

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführende Direktorin: Prof. Dr. Stefanie Weber

Auswirkung fallbasierter Simulationstrainings auf das Atemwegsmanagement bei simulierten pädiatrischen Reanimationen an hessischen Kinderkliniken

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von Carolin Deirdre Donath
aus Gifhorn/Niedersachsen

Marburg, 2023

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

am: **26.07.2023**

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs

Dekanin: Prof. Dr. D. Hilfiker-Kleiner

Referent: PD Dr. A. Leonhardt

Korreferentin: PD Dr. C.-B. Rolfes

Vorwort

Im folgenden Text wird der Übersichtlichkeit halber das Feminin benutzt, wann immer kein neutraler Begriff zur Verfügung steht, da es sich bei der Mehrheit des Studienkollektivs um Frauen handelte. Lediglich dann, wenn ein Teil der Stichprobe ausschließlich aus Männern besteht, wird das Maskulin verwendet.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	10
Abbildungsverzeichnis.....	12
Tabellenverzeichnis.....	13
1 Einleitung.....	17
2 Hinführung zum Thema.....	18
2.1 Epidemiologie pädiatrischer Reanimationen.....	18
2.1.1 Prävalenz.....	18
2.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren.....	18
2.1.3 Prognose.....	19
2.2 Atemwegsmanagement.....	20
2.2.1 Innerklinisch.....	20
2.2.2 Außerklinisch.....	21
2.3 Leitlinie Kinderreanimation.....	22
2.3.1 Allgemeines zur Leitlinie.....	22
2.3.2 Das kritisch kranke Kind.....	22
2.3.3 Kardiopulmonale Reanimation bei Kindern.....	23
2.3.4 Erweitertes Atemwegsmanagement im Rahmen der Reanimation.....	24
2.4 Leitlinienadhärenz.....	24
2.5 Simulationstraining.....	25
2.5.1 Grundlagen.....	25
2.5.2 Arten von Simulationstraining.....	26
2.5.3 Simulationstraining in der Pädiatrie.....	27
2.5.4 Vorteile und Limitationen von Simulationstrainings.....	27
2.6 Fragestellung.....	28
3 Material und Methoden.....	30
3.1 Beschreibung der Studie.....	30

3.2	Stichprobe	30
3.2.1	Rekrutierung der Kliniken.....	30
3.2.2	Teilnehmerkollektiv.....	31
3.3	Die Simulationstrainings.....	32
3.3.1	Übersicht	32
3.3.2	Qualifikation der InstruktorInnen	32
3.3.3	Equipment	33
3.3.4	Trainingstag 1	33
3.3.5	Trainingstag 2	34
3.4	Untersuchungsdurchführung	35
3.4.1	Teamzusammenstellung	35
3.4.2	Ablauf der Studienszenarien	35
3.4.3	Lernziele	36
3.4.4	Prä- und Posttestszenarium	37
3.5	Untersuchungsinstrumente	37
3.5.1	Performance Evaluationscheckliste (PEC).....	37
3.5.1.1	Allgemeines, Entwicklung.....	37
3.5.1.2	Erläuterung der PEC	38
3.5.2	Fragebögen.....	39
3.6	Videoauswertung	40
3.6.1	Randomisierung	40
3.6.2	Beobachtertraining.....	40
3.6.3	Anwenderhandbuch	41
3.7	Statistik.....	43
3.7.1	Deskriptive Statistik.....	43
3.7.2	Prä- und Posttest.....	44
3.7.3	Zusammenhang mit Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation	44
4	Ergebnisse	45

4.1	Zusammensetzung der Stichprobe.....	45
4.1.1	Ausschlussquote Kliniken und Studienteilnehmende.....	45
4.1.2	Ausschlussquote Studienvideos	45
4.1.3	Ausschluss Studienvideos für Einzelitemanalysen	45
4.2	Stichprobenbeschreibung	46
4.2.1	Teilnehmerkollektiv.....	46
4.2.2	Geschlechterverteilung	46
4.2.3	Erfahrung mit pädiatrischen Reanimationen	47
4.2.4	Erfahrung mit der Ventilation in pädiatrischen Notfallsituationen	47
4.2.5	Bisherige Teilnahme an Reanimationstrainings	47
4.3	Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation	47
4.4	Auswertung der PEC.....	48
4.4.1	Ergebnisse zu Hypothese 1: Evaluation der Atmung	48
4.4.1.1	Atemwegsevaluation.....	48
4.4.1.2	Prüfung der Sauerstoffsättigung	48
4.4.1.3	Prüfung der Atemfrequenz	48
4.4.1.4	Auskultation	48
4.4.1.5	Re-Evaluation der Atmung	48
4.4.2	Ergebnisse zu Hypothese 2: Apnoe erkennen und behandeln	49
4.4.2.1	Feststellung der Apnoe	49
4.4.2.2	Öffnen der Atemwege.....	49
4.4.2.3	Beginn der Beatmung.....	49
4.4.2.4	Beatmendes Teammitglied	49
4.4.2.5	Beatmungsequipment.....	49
4.4.2.6	Adäquates Beatmungsequipment.....	50
4.4.2.7	Prüfung der Effektivität.....	50
4.4.2.8	Optimierung der Beatmung	50
4.4.2.9	Art der Beatmungsoptimierung	51

4.4.3	Ergebnisse zu Hypothese 3: Atemwegsmanagement unter Reanimation.....	51
4.4.3.1	Wechsel der Beatmungsart	51
4.4.3.2	Gründe für den Wechsel der Beatmungsart	51
4.4.3.3	Initiation des Beatmungswechsels	51
4.4.3.4	Art der definitiven Atemwegsversorgung	51
4.4.3.5	Intubationsversuch.....	52
4.4.3.6	Anzahl der Versuche.....	52
4.4.3.7	Involvierte Personen	53
4.4.3.8	Intubationsvorbereitung	53
4.4.3.9	Intubationsequipment	53
4.4.3.10	Tubusfixierung.....	53
4.4.3.11	Prüfung der Tubuslage	53
4.4.3.12	Endtidale Kohlenstoffdioxid-Messung	53
4.4.3.13	Zeitpunkt der Lagekontrolle	54
4.4.4	Ergebnisse zu Hypothese 4: weitere Reanimationsmaßnahmen.....	54
4.4.4.1	Herzdruckmassage während der Intubation.....	54
4.4.4.2	Herzdruckmassage nach erfolgter Intubation.....	54
4.4.4.3	Verzögerung anderer Maßnahmen.....	54
4.4.5	Ergebnisse zu Hypothese 5: Einfluss einer PICU	55
4.4.5.1	Auswertung PICU vs. keine PICU	55
4.4.5.2	PICU vs. keine PICU im Prätest-Posttest-Vergleich	55
4.4.6	Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen	56
4.4.6.1	Apnoe	56
4.4.6.2	Beatmungsbeginn.....	56
4.4.6.3	Beatmungswechsel.....	57
4.4.6.4	Dauer des 1. Intubationsversuchs	57
4.4.6.5	Dauer des 2. Intubationsversuchs	57
4.4.6.6	Weitere Intubationsversuche.....	57

4.4.6.7	Dauer des gesamten Intubationsvorgangs.....	57
4.4.6.8	Zeit bis zum 1. Intubationsversuch	57
4.4.7	Auswertung der übrigen Items.....	58
4.4.7.1	Ausrüstung	58
4.4.7.2	Monitoring anschließen	58
4.4.7.3	Prüfung des Kreislaufs.....	58
4.4.7.4	Prüfung des Bewusstseins.....	59
4.4.7.5	Beginn einer Sauerstoffgabe	59
4.4.7.6	Art der Sauerstoffzufuhr	59
4.4.8	Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse.....	60
5	Diskussion.....	61
5.1	Überblick	61
5.2	Evaluation der Atmung beim kritisch kranken Kind.....	62
5.3	Erkennen der Apnoe und Initialbeatmung.....	63
5.4	Atemwegsmanagement unter Reanimation.....	65
5.5	Durchführung weiterer PALS-Maßnahmen.....	69
5.6	Einfluss des Vorhandenseins einer pädiatrischen Intensivstation.....	71
6	Fazit	75
7	Limitationen	77
8	Zusammenfassung.....	78
9	Summary	80
	Literaturverzeichnis.....	82
	Anhang	87
I.	Szenarien	87
II.	PEC	91
III.	Fragebögen	92
IV.	Anwenderhandbuch	95
V.	Statistik	102

Verzeichnis der akademischen Lehrer	131
Danksagung	132
Ehrenwörtliche Erklärung.....	133

Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
ALS	Advanced Life Support, Erweiterte Lebensrettende Maßnahmen
AVPU	Skala zur Beurteilung des kindlichen Bewusstseinszustandes
AW	Atemweg
AWM	Atemwegsmanagement
BLS	Basic Life Support; Lebensrettende Basismaßnahmen
bzw	beziehungsweise
CC	Chest compressions; Thoraxkompressionen
cm	Zentimeter
CRM	Crew Resource Management
EKG	Elektrokardiogramm
EMS	Emergency Medical Service
EPALS	European Pediatric Advanced Life Support, europäische Empfehlungen zu erweiterten lebensrettenden Maßnahmen bei Kindern
ERC	European Resuscitation Council; Europäischer Rat für Wiederbelebung
etCO ₂	Kohlenstoffdioxid
ETT	Endotrachealtubus
GCS	Glasgow Coma Scale, Skala zur Beurteilung des Bewusstseinszustandes
GRC	German Resuscitation Council
HDM	Herzdruckmassage
HMSI	Hessisches Ministerium für Soziales und Integration
IHCA	in-hospital cardiac arrest; Herz-Kreislaufstillstand, der innerhalb eines Krankenhauses auftritt
i.o.	intraossär
i.v.	intravenös
k.A.	keine Angabe
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
LAMA	Larynxmaske
LL	Leitlinie
MBB	Masken-Beutel-Beatmung

mg	Milligramm
µg	Microgramm
min	Minute
mind	mindestens
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule, Maßeinheit für Blutdruck
NLS	Newborn Life Support, lebensrettende Sofortmaßnahmen beim Neugeborenen
n.s.	nicht signifikant
OHCA	Out-of-hospital cardiac arrest; Herz-Kreislaufstillstand, der außerhalb eines Krankenhauses auftritt
PALS	Pediatric Advanced Life Support; Erweiterte Lebensrettende Maßnahmen beim Kind
PAT	Pädiatisches Beurteilungsdreieck / Pediatric Assessment Triangle
PEA	Pulslose elektrische Aktivität
PEC	Performance Evaluationscheckliste
Pers	Person(en)
PICU	Pediatric Intensive Care Unit, Kinderintensivstation
RKZ	Kapillarfüllungszeit
ROSC	Return of spontaneous circulation; Wiederkehr des Spontankreislaufes
RR	Blutdruck
SD	standard deviation, Standardabweichung
sek	Sekunde
SIDS	Sudden infant death syndrome; plötzlicher Säuglingstod
Tab.	Tabelle
TN	Teilnehmerin
Vgl.	Vergleiche
vs.	versus

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Rekrutierung der Kliniken	31
Abb. 2 Ablauf des Simulationstrainings	34
Abb. 3 Ablauf der Studienszenarien.....	35
Abb. 4 Auswertungsablauf	44
Abb. 5 Teilnehmerkollektiv	46
Abb. 6 Auswahl des Beatmungsequipments.....	50
Abb. 7 Endgültige AW-Versorgung Prätest	52
Abb. 8 Endgültige AW-Versorgung Posttest	52
Abb. 9 Intubationsversuche	52
Abb. 10 HDM während Intubation Prätest	54
Abb. 11 HDM während Intubation Posttest.....	54
Abb. 12 Signifikante Unterschiede zwischen Kliniken mit und ohne PICU	55
Abb. 13 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen.....	58
Abb. 14 PEC-Atemwege.....	91
Abb. 15 Fragebogen vor dem Training.....	93
Abb. 16 Fragebogen nach dem Training	94
Abb. 17 Normo-Plot Dauer 1. Intubationsversuch Prätest	123
Abb. 18 Normo-Plot Dauer 2. Intubationsversuch Prätest	124
Abb. 19 Normo-Plot Dauer des gesamten Intubationsvorgangs Prätest.....	124
Abb. 20 Normo-Plot Zeit bis zum 1. Intubationsversuch Prätest.....	124
Abb. 21 Normo-Plot Zeit bis Beatmungswechsel Posttest.....	125
Abb. 22 Normo-Plot Dauer 1. Intubationsversuch Posttest.....	125
Abb. 23 Normo-Plot Dauer 2. Intubationsversuch Posttest.....	125
Abb. 24 Normo-Plot Zeit bis zum 1. Intubationsversuch Posttest	126

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Zentrale Ergebnisse	60
Tab. 2 ICC: Beobachtertraining Session 1.....	102
Tab. 3 ICC: Beobachtertraining Session 2.....	102
Tab. 4 Kreuztabelle Atemweg öffnen.....	102
Tab. 5 Chi-Quadrat-Test Atemweg öffnen	102
Tab. 6 Kreuztabelle Prüfung der Sauerstoffsättigung	103
Tab. 7 Chi-Quadrat-Test Prüfung der Sauerstoffsättigung.....	103
Tab. 8 Kreuztabelle Bestimmung der Atemfrequenz	103
Tab. 9 Chi-Quadrat-Test Bestimmung der Atemfrequenz	103
Tab. 10 Kreuztabelle Durchführung der Auskultation	104
Tab. 11 Chi-Quadrat-Test Durchführung der Auskultation.....	104
Tab. 12 Kreuztabelle Re-Evaluation der Atmung	104
Tab. 13 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation der Atmung.....	104
Tab. 14 Kreuztabelle Re-Evaluation der Atmung ja/nein.....	105
Tab. 15 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation der Atmung ja/nein	105
Tab. 16 Kreuztabelle Apnoe-feststellendes Teammitglied	105
Tab. 17 Chi-Quadrat-Test Apnoe-feststellendes Teammitglied.....	105
Tab. 18 Kreuztabelle Atemwege öffnen.....	106
Tab. 19 Chi-Quadrat-Test Atemwege öffnen	106
Tab. 20 Kreuztabelle Zeitpunkt Beatmungsbeginn	106
Tab. 21 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt Beatmungsbeginn.....	106
Tab. 22 Kreuztabelle beatmendes Teammitglied	107
Tab. 23 Chi-Quadrat-Test beatmendes Teammitglied.....	107
Tab. 24 Kreuztabelle Art der initialen Beatmung.....	107
Tab. 25 Chi-Quadrat-Test Art der initialen Beatmung	107
Tab. 26 Kreuztabelle Nutzung passendes Equipment.....	108
Tab. 27 Chi-Quadrat-Test Nutzung passendes Equipment	108
Tab. 28 Kreuztabelle Nutzung passendes Equipment ja/nein	108
Tab. 29 Chi-Quadrat-Test Nutzung passendes Equipment ja/nein.....	108
Tab. 30 Kreuztabelle Prüfung der Effektivität der Beatmung	109
Tab. 31 Chi-Quadrat-Test Prüfung der Effektivität der Beatmung	109
Tab. 32 Kreuztabelle Optimierung der Beatmung	109
Tab. 33 Chi-Quadrat-Test Optimierung der Beatmung.....	109
Tab. 34 Kreuztabelle Art der Beatmungsoptimierung	110

Tab. 35 Chi-Quadrat-Test Art der Beatmungsoptimierung.....	110
Tab. 36 Kreuztabelle Wechsel der Beatmungsart.....	110
Tab. 37 Chi-Quadrat-Test Wechsel der Beatmungsart	110
Tab. 38 Kreuztabelle Gründe für den Wechsel der Beatmungsart	111
Tab. 39 Chi-Quadrat-Test Gründe für den Wechsel der Beatmungsart.....	111
Tab. 40 Kreuztabelle den Wechsel initiiierendes Teammitglied.....	111
Tab. 41 Chi-Quadrat-Test den Wechsel initiiierendes Teammitglied	111
Tab. 42 Kreuztabelle Art der definitiven Atemwegsversorgung	112
Tab. 43 Chi-Quadrat-Test Art der definitiven Atemwegsversorgung	112
Tab. 44 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch erfolgt.....	112
Tab. 45 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch erfolgt	112
Tab. 46 Kreuztabelle Anzahl der Intubationsversuche	113
Tab. 47 Chi-Quadrat-Test Anzahl der Intubationsversuche	113
Tab. 48 Kreuztabelle Anzahl der involvierten Personen	113
Tab. 49 Chi-Quadrat-Test Anzahl der involvierten Personen.....	113
Tab. 50 Kreuztabelle Intubationsvorbereitung	114
Tab. 51 Kreuztabelle Intubationsequipment	114
Tab. 52 Chi-Quadrat-Test Intubationsequipment.....	114
Tab. 53 Kreuztabelle Tubusfixierung.....	114
Tab. 54 Chi-Quadrat-Test Tubusfixierung	115
Tab. 55 Kreuztabelle Überprüfung der korrekten Tubuslage	115
Tab. 56 Chi-Quadrat-Test Überprüfung der korrekten Tubuslage.....	115
Tab. 57 Kreuztabelle Endtidale Kohlenstoffdioxidmessung.....	115
Tab. 58 Chi-Quadrat-Test Endtidale Kohlenstoffdioxidmessung	116
Tab. 59 Kreuztabelle Zeitpunkt der Lagekontrolle	116
Tab. 60 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt der Lagekontrolle	116
Tab. 61 Kreuztabelle HDM während der Intubation.....	116
Tab. 62 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation	117
Tab. 63 Kreuztabelle HDM während der Intubation nicht oder nicht adäquat vs. adäquat.....	117
Tab. 64 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation nicht oder nicht adäquat vs. adäquat	117
Tab. 65 Kreuztabelle HDM nach erfolgter Intubation.....	117
Tab. 66 Chi-Quadrat-Test HDM nach erfolgter Intubation	118
Tab. 67 Kreuztabelle Verzögerung anderer Maßnahmen.....	118
Tab. 68 Chi-Quadrat -Test Verzögerung anderer Maßnahmen	118

Tab. 69 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch keine PICU (1) vs. PICU	118
Tab. 70 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch keine PICU (1) vs. PICU	119
Tab. 71 Kreuztabelle Anzahl Intubationsversuche keine PICU vs. PICU.....	119
Tab. 72 Chi-Quadrat-Test Anzahl Intubationsversuche keine PICU vs. PICU	119
Tab. 73 Kreuztabelle HDM während Intubation keine PICU vs. PICU	119
Tab. 74 Chi-Quadrat-Test HDM während Intubation keine PICU vs. PICU	120
Tab. 75 Kreuztabelle Re-Evaluation Atmung keine PICU (1/2)/PICU (3/4) im Prä-/Post-Vergleich	120
Tab. 76 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation Atmung keine PICU (1/2)/PICU (3/4) im Prä-/Post- Vergleich.....	120
Tab. 77 Kreuztabelle Auswahl Beatmungsequipment keine PICU/PICU im Prä-/Post-Vergleich	120
Tab. 78 Chi-Quadrat-Test Auswahl Beatmungsequipment keine PICU/PICU im Prä-/Post- Vergleich.....	121
Tab. 79 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich	121
Tab. 80 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch keine PICU vs. PICU im Prä-/Post- Vergleich.....	121
Tab. 81 Kreuztabelle Adäquates Intubationsequipment keine PICU vs. PICU im Prä-/Post- Vergleich.....	121
Tab. 82 Chi-Quadrat-Test Adäquates Intubationsequipment keine PICU vs. PICU im Prä-/Post- Vergleich.....	122
Tab. 83 Kreuztabelle HDM während der Intubation keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich	122
Tab. 84 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation keine PICU vs. PICU im Prä-/Post- Vergleich.....	122
Tab. 85 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen keine PICU (1) vs PICU (2) ...	123
Tab. 86 t-Test Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen keine PICU vs. PICU...	123
Tab. 87 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen	126
Tab. 88 t-Test für Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen	127
Tab. 89 Wilcoxon-Rangsummenstatistik für Dauer Intubation gesamt.....	127
Tab. 90 Mann-Whitney-U-Test für Dauer Intubation gesamt.....	127
Tab. 91 Kreuztabelle Monitoring etablieren	127
Tab. 92 Chi-Quadrat-Test Monitoring etablieren	128
Tab. 93 Kreuztabelle Überprüfen der Ausrüstung	128
Tab. 94 Chi-Quadrat-Test Überprüfen der Ausrüstung.....	128

Tab. 95 Kreuztabelle Prüfung des Kreislaufs	128
Tab. 96 Chi-Quadrat-Test Prüfung des Kreislaufs	129
Tab. 97 Kreuztabelle Prüfung des Bewusstseins.....	129
Tab. 98 Chi-Quadrat-Test Prüfung des Bewusstseins	129
Tab. 99 Kreuztabelle Zeitpunkt der Sauerstoffapplikation	129
Tab. 100 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt der Sauerstoffapplikation.....	130
Tab. 101 Kreuztabelle Art der Sauerstoffapplikation.....	130
Tab. 102 Chi-Quadrat-Test Art der Sauerstoffapplikation	130

1 Einleitung

Kinderreanimationen sind vor allem in Industrieländern seltene Ereignisse und trotz anhaltender Bestrebungen, die Versorgungsqualität zu verbessern, nach wie vor mit einer schlechten Prognose vergesellschaftet [25, 65, 68]. Für das beteiligte medizinische Personal ist es schwierig, eine ausreichende Routine in der Kinderreanimation zu erlangen. Da ein respiratorisches Versagen im Kindesalter in vielen Fällen dem Herz-Kreislauf-Stillstand voraus geht, haben Beatmung und Atemwegsmanagement einen besonderen Stellenwert in der Kinderreanimation [6, 41]. Die Annahme, dass die betroffenen Patienten von einer frühzeitigen Intubation während der Reanimation profitieren, konnte in den vergangenen Jahren nicht belegt werden [4, 35, 37]. Der Versuch einer invasiven Atemwegssicherung unter Reanimation birgt im Gegenteil die Gefahr, dass es zu vermehrten Unterbrechungen der Herzdruckmassage kommt, welche den Reanimationserfolg schmälern können [12, 18]. Außerdem besteht ein hohes Risiko einer Hyperventilation des Patienten bei asynchroner Reanimation [60, 73]. Deshalb wurde in der aktuellsten Version der Kinderreanimationsleitlinie des ERC hervorgehoben, dass, sofern unkompliziert durchführbar, die Masken-Beutel-Beatmung der frühen Intubation im Atemwegsmanagement unter Reanimation vorzuziehen ist. Dies gilt insbesondere für Teams, die nur wenig Erfahrung mit der pädiatrischen Notfallintubation haben. Stattdessen sollte ein erhöhtes Augenmerk auf die qualitativ hochwertige Durchführung der lebensrettenden Basismaßnahmen gelegt werden [89]. Simulationstrainings bieten die Möglichkeit diese Fertigkeiten zu erlernen, die Abläufe im kindlichen Notfallmanagement zu optimieren und die Teamarbeit zu verbessern und finden zunehmend Eingang in die Ausbildung von pädiatrisch oder notfallmedizinisch tätigen Ärztinnen und Pflegenden, sowie im Rettungsdienst [22, 28, 63].

