Inspirationsdruck anhand der Thoraxexkursionen adaptiert und mittels Manometer am Beutel gemessen; oft genügt ein Inspirationsdruck zwischen 25 bis 30 cm H₂O. Gelegentlich muss dieser jedoch bei Termingeborenen bis auf 30 bis 40 cm H₂O erhöht werden. Falls kein Druckmonitoring möglich ist, soll graduell so viel Inspirationsdruck verabreicht werden, um sichtbare Thoraxexkursionen und einen Anstieg der Herzfrequenz zu erreichen^(18,19).

- danach wird die Beatmung mit einem den Bedürfnissen des Kindes angepassten Druck (sichtbare Thoraxbewegung) und mit einer Frequenz zwischen 40 bis 60/Min. durchgeführt.
- sichtbare Thoraxexkursionen weisen auf offene Atemwege und genügend hohe Atemzugvolumina (Ziel: 5 bis 8 ml/kg Körpergewicht) hin. Umgekehrt muss, falls sich der Thorax nicht bewegt, an eine Obstruktion der Atemwege, an einen zu tiefen Inspirationsdruck mit resultierendem ungenügendem Atemzugvolumen gedacht werden, so dass die Belüftung der Lungen nicht adäquat ausfällt⁽²⁾.

Der Stellenwert *verlängerter initialer Atemhübe* (sogenannte «sustained inflations», Inspirationszeit > 1 Sekunde) hat sich aufgrund neuer Erkenntnisse relativiert, die auf einen möglichen Schaden hinweisen⁽⁸³⁾. Bei Kindern > 34 SSW gibt es keine belastbaren Daten, die eine Empfehlung dafür oder dagegen rechtfertigen, so dass eine routinemässige Anwendung von verlängerten Einatemhüben aktuell nicht angezeigt scheint⁽⁸⁴⁾.

Beatmung mit T-Stück System (z. B. Perivent[®], Neopuff[®]; *Abbildung 4*):

Im Gegensatz zum Beutel/Maske-System⁽⁸⁵⁻⁸⁸⁾ erlaubt die Anwendung eines T-Stück Systems einen PEEP-Druck zuverlässig und stabil zu verabreichen; ebenso können Inspirationsdruck und -zeit besser kontrolliert werden. Im Gegensatz zum selbstexpandierenden Beatmungsbeutel kann mit dem T-Stück System eine CPAP-Atemunterstützung durchgeführt werden (*siehe Abbildung 5*). Bei Einsetzen eines T-Stück Systems muss immer ein Beutel mit Maske als Backup vorhanden sein.

Positiver end-expiratorischer Druck:

Obwohl bislang keine klinischen Studien an Neugeborenen spezifisch den Einsatz eines zusätzlichen *positiven end-expiratorischen Druckes (PEEP)* bei positiver Druckbeatmung zum Aufbau einer funktionellen Residualkapazität unmittelbar nach der Geburt untersucht haben, ist davon auszugehen, dass die Anwendung von PEEP für den Gasaustausch, und insbesondere für die Oxygenation, vorteilhaft ist und somit benutzt werden soll, insofern das notwendige Material vorhanden ist. In der Regel wird mit einem PEEP von 5 cmH₂O begonnen. Bei Anwendung eines selbstexpandierenden Beatmungsbeckens muss zusätzlich ein PEEP-Ventil aufgesetzt werden^(2,18).

CPAP im Gebärsaal (Continuous Positive Airway Pressure; *Abbildung 5, Anhang*):

CPAP ist eine nicht-invasive Atemunterstützung, mit welcher spontanatmenden Neugeborenen über den gesamten Atemzyklus hinweg ein kontinuierlicher positiver end-expiratorischer Druck (PEEP) ohne zusätzliche Inspirationsdruckunterstützung verabreicht wird⁽⁸⁹⁾. Die CPAP-Applikation öffnet neben den oberen Atemwegen auch die Alveolen und vermeidet deren Kollaps in der Ausatmung (Erhalt der funktionellen Residualkapazität), was mit einer Abnahme des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunt einhergeht. Auch wird die Lungendehnbarkeit erhöht, die Atemarbeit vermindert und die Sauerstoffaufnahme verbessert.

Zurzeit ist die Qualität der Datenlage dürftig und die Evidenz schwach um für oder gegen eine routinemässige CPAP-Applikation bei Termingeborenen und späfrühgeborenen Kindern mit einem Gestationsalter ≥ 34 SSW im Gebärsaal zu empfehlen, welche entweder ein Atemnotsyndrom entwickeln oder ein erhöhtes Risiko dafür haben⁽⁹⁰⁾. CPAP ist dann indiziert, wenn ein Atemnotsyndrom besteht mit erhöhter Atemarbeit und einem Sauerstoffbedarf von ≥ 30 % um einen präduktalen SpO₂-Wert zwischen ≥ 90 % und ≤ 95 % zu erreichen⁽⁹¹⁾, oder bei persistierender Tachypnoe mit expiratorischem Stöhnen. Für eine korrekte Indikation ist zudem wichtig, dass das Neugeborene spontan und suffizient atmet, da mit CPAP keine Beatmungshübe verabreicht werden. Ein apnoeisches oder insuffizient atmendes Neugeborenes, welches auf einfache Massnahmen nicht anspricht, braucht eine Beatmung; eine alleinige CPAP-Unterstützung ist in diesen Situationen nicht adäquat. Im Gebärsaal wird CPAP meist über eine Maske mittels T-Stück-System verabreicht (*siehe Abbildung 5*). Üblicherweise wird initial ein PEEP-Druck von 5 cmH₂O eingestellt.

Eine isolierte Tachypnoe des Neugeborenen ist meist selbst-limitierend und stellt keine Indikation für eine routinemässige CPAP-Unterstützung dar^(92,93). Ebenso ist eine routinemässige CPAP-Applikation bei allen Termin- und späfrühgeborenen Kindern nach Kaiserschnittentbindung nicht sinnvoll. Eine inkorrekt gestellte Indikation für CPAP erhöht das Risiko für eine Verlegung auf eine Neonatologie-Abteilung, und damit für eine Mutter-Kind Trennung. Auch kann eine CPAP-Applikation bei gut rekrutiertem Lungenvolumen mit normaler funktioneller Residualkapazität das Atemzugvolumen vermindern und so zu einer CO₂-Retention führen.

Unter CPAP-Therapie sollen der klinische Verlauf des Atemnotsyndroms regelmässig dokumentiert und die präduktale SpO₂ kontinuierlich gemessen werden. Auf freie obere Atemwege und regelmässige Entfernung von Sekret soll geachtet werden. Spätestens nach 30 bis 60 Minuten soll eine kapilläre Blutgasanalyse (pH, pCO₂) durchgeführt werden. Als mögliche Komplikationen können eine Magenblähung oder ein Pneumothorax auftreten. Wenn sich das Atemnotsyn-

drom unter CPAP verschlechtert, soll das Neonatologie-Zentrum benachrichtigt werden, um das weitere Vorgehen zu besprechen.

Der Erfolg der Beatmung wird aufgrund folgender Kriterien beurteilt:

- Thoraxexkursionen sind sichtbar.
- Als wichtigstes Erfolgszeichen steigt die HF > 100/Min. an oder bleibt > 100/Min.
- Normalisierung der SpO₂.
- Hautkolorit wird rosig.

Unter Beatmung wird die HF kontinuierlich mittels Pulsoxymetrie (oder EKG) erhoben, die Atmung soll regelmässig, mindestens alle 30 Sekunden evaluiert werden. Die Beatmung wird solange fortgesetzt bis das Neugeborene eine regelmässige und suffiziente Atmung aufgenommen hat und die HF > 100/Min. ist.

Unter längerdauernder Maskenbeatmung soll eine Magensonde eingelegt werden, um in den Magen abgewichene Luft abzuleiten⁽⁹⁴⁾.

Die *Larynxmaske* hat ihre Wirksamkeit bei Termingeborenen sowie bei Kindern ≥ 34 SSW und > 2000 g Geburtsgewicht gezeigt⁽⁹⁵⁻⁹⁸⁾. Somit kann die Larynxmaske als Alternative für geschultes Personal zur Beatmung von Termingeborenen betrachtet werden, dies vor allem in Situationen, wo eine Maskenbeatmung oder Intubation nicht erfolgreich durchgeführt werden kann^(18,19,29,99). Die korrekt durchgeführte Maskenbeatmung führt jedoch in den meisten Situationen zum Erfolg. Zudem kann sie einfacher erlernt werden.

Ein *oropharyngealer Tubus* (Güdel, Einführung ohne Drehung) kann in Situationen hilfreich sein, in denen die Atmung durch Verlegung der oberen Atemwege bei Vorliegen einer Mikrognathie, Pierre-Robin Sequenz oder einer Choanalatresie trotz Kieferheber-Manöver behindert wird. Ebenso kann ein *nasopharyngealer Tubus* (Wendl-Tubus) in Betracht gezogen werden, wenn das Offenhalten der Atemwege sich als schwierig erweist und die Maskenbeatmung zu keiner adäquaten Belüftung führt⁽²⁾.

Rolle des Sauerstoffes in der neonatalen Reanimation

Aufgrund etlicher Untersuchungen soll reiner Sauerstoff (100 % O₂) in der Neugeborenen-Reanimation nicht mehr primär eingesetzt werden, da tiefere Sauerstoffkonzentrationen oder Raumluft (21 % O₂) bei den meisten Neugeborenen nach der Geburt ebenso effizient sind wie Sauerstoff in hoher Konzentration⁽¹⁰⁰⁻¹⁰³⁾. Besorgnis besteht bezüglich der möglichen Auswirkungen der Anwendung von 100 % Sauerstoff auf die Atmung, auf die zerebrale Durchblutung sowie bezüglich der potenziellen Zellschädigung durch toxische Sauerstoffradikale. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn nach einem hypoxischen Zell- und Gewebeschaden hohe Sauerstoffkonzentrationen appliziert werden. Generell formuliert soll Sauerstoff als Medikament betrachtet und damit streng indiziert



Abbildung 2: Korrektes Platzieren der Maske für die Beatmung. Die anatomisch geformte Maske mit Luftkissen umfasst sowohl die Nase als auch den offenen Mund.



Abbildung 3: Beatmung mit Beutel und Maske. Korrekte Position des Kopfes und der Maske; der Mund ist leicht geöffnet. Daumen und Zeigefinger bilden den sog. C-Griff, der Mittelfinger wird auf den Unterkiefer platziert; es soll kein Druck auf den Mundboden appliziert werden.



Abbildung 4: Beatmung mit T-Stück-System; oben Inspiration, unten Expiration.



Abbildung 5: CPAP mit T-Stück-System. Korrekte Position des Kopfes und der Maske, Mund leicht geöffnet.

und dosiert werden. Die überwiegende Mehrheit der Neugeborenen braucht unmittelbar nach der Geburt keinen zusätzlichen Sauerstoff. Eine isolierte periphere Zyanose bei einem reaktiven Neugeborenen mit normaler Herzfrequenz und suffizienter Atmung stellt keine Indikation für eine Sauerstoffapplikation dar. Die Hautfarbe ist nämlich bezüglich Beurteilung der Oxygenation wenig hilfreich; höchstens kann bei gutem Licht die Farbe der Zunge einen Hinweis bezüglich Sauerstoffversorgung von Myokard und Gehirn geben. Andererseits ist eine Zyanose bisweilen klinisch schwierig zu erkennen. Im Gebärsaal müssen für Situationen mit gestörter Adaptation ein für Neugeborenes adäquates Pulsoximeter zur Beurteilung der Oxygenation sowie ein Sauerstoff-Druckluft-Mischgerät für die Titration der Sauerstofftherapie vorhanden sein⁽²⁾. Daten zeigen, dass bei gesunden Termingeborenen und bei normaler Adaptation unter Raumluft die präduktale transkutane Sauerstoffsättigung während der ersten 10 Lebensminuten von 40 bis 60 % pränatal auf Werte > 90 % ansteigt⁽¹⁰⁴⁻¹⁰⁹⁾. Als pragmatische Merkhilfe werden folgende präduktale SpO₂-Zielwerte formuliert (siehe Algorithmus):

- 3 Lebensminuten ≥ 70 %
- 5 Lebensminuten ≥ 80 %
- 10 Lebensminuten ≥ 90 %

Ein Nichterreichen des SpO₂-Zielwertes von ≥ 80 % mit 5 Lebensminuten wurde mit erhöhter Morbidität und Mortalität assoziiert⁽¹¹⁰⁾.

