

**Diplomarbeit**

**Untersuchung zum Effekt eines gezielten  
simulationsbasierten Trainingsprogrammes auf die  
kardiopulmonale Reanimation von Neugeborenen  
im Rettungsdienst**

eingereicht von

**Jennifer Gressl**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde  
Klinische Abteilung für Neonatologie**

unter der Anleitung von

Dr. med. univ. Lukas Peter Mileder  
Priv.-Doz. Dr. med. univ. Wolfgang Raith

Hausmannstätten, 18.12.2017

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Hausmannstätten, am 18.12.2017*

*Jennifer Gressl eh*

## Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken, die mich während des Studiums und der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meinen lieben Eltern, Anita und Ewald, die es mir ermöglicht haben meinen Kindheitstraum zu verwirklichen und Medizin studieren zu können. Ihr habt mich auf diesem Weg in jeglicher Hinsicht großartig begleitet, wofür ich euch aus tiefstem Herzen danke!

Meinem Freund Thomas danke ich für die liebevolle und geduldige Art, mit der du mich die letzten Jahre des Studiums begleitet hast! Danke für deine aufmunternden und motivierenden Worte sowie deine Unterstützung!

Ebenso möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meinen Omas, Ida und Anna, bei meinem leider schon verstorbenen Opa Johann sowie meiner Tante Inge und Onkel Harald bedanken, dass ihr immer für mich da wart und hinter mir gestanden seid!

Danke an meine Freunde, dass ihr mit mir durch dick und dünn gegangen seid!

Abschließend bedanke ich mich recht herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Herrn Dr. med. univ. Lukas Miledler für die exzellente Begleitung während der Erstellung dieser Arbeit. Danke für all die hilfreichen Anregungen, die konstruktive Kritik und die herzliche Betreuung!

Für die Übernahme der Zweitbetreuung und die Unterstützung möchte ich mich ebenso bei Herrn Priv.- Doz. Dr. med. univ. Wolfgang Raith bedanken!

*„Leider läßt sich eine wahrhafte Dankbarkeit  
mit Worten nicht ausdrücken.“*

Johann Wolfgang von Goethe

## Zusammenfassung

**Einleitung:** Die kardiopulmonale Reanimation von Neugeborenen stellt für RettungsdienstmitarbeiterInnen in der Prälinik nicht zuletzt aufgrund der Seltenheit des Ereignisses eine besondere Herausforderung dar. Wir untersuchten daher unter RettungssanitäterInnen den Wissensstand über die derzeit gültigen Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) und den Einfluss von gezieltem simulationsbasierten Training auf das Wissen über und die Qualität der Wiederbelebungsmaßnahmen im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation von Neugeborenen (Newborn Life Support).

**Methoden:** Die ProbandInnen rekrutierten sich aus freiwillig teilnehmenden RettungssanitäterInnen der Ortsstelle Nestelbach bei Graz (Österreichisches Rotes Kreuz). Im Rahmen einer eintägigen simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung wurden wesentliche Aspekte der Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen vermittelt und praktisch trainiert.

Vor und nach dem Praxistraining wurden 1) das Wissen zu den ERC-Empfehlungen mittels eines Fragebogens und 2) die Qualität der Maskenbeatmung anhand der Beatmungsmaskenleckage – gemessen mit einem Atemfunktionsmonitor (SMART Newborn Resuscitation Training System, GM Instruments Ltd., Großbritannien) – erhoben.

Die Speicherung und Auswertung der erhobenen Daten erfolgte in pseudo-anonymisierter Form. Die Daten sind bedingt durch die Verteilung als Median (Minimum/Maximum oder Interquartilsabstand [IQR]) angegeben. Die Datenanalyse erfolgte unter Verwendung von IBM® SPSS Statistics 22 mittels Wilcoxon-Rangsummen- bzw. Chi-Quadrat-Test bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$ .

**Ergebnisse:** An der eingehenden Umfrage nahmen 41 und an der Fortbildungsveranstaltung 12 RettungssanitäterInnen teil.

Nach der Teilnahme zeigte sich eine signifikante Zunahme der korrekt beantworteten Fragen (62,1% [IQR 37,5%-77,4%] versus 91,7% [IQR 83,3%-100%];  $p = 0,001$ ).

Es wurden insgesamt 1332 Beatmungshübe (691 und 641 vor bzw. nach dem Training) analysiert. Es zeigte sich eine signifikante Reduktion des Anteils substantieller Beatmungsmaskenleckage >75% nach Absolvierung des Trainings (Anteil 15,8% versus 6,1%;  $p < 0,001$ ). Die mediane Beatmungsmaskenleckage war nach der Teilnahme am Praxistraining jedoch unverändert (17,0% [IQR 0,0-55,0%] versus 18,0% [IQR 6,0-34,0%];  $p = 0,414$ ).

**Schlussfolgerungen und Diskussion:** Das Wissen von RettungssanitäterInnen über die derzeit gültigen ERC-Empfehlungen war in unserer Untersuchung moderat. Die Teilnahme an der simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung führte zu einer signifikanten Wissenszunahme. Die bereits eingangs hohe Qualität der Beatmung am Simulator konnte durch das einmalige Praxistraining im Detail weiter verbessert werden.

## Abstract

**Introduction:** Cardiopulmonary resuscitation of newly born infants in the out-of-hospital environment is challenging for healthcare personnel, which may at least in part be explained by the infrequency of these events. Thus, we assessed paramedics' knowledge of current European Resuscitation Council (ERC) guidelines and the effect of targeted simulation-based training on knowledge and quality of resuscitative measures regarding Newborn Life Support.

**Methods:** Voluntary paramedics were recruited from the Austrian Red Cross division in Nestelbach bei Graz. During a one-day simulation based educational intervention, essential aspects of neonatal resuscitation were taught and practiced.

Before and after practical training, we assessed 1) knowledge of current ERC guidelines using a questionnaire and 2) the quality of bag-mask-ventilation by means of mask leakage, measured by a respiratory function monitor (SMART Newborn Resuscitation Training System, GM Instruments Ltd., Great Britain).

Data were saved and analyzed in pseudo-anonymized form. Based on distribution, data are presented as median (minimum/maximum or interquartile range [IQR]). Data analysis was performed using IBM® SPSS Statistics 22 (Wilcoxon-Rang Sum- or Chi-Square-Test) with a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results:** Forty-one paramedics participated in the initial survey and 12 took part in the simulation-based educational intervention.

There was a significant increase in the number of correctly answered questions (62.1% [IQR 37.5%-77.4%] versus 91.7% [IQR 83.3%-100%];  $p = 0.001$ ).

A total of 1332 ventilations (691 before and 641 after training, respectively) were analyzed. There was a significant decrease in the percentage of substantial mask leakage  $> 75\%$  after training (15.8% versus 6.1%;  $p < 0.001$ ). However, median mask leakage was similar after practical training (17.0% [IQR 0.0-55.0%] versus 18.0% [IQR 6.0-34.0%];  $p = 0.414$ ).

**Conclusions and discussion:** Theoretical knowledge of current ERC guidelines among paramedics was moderate in this study. Participation in a simulation-based educational intervention led to a significant increase in theoretical knowledge. The initially already high quality of simulator ventilation could be further increased in detail by the single practical training.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	ii
Zusammenfassung .....	iii
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vii
Glossar und Abkürzungen .....	ix
Abbildungsverzeichnis .....	x
Tabellenverzeichnis .....	xi
1 Einleitung .....	12
1.1 Definition des Schwangerschaftsalters .....	12
1.2 Entwicklung in utero .....	12
1.3 Der fetale Kreislauf .....	12
1.4 Physiologie des Neugeborenen .....	13
1.4.1 Adaption an das extrauterine Leben .....	13
1.5 Pathologie des Neugeborenen .....	17
1.5.1 Krankheiten der Atmungsorgane .....	18
1.6 Postnatale Beurteilung des Neugeborenen .....	23
1.6.1 Apgar-Score und Nabelarterien-pH .....	23
1.6.2 Postnatale Bestimmung des Reifezustandes .....	25
1.7 Postnatale Erstversorgung und Reanimation des Neugeborenen .....	27
1.7.1 Ausstattung von Rettungstransportwägen .....	27
1.7.2 Temperaturkontrolle und Abnabelung .....	28
1.7.3 Initiale Beurteilung .....	29
1.7.4 Reanimation des Neugeborenen – Newborn Life Support .....	30
2 Material und Methoden .....	36
2.1 StudienteilnehmerInnen .....	36

2.2	Datenerhebung .....	37
2.2.1	Fragebogen .....	37
2.2.2	Atemfunktionsmonitoring .....	38
2.3	Fortbildungsveranstaltung .....	40
2.4	Datenauswertung und Statistik.....	41
3	Ergebnisse .....	42
3.1	Demographische Daten (1. Fragebogen).....	43
3.2	Demographische Daten (2. Fragebogen).....	45
3.3	Fragebogen.....	47
3.4	Atemfunktionsmonitoring.....	49
4	Diskussion.....	52
4.1	Limitationen.....	56
5	Schlussfolgerungen.....	57
	Literaturverzeichnis .....	58
	Anhang – Fragebogen.....	63

## Glossar und Abkürzungen

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
cm	Zentimeter
cmH <sub>2</sub> O	Zentimeter Wassersäule
CPAP	continuous positive airway pressure
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
Dipl.	Diplomierte/r
engl.	englisch
ERC	European Resuscitation Council
griech.	griechisch
IQR	Interquartilsabstand
kg	Kilogramm
ml	Milliliter
mmol	Millimol
NFS	NotfallsanitäterIn
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
pH	potentia hydrogenii
pO <sub>2</sub>	Sauerstoff-Partialdruck
pCO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid-Partialdruck
RDS	Respiratory Distress Syndrome
SanG.	Sanitätsgesetz
SSW	Schwangerschaftswoche
TTN	Transiente Tachypnoe
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel
µg	Mikrogramm
§	Paragraph

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Umstellung des Blutkreislaufes bei der Geburt (2) .....	15
Abbildung 2: Einfluss der Hypothermie auf die pulmonale und periphere Zirkulation sowie den anaeroben Metabolismus Neugeborener (6).....	16
Abbildung 3: »Circulus vitiosus« des perinatalen Sauerstoffmangels (6) .....	18
Abbildung 4: Algorithmus der Neugeborenenreanimation (9).....	31
Abbildung 5: SMART Newborn Resuscitation Training System .....	39
Abbildung 6: SMART Newborn Resuscitation Training System: Detailansicht mit Druck-, Fluss- und Volumenkurve sowie Leakage-Angabe .....	39
Abbildung 7: Übersicht TeilnehmerInnenfluss .....	42
Abbildung 8: Medizinische Berufs- oder Zusatzausbildung der TeilnehmerInnen (1. Fragebogen).....	44
Abbildung 9: Medizinische Berufs- oder Zusatzausbildung der TeilnehmerInnen (2. Fragebogen).....	46
Abbildung 10: Vergleich der medianen Beatmungsmaskenleckage vor und nach Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung für die 12 TeilnehmerInnen.....	50
Abbildung 11: Substantielle Beatmungsmaskenleckage >75% vor (links) und nach Absolvierung (rechts) des Trainings .....	51

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Radiologische Stadieneinteilung des RDS (8) .....	20
Tabelle 2: Apgar-Score (1,8) .....	24
Tabelle 3: Bewertung des Nabelarterien-pH-Wertes (1) .....	25
Tabelle 4: Definitionen der Neonatalperiode (6,8) .....	26
Tabelle 5: Alter der TeilnehmerInnen und Berufserfahrung als RettungssanitäterIn (1. Fragebogen) .....	43
Tabelle 6: Geschlecht der TeilnehmerInnen (1. Fragebogen) .....	43
Tabelle 7: Erfahrung der TeilnehmerInnen bezüglich präklinischer Geburt und Neugeborenenanimation (1. Fragebogen) .....	44
Tabelle 8: Alter der TeilnehmerInnen und Berufserfahrung als RettungssanitäterIn (2. Fragebogen) .....	45
Tabelle 9: Geschlecht der TeilnehmerInnen (2. Fragebogen) .....	45
Tabelle 10: Erfahrung der TeilnehmerInnen bezüglich präklinischer Geburt und Neugeborenenanimation (2. Fragebogen) .....	46
Tabelle 11: Fragebogenauswertung vor und nach der Fortbildungsveranstaltung	48
Tabelle 12: Vergleich der Fragebogen-Ergebnisse vor und nach der Fortbildungsveranstaltung gemäß Wilcoxon-Rangsummentest .....	48
Tabelle 13: Beatmungsmaskenleckage vor und nach der Fortbildungsveranstaltung gemäß Wilcoxon-Rangsummentest .....	51

# 1 Einleitung

## 1.1 Definition des Schwangerschaftsalters

Bei einem stabilen 28-tägigen Zyklus liegt die mittlere Schwangerschaftsdauer post menstruationem in der Regel bei 280 Tagen (= 40 Wochen oder zehn Lunarmonate). Die Berechnung hierfür erfolgt mit der erweiterten Naegele-Regel, welche sich wie folgt zusammensetzt: 1. Tag der letzten Regelblutung – 3 Monate + 7 Tage + 1 Jahr  $\pm$  x Tage = Entbindungstermin. Das „x“ berücksichtigt die Abweichung vom 28-tägigen Zyklus in Tagen. Die sonographische Messung der Scheitel-Steiß-Länge ab der 6. bis 7. Schwangerschaftswoche (SSW) sowie die Kephalometrie im 2. und 3. Trimenon sind für die Bestimmung des Gestationsalters und die Schätzung des Geburtsgewichtes ebenfalls von großer Bedeutung. (1,2)

## 1.2 Entwicklung in utero

Die ersten acht Wochen der Entwicklung werden als Embryonalstadium bezeichnet, in welchem sich die sogenannte Embryogenese (griech. embryon = ungeborene Leibesfrucht) vollzieht, wobei sich die Organanlagen ab der 4. Woche entwickeln (= Organogenese). Bis zum Ende dieser Periode durchläuft der Embryo verschiedene Entwicklungsstadien, sogenannte Carnegie-Stadien.

Ab der 9. SSW wird das ungeborene Kind als Fetus bezeichnet und die Periode bis zur Geburt daher Fetalperiode genannt. In diesem längsten Abschnitt der Pränatalperiode kommt es zu einer weiteren Differenzierung der Organe sowie zur Größen- und Gewichtszunahme. (3,4)

## 1.3 Der fetale Kreislauf

Ausgehend von der Plazenta als Stoffwechsel- und Nährstofforgan fließt in der Vena umbilicalis - einer unpaaren Vene, welche eingebettet in der Wharton'schen Sulze der Nabelschnur liegt - arteriell oxygeniertes Blut mehrheitlich unter Umgehung der Leber über den Ductus venosus Arantii in die Vena cava inferior, wo sich das arterielle Blut der Nabelschnur mit dem venösen Blut der unteren Hohlvene vermischt. Somit gelangt ein großer Teil des nach wie vor primär arteriellen Blutes in das rechte Atrium und über das offene Foramen ovale in das

linke Atrium bzw. den linken Ventrikel, von wo es durch die Aorta in den Körperkreislauf fließt und die obere Körperhälfte versorgt.

Das sauerstoffarme Blut der oberen und unteren Hohlvene strömt über das rechte Atrium und den rechten Ventrikel in den Truncus pulmonalis. Über den Ductus arteriosus Botalli gelangt die Hauptmasse des Blutes schließlich in die Aorta und versorgt die untere Körperhälfte mit sauerstoffärmeren Blut.

Durch eine weitgehende Parallelschaltung der beiden Ventrikel besteht damit in utero ein physiologischer Rechts-Links-Shunt. Die Leber und der Lungenkreislauf spielen dabei keine wesentliche Rolle. Durch die Vasokonstriktion der Pulmonalarterien, alveolare Flüssigkeit und hohe intrapulmonale Drücke fließen nur circa 10% des Blutvolumens durch die fetale Lunge.

Die paarig angelegten Arteriae umbilicales, welche Äste der Arteria iliaca externa sind, transportieren schließlich das sauerstoffarme, venöse Blut zurück zur Plazenta, wo es Stoffwechselendprodukte und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) abgibt, bevor es mit Nährstoffen und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) beladen erneut über die Vena umbilicalis in den fetalen Kreislauf strömt. (5,6,7)

## **1.4 Physiologie des Neugeborenen**

### **1.4.1 Adaption an das extrauterine Leben**

Die Zeit vom ersten Atemzug bis zum 28. Lebenstag wird als Neonatalperiode bezeichnet. Die Trennung des kindlichen vom mütterlichen Organismus erfordert zahlreiche Umstellungsvorgänge und der neonatale Organismus muss sämtliche, zuvor hauptsächlich von der Mutter über die Plazenta erfüllte Funktionen, selbst übernehmen.