Im Folgenden werden zunächst die Besonderheiten des kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstandes herausgestellt und der Status quo des Atemwegsmanagements bei pädiatrischen Notfällen beleuchtet. Anschließend werden die aktuellen Empfehlungen zur Kinderreanimation und deren Umsetzung in der täglichen Praxis beschrieben. Es wird ein Überblick über die gängigen Formen von Simulationstraining in der Pädiatrie gegeben und die Vorteile und Limitationen erörtert. Ziel der vorliegenden Studie ist es, das Atemwegsmanagement bei simulierten kindlichen Reanimationen durch professionelle Teams auszuwerten und mögliche positive Auswirkungen von Simulationstraining hierauf zu erfassen, da hier ein möglicher Ansatzpunkt zur Verbesserung der Reanimationsperformance liegt, welche maßgeblich die Überlebenschancen der Patienten beeinflusst.

2 Hinführung zum Thema

2.1 Epidemiologie pädiatrischer Reanimationen

2.1.1 Prävalenz

Kinderreanimationen sind in allen Industrieländern extrem seltene Ereignisse. Die geschätzte Inzidenz in Deutschland liegt bei 3000 bis 4000 Fällen im Jahr bei einer Zahl von etwa 13 Millionen Kindern unter 18 Jahren, die in Deutschland leben [29]. Da diesbezüglich allerdings bislang nur limitierte Daten erfasst werden, basiert diese Zahl vor allem auf Hochrechnungen. Mehr Daten zur Inzidenz, Ätiologie und Prognose des pädiatrischen Herz-Kreislauf-Stillstandes liegen zum Beispiel aus den USA vor, wo Reanimationsdaten zu einem höheren Prozentsatz in zentralen Registern erfasst werden. Dort liegt die geschätzte Inzidenz zwischen 15 000 und 20 000 [65, 72]. Bei etwa einem Viertel davon, handelt es sich um Ereignisse, die außerhalb einer Klinik auftreten, die Mehrzahl der pädiatrischen Herz-Kreislauf-Stillstände ereignet sich bei bereits hospitalisierten Patienten [64]. Jedoch sind auch hier die Daten unvollständig und werden am häufigsten von großen Krankenhäusern oder Emergency Medical Services (EMS) im städtischen Raum eingespeist. In Europa gibt es eine Vielzahl nationaler und internationaler Register, in die Kliniken und Rettungsdienste freiwillig Daten eingeben können. Dies erfolgt leider bisher nicht flächendeckend, es bestehen derzeit aber Bestrebungen, die Erfassung pädiatrischer Reanimationsdaten zu vereinheitlichen [15].

Für Deutschland wird angenommen, dass ein Notarzt etwa alle 9 Jahre in eine Kinderreanimation involviert ist und selbst in spezialisierten Kinderkliniken die Häufigkeit von Reanimationsereignissen unter 1 im Monat liegt [29]. Etwas häufiger sind Reanimationen bei Neugeborenen mit einer Häufigkeit von 2 Ereignissen auf 1000 Geburten [13].

2.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren

Der kindliche Herz-Kreislauf-Stillstand betrifft vor allem Säuglinge und Kleinkinder, wobei das durchschnittliche Alter bei Patienten, die den Herz-Kreislauf-Stillstand außerhalb des Krankenhauses erleiden (Out-of-hospital cardiac arrest; OHCA) mit durchschnittlich fast 3 Jahren höher liegt, als bei im Krankenhaus reanimierten Kindern (in-hospital cardiac arrest; IHCA), die im Mittel 0,9 Jahre alt sind [64]. Die Mehrzahl der OHCA-Ereignisse tritt im privaten Raum, wie zum Beispiel dem elterlichen Haushalt, auf und die Ursachen sind vielfältig [6, 41]. Bei über 70% der Patienten liegt aber eine respiratorische Ursache vor. Respiratorische Infekte, Ertrinkungsunfälle oder Fremdkörperverletzung der Atemwege sind mögliche Gründe für einen plötzlichen Atemstillstand, welcher unbehandelt ein Herz-Kreislauf-Versagen nach

sich zieht. Darüber hinaus zählen SIDS (sudden infant death syndrome, plötzlicher Säuglingstod) und die Ingestion von Medikamenten oder Drogen, akzidentell oder in suizidaler Absicht, zu den häufigeren Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes bei pädiatrischen Patienten [6, 61, 65]. Bei älteren Kindern und Jugendlichen ist ein Herz-Kreislauf-Stillstand am häufigsten traumatisch bedingt [41]. Zwischen 40 und 50% der Kinder, die außerhalb des Krankenhauses reanimationsbedürftig werden, haben eine vorbestehende chronische gesundheitliche Einschränkung. Am häufigsten handelte es sich dabei um chronische Lungenerkrankungen, neurologische Erkrankungen oder (angeborene) Herzfehler [54, 61].

Innerklinisch treten die meisten Reanimationsereignisse bei Patienten auf, die bereits auf der Intensivstation liegen. Im Vergleich zu Patienten mit OHCA besteht deutlich häufiger eine chronische Vorerkrankung. Bei fast 90% der IHCA-Patienten liegt eine solche vor. Es handelt sich hierbei am häufigsten um angeborene Herzfehler, pulmonale, neurologische, gastrointestinale, hämatonkologische und nephrologische Erkrankungen. Erworbene Herzfehler, endokrinologische Erkrankungen und Stoffwechseldefekte sind seltener. Defibrillierbare Rhythmen treten in dieser Patientengruppe aufgrund der erhöhten Prävalenz kardialer Vorerkrankungen häufiger auf [61, 64, 65].

Bei bis zu 90% aller Kinder, die reanimiert werden, zeigt das erste abgeleitete EKG einen nicht-schockbarer Rhythmus (pulslose elektrische Aktivität (PEA), Bradykardie, Asystolie) [65].

2.1.3 Prognose

Die Prognose für das Überleben mit geringfügiger oder keiner neurologischen Beeinträchtigung nach einem Reanimationsereignis im Kindesalter hat sich zwar in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert, ist aber nach wie vor schlecht [54, 60, 65]. Die Überlebensraten nach OHCA variieren in verschiedenen Studien deutlich, vor allem abhängig von der untersuchten Region, und werden aktuell für Industrieländer mit 17%- 40% angegeben [54, 64, 68]. Die Wahrscheinlichkeit für ein Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus ist nach innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand nur wenig besser und liegt bei 40-50% [64].

Neurologische Beeinträchtigungen sind trotz verbesserter Reanimationsabläufe und Bemühungen, die Post-Resuscitation-Care zu optimieren, häufig. Etwa ein Viertel der Patienten leidet nach überlebtem Herz-Kreislauf-Stillstand unter deutlichen neurologischen Einschränkungen und selbst bei den Patienten, deren neurologische Scores als günstig bewertet werden, besteht oft eine Verschlechterung gegenüber dem Ausgangszustand [25,

68]. Der neurologische Status wird nur bei 44% der IHCA- und 24% der OHCA-Patienten als unverändert zum Ausgangswert eingeschätzt [64].

Patienten, bei denen initial ein schockbarer Rhythmus vorliegt, sowie ältere Kinder scheinen eine etwas bessere Prognose zu haben [41]. Darüber hinaus hängt die Prognose stark von der Qualität der lebenserhaltenden Maßnahmen, der Dauer der Reanimation und der Qualität der klinischen Versorgung nach Wiederkehr des Spontankreislaufs (ROSC) ab [64, 65]. Eine frühzeitige Atemwegssicherung scheint dabei die Prognose nicht wesentlich zu beeinflussen [35, 37]. Längere Unterbrechungen der Thoraxkompression führen allerdings zu einer Abnahme der Überlebenschancen [18, 72].

2.2 Atemwegsmanagement

2.2.1 Innerklinisch

Aufgrund der Ätiologie des kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstandes hat die Sicherung des Atemweges traditionell einen hohen Stellenwert [4, 37]. Insbesondere im Krankenhaus, wo in der Atemwegssicherung geschultes Personal leicht verfügbar ist, wird der endotrachealen Intubation in der Reanimationssituation nach wie vor ein hoher Stellenwert beigemessen. Ein nicht unwesentlicher Teil der pädiatrischen Patienten, die einen IHCA erleiden, ist zum Zeitpunkt des Herz-Kreislauf-Stillstandes bereits intubiert und wird maschinell beatmet [37]. Daten aus retrospektiven Analysen zeigen, dass von den Patienten, die zum Zeitpunkt des Herz-Kreislauf-Stillstandes noch spontan atmend waren, fast 70% der Patienten unter Reanimation intubiert wurden. Die Intubation erfolgte dann in den meisten Fällen bereits in den ersten 5 Minuten der Reanimation [4]. Obwohl die Vorstellung, durch einen sicheren Atemweg eine Verbesserung der Ventilation zu erreichen, weit verbreitet ist, konnte bisher in keiner der durchgeführten Studien eine Verbesserung des Reanimationsergebnisses durch eine frühzeitige Intubation belegt werden. Tatsächlich scheint das Gegenteil der Fall zu sein [4, 37]. Trotz pädiatrischer und intensivmedizinischer Expertise sind Fehlintubationen und die Notwendigkeit multipler Intubationsversuche nicht selten und führen zu Unterbrechungen im Reanimationsablauf und der Ventilation [23]. Die Gabe von Adrenalin und die Defibrillation können durch einen zu starken Fokus auf die Atemwegssicherung verzögert werden, was zu einer Verschlechterung der Überlebensraten führt [3]. Außerdem können nach Intubation des Patienten deutlich erhöhte Beatmungsfrequenzen beobachtet werden, welche eine Hyperventilation zur Folge haben und eine Verschlechterung des venösen Rückstroms zum Herzen und eine Verminderung der Koronarperfusion bedingen [60].

2.2.2 Außerklinisch

Im außerklinischen Setting ist fehlende Expertise in der Sicherung des kindlichen Atemweges ein verbreitetes Problem [39]. Fehlintubationen, Tubusdislokationen, Komplikationen bei der Intubation und inadäquate Beatmung treten in diesem Umfeld noch häufiger auf als in der Klinik [35, 39, 75]. Notärztinnen und rettungsdienstliches Personal können mehrheitlich nur auf begrenzte Erfahrungen im Bereich der Versorgung kritisch kranker Kinder zurückgreifen [39]. Korrekt durchgeführte Masken-Beutel-Beatmung ist nach aktuell gültigen Leitlinien als mindestens gleichwertige Option zu einer Intubation unter Reanimation anzusehen [89] und wird entsprechend in der Ausbildung des im prä-hospitalen Sektor tätigen Personals eingehend gelehrt. Dennoch wird auch diese bei weitem nicht immer korrekt und mit adäquatem und funktionstüchtigem Equipment durchgeführt [39, 53]. Die falsche Größe von Maske und Beutel, zu große oder zu kleine Endotrachealtuben oder aufgrund unregelmäßiger Nutzung abgelaufenes oder defektes Equipment führen zu inadäquatem Atemwegsmanagement [53].

Auch für in der Intubation von Kindern erfahrene Ärztinnen stellt das ungewohnte und nur zum Teil kontrollierbare Arbeitsumfeld außerhalb des Krankenhauses eine besondere Herausforderung dar, die die Komplikationsrate erhöht [39]. Vor allem ösophageale Intubation, Aspiration, Trauma der Atemwege und, bei noch vitalen Patienten, arterielle Hypotension und Bradykardie werden als häufige Komplikationen aufgeführt. Vor allem in der Subgruppe der unter Zweijährigen kommt es gehäuft zu Problemen bei der Intubation. Unerwünschte Ereignisse werden hier in fast 40% der Fälle berichtet [84]. Die ösophageale Intubation ist dabei am häufigsten und wird in bis zu 8% der Fälle berichtet [75, 84].

Neuere Studien zeigen zwar hohe Erfolgsraten von > 90% bei ärztlich durchgeführten, präklinischen Intubationen. Jedoch gelingt dies vor allem bei kleineren Kindern nur in etwa der Hälfte der Fälle im ersten Versuch und die Zeit, die das Team am Einsatzort verbringt, nimmt durch Intubationsversuche deutlich zu [69, 84].

Gausche et al konnten bereits im Jahr 2000 in einer großangelegten kontrollierten klinischen Studie mit 830 Patienten zeigen, dass weder bei pädiatrischen Reanimationen noch bei Kindern mit anderen schwerwiegenden Beeinträchtigungen der Atmung eine präklinische Intubation die Wahrscheinlichkeit des Überlebens erhöht oder das neurologische Outcome verbessert [35].

2.3 Leitlinie Kinderreanimation

2.3.1 Allgemeines zur Leitlinie

Die deutschen Empfehlungen zur qualitativ hochwertigen Durchführung der Reanimation von Kindern leiten sich von den Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) ab. Die Empfehlungen unterliegen kontinuierlicher Überprüfung und werden unter Berücksichtigung der aktuellsten Studiendaten alle 5 Jahre aktualisiert. Die zum Zeitpunkt der Studiendurchführung gültige Leitlinie (LL) stammt aus dem Jahr 2015. Im Jahr 2021 wurde eine neue Version veröffentlicht. Die einjährige Verzögerung der Veröffentlichung der aktualisierten Leitlinie war pandemiebedingt. In der Leitlinie von 2021 wird im Vergleich zur zum Zeitpunkt der Studiendurchführung gültigen Leitlinie, in der die Masken-Beutel-Beatmung bereits als Beatmungsform der ersten Wahl empfohlen war, ihr Stellenwert noch einmal hervorgehoben. Außerdem wird die endtidale Kohlenstoffdioxidmessung zur Verifizierung der korrekten Intubation vorausgesetzt und eine altersangepasste Beatmungsfrequenz bei asynchroner Reanimation nach Intubation propagiert. Hinsichtlich des Atemwegsmanagements bestehen sonst aber keine wesentlichen Unterschiede, welche sich auf unsere Ergebnisse auswirken würden.

2.3.2 Das kritisch kranke Kind

In der Leitlinie wird zunächst das Erkennen des kritisch kranken Kindes mit Hilfe des pädiatrischen Beurteilungsdreiecks (PAT) und die Evaluation des Patienten nach dem ABCD-Schema thematisiert. Dabei werden strukturiert Atemweg (A), Atmung (Breathing, B), Kreislauf (Circulation, C) und neurologischer Zustand (Disability, D) erfasst und bewertet, um Probleme rasch zu erfassen und anschließend behandeln zu können. Dabei gilt das Prinzip „treat as you find“, was bedeutet, dass die Behandlung eines erfassten Problems eingeleitet werden muss, bevor man mit der Evaluation fortfährt. Eine klinische Verschlechterung sollte bei auffälligen Befunden antizipiert werden und eine Eskalation der Therapie vorbereitet sein, wenn der Patient als kritisch krank eingestuft wird. Dabei wird bei A zwischen einem offenen, gefährdeten oder verlegten Atemweg unterschieden. Zur Bewertung von B wird Atemfrequenz, Atemarbeit, Atemzugvolumen und die Oxygenierung untersucht. Zur Evaluation des Kreislaufs werden Pulse, Kapillarfüllungszeit, Blutdruck und Herzfrequenz ausgewertet und auf Zeichen einer erhöhten Vorlast geachtet. Die neurologische Untersuchung beschränkt sich auf eine rasche Einschätzung mittels AVPU oder GCS-Skala und die Untersuchung der Pupillenreaktion auf Licht, sowie die Messung des Blutzuckers.

2.3.3 Kardiopulmonale Reanimation bei Kindern

Die Reanimation des leblosen und, soweit erfassbar, pulslosen Kindes wird mit 5 initialen Beatmungen begonnen. Zeigt der Patient danach keine eindeutigen Lebenszeichen wird mit der Herzdruckmassage begonnen. Diese wird im Verhältnis 15:2 mit Beatmungen im Wechsel (15 Thoraxkompressionen (CC), 2 Beatmungen) für zunächst 2 Minuten durchgeführt. Zeigt das Kind weiterhin keine Lebenszeichen wird die Reanimation in dieser Form fortgesetzt bis der Patient anfängt offensichtliche Lebenszeichen zu zeigen oder ein Herz-Kreislauf-Monitoring etabliert wurde, welches eine mit dem Leben vereinbare Herzaktion zeigt. Auf regelmäßige Pulskontrollen soll nach aktuellen Empfehlungen im Basic-Life-Support (BLS) verzichtet werden.

Regelmäßige Helferwechsel (Empfehlung: alle 2 Minuten) sind auch in der Kinderreanimation essenziell, da trotz der im Vergleich zur Erwachsenenreanimation vermeintlich weniger anstrengenden Tätigkeit ein rasches Nachlassen der Kompressionstiefe und -frequenz zu beobachten ist [56].

Die initialen, sowie alle folgenden, Beatmungen sollten mit einer Maske in passender Größe und einem selbstfüllenden Beatmungsbeutel mit Reservoir unter Zufuhr von 100% Sauerstoff durchgeführt werden. Gegebenenfalls ist eine 2-Helfer-Technik, bei der ein Helfer die Maske abdichtet und der zweite Helfer den Beatmungsbeutel bedient, notwendig, um eine adäquate Ventilation zu gewährleisten.

Für die Thoraxkompressionen wird eine Frequenz von 100-120/Minute (min), ein Druckpunkt auf der unteren Hälfte des Brustbeins und eine Kompressionstiefe von mindestens einem Drittel des Thoraxdurchmessers empfohlen. Auf ausreichende Entlastung muss unbedingt geachtet werden, um eine ausreichende Füllung der Herzkammern zu gewährleisten. Der Patient sollte nach Möglichkeit auf einer festen Unterlage gelagert werden und jegliche Unterbrechungen länger als 10 Sekunden (sek) sollten vermieden werden.

Im „Pediatric Advanced Life Support (PALS)“ wird darüber hinaus die Verwendung eines Defibrillators zur Analyse des zugrunde liegenden Herzrhythmus, sowie zur Defibrillation, falls indiziert, empfohlen. Die medikamentöse Therapie im akuten Herz-Kreislauf-Stillstand ist primär beschränkt auf die Gabe von Adrenalin (jeder Rhythmus, 10 µg/kgKG) und Amiodaron bei defibrillierbaren Herzrhythmen (5 mg/kgKG), alternativ kann hier Lidocain (1 mg/kgKG) genutzt werden. Alle Medikamente sollten intravenös (i.v.) oder intraossär (i.o.) verabreicht werden. Bei prolongierter Reanimation und speziellen laborchemischen Konstellationen kann

die Verwendung weiterer Medikamente wie Natriumbicarbonat oder Calcium erwogen werden.

Auch im PALS ist eine Masken-Beutel-Beatmung als primäre Beatmungsform empfohlen. Der Fokus liegt auf qualitativ hochwertigen Thoraxkompressionen, früher Defibrillation und der Minimierung von Unterbrechungen. Vgl. [89]

2.3.4 Erweitertes Atemwegsmanagement im Rahmen der Reanimation

Eine endotracheale Intubation sollte nur von geübten Anwenderinnen erfolgen und nur dann, wenn eine suffiziente Masken-Beutel-Beatmung nicht gelingt, eine prolongierte Reanimation abzusehen oder ein Transport unter Reanimation notwendig ist. Wird die Intubation versucht, sollte das benötigte Equipment gut vorbereitet sein, die Intubationsversuche kurzgehalten werden (< 30 sek.) und nach Möglichkeit ein Videolaryngoskop verwendet werden, um Pausen bei den Thoraxkompressionen zu minimieren. Nach erfolgter Intubation sollte die Lage des Endotrachealtubus durch den Nachweis endtidalen Kohlenstoffdioxids (etCO₂) kontrolliert werden. Eine supraglottische Atemwegssicherung ist alternativ ebenfalls möglich. Beim intubierten Patienten ist eine asynchrone Reanimation möglich. Die Thoraxkompressionen können durchgängig erfolgen. In der Leitlinie von 2021 wird eine altersadaptierte Beatmungsfrequenz empfohlen (Säuglinge 25/min, 1-8 Jahre 20/min, 8-12 Jahre 15/min, > 12 Jahre 10/min), eine Hyperventilation sollte unbedingt vermieden werden.

2.4 Leitlinienadhärenz

Die Datenlage zur Leitlinienadhärenz bei realen pädiatrischen Reanimationen ist dünn. Dies liegt zum einen an der verhältnismäßig geringen Fallzahl, zum anderen an der Heterogenität der Ereignisse. Die Datenerfassung in zentralen Datenbanken erfolgt nicht routinemäßig und Feedback-Systeme, welche die Reanimationen aufzeichnen, werden nicht flächendeckend verwendet [20, 83]. Die meisten Daten, auf die zurückgegriffen werden kann, stammen aus Simulationsstudien. Des Weiteren können vorhandene Daten über Erwachsenen- und Neugeborenenreanimation zu Rate gezogen werden. Die in diesen Bereichen gesammelten Daten zeigen überwiegend eine eingeschränkte Einhaltung der Empfehlungen, belegen aber eine Besserung der Überlebenswahrscheinlichkeit, wenn dies erfolgt [18, 42, 59]. Obwohl bekannt ist, dass bei Reanimationen, die streng den Leitlinienempfehlungen folgen, mit einem verbesserten Outcome zu rechnen ist, stellt dies nicht den Standard dar [7, 59, 95].

Um die Leitlinienadhärenz zu bewerten, werden Faktoren wie Zeit bis zur Defibrillation, Zeit bis zum Beginn der Thoraxkompressionen (CC), Beatmungsfrequenz, der prozentuale Anteil von Thoraxkompressionen mit empfohlener Drucktiefe und -frequenz oder die Länge der Pausen bei den Thoraxkompressionen beurteilt [5, 7, 43]. Sowohl im präklinischen Bereich als auch im Krankenhaus werden die Vorgaben der Leitlinien (CC-Frequenz 100-120/min, Drucktiefe 5-6 cm, Kompressionen in mind. 80% des erfassten Zeitraums, 1. Defibrillation in unter 3 Minuten) nur in 20 - 60% der Fälle erfüllt [81, 83, 95]. Insbesondere das Erreichen einer adäquaten Drucktiefe und das Beibehalten einer adäquaten Ventilationsrate beim intubierten Patienten sind problematisch, während die adäquate Kompressionsfrequenz in 54-95% der Fälle erreicht wird [5, 7, 83]. Als Gründe hierfür werden mangelnde Kenntnisse der aktuellen Empfehlungen, bewusstes Fortsetzen veralteter Standards, seltene Anwendung von CPR-Maßnahmen und mangelnde Expertise im Erkennen insuffizienter CPR aufgrund der niedrigen Fallzahlen angegeben [5, 28, 59]. Möglicherweise können audiovisuelle Feedbacksysteme, Telemedizin und die Implementierung von CPR-Coaches in Reanimationsteams die Leitlinienadhärenz verbessern. Jedoch ist hierzu die Studienlage derzeit noch dürftig [5, 8, 20, 82, 95].