Wenn Sauerstoff appliziert wird, muss dies immer mittels transkutaner präduktaler Sauerstoffsättigung (SpO₂, am rechten Handgelenk/Hand) kontrolliert und dosiert werden. Die angestrebte präduktale SpO₂ unter Sauerstoffapplikation soll nach der 10. Lebensminute zwischen 90 bis 95 % liegen (O₂-Konzentration erhöhen, wenn SpO₂ < 90 %; O₂-Konzentration erniedrigen, wenn SpO₂ > 95 %).

Neugeborene ohne Reanimationsbedarf

Bei zentraler Zyanose nach der 5. Lebensminute mit regelmässiger Atmung und normaler Herzfrequenz wird eine präduktale Sättigung gemessen. Bei ungenügender Sauerstoffsättigung (siehe Algorithmus, präduktale SpO₂-Zielwerte), wird dem Neugeborenen Sauerstoff angeboten (Flow 4 bis 5 l/Min., initial 30 % O₂). Die O₂-Konzentration wird in 10 %-Schritten alle 30 Sekunden angepasst bis zur Normalisierung der Sauerstoffsättigung.

Neugeborene mit Reanimationsbedarf

Termingeborene Kinder sollen primär mit Raumluft beatmet werden. Bei normokardem, jedoch insuffizient atmenden Kind richtet sich die Indikation nach zusätzlichem Sauerstoff nach den transkutanen Sauerstoffsättigungswerten (mittels präduktaler Pulsoximetrie gemessen). Bei normaler Herzfrequenz und persistierender Zyanose soll die Sauerstoffzufuhr so titriert werden, dass die Sättigungswerte normal ansteigen (siehe Algorithmus)^{a,b)} (18,19). Andererseits, falls die Herzfrequenz trotz Beatmung mit Raumluft innert 30 Sekunden < 100/Min. bleibt, soll die Sauerstoffzufuhr

sofort auf 100 % erhöht und um Hilfe gerufen werden.

- a) *Neugeborene mit pulmonal-arterieller Hypertonie oder mit Fehlbildungen wie z. B. Lungenhypoplasie (Oligohydramnios, Zwerchfellhernie) scheinen aufgrund tierexperimenteller Daten von einer höheren O₂-Konzentration zu profitieren, wobei insgesamt ungenügend Daten vorliegen, um dazu präzisere Aussagen zu machen⁽¹⁰⁸⁾.*
- b) *Eine Hyperoxämie ist für Frühgeborene schädlich; diese kann insbesondere bei Sauerstoffsättigungswerten > 95 Prozent auftreten. Deshalb soll der postnatale Sauerstoffsättigungsanstieg bei Frühgeborenen denjenigen Termingeborener nicht überschreiten. Obwohl die Datenlage noch nicht ganz klar ist, mag bei Frühgeborenen zusätzlicher Sauerstoff unmittelbar nach Geburt nötig und vorteilhaft sein⁽¹¹¹⁻¹¹³⁾; dieser sollte ebenfalls präzise titriert werden. Der Einsatz eines Pulsoximeters soll bei jeder Geburt in Betracht gezogen werden, wenn beim Neugeborenen mit Adaptationsstörungen, mit Atemunterstützung oder mit einem Reanimationsbedarf gerechnet werden muss⁽²⁹⁾. Mit modernen Geräten können die Sauerstoffsättigung und die Herzfrequenz ab den ersten Lebensminuten zuverlässig und kontinuierlich ermittelt werden⁽¹¹⁴⁾. Der Sensor wird dabei an der rechten Hand oder am rechten Handgelenk platziert; somit wird eine Messung der präduktalen Sauerstoffsättigung erreicht^(106,109). Eine etwas schnellere Signalakquisition kann dadurch erreicht werden, dass der Sensor zuerst am Monitor konnektiert und erst danach am Kind befestigt wird; in den meisten Fällen kann damit bereits innert 60 Sekunden eine zuverlässige Messung erreicht werden⁽⁷⁶⁾.*

C – Circulation und Thoraxkompressionen

(Abbildung 6, Tabelle)

Die Beatmung stellt die wichtigste Massnahme in der neonatalen Reanimation dar, um Herzmuskel und Gehirn mit Sauerstoff zu versorgen. Wird die Beatmung technisch nicht korrekt durchgeführt, werden auch die Thoraxkompressionen ineffektiv bleiben⁽¹⁹⁾. Es sollen keine Thoraxkompressionen begonnen werden, bevor eine Beatmung mit 100 % Sauerstoff in den vorgegebenen Schritten durchgeführt wurde (siehe Algorithmus); ebenso sollen keine Thoraxkompressionen ohne verlässliche Erhebung einer HF < 60/Min. erfolgen.

Indikationen für die Durchführung der Thoraxkompressionen nach Maskenbeatmung mit 100 % O₂ während 30 Sekunden und weiterbestehender:

- Asystolie^{c)}.
- Bradykardie unter 60/Min.

Technik⁽¹¹⁵⁾

Beide Daumen werden übereinander über Sternum und unterhalb einer virtuellen Linie, die beide Brustwarzen verbindet, positioniert (siehe Abbildung 6), die anderen Finger umfassen den Thorax. Insbesondere für kleine Hände kann es schwierig sein den Thorax ganz zu umfassen; dieser wird dann nur partiell umfasst damit die Daumen korrekt platziert werden können. Die Tiefe der Kompression sollte mindestens ein Drittel des antero-posterioren Thoraxdurchmessers betragen (siehe Abbildung 6). Die Thoraxkompressionen können eine effektive Beatmung erschweren; daher sollten beide Massnahmen so koordiniert werden, dass sie nicht zu-

sammenfallen^(18,19). Sie sollen für die Neonatalzeit (bis 4 Wochen nach errechnetem Termin) in einem *Kompressions-/Ventilations-Verhältnis von 3:1* durchgeführt werden, so dass pro 2 Sekunden 3 Kompressionen und 1 Beatmung stattfinden (= 1 Zyklus, entsprechend 90 Kompressionen und 30 Atemstößen pro Minute). Da in dieser Altersgruppe in der Regel ein kompromittierter Gasaustausch mit Hypoxämie die primäre Ursache eines kardiovaskulären Kollapses ist, können über dieses Verhältnis mehr Beatmungshübe zur Behandlung der Hypoxie verabreicht werden^(16,116). Dieses Verhältnis soll ebenfalls nach erfolgter Intubation so koordiniert weitergeführt werden. Die Beatmung soll während der Thoraxkompression immer mit 100 % Sauerstoff durchgeführt werden.

Evaluation und Reevaluation: Nach 30 Sekunden Thoraxkompressionen soll die Herzfrequenz reevaluiert werden, ebenso alle 30 Sekunden danach. Dazu werden nur die Thoraxkompressionen sistiert, um die spontane HF des Kindes zu messen; die Beatmung wird während dieser Zeit kontinuierlich fortgeführt. Die Thoraxkompressionen sollen sistiert werden sobald die spontane HF > 60/Min. beträgt⁽¹⁹⁾. Die Beatmung wird erst dann unterbrochen, wenn die HF > 100/min ist und das Kind suffizient atmet; die FiO₂ soll nun der adäquaten Ziel-SpO₂ angepasst werden⁽²⁾.

Schrittweises Vorgehen und Zeitlinie bei Bradykardie (siehe Algorithmus, Tabelle)

1. Herzfrequenz < 100/Min: Maskenbeatmung mit 21 % O₂ beginnen.
2. Herzfrequenz bleibt nach 30 Sekunden Maskenbeatmung mit 21 % O₂ weiterhin < 100/Min: Maskenbeatmung fortsetzen, Sauerstoffkonzentration sofort auf 100 % steigern und Hilfe rufen.
3. Herzfrequenz sinkt/bleibt nach 30 Sekunden Maskenbeatmung mit 100 % O₂ < 60/Min: Thoraxkompressionen (TK) koordiniert mit Maskenbeatmung (B) mit 100 % O₂ im Verhältnis 3:1 durchführen.
4. Alle 30 Sekunden soll die spontane Herzfrequenz evaluiert werden: dazu werden die Thoraxkompressionen kurz sistiert, die Maskenbeatmung wird dazu nicht unterbrochen.
5. Herzfrequenz bleibt nach 30 Sekunden Maskenbeatmung mit 100 % O₂ und Thoraxkompressionen weiterhin < 60/Min: venösen Zugang legen (NVK), Adrenalin 10–30 mcg/kg/Dosis alle 3–5 Minuten i.v. verabreichen.
6. Falls trotz obiger Massnahmen die Herzfrequenz < 60/Min bleibt: Adrenalin vorzugsweise i.v. (30 mcg/kg/Dosis) alle 3–5 Minuten verabreichen; evtl. Intubation, Adrenalin 50–100 mcg/kg/Dosis intratracheal.



Abbildung 6: Thoraxkompressionen synchronisiert mit der Beatmung 3:1 – Kompressionsphase. Zweihändige Umschlingungstechnik mit übereinandergelegten Daumen unterhalb einer Verbindungslinie zwischen beiden Brustwarzen, Kompressionstiefe $\frac{1}{3}$ des antero-posterioren Durchmessers.

c) Der Einsatz eines Pulsoximeters oder eines EKG-Gerätes ist unter Thoraxkompressionen sinnvoll und hilfreich. Falls das EKG sehr schnell angelegt werden kann, ist diese Methode der pulsoximetrisch ermittelten Herzfrequenz überlegen. Letztere braucht etwas länger bis ein verlässliches Pulssignal abgelesen werden kann, zudem kann sie die HF auch unterschätzen⁽⁷⁷⁾. Die Messung der Herzfrequenz mittels Palpation der Nabelschnur eignet sich weder für die Indikationsstellung von Thoraxkompressionen noch für die Evaluation der HF während ihrer Durchführung.

Tracheale Intubation (Tabelle)

Die Indikation zur Intubation ist abhängig vom Gestationsalter, von der klinischen Situation, vom Ausmass der Atemdepression, von der Effizienz der Maskenbeatmung sowie vom Vorliegen bestimmter Fehlbildungen (wie z. B. Zwerchfellhernie). Eine Intubation sollte nur durch eine geübte Person ausgeführt werden. Bei Nichtbeherrschen der Intubation soll das Neugeborene bis zum Eintreffen einer in Intubation kompetenten Person mittels Beutel/Maske respektiv T-Stück-System (z. B. Perivent®) weiterbeatmet werden. Die *orotracheale* Intubation ist einfacher und rascher; sie ist deswegen zur Behebung einer akuten Hypoxämie und/oder Bradykardie der *nasotrachealen* Intubation vorzuziehen. Die *nasotracheale* Intubation erlaubt eine bessere Fixation für einen allfälligen Transport; sie ist jedoch technisch etwas anspruchsvoller. Während der Intubation sollte die Herzfrequenz überwacht werden. Ein Intubationsversuch wird bei Auftreten einer Bradykardie oder nach einem erfolglosen Versuch nach spätestens 30 Sekunden abgebrochen.