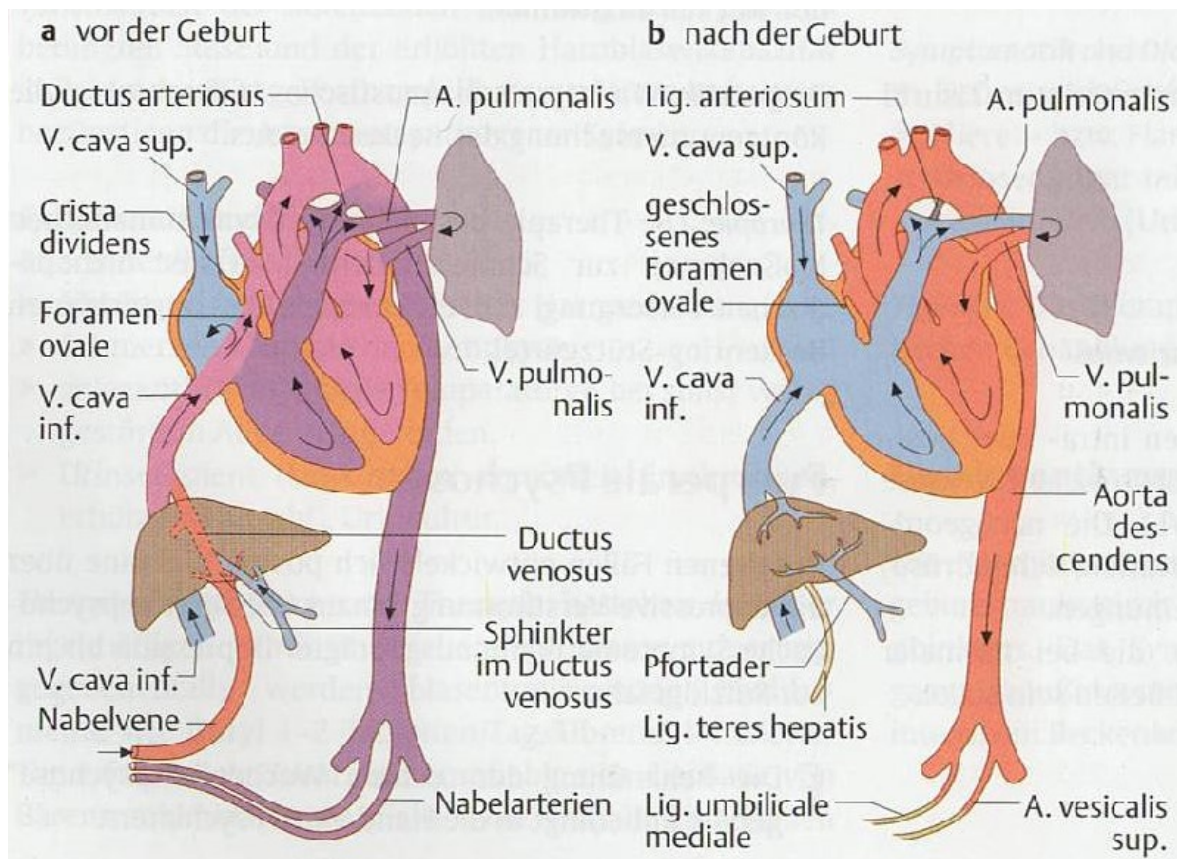
#### **1.4.1.1 Kardiorespiratorische Adaption**

Einer der entscheidenden Faktoren der normalen fetalen Lungenentwicklung ist die Flüssigkeit in den fetalen Lungen, welche in die Alveolen sezerniert wird und das gesamte tracheobronchoalveoläre System bedeckt. Bei der Geburt wird der Thorax im Geburtskanal komprimiert und es werden bis zu 40ml Flüssigkeit aus dem kindlichen Bronchialsystem ausgepresst. Die verbleibende intrapulmonale Flüssigkeit wird rasch über interstitielle Lymph- und Blutgefäße abtransportiert. Der erste Atemzug erfolgt in der Regel 15-30 Sekunden nach der Geburt und wird

durch exogene Faktoren wie Kälte, Licht, Schmerz und Lärm, aber auch durch endogene Faktoren wie Hyperkapnie, Azidose und Hypoxie ausgelöst.

Mit dem Einsetzen der Lungenatmung und der Entfaltung der Lungen kommt es zu einer raschen Abnahme des Strömungswiderstandes in den Lungengefäßen und des Kohlenstoffdioxidpartialdruckes ( $p\text{CO}_2$ ). Damit einher geht ein Anstieg von pH-Wert und Sauerstoffpartialdruck ( $p\text{O}_2$ ). Der Beginn der Luftatmung löst die Umstellung von fetalem auf den neonatalen Kreislauf aus, so dass nach 2-3 Atemzügen das Residualvolumen etabliert ist. Es kommt zu einer vermehrten Durchblutung der Lunge und Druckverhältnisse sowie Strömungswiderstände kehren sich um. Als Folge der zunehmenden Lungendurchblutung steigen der Blutdruck und das Füllungsvolumen im linken Atrium. Durch die Druckdifferenz zwischen rechtem und linkem Atrium kommt es zum funktionellen Verschluss des Foramen ovale. Der Verschluss des Ductus arteriosus Botalli kann Tage bis Wochen dauern und erfolgt durch den erhöhten  $p\text{O}_2$  und verminderte Prostaglandin-Spiegel. Diese funktionelle Trennung von rechtem und linkem Herzen bewirkt, dass Atrien und Ventrikel nun nicht mehr parallel, sondern in Serie geschaltet sind.

Bei einem gesunden, reifen Neugeborenen kann die Herzfrequenz nach der Geburt kurzfristig auf bis zu 200 Schläge/Minute ansteigen, pendelt sich aber üblicherweise bei 120-160 Schlägen/Minute ein. Die Atemfrequenz liegt bei durchschnittlich 40-60 Atemzügen/Minute. (1,2,4,5,6,8)



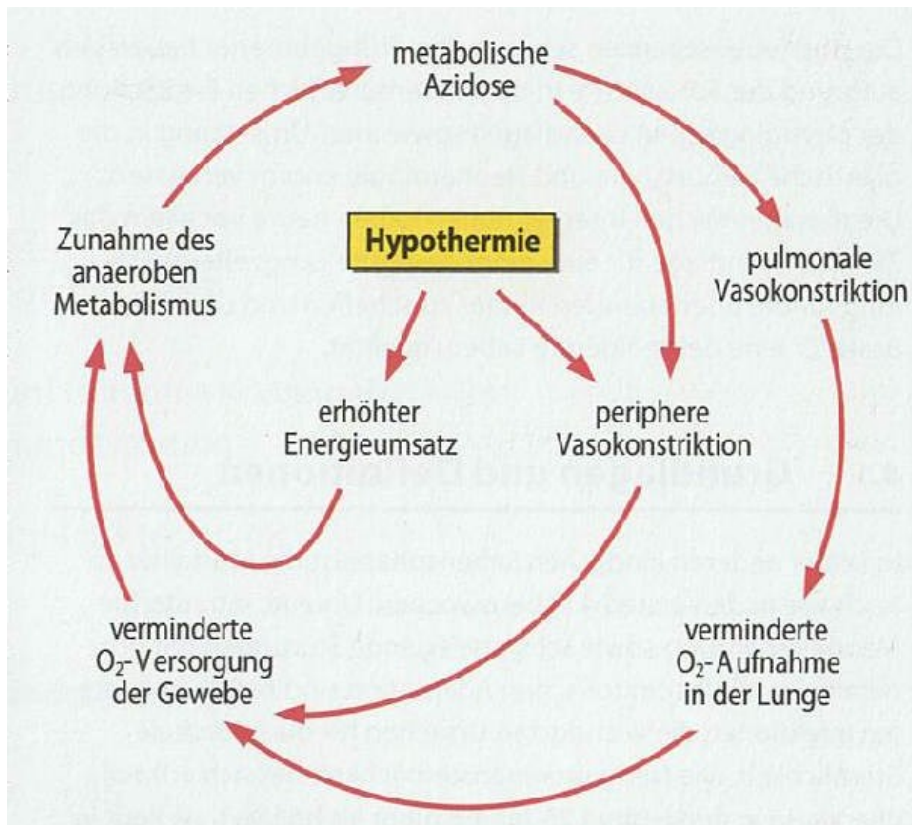
**Abbildung 1: Umstellung des Blutkreislaufes bei der Geburt (2)**

### 1.4.1.2 Temperaturregulation

Da die Homöothermie (= konstante Körpertemperatur bei wechselnder Umgebungstemperatur) bei Neugeborenen nach der Geburt noch eingeschränkt ist, kann es rasch zu einem Wärmeverlust und zur Auskühlung kommen. Das Neugeborene ist anfangs auf seine Energiereserven, Glykogen und vor allem auf das braune Fettgewebe angewiesen, woraus es durch Oxidation von Fettsäuren selbst Wärme produzieren muss. Da dieser Prozess sauerstoffabhängig ist, sind insbesondere hypoxische bzw. dystrophe Neugeborene sowie Frühgeborene mit vermindertem subkutanem Fettgewebe besonders von Auskühlung bedroht. Durch die im Vergleich zum Körpergewicht große Körperoberfläche spielt die Verdunstungskälte beim Wärmeverlust ebenfalls eine große Rolle.

Die Folgen der Hypothermie für die fetale Zirkulation und den Metabolismus sind in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Da der postnatale Wärmeverlust wiederum einen großen Einfluss auf Morbidität und Mortalität des Neugeborenen hat, sollte konsequent darauf geachtet werden, dass vor allem Kopf und Körper mit warmen,

trockenen Tüchern abgetrocknet und bedeckt werden, diagnostische und pflegerische Maßnahmen weitgehend unter der Wärmelampe erfolgen und eine niedrige Umgebungstemperatur generell vermieden wird. (1,6,8,9)



**Abbildung 2: Einfluss der Hypothermie auf die pulmonale und periphere Zirkulation sowie den anaeroben Metabolismus Neugeborener (6)**

### 1.4.1.3 Verdauungstrakt

Innerhalb der ersten 48 Stunden nach der Geburt kommt es physiologisch zur Ausscheidung von Mekonium (= „Kindspech“), welches eine schwarz-grünliche, zähe, geruchlose und sterile Masse ist. Mekonium besteht aus Epithelien, Schleim, Darmsekret, zellulärem Detritus, Lanugohaaren und Gallenfarbstoffen. Bei einer intrauterinen oder perinatalen Stresssituation wie der Asphyxie oder bei Übertragung (Gestationsalter > 42+0 SSW) kann es zu vorzeitigem Mekoniumabgang kommen. Durch das grünlich-missfärbige Fruchtwasser besteht für das Neugeborene die Gefahr der Mekoniumaspiration und der sekundären Pneumonie/Pneumonitis. (2,7,8)

#### **1.4.1.4 Haut**

Ein weiteres Merkmal des Früh- und Reifgeborenen ist die sogenannte Vernix caseosa (= Käseschmiere), welche als weißlicher Bezug die Haut mehr oder weniger bedeckt. Sie bildet einen natürlichen Hautschutz, dient vor allem bei Frühgeborenen dem Wärmeerhalt und verleiht dem Fruchtwasser um den Geburtstermin je nach Ausprägung eine milchig-trübe oder flockige Farbe. Bei dem sogenannten Clifford-Syndrom (Dysmaturitätssyndrom) und bei Mangelgeburten fehlt die Vernix caseosa. (2,7,8)

### **1.5 Pathologie des Neugeborenen**

Die Asphyxie (griech. = Pulslosigkeit) stellt in der Neonatologie die schwerwiegendste Bedrohung des Feten bzw. Neugeborenen dar, da es zu einem Sauerstoffmangel lebenswichtiger Organe kommt. Die Asphyxie kann bereits während der Schwangerschaft (intrauterin), unter der Geburt (perinatal) sowie postnatal auftreten. Zahlreiche Risikofaktoren wie schlechte sozioökonomische Lebenssituation, präexistente mütterliche Herz-Kreislauf- oder Stoffwechselerkrankungen, Erbkrankheiten, Zustand nach Abortus oder höheres mütterliches Alter spielen in der Genese eine große Rolle. Weitere relevante Risikofaktoren stellen intrauterine virale Infektionen wie Röteln oder Varicellen, bakterielle Infektionen u.a. mit Streptokokken oder E. coli, Alkohol- und Nikotinkonsum dar. Auch bei blander Schwangerschaftsanamnese und scheinbar normalem Geburtsverlauf kann während der Geburt durch Faktoren wie Lage- oder Fruchtwasseranomalien und Nabelschnurkomplikationen das Neugeborene asphyktisch werden.

Durch die perinatale Hypoxie kommt es initial bedingt durch die CO<sub>2</sub>-Retention zu einer respiratorischen Azidose, welche jedoch bei schweren oder unbehandelten Verläufen durch die zunehmende Gewebshypoxie zu einer metabolischen Azidose wird (siehe Abbildung 3). Um je nach Schweregrad und Ausprägung der Hypoxie bleibende Schäden der Organsysteme des Neugeborenen zu vermeiden, sollten Risikoschwangerschaften und deren Warnzeichen rechtzeitig erkannt werden, diagnostische und therapeutische Möglichkeiten für die Akutversorgung des asphyktischen Neugeborenen gegeben sein (siehe 1.7.4), alle Neugeborenen nach perinataler Asphyxie ausreichend kardiorespiratorisch und neurologisch

überwacht sowie gegebenenfalls einer Hypothermie-Behandlung zugeführt werden. (6,8)

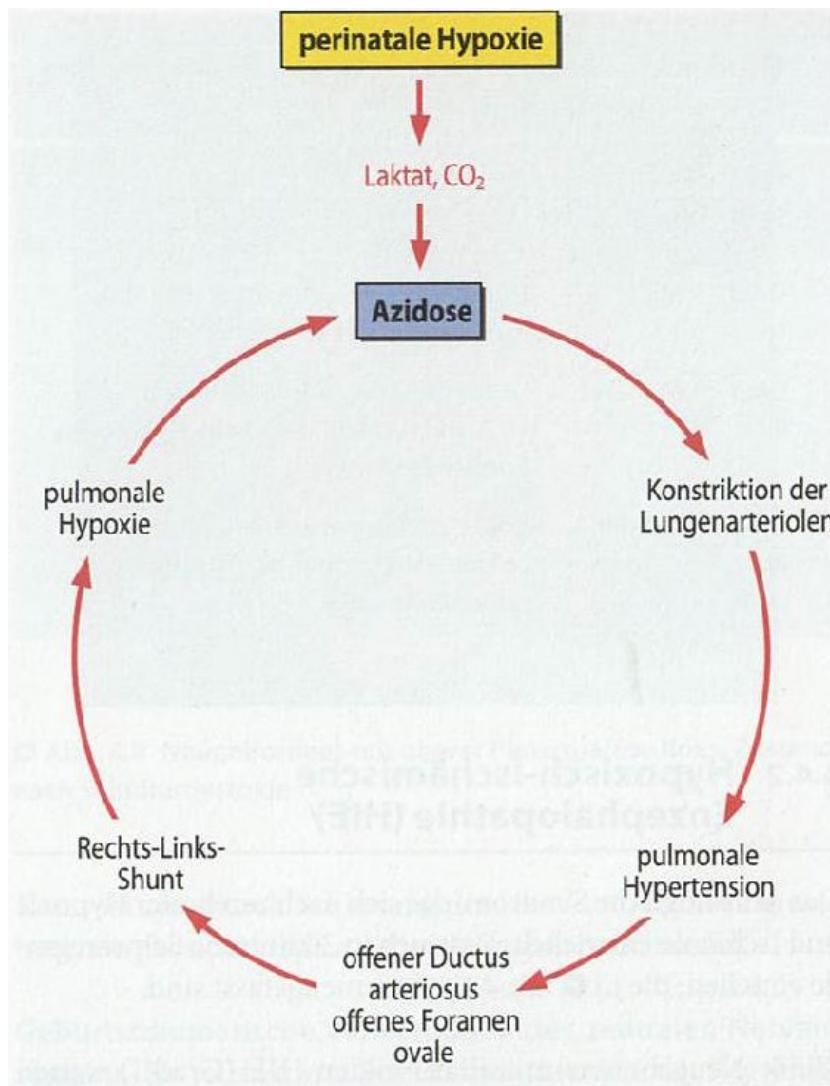


Abbildung 3: »Circulus vitiosus« des perinatalen Sauerstoffmangels (6)

### 1.5.1 Krankheiten der Atmungsorgane

Zu den häufigsten Erkrankungen des Neugeborenen gehört eine postnatal inadäquate respiratorische Adaption. Zahlreiche Faktoren wie Unreife des Neugeborenen, Asphyxie, Hypoxie, Mekoniumaspiration und Infektionen können zu einer respiratorischen Störung führen. Man kann neonatale Atemstörungen anhand der verschiedenen zugrunde liegenden pathophysiologischen Ursachen unterteilen. Dazu gehören die Beeinträchtigung der alveolären Ventilation z.B. bei intrapulmonaler Blutung oder einem Pneumothorax, Diffusionsstörungen wie z.B.

beim Atemnotsyndrom, Perfusionsstörungen wie z.B. bei Asphyxie oder arterieller Hypotension und Störungen des Sauerstofftransportes wie etwa bei Anämie und Hämolyse. (8)

### **1.5.1.1 Atemnotsyndrom - Respiratory Distress Syndrome (RDS)**

Das Atemnotsyndrom, auch hyaline Membrankrankheit genannt, ist mit einem Anteil von 50-60% die häufigste neonatale Atemstörung. Durchschnittlich sind circa 1% aller Neu- bzw. Frühgeborenen von einem RDS betroffen, welches durch einen primären Surfactant-Mangel in einer anatomisch unreifen Lunge charakterisiert ist.

Surfactant ist ein Gemisch aus Phospholipiden und Proteinen, das in den Pneumozyten Typ II gebildet und von diesen in den Alveolarraum sezerniert wird, wo es die Oberflächenspannung der Alveolen herabsetzt. Gebildet wird Surfactant ab der 22. SSW, bis schließlich in der 36. SSW eine ausreichende Surfactant-Konzentration erreicht ist. Bei Surfactantmangel ist die Hauptkomponente Dipalmitoylphosphatidylcholin (Lecithin) vermindert und das Phosphatidylcholin fehlt zur Gänze. Ursächlich hierfür kann eine verminderte Produktion bei (sehr) unreifen Frühgeborenen oder aufgrund intrauteriner oder postnataler Komplikationen wie beispielsweise Infektionen sein.