2.5 Simulationstraining

2.5.1 Grundlagen

Der Begriff Simulationstraining umfasst ein breites Spektrum an Übungsmöglichkeiten, welche in den letzten Jahrzehnten aus anderen Berufsfeldern wie der Luftfahrt Eingang in die medizinische Lehre und Ausbildung gefunden haben [22]. Diese umfassen zum Beispiel das Üben von Einzelfertigkeiten wie die Anlage von Gefäßzugängen oder der Intubation, die Durchführung einer korrekten kardiopulmonalen Reanimation, das Erlernen medizinischer Abläufe mithilfe von Schauspielpatienten, sowie das fallbasierte Training von Notfallsituationen im Team an speziell hierfür konzipierten, softwaregestützten Simulatoren [57]. Simulationstrainings bieten die Möglichkeit sowohl medizinisches Wissen und Fertigkeiten als auch sogenannte „soft skills“ wie Teamführung und effektive Kommunikation in einem geschützten Rahmen und in begrenzter Zeit unabhängig vom Ausbildungsstand zu erlernen und zu verbessern [14, 22, 63]. Die Trainings werden stets von einer speziell geschulten Trainerin (oder Instruktorin) begleitet, welche im Anschluss an die Durchführung der zu erfüllenden Aufgabe im sogenannten „Debriefing“ strukturiertes Feedback gibt. Die Art und Weise, in der das Debriefing gestaltet wird, hat einen wesentlichen Einfluss auf den Lernerfolg der Teilnehmenden und stellt somit einen integralen Bestandteil des Simulationstrainings dar [1].

2.5.2 Arten von Simulationstraining

Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, hat sich die Simulation zu einem umfangreichen Tool in der medizinischen Aus- und Weiterbildung entwickelt. Unterschiedliche Arten von Simulationstraining eignen sich für verschiedene Ausbildungsstände und Fachbereiche, weshalb es wichtig ist, das Training an die Lerngruppe anzupassen [28, 50, 63].

Gerade zu Beginn der medizinischen Ausbildung ist es sinnvoll zunächst einfache, umschriebene Aufgaben zu erlernen. Hierfür eignen sich beispielsweise einfache Part-Task-Trainer. Hierunter versteht man unvollständige Mannequins, die nur aus den für die Intervention nötigen Körperteilen bestehen. Arme mit integrierten Blutgefäßen, an denen das Legen von Venenzugängen geübt werden kann, Köpf/Hals-Blöcke zur Intubation oder Wirbelsäulen, an denen die Lumbalpunktion und das Legen von Periduralkathetern erlernt werden kann, sind gängige Beispiele hierfür [2, 57, 63]. Auch chirurgische Prozeduren können hiermit erlernt werden.

Schauspielpatienten können eine hohe Realitätsnähe erzeugen, sind jedoch für das prozedurale Lernen ungeeignet. Sie eignen sich vor allem zum Erlernen und Verbessern von Gesprächsführungstechniken, der Anamneseerhebung und dem Umgang mit Angehörigen und spielen deshalb ebenfalls vor allem zu Beginn der Berufsausbildung eine wichtige Rolle [40].

Eine weitere Simulationsmodalität bildet das Training mit Simulationspuppen, sogenannten Mannequins oder Simulatoren, welche mit unterschiedlichen technischen Möglichkeiten ausgestattet sein können. Man unterscheidet zwischen einfachen „low-fidelity“ Simulatoren, die im Grunde relativ einfache Puppen sind, die verschiedene Interventionsmöglichkeiten (Venenzugang, intraossärer Zugang, Beatmung, Intubation) bieten und technisch komplexeren „high-fidelity“ Simulatoren. Diese können unter anderem sprechen, weinen, Atemgeräusche und Änderungen des Hautkolorits zeigen, einen Herzschlag haben und Bewegung oder Krampfanfälle darstellen. An solchen Simulatoren können einerseits einfache Abläufe, wie die Koordination von HDM und Beatmung trainiert werden. Sie bieten aber auch die Möglichkeit, ganze Notfallszenarien im Team realitätsnah zu simulieren [22, 63, 70].

Dabei unterscheidet man weiter zwischen Simulationstrainings in spezialisierten Zentren oder Räumen („Skills Labs“) und solchen, die in der normalen Arbeitsumgebung („In-situ-trainings“) stattfinden [77, 80]. In der jüngsten Vergangenheit, vorangetrieben durch die CoViD-19 Pandemie, wurden erste Studien und Pilotprojekte zur Integration von virtual reality und augmented reality in medizinischer Lehre und Simulationstrainings durchgeführt [16, 45].

Insbesondere das Simulationstraining von Notfallszenarien und Reanimationen hat sich in den letzten Jahrzehnten weitläufig durchgesetzt.

2.5.3 Simulationstraining in der Pädiatrie

Da Kindernotfälle und -reanimationen wie bereits dargelegt sehr selten sind, ist es auch für Kinderkrankenpflegende und Kinderärztinnen schwierig im klinischen Alltag eine ausreichende Routine im Umgang mit solchen Situationen zu erlangen. Entsprechend sind Reanimationssituationen besonders stressbehaftet, was das strukturierte Arbeiten für das involvierte Personal enorm erschwert und zu Fehlern führen kann [43]. Umso wichtiger ist es, das Personal eingehend auf solche Situationen vorzubereiten. Da es sich bei der Pädiatrie um einen besonders prekären Bereich der Medizin handelt, in dem die Patienten ihre Beschwerden nur selten selbst verbalisieren können und Verschlechterungen des klinischen Zustandes oft sehr plötzlich auftreten, ist Training an geeigneten Modellen besonders wichtig [22, 28, 63].

Dass Reanimationstraining in der Pädiatrie sich positiv auf Teamperformance, die Durchführung zeitkritischer Maßnahmen und die Leitlinienadhärenz auswirkt und somit das Outcome der Patienten verbessern kann, wurde kürzlich von Thim et al. in einem systematischem Review von 79 Studien belegt [85]. Studien zum Atemwegsmanagement bei Kinderreanimationen gibt es jedoch bisher kaum. Trotz der positiven Effekte ist Simulationstraining bisher weder in der Facharztausbildung noch in der pflegerischen Ausbildung in Deutschland verpflichtend. Entsprechende Kurse zur Schulung in der Kinderreanimation (EPALS, NLS) werden durch das German-Resuscitation-Council (GRC) an zentralen Kursorten und durch eine wachsende Anzahl kleiner Simulationsteams auch als Inhouse-Trainings angeboten, die sich zum Teil im Netzwerk Kindersimulation organisieren.

2.5.4 Vorteile und Limitationen von Simulationstrainings

Im Rahmen von Simulationstraining können sowohl medizinische Fertigkeiten als auch sogenannte „non-technical skills“ wie Kommunikation, Teamführung, Priorisierung von Aufgaben und Zusammenarbeit geübt und verbessert werden, ohne dass dabei ein echter Patient Schaden nimmt [14, 20]. Besonders bei in-situ-Trainings können die etablierten Abläufe analysiert werden und auf mögliche Fehlerquellen geprüft werden [74]. Dies erhöht nachweislich die Patientensicherheit [14, 22, 67]. Auch eine Verbesserung der im Training angewandten technischen Fertigkeiten und des Reanimationsablaufs durch Simulationen

konnte mittlerweile in vielen Studien belegt werden [26, 39, 53, 63, 67]. Es ist jedoch wichtig, dass die Art von Training den bereits erworbenen Fähigkeiten entspricht und das Training auf die entsprechende Lerngruppe zugeschnitten ist. So profitieren Berufsanfängerinnen häufig eher von low-fidelity Simulationen, da sie sich dabei auf das Erlangen von Routine im Notfallmanagement und die Verbesserung der non-technical skills konzentrieren können. Bei erfahreneren Teams kann die höhere Realitätsnähe bei high-fidelity Simulationen möglicherweise den Lernerfolg verbessern [22, 57, 70].

Ein Nachteil von Simulationstrainings ist, dass sie zeit- und personalintensiv sind und deshalb oft nur schwer in den Arbeitsalltag zu integrieren, was dazu führen kann, dass sie von einem Teil des Personals als zusätzliche Arbeit wahrgenommen werden [63]. Trotz technisch ausgefeilter Simulatoren entspricht eine Simulation nie ganz der Realität. Des Weiteren ist bisher unklar, wie lange in solchen Trainings erworbene Fähigkeiten erhalten bleiben und wie oft sie wiederholt werden sollten, um einen möglichst hohen Kompetenzerhalt zu gewährleisten [26, 63, 85].

2.6 Fragestellung

Wie im vorherigen Abschnitt ausführlich dargelegt, handelt es sich bei Kinderreanimationen um seltene, stressbehaftete Ereignisse. Obwohl Leitlinien zur optimalen Identifikation und Versorgung des kritisch kranken Kindes und der Kinderreanimation existieren und diese regelmäßig überarbeitet werden, werden sie häufig nicht eingehalten. Der Großteil der bisher veröffentlichten Studien befasst sich in erster Linie mit der Herzdruckmassage oder der Defibrillation als Indikatoren einer leitliniengerechten Reanimation u.a. in Simulationsstudien. Das Atemwegsmanagement im Rahmen von Kinderreanimationen wurde bisher nur in wenigen Studien untersucht. Primäres Ziel der vorliegenden Studie war es daher, das Atemwegsmanagement anhand simulierter pädiatrischer Reanimationen auszuwerten und darüber hinaus festzustellen, ob und wie es durch ein strukturiertes PALS-Simulationstraining beeinflusst werden kann. Die folgenden von der Autorin aufgestellten Hypothesen benennen Zielparameter, welche, in Anlehnung an die aktuell gültigen ERC-Leitlinien, eine Verbesserung des Atemwegsmanagements im Rahmen pädiatrischer Reanimationen bedeuten würden. Da es sich um eine retrospektive Arbeit handelt und Atemwegsmanagement kein primärer Zielparameter der durchgeführten Trainings war, werden diese Hypothesen im Folgenden nicht im klassischen Sinne geprüft, sondern dienen als Grundlage für weiterführende Arbeiten.

Kann fallbasiertes Simulationstraining Aspekte des Atemwegsmanagement bei pädiatrischen Reanimationen verändern?

Hypothese 1: Nach fallbasiertem Simulationstraining wird die Atmung des kritisch kranken Kindes frühzeitiger und vollständiger evaluiert.

Hypothese 2: Nach dem Simulationstraining wird die Apnoe des Patienten früher erkannt und behandelt.

Hypothese 3: Das Atemwegsmanagement unter Reanimation verändert sich durch das Simulationstraining.

- a) Nach dem Simulationstraining wird häufiger die Masken-Beutel-Beatmung unter Reanimation fortgesetzt.
- b) Nach dem Simulationstraining werden Maßnahmen zum erweiterten Atemwegsmanagement besser vorbereitet und schneller durchgeführt.

Hypothese 4: Nach dem Simulationstraining werden erweiterte lebenserhaltende Maßnahmen, d.h. die Herzdruckmassage, die Defibrillation und die Gabe von Medikamenten, seltener zugunsten der Intubation zurückgestellt und akkurater durchgeführt.

Hypothese 5: Das Vorhandensein einer PICU in der Klinik beeinflusst das Atemwegsmanagement unter Reanimation.

3 Material und Methoden

3.1 Beschreibung der Studie

In der vorliegenden Studie wird das Atemwegsmanagement im Rahmen simulierter pädiatrischer Reanimationen sowie der Einfluss strukturierter Reanimationstrainings auf ebendieses evaluiert. Hierfür wurden Videos simulierter pädiatrischer Reanimationen ausgewertet. Diese entstanden im Rahmen eines Projektes des hessischen Ministeriums für Soziales und Integration (HMSI). Die Auswertung erfolgte anhand einer zuvor erstellten standardisierten Checkliste.

Die Datenerhebung erfolgte von März 2017 bis April 2018. Das Projekt stand unter der Leitung von Frau Dr. med. N. Mand. Ein positives Ethikvotum lag vor (AZ 172/16).

Im Folgenden erfolgt die Beschreibung der Stichprobe, des Ablaufs des Simulationstrainings und der simulierten Szenarien.

3.2 Stichprobe

3.2.1 Rekrutierung der Kliniken

Im Jahr 2016 wurde das Simulationszentrum Mittelhessen vom HMSI mit der Durchführung pädiatrischer Simulationstrainings an allen hessischen Kinderkliniken beauftragt. Diese wurden in Kooperation mit dem Kinder-Simulationsteam Marburg (KiSiM e.V.) zwischen März 2017 und April 2018 durchgeführt. Die Durchführung einer begleitenden Studie wurde durch und Dr. med. N. Mand initiiert.

Von den 17 vom HMSI vorgesehenen Kinderkliniken in Hessen erfolgte an drei Kliniken ein Newborn-Life-Support (NLS)-Training, die übrigen 14 Kliniken entschieden sich für ein Pediatric-Advanced-Life-Support (PALS)-Training. Für 2 dieser 14 Kliniken war es nicht möglich im entsprechenden Zeitraum einen passenden Termin zu finden, so dass sie weder an einem Training noch an der Studie teilnahmen (Abb. 1). Eine Klinik entschied sich dazu, auf eigene Kosten einen größeren Teil der Mitarbeiterinnen schulen zu lassen, so dass von dieser Klinik mehr Videomaterial vorliegt (siehe folgende Abschnitte). Da die Auswertung innerhalb der vorliegenden Studie nicht durch diese veränderte Stichprobe beeinflusst wird, werden die Videos dieser Klinik ebenfalls berücksichtigt. PALS-Trainings wurden somit an 12 hessischen Kinderkliniken durchgeführt.

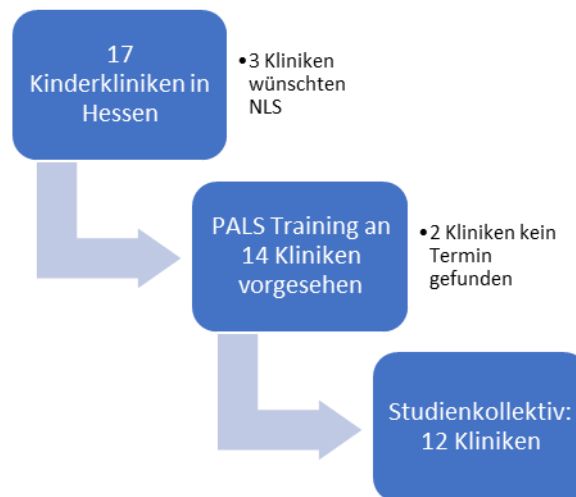


Abb. 1 Rekrutierung der Kliniken

3.2.2 Teilnehmerkollektiv

Bis auf die o.g. Klinik mit höherer Teilnehmerzahl, wurden aus den übrigen 11 teilnehmenden Kliniken bis zu 20 ärztliche und pflegerische Mitarbeiterinnen geschult. Die Klinikleitungen wurden ermutigt mindestens 6 ärztliche Mitarbeiterinnen und 6 Pflegende für die Trainings anzumelden. Die Profession der übrigen Teilnehmerinnen war variabel. Vorab wurde den Klinikleitungen empfohlen nach Möglichkeit Teilnehmerinnen mit unterschiedlichem Erfahrungsniveau anzumelden, um die Zusammensetzung der Teams in den Szenarien möglichst realitätsnah zu gestalten. Darüber hinaus erfolgte keine Einflussnahme auf das Studienkollektiv. Das Verhältnis von Ober- und Assistenzärztinnen und die Anmeldung von Personal von Peripher- oder Intensivstationen wurde ausschließlich durch die Kliniken selbst festgelegt.

Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und unabhängig von der Teilnahme am Simulationstraining. Alle in die Studie eingeschlossenen Probandinnen willigten schriftlich in die Teilnahme ein. Die Fragebögen (siehe 3.5.2.) wurden pseudonymisiert beantwortet. Mitarbeiterinnen, die nicht an der Studie teilnehmen wollten, entstand kein Nachteil im Simulationstraining. Für die Studie wurden ausschließlich Videoaufnahmen genutzt, in die alle Teilnehmenden eingewilligt hatten.

3.3 Die Simulationstrainings

3.3.1 Übersicht

Alle Trainings fanden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen statt und umfassten für jede Gruppe 11 Stunden Fortbildungszeit. Der Trainingsablauf und die Trainingsinhalte waren standardisiert (Abb. 2). Die Trainingsumgebung variierte je nach Klinik, da diese als In-house-Trainings vor Ort stattfanden. Die Simulationstrainings wurden je nach Wunsch und Ausstattung der jeweiligen Klinik auf der neonatologischen oder pädiatrischen Intensivstation, der pädiatrischen Notaufnahme oder einer Peripherstation durchgeführt. Dabei wurde klinikeigenes Notfallequipment genutzt. Die Studienleitung nahm keinen Einfluss auf die Räumlichkeiten, in denen die Simulationen stattfanden oder das dafür genutzte Equipment.

Der Kurs wurde von Expertinnen für pädiatrische Simulation, medizinische Lehre und pädiatrische Intensivmedizin konzipiert und in einer Pilottestung mit 20 Teilnehmerinnen an der Universitätskinderklinik Marburg durchgeführt.

3.3.2 Qualifikation der Instruktorinnen

Bei den Instruktorinnen handelte es sich jeweils um Teams aus 3 Personen. Sie bestanden stets aus einer Ärztin, einer Pflegekraft und einem Mitarbeiter des Simulationszentrums Mittelhessen, welcher die Simulatoren bediente.

Alle vier als Instruktorinnen tätigen Ärztinnen waren Fachärztinnen für Kinder- und Jugendmedizin oder Anästhesiologie mit einer mindestens zweijährigen Berufserfahrung auf der pädiatrischen oder neonatologischen Intensivstation. Die fünf im Team tätigen Pflegekräfte waren Fachpflegekräfte für Intensivmedizin mit langjähriger Berufserfahrung. Alle Ärztinnen und vier der fünf Pflegenden verfügten über einen aktuell gültigen EPALS-Provider-Kurs vom European Resuscitation Council (ERC) (siehe Hinführung zum Thema). Alle Instruktorinnen hatten im Vorfeld an einem Train-the-Trainer Kurs teilgenommen. Der Train-the-Trainer-Kurs ist ein Format bei dem medizinisches Fachpersonal für Simulationstraining benötigte Fähigkeiten erlernen und trainieren kann. Hierbei werden vor allem die Grundsätze des Crew-Resource-Managements (CRM) thematisiert, die Beobachtung, Analyse und das Debriefing von Simulationen vermittelt und geübt. Darüber hinaus erhielten alle teilnehmenden Instruktorinnen zuvor eine mehrstündige, strukturierte Einführung in den Ablauf des Simulationstrainings und die korrekte Durchführung der Begleitstudie.

3.3.3 Equipment

Bei den für das Training genutzten Simulatoren handelte es sich um High-Fidelity-Simulatoren der Firma Gaumard (HAL3010 tetherless newborn simulator, HAL3005 tetherless 5-year-pediatric simulator), welche die Auskultation von Herz- und Atemgeräuschen ermöglichen, eine sichtbare Thoraxexkursion bei Atmung oder Beatmung zeigen, weinen und eine zentrale Zyanose anzeigen können. Vitalparameter des simulierten Patienten, also die Sauerstoffsättigung, die Atemfrequenz, die Herzfrequenz, das Elektrokardiogramm und der Blutdruck wurden auf simulierten Patientenmonitoren dargestellt, Veränderungen dieser erfolgten ferngesteuert. Außerdem konnte dieser Monitor auch als externer Defibrillator genutzt werden. An den Simulatoren konnte eine Herz-Druck-Massage und eine Beatmung durchgeführt werden, darüber hinaus ist eine endotracheale Intubation sowohl oral als auch nasal möglich. Außerdem können supraglottische Atemwegsdevices, wie eine Larynxmaske, oder ein Guedel- oder Wendeltubus eingebracht werden. Die Simulatoren geben den Anwendern die Möglichkeit einen intravenösen oder intraossären Zugang zu etablieren und darüber Flüssigkeiten oder Medikamente zu verabreichen.

Das Audio-Video-System wurde vom Simulationszentrum Mittelhessen zur Verfügung gestellt.

3.3.4 Trainingstag 1

Der erste Trainingstag fand mit allen, d.h. max. 20 Teilnehmenden statt. Nach einer kurzen Vorstellung, Aufklärung über die Studie und der schriftlichen Dokumentation des Einverständnisses wurde der weitere Ablauf des Trainings erörtert. Anschließend erfolgte eine strukturierte Einführung in die Simulatoren bei der die Teilnehmenden die Funktionen der Simulatoren kennenlernen konnten. Danach wurde die Großgruppe geteilt. Eine Hälfte (max. 10 Personen) durchlief, in selbst zusammengestellten Kleingruppen von maximal 4 Personen, das Prätest-Szenario, während die andere Hälfte der Teilnehmenden im sog. Skills-Training an Simulatoren Einzelfertigkeiten (HDM, Masken-Beutel-Beatmung, Intubation, Anlage einer intraossären Kanüle) trainieren konnte. Nachdem alle Teilnehmenden das Prätest-Szenario und das Skills-Training absolviert hatten, folgte eine theoretische Einheit. Diese beinhaltete ein Leitlinien-Update. In 1,5 Stunden wurden hierbei Inhalte zum Erkennen des kritisch kranken Kindes, lebensrettende Basismaßnahmen (PBLs) und erweiterte lebensrettende Maßnahmen (PALS) am Säugling und Kind auf Grundlage der zu diesem Zeitpunkt geltenden Kinder-Reanimationsleitlinie des ERC (Version 2015) vermittelt. Zusätzlich wurden in einen einstündigen Vortrag die Grundlagen des Crew-Ressource-Managements (CRM), insbesondere die 15 Leitsätze nach Rall thematisiert [51].

3.3.5 Trainingstag 2

Am zweiten Tag wurde die Gruppe halbiert. Die erste Hälfte der Gruppe absolvierte das praktische Training am Vormittag, die zweite am Nachmittag. Jede Gruppe beinhaltete also nun noch maximal 10 Teilnehmerinnen. In wechselnden Kleingruppen aus vier bis sechs Personen wurden 3 Notfallszenarien simuliert. Es handelte sich um jeweils ein Szenario mit einem primären Atmungsproblem, ein primär kreislaufbedingter Notfall, sowie ein neurologischer Notfall. Die nicht am Szenario beteiligten Teilnehmerinnen konnten diese Übungsszenarien per Video-Live-Übertragung beobachten. Anschließend wurden die Szenarien ausführlich nachbesprochen. Diese sogenannten Debriefings folgten einem standardisierten, schriftlich fixierten Ablauf. Die im Szenario am Simulator durchgeführten Maßnahmen und die Kommunikation im Team wurde evaluiert. Dabei übten die Instruktorinnen, sowie Teilnehmerinnen und Zuschauerinnen konstruktive Kritik, Verbesserungsmöglichkeiten wurden thematisiert. Im Anschluss an das Training absolvierten alle Studienteilnehmenden das Posttest-Szenario. Hierbei fand keine Videoübertragung statt.