Die korrekte intratracheale Lage des Endotrachealtubus muss nach jeder Intubation bestätigt werden. In den meisten Fällen kann dies problemlos klinisch durchgeführt werden (visuell während der Intubation, schneller Anstieg der Herzfrequenz und der Sauerstoffsättigung, Feuchtigkeitsbeschlag des Tubus, Thoraxbewegung, auskultatorisch symmetrische Atemgeräusche). Die Messung des expiratorischen CO₂ (z. B. kolorimetrisch) ist einfach und schnell; sie stellt den Goldstandard zur Bestätigung der intratrachealen Intubation dar, schliesst aber eine einseitige Intubation nicht aus^{d)(2,18,19,117)}.

Bei liegendem Endotrachealtubus soll die Atmung des Kindes immer mittels positivem Druck unterstützt und ein PEEP von 5 cm H₂O appliziert werden. Eine Spontanatmung über den intratracheal liegenden Tubus kann ohne PEEP zu Atelektasen führen und soll zwingend vermieden werden.

In der Gebärabteilung intubierte Frühgeborene bleiben für den Transport auf die Neonatologie-Abteilung intubiert. Ausnahmsweise kann bei Termingeborenen die Extubation durch die Transport-Equipe erwogen werden, dies wenn die kardiopulmonale Situation sich normalisiert hat, das Kind in Raumluff eine normale Sauerstoffsättigung hat und die Blutgasanalyse normal ist.

Therapeutische Hypothermie

Neugeborene Kinder ≥ 35 SSW und ≤ 6 Stunden alt mit schwerer neonataler Azidose ($\text{pH} \leq 7.0$ innert den ersten 60 Lebensminuten), $\text{BE} \geq -16$ mmol/l und/oder Blut-Laktat ≥ 12 mmol/l und klinischen Zeichen einer moderaten bis schweren hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie (Dokumentation anhand Thompson- oder Sarnat-Scores) sollen mittels therapeutischer Hypothermie behandelt werden^(118,119). Dadurch können Mortalität und neurologisches Outcome signifikant verbessert werden⁽¹²⁰⁾. Da das therapeutische Fenster nur 6 Stunden beträgt, soll diese Behandlung möglichst rasch begonnen werden. Dazu soll nach vorheriger Absprache mit dem Neonatologie-Referenzzentrum bis zum Eintreffen der Transport-Equipe bereits vor Ort jegliche äussere Wärmequelle ausgeschaltet werden, und das Neugeborene soll abgedeckt bleiben⁽¹²¹⁾. Diese Massnahme soll die initiale Reanimation und Stabilisierung nicht beeinträchtigen; sie ist jedoch für die weitere Betreuung wichtig⁽¹⁹⁾. Eine aktive Kühlung zum Beispiel mittels Eispackungen und anderem mehr soll nicht durchgeführt werden, weil diese schnell zu Unterkühlung führen können. Die rektale Temperatur soll bis Eintreffen der Transport-Equipe viertelstündlich kontrolliert werden; der Zielbereich im peripheren Spital liegt sicherheitshalber zwischen 34 bis 35 °C. Falls die rektale Temperatur unterhalb dieses Zielbereiches fällt, soll durch Zudecken oder mittels einer alternativen Wärmezufuhr ein weiterer Temperaturabfall vermieden werden. Die Temperatur soll viertelstündlich weiter gemessen werden. Diese Kühlung während des Transportes ins Zentrum erfolgt gemäss Transportprotokoll⁽¹²²⁾. Eine Hyperthermie soll immer vermieden werden. Die weitere Hypothermie-Behandlung (Zielbereich Kerntemperatur 33 bis 34 °C) erfolgt unter strengen Kriterien und nach striktem Protokoll ausschliesslich in neonatalen Intensivabteilungen SwissNeoNet Level III^(19,123).

Volumen-/Puffer-Therapie und Medikamente (Tabelle)

Venöser Zugang

Bei intubierten oder kardiopulmonal instabilen Neugeborenen muss ein venöser Zugang gelegt werden.

In Notfallsituationen und bei Schock wird als Methode der Wahl ein Nabelvenenkatheter eingelegt (siehe Liste 1)⁽²⁾. Nur falls dies nicht möglich ist, soll, insofern die Expertise und das Material vorhanden sind, ein intraossärer Zugang gelegt werden⁽¹²⁴⁾; dieser Zugang ist beim Neugeborenen mit bedeutenden Komplikationen wie Osteomyelitis, Tibiafrakturen, Extravasation von Injektionsflüssigkeit und Medikamenten, und anderen mehr assoziiert⁽³⁾. Die korrekte Position der intraossären Nadel soll vor der Verabreichung eines Medikaments durch eine Knochenmarksaspiration und durch einen Flüssigkeitsbolus bestätigt werden.

Falls ein venöser Zugang zu einem späteren Zeitpunkt und nicht notfallmässig notwendig wird, kann ein peripherer venöser Katheter gelegt werden. Nach der Stabilisierung des Kreislaufs wird die Infusion mittels einer 10%-igen Glukoselösung mit 3 ml/kg/Std. fortgesetzt, entsprechend einer Glukosozufuhr von 5 mg/kg/Min.

d) Es existieren wenige Daten zum Einsatz der expiratorischen CO₂-Messung in der neonatalen Reanimation. Dennoch ist der positive Nachweis von CO₂ in der Ausatemungsluft zusätzlich zur klinischen Beurteilung eine wertvolle Methode zur Bestätigung der intratrachealen Lage des Tubus^(18,19,64); ein negatives Resultat weist auf eine ösophageale Intubation hin. Bei schlechter Lungenperfusion kann das Resultat der Messung jedoch falsch negativ sein. Beim Einsatz einer kolorimetrischen Methode kann bei Kontamination des Materials mit Surfactant, Adrenalin oder Atropin eine falsch positive Angabe entstehen⁽¹⁹⁾. In diesem Fall kommt es allerdings, im Gegensatz zur erfolgreichen Intubation, zu einem dauerhaften, nicht atemsynchronen Farbsignalwechsel.

Volumen-Therapie (Tabelle)

Bei Vorliegen von Zeichen einer Hypovolämie oder Kreislaufinsuffizienz wie verminderte periphere Durchblutung, schwach palpable Pulse, tiefer Blutdruck, Blässe und Tachykardie, muss ein Volumenersatz (über 5–10 Minuten) erfolgen. Dazu kommen folgende Lösungen in Frage:

- **NaCl 0,9 %:** initial 10 ml/kg, Wiederholung je nach Blutdruck und Klinik.
- **Erythrozytenkonzentrat:** zum Beispiel bei akuter Anämie, Blutungsanamnese; ungetestetes O Rh-negatives Blut verwenden. Dosierung: 10 ml/kg, eventuell wiederholen. Bis infundierbare Erythrozyten vorliegen, soll bei akuter Hypovolämie überbrückend NaCl 0,9 % verabreicht werden. Vor der Erythrozytentransfusion soll Blut für das Neugeborenen-Screening abgenommen werden.

Albumin 5 % ist als Volumenersatz in der neonatalen Reanimation kontraindiziert⁽¹²⁵⁾.

D – Drugs (Tabelle)

In der neonatalen Reanimation sind Medikamente selten notwendig, und wenn, dann am ehesten als Volumenersatz und Adrenalin^(18,29). Eine Bradykardie des Neugeborenen ist in der Regel durch eine bedeu-

tende Hypoxie bedingt, welche durch eine ungenügende Lungenbelüftung entsteht⁽¹⁹⁾. Voraussetzung für eine erfolgreiche medikamentöse Behandlung ist eine adäquate Oxygenation⁽¹⁴⁾.

Adrenalin 1:10'000 (0,1 mg/ml)

Falls trotz Beatmung mit 100 % Sauerstoff und Thoraxkompressionen innert 30 Sekunden die Herzfrequenz weiterhin < 60/Min. bleibt, ist die Verabreichung von Adrenalin sinnvoll⁽¹⁹⁾. Adrenalin soll, wenn möglich intravenös verabreicht werden⁽⁸⁾.

Dosierung intravenös⁽⁹⁾: 10–30 mcg/kg/Dosis, entspricht 0,1–0,3 ml/kg einer Adrenalin-Lösung 1:10'000. Herstellung dieser Lösung mit 1 ml Adrenalin (1 mg/ml) + 9 ml NaCl 0,9 %; entspricht 1 mg Adrenalin in 10 ml Lösung oder 0,1 mg/ml. Der Einsatz von handelsüblichen Adrenalin 1:10'000 Fertigspritzen kann in Notsituationen viel Zeit gewinnen und Aufziehfehler vermeiden.

Dosierung intratracheal: 50 bis maximal 100 mcg/kg/Dosis^(18,29).

e) Es existieren keine Studien zur hochdosierten intravenösen Adrenalin-Verabreichung (100 µg/kg/Dosis) beim Neugeborenen⁽¹²⁶⁾. Deshalb und aufgrund potentieller Nebenwirkungen werden hohe Dosierungen nicht empfohlen. Obwohl in der neonatalen Reanimation die Intubation meist vor dem Legen eines venösen Zuganges (Nabelvenenkatheter) durchgeführt wird, soll wo möglich die intravenöse Applikation von Adrenalin der intratrachealen vorgezogen werden. Eine wirkungslose intratracheale Verabreichung muss möglichst intravenös wiederholt werden. Bleibt die HF weiterhin < 60/Min., kann Adrenalin 30 mcg/kg/Dosis repetitiv alle 3–5 Minuten vorzugsweise intravenös gegeben werden^(2,3,18,29,127).

Naloxon (0,4 mg/ml)

Es besteht keine Evidenz für eine Wirksamkeit von Naloxon bezüglich Reversion einer opiatbedingten Atemdepression bei Geburt. Zudem existieren Bedenken bezüglich langfristiger Sicherheit; somit kann Naloxon nicht als Routinemedikation bei atemdeprimierten Neugeborenen in der Gebärabteilung empfohlen werden⁽¹²⁸⁾. Atemunterstützende Massnahmen und Beatmung sollen in erster Linie eingesetzt werden; in der Mehrheit der Fälle genügen diese und das Kind setzt nach einigen Minuten Maskenbeatmung mit einer eigenen suffizienten, regelmässigen Atmung ein.

Allfällige Indikation: Bei Neugeborenen, deren Mütter ein Opiat-Präparat innerhalb von 4 Stunden vor der Geburt erhalten haben, und die eine anhaltende Atemdepression trotz Beatmung und guter Kreislaufsituation zeigen.

Dosierung: 200 mcg/Dosis intramuskulär (unabhängig vom Körpergewicht); damit wird eine konstante Plasmakonzentration über 24 Stunden erreicht^(2,129). Die Halbwertszeit von Naloxon ist meistens kürzer als diejenige des Opiat-Präparates, deswegen ist zwingend eine Monitor-Überwachung in den ersten 24 Stunden notwendig und damit eine Verlegung auf eine Neonatologieabteilung (Level IIA oder höher) erforderlich. Nach Gabe von Naloxon kann eine Rebound-Tachypnoe auftreten.

Kontraindikation: Kinder von opiat-abhängigen Müttern (Anamnese!).