Klinische Symptome des RDS sind Tachypnoe, Dyspnoe mit Nasenflügeln, expiratorischem Stöhnen sowie jugulären, inter- und subkostalen Einziehungen, abgeschwächtes Atemgeräusch, mangelnde Thoraxexkursion und Zyanose. Die Symptome können unmittelbar postnatal oder innerhalb der ersten Lebensstunden auftreten. Die Diagnose wird durch Zusammenschau mehrerer Parameter wie klinischer Symptomatik, Blutgasanalysen (Hypoxämie und Normo- bis Hyperkapnie) und einer röntgenologischen Untersuchung des Thorax gesichert. Letztere Untersuchung zeigt eine zunehmende Verdichtung des Lungenparenchyms und eine stadienhafte Entwicklung einer sogenannten „weißen Lunge“. In Tabelle 1 wird die radiologische Stadieneinteilung nach Couchard und Giedion dargestellt. (6,8)

Stadium	Radiologisches Korrelat
I	Feingranuläre Lungenzeichnung
II	Wie bei I + über den Herzrand reichendes Luftbronchogramm
III	Wie bei II + Auslöschung der Herz-/Zwerchfellkonturen
IV	„Weiße Lunge“ (im Sinne einer Komplettelektase)

**Tabelle 1: Radiologische Stadieneinteilung des RDS (8)**

Die Therapie des RDS hängt vom Schweregrad der Erkrankung ab und hat die Aufrechterhaltung eines adäquaten Gasaustausches bei physiologischer Hämodynamik als Ziel. Die symptomatische Behandlung umfasst initial die Verabreichung von Sauerstoff. Wird durch diese Maßnahme keine ausreichende Stabilisierung erreicht, erfolgt die Erleichterung der Atemarbeit und gezielte Sauerstoffzufuhr über einen binasal applizierten CPAP (= continuous positive airway pressure). Bei deutlichen Ventilations- bzw. Oxygenierungsstörungen wird Surfactant bronchial verabreicht – dies kann mittels endotrachealer Intubation bzw. weniger invasiver Verfahren wie InSurE (**I**ntubation-**S**urfactant-**E**xtubation) und LISA (engl. **L**ess **I**nvasive **S**urfactant **A**pplication/**A**dministration) erfolgen. (10) Wichtig ist dabei die engmaschige Überwachung durch Blutgasanalysen, Pulsoxymetrie und Blutdruckmessungen. Ein wichtiger Faktor zur Prophylaxe eines RDS ist die Vermeidung der Frühgeburtlichkeit, da dieses Krankheitsbild bei 40-50% der Gruppe der Frühgeborenen in Abhängigkeit vom Gestationsalter auftritt. Sollte eine Frühgeburt trotz aller Maßnahmen nicht vermieden werden können, ist die zweimalige intramuskuläre Gabe von Betamethason, einem Glukokortikoid, bei der schwangeren Frau im Abstand von 12-24 Stunden empfohlen. Einerseits werden durch diese „Lungenreifebehandlung“ Inzidenz und Schweregrad des RDS vermindert, andererseits werden die anatomische Lungenreife und die Surfactant-Synthese beschleunigt. (4,6,8)

### **1.5.1.2 Pneumonie**

Neonatale Pneumonien bilden mit circa 20% aller Atemstörungen die zweithäufigsten respiratorischen Störungen des Neugeborenen. Zu den häufigsten bakteriellen Erregern zählen Streptokokken der Gruppe B und Escherichia coli, zu den häufigsten viralen Erregern Zytomegalie- und Herpes simplex-Viren. Chlamydien und Ureaplasmen können ebenfalls transplazentar oder durch eine aufsteigende Infektion aus dem Geburtskanal eine Lungenentzündung prä- bzw. perinatal auslösen. (11) Bei sehr unreifen, intensivpflichtigen Frühgeborenen mit therapieresistenten Atemstörungen sollte man unter anderem auch an Pilzpneumonien, insbesondere verursacht durch Candida-Spezies, denken.

Die klinische Symptomatik neonataler Pneumonien entspricht mit Tachypnoe, Nasenflügeln und Einziehungen dem Bild eines Atemnotsyndroms (RDS). Zusätzlich können im Thorax-Röntgen fleckig-streifige Infiltrate sichtbar sein und laborchemisch eine Leukozytose und Linksverschiebung im Differentialblutbild bestehen. Neben der Überwachung und im Bedarfsfall der Unterstützung der Atem- und Kreislaufsituation sollte die primäre antibakterielle, antivirale oder mycostatische Behandlung möglichst gezielt nach genauer Bestimmung des jeweiligen Erregers erfolgen. (6,8)

### **1.5.1.3 Mekoniumaspirationssyndrom**

Dieses Krankheitsbild betrifft in erster Linie reife, übertragene Neugeborene und Kinder mit intrauteriner Wachstumsretardierung bei Plazentainsuffizienz. Bei Stresssituation wie der intrauterinen Asphyxie bzw. Hypoxie kommt es zur Vasokonstriktion mesenterialer Gefäße, konsekutiver Hyperperistaltik und zum frühzeitigen Abgang von Mekonium (siehe 1.4.1.3) in das Fruchtwasser. Da fetale Atembewegungen für die Lungenentwicklung ab der 12. SSW essentiell sind, kann es in Folge zur intrauterinen oder perinatalen Aspiration von Mekonium kommen. Das Mekonium führt zu einer Verlegung der Atemwege mit folgender respiratorischer Insuffizienz des Neugeborenen. Durch die mechanische Obstruktion kann es zur Ausbildung von Atelektasen, kompensatorischer Überblähung nicht betroffener Lungenabschnitte („air trapping“) und extraalveolärer Luftansammlung kommen. Innerhalb von 48 Stunden entwickelt sich infolge einer inflammatorischen Reaktion eine chemische Pneumonitis und es

besteht infolge der Überblähung insbesondere bei erforderlicher maschineller Überdruckbeatmung die Gefahr der Entwicklung eines Pneumothorax.

Das Neugeborene weist in der postnatalen Erstversorgung neben Symptomen der respiratorischen Insuffizienz Mekoniumreste an der Haut sowie eine grünliche Verfärbung an Fingernägeln und Nabelschnur auf. Therapie der Wahl ist ein sofortiges Absaugen des Nasen-Rachen-Raumes und damit die Entfernung von mekoniumhaltigem Fruchtwasser. Im Falle einer schweren neonatalen Atemstörung mit Verdacht auf tracheale Obstruktion sollte primär eine Intubation, endotracheales Absaugen und anschließend eine maschinelle Überdruckbeatmung erfolgen. In diesen Fällen ist das Neugeborene an einer neonatologischen Intensivstation zu überwachen und zu therapieren, wobei bei schweren Formen mit kardiorespiratorischem Versagen eine extrakorporale Membranoxygenierung als Notfalltherapie erforderlich werden kann. (4,6,8)

#### **1.5.1.4 Transiente Tachypnoe des Neugeborenen (TTN) - Wet lung disease**

Ein Krankheitsbild, welches etwa 10% aller neonatalen Atemstörungen ausmacht, ist die sogenannte „Flüssigkeitslunge“ (engl. „wet lung disease“). Hierbei besteht ein erhöhter Gehalt an Flüssigkeit in den Alveolen und später im Interstitium, da es zu einer Überforderung der pulmonalen Lymphgefäße und zu einem verzögerten Abtransport der Lungenflüssigkeit kommt (siehe 1.4.1.1).

Prädisponiert sind Neugeborene nach einer elektiven Sectio caesarea ohne vorherige Wehentätigkeit, bei mütterlichem Diabetes mellitus, bei perinataler Asphyxie sowie bei exzessiver Analgesie oder Flüssigkeitszufuhr der Mutter. Klinische Leitsymptome sind die nach der Geburt einsetzende Tachypnoe mit bis zu 120 Atemzügen/Minute, Nasenflügeln und Einziehungen. Nach Ausschluss anderer Ursachen für neonatale Atemstörungen erfolgt in Abhängigkeit vom Schweregrad die symptomatische Therapie mit Sauerstoff-Verabreichung und/oder CPAP. (4,6,8)

### **1.5.1.5 Pneumothorax**

Bei einem Pneumothorax handelt es sich um eine pathologische Ansammlung von Luft im Pleuraraum als Folge einer Ruptur der Pleura visceralis. Nahezu alle pulmonalen Erkrankungen sowie maschinelle Überdruckbeatmung können einen Pneumothorax als Komplikation verursachen, wovon circa 1% aller reifen Neugeborenen betroffen sind. Tritt im Vergleich zum asymptomatischen, meist regionalen ein symptomatischer Pneumothorax mit Spannungstendenz auf, so kann es klinisch zu Bradykardie, plötzlicher Dyspnoe, Thoraxasymmetrie und zu einem auskultatorisch fehlenden oder abgeschwächten Atemgeräusch kommen. Ist die Diagnose mittels Thorax-Röntgen oder Diaphanoskopie gesichert, bedarf der asymptomatische Mantelpneumothorax keiner weiteren Therapie, jedoch ist beim Spannungspneumothorax die pleurale Entlastungspunktion und die Anlage einer Pleurasaugdrainage unumgänglich. (6,8)

## **1.6 Postnatale Beurteilung des Neugeborenen**

### **1.6.1 Apgar-Score und Nabelarterien-pH**

Die standardisierte Beurteilung der postnatalen Adaption von (reifen) Neugeborenen wird international in der 1., 5. und 10. Lebensminute durchgeführt. Das hierbei verwendete Schema wurde 1952 von Virginia Apgar definiert und beurteilt die Vitalität des Neugeborenen. (12)

Der Score umfasst fünf Qualitäten, wovon jede Qualität mit 0-2 Punkten bewertet wird und somit pro Untersuchungszeitpunkt maximal 10 Punkte möglich sind. Ein gesundes, reifes Neugeborenes weist in der Regel einen 5-Minuten-Apgar-Score von 9 oder 10 auf. Dem 5-Minuten-Apgar-Score kommt eine besondere prognostische Bedeutung zu, da ein Wert von unter sechs Punkten ein Kriterium der Asphyxie darstellt. (1,2,6,13)

Ein von der American Academy of Pediatrics und dem American College of Obstetricians and Gynecologists vorgeschlagener erweiterter Apgar-Score berücksichtigt auch die Notwendigkeit von Reanimationsmaßnahmen. (14)

<b>Punkte</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Hautkolorit</b>	Zyanotisch oder weiß	Stamm rosig, Extremitäten zyanotisch	Rosig
<b>Atmung</b>	Keine	Schnappatmung oder unregelmäßige Spontanatmung	Regelmäßige Spontanatmung bzw. kräftiges Schreien
<b>Herzaktion</b>	Keine	<100/Minute	>100/Minute
<b>Muskeltonus</b>	Schlaff	Mittel, träge Flexionsbewegungen	Kräftig, normale seitengleich alternierende Spontanbewegungen
<b>Reflexe beim Absaugen</b>	Keine	Verziehen des Gesichtes, Grimassieren	Husten, Niesen, Schreien

**Tabelle 2: Apgar-Score (1,8)**

Ergänzt wird die klinische Beurteilung durch die Bestimmung von pH-Wert, Partialdrücken von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid, Standardbikarbonat, Laktat und Basenexzess im Nabelarterienblut. Anhand dieser Werte lässt sich die perinatale Sauer- und Nährstoffversorgung des Neugeborenen beurteilen und eine etwaige Mangelversorgung erkennen. (1)

<b>pH-Wert</b>	<b>Bewertung</b>
>7,30	Normaler pH-Wert
7,20-7,29	Leichte Azidose
7,10-7,19	Mittelgradige Azidose
7,00-7,09	Fortgeschrittene Azidose
<7,00	Schwere Azidose

**Tabelle 3: Bewertung des Nabelarterien-pH-Wertes (1)**

### 1.6.2 Postnatale Bestimmung des Reifezustandes

<b>Definitionen der Neonatalmedizin</b>	
Neugeborenenperiode	Die ersten vier Wochen postnatal
Perinatalperiode	Beginn der 29. SSW bis zum vollendeten 7. Lebenstag
Lebendgeborenes	Postnatales Vorhandensein von Zeichen des Lebens wie Atmung, Herzschlag, Pulsation der Nabelschnur oder Bewegungen der willkürlichen Muskulatur
Totgeborenes	Fetus mit einem Mindestgewicht von 500 Gramm ohne Zeichen des Lebens
Gestationsalter	Schwangerschaftsdauer vom 1. Tag der letzten Menstruationsblutung bis zur Geburt des Kindes (in der Regel circa 280 Tage)
Frühgeborenes	Gestationsalter < 260 Tage (Geburt < 37. vollendete SSW)
Reifes Neugeborenes	Gestationsalter 260-293 Tage (vollendete 37. SSW bis Ende der 41. SSW)

<b>Definitionen der Neonatalmedizin (Fortsetzung)</b>	
Übertragenes Neugeborenes	Gestationsalter > 293 Tage (42 SSW und mehr)
SGA: Small for gestational age	Geburtsgewicht < 10. Perzentile bezogen auf das Reifealter
AGA: Appropriate for gestational age	Geburtsgewicht 10.-90. Perzentile bezogen auf das Reifealter
LGA: Large for gestational age	Geburtsgewicht > 90. Perzentile bezogen auf das Reifealter
LBWI: Low birth weight infant - VLBWI: Very low birth weight infant - ELBWI: Extremely low birth weight infant	Geburtsgewicht < 2500 Gramm Geburtsgewicht < 1500 Gramm Geburtsgewicht < 1000 Gramm

**Tabelle 4: Definitionen der Neonatalperiode (6,8)**

Zusätzlich sollte bei allen Neugeborenen postnatal auf somatische und neurologische Zeichen zur Reifebeurteilung geachtet werden. Zu den somatischen Zeichen eines reifen Neugeborenen zählen rosige, feste Haut, ein vollständiges Knorpelgerüst der Ohrmuschel, Mamillen mit mehreren Millimetern Durchmesser, descendierte Testes bzw. eine Bedeckung der kleinen durch die großen Labien und eine vollständige Fußsohlenfältelung. Diese Kriterien sind im Petrusa-Index zusammengefasst, welcher für Haut, Ohr, Mamillen, Genitale und Fußsohlen jeweils 0-2 Punkte vergibt. Die addierten Punkte plus 30 ergeben das klinische Gestationsalter in Wochen, welches im Idealfall der 40. SSW entspricht. (1)

Bestimmte Reflexmuster wie die Pupillenreaktion, Glabella-, Schulter- und Moro-Reflex sowie die Analyse von Muskeltonus und Bewegungsmuster können Auskunft über den neurologischen Entwicklungsgrad des Neugeborenen geben. (6,8)

## **1.7 Postnatale Erstversorgung und Reanimation des Neugeborenen**

Eine umfassende kardiopulmonale Reanimation, bei der es der Durchführung von Thoraxkompressionen und/oder der notfallmäßigen Verabreichung von Medikamenten bedarf, ist sowohl prä- als auch innerklinisch ein äußerst seltenes Ereignis und nur in 0,12% aller Fälle erforderlich. (9,15) Bei Hinweisen auf eine bereits intrauterine Beeinträchtigung des Feten wie beispielsweise bei Frühgeborenen unter der 35. SSW, bei Neugeborenen nach einer Entbindung per Sectio caesarea oder mittels Zange, bei mütterlicher Infektion und Mehrlingsschwangerschaften besteht ein höheres Risiko für Reanimationsmaßnahmen. (9)

Da die Neugeborenenreanimation nach der Geburt ein seltenes, jedoch vorhersehbares Ereignis darstellt, sollten bereits im Vorfeld Material und Umgebung vorbereitet werden, insbesondere wenn die Geburt außerhalb der üblichen Entbindungsbereiche stattfindet. Zum vorzubereitenden Material zählen saubere Handschuhe, warme, trockene Tücher, sterile Instrumente zum Abklemmen und Durchtrennen der Nabelschnur sowie Hilfsmittel zur sicheren assistierten Beatmung. (9)

### **1.7.1 Ausstattung von Rettungstransportwägen**

An der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz befindet sich in jedem der drei Rettungstransportwägen eine sogenannte Geburtshilfepackung, welche als steriles Einmalmaterial im blauen Trauma- und Schienenrucksack zu finden ist. Jede/-r RettungssanitäterIn ist verpflichtet, diese bei Dienstantritt auf Vollständigkeit und Einsatzbereitschaft zu kontrollieren und ausgebildet, diese bei Bedarf korrekt anzuwenden. Die Geburtshilfepackung beinhaltet:

- 1 Schonbezug für die Krankentrage 80 x 120 cm
- 1 Geburtenunterlage 60 x 60 cm
- 1 Paar Handschuhe Größe Medium
- 1 Paar Handschuhe Größe Large
- 1 oropharyngealer Mundabsauger
- 4 Nabelklemmen (einzeln verpackt)

- 1 Schere (stumpf/stumpf)
- 1 Babywickeltuch 90 x 90 cm
- 1 keimfreie Vorlage
- 1 Abwurfbeutel

Des Weiteren befindet sich in jedem der Rettungstransportwägen im roten Notfallrucksack ein eingeschweißtes Beatmungsset für Neugeborene und Kinder. Dieses beinhaltet:

- 1 Einweg-Beatmungsbeutel für Neugeborene und Kinder mit Sauerstoffreservoir und -Verbindungsschlauch
- 2 Beatmungsmasken durchsichtig (Größe 1 und 3)

### **1.7.2 Temperaturkontrolle und Abnabelung**

Die Temperatur im Erstversorgungsraum sollte zwischen 23 und 25° Celsius betragen, um eine Hypothermie und die damit verbundenen Komplikationen zu vermeiden. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass der Versorgungsbereich gut beleuchtet und zugluftfrei ist.