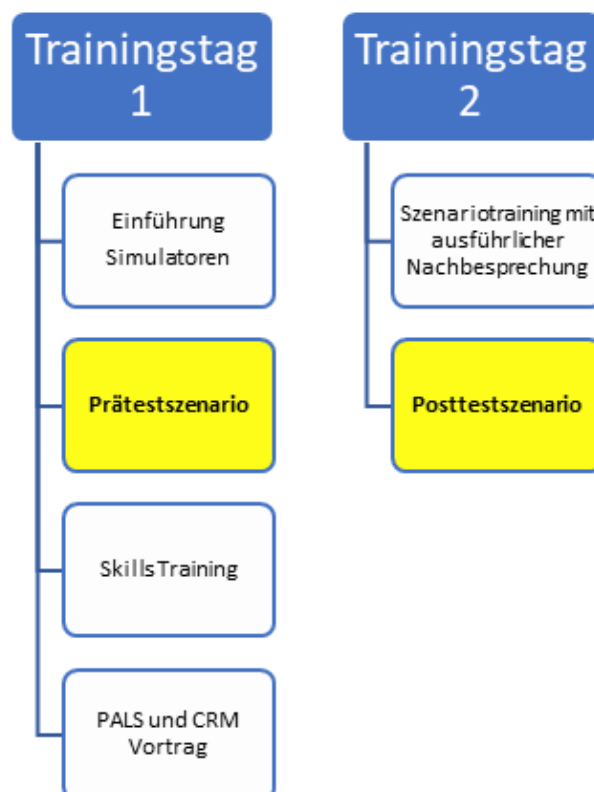


Abb. 2 Ablauf des Simulationstrainings

3.4 Untersuchungsdurchführung

3.4.1 Teamzusammenstellung

Für die Studienszenarien, d. h. Prä- und Posttest, teilten sich die Teilnehmenden selbst in Kleingruppen ein, welche mindestens eine Ärztin und eine Pflegekraft beinhalteten. Die Teams bestanden aus 3-4 Personen, die Profession des dritten und vierten Teammitglieds waren frei wählbar und hingen von den verfügbaren übrigen Teilnehmern ab. Das vierte Teammitglied fungierte als „Springerin“ und konnte in dieser Funktion an bis zu 3 Studienszenarien teilnehmen. Dieses Teammitglied durfte den Ablauf des Szenarios nicht beeinflussen und keine eigenen Ideen zu erforderlicher Diagnostik und Therapie einbringen, sondern lediglich den anderen Teammitgliedern zuarbeiten.

3.4.2 Ablauf der Studienszenarien

Sowohl Prä- als auch Posttest folgten dem gleichen standardisierten und verschriftlichten Ablauf. Die InstruktorInnen wurden instruiert, die Patientenanamnese nach Skript vorzutragen und die Vitalparameter nach u. g. Szenarioablauf einzustellen, um eine Vergleichbarkeit der Gruppen zu gewährleisten. Beide Studienszenarien handelten immer von einem Säuglingsnotfall mit konsekutiver Reanimationssituation und einem defibrillierbaren Herzrhythmus. Sowohl im Prä- als auch im Posttest-Szenario folgte das Notfallszenarium dem gleichen Ablauf mit identischen Vitalparametern, jedoch wurden zwei unterschiedliche Anamnesen zur Simulation des Notfalles verwendet.

Zu Beginn des Szenariums erhielten immer zwei Teammitglieder (in der Regel eine Ärztin, eine Pflegekraft) eine kurze, präzise Anamnese von einer Instruktorin. Danach startete die Uhr. Bis zu zwei weitere ärztliche oder pflegerische Kolleginnen konnten als Unterstützung im Verlauf des Szenarios hinzugerufen werden.

Der weitere Ablauf der Studienszenarien verlief immer in 3 Abschnitten (Abb. 3).

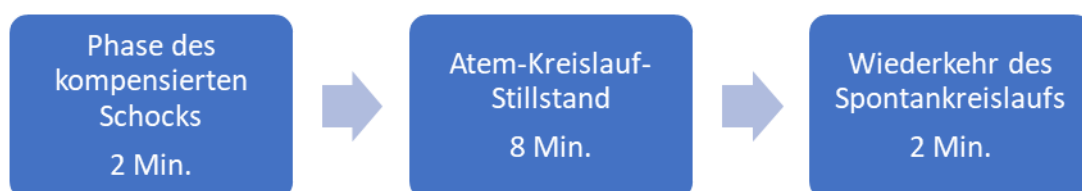


Abb. 3 Ablauf der Studienszenarien

Bei Übernahme des Patienten befand sich dieser im Zustand des kompensierten Schocks. Der Patient war kritisch krank, aber noch wach und ansprechbar. Es bestand noch Spontanatmung und ein bereits beeinträchtigter Kreislauf mit Zeichen der Zentralisation. Nach 2 Minuten zeigte er einen Atemstillstand, wurde pulslos und das EKG zeigte einen defibrillierbaren Rhythmus. Dieser Zustand hielt bis zu 8 Minuten an, dann folgte, unabhängig von den durch das Team durchgeführten Maßnahmen die Wiederkehr des Spontankreislaufs (ROSC). Eine leitliniengerechte Reanimation konnte zu einer frühzeitigeren Wiederkehr des Spontankreislaufs führen. Anschließend blieb dem Team 2 Minuten Zeit, um zusätzliche stabilisierende Maßnahmen einzuleiten und das weitere Procedere zu planen. Nach insgesamt 12 Minuten wurde das Szenario beendet.

3.4.3 Lernziele

Ziel des ersten Abschnitts des Szenarios war es, dass die Teilnehmenden lernen, den Patienten als kritisch krank einzuschätzen, seinen Zustand nach dem ABCD-Schema (siehe Hinführung zum Thema) zu evaluieren und den kompensierten Schock, in dem sich der Patient zu diesem Zeitpunkt befindet, zu erkennen, sowie rechtzeitig Hilfe anzufordern.

Im zweiten Abschnitt des Szenarios sollte die eingetretene Apnoe rasch erkannt und an das Team kommuniziert werden. Lebenserhaltende Maßnahmen, d.h. Beatmung und Herzdruckmassage (HDM), sollten schnellstmöglich und korrekt (5 Initialbeatmungen, danach Verhältnis HDM:Beatmung 15:2) initiiert werden. Vor Beginn der Herzdruckmassage sollte die Effektivität der Beatmung überprüft werden. Der defibrillierbare Herzrhythmus sollte erkannt und eine korrekte Defibrillation (4 J/kg) durchgeführt werden. Im weiteren Verlauf sollte alle 2 Minuten bzw. alle 10 Zyklen je ein weiterer Schock mit o.g. Energiedosis abgegeben werden und nach dem 3. erfolglosen Schock Adrenalin und Amiodaron in korrekter Dosis (10 µg/kgKG resp. 5 mg/kgKG) intravenös oder intraossär verabreicht werden.

Im dritten Abschnitt sollte eine Re-Evaluation des Patienten erfolgen, das weitere Procedere sollte festgelegt (Intensivbett, Verlegung) und notwendige Maßnahmen zur Stabilisierung fortgeführt werden (Fortsetzung Sauerstoffgabe/Beatmung, Volumentherapie falls zuvor nicht erfolgt, Korrektur derangierter Elektrolytwerte).

3.4.4 Prä- und Posttestszenarium

Bei den Studienszenarien handelte es sich jeweils um eine Säuglingsreanimation. In allen Kliniken wurde das Studienszenarium I als Prätest verwendet, Studienszenarium II als Posttest (siehe Anhang I)

Im Prätest wurde ein 6 Monate alter Säugling vorgestellt, welcher in der Neugeborenenperiode an einem angeborenen Herzfehler operiert wurde. Aktuell litt das Kind an einem fieberhaften Virusinfekt und trank schlecht. Seit wenigen Stunden war es apathisch, reagierte nicht mehr auf Kontaktaufnahme von Seiten der Eltern und wurde deshalb von einem Elternteil vorgestellt.

Im Posttest handelte es sich um ein 12 Monate altes, zuvor gesundes Kind, welches seit einigen Tagen unter einer schweren, hochfieberhaften Gastroenteritis litt, keine Nahrung mehr zu sich nahm und hochfrequent Durchfall hatte. Dieses Kind wurde durch die Notärztin in die Klinik gebracht. Diese hatte unter dem Verdacht eines Fieberkrampfes zuvor 5 mg Diazepam verabreicht.

Im Monitoring zeigten beide Patienten die gleichen Vitalparameter. Zu Beginn waren die Patienten tachykard, die Sauerstoffsättigung lag bei 94%, die Kapillarfüllungszeit war mit 4 Sekunden verlängert und es bestand eine arterielle Hypotonie (60/20 mmHg). Im Verlauf trat eine Apnoe auf und das EKG zeigte eine ventrikuläre Tachykardie oder ein Kammerflimmern, die Sauerstoffsättigung war nicht mehr ableitbar, der Blutdruck nicht messbar. 8 Minuten später zeigte das EKG wieder einen Sinusrhythmus, die Atemfrequenz war noch verlangsamt und die Sauerstoffsättigung reduziert (88-90%). Der Blutdruck lag noch unterhalb des Normbereichs. Abhängig von der Therapie normalisieren sich die Werte in dieser Phase.

3.5 Untersuchungsinstrumente

3.5.1 Performance Evaluationscheckliste (PEC)

3.5.1.1 Allgemeines, Entwicklung

Um die Auswertung komplexer Handlungsabläufe wie einer Reanimation zuverlässig und objektiv durchführen zu können, wurde für die vorliegende Studie eine Performance Evaluationscheckliste (PEC) erstellt (siehe Anhang II, Abb. 14). Hierbei handelt es sich um eine aus 36 Items bestehende Liste, anhand derer die Tätigkeiten des Teams inklusive der dafür benötigten Zeiteinheiten im Szenarium erfasst werden, um diese anschließend mit anderen Teams vergleichen zu können. Die hier verwendete PEC wurde von Fr. Dr. med. N. Mand und der Doktorandin gemeinsam entwickelt.

Sie orientiert sich an den oben beschriebenen Szenariophasen und ist in 5 Teile gegliedert. Der erste Teil befasst sich mit allgemeinen Maßnahmen, der zweite Teil behandelt die Evaluation des kritisch kranken Patienten vor der Apnoe. Der dritte Teil erfasst die Maßnahmen, die nach der Apnoe zur Beatmung und Atemwegssicherung getroffen werden. Im vierten Teil wird der Intubationsvorgang, sofern durchgeführt, evaluiert. Im fünften Teil werden die Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen (Erkennen der Apnoe, Beatmungsbeginn, Intubation) erfasst.

Zunächst wurden die für die Fragestellung interessanten Punkte in jeder der Phasen identifiziert. Für jedes erfasste Item wurden 2 bis 4 Antwortmöglichkeiten festgelegt. Jeder Antwortmöglichkeit wurde eine Punktzahl auf einer Nominalskala zugeordnet, um diese im Verlauf quantitativ auszuwerten. Die Auswertbarkeit der erfassten Items wurde an Beispiel-Videos getestet und adaptiert. Zwei Beobachterinnen (Dr. Mand und die Doktorandin) werteten hierzu mit einer ersten Version der PEC fünf nicht in die Studie eingeschlossene Simulationsvideos, die ebenfalls simulierte Säuglingsnotfälle mit konsekutivem Atem-Kreislaufstillstand und defibrillierbaren Rhythmus zeigten, unabhängig voneinander aus. Anschließend wurden Items, die durch reine Beobachtung oder aufgrund der Qualität der Aufnahmen nicht erfasst werden konnten, aus der PEC entfernt oder so verändert, dass sie zuverlässig und objektiv erfassbar waren. Die so entwickelte PEC wurde für die endgültige Auswertung der Studienszenarien genutzt und ist im Anhang vollständig abgedruckt.

3.5.1.2 Erläuterung der PEC

Im ersten Abschnitt der PEC (Punkte 1-1 und 1-2) werden die Überprüfung der Ausrüstung und das am Patienten installierte Monitoring erfasst und auf Vollständigkeit überprüft.

Im zweiten Abschnitt wird die Evaluation des Patienten VOR Eintreten der Apnoe und die Sauerstoffgabe erfasst. Mit den Punkten 2-1 bis 2-6 wird die Prüfung von Atemweg, Atmung, Kreislauf und Bewusstseinszustand des Patienten ausgewertet. Die Menge des applizierten Sauerstoffs und die Art der Sauerstoffgabe wird unter den Punkten 2-7 und 2-8 erfasst.

Der dritte Abschnitt dient der Auswertung der erneuten Evaluation und Therapie NACH Apnoe des Patienten. Zunächst wird in den Punkten 3-1 und 3-2 erfasst, wann und durch wen die Apnoe erkannt wurde. Punkte 3-3 bis 3-7 dienen der Auswertung der initialen Beatmung. Mit den Punkten 3-8 bis 3-10 wird ausgewertet, ob die Effektivität der Beatmung überprüft wurde und welche Maßnahmen zur Optimierung getroffen wurden. Ein potenzieller Wechsel der Beatmungsart wird mit den Punkten 3-11 bis 3-14 evaluiert.

Der vierte Abschnitt der PEC wird zur Auswertung einer möglichen Intubation herangezogen. Zunächst wird erfasst, ob ein Intubationsversuch erfolgte. Wenn nicht, entfällt dieser Abschnitt. Erfolgte ein Intubationsversuch wird in den folgenden Unterpunkten die Anzahl der benötigten Versuche und die Anzahl der involvierten Personen erfasst. Die Punkte 4-4 und 4-5 dienen zur Evaluation des Equipments. Unter Punkt 4-6 wird erfasst, ob und wann der Tubus fixiert wurde. Unter den Punkten 4-7 bis 4-9 wird ausgewertet, ob, wann und wie die korrekte Lage des Endotrachealtubus geprüft wurde. Mit den Punkten 4-10 bis 4-12 wird evaluiert, ob andere wichtige Maßnahmen wie Herzdruckmassage und Defibrillation erfolgten und ob sie im Rahmen der Intubation bzw. der Intubationsversuche adäquat fortgeführt wurden.

Im fünften Abschnitt der PEC wird die Zeit in Sekunden erfasst, die bis zum Erkennen der Apnoe, dem Beatmungsbeginn und einem möglichen Wechsel der Beatmungsart vergangen waren. Außerdem wird die Zeit dokumentiert, die die einzelnen Intubationsversuche und der gesamte Intubationsvorgang in Anspruch genommen hatten, sowie die Zeit, die zwischen Apnoe und erstem Intubationsversuch lag.

3.5.2 Fragebögen

Alle Teilnehmenden füllten vor und nach dem Simulationstraining je einen von Fr. Dr. med. N. Mand und Fr. Dr. phil. Eva Christina Stibane entworfenen Fragebogen aus (siehe Anhang III). Der Fragebogen vor dem Training (Abb. 15) war in 3 Teile gegliedert. Der erste Teil diente zur Erfassung struktureller Informationen, wie Alter, Berufsgruppe, Ausbildungsstand und Geschlecht. Im zweiten Abschnitt beantworteten die Teilnehmenden Fragen zum persönlichen Stressempfinden in Notfallsituationen. Im dritten Abschnitt wurden bisherige Reanimationserfahrungen und die Anzahl und Art der bisher besuchten Reanimationstrainings abgefragt. Der Fragebogen nach dem Training (Abb. 16) bestand ebenfalls aus 3 Teilen. Im ersten Abschnitt wurde erneut das Stressempfinden in Notfallsituationen erfragt. Im zweiten Teil wurden die Teilnehmenden gebeten die Zusammenarbeit im Team zu evaluieren. Im letzten Teil konnte Feedback zum Kurs gegeben werden. Die Fragebögen wurden pseudonymisiert ausgefüllt. Es wurden lediglich Datum und Teamnummer angegeben, um eine spätere Zuordnung der Fragebögen zu Team und Video zu ermöglichen. Die Daten hinsichtlich des Stressempfindens und der Teamarbeit wurden im Rahmen anderer Studie ausgewertet und spielen für diese Arbeit nur eine untergeordnete Rolle.

3.6 Videoauswertung

3.6.1 Randomisierung

Die Auswertung der Videos erfolgte verblindet und randomisiert. Jedem Video wurde mittels Excel ein zufälliger, vierstelliger Zahlencode zugewiesen, so dass eine Prä- und Posttest Unterscheidung nicht möglich war. Alle Videos wurden von einer Beobachterin (der Doktorandin) ausgewertet. Die Auswertung erfolgte in aufsteigender Reihenfolge der Zahlencodes und ohne Kenntnis von Entstehungsort und Datum. Die Entblindung erfolgte erst nach vollständiger Auswertung der Videos.

3.6.2 Beobachtertraining

Um Beobachtungsfehler zu minimieren und die Videoauswertung möglichst objektiv und reproduzierbar zu gestalten, absolvierte die Doktorandin, im Folgenden Beobachterin genannt, vor Beginn der Auswertung ein Beobachtertraining [30, 31]. Dieses wurde in Anlehnung an das von Frau Dr. med. N. Mand erarbeitete „Mehrstufiges Beobachtertraining für Medizinstudierende zur Evaluation simulierter pädiatrischer Notfallsituationen“ (bisher unpubliziert) durchgeführt. Da die Beobachterin selbst über eine mehrjährige klinische Erfahrung auf der pädiatrischen Intensivstation verfügte und in der Vergangenheit sowohl einen EPALS-Kurs, als auch einen Train-the-Trainer-Kurs besucht hatte und als EPALS-Instruktorin beim German Resuscitation Council (GRC) tätig war, konnte auf den ersten Teil des Trainings, die Vermittlung von Fachkenntnissen, verzichtet werden. In der zweiten Stufe familiarisierte sich die Beobachterin mit den Grundlagen des Bewertens, inklusive häufiger Bewertungsfehler und gängiger Bewertungsstrategien [30, 31]. Anschließend wurden von der Studie unabhängige Videos simulierter Säuglingsreanimationen von der Beobachterin und Frau Dr. Mand ausgewertet. Diese Videos wurden im Rahmen eines E-SIM 25 Kurses des Simulationszentrum Mittelhessen aufgezeichnet. Bei diesem Kursformat simulieren in der Ausbildung befindliche Notärztinnen 25 Einsätze aus unterschiedlichen Fachbereichen, um Sicherheit im Umgang mit Notfallsituationen zu erlangen. Der dort simulierte Fall ist den in der Studie ausgewerteten Fällen sehr ähnlich. Es handelt sich ebenfalls um eine Säuglingsreanimation mit Apnoe und Herz-Kreislauf-Stillstand mit defibrillierbarem Rhythmus. Von beiden Beobachterinnen wurden jeweils 4 Videos ausgewertet. Zur Auswertung wurde die in der Studie genutzte Performance Evaluationscheckliste verwendet. Die Übereinstimmung zwischen den beiden Raterinnen lag vor Nutzung des Anwenderhandbuchs bei 83% (Tab. 2), in der zweiten Session unter Verwendung des Anwenderhandbuchs bei 93% (Tab. 3).

3.6.3 Anwenderhandbuch

Für die PEC wurde vor der Auswertung der Videos ein Anwenderhandbuch (siehe Anhang IV) erstellt, in dem genau festgelegt wurde, wann ein Item als erfüllt oder als nicht erfüllt gilt, um eine einheitliche Bewertung durch unterschiedliche Beobachterinnen zu ermöglichen und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Für die erfassten Zeiten wurden ebenfalls feste Kriterien für Anfang und Ende der ausgewerteten Aktion festgelegt.

Das Überprüfen der Ausrüstung (1-1) galt als vollständig erfüllt, wenn Sauerstoff angeschlossen und der Beatmungsbeutel sowie die Maske auf Funktionsfähigkeit und Unversehrtheit überprüft wurden, bevor sie am Patienten angewendet wurden. Das Monitoring (1-2) galt als vollständig, wenn Sättigungsfühler, EKG und Blutdruckmanschette korrekt und innerhalb von 2 Minuten nach Erstkontakt mit dem Patienten angebracht wurden.

Die Punkte 2-1 bis 2-4 galten als vollständig erfüllt, wenn die ausgewertete Aktion (Öffnen der Atemwege, Prüfen der Sauerstoffsättigung und Atemfrequenz und bilaterale Auskultation) korrekt und innerhalb von 2 Minuten nach Erstkontakt mit dem Patienten durchgeführt wurde und der Befund verbalisiert wurde. Zur Kreislaufüberprüfung (2-5) mussten mindestens zwei von drei Parametern (Blutdruck, Kapillarfüllungszeit, Herzfrequenz) erhoben werden, bevor die Apnoe eintrat und der Befund an das Team kommuniziert werden. Die Bewusstseinsprüfung (2-6) musste ebenfalls vor Eintreten der Apnoe erfolgen und der Befund verbalisiert werden, um das Item vollständig zu erfüllen. Bezüglich der Sauerstoffversorgung (2-7 und 2-8) wurde erhoben, ob 100% Sauerstoff zugeführt wurde, dies vor Apnoe geschah und über welches Interface der Sauerstoff appliziert wurde (Nasenbrille, Maske ohne Reservoir, Maske mit Reservoir oder Beatmungsbeutel und Maske).

Für das Erkennen der Apnoe, das Öffnen der Atemwege nach Apnoe und den Beatmungsbeginn (3-1, 3-3, 3-4) wurde erhoben, ob dies innerhalb von 30 sek. nach Eintreten der Apnoe, später oder gar nicht erfolgte und durch wen (Ärztin, Pflegende, k.A.) die Atmung re-evaluiert und die Beatmung begonnen wurde (3-2,3-5). Als Öffnen der Atemwege wurde ein sichtbares Lagerungsmanöver, „Head tilt“ oder ein Esmarch-Handgriff gewertet. Die Punkte 3-6 und 3-7 erfassten, ob die Beatmung mit Beatmungsbeutel und Maske, Larynxmaske, Endotrachealtubus oder Mund-zu-Mund und Nase begonnen wurde und ob im Falle der Masken-Beutel-Beatmung Maske, Beutel, beides oder keines in passender Größe gewählt wurden. Die Effektivität der Beatmung (3-8) musste innerhalb von 30 sek. geprüft werden und der Befund ans Team kommuniziert werden, um den Punkt voll zu erfüllen. Die Optimierung der Beatmung (3-9), sofern notwendig, wurde als rechtzeitig und adäquat bewertet, wenn sie innerhalb von 30 sek. erfolgte und die Maßnahmen die Beatmung sichtbar verbesserten. Punkt

3-10 bietet eine Auswahl möglicher Maßnahmen zur Beatmungsoptimierung, in Punkt 3-11 wird erfasst, ob die Beatmungsart zu irgendeinem Zeitpunkt im Szenario gewechselt wurde. Unter 3-12 und 3-13 werden Gründe für den Wechsel der Beatmungsart erfasst, sofern diese kommuniziert wurden und durch wen der Wechsel initiiert wurde. 3-14 dient der Erfassung der definitiven Atemwegsversorgung. Hiermit ist die Beatmungsform gemeint, die zuletzt vor Wiedereinsetzen der Eigenatmung des Patienten verwendet wurde, unabhängig davon, ob zwischendurch ein Wechsel stattgefunden hatte.