Puffer-Therapie

Bei einer metabolischen Azidose soll die Behandlung der primären Ursache angestrebt werden. Die Gabe

A. Medikamente	Verdünnung/Zubereitung	Indikation	Dosierung	34 SSW 2 kg	37 SSW 3 kg	40 SSW 4 kg
Adrenalin 1:1'000	1:10'000 1 ml = 0,1 mg = 100 mcg → 1 ml Adrenalin (1 mg/ml) mit 9 ml NaCl 0,9 % verdünnen	Bradykardie, Asystolie	intravenös 10–30 mcg/kg i.v. (0,1–0,3 ml/kg i.v.)	0,2–0,6 ml	0,3–0,9 ml	0,4–1,2 ml
			intratracheal 50–100 mcg/kg i.tr. (0,5–1 ml/kg i.tr.)	1–2 ml	1,5–3 ml	2–4 ml
NaCl 0,9 %		Hypovolämie	10 ml/kg i.v.	20 ml	30 ml	40 ml
Glukose 10 %		Symptomatische Hypoglykämie	200 mg/kg (2 ml/kg i.v.)	4 ml	6 ml	8 ml
Glukose 10 %		Glukose-Infusion	5 mg/kg/Min (3 ml/kg/h)	6 ml/h	9 ml/h	12 ml/h
B. Intubation				34 SSW 2 kg	37 SSW 3 kg	40 SSW 4 kg
Tubusgrösse				ID 3,0	ID 3,5	ID 3,5
Einführtiefe oral				8 cm	9 cm	10 cm
Einführtiefe nasal				9,5 cm	10,5 cm	11,5 cm

SSW = Schwangerschaftswochen; ID = innerer Durchmesser (in mm)

von Natrium-Bikarbonat kann schwere Nebenwirkungen verursachen (paradoxe intrazelluläre Azidose, osmotisch bedingte Myokard-Dysfunktion, Verminderung des zerebralen Blutflusses und Hirnblutung v. a. bei Frühgeborenen). Es gibt keine Evidenz für eine Wirksamkeit von Natrium-Bikarbonat in der initialen Reanimation des Neugeborenen; deswegen ist diese Behandlung in dieser Phase kontraindiziert^(29,126,130-132). Natrium-Bikarbonat kann höchstens in einer prolongierten Reanimationsituation mit Herzstillstand ohne therapeutisches Ansprechen auf andere Massnahmen und bei adäquater Ventilation und unter Thoraxkompressionen in Betracht gezogen werden. Ziel dieser Pufferung ist eine intrakardiale Azidose rückgängig zu machen, um die myokardiale Funktion zu verbessern und einen Kreislauf wiederherzustellen.

Dosierung: 2 bis 4 ml/kg (entspr. 1–2 mmol/kg) einer 4,2 % NaBic Lösung (NaBic 8,4 % 1 mmol/ml 1:1 mit aq. dest. verdünnt), langsam i.v.⁽²⁾.

Betreuung der Eltern bei der Geburt

Die Betreuung der Eltern während der Geburt ist eine wichtige Aufgabe. Diese wird besonders anspruchsvoll, wenn die Adaptation eines Neugeborenen gestört ist, oder wenn ein Kind mit schweren Fehlbildungen auf die Welt kommt. Dabei beanspruchen Reanimationsmassnahmen oft einen breiten Raum und beeinträchtigen die Kontaktmöglichkeiten sowie die Interaktion zwischen Eltern und Kind. Am besten werden der voraussichtliche Ablauf der Betreuung des Neugeborenen sowie zu erwartende Probleme noch vor der Geburt mit den Eltern besprochen. Dabei kann auch besprochen werden, ob eine allfällige Reanimation im Gebärraum erfolgen soll, falls es die lokalen Verhältnisse und die Gesamtsituation erlauben⁽¹³³⁻¹³⁶⁾. Bei diesbezüglichem Wunsch der Eltern, soll dieser, wenn immer möglich, unterstützt werden^(2,135,137). Von einigen Eltern wird das Miterleben von Wiederbelebungsmaßnahmen als positive Erfahrung mitgenommen, für andere ist es wiederum mit Ängsten und negativen Eindrücken verbunden^(135,137). In der akuten Situation können Massnahmen häufig nicht sofort erklärt und besprochen werden. Zudem kann die Präsenz der Eltern das Team zusätzlichem Stress und Ablenkung exponieren; deshalb muss die Sicht des Reanimationsteams diesbezüglich auch berücksichtigt werden⁽²⁾. Die Entscheidung über die Anwesenheit der Eltern bei der Erstversorgung liegt beim Team-Leader und soll gegenüber den Eltern kommuniziert werden. Wird das Neugeborene in einem separaten Raum in Präsenz des Partners reanimiert, soll die Information über eine zusätzliche Fachperson erfolgen. Erfolgt die Betreuung des Neugeborenen ohne Beisein der Eltern, ist eine regelmässige Information der Eltern sowohl über den Zustand ihres Kindes als auch über die vorgenommenen Massnahmen durch das betreuende Team wichtig⁽¹⁹⁾. Idealerweise wird eine geeignete Person, welche nicht aktiv an der Reanimation beteiligt ist, mit dieser Aufgabe beauftragt. Wenn

die Möglichkeit besteht, dass das Neugeborene trotz aller unternommenen Reanimationsmassnahmen nicht überleben könnte, ist eine rechtzeitige Information der Eltern sehr wichtig^(2,138).

Nach einer schwierigen Reanimation soll genügend Zeit für ein Gespräch mit den Eltern eingeräumt und ihnen Gelegenheit gegeben werden, ihr Kind zu sehen und, falls es die klinische Situation erlaubt, in direktem Haut-zu-Hautkontakt zu berühren. Ebenso sollen die Eltern vor einer Trennung beziehungsweise Verlegung ihres Neugeborenen, wenn es der Gesundheitszustand des Kindes zulässt, ihr Kind sehen und berühren können. Auch soll ein Foto des Kindes für die Eltern angefertigt werden. Adresse, Telefonnummer der Neonatologie-Abteilung sowie Name einer Kontaktperson, an welche sich die Eltern für weitere Informationen wenden können, sollen hinterlassen werden. Die Mutter und die Pflegenden sollen daran erinnert werden, dass auch in einer kritischen Situation die Muttermilchproduktion durch Abpumpen stimuliert werden sollte. Auch soll in Absprache mit den lokalen Geburtshelfern die Möglichkeit einer Nachverlegung der Kindsmutter auf die geburtshilfliche Abteilung im selben Spital wie die Neonatologie thematisiert werden.

Ebenso soll noch vor Ort oder zeitnahe nach der Reanimation die Möglichkeit eines Team-Debriefings gegeben werden, gegebenenfalls zusammen mit der zuständigen Neonatologie.

Betreuung des Neugeborenen nach Reanimation

Neugeborene, welche einer Reanimation bedurften, können sich zu einem späteren Zeitpunkt erneut verschlechtern. Deshalb muss ein solches Kind nach Erreichen einer adäquaten Ventilation, Oxygenation und Kreislaufsituation in eine Neonatologie-Abteilung (Level \geq IIA) verlegt werden, in welcher ein kontinuierliches Monitoring, eine dauerhafte Überwachung und Betreuung gewährleistet sind^(18,19).

Abbruch der Reanimationsmassnahmen

Sind nach 20 Minuten kontinuierlicher, adäquater und technisch korrekter Reanimation mit Beatmung mit 100% O₂, mit koordinierten Thoraxkompressionen und intravenösen Adrenalingaben^(116,139-141) keine Lebenszeichen vorhanden (keine Herzaktion, keine Spontanatmung, Apgar Score weiterhin 0), kann ein Abbruch der Reanimationsmassnahmen gerechtfertigt sein⁽¹⁴²⁾. In dieser Situation ist ein Überleben nämlich unwahrscheinlich, respektive mit schwerster neurologischer Beeinträchtigung assoziiert^(18,29,143,144). Die Auskultation der Herzfrequenz kann schwierig sein, hier erlauben Pulsoximetrie oder ein EKG-Monitor eine zuverlässigere Beurteilung. Bei Unsicherheit sollen die Reanimationsmassnahmen bis zum Eintreffen ei-

ner in neonataler Reanimation kompetenten ärztlichen Person fortgesetzt und erst nach gemeinsamer Evaluation aller empfohlener Reanimationsschritte, nach Ausschluss behebbarer Ursachen und nach Information und Einbezug der Eltern abgebrochen werden. Das Kind kann im Einverständnis der Eltern ihnen anschliessend zum direkten Haut-zu-Hautkontakt übergeben werden.

Nach dem Abbruch der Reanimationsmassnahmen soll mit der Neonatologie-Abteilung Kontakt aufgenommen werden, um allfällige Abklärungen abzusprechen.

Comfort Care

Sind lebenserhaltende Massnahmen nicht oder nicht mehr indiziert, weil sie aussichtslos sind, soll auf eine gute Comfort Care Betreuung des Kindes und der Eltern geachtet werden⁽¹⁴⁵⁾. Falls es die lokalen Räumlichkeiten und personellen Ressourcen erlauben, ist ein ruhiges Zimmer mit aufmerksamer Betreuung durch das lokale Team hilfreich. Wünsche und Unterstützungsbedürfnisse, auch spiritueller Art wie eine Nottaufe, eine Segnung oder ein anderes gewünschtes Ritual sollen in Erfahrung gebracht und individuell umgesetzt werden. Fotografien des Kindes mit seinen Eltern sollen in Absprache mit ihnen angefertigt und ihnen ausgehändigt werden.

Laboruntersuchungen in der Gebärabteilung

Die klinische Beurteilung der Adaptation kann bei Bedarf durch folgende «Labor-Trias» ergänzt werden:

- Blutgasanalyse, idealerweise inklusive Laktatwert (insbesondere auch bei tiefem 5- und 10-Minuten Apgar-Score)
- Hämatokrit oder Hämoglobin
- Blutzucker

Eine *Blutgasanalyse* ist indiziert bei einem Nabelarterien-pH < 7.10 und bei klinischen Zeichen einer gestörten Adaptation.

Ein *Hämatokrit* oder Hämoglobin sollte bei Polyglobulie- (Übertragung, Dysmaturität oder peripherer Zyanose) oder bei Anämieverdacht (Blässe, Kreislaufinstabilität) bestimmt werden.

Eine *Blutzuckerbestimmung* im Gebärzimmer wird nur bei hypoglykämieverdächtigen Symptomen, nach Reanimation oder bei Zeichen einer diabetischen Fetopathie durchgeführt. In der frühen Anpassungsphase nach der Geburt sind tiefe Blutglukosewerte häufig. Messungen der Blutglukose in den ersten 2 bis 3 Lebensstunden sind daher bei asymptomatischen, normalgewichtigen Termingeborenen irreführend und klinisch nicht sinnvoll⁽¹⁴⁶⁾. Bei Neugeborenen mit hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie sollen eine

Hypoglykämie vermieden und normale Blutzuckerwerte angestrebt werden^(2,147-149).

Postnataler Transport von Risiko-Neugeborenen

Ein neonataler Transport sollte, wenn möglich, durch eine antepartale Verlegung der Mutter in ein Perinatalzentrum vermieden werden.

Verlegungsindikationen eines Neugeborenen in eine Neonatologie-Abteilung (Level ≥ IIA) sind:

- Frühgeborenes unter 35 0/7 SSW.
- Geburtsgewicht unter 2000 g.
- Schwere neonatale metabolische Azidose pH < 7.0, BE ≥ -16 mmol/l und/oder Laktat ≥ 12 mmol/l, ungeachtet der klinischen Situation (Level III).
- Neugeborene Kinder ≥ 35 0/7 SSW (s. oben) mit Zeichen einer hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie nach Absprache mit dem zuständigen neonatologischen Zentrum (Level III) zur therapeutischen Hypothermie sobald als möglich (innert ersten 6 Lebensstunden).
- Zustand nach Reanimation (Maskenbeatmung > 5 Min., Intubation, Volumetherapie, Thoraxkompressionen, Medikamente, etc.).
- Kardio-pulmonale Störungen, die 4 Stunden nach Geburt persistieren.
- Persistierende oder rezidivierende Hypoglykämie (< 2.6 mmol/L Schnelltest-Bestimmung) trotz Frühernährung⁽¹⁴⁶⁾.
- Verdacht auf Infektion (keine Antibiotika per os oder i.m.)⁽¹⁵⁰⁾.
- Krampfanfälle, Entzugsymptomatik (mütterlicher Opiatkonsum).
- Ikterus bei Geburt⁽¹⁵¹⁾.

Diese Liste ist nicht abschliessend; unklare Situationen sollen mit der zuständigen Neonatologie-Klinik besprochen werden. Der Transport soll durch eine geschulte Transportequipe mit Transportinkubator durchgeführt werden.