Nach der Geburt sollte das reife, nicht-asphyktische Neugeborene ausreichend abgetrocknet werden, außerdem sollten Kopf und Körper unter Aussparung des Gesichtes mit warmen, trockenen Tüchern eingewickelt werden, um die Körpertemperatur zwischen 36,5 und 37,5° Celsius zu halten. Die Verwendung von Wärmestrahlern bzw. Wärmematten, sofern vorhanden, und die Bedeckung von Kopf und Körper mit Polyethylen-Folie ist speziell bei Frühgeborenen unter 32 SSW empfohlen. (9)

In der weiteren Versorgung ist die Abnabelung des Neugeborenen vorzunehmen, welche bei unbeeinträchtigten Neugeborenen und stabilen Frühgeborenen verzögert, frühestens nach einer Minute, erfolgen soll. Aufgrund ungenügender Daten hinsichtlich des idealen Abnabelungszeitpunkts für reanimationspflichtige Neugeborene gilt derzeit die Empfehlung des sofortigen Abnabelns, um unverzüglich mit effektiven Reanimationsmaßnahmen beginnen zu können. (9)

### 1.7.3 Initiale Beurteilung

**Atmung:** Als erster Schritt erfolgt die Überprüfung, ob das Neugeborene spontan atmet. Danach müssen Atemfrequenz, Atemtiefe und Symmetrie der Atemexkursionen beurteilt werden. Außerdem sollte auf Zeichen pathologischer Atemmuster wie z.B. Schnappatmung oder Stöhnen („Knorksen“) geachtet werden. (9)

**Herzfrequenz:** Die Herzfrequenz ist der wichtigste klinische Parameter, um den Zustand eines Neugeborenen und dessen Reaktion auf Interventionen zu beurteilen. Am schnellsten und zuverlässigsten lässt sich die Herzfrequenz durch direkte kardiale Auskultation über der Herzspitze oder mittels Elektrokardiographie evaluieren. (9) Obwohl moderne Pulsoxymeter eine genaue Messung der Herzfrequenz ermöglichen, ist die Elektrokardiographie insbesondere in den ersten Lebensminuten der Pulsoxymetrie hinsichtlich Schnelligkeit und Zuverlässigkeit überlegen. (16)

**Hautkolorit:** Das Hautkolorit ist initial ein ungenügender Parameter zur Beurteilung der Oxygenierung des Neugeborenen, da nahezu alle gesunden Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt eine (periphere) Zyanose bzw. Akrozyanose aufweisen. Zur Objektivierung der Oxygenierung und zum Ausschluss einer Hypoxämie ist die Pulsoxymetrie empfohlen. (9)

**Muskeltonus:** Weist ein Neugeborenes einen reduzierten (schlaffen) Muskeltonus auf, so ist von einer Bewusstlosigkeit auszugehen. In diesem Fall sind weitere Maßnahmen wie die Sicherung des Atemwegs durch Lagerung oder Einsatz von Atemweghilfen und gegebenenfalls respiratorische Unterstützung erforderlich. (9)

Ausgehend von der initialen klinischen Beurteilung können Neugeborene gemäß den aktuellen Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) in drei verschiedene Gruppen eingeteilt werden (9):

### **1. Gruppe:**

Neugeborene dieser Gruppe atmen regelmäßig und suffizient, schreien kräftig, weisen einen guten Muskeltonus auf und haben eine Herzfrequenz über 100/Minute. Diese Neugeborenen müssen nicht sofort abgenabelt werden, können nach dem Abtrocknen und Einwickeln in warme Tücher den Eltern übergeben werden und benötigen unmittelbar keine weiteren medizinischen Maßnahmen.

### **2. Gruppe:**

Neugeborene mit insuffizienter oder fehlender Spontanatmung, normalem bis reduziertem Muskeltonus und einer Herzfrequenz unter 100/Minute sollen abgetrocknet und in warme Tücher gewickelt werden, wodurch eine ausreichende taktile Stimulation erfolgt. In der Regel ist eine kurze Überdruckbeatmung für das Einsetzen einer suffizienten Spontanatmung ausreichend.

### **3. Gruppe:**

Insuffiziente Spontanatmung oder Apnoe, schlaffer Muskeltonus, Bradykardie oder eine nicht nachweisbare Herzfrequenz und Blässe als Zeichen einer verringerten peripheren Perfusion kennzeichnen die kritisch kranken Neugeborenen dieser Gruppe. Auch diese Neugeborenen sollen unmittelbar abgetrocknet und in warme Tücher gewickelt werden. Um die Atemwege zu öffnen ist der Kopf des Neugeborenen in Neutralposition zu bringen und im Bedarfsfall ein Absaugmanöver vorzunehmen. Anschließend ist unverzüglich mit der Ventilation der Lungen zu beginnen. Im weiteren Verlauf kann die Verabreichung von Thoraxkompressionen im Sinne einer umfassenden kardiopulmonalen Reanimation und von Notfallmedikamenten notwendig sein. (9)

#### **1.7.4 Reanimation des Neugeborenen – Newborn Life Support**

Führt die taktile Stimulation mittels Abtrocknen zu keiner ausreichenden, effektiven Spontanatmung, so müssen weitere unterstützende Maßnahmen eingeleitet werden.

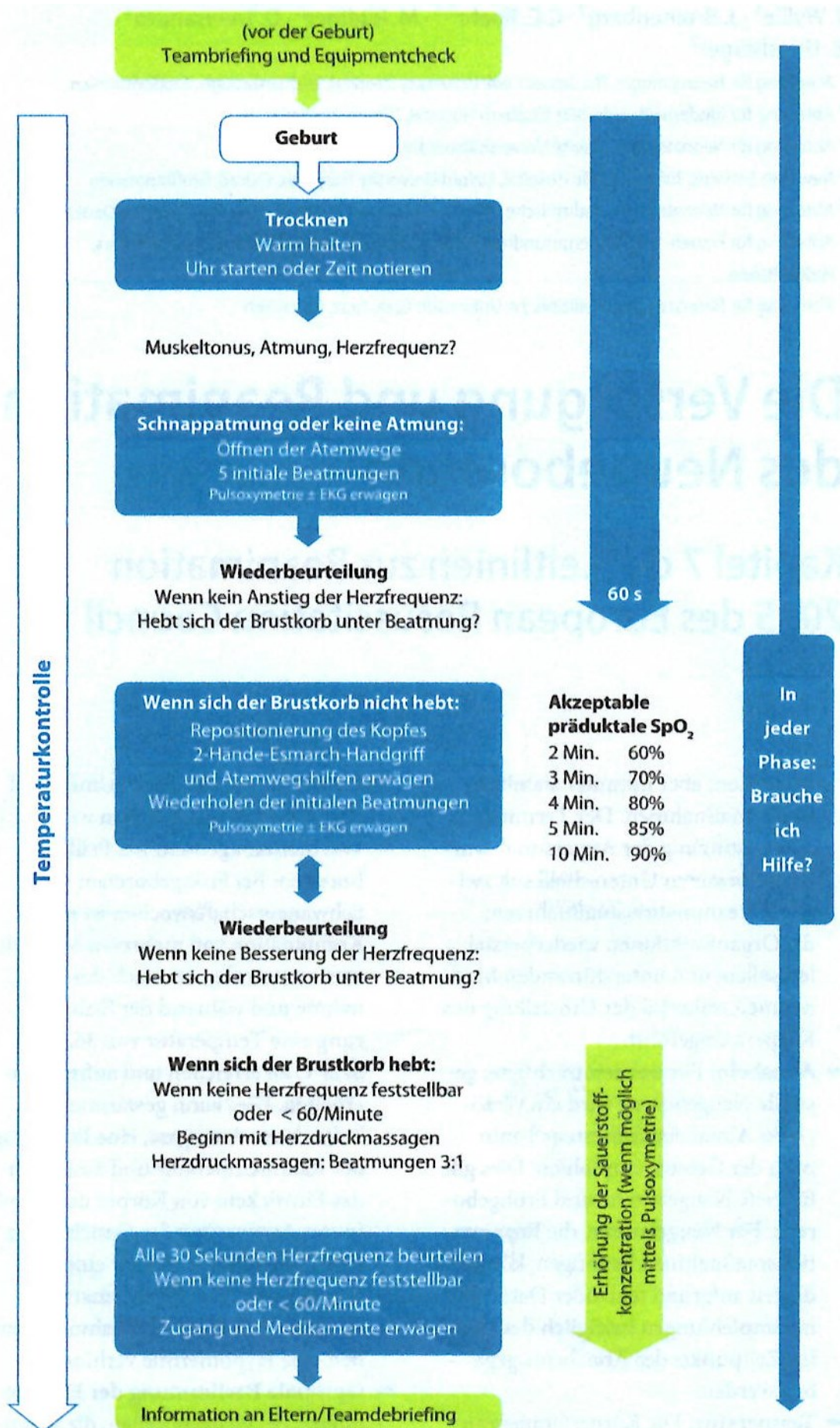


Abbildung 4: Algorithmus der Neugeborenenreanimation (9)

**Atemwege:** Nachdem das Neugeborene abgetrocknet und in warme Tücher gewickelt wurde, ist es in Rückenlage mit dem Kopf in Neutralposition zu lagern. Um eine ausreichende Belüftung der Lungen zu ermöglichen müssen die Atemwege eines schlaffen Neugeborenen geöffnet werden, was durch die Anwendung des Esmarch-Handgriffes oder durch die Verwendung eines oropharyngealen Tubus (Guedel-Tubus) in passender Größe erleichtert werden kann. Es ist darauf zu achten, dass der kindliche Kopf während der Reanimationsmaßnahmen in Neutralposition gehalten wird, wobei ein flaches Laken oder Handtuch unter den Schultern des Neugeborenen für die Stabilisierung des Kopfes hilfreich sein kann.

Falls die Atemwege des Neugeborenen durch Mekonium, Blutkoagel, zähes Sekret oder Vernix caseosa verlegt sind, so ist eine oropharyngeale Absaugung indiziert. Dieses sollte vorsichtig und so kurz als nötig vorgenommen werden, da es ansonst zu Schleimhautverletzungen, einer verzögert einsetzenden Spontanatmung, einem Laryngospasmus oder zu einer vagusinduzierten Bradykardie kommen kann. (9)

**Beatmung:** Der wichtigste Schritt in der Reanimation des Neugeborenen ist die Ventilation der bis dahin flüssigkeitsgefüllten Lungen und damit die Sicherstellung des pulmonalen Gasaustausches. Sollte nach dem Öffnen der Atemwege die Spontanatmung fehlend oder insuffizient sein, so ist unverzüglich mit der Überdruckbeatmung zu beginnen. Neben der klassischen Mund-zu-Mund- bzw. Mund-zu-Mund und Nase-Beatmung, wie sie in der Ersten Hilfe Anwendung findet, lässt sich eine effektive Überdruckbeatmung mittels sich selbst füllendem Beatmungsbeutel, Anästhesiebeatmungsbeutel oder einem T-Stück-Beatmungssystem erzielen.

Die ersten fünf Beatmungen (Initialbeatmungen) sollten empfehlungsgemäß dergestalt verabreicht werden, dass jeweils der Inspirationsdruck über 2-3 Sekunden konstant gehalten wird. Dies soll der besseren Entfaltung der Lungen dienen. Für reife Neugeborene wird ein Spitzendruck von 30cmH<sub>2</sub>O und für Frühgeborene ein maximaler Inspirationsdruck von 20-25cmH<sub>2</sub>O empfohlen. Eine effektive Ventilation zeigt sich am besten durch einen raschen Anstieg der Herzfrequenz über 100/Minute und durch seitengleiche Thoraxhebungen.

Kommt es im Rahmen der Initialbeatmungen zu keiner Hebung des Brustkorbes oder zu keinem Anstieg der Herzfrequenz, sollte eine Repositionierung des kindlichen Kopfes vorgenommen werden. Ebenso sollte, um die Leckage der Beatmungsmaske zu reduzieren, diese neu positioniert und die Beatmung, sofern verfügbar, durch eine zweite Person mittels der Zwei-Helfer-Methode durchgeführt werden. (9,17) Diese Maßnahmen zur Optimierung der nichtinvasiven Überdruckbeatmung sind unter dem englischen Akronym „MR SOPA“ zusammengefasst. (18)

Die Beatmung von Reifgeborenen soll mit einer Sauerstoffkonzentration von 21%, welche dem Gehalt der Raumluft entspricht, begonnen werden. Für Frühgeborene wird eine initiale inspiratorische Sauerstoffkonzentration von 21 bis 30% empfohlen. (9) Unter effektiver Ventilation sollte es zu einem Anstieg der arteriellen präduktalen Sauerstoffsättigung auf Werte über 90% innerhalb von 10 Minuten kommen. (19) Kommt es trotz effektiver Überdruckbeatmung mit Raumluft zu keinem adäquaten Anstieg der Sauerstoffsättigung, so ist die Sauerstoffkonzentration schrittweise bis zum Erreichen der lebensalterabhängigen Zielwerte zu erhöhen. Um dabei exzessive Sauerstoffgaben zu vermeiden und die Therapie bestmöglich steuern zu können ist eine pulsoxymetrische Überwachung, sofern verfügbar, zielführend. Bei den meisten Neugeborenen, welche nach der Geburt beatmet werden müssen, zeigen sich innerhalb von 30 Sekunden ein Anstieg der Herzfrequenz und eine mit dem Etablieren einer funktionellen Residualkapazität einhergehende adäquate Oxygenierung. Entwickelt das Neugeborene trotz Anstiegs der Herzfrequenz keine ausreichende Spontanatmung, muss mit 30 Beatmungen pro Minute und einer Inspirationszeit von einer Sekunde je Beatmungshub bis zum Einsetzen einer suffizienten Spontanatmung fortgefahren werden.

Alternative Atemwegshilfen richten sich nach den Fähigkeiten und Erfahrungen des erstversorgenden Teams. Eine Möglichkeit der Sicherung der Atemwege ist die endotracheale Intubation, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten und aufgrund verschiedener Indikationen (u.a. tracheale Obstruktion, ineffektive oder prolongierte nichtinvasive Überdruckbeatmung) während der Neugeborenenreanimation in Erwägung gezogen werden kann. Des Weiteren können für Neugeborene über 2000 Gramm bzw. über 34 SSW bei ungenügender nichtinvasiver Überdruckbeatmung oder missglückter endotrachealer Intubation

Larynxmasken verwendet werden, deren Verwendung bislang jedoch nicht bei missfärbigem Fruchtwasser oder der Notwendigkeit von Thoraxkompressionen untersucht wurde. (9,17)

**Kreislaufunterstützung:** Bleibt die Herzfrequenz trotz ausreichender pulmonaler Ventilation unter 60/Minute, so muss mit der Durchführung von Thoraxkompressionen begonnen werden. Da effektive Beatmungen die wichtigste Maßnahme in der Reanimation von Neugeborenen darstellen, ist vor dem Beginn der Thoraxkompressionen sicherzustellen, dass das Öffnen der Atemwege und die Ventilation der Lungen erfolgreich waren.

Um die Thoraxkompressionen durchzuführen wird die sogenannte 2-Daumen-Technik empfohlen. Dabei werden die beiden Daumen neben- oder übereinander auf das untere Drittel des Brustbeins gelegt, während die restlichen Finger zur Stabilisierung des Rückens den Brustkorb umgreifen. (9) Die 2-Daumen-Technik ist gegenüber der 2-Finger-Technik zu bevorzugen, da hierbei ein höherer systolischer und diastolischer Blutdruck sowie ein höherer koronarer Perfusionsdruck erzielt werden. (20) Es sollte das Brustbein in einem Kompressions-Ventilations-Verhältnis von 3:1 um ein Drittel des anteroposterioren Durchmessers komprimiert werden, wobei nach jeder Kompression auf eine vollständige Entlastung der Thoraxwand zu achten ist. Im weiteren Verlauf ist die Herzfrequenz alle 30 Sekunden neu zu beurteilen, wobei die Thoraxkompressionen erst ab einer stabilen Herzfrequenz über 60/Minute zu beenden sind. (9)

**Medikamente:** Die Gabe von Medikamenten ist im Rahmen der Neugeborenenreanimation selten erforderlich und sollte erst erwogen werden, wenn die Herzfrequenz trotz effektiver Ventilationen und Thoraxkompressionen unter 60/Minute bleibt. Idealerweise erfolgt die Medikamentenapplikation über einen zentral liegenden Nabelvenenkatheter. (9) Es existieren jedoch auch Fallberichte über die erfolgreiche Anwendung intraossärer Gefäßzugänge im Rahmen neonataler Notfälle. (21)

**Adrenalin:** Die empfohlene Initialdosis für die intravenöse Applikation beträgt 10µg/kg Körpergewicht, was 0,1ml/kg Körpergewicht einer 1:10000-Lösung entspricht. Sind weitere Gaben notwendig, so sollten pro Dosis 10-30µg/kg Körpergewicht verabreicht werden. (9)

**Natriumbikarbonat:** Im Rahmen einer kurzen Reanimation wird die Gabe von Natriumbikarbonat nicht routinemäßig empfohlen, da es durch die Hyperosmolarität und Kohlenstoffdioxidfreisetzung die myokardiale und zerebrale Funktion beeinträchtigen kann. Handelt es sich um einen prolongierten Herzkreislaufstillstand, sollte nur unter effektiven Ventilationen und Thoraxkompressionen Natriumbikarbonat mit einer Dosis von 1-2mmol/kg Körpergewicht langsam über einen sicheren intravenösen Gefäßzugang verabreicht werden. (9)

**Flüssigkeit:** Bei Verdacht auf neonatalen Blutverlust (z.B. bei mütterlicher Blutung vor oder unter der Geburt) oder falls postnatal Zeichen eines Schocks bestehen, so sollten zur Erhöhung des intravasalen Volumens isotonisch-kristalloide Lösungen eingesetzt werden. Die initiale Dosis beträgt 10ml/kg Körpergewicht, welche als intravenöser Bolus verabreicht werden soll. Sofern die Maßnahme Erfolg zeigt, kann es erforderlich sein diese im Verlauf zu wiederholen. Alternativ kann, sofern unmittelbar verfügbar, bestrahltes, leukozytendepletiertes Rhesus-negatives Erythrozytenkonzentrat der Blutgruppe 0 infundiert werden.