Punkt 4-1 bildet ab, ob zu irgendeinem Zeitpunkt des Szenariums ein Intubationsversuch stattgefunden hat. Ob dieser erfolgreich war, spielte für die Beantwortung keine Rolle. Unter den Punkten 4-2 und 4-3 wird der Intubationsvorgang weiter beschrieben. Es wird erfasst, wie viele Versuche durchgeführt wurden und wie viele Personen in die Vorbereitung und Durchführung der Intubation involviert waren. Die Vollständigkeit des Equipments beim 1. Intubationsversuch wird unter Punkt 4-4 erfasst. Als vollständig wurde das Equipment gewertet, wenn passender Tubus und Spatel, ein funktionstüchtiges Laryngoskop, eine Magillzange und Pflaster zur Fixierung vorbereitet waren und die Absaugvorrichtung angeschaltet und mit einem passenden Absaugkatheter versehen war. Für die Auswertung, ob das Equipment adäquat war (4-5) musste ein altersangepasster Tubusdurchmesser gewählt werden, während der Spatel zum Simulator passen musste, um die Intubation zu ermöglichen. Die Tubusfixierung (4-6) galt als adäquat und rechtzeitig, wenn der Endotrachealtubus so fixiert war, dass keine rasche Dislokation zu erwarten war und dies innerhalb von 60 sek. nach erfolgter Intubation durchgeführt wurde. Mit den Punkten 4-7 bis 4-9 wurde die Überprüfung der korrekten Lage des Endotrachealtubus durch das Team erfasst. 4-7 erfasst die Basismaßnahmen, 4-8 die Durchführung einer endtidalen CO₂-Messung, Punkt 4-9 den Zeitpunkt der Prüfung. Diese musste innerhalb von 60 sek. erfolgen, um als rechtzeitig gewertet zu werden. Ob die Herzdruckmassage unter und nach Intubation adäquat fortgesetzt wurde (mit empfohlener Frequenz und Drucktiefe, ohne Pausen) oder überhaupt erfolgte wurde unter 4-10 respektive 4-11 erfasst. Unter Punkt 4-12 wurde erfasst, ob andere Maßnahmen aufgrund der Intubation verzögert oder nicht durchgeführt wurden (Defibrillation, Zugangsanlage, Medikamentengabe). Die Maßnahmen zählten nur dann als zurückgestellt, wenn zuvor vom Team die Notwendigkeit der Maßnahme erkannt und kommuniziert wurde.

Bei der Erfassung der Zeiten war das Referenzereignis entweder die Apnoe des Patienten oder der Beatmungsbeginn. Die Zeit bis Apnoefeststellung und bis Beatmungsbeginn, sowie die Zeit bis zum 1. Intubationsversuch bezogen sich auf die Zeit, die zwischen Apnoe und dem Ereignis

vergangen war. Die Zeit bis zum Beatmungswechsel bezog sich auf den Zeitpunkt, zu dem eine Beatmung begonnen wurde. Die Zeit der Intubationsversuche beinhaltete den Zeitraum vom Aufnehmen des Laryngoskops durch die Intubierende bis zum Konnektieren des Beatmungsbeutels an den Tubus bzw. der Wiederaufnahme der Masken-Beutel-Beatmung, falls die Intubation abgebrochen wurde. Für die Gesamtdauer der Intubation wurden die Zeiten der einzelnen Intubationsversuche addiert, es sei denn, es erfolgte keine Zwischenbeatmung. Dann wurde der gesamte Zeitraum erfasst.

3.7 Statistik

Die statistische Auswertung, der in der PEC erfassten Items erfolgte abhängig von deren Skalierung (nominal- / ordinalskaliert etc.). Erfolgte durch ein Team kein Intubationsversuch, wurden in diesem Studienszenarium die Items 4-2 bis 4-12 nicht ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SPSS (Version 28.0) in Zusammenarbeit mit Dr. med. N. Mand. Alle für die Auswertung wichtigen Tabellen sind in Anhang IV abgebildet (Tab. 4 - 102).

3.7.1 Deskriptive Statistik

Zunächst erfolgte eine rein quantitative Analyse der in der PEC erfassten Items 1 bis 36. Im Anschluss wurden die Prätests mit den Posttests verglichen und mittels Chi-Quadrat-Analyse auf Signifikanz geprüft. Für die zentrale Hypothese der Arbeit zum erweiterten Atemwegsmanagement (Hypothese 3) sind vor allem die Items 3-11 bis 3-14, sowie 4-1 bis 4-9 der PEC (siehe Anhang II) von Bedeutung. Die Items, die sich keiner der Hypothesen zuordnen lassen, wurden zur Erfassung des Gesamtreanimationsprozesses erhoben und ausgewertet.

Bei den erfassten Zeiten (Item 37 bis 46) wurden Mittelwert und Standardabweichung jeweils für die Prä- und Posttests gebildet. Diese wurden mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung (Abb. 17-24) geprüft und anschließend mittels t-Test auf Signifikanz.

Für das Item „Dauer des gesamten Intubationsvorgangs“ (Item 45) wurde aufgrund der reduzierten Zahl der ausgewerteten Gruppen und fehlender Normalverteilung ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

3.7.2 Prä- und Posttest

Nach Erfassung der Rohdaten wurde die Verblindung aufgehoben und die einzelnen Videos den Gruppen „Prätest“ und „Posttest“ zugeordnet. Die Häufigkeitsverteilung der Items wurde anschließend erhoben und die Häufigkeiten der Items von Prä- und Posttest wie oben beschrieben verglichen. Bei den zeitkritischen Items (Zeit bis Beatmung, Zeit bis Intubation/Wechsel der Beatmungsart, Dauer des Intubationsversuchs, Dauer des gesamten Intubationsvorgangs) wurde ein Mittelwert gebildet. Es wurde wie oben für die übrigen Ergebnisse dargelegt auf Normalverteilung und Signifikanz geprüft.

3.7.3 Zusammenhang mit Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation

Des Weiteren wurde ausgewertet, ob das Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation (PICU) an einer Klinik sich auf den Reanimationsablauf und das Atemwegsmanagement im Rahmen der Reanimation auswirkt. 6 der 12 geschulten Kliniken verfügten über eine PICU. Nach der Entblindung wurden die Videos in 4 Gruppen (PICU-Prätest/PICU Posttest/keine PICU Prätest/keine PICU Posttest) aufgeteilt (Abb. 4). Für relevante Items wurden die beiden Gruppen wie oben beschrieben verglichen und die Ergebnisse auf Signifikanz geprüft.

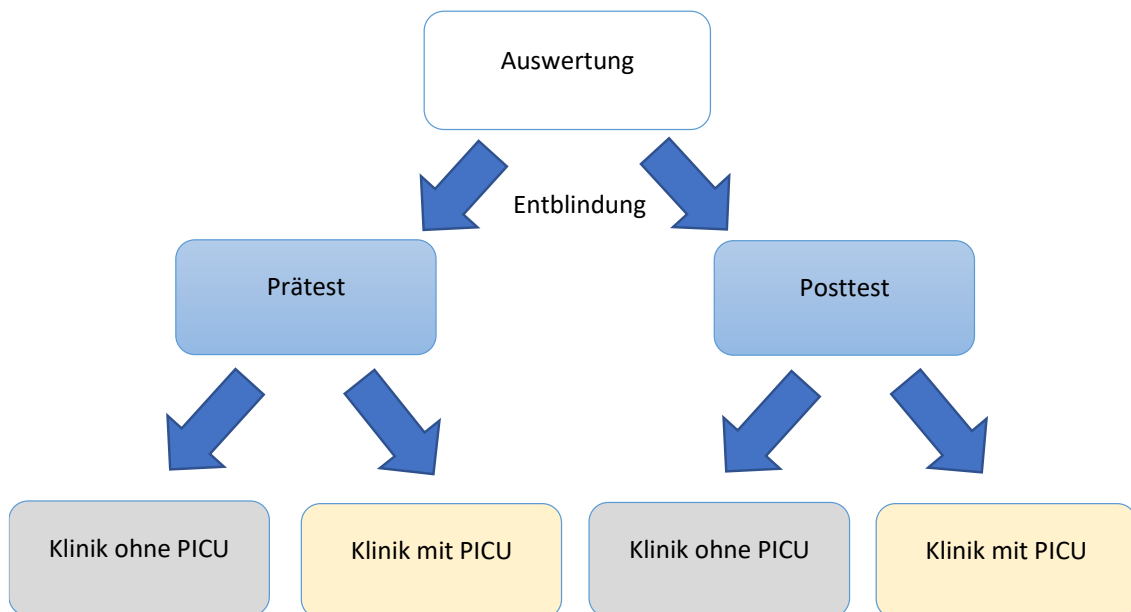


Abb. 4 Auswertungsablauf

4 Ergebnisse

4.1 Zusammensetzung der Stichprobe

4.1.1 Ausschlussquote Kliniken und Studienteilnehmende

Von 17 hessischen Kinderkliniken, an denen Trainings erfolgen sollten, konnte für 2 Kliniken kein Termin gefunden werden. 3 der Kliniken erhielten ein Newborn-Life-Support Training, anstatt eines Pediatric-Life-Support Trainings, so dass diese Kliniken ebenfalls nicht in die Studie eingeschlossen werden konnten. Ein Pediatric-Life-Support Training erfolgte also an 12 Kinderkliniken. Da in der Kinderklinik Wiesbaden ein erweitertes Training (siehe Material und Methoden, Punkt 3.2. Teilnehmerkollektiv) erfolgte, nahmen dort 88 Teilnehmerinnen am Training teil. In den übrigen Kliniken wurden, wie oben erläutert, bis zu 20 Mitarbeiterinnen geschult. Die Gesamtteilnehmerzahl belief sich somit auf 276 Teilnehmerinnen von denen 229 ihr Einverständnis zur Studie gaben (Ausschlussquote 17% der Gesamtteilnehmerzahl).

4.1.2 Ausschlussquote Studienvideos

Von insgesamt 116 Videoaufnahmen, die im Rahmen der Trainings entstanden sind und bei denen alle Teilnehmerinnen eingewilligt hatten, konnten 113 für die Studie verwendet werden. 3 Videos mussten aufgrund unzureichender Bild- oder Tonqualität ausgeschlossen werden (Ausschlussquote 2,6%). Von den 113 analysierten Videos handelte es sich um 56 Prätest- und 57 Posttest-Szenarien.

4.1.3 Ausschluss Studienvideos für Einzelitemanalysen

Von den ausgewerteten Videos war in 8 Prätest-Videos und einem Posttest-Video bis zum Zeitpunkt der Apnoe von den Teilnehmenden noch kein Monitoring etabliert worden, so dass der genaue Zeitraum zwischen Apnoe und Beatmungsbeginn nicht bestimmt werden konnte. Diese Videos konnten hinsichtlich der Items 3-3 und 3-4 der PEC nur eingeschränkt ausgewertet werden, die „Zeit bis Apnoefeststellung“ und „Zeit bis Beatmung“ konnte nicht bestimmt werden. Diese werden als fehlende Daten behandelt. Die Videos wurden für alle anderen Items in die Auswertung mit einbezogen.

Die Auswertung ab Item 4-2 der PEC erfolgte nur für Szenarien, in denen mindestens ein Intubationsversuch erfolgt war. Hier beschränkte sich deshalb das Kollektiv auf 31 Prätests und 23 Posttests.

4.2 Stichprobenbeschreibung

4.2.1 Teilnehmerkollektiv

Von 229 Teilnehmenden konnten 224 Fragebögen ausgewertet werden. 5 Personen machten keine Angabe zu ihrem Berufsstand. Das Teilnehmerkollektiv bestand zu 54,5% (n=122) aus Pflegenden und 45,5 % (n=102) aus ärztlichem Personal. Bei den Ärztinnen handelte es sich bei 79,5% (n=81) um Assistenzärztinnen und 18,6% (n=19) um Oberärztinnen. Außerdem nahmen 2 Chefärzte teil (1,9%) (Abb. 5). Von den Pflegekräften hatte ¼ (25,4%, n=31) eine Intensivweiterbildung. Das durchschnittliche Alter der Assistenzärztinnen lag bei 33 (min. 25, max. 55) Jahren. Die Oberärztinnen waren im Median 45 (min. 35, max. 63) Jahre alt. Das durchschnittliche Alter der teilnehmenden Pflegekräfte lag bei 39 Jahren (min. 20, max. 61 Jahre).

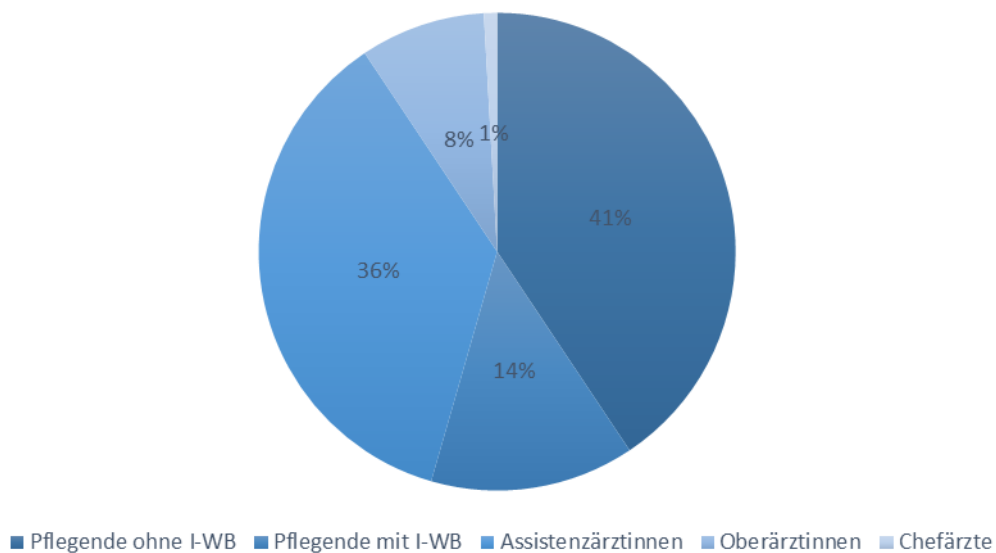


Abb. 5 Teilnehmerkollektiv

4.2.2 Geschlechterverteilung

Von den 229 Teilnehmerinnen machten 225 eine Angabe zu ihrem Geschlecht. 191 (85%) waren weiblich und 34 (15%) waren männlich. Von den ärztlichen Teilnehmenden waren 71 (68%) weiblich und 33 (32 %) männlich. Beim Anteil der oberärztlich Tätigen waren allerdings nur 7 (36,8%) weiblich. 123 von 125 (98,4 %) Pflegenden waren Frauen, 2 (1,6%) machten keine Angabe zu ihrem Geschlecht.

4.2.3 Erfahrung mit pädiatrischen Reanimationen

Die Erfahrung mit pädiatrischen Reanimationen war abhängig von Alter und Berufsgruppe sehr unterschiedlich. Die Oberärztinnen gaben an, bereits an bis zu 20 Reanimationen teilgenommen zu haben, der Durchschnitt lag bei 8,3 (min. 1, max. 20), die Angaben von Assistenzärztinnen und Pflegekräften lagen mit jeweils durchschnittlich 3 Reanimationen deutlich darunter. Einige Teilnehmende gaben an, noch nie eine Reanimation erlebt zu haben. Die Angaben innerhalb der Berufsgruppen waren sehr heterogen.

4.2.4 Erfahrung mit der Ventilation in pädiatrischen Notfallsituationen

Insgesamt gaben nur etwas mehr als ein Drittel der Teilnehmenden (n=80, 35,4%) an, bereits Erfahrung mit der Beatmung von Kindern in Notfallsituationen zu haben. Nur 8/19 Oberärztinnen (42%) und 33/81 (40,7%) der Assistenzärztinnen gaben an, dies schon einmal durchgeführt zu haben. Bei den Pflegekräften mit Intensivweiterbildung waren es 17/31 (55%). Nur 20/91 (22%) der Pflegekräfte ohne Intensivweiterbildung hatten nach eigenen Angaben schon einmal in einer Notfallsituation beatmet.

4.2.5 Bisherige Teilnahme an Reanimationstrainings

Insgesamt hatten 194 (86%) der Teilnehmenden in der Vergangenheit bereits an einem oder mehreren Reanimationstrainings teilgenommen. 107 (48%) hatten in den 12 Monaten vor der Studie an irgendeiner Art von Reanimationsschulung teilgenommen. Davon gaben 60 (56%) an, an einer internen theoretischen Schulung teilgenommen zu haben, 63 (59%) hatten an einer internen praktischen Schulung teilgenommen und 20 der Teilnehmenden (18,7 %) hatten in den vergangenen 12 Monaten an einem nicht näher bezeichneten Simulationstraining teilgenommen. 14 (13%) hatten ein Newborn Life-Support (NLS) Training besucht, 24 (22,4%) ein PALS-Training. 10 (9,3%) hatten ein Erwachsenenreanimationstraining besucht.

4.3 Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation

6 der 12 (50%) in die Studie eingeschlossenen Kinderkliniken verfügen über eine pädiatrische Intensivstation. Diesen 6 Kliniken entstammen jeweils 29 der Prätest-Videos (52%) und 30 der Posttest-Videos (51%).

4.4 Auswertung der PEC

4.4.1 Ergebnisse zu Hypothese 1: Evaluation der Atmung

4.4.1.1 Atemwegsevaluation

In der überwiegenden Zahl der Prä- und Posttest-Gruppen wurde der Atemweg des Patienten nicht evaluiert (40 (71%) Prätest, 36 (63%) Posttest, n.s.). Auch die Anzahl der Teams, die eine vollständige Evaluation, d.h. eine Öffnung, Inspektion und Bewertung der Atemwege durchführten, unterschied sich nicht zwischen Prä- und Posttest (4 (7 %) Prätest, 5 (8,9 %) Posttest, n.s.).

4.4.1.2 Prüfung der Sauerstoffsättigung

Auch bei der Prüfung und Verbalisierung der Sauerstoffsättigung fand sich kein Unterschied zwischen den Prä- und Posttest-Gruppen. 2/3 aller Gruppen (37 (66,1%) Prätest, 38 (66,7 %) Posttest, n.s.) prüften die Sauerstoffsättigung rechtzeitig und verbalisierten dies.

4.4.1.3 Prüfung der Atemfrequenz

Eine Prüfung der Atemfrequenz durch Auszählen der Atemzüge in der Minute und die Verbalisierung des Ergebnisses erfolgte sowohl im Prä- als auch im Posttest jeweils nur in 1 Gruppe (n.s.).

4.4.1.4 Auskultation

Die bilaterale Auskultation erfolgte in 23 (41%) Prätest-Gruppen und 25 (44%) Posttest-Gruppen rechtzeitig und ein Befund wurde verbalisiert. In 3 (5%) Prätest-Szenarien und 9 (15%) Posttest-Szenarien erfolgte keine Auskultation des Patienten (n.s.).

4.4.1.5 Re-Evaluation der Atmung

Eine Re-Evaluation der Atmung erfolgte in den Posttests signifikant seltener ($p=0,039$). In 23 (41%) der Posttests und in 12 (22%) der Prätests wurde die Atmung nicht aktiv re-evaluiert.

4.4.2 Ergebnisse zu Hypothese 2: Apnoe erkennen und behandeln

4.4.2.1 Feststellung der Apnoe

Die Feststellung der Apnoe durch eine Ärztin erfolgte in 41 (73 %) der Prätests und in 28 (50 %) Fällen im Posttest. Dies ist statistisch signifikant ($p = 0,018$). In 25 (45 %) der Posttestvideos konnte nicht festgestellt werden, wer die Apnoe des Patienten erkennt, da entweder keine Re-Evaluation der Atmung stattfand oder keine sichere Zuordnung des Feststellenden zu einer Berufsgruppe möglich war. Dies war nur in 11 (20%) der Prätestvideos der Fall.

4.4.2.2 Öffnen der Atemwege

Es zeigte sich kein Unterschied zwischen Prä- und Posttest bei der Anzahl der Gruppen, die den Atemweg vor Beginn der Beatmung aktiv öffnen (28 (51%) Prätest, 28 (49%) Posttest, n.s.). Vor der Intervention erfolgte das Öffnen der Atemwege in 9 (16%) der Fälle in weniger als 30 Sekunden, im Posttest bei 15 (26%). Dies war kein signifikanter Unterschied.

4.4.2.3 Beginn der Beatmung

In allen Szenarien wurde eine Beatmung begonnen. In 22 (39%) der Posttests, aber nur 14 (25%) der Prätests wurde die Beatmung innerhalb der ersten 30 Sekunden nach Apnoe initiiert. Dies ist statistisch jedoch nicht signifikant.

4.4.2.4 Beatmendes Teammitglied

Im Prätest wurde die Beatmung in 43 von 53 (81%) der Szenarien, in denen die Beatmende zuzuordnen ist, von einer Ärztin begonnen. Im Posttest waren es 37 von 54 (68%). Der Anzahl an Gruppen, bei denen eine Pflegekraft die initiale Beatmung begann, stieg von 10 (19 %) auf 17 (32 %). In jeweils 3 Gruppen (5,4% Prätest, 5,3 % Posttest) konnte das Teammitglied nicht sicher einer Berufsgruppe zugeordnet werden. Die genannten Beobachtungen sind statistisch nicht signifikant.

4.4.2.5 Beatmungsequipment

In über 90% aller Prä- und Posttest-Szenarien (52 (93%) Prätest, 53 (93%) Posttest) wurde zunächst eine Masken-Beutel-Beatmung begonnen. Nur in jeweils 2 Gruppen (3,6% Prätest, 3,5% Posttest) wurden Larynxmasken verwendet. In 2 (3,5%) Posttest und 1 (1,8%) Prätest

wurde Mund-zu-Mund und Nase-Beatmung durchgeführt. In 1 (1,8%) Prätest erfolgte eine primäre Intubation. Keines dieser Ergebnisse war statistisch signifikant.

4.4.2.6 Adäquates Beatmungsequipment

Maske und Beutel waren in 26 (46%) der Prätests und in 37 (65%) Posttests für das Patientenalter adäquat gewählt. Dies war statistisch signifikant ($p < 0,05$) (Abb. 6). In 27 (48%) der Prätests und 18 (32%) der Posttests wurde ein zu kleiner Beatmungsbeutel gewählt (Neugeborenen- statt Kinderbeatmungsbeutel) (n.s.).