Vorbereitungen vor dem Transport:

- Personalien und Unterlagen der Mutter, Reanimationsprotokoll kopieren.
- Blut der Mutter (10 ml EDTA) und Nabelschnurblut mitgeben.
- Plazenta asservieren.
- Kind der Mutter bzw. den Eltern zeigen.
- Foto des Kindes für die Eltern.
- Den Eltern Adresse und Telefonnummer der Neonatologie-Abteilung hinterlassen.

Liste 1

Ausrüstung für eine Spitalgeburt**Einrichtung des Reanimationsplatzes**

- Mobile Reanimationseinheit oder fest installierter Reanimationsplatz.
- Wärmelampe, möglichst warme Umgebungstemperatur, nicht dem Luftzug ausgesetzt.
- Anschlüsse für Strom, Sauerstoff / Druckluft¹⁾, Vakuum.
- Abstell-/Arbeitsfläche.
- Stoppuhr/Apgar-Uhr.
- Zugang für Transportinkubator.
- Nicht sterile Handschuhe (Größen S, M, L).
- Kopfhäuben, sterile Mäntel.

Beleuchtung

- Helles Licht, wenn möglich im Wärmestrahler integriert.

Wärmequellen

- Regulierbare Wärmelampe mit festem Abstand zur Unterlage.
- Genügend warme Tücher/Windeln.
- Reanimationsplatz frühzeitig vorwärmen.

Absaugvorrichtung

- Absaugkatheter mit Auffangbehälter.
- Vakuumpumpe mit Druckreduktionsventil auf -200 mbar (-20 kPa, ca. -0.2 atm, -2 mH₂O, -150 mmHg) eingestellt.
- Schlauch und Adapter für Absaugkatheter.
- Mekoniumaspirations-Adapter für endotracheales Absaugen.
- Absaugkatheter Ch 8 und 10 (vorne abgerundet, ohne Seitenlöcher).

Monitoring

- Säuglingsstethoskop.
- Pulsoximeter²⁾, selbsthaftendes Heftpflaster.
- Möglichst EKG, Elektroden für Neugeborene.

Sauerstoff- und Druckluftzufuhr

- Sauerstoff- und Druckluftquelle mit Flowmeter, Sauerstoff-Druckluft-Mischgerät³⁾, Gasschlauch zu Gesichtsmaske/Beatmungsbeutel/System mit T-Stück.
- Sauerstoff-Gesichtsmaske.

Beatmungs-ausrüstung

- Beatmungsbeutel mit Reservoir und PEEP-Ventil; plus 1 Beutel in Reserve⁴⁾.
- Beatmungsmasken (Grösse 00 und 01); plus 1 Set in Reserve.
- Evtl. T-Stück Beatmungssystem.
- Laryngoskop (Videolaryngoskop falls vorhanden) mit je 1 Spatel 0 und 1; plus Batterien in Reserve.
- Tuben: Grössen 2.5 / 3.0 / 3.5 (mm Innendurchmesser) für orale (mit Führungsdraht) und nasale Verwendung.
- Magill-Zange.
- Heftpflaster.
- Säuglingsstethoskop.
- Guedel-Oropharyngealtubus 00/000, evtl.

Wendl-Nasopharyngealtubus.

- Evtl. Einmal-Larynxmaske (Grösse: Neugeborene; z.B. AIR-Q[®]3: 0.5 und 1.0).
- f) An jedem Neugeborenen-Reanimationsplatz (jedoch nicht zwingend am Neugeborenen-Platz im Gebärraum) sollen Sauerstoff- und Druckluftanschlüsse sowie ein Sauerstoff-Mischgerät wie auch ein Pulsoximeter vorhanden sein.
- g) Die transkutane Sauerstoffsättigung zur Überwachung der Sauerstoff-Therapie muss im Gebärraum immer präduktal gemessen werden, dazu wird der Sensor an der rechten Hand/Unterarm platziert. Dies im Gegensatz zur später gemessenen postduktalen Sauerstoffsättigung zum Ausschluss kongenitaler Herzfehler¹⁵²⁾.
- h) Am Reanimationsplatz kann von geschultem Personal auch ein T-Stück-System (z. B. Neo-Puff/Perivent[®]) eingesetzt werden. Da dieses Gerät eine gute Instruktion und einen regelmässigen Gebrauch bedingt, um sicher und effizient eingesetzt zu werden, soll an jedem Reanimationsplatz immer auch ein Beatmungsbeutel samt vollständigem Zubehör (Masken, Gasschlauch, Anschlüsse) vorhanden sein. Ausrüstung zum Legen venöser Zugänge

Ausrüstung zum Legen venöser Zugänge**Periphere Leitung**

- Venenverweil-Kanülen (z. B. Insyte BD 24 G, Neoflon BD 26 G).
- Verlängerungsstück (spezielle Kindergrösse).
- Dreiweghahn.
- Pflaster.
- Lagerungsschiene.
- Je 5 Spritzen à 10 ml, 5 ml, 2 ml und 1 ml.
- Aufziehnadeln (18 G).

Nabelvenenkatheter (notfallmässige Einlage)

- Sterile Handschuhe in diversen Grössen; Haube, sterile Mäntel.
- Desinfektionsmittel (alkoholisch oder Octenidin-Phenoxyäthanol), sterile Tupfer.
- Steriles Nabelvenenkatheter-Set (z. B. Vygon[®]): Nabelbändchen, steriles Schlitztuch, 2 Péan-Klemmen, grobe und feine anatomische Pinzette, 1 chirurgische Pinzette, Schere, Nadelhalter, Skalpell, Faden (z. B. Mersilene Ethicon[®] 2.0 oder 3.0 mit atraumatischer Nadel).
- Nabelvenenkatheter Ch 3.5 und 5.

Vorgehen Nabelvenenkatheter (Abb. 7 und 8)

1. Hochhalten der Nabelschnur durch Hilfsperson.
2. Desinfektion Bauchhaut um Nabelansatz sowie Nabelschnur.
3. Steriles Nabelbändchen um Hautnabel binden, leicht anziehen.
4. Durchtrennen der Nabelschnur mit Skalpell, ca. 1 cm oberhalb des Hautnabels; Hilfsperson übernimmt die abgetrennte Nabelschnur.
5. Steriles Schlitz-/Lochtuch über verbleibenden Nabelschnurstumpf legen (Kind muss weiter beobachtet werden können).
6. Identifizieren der Nabelvene und der zwei Nabelarterien.
7. Einführen des mit NaCl 0,9% luftleer gemachten Nabelvenenkatheters (in der Regel Ch 5); zur Stabilisierung kann der Nabel an der Whar-

ton'schen Sulze mit einer Péan-Klemme gefasst werden.

8. Einführtiefe richtet sich nach Grösse des Kindes, im Notfall reichen 4 bis 5 cm (Blut muss aspirierbar sein).
9. Annähen des Katheters mit 4.0 Faden an der Wharton'schen Sulze (für kurzfristige Einlage) oder an der Nabelhaut (sicherer für Transport).

Übriges Material

- Nabelklemmen.
- Magensonden Grösse Ch 6 und 8.
- Venenverweil-Kanülen zur Drainage eines Pneumothorax (z. B. Venflon Pro® BD 18 G oder 20 G).
- Metermass.
- Thermometer.

Infusionslösungen

- Glukose 10%-Flaschen à 100 ml und Ampullen à 10 ml.
- NaCl 0,9%-Flaschen à 100 ml und Ampullen à 10 ml.

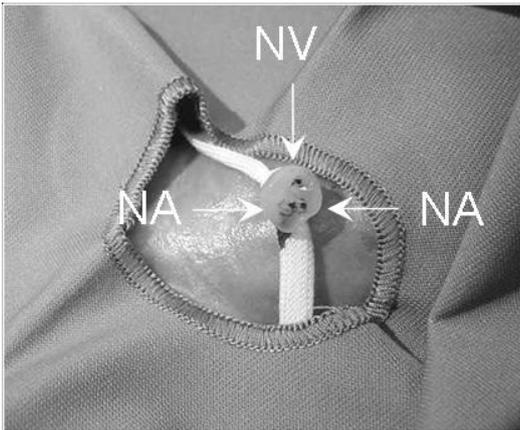


Abbildung 7: Nabelschnurgefässe.



Abbildung 8: Einführen des Nabelvenenkatheters.

Liste 2

Mindestausrüstung für eine Geburt im Geburtshaus

Einrichtung

- Warme Umgebung (mindestens 25 °C).
- Installierter Reanimationsplatz (kann mobil sein).
- Abstell- und Arbeitsfläche, gepolsterte Oberfläche auf Tischhöhe, Schulterbänkchen.
- Nabelschere, Nabelklemme.
- Stoppuhr/Apgar-Uhr.
- Nicht sterile Handschuhe (Grössen S, M, L).
- Säuglingsstethoskop (um die Herztöne des Neugeborenen für alle Anwesenden hörbar zu machen kann evtl. auch mittels Dopton-Ultraschall-Herztonmessung genutzt werden).
- Thermometer.
- Blutzuckermessgerät.
- Reanimationsprotokoll.
- Telefonverbindung (Telefonnummer der zuständigen Neonatologie, des lokalen Schutz- und Rettungsdienstes, der zuständigen Geburtshilfe bekannt).
- Gesicherte Rettungswege (jederzeit freie Zufahrt und Zugang für Transportinkubator).

Beleuchtung

- Helles Licht, wenn möglich im Wärmestrahler integriert.

Wärmequellen

- Regulierbare Wärmelampe mit festem Abstand zur Unterlage (keine Rotlichtlampe).
- Genügend warme Tücher/Windeln.
- Reanimationsplatz frühzeitig vorwärmen.
- Plastik-Folie.

Absaugvorrichtung

- Mund-Absaugkatheter.

Beatmungsausrüstung

- Beatmungsbeutel (z. B. Baby-Ambu- oder Laerdal-Beutel, mit Reservoir) und Masken (z. B. Laerdal-Masken Nr. 00 und 01).
- Sauerstoff-Gesichtsmaske und O₂-Verbindungsschlauch.
- Sauerstoffflasche mit Flowmeter (bis 6–10 l/Min.), am besten mit Sauerstoff-Druckluft – Mischgerät^f, Druckluftflasche, Gasschlauch zu Gesichtsmaske/Beatmungsbeutel.
- Pulsoximeter^g, selbsthaftendes Heftpflaster.

Liste 3

Mindestausrüstung für eine Hausgeburt

Einrichtung

- Im häuslichen Umfeld provisorischer Reanimationsplatz auf Tischhöhe, keine Zugluft!
- Schulterbänkchen gerichtet.
- Thermometer.
- Stoppuhr.
- Nicht sterile Handschuhe (Grössen S, M, L).

- Plastik-Folie.
- Säuglingsstethoskop (um die Herztöne des Neugeborenen für alle Anwesenden hörbar zu machen kann evtl. auch mittels Dopton-Ultraschall-Herztönmessung genutzt werden).
- Blutzuckermessgerät.
- Reanimationsprotokoll.
- Telefonverbindung (Telefonnummern der zuständigen Neonatologie, des lokalen Schutz- und Rettungsdienstes, der zuständigen Geburtshilfe).
- Gesicherte Rettungswege (jederzeit freie Zufahrt und Zugänglichkeit zum Geburtsort).

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. J.-C. Fauchère
Klinik für Neonatologie, Universitätsspital Zürich
CH – 8091 Zürich
Tel. 0041 79 507 1234
Fax 044 255 44 42
jean-claude.fauchere@usz.ch

Beleuchtung

- Helles Licht beim provisorischen Reanimationsplatz.

Wärmequellen

- Regulierbare Wärmequelle (Wärmelampe oder Heizlüfter, keine Rotlichtlampe).
- Genügend warme Tücher/Windeln.
- Provisorischen Reanimationsplatz frühzeitig vorwärmen.