Bei Frühgeborenen sollten zu große Volumina und zu rasche Verabreichungen vermieden werden, da diese mit einem erhöhten Risiko an intraventrikulären und pulmonalen Blutungen assoziiert sind. (9)

## **2 Material und Methoden**

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine prospektive Studie unter freiwillig teilnehmenden RettungssanitäterInnen an der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz durchgeführt. Das theoretische Wissen der TeilnehmerInnen wurde mittels eines Fragebogens (siehe Anhang) über die derzeit gültigen Empfehlungen des ERC zum Newborn Life Support erhoben. (9) Im Rahmen einer eintägigen simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung wurden wesentliche Aspekte der Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen vermittelt und praktisch trainiert. Mithilfe eines Atemfunktionsmonitors für Trainingszwecke wurde die Beatmungsqualität der TeilnehmerInnen zu Beginn und am Ende der Fortbildungsveranstaltung gemessen und anschließend vergleichend ausgewertet. Der potentielle Wissenszuwachs wurde nach der Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung mittels des eingangs verwandten Fragebogens untersucht.

Als Hauptzielgröße diente das theoretische Wissen der TeilnehmerInnen vor bzw. nach der Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung. Als Nebenzielgrößen wurden Beatmungsmaskenleckage in Prozent und der Anteil substantieller Beatmungsmaskenleckage, definiert als über 75%, herangezogen.

### **2.1 StudienteilnehmerInnen**

Die ProbandInnen rekrutierten sich aus aktiven MitarbeiterInnen der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz mit gültiger Tätigkeitsbezeichnung als SanitäterIn bis Ablauf der Toleranzfrist gemäß §15 Abs. 2 SanG. Die an dieser Studie freiwillig teilnehmenden RettungssanitäterInnen wurden einerseits durch eine kurze Präsentation im Rahmen einer internen Fortbildungsveranstaltung und andererseits durch persönliche Ansprache rekrutiert. Als Ausschlusskriterium wurde die Ablehnung der Teilnahme festgelegt. Für diese Studie wurden keine medizinischen Daten benötigt.

## **2.2 Datenerhebung**

### **2.2.1 Fragebogen**

Die theoretische Wissenserhebung erfolgte mittels eines Fragebogens, welcher zu Beginn und am Ende der Studie verwendet wurde. Da eine Literaturrecherche via PubMed hinsichtlich bereits bestehender Fragebögen mit diesem Fokus kein Ergebnis lieferte, wurde der Fragebogen selbst entworfen. Er setzte sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil diente der Erfassung allgemeiner demographischer Basisdaten. Hierfür wurden als Kenngrößen Alter, Geschlecht, Monat und Jahr der RettungssanitäterInnenausbildung sowie etwaige Berufs- oder Zusatzausbildungen im medizinischen Bereich abgefragt. Des Weiteren wurde erhoben, ob im Rahmen der RettungssanitäterInnentätigkeit bereits praktische Erfahrungen mit einer präklinischen Geburt oder der Reanimation eines Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt (definiert als Durchführung von Beatmung und/oder Thoraxkompressionen) bestanden. Der zweite Teil des Fragebogens setzte sich aus 20 Fragen zur Versorgung und Reanimation des Neugeborenen zusammen. Die Fragen bezogen sich auf die aktuell gültigen Empfehlungen des ERC 2015 (9) und orientierten sich sprachlich am deutschen Übersetzungstext. Die StudienteilnehmerInnen konnten pro Frage aus vier Antwortmöglichkeiten wählen, wovon jeweils eine Antwortmöglichkeit korrekt war („single choice“).

Der Fragebogen wurde vor der Durchführung der Studie durch Ärzte/-innen und Medizinstudierende der Medizinischen Universität Graz hinsichtlich sprachlicher und inhaltlicher Korrektheit getestet. Die geäußerten Empfehlungen wurden berücksichtigt, eingearbeitet und schließlich der Fragebogen in der vorliegenden Form (siehe Anhang) fertiggestellt.

Die fragebogenbasierte Datenerhebung erfolgte zwischen 24.02.2017 und 08.04.2017 an der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz. Die Beantwortung des Fragebogens erfolgte durch jede/-n TeilnehmerIn selbstständig ohne vorherige Vorbereitung, ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln und unter Aufsicht. Zur Beantwortung des Fragebogens standen jeweils 30 Minuten zur Verfügung.

## 2.2.2 Atemfunktionsmonitoring

Im Rahmen der Fortbildungsveranstaltung wurde die Qualität der nichtinvasiven Überdruckbeatmung anhand des Parameters der Beatmungsmaskenleckage mittels eines Atemfunktionsmonitors gemessen. Hierfür wurde das SMART Newborn Resuscitation Training System (GM Instruments Ltd., Großbritannien) verwendet. Dieses misst an einem leckfreien neonatalen Manikin mittels eines Flusssensors die Beatmungsparameter Druck, Fluss, Volumen und Leckage der Beatmungsmaske. Diese Werte werden in der Programmsoftware auf einem Notebook graphisch in Wellenform bzw. numerisch mit begleitenden farbkodierten Graphiken dargestellt (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6).

Für die Datenerhebung wurde das Manikin in Rückenlage auf einer rutschfesten Unterlage auf einem Tisch platziert. Die TeilnehmerInnen bekamen jeweils einzeln den Auftrag, eine „effektive Beatmung über 90 Sekunden“ durchzuführen. Diese erfolgte standardisiert mit dem an der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz verwendeten pädiatrischen Beatmungsbeutel und einer für Neugeborene geeigneten Rundmaske (Laerdal Medical, Norwegen). Die TeilnehmerInnen hatten während der Messung keine Sicht auf den Computerbildschirm und bekamen kein Feedback über die Qualität der durchgeführten Maßnahmen. Die am Computerbildschirm angezeigten Messwerte wurden mittels zweier Digitalkameras gefilmt, anschließend ausgelesen und händisch in eine Microsoft Excel-Datenbank eingegeben. Aus Datenschutzgründen wurden keine Personen gefilmt.

Die Messungen mittels Atemfunktionsmonitor erfolgten jeweils zu Beginn und am Ende der Fortbildungsveranstaltung, um die Beatmungsqualität anhand der Parameter 1) Beatmungsmaskenleckage und 2) substantielle Beatmungsmaskenleckage über 75% zu untersuchen.

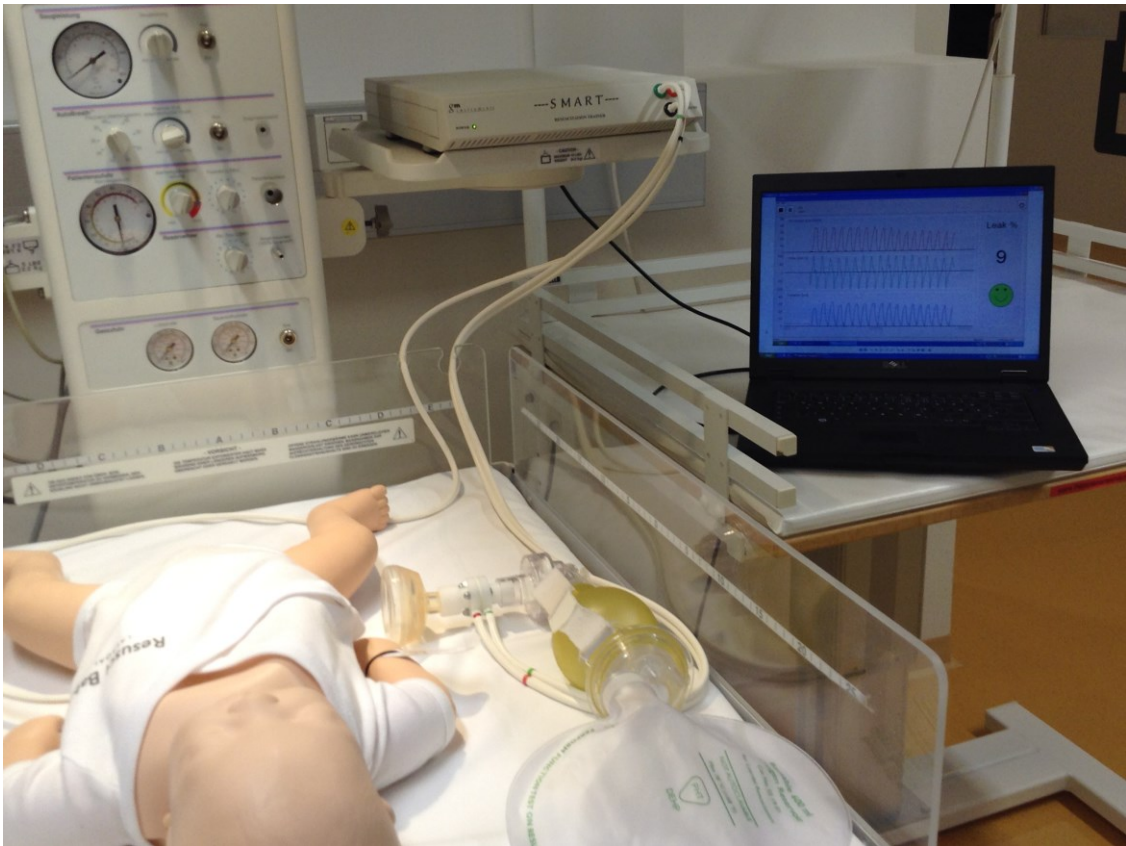


Abbildung 5: SMART Newborn Resuscitation Training System (persönliches Foto)

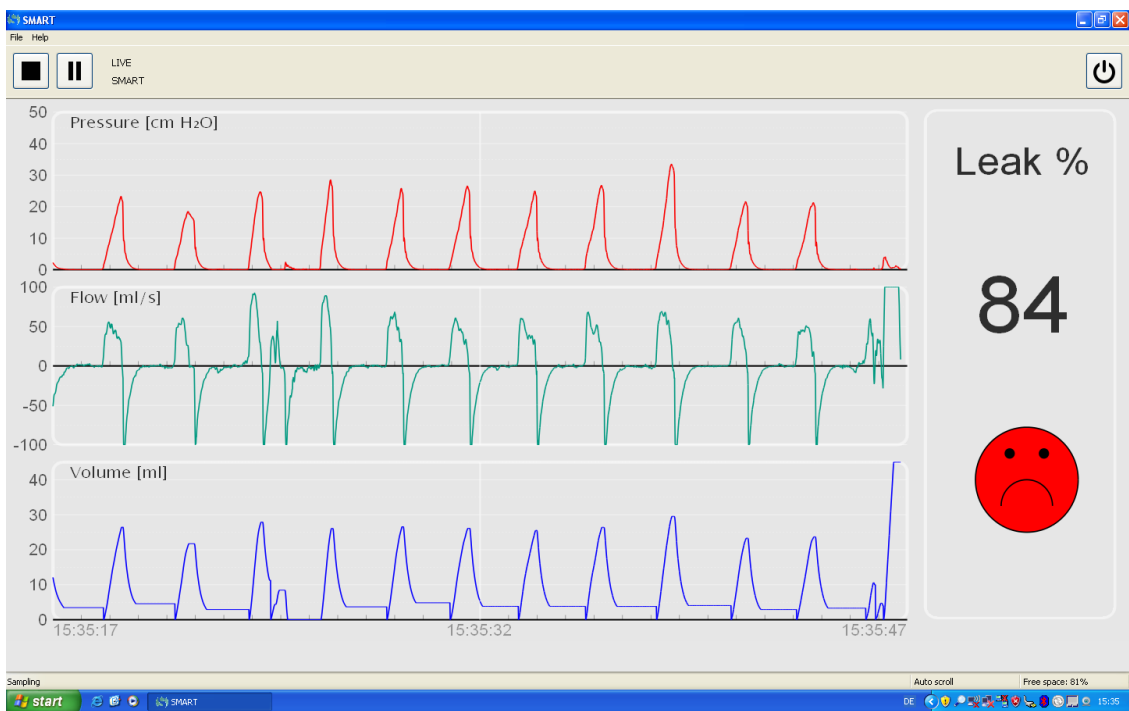


Abbildung 6: SMART Newborn Resuscitation Training System: Detailansicht mit Druck-, Fluss- und Volumenkurve sowie Leckage-Angabe (persönliches Foto)

### **2.3 Fortbildungsveranstaltung**

Die Fortbildungsveranstaltung fand am Samstag, den 08.04.2017, an der Rot-Kreuz-Ortsstelle Nestelbach bei Graz statt. Der Begrüßung um 09:00 Uhr im Fortbildungssaal folgte ein 45-minütiger Vortrag zu den „Grundlagen der Neugeborenenreanimation“ durch Dr. Lukas Mileder. Dieser lehrt und trainiert seit 2010 die Durchführung erweiterter lebensrettender Sofortmaßnahmen für kritisch kranke PatientInnen aller Altersgruppen und absolviert seit 2015 seine Facharztausbildung an der Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz. Dr. Mileder ist zertifizierter Simulationsinstruktor, Newborn Life Support-Instruktor des ERC sowie Prüfer der Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen als Teil der Objective Structured Clinical Examination an der Medizinischen Universität Graz.

Im Rahmen des Vortrages wurde insbesondere auf die derzeit gültigen Empfehlungen des ERC (9) zur Versorgung und Reanimation von Neugeborenen eingegangen. Ebenso hatten die TeilnehmerInnen die Möglichkeit, offene Fragen zur präklinischen Versorgung von Neugeborenen im Rahmen des Rettungsdienstes zu stellen.

Anschließend wurden die 12 teilnehmenden RettungssanitäterInnen in zwei Gruppen zu jeweils sechs Personen aufgeteilt. Die erste Gruppe absolvierte das Praxistraining „Ersteinschätzung und Atemwegsmanagement“, während die zweite Gruppe in einem Nebenraum das Praxistraining „Beatmung des Neugeborenen“ – im Rahmen welcher die erste Datenerhebung mittels SMART-System stattfand – besuchte (siehe 2.2.2). Nach 30 Minuten wechselten beide Gruppen die Räume, um die erste Messung der Beatmungsqualität zu komplettieren.

Nach der Mittagspause folgte für alle TeilnehmerInnen ein 60-minütiges Beatmungs-Optimierungstraining am Simulator. Die hierbei mittels SMART-System gemessenen Parameter der Beatmung wurden nicht aufgezeichnet, sondern dienten dem Feedback und der persönlichen Qualitätsverbesserung.

Im abschließenden 90-minütigen Szenarientraining unter Verwendung eines low fidelity-Patientensimulators (Newborn Anne, Laerdal Medical, Norwegen) wurden die erworbenen Fähigkeiten der Neugeborenenversorgung und -reanimation in Dreiergruppen realitätsnahe geübt. Die Teams erhielten, wie auch im regulären Rettungsdienst, verschiedene Einsatzmeldungen und hatten den Auftrag, das

jeweilige Szenario unter Berücksichtigung der neu erworbenen Kenntnisse zu absolvieren. Dieses Training wurde nicht aufgezeichnet und ausgewertet, da es den TeilnehmerInnen als Trainingsmaßnahme diente.

Im Rahmen des letzten Programmpunktes beantwortete die erste Gruppe erneut den vorab verwendeten Fragebogen. Währenddessen erfolgte mit der zweiten Gruppe die für die TeilnehmerInnen verblindete Evaluierung der Beatmungsqualität unter Verwendung des SMART-Systems. Nach Absolvierung wurden die Gruppen getauscht und die Datenerhebung mittels Fragebogen und Atemfunktionsmonitor abgeschlossen. Nach der allgemeinen Verabschiedung konnte die Fortbildungsveranstaltung um 16:00 Uhr erfolgreich beendet werden.

## ***2.4 Datenauswertung und Statistik***

Die Speicherung und Auswertung aller erhobenen Daten erfolgte in pseudo-anonymisierter Form. Nach der händischen Dateneingabe in Microsoft Excel erfolgte der Datentransfer in IBM® SPSS Statistics 22.

Die Datenanalyse und statistische Auswertung erfolgte deskriptiv bzw. mittels Wilcoxon-Rangsummen- und Chi-Quadrat-Test. Die Daten sind bedingt durch die Verteilung als Median (Minimum/Maximum oder Interquartilsabstand [IQR]) angegeben. Es wurde ein allgemeines Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  angenommen.

### 3 Ergebnisse

An der Ortsstelle Nestelbach bei Graz (Österreichisches Rotes Kreuz) waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung (24.02.2017 bis 08.04.2017) 68 Rettungs-sanitäterInnen mit gültiger Tätigkeitsbezeichnung bis Ablauf der Toleranzfrist gemäß §15 Abs. 2 SanG. registriert. An der eingehenden Umfrage mittels Fragebogen nahmen 41/68 (60,3%) und an der eintägigen Fortbildungsveranstaltung 12/68 MitarbeiterInnen (17,6%) teil (siehe Abbildung 7).