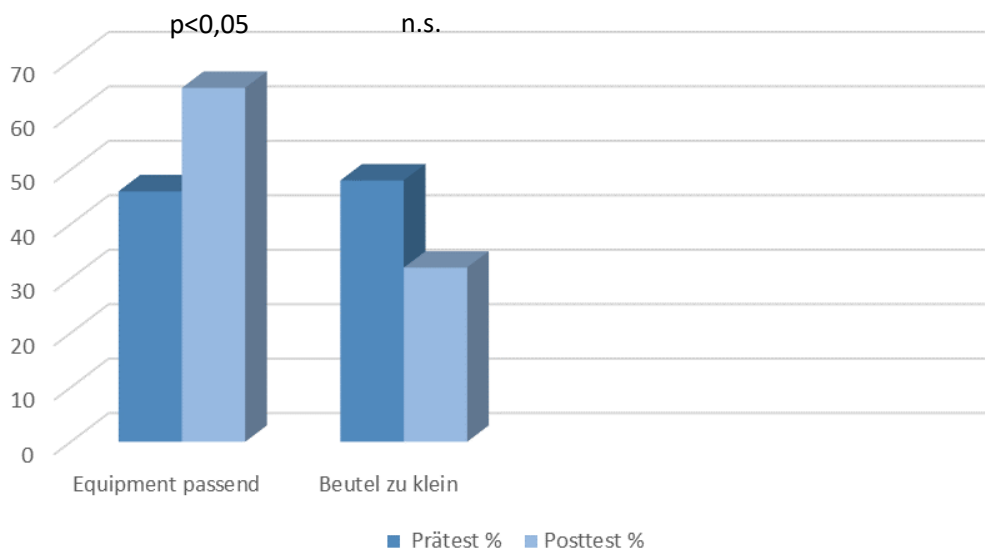


Abb. 6 Auswahl des Beatmungsequipments

4.4.2.7 Prüfung der Effektivität

Etwa 1/3 der Gruppen überprüfte die Effektivität der Beatmung nicht aktiv. Es fand sich kein Unterschied zwischen Prä- und Posttest (17 (30%) Prätest, 19 (33%) Posttest, n.s.). Nur in 15 (27%) der Prätests und 9 (16%) der Posttests wurde die Effektivität innerhalb von 30 Sekunden nach Beatmungsbeginn überprüft und der Befund verbalisiert. Dies ist nicht signifikant.

4.4.2.8 Optimierung der Beatmung

Die Anzahl der Teams, die die Beatmung nach Erkennen eines Problems bei der Ventilation erst verspätet oder nicht adäquat optimierten, veränderte sich nicht (6 (10,7%) Prätest, 7 (12,3%) Posttest, n.s.). Eine Optimierung der Beatmung war in 22 (39%) der Prätests und 26 (46%) der Posttests nicht notwendig. Dies ist nicht signifikant.

4.4.2.9 Art der Beatmungsoptimierung

Eine Veränderung in der Lagerung des Patienten war in den Prä- und Posttests die häufigste Intervention, um die Beatmung zu verbessern (8 (61%) Prätest, 5 (50%) Posttest, n.s.). Ein 2-Hände-C-Griff wurde nur in 1 (10 %) Posttest verwendet, in 2 (20 %) der Posttests wurde eine Kombination aus zwei Maßnahmen angewandt. Andere Maßnahmen Beatmungsprobleme zu lösen, waren ein Wechsel des beatmenden Teammitglieds oder die Implementierung einer anderen Beatmungsform (Larynxmaske, Intubation).

4.4.3 Ergebnisse zu Hypothese 3: Atemwegsmanagement unter Reanimation

4.4.3.1 Wechsel der Beatmungsart

Die Art der Beatmung wurde in 35 (63%) Prätests und in 27 (47%) Posttests gewechselt. Dies scheiterte knapp am Signifikanzniveau ($p = 0,10$).

4.4.3.2 Gründe für den Wechsel der Beatmungsart

Bei 21 (64%) Prätests und 17 (63%) Posttests war der Grund für den Wechsel der Beatmungsart für die Beobachterin ersichtlich. In 7/12 (58%) Prätests bzw. 8/10 (80%) Posttests, in denen Gründe für den Wechsel der Beatmungsart verbalisiert wurden, wurde die Hypoxämie-Behandlung bei anhaltend nicht ableitbarer peripherer Sauerstoffsättigung und prolongierten Reanimationsbemühungen genannt. Ein ROSC (3/12 (25%) Prätest, 1/10 (10%) Posttest) oder eine insuffiziente Masken-Beutel-Beatmung (2/12 (17%) Prätest, 1/10 (10%) Posttest) waren seltene Gründe für den Wechsel der Beatmungsart. Keines der Ergebnisse war signifikant.

4.4.3.3 Initiation des Beatmungswechsels

Es bestand kein Unterschied zwischen den Prä- und Posttests hinsichtlich der Frage, wer den Beatmungswechsel initiiert. In 31 (91%) Prätests und 26 (96%) Posttests wurde der Wechsel durch die Ärztin initiiert (n.s.).

4.4.3.4 Art der definitiven Atemwegsversorgung

Eine kontinuierliche Masken-Beutel-Beatmung erfolgte am häufigsten (30 (54%) Prätest, 35 (61%) Posttest) (Abb. 7, Abb. 8). Somit besteht kein signifikanter Unterschied vor und nach dem Training. Die Beatmung über einen endotrachealen Tubus erfolgte in 26 (46%) der Prä-

und in 19 (33%) der Posttests. Eine Larynxmaske wurde von 3 (5,3 %) Gruppen in den Posttest-Szenarien genutzt (n.s.).

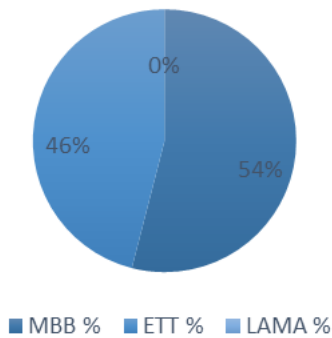


Abb. 7 Endgültige AW-Versorgung Prätest

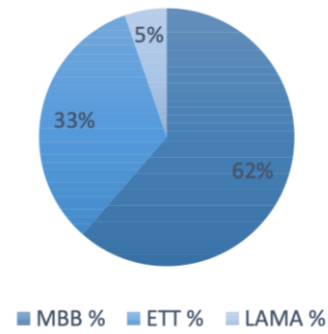


Abb. 8 Endgültige AW-Versorgung Posttest

4.4.3.5 Intubationsversuch

Mindestens ein Intubationsversuch erfolgte in 31 (55%) der Prätests. Nach dem Simulationstraining entschieden sich noch 23 (40%) Gruppen für einen Intubationsversuch. Dies ist nicht signifikant ($p = 0,11$).

4.4.3.6 Anzahl der Versuche

In den Prätest-Szenarien erfolgte in 14 (45%) Fällen mehr als ein Intubationsversuch. Im Posttest waren es noch 7 (30%) (n.s.) (Abb. 9).

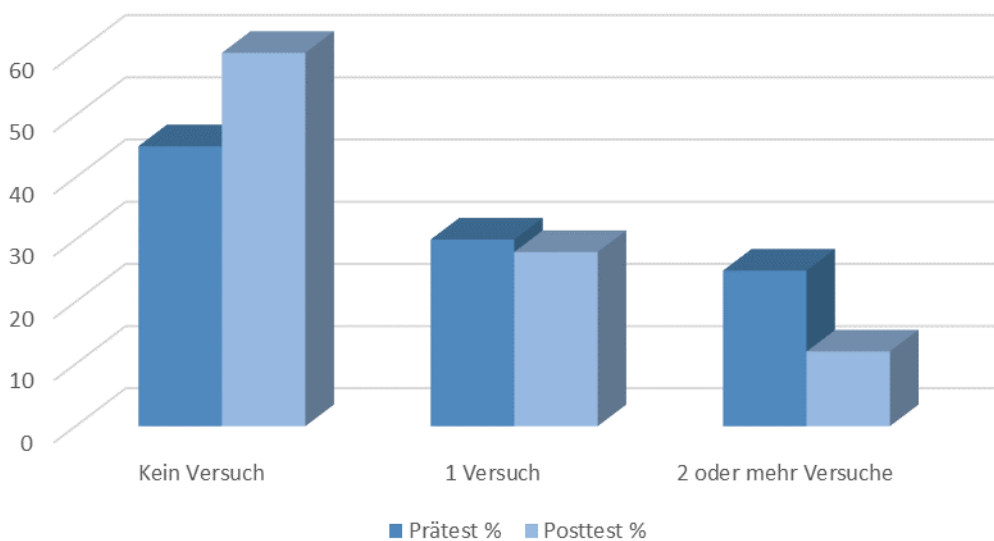


Abb. 9 Intubationsversuche

4.4.3.7 Involvierte Personen

Im Durchschnitt waren 2,5 Personen (SD ± 0,63) in die Intubation involviert. Dabei finden sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Prä- und Posttests ($\bar{x} = 2,6$ (SD ± 0,71) Prätest, $\bar{x} = 2,4$ (SD ± 0,68) Posttest, n.s.).

4.4.3.8 Intubationsvorbereitung

In keinem der ausgewerteten Szenarien fand eine vollständige Intubationsvorbereitung statt. Bei keiner der Gruppen war eine Absaugung angeschlossen. Am zweithäufigsten fehlte adäquates Equipment zur Fixierung des Endotrachealtubus.

4.4.3.9 Intubationsequipment

Während im Prätest nur 20/28 (71%) Gruppen passendes Equipment nutzten, waren es im Posttest 21/22 (95%). Nur noch eine Gruppe entschied sich für einen Tubus mit nicht adäquatem Durchmesser. Die Differenz scheiterte knapp am Signifikanzniveau ($p = 0,075$).

4.4.3.10 Tubusfixierung

Nur in etwa 40% aller Fälle wurde der Endotrachealtubus im Anschluss an die Intubation adäquat und rechtzeitig fixiert (9 (41%) Prätest, 8 (38%) Posttest). Es findet sich kein signifikanter Unterschied zwischen Prä- und Posttest.

4.4.3.11 Prüfung der Tubuslage

In allen Prätests wurde die Tubuslage überprüft. In 17 (70%) Prätests und 14 (67%) der Posttests erfolgte dies mittels Auskultation, nur in 3 (12%) der Prätest-Gruppen und 1 (4,8%) Posttest-Gruppe wurde ausschließlich die Thoraxhebung kommuniziert. In 3 (14%) der Posttests erfolgte keine offensichtliche Überprüfung der Tubuslage. Keines der Ergebnisse war signifikant.

4.4.3.12 Endtidale Kohlenstoffdioxid-Messung

Eine endtidale Kohlenstoffdioxid-Messung erfolgte nur in jeweils 2 der Szenarien. Jeweils eine (3,2%) Prätest und eine (4,3%) Posttest-Gruppe verwendete einen Farbumschlagadapter. Je eine Gruppe leitete eine kapnographische Messung über den Monitor ab (n.s.).

4.4.3.13 Zeitpunkt der Lagekontrolle

Über 90% aller Gruppen überprüften die korrekte Lage des Endotrachealtubus zeitgerecht in weniger als 60 Sekunden (22/24 (92%) Prätest, 18/19 (95%) Posttest). Es fand sich kein Unterschied zwischen Prä- und Posttests.

4.4.4 Ergebnisse zu Hypothese 4: weitere Reanimationsmaßnahmen

4.4.4.1 Herzdruckmassage während der Intubation

In nur 7 (27%) der Prätests, wurde die HDM während des Intubationsvorgang adäquat und ohne Unterbrechungen fortgesetzt. Dies stieg in den Posttests auf 13 (57%) an. Dies war signifikant ($p < 0,05$) (Abb. 10, Abb. 11). Außerdem sank die Anzahl von Gruppen, in denen bis zum Zeitpunkt der Intubation noch keine HDM durchgeführt wurde, signifikant von 6 (23%) auf 1 (4%) ($p = 0,035$).

■ Adäquat ■ nicht adäquat ■ noch nicht begonnen

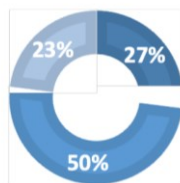


Abb. 10 HDM während Intubation Prätest

■ Adäquat ■ nicht adäquat ■ noch nicht begonnen

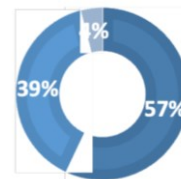


Abb. 11 HDM während Intubation Posttest

4.4.4.2 Herzdruckmassage nach erfolgter Intubation

Nach Platzierung des Endotrachealtubus oder Abbruch des Intubationsvorgangs wurde im Posttest von 17 (74%) Gruppen die HDM rechtzeitig und adäquat fortgesetzt. Dies war nur in 12 (46%) der Prätests der Fall. Dies ist statistisch signifikant ($p = 0,045$).

4.4.4.3 Verzögerung anderer Maßnahmen

Nur in 6 (20%) der Prätests und 7 (30%) der Posttests wurden keine anderen für den Reanimationserfolg essenziellen Maßnahmen zugunsten der Intubation verzögert. Am häufigsten wurde die Defibrillation verzögert (25 (80%) Prätest, 15 (65%) Posttest) (n.s.).

4.4.5 Ergebnisse zu Hypothese 5: Einfluss einer PICU

4.4.5.1 Auswertung PICU vs. keine PICU

In der Auswertung der Kliniken mit PICU im Vergleich zu den Kliniken ohne PICU zeigte sich, dass an Kliniken mit PICU signifikant häufiger ($p = 0,04$) die HDM suffizient fortgesetzt wurde, während die Intubation erfolgte. Bei 14/29 Teams (48,3%) war dies der Fall. In den Kliniken ohne PICU erfolgte dies nur bei 6/20 (30%) Teams. Auch die Anzahl der Teams, die nie eine HDM begannen, ist signifikant niedriger ($p = 0,006$) bei den Teams aus Kliniken mit PICU. Während dies bei 25% (5/20) Teams der Kliniken ohne PICU im Prätest vorkam, waren es dort nur 6,9% (2/29).

Die Zeit, die verging, bis die Apnoe des Patienten erkannt wurde, ist bei Teams aus Kliniken mit PICU signifikant kürzer ($p < 0,05$) mit 32,35 sek. (SD $\pm 30,95$ sek.) im Vergleich zu 44,09 sek. (SD $\pm 47,43$ sek.). Teams aus Kliniken mit PICU begannen die Beatmung im Mittel 10 Sekunden früher (49,07 sek $\pm 24,4$ sek vs. 59,65 sek $\pm 53,15$ sek), dies war jedoch statistisch nicht signifikant. Die signifikanten Unterschiede sind in Abb. 12 zusammengefasst.

Bei den übrigen Items fanden sich in dieser Auswertung keine signifikanten Unterschiede.

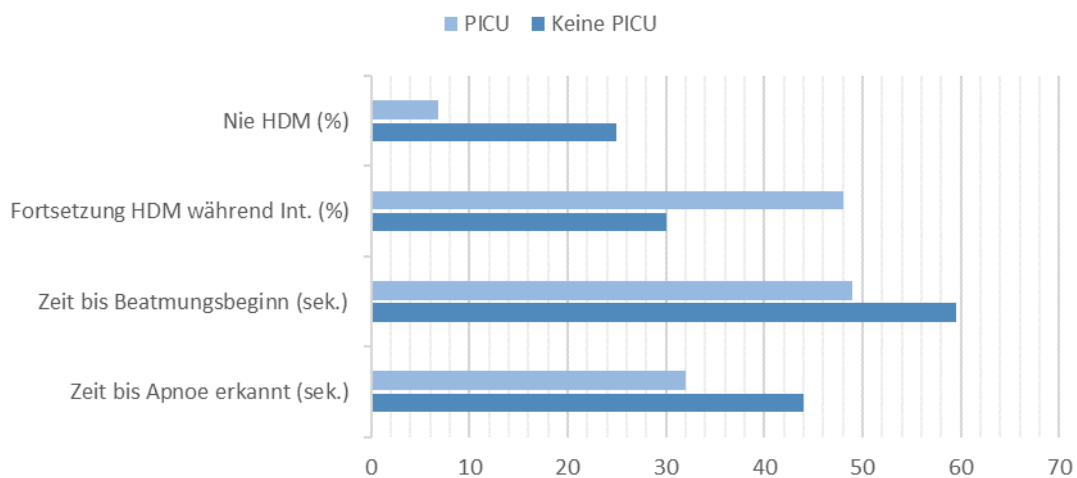


Abb. 12 Signifikante Unterschiede zwischen Kliniken mit und ohne PICU

4.4.5.2 PICU vs. keine PICU im Prätest-Posttest-Vergleich

Betrachtet man die Prä- und Posttest Ergebnisse aufgeteilt in Kliniken mit und ohne PICU fällt auf, dass bei Kliniken ohne PICU deutlich häufiger passendes Equipment zur Masken-Beutel-Beatmung verwendet wurde und dass die Differenz im Posttest noch größer ist als im Prätest. 17/27 (63%) Prätest-Teams aus Kliniken ohne PICU nutzten adäquates Equipment, im Posttest waren es sogar 22/27 (81,5%). Im Prätest nutzten nur 9/29 (31%) Teams aus Kliniken mit PICU

die passende Maske und den passenden Beatmungsbeutel. Im Posttest waren es 15/30 (50%). Dies ist signifikant ($p = 0,002$).

Dagegen führt eine signifikant höhere Anzahl an Teams aus Kliniken mit PICU im Posttest die HDM unter Intubation suffizient fort ($p < 0,01$). Während es bei den Teams aus Kliniken ohne PICU im Posttest sogar weniger sind als im Prätest (2/9 (22,2%) vs. 4/11 (36,4%)), steigt bei den Teams aus Kliniken mit PICU von 20% auf 78,6% an (3/15 Prätest, 11/14 Posttest).

Von 29 (Prätest) respektive 30 (Posttest) Teams, die in einer Klinik mit pädiatrischer Intensivstation arbeiten, wurde in 18 Prätests (62%) und 14 Posttests (46,7%) mindestens ein Intubationsversuch unternommen. In der Gruppe ohne Intensivstation erfolgte im Prätest bei 13/27 (48%) und im Posttest bei 9/27 (33,3%) Gruppen mindestens ein Intubationsversuch. Die Differenz ist nicht signifikant.

Bei den restlichen Auswertungen zeigten sich keine weiteren signifikanten Unterschiede

4.4.6 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

Der Zeitintervalle bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen im Prä- und Posttest-Vergleich sind zusammenfassend in Abb. 13 grafisch dargestellt.

4.4.6.1 Apnoe

Die durchschnittliche Zeit, die verging, bis die Apnoe von den Gruppen erkannt wurde, sank von durchschnittlich 43 sek. (SD ± 49 sek.) auf 33 sek. (SD ± 29 sek.), (n.s.). Zeiten konnten für 36 (64 %) Prätests und 33 (58%) Posttests ermittelt werden. In den übrigen Gruppen war zum Zeitpunkt der Apnoe noch kein Monitoring etabliert oder die Apnoe wurde nicht verbalisiert und die Beatmung aufgrund des Herz-Kreislauf-Stillstandes begonnen.

4.4.6.2 Beatmungsbeginn

Die Beatmung wurde in den Prätests im Durchschnitt nach 59 Sekunden (SD ± 52 sek.), im Posttest nach durchschnittlich 49 Sekunden (SD ± 36 sek.) begonnen. Werte konnten für 48 (%) Prätests und 55 (%) Posttests ermittelt werden. Dies war nicht signifikant.

4.4.6.3 Beatmungswechsel

Die Zeit, bis die Beatmungsart gewechselt wurde, betrug in den Prätests durchschnittlich 231 Sekunden (SD ± 158 sek.) und im Posttest 260 Sekunden (SD ± 132 sek.). Die Auswertung erfolgte für 34 (60 %) Prätests und 27 (48 %) Posttests. In den übrigen wurde die initiale Beatmungsart bis zum Ende der Reanimation beibehalten.

4.4.6.4 Dauer des 1. Intubationsversuchs

In den Prätests dauerte der erste Intubationsversuch durchschnittlich 42 Sekunden (SD ± 21 sek.) und verkürzte sich in den Posttests auf durchschnittlich 37 Sekunden (SD ± 13 sek.). Dies war signifikant ($p < 0,01$).

4.4.6.5 Dauer des 2. Intubationsversuchs

Sofern ein zweiter Intubationsversuch durchgeführt wurde, dauerte dieser in den Prätests durchschnittlich 42 Sekunden (SD ± 28 sek.) und im Posttest 24 Sekunden (SD ± 5 sek.). Auch hier ist die Verkürzung der benötigten Zeit nach der Intervention signifikant ($p < 0,01$).

4.4.6.6 Weitere Intubationsversuche

Nur in 2 von 31 (6,4 %) Prätests und 1 von 23 (4,3 %) Posttests, in denen eine Intubation versucht wurde, erfolgten mehr als 2 Intubationsversuche. Dies ist nicht signifikant.

4.4.6.7 Dauer des gesamten Intubationsvorgangs

Die Dauer des gesamten Intubationsvorgangs verkürzte sich von durchschnittlich 66 Sekunden (SD ± 36 sek.) in den Prätests auf 48 Sekunden (SD ± 33 sek.) in den Posttests. Dies war signifikant ($p = 0,041$).

4.4.6.8 Zeit bis zum 1. Intubationsversuch

Es fand sich keine wesentliche Veränderung bei der Zeit, die bis zum 1. Intubationsversuch verging (Prätest $\bar{x}=324$ sek (SD ± 132 sek.), Posttest $\bar{x}=310$ sek (SD ± 132 sek)).

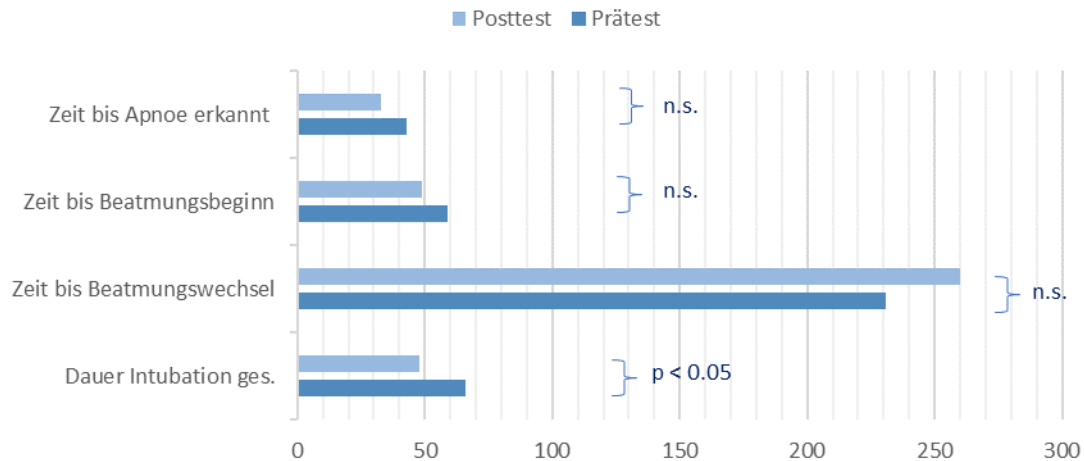


Abb. 13 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

4.4.7 Auswertung der übrigen Items

4.4.7.1 Ausrüstung

Nur ein Team überprüfte die Ausrüstung vor der Verwendung am Patienten vollständig. 51 (91%) der Prätest-Gruppen und 50 (87%) der Posttest-Gruppen überprüften die Ausrüstung unvollständig oder erst nach bereits begonnener Anwendung am Patienten. Dies ist statistisch nicht signifikant (n.s.).