Absaugvorrichtung

- Mund-Absaugkatheter.

Beatmungsausrüstung

- Beatmungsbeutel (z. B. Baby-Ambu- oder Laerdal-Beutel mit Reservoir) und Masken (z. B. Laerdal-Masken Nr. 00 und 01).
- Sauerstoff-Gesichtsmaske und O₂-Verbindungsschlauch.
- Sauerstoffflasche mit Flowmeter (bis 6-10 l/Min.).
- Pulsoximeter[®], selbsthaftendes Heftpflaster.

Liste 4

Mindestausrüstung für die ambulante Betreuung im häuslichen Wochenbett

- Telefonverbindung (Telefonnummer der zuständigen Neonatologie, des lokalen Schutz- und Rettungsdienstes, der zuständigen Geburtshilfe).
- Beatmungsbeutel (z. B. Baby-Ambu[®]- oder Laerdal[®]-Beutel mit Reservoir) und Masken (z. B. Laerdal[®]-Masken Nr. 00 und 01).
- Mund-Absaugkatheter oder manueller Absaug-Kolben (z. B. Laerdal Penguin[®]).
- Warmer Arbeitsplatz, Thermometer, gutes Licht.
- Blutzuckermessgerät.
- Säuglingsstethoskop.
- Plastik-Folie.

Eigenschaften verschiedener Gerätetypen für die nicht-invasive Beatmung von Neugeborenen*¹

	Selbstexpandierender Beatmungsbeutel (self-inflating bag; z. B. Ambu® mehrweg)	Flow-inflating Beatmungsbeutel (z. B. Laerdal® mehrweg)	T-Stück System (flow-controlled, pressure limited system; z. B. Perivent/NeoPuff®)
Handhabung	einfach	einfach	braucht Schulung und regelmässige Praxis
Tragbar	ja	ja	nein
Funktion Flow abhängig?	nein	ja	ja
Beatmung mit Raumluft ohne Gaszufuhr	ja	nein	nein
Reduktion FiO₂ ohne Mischgerät möglich?	ja, insofern Reservoir-Schlauch abnehmbar ist	nein	nein
Eingebautes Manometer	nein, ist optional	nein, ist optional	ja
Eingebautes PEEP-Ventil	nein, ist optional	nein, ist optional	ja
Zuverlässige PIP Applikation	±, falls Manometer eingebaut ist	±, falls Manometer eingebaut ist	ja
Zuverlässige PEEP Applikation	±; nur mit PEEP-Ventil	± (zuverlässiger als selbstexpandierender Beutel), falls Manometer eingebaut ist	ja
Einsatz als CPAP möglich	nein	ja, nur kurzfristig	ja
Inspirationsdruck (peak inspiratory pressure PIP)	limitiert durch Überdruckventil (40 cmH ₂ O)* ² Erlaubt sofortige Anpassung des PIP durch Beobachtung der Thoraxexkursionen und Druckmessung am Manometer	limitiert durch Überdruckventil (40 cmH ₂ O)* ² Erlaubt sofortige Anpassung des PIP durch Beobachtung der Thoraxexkursionen und Druckmessung am Manometer	Maschinell kontrolliert bei gleich bleibendem Flow wird kein höherer PIP als eingestellt appliziert. Erschwerte Anpassung des PIP von Atemstoss zu Atemstoss. Maximaler PIP-Wert einstellbar
Maximale Sauerstoffapplikation (FiO₂ 100 %)	nur mit Reservoirschlauch möglich	möglich	möglich
Steuerung der Inspirationszeit	± ja	± ja	ja

*¹ Die dargestellten Geräte können auch für die invasive Beatmung von Neugeborenen eingesetzt werden, insofern das Kind intubiert ist.

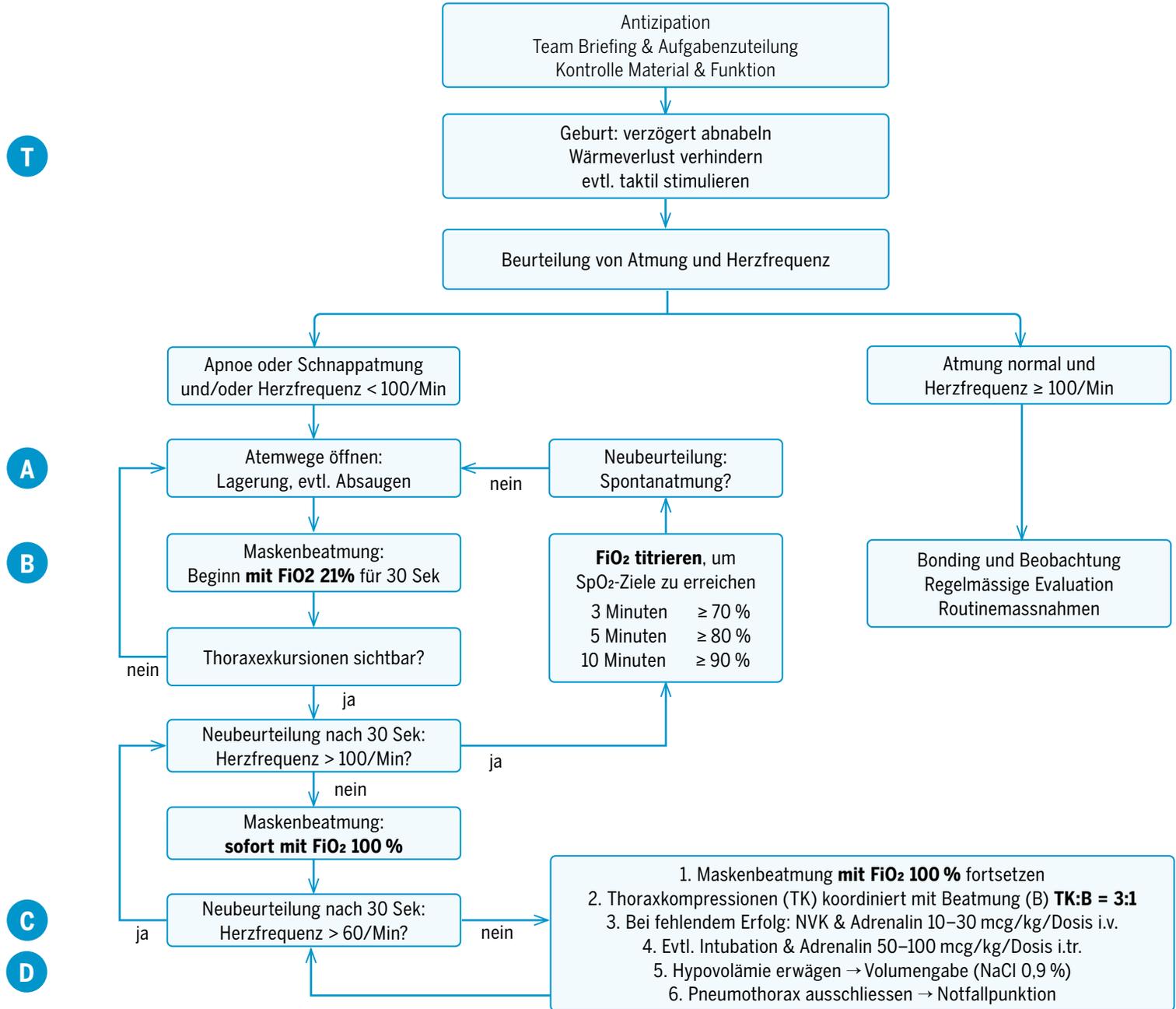
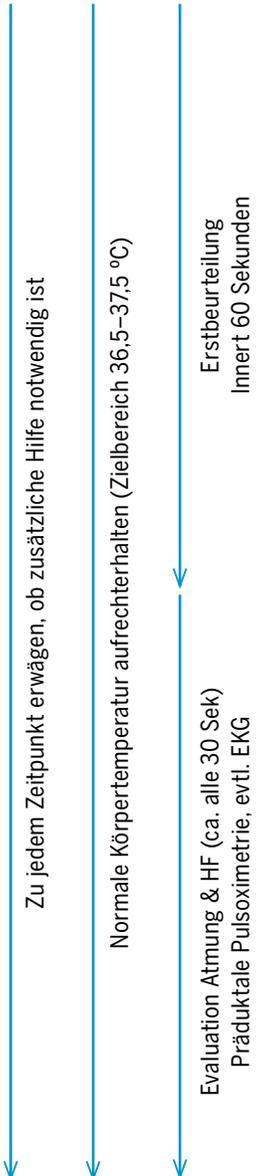
*² höhere PIP-Applikation nur durch Verschluss des Überdruckventils möglich.

Referenzen: Hussey S et al. *Arch Dis Child Fet Neonat* Ed 2004;89:F490-93; Trevisanuto D et al. *Pediatrics* 2021;148:1-14.

Anhang: Eigenschaften verschiedener Geräte zur nicht-invasiven Atemunterstützung von Neugeborenen.

Algorithmus: Unterstützung der Adaptation und Reanimation des Neugeborenen. NVK: Nabelvenenkatheter; SpO₂: pulsoximetrisch gemessene Sauerstoffsättigung.