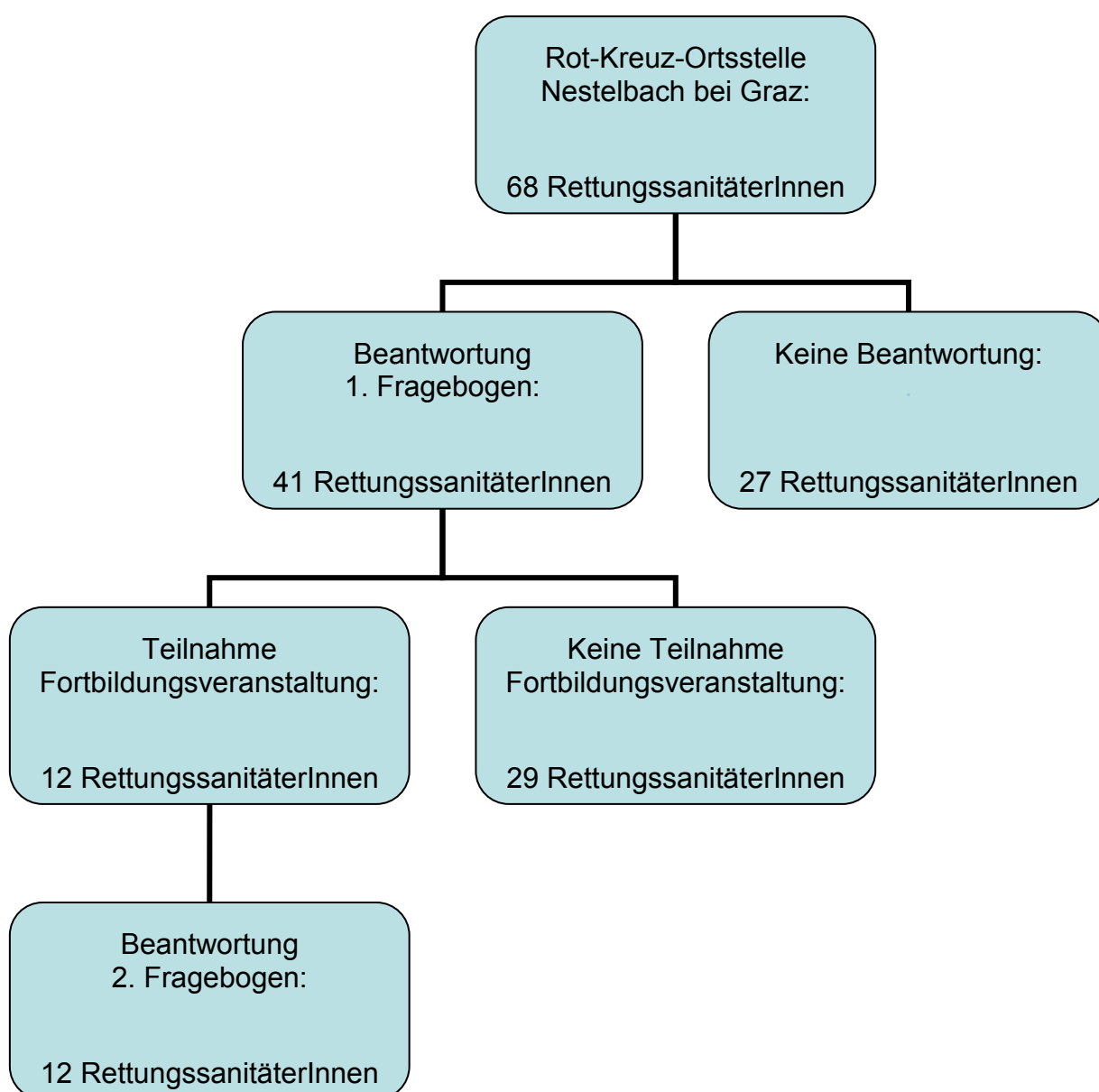


Abbildung 7: Übersicht TeilnehmerInnenfluss

### 3.1 Demographische Daten (1. Fragebogen)

Im Rahmen der ersten Fragebogen-Beantwortung betrug das mediane Alter der 41 TeilnehmerInnen 24 Jahre, wobei der jüngste Teilnehmer 19 und der älteste 74 Jahre alt war. Die Auswertung ergab, dass die mediane Tätigkeitsdauer als RettungssanitäterIn bei 5 Jahren lag.

	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
	[Jahre]	[Jahre]	[Jahre]
<b>Alter</b>	24	19	74
<b>Erfahrung als RettungssanitäterIn</b>	5	1	41

**Tabelle 5: Alter der TeilnehmerInnen und Berufserfahrung als RettungssanitäterIn (1. Fragebogen)**

Unter den in die Auswertung inkludierten 41 TeilnehmerInnen befanden sich 12 weibliche (29,3%) und 29 männliche (70,7%) Personen.

	<b>Weiblich</b>	<b>Männlich</b>
	[n]	[n]
<b>Anzahl</b>	12 (29,3%)	29 (70,7%)

**Tabelle 6: Geschlecht der TeilnehmerInnen (1. Fragebogen)**

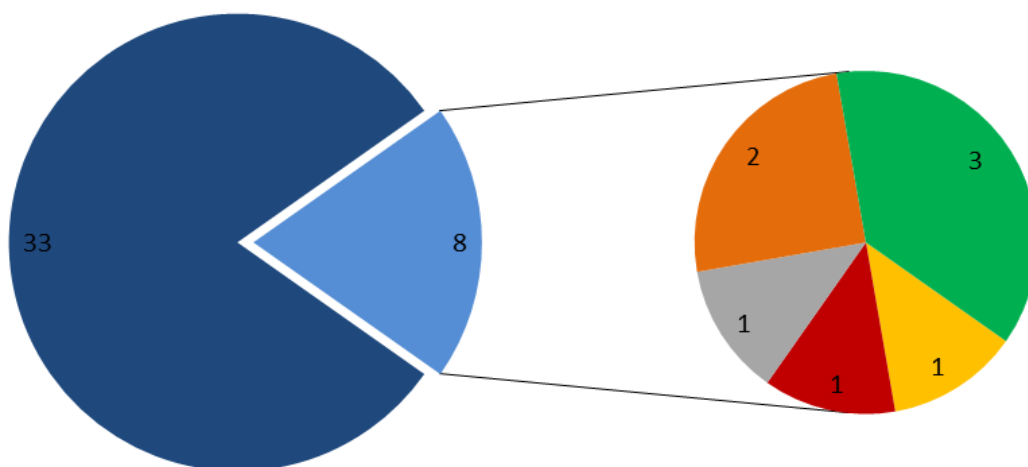
Sieben der 41 RettungssanitäterInnen (17,1%) gaben an, im Rahmen ihrer Tätigkeit in eine präklinische Geburt involviert gewesen zu sein. Dreiunddreißig RettungssanitäterInnen (80,5%) verneinten diese Frage und ein/-e MitarbeiterIn beantwortete diese Frage nicht. Zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie hatte keine der teilnehmenden Personen im Rahmen der RettungssanitäterInnen-tätigkeit ein Neugeborenes unmittelbar nach der Geburt reanimieren müssen.

	Ja	Nein
	[n]	[n]
<b>Präklinische Geburt</b>	7 (17,1%)	33 (80,5%)
<b>Neugeborenenreanimation</b>	0	41 (100%)

**Tabelle 7: Erfahrung der TeilnehmerInnen bezüglich präklinischer Geburt und Neugeborenenanimation (1. Fragebogen)**

Von den 41 TeilnehmerInnen hatten acht (19,5%) eine Berufs- oder Zusatzausbildung im medizinischen Bereich. Hierbei entfiel die größte Gruppe auf diverse Gesundheitsberufe (u.a. PflegehelferIn, Hebamme) und auf diplomiertes Gesundheits- und Krankenpflegepersonal (siehe Abbildung 8).

- Keine medizinische/n Zusatzausbildung / Beruf
- Medizinische/n Zusatzausbildung / Beruf
- NFS (ohne erweiterte Kompetenzen)
- NFS (mit erweiterten Kompetenzen)
- Medizinstudierende(-r)
- Dipl. Gesundheits- und Krankenschwester/ -pfleger
- Gesundheitsberufe (PflegehelferIn, Hebamme,...)



**Abbildung 8: Medizinische Berufs- oder Zusatzausbildung der TeilnehmerInnen; NFS: NotfallsanitäterIn (1. Fragebogen)**

### 3.2 Demographische Daten (2. Fragebogen)

Der zweite Fragebogen im Rahmen der eintägigen Fortbildungsveranstaltung am 08.04.2017 wurde von insgesamt 12 Personen beantwortet, von denen fünf weiblichen (41,7%) und sieben männlichen (58,3%) Geschlechts waren. Das Alter der RettungssanitäterInnen reichte von 19 bis 74 Jahre bei einem Median von 24 Jahren. Die 12 TeilnehmerInnen waren im Median sechs Jahre im Rettungsdienst tätig, wobei die kürzeste Berufserfahrung als RettungssanitäterIn ein Jahr und die längste 41 Jahre betrug. (siehe Tabelle 8)

	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
	[Jahre]	[Jahre]	[Jahre]
<b>Alter</b>	24	19	74
<b>Erfahrung als RettungssanitäterIn</b>	6	1	41

**Tabelle 8: Alter der TeilnehmerInnen und Berufserfahrung als RettungssanitäterIn (2. Fragebogen)**

	<b>Weiblich</b>	<b>Männlich</b>
	[n]	[n]
<b>Anzahl</b>	5 (41,7%)	7 (58,3%)

**Tabelle 9: Geschlecht der TeilnehmerInnen (2. Fragebogen)**

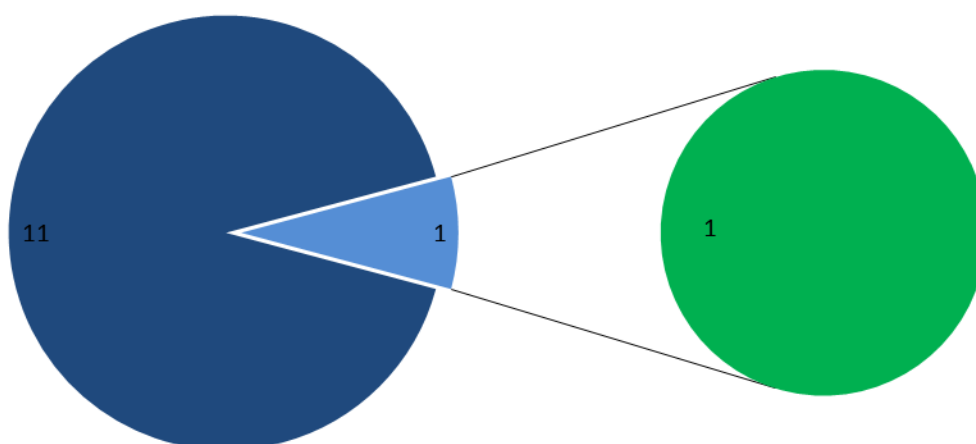
Zwei der 12 TeilnehmerInnen (16,7%) waren im Rahmen ihrer RettungssanitäterInnentätigkeit bereits in eine präklinische Geburt involviert, jedoch musste kein/-e TeilnehmerIn bislang ein Neugeborenes kardiopulmonal reanimieren.

	Ja	Nein
	[n]	[n]
<b>Präklinische Geburt</b>	2 (16,7%)	10 (83,3%)
<b>Neugeborenenreanimation</b>	0	12 (100%)

**Tabelle 10: Erfahrung der TeilnehmerInnen bezüglich präklinischer Geburt und Neugeborenenanimation (2. Fragebogen)**

An der Fortbildungsveranstaltung nahm ein/-e RettungssanitäterIn (8,3%) teil, welche/-r in einem Gesundheitsberuf tätig ist. Elf der 12 TeilnehmerInnen (91,7%) hatten keine medizinische Berufs- oder Zusatzausbildung (siehe Abbildung 9).

- Keine medizinische/n Zusatzausbildung / Beruf
- Medizinische/n Zusatzausbildung / Beruf
- NFS (ohne erweiterte Kompetenzen)
- NFS (mit erweiterten Kompetenzen)
- Medizinstudierende(-r)
- Dipl. Gesundheits- und Krankenschwester/ -pfleger
- Gesundheitsberufe (PflegehelferIn, Hebamme,...)



**Abbildung 9: Medizinische Berufs- oder Zusatzausbildung der TeilnehmerInnen; NFS: NotfallsanitäterIn (2. Fragebogen)**

### 3.3 Fragebogen

Tabelle 11 zeigt deskriptiv die Ergebnisse der fragebogenbasierten Wissenserhebung individuell für die 20 gestellten Fragen jeweils vor und nach der Fortbildungsveranstaltung und fasst die Unterschiede zusammen. Zum größten Wissenszuwachs kam es bei Frage 13 (*„Bis zu welcher Lebensminute soll die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung bei Neugeborenen nach der Geburt 90% erreichen?“*), bei der eine relative Zunahme der korrekten Beantwortung (*„10 Minuten“*) von 84,2% (7,5% versus 91,7%) zu beobachten war.

Ebenso wurde bei den Fragen 19 und 20 eine relevante Verbesserung der jeweils korrekten Antwort erzielt. In Frage 19 war zu beantworten, in welchem Abstand unter laufender Reanimation mit Thoraxkompressionen und Beatmungen die Herzfrequenz des Neugeborenen überprüft werden soll. Die korrekte Antwort mit *„Alle 30 Sekunden“* gaben primär 9,8% bzw. nach der Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung 83,3% der TeilnehmerInnen (Zunahme um 73,6%). Bei Frage 20 (*„In welchem Fall soll im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen die Gabe von Medikamenten erwogen werden?“*) zeigte sich eine Zunahme der korrekten Antwort (*„Wenn die Herzfrequenz trotz suffizienter Beatmung und schließlich Thoraxkompressionen und Beatmungen im Wechsel unter 60 / Minute bleibt“*) von 73,8% (17,1% versus 90,9%).

Verschlechterungen im Anteil korrekt beantworteter Fragen gab es mit minus 19,5% bei Frage 5 und mit minus 18,0% bei Frage 16. Die Frage nach der für die Versorgung von Neugeborenen empfohlenen Raumtemperatur von 23-25°C konnte anfänglich in 19,5% und nach der Fortbildungsveranstaltung von keinem/-r TeilnehmerIn korrekt beantwortet werden. Ebenso zeigte sich eine Abnahme des Anteils korrekter Antworten (78,0% versus 60,0%) bei der Frage, in welchem Verhältnis Thoraxkompressionen und Beatmungen im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen erfolgen sollen.

Die drei Fragen mit dem größten Wissenszuwachs sind in Tabelle 11 grün und jene drei Fragen mit dem geringsten Wissenszuwachs rot hinterlegt.

Frage	Ergebnis 24.02.2017		Ergebnis 08.04.2017		Vergleich
	korrekte Antworten		korrekte Antworten		Veränderung
	[n]	[%]	[numerisch]	[%]	[numerisch]
1	75,6	31 / 41	83,3	10 / 12	+7,7
2	85,0	34 / 40	100,0	11 / 11	+15,0
3	95,0	38 / 40	100,0	12 / 12	+5,0
4	40,0	16 / 40	91,7	11 / 12	+51,7
5	19,5	8 / 41	0,0	0 / 11	-19,5
6	36,6	15 / 41	83,3	10 / 12	+46,7
7	61,0	25 / 41	100,0	12 / 12	+39,0
8	87,2	34 / 39	100,0	11 / 11	+12,8
9	72,5	29 / 40	91,7	11 / 12	+19,2
10	82,1	32 / 39	100,0	12 / 12	+17,9
11	57,5	23 / 40	100,0	11 / 11	+42,5
12	56,1	23 / 41	91,7	11 / 12	+35,6
13	7,5	3 / 40	91,7	11 / 12	+84,2
14	61,5	24 / 39	90,9	10 / 11	+29,4
15	75,0	27 / 36	100,0	11 / 11	+25,0
16	78,0	32 / 41	60,0	6 / 10	-18,0
17	61,0	25 / 41	66,7	8 / 12	+5,7
18	64,1	25 / 39	91,7	11 / 12	+27,6
19	9,8	4 / 41	83,3	10 / 12	+73,6
20	17,1	7 / 41	90,9	10 / 11	+73,8

**Tabelle 11: Fragebogenauswertung vor und nach der Fortbildungsveranstaltung**

Im Wilcoxon-Rangsummentest zeigte sich nach der Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung insgesamt eine signifikante Zunahme der korrekt beantworteten Fragen mit 62,1% (IQR 37,5%-77,4%) versus 91,7% (IQR 83,3%-100%; p=0,001).