4.4.7.2 Monitoring anschließen

Bei 8 (14 %) Prätest-Gruppen bzw. 1 (1,8 %) Posttest-Gruppe war bis zum Zeitpunkt der Apnoe kein Monitoring am Patienten angeschlossen. Vollständiges Monitoring wurde in 21 (37,5 %) der Prätest-Videos und 18 (31,5 %) der Posttest-Videos innerhalb der ersten 2 Minuten etabliert (n.s.).

4.4.7.3 Prüfung des Kreislaufs

Die Überprüfung der wichtigen Kreislaufparameter, das heißt der Herzfrequenz (HF), des Blutdrucks (RR) und der Kapillarfüllungszeit (RKZ), war in der Mehrzahl der Szenarien unvollständig (49 (87%) Prätest, 51 (89 %) Posttest, n.s.) oder die Befunde wurden nicht verbalisiert. Die Anzahl der Gruppen, die keine Kreislaufüberprüfung durchführten, sank von 4 (7,1 %) im Prätest auf 1 (1,8 %) im Posttest, dies war jedoch nicht signifikant.

4.4.7.4 Prüfung des Bewusstseins

Auch hier fanden sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Prä- und Posttest-Gruppen. Fast die Hälfte der Gruppen prüfte das Bewusstsein nicht (26 (46%) Prätest, 28 (49%) Posttest, n.s.). Nur etwa ein Viertel der Gruppen prüfte den Bewusstseinszustand rechtzeitig und kommunizierte den Befund an das Team (Prätest 16 (28%), Posttest 16 (29%)) (n.s.).

4.4.7.5 Beginn einer Sauerstoffgabe

In 9 (16%) Prätests und 10 (17%) Posttests initiierten die Gruppen bereits vor dem Herz-Kreislauf-Stillstand eine Sauerstoffversorgung mit 100% Sauerstoff über z.B. Maske mit Reservoir oder Beatmungsbeutel. In etwa $\frac{3}{4}$ der Fälle wurde vor Einsetzen der Apnoe kein Sauerstoff zugeführt (43 (77%) Prätest, 44 (78%) Posttest). Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede.

4.4.7.6 Art der Sauerstoffzufuhr

Die Art der Sauerstoffzufuhr veränderte sich nicht. Etwa $\frac{3}{4}$ der Gruppen entschieden sich für die Sauerstoffgabe mittels Beatmungsbeutel und Maske (10 (77%) Prätest, 9 (75%) Posttest, n.s.).

4.4.8 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Die für die Beantwortung der Fragestellung wichtigen, sowie die signifikanten Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1 Zentrale Ergebnisse

Item	Prätest	Posttest	p-Wert
Re-Evaluation Atmung erfolgt	77%	59%	0,039
Zeit bis Apnoe erkannt	43 (\pm 49) sek.	33 (\pm 29) sek.	0,127
Feststellung Apnoe durch Ärztin	73%	50%	0,018
Beatmungsbeginn	59,2 (\pm 7,5) sek.	49,6 (\pm 4,6) sek.	0,186
Adäquates Equipment MBB	46%	65%	< 0,05
Wechsel der Beatmungsart	63%	47%	0,10
Mind. 1 Intubationsversuch	55%	40%	0,11
Int. Equipment adäquat	71%	95%	0,075
Dauer 1. Intubationsversuch	42 (\pm 21) sek.	37 (\pm 13) sek.	< 0,01
Dauer 2. Intubationsversuch	42 (\pm 28) sek.	24 (\pm 5) sek.	< 0,01
Dauer Intubation ges.	66 (\pm 36) sek.	48 (\pm 33) sek.	0,041
HDM unter Intubation suff.	27%	57%	0,035
HDM nach Intubation suff.	46%	74%	0,045

5 Diskussion

5.1 Überblick

Bei der Studie handelte es sich um ein Pilotprojekt, dessen Ziel es war, auszuwerten, ob sich Aspekte des Atemwegsmanagement bei simulierten pädiatrischen Reanimationen durch Simulationstraining verändern. Eine positive Auswirkung hätte das Training dann, wenn anschließend die Apnoe schneller erkannt würde, die Beatmung früher begonnen, seltenere Intubationen zu beobachten wären und seltener weitere ALS-Maßnahmen zurückgestellt würden (siehe Hypothesen 1-4). Außerdem sollte erhoben werden, ob sich das Atemwegsmanagement an Kliniken mit und ohne eine PICU unterscheidet.

Hierzu wurde zunächst der Status quo an hessischen Kinderkliniken erhoben, indem vor Beginn des Simulationstrainings jeder Teilnehmende bereits ein simuliertes Reanimationsszenario absolvierte. Ein ähnliches Szenario wurde nach Abschluss des zweitägigen Simulationstrainings erneut durchlaufen. Sowohl das Szenario vor dem Simulationstraining als auch das Szenario danach wurde per Video dokumentiert. Anschließend wurden das Atemwegsmanagement und der Reanimationsablauf in allen Videos ausgewertet. Das Atemwegsmanagement wurde in der vorliegenden Arbeit als gut bewertet, wenn es den Vorgaben der ERC-Leitlinie für Kinderreanimation [89] entsprach. Die Beatmung des Patienten sollte suffizient sein, wenig Personal binden und nicht zu längeren Unterbrechungen der Herzdruckmassage führen. Eine Masken-Beutel-Beatmung sollte das Standardverfahren sein und eine Intubation sollte nur dann erfolgen, wenn sich eine prolongierte Reanimation abzeichnet, eine suffiziente Masken-Beutel-Beatmung nicht möglich ist und die Durchführende in der Intubation von Kindern erfahren ist. Dass dies aber nicht die gängige Praxis ist, zeigen die vorliegenden Daten.

In den Prätest-Szenarien strebte mehr als die Hälfte (55%) der Teams eine Intubation an. In den Posttest-Szenarien reduzierte sich der Prozentsatz auf 40%. Dass Simulationstraining die Teamperformance und Patientensicherheit in kritischen Situationen verbessert, konnte mittlerweile in vielen Studien belegt werden [14, 22, 67, 74]. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen darüber hinaus, dass sich ein strukturiertes Simulationstraining auch positiv auf das Atemwegsmanagement auswirken könnte, indem seltener und schneller intubiert wird und Pausen der Herzdruckmassage während und nach der Intubation im Anschluss an das Training signifikant kürzer werden.

5.2 Evaluation der Atmung beim kritisch kranken Kind

Kritisch kranke Kinder haben ein deutlich erhöhtes Risiko eine Ateminsuffizienz zu entwickeln die, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und behandelt wird, zu einem Herz-Kreislauf-Stillstand führen kann [25, 65, 88]. Zum Erkennen und Beurteilen eines potenziell kritisch kranken Kindes stehen eine Vielzahl an Algorithmen zur Verfügung [79, 88, 92]. Wird der kritische Zustand des Patienten frühzeitig erkannt, kann einer weiteren klinischen Verschlechterung im besten Falle zuvorgekommen werden und ein Herz-Kreislauf-Stillstand möglicherweise vermieden werden [89].

Ein Algorithmus, den man sich hierfür zunutze machen kann, ist das pädiatrische Beurteilungsdreieck (PAT - Pediatric Assessment Triangle). Es soll eine rasche, objektive Identifikation kritisch kranker Kinder und die Einleitung wesentlicher diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen ermöglichen und wird deshalb in der EPALS-Leitlinie des ERC zur Ersteinschätzung empfohlen [32, 55, 89]. Anschließend empfiehlt die Leitlinie eine Beurteilung nach dem ABCD-Schema, um lebensbedrohliche Einschränkungen von Atmung und Kreislauf rasch erkennen und behandeln zu können. In unserem Studienkollektiv wird diese Ersteinschätzung jedoch nur von wenigen Teams konsequent durchgeführt. Keines der Teams arbeitet gezielt das gesamte ABCD-Schema ab. Beim Erstkontakt bereits auffällige Vitalparameter werden somit nicht erfasst und der kritische Zustand des Patienten wird eventuell nicht oder erst spät erkannt. Außerdem wird es durch die unvollständige Erstevaluation deutlich schwieriger im weiteren Verlauf Veränderungen des klinischen Zustandes zu erkennen. Nur ein Team zählt aktiv eine Atemfrequenz aus. Die Auskultation wird zwar als kinderärztliche Routinemaßnahme häufig durchgeführt (95% der Prätest- und 85% der Posttest-Teams), jedoch wird nur in etwa der Hälfte der Fälle der Befund an das Team kommuniziert (41% bzw. 44%). Die Kreislaufevaluation ist zumeist unvollständig, in 7% der Prätests erfolgt gar keine Auswertung der Kreislaufsituation. Auch das Bewusstsein wird nur in etwa der Hälfte der Szenarien überprüft (46% bzw. 49%).

Es gibt dabei keine signifikanten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest. Eine strukturierte Evaluation des Patienten nach dem ABCD-Schema erfolgt demnach in unserem Studienkollektiv nur eingeschränkt und auch das Training beeinflusst dies nicht. Ähnliche Beobachtungen bezüglich mangelhafter Evaluation von Atemweg und Atmung beschrieben Arshid et al. bei einer Simulationsstudie auf einer pädiatrischen Intensivstation, obwohl alle Teamleiterinnen in Pediatric Advanced Life Support trainiert waren [5]. Auch Hunt et al. fanden, dass nur 26% der Teams in ihrer Studie den Atemweg des kritisch kranken Patienten überprüften [44].

Gründe für eine ausbleibende Verbesserung unseres Studienkollektivs bei der strukturierten Beurteilung des kritisch kranken Kindes und seiner Atmung wurden in einem möglicherweise für diesen Zielparameter insuffizienten Trainingsformat gesehen, das die strukturierte Erstevaluation nicht ausreichend fokussiert. Auch wenn das PAT und der ABCD-Ansatz im PALS-Vortrag im Rahmen des zweitägigen Simulationstrainings erwähnt wurden, war das fallbasierte Training mehr auf das Notfallmanagement, die gezielte Therapie häufiger Krankheitsbilder und die Zusammenarbeit und Kommunikation im Team ausgerichtet. Diese Aspekte standen auch beim Debriefing im Vordergrund, so dass die Schwächen in der Evaluation möglicherweise nicht ausreichend thematisiert wurden. Um dies zu verbessern sind möglicherweise andere Trainingsformate geeigneter. Beispielsweise können Videos echter Patienten pathognomische Befunde anschaulicher darstellen als ein Simulator und eine gut angeleitete Hospitation in der Kindernotaufnahme oder auf einer PICU kann hilfreich dabei sein, eine strukturierte Ersteinschätzung am realen Patienten zu üben.

5.3 Erkennen der Apnoe und Initialbeatmung

Auch nach einer offensichtlichen Zustandsänderung beim simulierten Patienten erfolgte eine Re-Evaluation der Atmung nur in 41% der Prätestszzenarien, was möglicherweise zu einem späteren Erkennen der Apnoe und damit zu einer Verzögerung der Beatmungsmaßnahmen führt. Die Durchführung einer Atemwegevaluation wird in Simulationsstudien selten evaluiert und quantifiziert. In einer Studie von Hunt et al. zu simulierten Mock codes auf pädiatrischen Peripherstationen erfolgte die Atemwegevaluation in allen Fällen, jedoch zumeist sehr spät [44]. Im Posttest der vorliegenden Studie erfolgte die Re-Evaluation der Atmung überraschenderweise signifikant noch seltener als im Prätest, in fast 80% der Fälle wurde weder auskultiert noch anderweitig die Atmung des Patienten überprüft.

Ein Grund hierfür könnte im Trainingsformat liegen. Nachdem die Teams zu diesem Zeitpunkt bereits vier Reanimationsszenarien absolviert hatten, könnten die Teams den Atem-Kreislauf-Stillstand antizipiert und daher keine Notwendigkeit der Re-Evaluation des Atemweges gesehen haben. Dies wird gestützt durch die Beobachtung, dass im Posttest die Apnoe, trotz seltenerer aktiver Evaluation der Atmung, durchschnittlich schneller erkannt (43 sek. respektive 33 sek.) und die Beatmung schneller begonnen (59 sek. resp. 49 sek.) wurde. Die Ergebnisse sind aber nicht signifikant. Blackwood et al. konnten in ihrer Studie zur Auswirkung von CRM-Training auf die Reanimationsperformance von Assistenzärztinnen zwar einen durchschnittlich schnelleren Beginn der Beatmung (40,5 sek. bzw. 35,9 sek. bei simuliertem Herz-Kreislauf-Stillstand durch pVT) dokumentieren, allerdings ist auch hier die Varianz sehr

hoch [14]. Letzteres führen wir auf die Heterogenität der geschulten Teams zurück. Die teilnehmenden Teams variierten stark in ihrer klinischen Erfahrung und in ihrem Tätigkeitsumfeld. So konnten wir zeigen, dass Teams aus Kliniken mit pädiatrischer Intensivstation (PICU) die Apnoen signifikant schneller erkannten (32,35 (\pm 30,95 sek.) mit PICU vs. 44,09 (\pm 47,43 sek.) ohne PICU, $p < 0,05$) und die Beatmung durchschnittlich schneller begannen (PICU: 49,07 sek. (\pm 24,4 sek.), keine PICU 59,65 sek. (\pm 53,15 sek.)), auch wenn dies nicht signifikant war.

Das Zeitintervall, das nach dem Training bis zum Beatmungsbeginn verging, ist vergleichbar mit den von Hunt et al. erhobenen Daten [43]. In dieser Studie wurde die Qualität simulierter Reanimationen durch pädiatrische Assistenzärztinnen in einem Krankenhaus der Maximalversorgung in den USA untersucht. Hier lag die mittlere Zeit bis zu Beginn der Masken-Beutel-Beatmung je nach Gruppe bei 37 bis 45,5 Sekunden mit einer Varianz zwischen 24 und 242 Sekunden. Eine andere Studie, die sich mit dem pädiatrischen Atemwegsmanagement beschäftigte, zeigte, dass es nur 19% aller erstversorgenden Teams auf pädiatrischen Peripherstationen gelang, innerhalb von 60 Sekunden eine Beatmung zu initiieren [44]. Durchschnittlich schneidet also das Studienkollektiv unserer Studie zwar bereits im Prätest vergleichsweise besser ab, es bleiben aber viele Teams, die zu lange brauchen, um mit der Beatmung zu beginnen. Studien bei Erwachsenen zeigen, dass eine späte Beatmungsiniiierung ein gutes Patientenoutcome unwahrscheinlicher macht [17]. Die Bedeutung einer frühzeitigen Beatmungsiniiierung bei Kindern insbesondere aufgrund der hochfrequenten hypoxischen Kreislaufstillstände wurde mehrfach betont [86, 89]. Diese ist jedoch, wie die Studienlage zeigt, häufig nicht gewährleistet, so dass hier, nicht nur in unserem Studienkollektiv, dringlicher Interventionsbedarf besteht und Strategien gefunden werden sollten, um dies zu verbessern.

In den Prätest-Szenarien wird die Apnoe in den meisten Fällen von einer Ärztin festgestellt und kommuniziert. Im Posttest erfolgt dies signifikant häufiger durch Pflegende. Dies zeigt ein nach dem Simulationstraining erfolgreiches Einbeziehen aller Teammitglieder in das pädiatrische Notfallmanagement und eine Umsetzung der erlernten CRM-Grundsätze. Die Einbeziehung aller Teammitglieder in das mentale Modell des kritisch kranken Patienten fördert die Vigilanz aller Teammitglieder gegenüber Situationsänderungen und hilft so möglicherweise dabei, dass die Apnoe früher erkannt werden kann [9, 67, 90].

Über 90% der Teams aus unseren Studienkollektiv begannen die Beatmung mit Maske und Beatmungsbeutel. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Lammers et al. [53], die eine Simulationsstudie zum OHCA durchführten. Im Vergleich zu unserem Studienkollektiv wurden

hier jedoch bessere Ergebnisse hinsichtlich der ABCD-Evaluation (97% der Teams evaluierten adäquat innerhalb von 2 Minuten) und der Auswahl des korrekten Equipments zur Masken-Beutel-Beatmung erzielt (98% der Teams). Das Equipment zur Masken-Beutel-Beatmung wird bei den in der vorliegenden Studie untersuchten Teams deutlich seltener korrekt ausgewählt. Vor allem im Prätest fällt auf, dass fast die Hälfte (48%) der Teams einen falschen Beatmungsbeutel für das Patientenalter bzw. die Größe des Simulators auswählen. Im Posttest wählen nur noch 32% der Teams das falsche Equipment aus. Die Auswahl des passenden Beatmungsequipments ist wichtig, da es die Qualität der durchgeführten Beatmung wesentlich beeinflussen kann [87]. Ist die Maske zu groß, kann dies zu erhöhter Leckage führen und nur ein Teil der vorgesehenen Luft erreicht die Lunge des Patienten. Ist sie zu klein, wird nur ein Teil der Atemwege bedeckt und Luft kann über nicht abgedeckte Teile entweichen. Die Größe des Beatmungsbeckens ist wichtig, da diese das applizierte Tidalvolumen beeinflusst. Ein zu kleiner Beutel birgt das Risiko, dass zu wenig Luft und somit zu wenig Sauerstoff die Lunge des Patienten erreicht. Ein zu großer Beatmungsbeutel kann dazu führen, dass zu hohe Tidalvolumina generiert werden und die Lunge des Patienten hierdurch geschädigt wird [24, 52, 94]. Die Auswahl des falschen Equipments könnte ebenfalls ein Ausdruck, der auch von den Teilnehmenden subjektiv berichteten, fehlenden Routine im Atemwegsmanagement sein. Ähnliche Beobachtungen machten Hansen et al. [39] in einer nationalen Umfrage bei Rettungspersonal in den USA. Hier wurde die Auswahl und Verfügbarkeit der korrekten Größe von Maske und Beutel als einer der führenden Faktoren identifiziert, die die Patientensicherheit kompromittieren können.

Die Literaturdaten zeigen, dass es kein lokales Problem ist, dass sowohl Rettungsdienstpersonal, als auch Kinderärztinnen und Kinderkrankenpflegenden Sicherheit und Übung im Umgang mit dem nötigen Equipment für die Notfallbeatmung von Kindern fehlt und in diesem Bereich dringlicher Interventionsbedarf besteht [20, 28, 71, 93]. Die beobachteten Verbesserungen in unserer Studie sind dabei ein guter Anfang, ein stärkerer Effekt wäre aber wünschenswert.

5.4 Atemwegsmanagement unter Reanimation

Trotz der Leitlinienempfehlung, dass ein erweitertes Atemwegsmanagement wie die Intubation oder die Anwendung von supraglottischen Atemwegshilfen nur im Ausnahmefall eingesetzt werden sollten, wechselten 63% der Prätest-Teams und 47% der Posttest-Teams die Beatmungsmodalität.

Vor der Intervention versuchten 55% der Teams eine endotracheale Intubation. Der erste Intubationsversuch erfolgte nach durchschnittlich 231 Sekunden (± 158 sek.) und der Intubationsvorgang dauerte im Schnitt 66 Sekunden (± 36 sek.). Nur bei 55 % der Teams, die eine Intubation versuchten, gelang sie im ersten Versuch. Dies entspricht in etwa den Erfolgsraten, die auch Gausche et al. [35] und Kerrey et al. [49] bei pädiatrischen Notfallintubationen beobachten konnten. Nur in 70% der Prätest Szenarien wurde das für die Intubation benötigte Equipment (Endotrachealtubus und Spatel des Laryngoskops) in der für den Patienten passenden Größe gewählt. Auch dies ist in der Literatur beschrieben. Die Unsicherheit in der Auswahl des richtigen Equipments für das erweiterte Atemwegsmanagement bei Kindern wurde unter anderem auch vom Lammers et al. [53] und Hansen et al. [39] als besondere Herausforderungen für Versorgende und potentielle Fehlerquelle in der kindlichen Notfallversorgung identifiziert. Die Auswahl unpassenden Equipments kann die Chance auf eine erfolgreiche Intubation verschlechtern und vermehrt zu unerwünschten Ereignissen wie Fehlintubationen, Entsättigungen und Aspiration führen und somit den weiteren Behandlungsverlauf negativ beeinflussen und ist deshalb eine relevante Fehlerquelle [49, 73, 75, 84].

In den Posttestszenarien versuchten noch 40 % der Teams eine endotracheale Intubation und diese gelang in 70% der Fälle im ersten Versuch. Die Differenz zum Prätest war nicht signifikant ($p=0,11$). Die Dauer des Intubationsvorgangs war im Posttest signifikant kürzer mit durchschnittlich 48 Sekunden (± 33 sek.). Darüber hinaus wurde signifikant häufiger das passende Intubationsequipment ausgewählt. Dies gelang im Posttest 95% der Gruppen. Zusammenfassend kann man also festhalten, dass nach der Intervention zwar nicht seltener eine Intubation versucht wurde, aber der Ablauf der Intubation signifikant verbessert wurde. Dies spiegelt sich in einer höheren Erfolgsrate des ersten Intubationsversuchs, einer verkürzten Intubationsdauer und einer besseren Auswahl des Equipments wieder. Durch das Simulationstraining konnte demnach das erweiterte Atemwegsmanagements optimiert werden, auch wenn die Zahl der Intubation nicht so stark zurückgegangen ist, wie wünschenswert wäre.

Eine höhere Rate an fortgesetzter Masken-Beutel-Beatmung wäre insbesondere deshalb relevant, da ein Großteil des Studienkollektives selbst keine Erfahrungen in der kindlichen Beatmung angab und somit eine entsprechend geringe Kompetenz in der definitiven Atemwegssicherung angenommen werden kann. Mit eingeschränkter Expertise im Atemwegsmanagement geht eine potenziell erhöhte Nebenwirkungsrate, wie lange Hypoxiezeit oder ein erhöhtes Aspirationsrisiko durch prolongierte Intubationsversuche [23,

49, 73, 75] einher. Ein positiver Einfluss auf das Überleben des Patienten durch eine Intubation unter Reanimation hingegen konnte bislang nicht nachgewiesen werden [4, 35]. Eine retrospektive Studie an mehr als 2200 Kindern und Jugendlichen mit innerklinischen Atem-Kreislaufstillstand zeigte sogar eine erhöhte Mortalität bei unter Reanimation intubierten Patienten im Vergleich zu mit Maske und Beutel beatmeten Patienten [4]. Entsprechend sollte eine Intubation durch unerfahrenes Personal dringlich vermieden werden, solange eine effektive Masken-Beutel-Beatmung möglich ist. Das durchgeführte Training war ein allgemeines PALS-Training, ohne speziellen Fokus auf der Atemwegssicherung oder dem Atemwegsmanagement. Mit einem gezielter ausgerichteten Training könnte man möglicherweise einen besseren Effekt erzielen.