**Zeitablauf
Monitoring
Ressourcen**



Referenzen

- 1) Aziz K, Lee CHC, Escobedo MB, et al. Part 5: Neonatal Resuscitation 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics* 2021;147:S160-S190.
- 2) Madar J, Roehr 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) 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. *Resuscitation* 2020;156:A156-A187.
- 4) Escobedo MB, Aziz K, Kapadia VS, et al. 2019 American Heart Association. Focused Update on Neonatal Resuscitation: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics* 2020;145:1-10.
- 5) Wyckoff MH, Weiner CGM. 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Pediatrics* 2021;147:S48-S87.
- 6) 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-S221.
- 7) Saugstad OD, Robertson NJ, Vento M. A critical review of the 2020 International Liaison Committee on Resuscitation treatment recommendations for resuscitating the newly born infant. *Acta Paediatr* 2021;110:1107-1112.
- 8) Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. *Pediatrics* 2006;118:1028-1034.
- 9) Bjorland PA, Øymar K, Ersdal HL, et al. Incidence of newborn resuscitative interventions at birth and short-term outcomes: a regional population-based study. *BMJ Paediatr Open* 2019;3:e000592.
- 10) Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, et al. 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;83:869-873.
- 11) Halling C, Sparks JE, Christie L, et al. Efficacy of Intravenous and Endotracheal Epinephrine during Neonatal Cardiopulmonary Resuscitation in the Delivery Room. *J Pediatr* 2017;185:232-236.
- 12) 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;115:102-109.
- 13) Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Associated clinical events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:20-25.
- 14) Skåre C, Bolding AM, Kramer-Johansen J, et al. Video performance-debriefings and ventilation-refreshers improve quality of neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2018;132:140-146.
- 15) Try A, Karam O, Delco C, et al. Moderate and extended neonatal resuscitations occur in one in 10 births and require specialist cover 24 hours a day. *Acta Paediatr* 2015;104:589-595.
- 16) Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 7. Resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation* 2015;95:249-263.
- 17) Girard T, Schmid S, Hösli I, et al. Neonatale Erstversorgung – Interdisziplinäre Empfehlungen zur Verlegung und Betreuung. *Revision* 2022. 2022:1-10.
- 18) Kattwinkel J, Perlman JM, Aziz K, et al. Part 15: Neonatal Resuscitation: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:S909-919.
- 19) Richmond S, Wyllie J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 7. Resuscitation of babies at birth. *Resuscitation* 2010;81:1389-1399.
- 20) Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2015;95:e169-201.
- 21) Swiss Society of Neonatology. start4neo (Swiss Neonatal Resuscitation Training: Interprofessional Training Programme for Neonatal Care and Resuscitation) 2011. Available from: http://www.neonet.ch/en/05_Education/training.php?navld=38.
- 22) Neonatology SSo. Standards for Levels of Neonatal Care in Switzerland (CANU, Revision 2019) 2019. Available from: <http://www.neonet.ch/en/about-us/neonatology-units-switzerland>.
- 23) te Pas AB, Davis PG, Hooper SB, et al. From liquid to air: breathing after birth. *J Pediatr* 2008;152:607-611.
- 24) Malin GL, Morris RK, Khan KS. Strength of association between umbilical cord pH and perinatal and long term outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010;340:c1471.
- 25) Skiöld B, Petersson G, Ahlberg M, et al. Population-based reference curve for umbilical cord arterial pH in infants born at 28 to 42 weeks. *J Perinatol* 2017;37:254-259.
- 26) Pediatric Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. Resuscitation of the newly born infant. *Pediatrics* 1999;103:1-13.
- 27) Saugstad OD. Delivery room management of term and preterm newly born infants. *Neonatology* 2015;107:365-371.
- 28) Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953;32:260-267.
- 29) Richmond S, Wyllie J, on Behalf of the Resuscitation Council (UK). Newborn Life Support: Resuscitation Guidelines 2010. In: (UK) RC, editor. 2010.
- 30) American College of Obstetricians and Gynecologists, Committee on Obstetric Practice. Committee Opinion No. 684: Delayed Umbilical Cord Clamping After Birth. *Obstet Gynecol* 2017;129:e5-e10.
- 31) Andersson O, Lindquist B, Lindgren M, et al. Effect of Delayed Cord Clamping on Neurodevelopment at 4 Years of Age: A Randomized Clinical Trial. *JAMA pediatrics* 2015;169:631-638.
- 32) Hooper SB, Binder-Heschl C, Polglase GR, et al. The timing of umbilical cord clamping at birth: physiological considerations. *Matern Health Neonatol Perinatol* 2016;2:4.
- 33) Ibrahim HM, Krouskop RW, Lewis DF, et al. Placental transfusion: umbilical cord clamping and preterm infants. *J Perinatol* 2000;20:351-354.
- 34) Katheria AC, Lakshminrusimha S, Rabe H, et al. Placental transfusion: a review. *J Perinatol* 2017;37:105-111.
- 35) Linderkamp O, Nelle M, Kraus M, et al. The effect of early and late cord-clamping on blood viscosity and other hemorheological parameters in full-term neonates. *Acta Paediatr* 1992;81:745-750.
- 36) Nelle M, Zilow EP, Bastert G, et al. Effect of Leboyer childbirth on cardiac output, cerebral and gastrointestinal blood flow velocities in full-term neonates. *Am J Perinatol* 1995;12:212-216.
- 37) Rabe H, Diaz-Rossello JL, Duley L, et al. Effect of timing of umbilical cord clamping and other strategies to influence placental transfusion at preterm birth on maternal and infant outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2012:Cd003248.
- 38) Rabe H, Mercer J, Erickson-Owens D. What does the evidence tell us? Revisiting optimal cord management at the time of birth. *Eur J Pediatr* 2022;181:1797-1807.
- 39) Rabe H, Reynolds G, Diaz-Rossello J. Early versus delayed umbilical cord clamping in preterm infants. *The Cochrane Database Syst Rev* 2006;3:CD003248.
- 40) Rabe H, Reynolds G, Diaz-Rossello J. A systematic review and meta-analysis of a brief delay in clamping the umbilical cord of preterm infants. *Neonatology* 2008;93:138-144.
- 41) Rabe H, Mercer J, Erickson-Owens D. Correction to: What does the evidence tell us? Revisiting optimal cord management at the time of birth. *Eur J Pediatr* 2022;181:1809.
- 42) Daskalakis G, Papanagiotou A, Siristatidis C, et al. The influence of delayed cord clamping and cord milking on inflammatory cytokines in umbilical vein and neonatal circulation. *Acta Obstet Gyn Scand* 2018;97:624-628.
- 43) Katheria AC. Umbilical Cord Milking: A Review. *Frontiers in pediatrics* 2018;6:335.
- 44) Koo J, Katheria AC, Polglase G. A newborn's «life line» – A review of umbilical cord management strategies. *Semin Perinatol* 2022;46:151621.
- 45) Bhatt S, Alison BJ, Wallace EM, et al. Delaying cord clamping until ventilation onset improves cardiovascular function at birth in preterm lambs. *The Journal of physiology* 2013;591:2113-2126.
- 46) Brady JP, James LS. Heart rate changes in the fetus and newborn infant during labor, delivery, and the immediate neonatal period. *Am J Obstet Gynecol* 1962;84:1-12.
- 47) Hooper SB, Polglase GR, te Pas AB. A physiological approach to the timing of umbilical cord clamping at birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F355-360.
- 48) Vain NE, Satragno DS, Gorenstein AN, et al. Effect of gravity on volume of placental transfusion: a multicentre, randomised, non-inferiority trial. *Lancet* 2014;384:235-240.

- 49) McAdams RM, Fay E, Delaney S. Whole blood volumes associated with milking intact and cut umbilical cords in term newborns. *J Perinatol* 2018;38:245-250.
- 50) Upadhyay A, Gothwal S, Parihar R, et al. Effect of umbilical cord milking in term and near term infants: randomized control trial. *Am J Obstet Gynecol* 2013;208:120.e121-126.
- 51) Delgado Nunes V, Gholitabar M, Sims JM, et al. Intrapartum care of healthy women and their babies: summary of updated NICE guidance. *BMJ* 2014;349:g6886.
- 52) O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, et al. Clinical assessment of infant colour at delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007;92:F465-467.
- 53) Kamlin CO, O'Donnell CP, Davis PG, et al. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:585-589.
- 54) Rabi Y, Yee W, Chen SY, et al. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:590-594.
- 55) Becher JC, Bhushan SS, Lyon AJ. Unexpected collapse in apparently healthy newborns—a prospective national study of a missing cohort of neonatal deaths and near-death events. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2012;97:F30-34.
- 56) Monnelly V, Becher JC. Sudden unexpected postnatal collapse. *Early Hum Dev* 2018;126:28-31.
- 57) Andres V, Garcia P, Rimet Y, et al. Apparent life-threatening events in presumably healthy newborns during early skin-to-skin contact. *Pediatrics* 2011;127:e1073-1076.
- 58) International Lactation Consultant Association. Evidence-based guidelines for breastfeeding management during the first fourteen days. International Lactation Consultant Association, 1999.
- 59) Voigt M, Rochow N, Schneider KT, et al. [New percentile values for the anthropometric dimensions of singleton neonates: analysis of perinatal survey data of 2007-2011 from all 16 states of Germany]. *Z Geburtshilfe Neonatol* 2014;218:210-217.
- 60) Schubiger G, Laubscher B, Bänziger O. Vitamin K-Prophylaxe bei Neugeborenen: Neue Empfehlungen. *Paediatrica* 2002;13:54-55.
- 61) Schweizerische Gesellschaft für Neonatologie. Empfehlung zur Prävention der Mutter-Kind-Übertragung von Hepatitis B. *Paediatrica* 2007;18:27-32.
- 62) Lapcharoensap W, Lee H. Temperature management in the delivery room and during neonatal resuscitation. *NeoReviews* 2016;17:e454-e462.
- 63) Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal Resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations (Reprint). *Pediatrics* 2015;136 Suppl 2:S120-166.
- 64) Wyckoff MH, Aziz K, Escobedo MB, et al. Part 13: Neonatal Resuscitation: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care (Reprint). *Pediatrics* 2015;136 Suppl 2:S196-218.
- 65) Vain NE, Szyld EG, Prudent LM, et al. Oropharyngeal and nasopharyngeal suctioning of meconium-stained neonates before delivery of their shoulders: multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364:597-602.
- 66) Velaphi S, Vidyasagar D. Intrapartum and postdelivery management of infants born to mothers with meconium-stained amniotic fluid: evidence-based recommendations. *Clin Perinatol* 2006;33:29-42, v-vi.
- 67) 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.
- 68) American College of Obstetricians and Gynecologists, Practice CoO. Committee Opinion No 689: Delivery of a Newborn With Meconium-Stained Amniotic Fluid. *Obstet Gynecol* 2017;129:e33-e34.
- 69) Chettri S, Adhisivam B, Bhat BV. Endotracheal Suction for Nonvigorous Neonates Born through Meconium Stained Amniotic Fluid: A Randomized Controlled Trial. *J Pediatr* 2015;166:1208-1213.e1201.
- 70) Nangia S, Sunder S, Biswas R, et al. Endotracheal suction in term non vigorous meconium stained neonates-A pilot study. *Resuscitation* 2016;105:79-84.
- 71) Linde JE, Perlman JM, Øymar K, et al. Predictors of 24-h outcome in newborns in need of positive pressure ventilation at birth. *Resuscitation* 2018;129:1-5.
- 72) Linde JE, Schulz J, Perlman JM, et al. The relation between given volume and heart rate during newborn resuscitation. *Resuscitation* 2017;117:80-86.
- 73) Linde JE, Schulz J, Perlman JM, et al. Normal Newborn Heart Rate in the First Five Minutes of Life Assessed by Dry-Electrode Electrocardiography. *Neonatology* 2016;110:231-237.
- 74) Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, et al. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. *Resuscitation* 2006;71:319-321.
- 75) Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. *Resuscitation* 2004;60:213-217.
- 76) Louis D, Sundaram V, Kumar P. Pulse oximeter sensor application during neonatal resuscitation: a randomized controlled trial. *Pediatrics* 2014;133:476-482.
- 77) van Vonderer JJ, Hooper SB, Kroese JK, et al. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. *J Pediatr* 2015;166:49-53.
- 78) Anton O, Fernandez R, Rendon-Morales E, et al. Heart Rate Monitoring in Newborn Babies: A Systematic Review. *Neonatology* 2019;116:199-210.
- 79) Johnson PA, Cheung PY, Lee TF, et al. Novel technologies for heart rate assessment during neonatal resuscitation at birth – A systematic review. *Resuscitation* 2019;143:196-207.
- 80) Johnson PA, Cheung PY, Lee TF, et al. Corrigendum to «Novel technologies for heart rate assessment during neonatal resuscitation at birth – A systematic review» [Resuscitation 143 (2019) 196-207]. *Resuscitation* 2020;146:288.
- 81) Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics* 2012;130:e1177-1181.
- 82) Mizumoto H, Tomotaki S, Shibata H, et al. Electrocardiogram shows reliable heart rates much earlier than pulse oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics international: official journal of the Japan Pediatric Society* 2012;54:205-207.
- 83) Kapadia VS, Urlesberger B, Soraisham A, et al. Sustained Lung Inflation During Neonatal Resuscitation at Birth: A Meta-analysis. *Pediatrics* 2021;147:1-18.
- 84) Bruschetti M, O'Donnell CP, Davis PG, et al. Sustained versus standard inflations during neonatal resuscitation to prevent mortality and improve respiratory outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;3:Cd004953.
- 85) Hussey SG, Ryan CA, Murphy BP. Comparison of three manual ventilation devices using an intubated mannequin. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2004;89:F490-493.
- 86) Roehr CC, Kelm M, Fischer HS, et al. Manual ventilation devices in neonatal resuscitation: tidal volume and positive pressure-provision. *Resuscitation* 2010;81:202-205.
- 87) Roehr CC, Kelm M, Proquitt H, et al. Equipment and operator training denote manual ventilation performance in neonatal resuscitation. *Am J Perinatol* 2010;27:753-758.
- 88) Trevisanuto D, Roehr CC, Davis PG, et al. Devices for Administering Ventilation at Birth: A Systematic Review. *Pediatrics* 2021;148:1-14.
- 89) Gupta S, Donn SM. Continuous positive airway pressure: Physiology and comparison of devices. *Semin Fetal Neonatal Med* 2016;21:204-211.
- 90) Shah BA, Fabres JG, Leone TA, et al. Continuous positive airway pressure for term and ≥34(+0) weeks' gestation newborns at birth: A systematic review. *Resusc Plus* 2022;12:100320.
- 91) Anne RP, Murki S. Noninvasive Respiratory Support in Neonates: A Review of Current Evidence and Practices. *Indian J Pediatr* 2021;88:670-678.
- 92) Alhassen Z, Vali P, Gugliani L, et al. Recent Advances in Pathophysiology and Management of Transient Tachypnea of Newborn. *J Perinatol* 2021;41:6-16.
- 93) Bruschetti M, Hassan KO, Romantsik O, et al. Interventions for the management of transient tachypnoea of the newborn – an overview of systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev* 2022;2:Cd013563.
- 94) American Heart Association and American Academy of Pediatrics. Textbook of Neonatal Resuscitation. 5th ed. Elk Grove Village, IL: AAP/AHA Neonatal Resuscitation Steering Committee; 2006.
- 95) Bansal SC, Caoci S, Dempsey E, et al. The Laryngeal Mask Airway and Its Use in Neonatal Resuscitation: A Critical Review of Where We Are in 2017/2018. *Neonatology* 2018;113:152-161.
- 96) Gandini D, Brimacombe JR. Neonatal resuscitation with the laryngeal mask airway in normal and low birth weight infants. *Anesth Analg* 1999;89:642-643.
- 97) Qureshi MJ, Kumar M. Laryngeal mask airway versus bag-mask ventilation or endotracheal intubation for neonatal resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:Cd003314.