	Median	Interquartils- abstand	Signifikanz p
	[%]	[%]	[-]
<b>Prä</b>	62,1	37,5 – 77,4	0,001
<b>Post</b>	91,7	83,3 – 100,0	

**Tabelle 12: Vergleich der Fragebogen-Ergebnisse vor und nach der Fortbildungsveranstaltung gemäß Wilcoxon-Rangsummentest**

### **3.4 Atemfunktionsmonitoring**

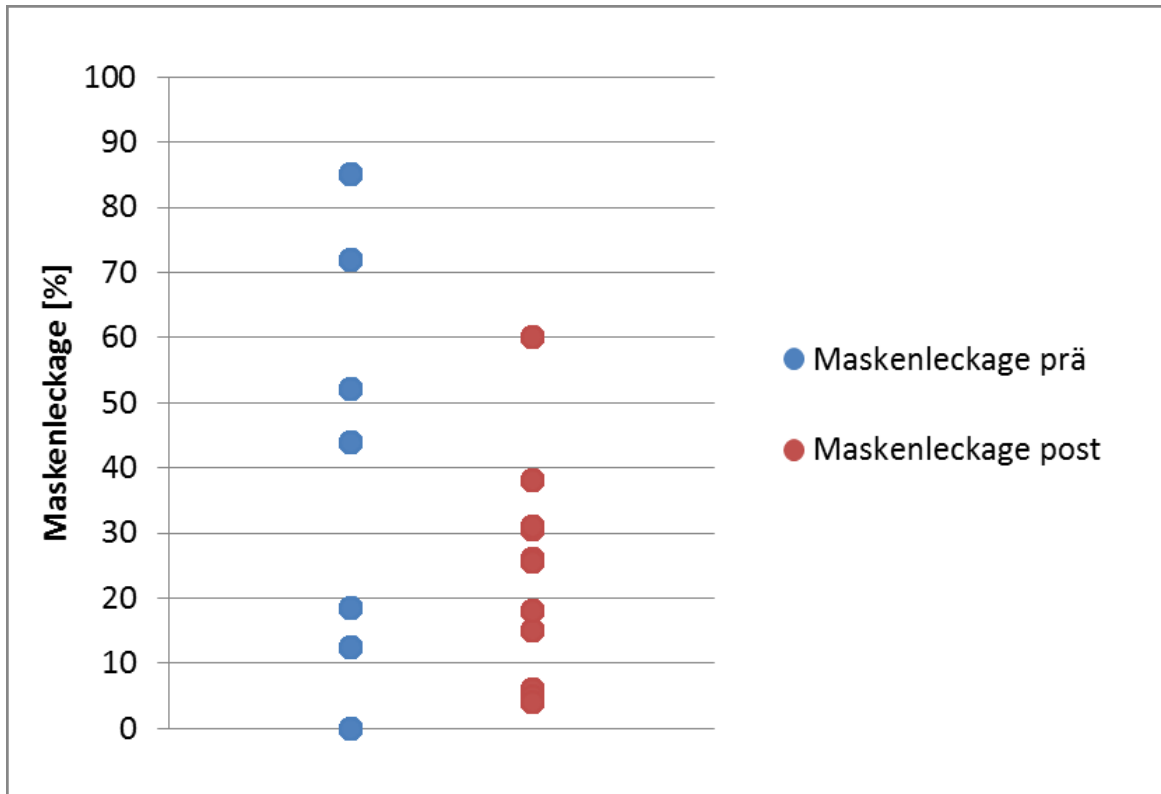
Im ersten Durchgang der Überprüfung der Beatmungsqualität mittels SMART-System wurden insgesamt 691 Beatmungshübe verabreicht und analysiert, verglichen mit 641 Beatmungshüben im zweiten Durchgang.

Im ersten Durchgang wurden in 90 Sekunden im Median 55,5 Beatmungshübe pro Person durchgeführt (IQR 48,0-70,0). Das Minimum lag bei 41 und das Maximum bei 76 Beatmungshüben.

Im zweiten Durchgang wurden in 90 Sekunden im Median 53 Beatmungshübe pro Person durchgeführt (IQR 48,0-59,0), wobei das Minimum bei 35 und das Maximum bei 69 Beatmungshüben lag.

In beiden Durchgängen wurden Beatmungen mit jeweils 0% Beatmungsmaskenleckage durchgeführt. Dies war im ersten Durchgang in 273/691 Fällen (39,5%) und im zweiten Durchgang bei 47/641 Beatmungshüben (7,3%) der Fall. Bei den Messungen im ersten Durchgang wurden 6/691 Beatmungshüben (0,9%) mit 100% Beatmungsmaskenleckage aufgezeichnet. Im zweiten Durchgang betrug die maximale Beatmungsmaskenleckage 97% in 1/641 (0,16%) der Fälle.

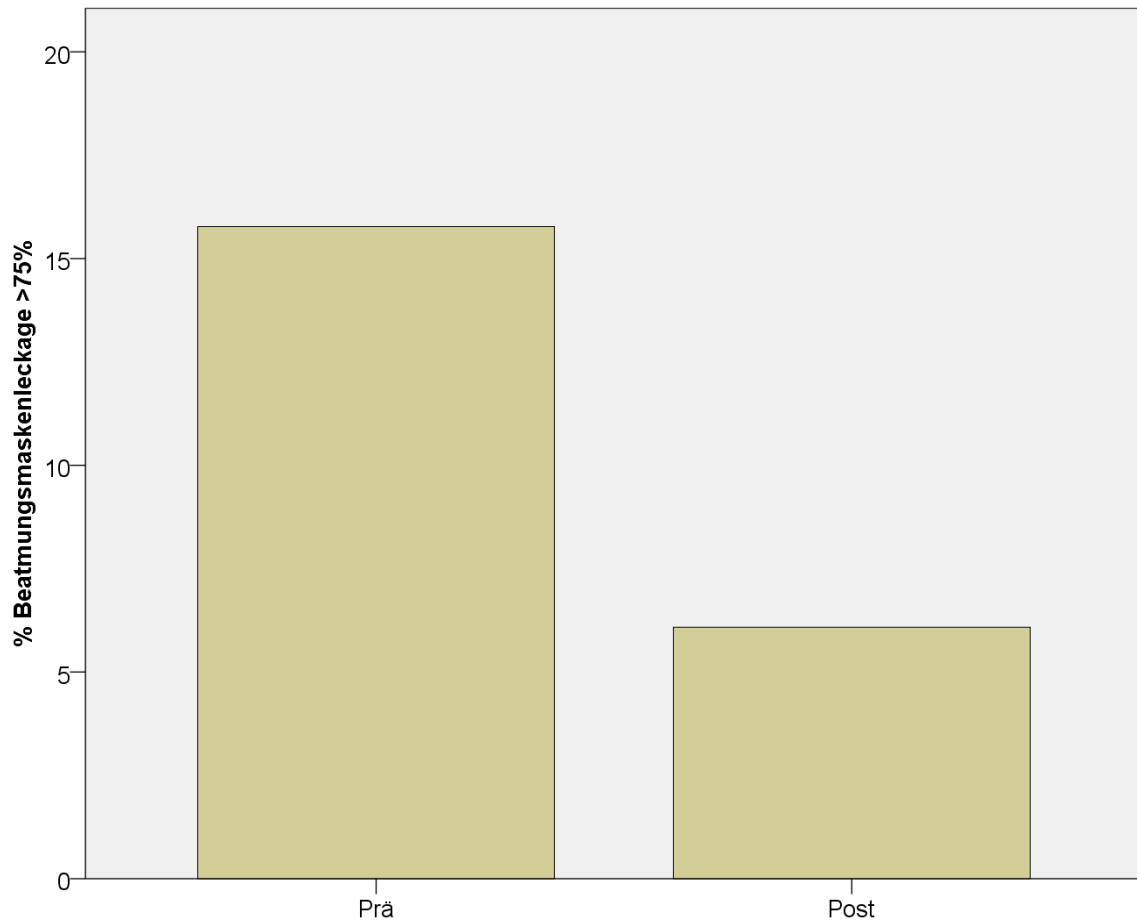
In Abbildung 10 sind die 12 TeilnehmerInnen und deren individuelle Beatmungsmaskenleckage vor und nach der Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung graphisch dargestellt.



**Abbildung 10: Vergleich der medianen Beatmungsmaskenleckage vor und nach Teilnahme an der Fortbildungsveranstaltung für die 12 TeilnehmerInnen**

Nach Absolvierung des Trainings zeigte sich eine signifikante Reduktion des Anteils substantieller Beatmungsmaskenleckage >75% (Anteil 15,8% versus 6,1%;  $p < 0,001$ ) (siehe Abbildung 11).

Gemäß der Datenanalyse mittels Wilcoxon-Rangsummentest war die Beatmungsmaskenleckage nach der Teilnahme am Praxistraining jedoch im Vergleich zu den Ausgangswerten unverändert: Median 17,0% (IQR 0,0-55,0%) vor der Fortbildungsveranstaltung versus Median 18,0% (IQR 6,0-34,0%) nach der Fortbildungsveranstaltung ( $p = 0,414$ ) (siehe Tabelle 13).



**Abbildung 11: Substantielle Beatmungsmaskenleckage >75% vor (links) und nach Absolvierung (rechts) des Trainings**

	<b>Median</b>	<b>Interquartils- abstand</b>	<b>Signifikanz p</b>
	[%]	[%]	[-]
<b>Prä</b>	17,0	0,0 – 55,0	0,414
<b>Post</b>	18,0	6,0 – 34,0	

**Tabelle 13: Beatmungsmaskenleckage vor und nach der Fortbildungsveranstaltung gemäß Wilcoxon-Rangsummentest**

## 4 Diskussion

Nur wenige Neugeborene benötigen unmittelbar nach der Geburt umfassende Reanimationsmaßnahmen, jedoch sind in der Erstversorgung von Neugeborenen unterstützende Maßnahmen wie die taktile Stimulation, das Abtrocknen und das Freimachen der Atemwege häufig erforderlich. Werden diese vitalen Maßnahmen nicht, insuffizient oder zu spät durchgeführt, kann folglich eine Beatmung des Neugeborenen oder seltener die Durchführung von Thoraxkompressionen nötig sein. (9)

Die Erstversorgung und kardiopulmonale Reanimation von Neugeborenen stellt insbesondere für RettungsdienstmitarbeiterInnen in der Präklinik eine besondere Herausforderung dar. Dies ist mitunter durch Faktoren wie fehlende Praxiserfahrung, großen psychischen Druck und situative Umstände - wie etwa Platzmangel (z.B. im Rettungswagen) und zum Teil fehlendes oder ungenügend geeignetes medizinisches Equipment zur Versorgung Neugeborener - bedingt. Aus diesen Gründen sind präklinische Geburten sowohl für die Mutter als auch das Neugeborene risikobehaftete Ereignisse. Snowden et al. (22) zeigten, dass geplante Hausgeburten verglichen mit innerklinischen Geburten mit einer höheren perinatalen Mortalität assoziiert sind (3,9 versus 1,8 Todesfälle pro 1000 Geburten). In der Studie von Gunnarsson et al. (23) betrug die Mortalität im Rahmen ungeplanter präklinischer Geburten 1,14%.

In einer norwegischen Studie traten präklinische Geburten mit einer Rate von 6,8/1000 Geburten auf. (24) Aufgrund der niedrigen Inzidenz präklinischer neonataler Notfälle erscheint es umso wichtiger, das Wissen darüber zu vertiefen und die für das Management erforderlichen, potentiell lebensrettenden Fertigkeiten in Trainingseinheiten zu erwerben und regelmäßig zu erneuern.

Wir untersuchten daher unter RettungssanitäterInnen der Ortsstelle Nestelbach bei Graz des Österreichischen Roten Kreuzes den Wissensstand über die derzeit gültigen Empfehlungen des ERC (9) und den Einfluss von gezieltem simulationsbasierten Training auf das Wissen über und die Qualität der Wiederbelebungsmaßnahmen im Rahmen des Newborn Life Support.

Das Wissen der in dieser Studie untersuchten RettungssanitäterInnen über die derzeit gültigen ERC-Empfehlungen war in der ersten Befragung mit 62,1% korrekt beantworteten Fragen moderat. Acht der 41 TeilnehmerInnen gaben an, eine zusätzliche medizinische Ausbildung wie etwa NotfallsanitäterIn und/oder eine medizinische Berufsausbildung absolviert zu haben. In der Mehrheit dieser Ausbildungen ist die Erstversorgung und Reanimation des Neugeborenen ein relevanter Inhalt, aufgrund der geringen Gruppengröße konnte eine Subanalyse der Fragebögen hinsichtlich additiver Ausbildungen jedoch nicht durchgeführt werden. Es ist anzunehmen, dass die verbleibenden 33 TeilnehmerInnen ohne weitere medizinische (Berufs-)Ausbildung das Wissen über die Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen letztendlich aus der teilweise lange zurückliegenden RettungssanitäterInnenausbildung, durch praktische Erfahrung und/oder durch persönliche Weiterbildung erhalten haben, was eine Erklärung für das eingangs moderate Fragebogenergebnis war.

Nach der Teilnahme an der eintägigen simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung zeigte sich mit 91,7% korrekt beantworteten Fragen eine signifikante Wissenszunahme unter den 12 TeilnehmerInnen. Trotz der kleinen Studienkohorte könnte der signifikante Wissenszuwachs einen potentiellen kurz- bis mittelfristigen Mehrwert für den Patienten bedeuten. Generell ist die Verbesserung des theoretischen Wissenstandes nach Absolvierung einer simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung ein zu erwartender Effekt, der bereits von mehreren publizierten Metaanalysen gezeigt wurde. (24,26,27,28,29)

Betrachtet man die Ergebnisse der Fragebogenerhebung im Detail, so konnte bei 18 der 20 Fragen eine Wissenszunahme verzeichnet werden. Lediglich bei zwei Fragen, eine davon betreffend das Verhältnis von Thoraxkompressionen und Beatmungen, kam es zu einer Abnahme des Anteils korrekter Antworten. Dies ist wahrscheinlich durch die aktuelle Umstellung der Lehrmeinung des Österreichischen Roten Kreuzes zur kardiopulmonalen Reanimation von Neugeborenen bedingt. Diese sieht seit Jänner 2017 ein Verhältnis von 15 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen vor. Durch die Änderung des Thoraxkompressions-Ventilations-Verhältnisses von 3:1 auf 15:2 gilt für die kardiopulmonale Reanimation von Neugeborenen, Säuglingen und Kindern in der Pränatal diese Lehrmeinung. Die Pflichtfortbildung für RettungssanitäterInnen mit Bekanntgabe der Lehrmeinungsänderung fand an der Ortsstelle Nestelbach

bei Graz zwischen der ersten und zweiten Fragebogenerhebung statt, weshalb der Anteil korrekter Antworten im Sinne der aktuellen ERC-Leitlinie (9) eingangs höher war. Relativierend ist in diesem Fall anzumerken, dass letztendlich wahrscheinlich die korrekte Durchführung der Beatmung und die Verabreichung qualitativer Thoraxkompressionen wesentlicher für das Outcome der PatientInnen ist als das angewandte Thoraxkompressions-Ventilations-Verhältnis. Die aktuellen ERC-Leitlinien (9) erwähnen außerdem auch die Möglichkeit der Reanimation mit dem Verhältnis von 15:2 im Falle einer suspizierten kardialen Genese des Herzkreislauf-Stillstandes.

Das Öffnen und Freihalten der Atemwege und die Belüftung der Lungen stellen die wichtigsten Maßnahmen im Rahmen der Neugeborenenreanimation dar. (9)

Im Rahmen der untersuchten eintägigen Fortbildungsveranstaltung wurde die Beatmungsqualität der TeilnehmerInnen anhand des Parameters der Beatmungsmaskenleckage mittels eines Atemfunktionsmonitors gemessen. Bis dato gibt es keine veröffentlichten Studien, die das eingesetzte SMART-System (GM Instruments Ltd., Großbritannien) verwendet bzw. untersucht haben. Die Verwendung eines Atemfunktionsmonitors bietet die Möglichkeit, durch die Quantifizierung und graphische Darstellung von Beatmungsparametern die Qualität der Beatmung zu objektivieren und deren Durchführung zu optimieren. (30) In der Studie von Wood et al. (31) konnte gezeigt werden, dass die Verwendung eines Atemfunktionsmonitorings unter TeilnehmerInnen eines simulationsbasierten neonatalen Reanimationstrainings die Beatmungsmaskenleckage um mehr als die Hälfte senkte und eine Verbesserung der Beatmungsmaskenposition ermöglichte.

Auch in unserer Studie konnte die bereits initial hohe Qualität der Beatmung am Simulator durch das Praxistraining im Detail weiter verbessert werden. Im Gesamten betrachtet lag die mediane Beatmungsmaskenleckage eingangs bei 17% und nach dem Training bei 18%. Mögliche Gründe für die fehlende Verbesserung könnten die Ermüdung der TeilnehmerInnen aufgrund der Länge des Fortbildungstages oder eine insgesamt zu kurze Trainingsdauer darstellen. Die effektive Trainingsdauer am Simulator betrug pro TeilnehmerIn in Summe

gesehen 15-20 Minuten. Gegen die Annahme der zu kurzen Trainingsdauer spricht jedoch, dass in der Studie von van Vonderen et al. (32) ein nur zweiminütiges Beatmungstraining sowohl bei erfahrenem als auch bei unerfahrenem Personal zu einer signifikanten Reduktion der Beatmungsmaskenleckage und zu einer insgesamt qualitativ volleren Beatmung führte.

Ein weiterer wesentlicher Punkt effektiver Beatmung ist der Anteil der substantiellen Beatmungsmaskenleckage, welche von Schmörlzer et al. (33) mit über 75% definiert wurde. Der Anteil substantieller Beatmungsmaskenleckage lag in unserer Studie vor dem Training bei 15,8% der aufgezeichneten Beatmungshübe und nach dem Training bei 6,1%. Diese signifikante Reduktion am Simulator kann, sofern sie in die praktische Tätigkeit überführt werden kann, zu einer relevanten Behandlungsverbesserung im Sinne einer qualitativ volleren Beatmung führen.

Prinzipiell ist die Effektivität der Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen abhängig von der Ausbildung und individuellen Erfahrung. Die Absolvierung qualitativer praxisorientierter Trainingseinheiten und regelmäßige Auffrischungen können zu einer Verbesserung der technisch-manuellen Fertigkeiten beitragen. So konnte in einer Studie gezeigt werden, dass die Beatmungsmaskenleckage an einem Neugeborenen-Simulator durch Absolvierung einer Trainingseinheit von 71% auf 10% gesenkt werden konnte; dieser Effekt ließ sich auch im Rahmen einer Reevaluierung nach drei Wochen mit einer weiterhin signifikant gegenüber dem Ausgangswert reduzierten Beatmungsmaskenleckage von 15% nachweisen. (34)

Generell sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich im Rahmen eines Simulationstrainings, wie auch in unserer Studie, um eine andere Situation handelt als im Falle einer tatsächlichen (prä-)klinischen Akutsituation. Die TeilnehmerInnen zeigen in der Trainingssituation vermutlich ein geringeres Stresspotential als im realen Ernstfall und führen die Beatmungen an einem leckfreien System durch. Gerade der reduzierte Muskeltonus eines avitalen, reanimationspflichtigen Neugeborenen und die daraus häufig resultierende schwierige Beatmungsmaskenpositionierung können am Simulator nicht adäquat

wiedergegeben werden, was die im Vergleich zu tatsächlichen Messungen der Beatmungsmaskenleckage im klinischen Umfeld (33,35) niedrigeren Werte am Simulator erklärt.