- 98) Trevisanuto D, Micaglio M, Pitton M, et al. Laryngeal mask airway: is the management of neonates requiring positive pressure ventilation at birth changing? *Resuscitation* 2004;62:151-157.
- 99) Mora EU, Weiner GM. Alternative ventilation strategies: laryngeal masks. *Clin Perinatol* 2006;33:99-110. vii.
- 100) Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, et al. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2004;364:1329-1333.
- 101) Saugstad OD, Ramji S, Vento M. Resuscitation of depressed newborn infants with ambient air or pure oxygen: a meta-analysis. *Biol Neonate* 2005;87:27-34.
- 102) Saugstad OD, Rootwelt T, Aalen O. Resuscitation of asphyxiated newborn infants with room air or oxygen: an international controlled trial: the Resair 2 study. *Pediatrics* 1998;102:e1.
- 103) Saugstad OD. Resuscitation with room-air or oxygen supplementation. *Clin Perinatol* 1998;25:741-756. xi.
- 104) Altuncu E, Ozek E, Bilgen H, et al. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr* 2008;167:687-688.
- 105) Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010;125:e1340-1347.
- 106) Mariani G, Dik PB, Ezquer A, et al. Pre-ductal and post-ductal O₂ saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr* 2007;150:418-421.
- 107) Rao R, Ramji S. Pulse oximetry in asphyxiated newborns in the delivery room. *Indian Pediatr* 2001;38:762-766.
- 108) Richmond S, Goldsmith JP. Air or 100% oxygen in neonatal resuscitation? *Clin Perinatol* 2006;33:11-27.
- 109) Toth B, Becker A, Seelbach-Gobel B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet* 2002;266:105-107.
- 110) Oei JL, Finer NN, Saugstad OD, et al. Outcomes of oxygen saturation targeting during delivery room stabilisation of preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103:F446-f454.
- 111) Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, et al. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants <30 weeks' gestation with air or 100% oxygen. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2009;94:F87-91.
- 112) Vento M, Moro M, Escrig R, et al. Preterm resuscitation with low oxygen causes less oxidative stress, inflammation, and chronic lung disease. *Pediatrics* 2009;124:e439-449.
- 113) Wang CL, Anderson C, Leone TA, et al. Resuscitation of preterm neonates by using room air or 100% oxygen. *Pediatrics* 2008;121:1083-1089.
- 114) Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 11: Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2010;81 Suppl 1:e260-287.
- 115) Solevag AL, Cheung PY, O'Reilly M, et al. A review of approaches to optimise chest compressions in the resuscitation of asphyxiated newborns. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F272-276.
- 116) Wyllie J, Ainsworth S. What is new in the European and UK neonatal resuscitation guidance? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F469-473.
- 117) Wyllie J, Carlo WA. The role of carbon dioxide detectors for confirmation of endotracheal tube position. *Clin Perinatol* 2006;33:111-119.
- 118) Jacobs S, Hunt R, Tarnow-Mordi W, et al. Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;CD003311.
- 119) Schweizerische Gesellschaft für Neonatologie. Therapeutische Hypothermie bei Neonataler Enzephalopathie: Einschlusskriterien 2010. Available from: https://www.neonet.unibe.ch/legacy/asp/flow_chart_einschlusskriterien_D.pdf.
- 120) Edwards AD, Brocklehurst P, Gunn AJ, et al. Neurological outcomes at 18 months of age after moderate hypothermia for perinatal hypoxic ischaemic encephalopathy: synthesis and meta-analysis of trial data. *BMJ* 2010;340:c363.
- 121) Kendall GS, Kapetanakis A, Ratnavel N, et al. Passive cooling for initiation of therapeutic hypothermia in neonatal encephalopathy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010;95:F408-412.
- 122) Schweizerische Gesellschaft für Neonatologie. Neonatale Hypoxisch-Ischämische Enzephalopathie: Kühlung während Transport 2010. Available from: https://www.neonet.unibe.ch/public/files/forms/asphyxia/Cooling_during_transport.pdf.
- 123) Working Group Asphyxia, Swiss Neonatal Network and Follow-up Database, on behalf of the Swiss Society of Neonatology. Asphyxia Register 2011 [cited 2023 March 15]. Available from: <https://www.neonet.ch/swissneonet/data-collection>.
- 124) Weiss M, Henze G, Eich C, et al. [Intraosseous infusion. An important technique also for paediatric anaesthesia]. *Anaesthetist* 2009;58:863-875.
- 125) Pasch T, al. e. Indikation für Humanalbumin-Lösungen: ein Expertenbericht. *Schweiz Med Wochenschr* 2000;130:516-522.
- 126) Wyckoff MH, Perlman JM. Use of high-dose epinephrine and sodium bicarbonate during neonatal resuscitation: is there proven benefit? *Clin Perinatol* 2006;33:141-151. viii-ix.
- 127) Isayama T, Mildenhall L, Schmölzer GM, et al. The Route, Dose, and Interval of Epinephrine for Neonatal Resuscitation: A Systematic Review. *Pediatrics* 2020;146.
- 128) Guinsburg R, Wyckoff MH. Naloxone during neonatal resuscitation: acknowledging the unknown. *Clin Perinatol* 2006;33:121-132. viii.
- 129) Moreland TA, Brice JE, Walker CH, et al. Naloxone pharmacokinetics in the newborn. *Br J Clin Pharmacol* 1980;9:609-612.
- 130) Ammari AN, Schulze KF. Uses and abuses of sodium bicarbonate in the neonatal intensive care unit. *Current Opinion in Pediatrics* 2002;14:151-156.
- 131) Beveridge CJE, Wilkinson AR. Sodium bicarbonate infusion during resuscitation of infants at birth. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;CD004864. DOI: 004810.001002/14651858. CD14004864.pub14651852.
- 132) Lokesh L, Kumar P, Murki S, et al. A randomized controlled trial of sodium bicarbonate in neonatal resuscitation-effect on immediate outcome. *Resuscitation* 2004;60:219-223.
- 133) McAlvin SS, Carew-Lyons A. Family presence during resuscitation and invasive procedures in pediatric critical care: a systematic review. *American journal of critical care: an official publication, American Association of Critical-Care Nurses* 2014;23:477-484.
- 134) Oczkowski SJ, Mazzetti I, Cupido C, et al. The offering of family presence during resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of intensive care* 2015;3:1-11.
- 135) Sawyer A, Ayers S, Bertullies S, et al. Providing immediate neonatal care and resuscitation at birth beside the mother: parents' views, a qualitative study. *BMJ open* 2015;5:e008495.
- 136) Yoxall CW, Ayers S, Sawyer A, et al. Providing immediate neonatal care and resuscitation at birth beside the mother: clinicians' views, a qualitative study. *BMJ open* 2015;5:e008494.
- 137) Dainty KN, Atkins DL, Breckwoldt J, et al. Family presence during resuscitation in paediatric and neonatal cardiac arrest: A systematic review. *Resuscitation* 2021;162:20-34.
- 138) Foglia EE, Weiner G, de Almeida MFB, et al. Duration of Resuscitation at Birth, Mortality, and Neurodevelopment: A Systematic Review. *Pediatrics* 2020;146:1-10.
- 139) McGrath JS, Roehr CC, Wilkinson DJ. When should resuscitation at birth cease? *Early Hum Dev* 2016;102:31-36.
- 140) Shah P, Anvekar A, McMichael J, et al. Outcomes of infants with Apgar score of zero at 10 min: the West Australian experience. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F492-494.
- 141) Wilkinson DJ, Stenson B. Don't stop now? How long should resuscitation continue at birth in the absence of a detectable heartbeat? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F476-478.
- 142) Perlman JM. Highlights of the new neonatal resuscitation program guidelines. *NeoReviews* 2016;17:e435-e446.
- 143) Haddad B, Mercer BM, Livingston JC, et al. Outcome after successful resuscitation of babies born with apgar scores of 0 at both 1 and 5 minutes. *Am J Obstet Gynecol* 2000;182:1210-1214.
- 144) Jain L, Ferre C, Vidyasagar D, et al. Cardiopulmonary resuscitation of apparently stillborn infants: survival and long-term outcome. *J Pediatr* 1991;118:778-782.
- 145) Berger TM, Bernet V, El Alama S, et al. Perinatal care at the limit of viability between 22 and 26 completed weeks of gestation in Switzerland. 2011 revision of the Swiss recommendations. *Swiss Med Wkly* 2011;141:w13280.
- 146) Schulze S, Das-Kundu S, Fontijn J, et al. Leitlinie zur Prävention und Therapie der Hypoglykämie bei Neugeborenen ab 35+0 Schwangerschaftswochen auf der Wochenbettstation (Prevention and treatment of hypoglycaemia in neonates with a gestational age from 35 0/7 weeks in maternity ward). *Paediatrica* 2021;32:24-28.
- 147) Basu SK, Kaiser JR, Guffey D, et al. Hypoglycaemia and hyperglycaemia are associated with unfavourable outcome in infants with hypoxic ischaemic encephalopathy: a post hoc analysis of the CoolCap Study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F149-155.

- 148) Basu SK, Salemi JL, Gunn AJ, *et al.* Hyperglycaemia in infants with hypoxic-ischaemic encephalopathy is associated with improved outcomes after therapeutic hypothermia: a post hoc analysis of the CoolCap Study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F299-f306.
- 149) Sahab WA, Wyckoff MH, Lupton AR, *et al.* Initial hypoglycemia and neonatal brain injury in term infants with severe fetal acidemia. *Pediatrics* 2004;114:361-366.
- 150) Schweizerische Gesellschaft für Neonatologie, Pädiatrische Infektiologiegruppe Schweiz. Empfehlungen zur Prävention und Therapie von Termin- und knapp frühgeborenen Kindern (>34 SSW) mit erhöhtem Risiko einer perinatalen bakteriellen Infektion (early-onset Sepsis). *Paediatrica* 2013;24:11-13.
- 151) Fontana M, Hagmann C, Meng-Hentschel J, *et al.* Empfehlungen zur Betreuung von Neugeborenen mit Hyperbilirubinämie. Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Neonatologie 2022.
- 152) Balmer C, Beauport L, Niesse O, *et al.* Pulsoximetrie Screening zur Erfassung von kritischen angeborenen Herzfehlern. Revidierte Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie und Neonatologie. *Paediatrica* [Internet]. 2019 August 30, 2022.