#### **4.1 Limitationen**

Eine relevante Limitation dieser Studie ist, dass diese nur an einer Ortsstelle des Österreichischen Roten Kreuzes durchgeführt wurde. Ebenso ist die Fallzahl von 41 TeilnehmerInnen limitiert, auch wenn diese zwei Drittel der an der Ortsstelle tätigen RettungssanitäterInnen umfasst. An der eintägigen Fortbildungsveranstaltung konnten aufgrund der verfügbaren Ressourcen und individuellen Verfügbarkeiten nur 12 Personen teilnehmen.

Eine Möglichkeit zur besseren Generalisierbarkeit der Ergebnisse wäre es, die Studie an mehreren Ortsstellen und mit einer größeren TeilnehmerInnenzahl durchzuführen.

Aufgrund der freiwilligen Teilnahme an der Studie konnte der mögliche Einfluss von etwaigen Zusatzausbildungen, beruflichem Hintergrund und Erfahrung als RettungssanitäterIn nicht a priori berücksichtigt werden. Es lässt sich daher keine Aussage darüber treffen, ob bzw. inwieweit diese individuellen Faktoren der TeilnehmerInnen das Studienergebnis positiv oder negativ beeinflusst haben.

Eine weitere Limitation stellt die zeitliche Erfassung dieser Daten dar. Da nur ein Fortbildungstag mit unmittelbar anschließender Abschlussuntersuchung durchgeführt wurde, kann diese Studie lediglich den kurzzeitigen Lerneffekt der TeilnehmerInnen beschreiben. Um die Nachhaltigkeit des erworbenen theoretischen Wissens und der technisch-manuellen Fertigkeiten zur Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen belegen zu können, müssten mehrere Trainingseinheiten und deren Effekte über die Zeit untersucht werden. Dies ist insbesondere von Relevanz, da im Rahmen von simulationsbasierten Praxistrainings erworbenes Wissen und gewonnene Fertigkeiten innerhalb von drei bis 12 Monaten signifikant abnehmen. (36,37,38)

## **5 Schlussfolgerungen**

Das Wissen von RettungssanitäterInnen über die derzeit gültigen ERC-Empfehlungen zur Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen war in der vorliegenden Untersuchung moderat. Die Teilnahme an der beschriebenen eintägigen simulationsbasierten Fortbildungsveranstaltung führte zu einer signifikanten Zunahme des theoretischen Wissens. Durch das Praxistraining konnte keine weitere Verbesserung der bereits eingangs niedrigen Beatmungsmaskenleckage am Simulator erzielt werden. Es zeigte sich jedoch eine signifikante Reduktion des Anteils substantieller Beatmungsmaskenleckage nach Absolvierung des Trainings.

## Literaturverzeichnis

1. Stauber M, Weyerstahl T. Duale Reihe – Gynäkologie und Geburtshilfe. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2013.
2. Breckwoldt M, Kaufmann M, Pfeleiderer A. Gynäkologie und Geburtshilfe. 5. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2008.
3. Sadler TW. Medizinische Embryologie. 11. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2008.
4. Dudenhausen JW. Praktische Geburtshilfe. 21., erweiterte Auflage mit geburtshilflichen mit Geburtsanimationen online. 21th ed. Berlin: De Gruyter GmbH & Co.KG; 2011.
5. Huppelsberg J, Walter K. Kurzlehrbuch Physiologie. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2009.
6. Koletzko B. Kinder- und Jugendmedizin. 14. Auflage. Berlin: Springer-Verlag; 2013.
7. Petru E. Geburtshilfe – Zellbiologie, Histologie, Embryologie, Pathologie. 7. Auflage. Servicebetrieb ÖH-Uni Graz GmbH; 2013.
8. Gortner L, Meyer S, Sitzmann FC. Duale Reihe – Pädiatrie [Plus DVD mit Videofilmen]. 4., Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2012.

9. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlesberger B. Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen: Kapitel 7 der Leitlinien zur Reanimation 2015 des European Resuscitation Council. Notfallmed Rettungsmed. 2015;18:964-83.
10. Gortner L, Herting E. Surfactanttherapie des Atemnotsyndroms Frühgeborener (RDS). 2009. Verfügbar unter: [http://www.gnpi.de/leitlinien/aktuell/024-021\\_S2\\_Surfactanttherapie\\_des\\_Atemnotsyndroms\\_Fruehgeborener\\_\\_RDS\\_\\_02-2009\\_02-2014.pdf](http://www.gnpi.de/leitlinien/aktuell/024-021_S2_Surfactanttherapie_des_Atemnotsyndroms_Fruehgeborener__RDS__02-2009_02-2014.pdf)
11. Silwedel C, Speer CP, Glaser K. Ureaplasma-associated prenatal, perinatal, and neonatal morbidities. Expert Rev Clin Immunol. 2017;13(11):1073-87.
12. Apgar V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant. Originally published in July 1953, volume 32, pages 250-259. Anesthesia and analgesia. 2015;120(5):1056-9.
13. Flemmer AW, Maier RF, Hummler H. Behandlung der neonatalen Asphyxie unter besonderer Berücksichtigung der therapeutischen Hypothermie. 2013. Verfügbar unter: [http://www.gnpi.de/leitlinien/aktuell/024-023I\\_S2k\\_Behandlung\\_der\\_neonatalen\\_Aphyxie\\_unter\\_besonderer\\_Beruecksichtigung\\_der\\_therapeutischen\\_Hypothermie\\_2013-06.pdf](http://www.gnpi.de/leitlinien/aktuell/024-023I_S2k_Behandlung_der_neonatalen_Aphyxie_unter_besonderer_Beruecksichtigung_der_therapeutischen_Hypothermie_2013-06.pdf)
14. American Academy of Pediatrics, Committee on Fetus and Newborn, American College of Obstetricians and Gynecologists Committee on Obstetric Practice. The Apgar score. Pediatrics. 2015;136(4):819-22.
15. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Associated clinical events. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995;149(1):20-5.

16. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1177-81.
17. Hansmann G, Humpl T, Zimmerman A. Neonatal-emergencies: basics in cardiopulmonary resuscitation. *Z Geburtshilfe Neonatol*. 2004;208(2):43-56.
18. Zaichkin J, Kattwinkel J, McGowan J. Textbook of neonatal resuscitation. 6th ed. Elk Grove Village, IL: American Heart Association; American Academy of Pediatrics; 2011.
19. Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics*. 2010;125(6):e1340-7.
20. Menegazzi JJ, Auble TE, Nicklas KA, Hosack GM, Rack L, Goode JS. Two-thumb versus two-finger chest compression during CRP in a swine infant model of cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1993;22(2):240-3.
21. Ellemunter H, Simma B, Trawoger R, Maurer H. Intraosseous lines in preterm and full term neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;80(1):F74-5.
22. Snowden JM, Tilden EL, Snyder J, Quigley B, Caughey AB, Cheng YW. Planned Out-of-Hospital Birth and Birth Outcomes. *N Engl J Med*. 2015;373(27):2642-53.
23. Gunnarsson B, Fasting S, Skogvoll E, Smáráson AK, Salvesen KÅ. Why babies die in unplanned out-of-institution births: an enquiry into perinatal deaths in Norway 1999-2013. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2017;96(3):326-33.
24. Gunnarsson B, Smáráson AK, Skogvoll E, Fasting S. Characteristics and outcome of unplanned out-of-institution births in Norway from 1999 to 2013: a cross-sectional study. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2014;93(10):1003-10.

25. Ilgen JS, Sherbino J, Cook DA. Technology-enhanced simulation in emergency medicine: a systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med.* 2013;20(2):117-27.
26. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* 2013;84(9):1174-83.
27. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2014;42(1):169-78.
28. Cheng A, Lang TR, Starr SR, Pusic M, Cook DA. Technology-enhanced simulation and pediatric education: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2014;133(5):e1313-23.
29. Miledler LP, Urlesberger B, Szyld EG, Roehr CC, Schmölzer GM. Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials. *Klin Padiatr.* 2014;226(5):259-67.
30. Schmölzer GM, Roehr CC. Use of Respiratory Function Monitors during Simulated Neonatal Resuscitation: Atemfunktionsmonitor während neonatalen Simulationstrainings. *Klin Padiatr* 2011;223(5):261-6.
31. Wood FE, Morley CJ, Dawson JA, Davis PG. A respiratory function monitor improves mask ventilation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2008;93(5):F380-1.
32. van Vonderen JJ, Witlox RS, Kraaij S, te Pas AB. Two-minute training for improving neonatal bag and mask ventilation. *PLoS One.* 2014;9(10):e109049.

33. Schmölzer GM, Dawson JA, Kamlin CO, O'Donnell CP, Morley CJ, Davis PG. Airway obstruction and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2011;96(4):F254-7.
34. Schilleman K, Witlox RS, Lopriore E, Morley CJ, Walther FJ, te Pas AB. Leak and obstruction with mask ventilation during simulated neonatal resuscitation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2010; 95(6):F398-402.
35. Kaufman J, Schmölzer GM, Kamlin CO, Davis PG. Mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2013;98(5):F405-10.
36. van de Ven J, Fransen AF, Schuit E, van Runnard Heimel PJ, Mol BW, Oei SG. Does the effect of one-day simulation team training in obstetric emergencies decline within one year? A post-hoc analysis of a multicentre cluster randomised controlled trial. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2017;216:79-84.
37. Patel J, Posencheg M, Ades A. Proficiency and retention of neonatal resuscitation skills by pediatric residents. *Pediatrics.* 2012;130(3):515-21.
38. Yang CW, Yen ZS, McGowan JE, et al. A systematic review of retention of adult advanced life support knowledge and skills in healthcare providers. *Resuscitation.* 2012;83(9):1055-60.



**Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) 2015**

**Jeweils eine Antwortmöglichkeit ist korrekt („Single Choice“):**

---

- 1) Wie viele trainierte professionelle Helfer sollten idealerweise bei einer Hausgeburt anwesend sein?**
- Mindestens einer
  - Zwei, wovon mindestens einer der beiden Helfer in der Durchführung von Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen bei Neugeborenen gut trainiert sein muss
  - Drei, wovon mindestens ein Helfer in der Durchführung von Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen bei Neugeborenen gut trainiert sein muss
  - Keiner
- 2) Worauf soll in der Vorbereitung der Versorgung eines kritisch kranken Neugeborenen geachtet werden?**
- Warme, gut beleuchtete und zugluftfreie Umgebung
  - Gut beleuchtete Umgebung, offene Fenster die für Frischluftzufuhr sorgen
  - Warme, gut beleuchtete Umgebung und offene Fenster, die für die Frischluftzufuhr sorgen
  - Frischluftzufuhr und, wenn möglich, therapeutische Hypothermie
- 3) Welche Mindestausstattung ist für eine Geburt außerhalb der üblichen Entbindungsbereiche empfohlen?**
- Hilfsmittel zur sicheren, assistierten Beatmung in der passenden Größe für Neugeborene
  - Defibrillator
  - Ultraschallgerät
  - CTG-Gerät (Cardio-Tokographie) zur Aufzeichnung der kindlichen Herzaktion und Wehentätigkeit

- 4) **Wann sollen unbeeinträchtigte Neugeborene, die keine Reanimationsmaßnahmen benötigen, abgenabelt werden?**
- Sofort
  - Frühestens nach 1 Minute
  - Frühestens nach 3 Minuten
  - Frühestens nach 5 Minuten
- 5) **Welche Raumtemperatur ist für die Versorgung von Neugeborenen empfohlen?**
- 20 – 23 °C
  - 23 – 25 °C
  - 25 – 28 °C
  - Mehr als 28 °C
- 6) **Welche drei Parameter sollen in der Initialbeurteilung von Neugeborenen simultan erfasst werden?**
- Atmung, Herzfrequenz, Reflexe
  - Atmung, Herzfrequenz, Muskeltonus
  - Atmung, Herzfrequenz, Hautkolorit
  - Atmung, Hautkolorit, Muskeltonus
- 7) **Was benötigen Neugeborene mit insuffizienter oder fehlender Spontanatmung, normalem bis reduziertem Muskeltonus und einer Herzfrequenz unter 100/Min. meist?**
- Neugeborenes abtrocknen und in warme Tücher wickeln, keine weiteren Maßnahmen
  - Neugeborenes abtrocknen und in warme Tücher wickeln, Maskenbeatmung
  - Neugeborenes abtrocknen und in warme Tücher wickeln, Maskenbeatmung und Thoraxkompressionen
  - Neugeborenes abtrocknen und in warme Tücher wickeln, Medikamentengabe

**8) Welche Schritte sind bei Neugeborenen mit Schnappatmung oder keiner Atmung zuerst zu setzen?**

- Beginn mit Thoraxkompressionen
- Kopf überstrecken und Durchführung der Beatmungen
- Öffnen der Atemwege und Durchführung von 5 initialen Beatmungen
- Sofortige Intubation

**9) Wann sollen Neugeborene oropharyngeal abgesaugt werden?**

- Immer
- Nur wenn die Atemwege verlegt sind
- Neugeborene werden ausschließlich nasopharyngeal abgesaugt
- Nur wenn das Neugeborene kardiopulmonal reanimiert werden muss

**10) Wie sollen die initialen fünf Beatmungen bei ateminsuffizienten oder apnoeischen Neugeborenen durchgeführt werden?**

- Der Inspirationsdruck soll über 2 – 3 Sekunden pro Beatmung konstant gehalten werden
- Der Inspirationsdruck soll während der Initialbeatmungen gesteigert werden
- Der Expirationsdruck soll über 2 – 3 Sekunden pro Beatmung konstant gehalten werden
- Es sollte möglichst mit dem gesamten Beutelvolumen beatmet werden

**11) Welche Maßnahmen sind für den Fall fehlender Brustkorbhebung unter Beutel-Masken-Beatmung zu treffen?**

- Intubation
- Auskultation: Pneumothorax?
- Repositionierung des Kopfes, 2-Hände-Esmarch-Handgriff und Atemwegshilfe erwägen, Wiederholen der initialen Beatmungen
- Kontrollieren und sichergehen, dass der Kopf gut überstreckt ist und Wiederholung der initialen Beatmungen

**12) Mit welcher Sauerstoffkonzentration soll die Beatmung von reifen Neugeborenen begonnen werden?**

- 0%
- 21 %
- 79 %
- 100 %

**13) Bis zu welcher Lebensminute soll die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung bei Neugeborenen nach der Geburt 90% erreichen?**

- 1 Minute
- 3 Minuten
- 5 Minuten
- 10 Minuten

**14) Was muss im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen sichergestellt sein, damit die Unterstützung des Kreislaufs durch Thoraxkompressionen wirksam ist?**

- Dass die Temperatur im Versorgungsraum / Rettungstransportwagen 25 – 28 °C hat
- Dass die Herzfrequenz unter 100 / Minute ist
- Dass die Lunge zuvor erfolgreich belüftet wurde
- Dass ein Defibrillator vorhanden ist

**15) Wann ist der Beginn mit Thoraxkompressionen im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen indiziert?**

- Bei jeder Reanimation von Neugeborenen
- Wenn keine Herzfrequenz feststellbar ist
- Wenn nach suffizienter Lungenbelüftung keine Herzfrequenz feststellbar oder unter 60 / Minute ist
- Wenn die Beatmung nicht suffizient ist

**16) In welchem Verhältnis sollen Thoraxkompressionen und Beatmungen im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen erfolgen?**

- 3:1
- 5:2
- 15:2
- 30:2

**17) Mit welcher Frequenz sollen die Thoraxkompressionen im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen ausgeführt werden?**

- 90 / Minute
- 100 / Minute
- 120 / Minute
- 160 / Minute

**18) Welche Kompressionstiefe und welche Technik sind für die Durchführung von Thoraxkompressionen im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen empfohlen?**

- Kompressionstiefe: die Hälfte des Brustkorbdurchmessers, Technik: 2-Finger-Technik
- Kompressionstiefe: ein Drittel des Brustkorbdurchmessers, Technik: 2-Daumen-Technik
- Kompressionstiefe: ein Viertel des Brustkorbdurchmessers, Technik: 2-Daumen-Technik
- Kompressionstiefe: ein Drittel des Brustkorbdurchmessers, Technik: 2-Finger-Technik

**19) In welchen Abständen soll unter laufender Reanimation mit Thoraxkompressionen und Beatmungen die Herzfrequenz des Neugeborenen überprüft werden?**

- Alle 30 Sekunden
- Jede Minute
- Alle 2 Minuten
- Sobald mit der Durchführung von Beatmungen und Thoraxkompressionen begonnen wurde, muss die Herzfrequenz nicht mehr neu beurteilt werden

**20) In welchem Fall soll im Rahmen der Reanimation von Neugeborenen die Gabe von Medikamenten erwogen werden?**

- Die Gabe von Medikamenten sollte bei jeder Reanimation von Neugeborenen in Erwägung gezogen werden
- Wenn die Herzfrequenz trotz suffizienter Beatmung und schließlich Thoraxkompressionen und Beatmungen im Wechsel unter 60 / Minute bleibt
- Wenn die Herzfrequenz trotz suffizienter Beatmung und schließlich Thoraxkompressionen und Beatmungen im Wechsel unter 100 / Minute bleibt
- Sobald der Notarzt eintrifft