Keinen Einfluss hatte das Simulationstraining auf die Anzahl der involvierten Personen. Die Intubation ist vor wie nach dem Simulationstraining eine personalintensive Intervention (durchschnittlich 2,6 ($\pm 0,71$) Personen im Prätest, 2,4 ($\pm 0,68$) Personen im Posttest bei einer Teamgröße von maximal 4 Personen). Insbesondere in kleinen Teams bindet diese bei adäquater Maskenbeutelbeatmung unnötige Intervention einen großen Anteil der Teammitglieder und gefährdet damit ggf. zusätzlich den Reanimationserfolg, da andere Maßnahmen nicht oder nur verspätet durchgeführt werden können. Es wurde bereits beschrieben, dass sowohl bei inner- als auch bei außerklinischen kindlichen Atem-Kreislauf-Stillständen das Outcome der Patienten deutlich schlechter ist, wenn das Reanimationsereignis am Wochenende oder in der Nacht eintritt [10, 33]. Neben der dann schlechteren Verfügbarkeit von erfahrenen Teams [10], kann auch eine eingeschränkte Anzahl der verfügbaren Teammitglieder zu einem schlechteren Outcome beitragen.

Eine Kontrolle der Tubuslage durch eine endtidale Kohlenstoffdioxidmessung wird in der Reanimationsleitlinie dringlich empfohlen [89]. Diese soll eine korrekte Intubation bestätigen und dazu führen, dass eine Fehlintubation rasch erkannt wird. Da die ösophageale Tubuslage nicht nur eine häufige Komplikation ist, sondern auch fatale Konsequenzen haben kann, da keine effektive Ventilation mehr gewährleistet wird, ist es essenziell diese frühzeitig zu erkennen [35, 75, 84]. Dies ist durch eine endtidale Kohlenstoffdioxidmessung wesentlich einfacher und zuverlässiger möglich als durch die Auswertung der Thoraxhebung während der Beatmung oder die Auskultation [11, 87]. Über 90% (92% Prätest, 95% Posttest) der Teams kontrollierten den Erfolg der Intubation innerhalb von 60 Sekunden nach der Intubation. Jedoch erfolgte dies nur bei zwei Prätest- und zwei Posttest-Teams durch eine endtidale Kohlenstoffdioxidmessung. Das Training hatte also keinen Einfluss hierauf und müsste modifiziert werden, um hier eine Verbesserung herbeizuführen.

Der Grund die Masken-Beutel-Beatmung zu beenden und eine Intubation durchzuführen war in fast zwei Drittel der Fälle aus den Videos nicht ersichtlich oder wurde nicht verbalisiert (64% Prätest, 63% Posttest). Wurde ein Grund genannt, erhofften sich die Teams von einer Intubation eine Besserung der Oxygenierung, da der Sättigungsfühler trotz suffizienter Masken-Beutel-Beatmung keine Sauerstoffsättigung ableitete. Ein weiterer genannter Grund war eine sich vermeintlich anbahnende prolongierte Reanimation. Seltener (3 Prätest, 1 Posttest) wurde die zögerlich einsetzende Spontanatmung nach dem ROSC als Grund kommuniziert. Da die Gründe für die Intubation lediglich anhand des Audio-Video-Materials erhoben werden konnten und sie nicht explizit bei den Teilnehmenden erfragt wurden, ist dieser Punkt nur eingeschränkt aussagekräftig. Es wäre sinnvoll weitere Daten zu erheben, um mehr Aufschluss über die Gründe zu erhalten, warum die Intubation so häufig in als Automatismus mit der Reanimation verbunden wird. Diese Informationen könnten anschließend genutzt werden, um gezielter die Anzahl der unnötigen Intubationen zu verringern, denn auch nach erfolgreicher Intubation benötigen der Atemweg und die Beatmung, entgegen der allgemeinen Wahrnehmung, weiterhin engmaschige Überwachung [23]. Die Atemfrequenz muss gut kontrolliert werden, um eine Hyperventilation zu vermeiden [60, 71]. Unerwünschte Ereignisse während der Intubation, eine unbemerkte Tubusdislokation im Reanimationsverlauf, sowie eine einseitige Ventilation bei zu tiefer Lage des Tubus können den Reanimationserfolg kompromittieren, das neurologische Outcome verschlechtern und den Aufenthalt auf der pädiatrischen Intensivstation verlängern [4, 23, 35, 60].

Die im Rahmen der Studie gewonnenen Ergebnisse bezüglich des Atemwegsmanagements unter Reanimation zeigen deutlich, dass eine eingehende und regelmäßige Schulung in der Auswahl und im Umgang mit dem zur Beatmung nötigen Equipment wichtig wäre, da hier ein deutliches Defizit besteht. Der Stellenwert der Masken-Beutel-Beatmung kann in pädiatrischen Trainings nicht genug betont werden, da, zumindest in der Simulation, eine hohe Neigung zur frühzeitigen Intubation zu erkennen ist. Durch das Training konnte die Anzahl der Intubationsversuche und die dafür benötigte Zeit bereits verringert werden, dennoch strebte auch nach dem Training noch fast die Hälfte der Teams eine Intubation innerhalb der ersten Minuten der Reanimation an. Diese Zahl gilt es weiter zu reduzieren. Um zu eruieren, ob eine Modifikation des Trainings notwendig ist, um dies zu erreichen oder gegebenenfalls mehr als ein einzelnes Training benötigt wird, um das Atemwegsmanagement in die gewünschte Richtung zu beeinflussen, müssen weitere Studien durchgeführt werden.

5.5 Durchführung weiterer PALS-Maßnahmen

Für das langfristige Überleben nach vorübergehendem Herz-Kreislauf-Stillstand und vor allem ein Überleben ohne oder nur mit geringer neurologischer Beeinträchtigung ist nicht nur ein optimales Atemwegsmanagement, sondern auch ein qualitativ hochwertiger Kreislaufersatz notwendig. Hierunter versteht man Thoraxkompressionen, die mit ausreichender Tiefe und Frequenz durchgeführt werden, um eine gute zerebrale und koronare Perfusion zu gewährleisten. Besonders wichtig ist es, Anzahl und Dauer der Unterbrechungen der Kompressionen so gering wie möglich zu halten [12, 18, 66]. Unterbrechungen der Thoraxkompressionen werden neben der endotrachealen Intubation vor allem durch Rhythmusanalysen oder Pulskontrollen, Helferwechsel und die Defibrillation verursacht [82]. Als weiterführende Maßnahmen sind im EPALS-Algorithmus die Gabe von Adrenalin und, abhängig vom Herzrhythmus, auch Amiodaron, sowie die bei entsprechendem Herzrhythmus regelmäßige Defibrillation alle 2 Minuten vorgesehen. Auch diese Maßnahmen können unter übermäßiger Fixierung auf ein komplexes Atemwegsmanagement leiden [91]. Insbesondere häufige Intubationsversuche sind mit einer Verlängerung der Pausen bei den Thoraxkompressionen assoziiert [27, 46, 72].

Im Prätest wurde die Herzdruckmassage nur von 27% der Teams während des Intubationsvorgangs ohne Unterbrechungen fortgeführt. Weniger als die Hälfte (46%) der Teams begannen die Herzdruckmassage nach erfolgter Intubation umgehend wieder. 23% der Teams hatten bis zur Intubation noch gar nicht mit der Herzdruckmassage begonnen. Ähnliche Ergebnisse fanden Hunt et al. [43]. In ihrer Untersuchung hatten 33% der pädiatrischen Weiterzubildenden zu keiner Zeit Thoraxkompressionen beim simulierten kindlichen Atem-Kreislaufstillstand durchgeführt. Pausen in Thoraxkompressionen bis zu 1 Minute wurden bei pädiatrischen Simulationen von Garcia et al. beobachtet [34]. Im Posttest zeigte sich in diesem Bereich eine signifikante Verbesserung. 57% der Teams führten die Herzdruckmassage während des Intubationsvorgangs ohne größere Unterbrechungen fort und 74% nahmen sie nach erfolgter Intubation umgehend wieder auf. Nur 1 Team (4%) hatte bis zur Intubation noch keine Herzdruckmassage begonnen. Die Verbesserung von Basic Life Support Maßnahmen im Kindesalter durch entsprechendes Simulationstraining wurde bereits mehrfach nachgewiesen [7, 36]. Unsere Daten zeigen, dass das erweiterte Atemwegsmanagement, also die Intubation, unter Reanimation die Qualität der Herzdruckmassage beeinträchtigt, da mit sinkender Zahl und kürzer Dauer des Intubationsvorgangs, die Pausen bei der Herzdruckmassage signifikant zurück gehen.

In erfahrenen Teams können HDM-Pausen von weniger als 10 Sekunden für eine erfolgreiche Intubation ausreichen [58]. Dies setzt jedoch entsprechende Kompetenzen im Team voraus, die bei in der Atemwegssicherung unerfahrenen Teams wie in unserer Studie in der Regel nicht gegeben sind.

Ein anderer Grund für die signifikante Verbesserung der Teams im Posttest hinsichtlich der Fortführung der Herzdruckmassage *peri intubationem* kann auch die Sensibilisierung durch das Training selbst sein. Sowohl im Vortrag als auch im Debriefing der Szenarien wurde darauf hingewiesen, dass eine Minimierung von Unterbrechungen essenziell ist, so dass die Teams im Posttest möglicherweise verstärkt darauf geachtet haben. Auch bezüglich des Zurückstellens weiterer PALS-Maßnahmen, kann aus den vorliegenden Daten nicht sicher geklärt werden, ob Defibrillation und Medikamentengabe verzögert erfolgen, weil die Teams die Intubation priorisiert haben oder ob ihnen der Stellenwert der Maßnahmen nicht bewusst war bzw. die Notwendigkeit zur Durchführung nicht erkannt wurde.

In 80% der Prätest- und 65% der Posttest-Szenarien, bei denen eine Intubation durchgeführt wurde, wurde die Defibrillation erst im Anschluss durchgeführt und nicht wie im Algorithmus vorgesehen als erste Maßnahme nach Identifikation des Herz-Kreislauf-Stillstandes mit einem defibrillierbaren Rhythmus. Die Verbesserung war nicht signifikant. In der Literatur sind ähnlich schlechte Ergebnisse bezüglich der frühen Defibrillation bei schockbaren Rhythmen in der Kinderreanimation zu finden. In der Studie von Garcia-Jorda et al. erfüllte nur 1 von 14 Gruppen das Ziel, in weniger als 2 Minuten den ersten Schock auszulösen [34] und Hunt et al. dokumentierten ein Intervall von durchschnittlich 158 bis 280 Sekunden bis zur ersten Defibrillation [43]. Ein möglicher Grund der schlechten Performance in diesem Bereich könnte sein, dass defibrillierbare Rhythmen bei Kindern selten vorkommen und diese deshalb spät oder nicht erkannt werden [41, 64]. Eine Verbesserung in diesem Bereich wäre besonders erstrebenswert, da unter anderem Bircher et al. zeigen konnten, dass eine verlängerte Zeit bis zu Abgabe des ersten Schocks, sowie eine verlängerte Zeit bis zur ersten Gabe von Adrenalin jeweils mit einer reduzierten Überlebenschance assoziiert sind [12, 19]. Die Ablenkung von weiteren prognostisch wichtigen PALS-Maßnahmen ist also ein weiterer Grund, das Atemwegsmanagement so einfach wie möglich zu halten und auf Intubationsversuche zu verzichten, da so mehr Personal für andere Tätigkeiten zur Verfügung steht.

Einige weitere Studien zeigten, dass eine verzögerte Defibrillation, die späte Gabe von Adrenalin (erst nach mehreren Minuten Reanimation oder gar nicht) und prolongierte Pausen in der Herzdruckmassage bei kindlichen Reanimationen häufig beobachtet werden können [34, 43, 53]. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die CPR-Qualität sich nicht durch allgemeine

Berufserfahrung bessert, aber sich deutliche Verbesserungen durch regelmäßiges Training erzielen lassen [28, 43, 93]. Es scheint anhand der vorliegenden Daten aber wahrscheinlich, dass das Simulationstraining auf bestimmte Zielparameter fokussiert werden muss, um eine signifikante Verbesserung zu erreichen.

5.6 Einfluss des Vorhandenseins einer pädiatrischen Intensivstation

6 der 12 Kliniken, die die Stichprobe bildeten, verfügten über eine pädiatrische Intensivstation (PICU). Es ist anzunehmen, dass an Kliniken mit einer PICU vermehrt schwerkranke Patienten versorgt werden und somit Reanimationsereignisse häufiger vorkommen als an Kliniken ohne, da die meisten innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstände bei Kindern vorkommen, die bereits auf der Intensivstation liegen [65]. Aus diesem Grund untersuchten wir, ob und wie sich das Vorhandensein einer PICU auf Atemwegsmanagement und Reanimationsablauf auswirkt.

Bei der Auswertung der einzelnen Items unter Berücksichtigung des Vorhandenseins einer PICU fiel auf, dass dies keinen positiven Einfluss auf die Auswahl passenden Beatmungsequipments (Beatmungsbeutel und Maske) hatte. An Kliniken ohne PICU wählten bereits im Prätest signifikant mehr Teams (63% vs. 31%) das richtige Equipment aus, im Posttest stieg diese Zahl weiter an (81,5% vs. 50%). Da alle der in die vorliegende Studie eingeschlossenen Kliniken mit einer PICU auch über eine Neugeborenenintensivstation (NICU) verfügen, kann angenommen werden, dass einige der Teilnehmenden auch dort arbeiten oder gearbeitet haben. Da in der Neugeborenenversorgung bei bis zu 5% der Geburten eine Masken-Beutel-Beatmung notwendig ist [48] und auch im stationären Verlauf bei kleinen Frühgeborenen immer wieder mit Maske und Beatmungsbeutel beatmet werden muss [47, 78], ist es möglich, dass bei den Teilnehmenden eine größere Expertise in der Neugeborenenbeatmung vorliegt, als in der Beatmung von größeren Kindern. Aus „Gewohnheit“ wurde daher möglicherweise an den Kliniken mit PICU gehäuft ein zu kleiner (Neugeborenen-) Beatmungsbeutel verwendet. Dies lässt sich allerdings nicht verifizieren, da im Fragebogen weder PICU- noch NICU-Erfahrung der Teilnehmenden erhoben wurde. Eine andere Erklärung wäre, dass den Teilnehmenden die Unterschiede einfach nicht bewusst sind und schlicht das Equipment genutzt wurde, was am einfachsten erreichbar war.

Dass auch auf PICUs Reanimationen bei weitem nicht optimal verlaufen, haben bereits andere Autoren feststellen können [5, 21, 34]. Garcia-Jorda et al. zeigten an Daten einer kanadischen PICU, dass in simulierten Reanimationen die Vorgaben der Leitlinien nur in wenigen Fällen erfüllt wurden. Eine zeitgerechte Defibrillation erfolgte hier nur bei einem von 14 Teams, die

Vorgaben für die Frequenz der Thoraxkompression wurde in etwa der Hälfte der erfassten Kompressionen erfüllt und die vorgegebene Beatmungsfrequenz bei intubierten Patienten wurde nur bei 22% der Teams eingehalten [23]. Arshid et al. erhoben auf einer PICU in Großbritannien zwar bessere Ergebnisse hinsichtlich der Rate der Thoraxkompressionen (Zielfrequenz in 95% der Fälle erreicht), jedoch war die Kompressionstiefe nur in 50% der Fälle den Vorgaben entsprechend und die vorgegebene Beatmungsfrequenz hielten nur 10% der Teams ein [5]. Allerdings wurde in diesem Zusammenhang nie die Equipmentauswahl ausgewertet. White et al. führten eine Studie über die Reanimationsqualität bei pädiatrischen Assistenzärztinnen von Peripherstationen durch und dokumentierten die korrekte Auswahl der Maske in 80% der Fälle und des korrekten Beatmungsbeutels in 53% der Fälle [93]. Dies deckt sich in etwa mit unseren Prätest-Daten für die Kliniken ohne PICU.

Bei der Durchführung der HDM während der Intubation war bei den Teams aus Kliniken mit einer PICU im Prä- und Posttest-Vergleich eine signifikante Verbesserung zu sehen. Während im Prätest noch etwa gleich viele Teams aus Kliniken mit und ohne PICU die HDM unter Intubation ohne Unterbrechungen fortsetzten (20% vs. 36%), stieg im Posttest bei den Teams aus Kliniken mit PICU der Prozentsatz auf 78% an, während er bei den Teams aus Kliniken ohne PICU noch abfiel. Es ist denkbar, dass an Kliniken mit PICU eine höhere Expertise in der Durchführung der kindlichen Intubation besteht, so dass die Teams die Hinweise aus dem PALS-Vortrag und den Debriefings hinsichtlich der Reduktion von Pausen peri intubationem besser umsetzen konnten als die Teams aus Kliniken ohne PICU. Je weniger Routine in der Durchführung einer Maßnahme besteht, desto mehr gedankliche Kapazitäten werden dafür benötigt. Komplexere Aufgaben wie die Atemwegssicherung und die gleichzeitige Durchführung mehrerer Aufgaben, führen zu prolongierten Pausen bei Reanimation [72, 76].

Cheng et al. berichten von unnötigen Unterbrechungen der CPR bei 65% der Teams, allerdings werden die durchgeführten Tätigkeiten nicht näher beschrieben. Auch Hunt et al. dokumentierten lange „No-Flow“-Zeiten bei Reanimationen durch pädiatrische Assistenzärztinnen (Median 78% „No-Flow“), allerdings wurde auch hier nicht näher erläutert, aus welchen Gründen die Thoraxkompressionen unterbrochen wurden. Es wird allerdings von der Autorin eine Fokussierung auf Atemunterstützung anstatt Kreislaufunterstützung postuliert [43]. Gehäufte und prolongierte Pausen zur Intubation während der pädiatrischen Reanimationen wurden unter anderem von Wang et al. beschrieben [91]. In dieser Studie wurden Pausen bei den Thoraxkompressionen zur Intubation in der Prädlinik ausgewertet. In etwa einem Viertel der Fälle traten hier kumulative Unterbrechungen der CPR von über 3 Minuten auf. Eine eingehende Schulung hinsichtlich der Wichtigkeit der Minimierung von

Pausen bei den Thoraxkompressionen zugunsten der Intubation ist also bei erfahreneren Teams möglicherweise effektiver als bei unerfahrenen. Besteht im Team wenig Intubationsroutine ist der Intubationsverzicht die effektivere Maßnahme.

Auch bei der Anzahl der Teams, die eine Intubation versuchten, waren Unterschiede zu erkennen. An Kliniken mit PICU war dies sowohl im Prätest als auch im Posttest häufiger der Fall (Prä 62% vs. 48%, Post 47% vs. 33 %). Die Differenz ist statistisch nicht signifikant. Die Intubationsraten unseres Studienkollektivs waren bereits im Prätest niedriger als in der Literatur beschrieben. Andersen et al. analysierten Daten aus einem Zeitraum von 14 Jahren aus unterschiedlichen Kliniken in den USA. Die Intubationsrate unter Reanimation lag hier bei 68% [4]. Allerdings wurde ein Teil der Daten gewonnen, als die endotracheale Intubation noch als Goldstandard der Beatmung unter Reanimation galt und ist somit nur eingeschränkt zu verwenden. In aktuellen Simulationsstudien wie denen von Hunt et al. [44] und White et al. [93] lag die Anzahl der Teams, die eine Intubation versuchten, mit 79 respektive 87% sogar noch darüber. Auch wenn positiv zu bewerten ist, dass unser Studienkollektiv bereits im Prätest seltener intubiert hat, wäre eine weitere Reduktion der Intubationsrate wünschenswert, da Intubationen unter Reanimation mit einer niedrigeren Überlebensrate assoziiert sind [4].

Leider konnten in der Literaturrecherche keine Studien gefunden werden, bei denen ähnliche Kohorten verglichen wurden. Die meisten Studien zur innerklinischen Kinderreanimation sind Studien an einem einzelnen Zentrum oder beziehen mehrere, gleichwertige Zentren mit ein. Ein Vergleich der Reanimationsperformance zwischen Zentren mit PICU und Kliniken der Grund- und Regelversorgung wurde, soweit in der Recherche zu eruieren, bisher nicht durchgeführt. Auerbach et al. [7] verglichen die Performance bei der Kinderreanimation in Notaufnahmen von Zentren mit unterschiedlichem jährlichem Patientenvolumen und kamen zu dem Ergebnis, dass die beste Leitlinienadhärenz im BLS-Bereich an Zentren mit einem mittelhohen Patientenaufkommen bestand (Einteilung nach niedrig-mittel-mittelhoch-hoch). PICUs wurden dabei nicht berücksichtigt. Es konnte keine direkte Korrelation zwischen Patientenzahl und Leitlinienadhärenz nachgewiesen werden, da nicht die Kliniken mit dem höchsten Patientenaufkommen, die besten Ergebnisse erzielten, sondern die besten Performance-Scores von Kliniken mit mittelhohem Patientenaufkommen erzielt wurden. Ähnliche Ergebnisse zeigte Gupta et al. [38]. Auch hier konnte kein direkter Einfluss der Größe des Zentrums auf Überleben nach Herz-Kreislaufstillstand nachgewiesen werden. Michelson et al. zeigten, dass die Überlebensrate nach nicht-traumatischem OHCA in Kliniken mit einer spezialisierten pädiatrischen Notaufnahme höher ist als in Zentren mit einer allgemeinen Notaufnahme [62]. Auch hier wurde nicht zwischen Zentren mit und ohne PICU

unterschieden oder die Reanimationsperformance von PICU-Personal mit Personal aus anderen pädiatrischen Bereichen verglichen.

Die Auswirkung von Größe des Zentrums und dem Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation auf das Notfallmanagement und die Leitlinienadhärenz bei Kinderreanimationen könnte in der Zukunft ein weiteres Forschungsfeld sein, um Trainings anschließend anhand der dabei erhobenen Daten noch gezielter zu konzipieren und durchzuführen.

Aus den im Rahmen der vorliegenden Studie erhobenen Daten geht leider nicht hervor wie viele der an der Studie beteiligten Ärztinnen zum Zeitpunkt der Studiendurchführung auf der PICU arbeiteten oder vorher gearbeitet hatten. Nur bei den Pflegenden, die im Fragebogen angaben, eine Intensivweiterbildung zu haben, kann davon auszugehen werden, dass sie zumindest vorübergehend auf einer PICU oder NICU gearbeitet haben. Diese Daten hätten einen noch akkurateren Vergleich ermöglicht.

6 Fazit

Zusammenfassend konnte diese Studie zeigen, dass fallbasiertes Simulationstrainings Aspekte des Atemwegsmanagement bei simulierten pädiatrischen Reanimationen positiv beeinflusst. Im Anschluss an das fallbasierte Simulationstraining wurde die Beatmung nach Apnoe des Patienten, wenn auch nicht signifikant, durchschnittlich schneller begonnen und es konnte eine signifikante Verbesserung bei der Auswahl des Beatmungsequipments festgestellt werden. Des Weiteren war ein Trend zum Verzicht auf die Intubation unter Reanimation zu beobachten. Die Anzahl der Teams, die den Patienten intubierten, sank nach dem Training von 55% auf 40% und die für die Intubation benötigte Zeit war nach dem Simulationstraining signifikant kürzer als vor dem Training. Auch für die Intubation konnte eine Verbesserung in der Auswahl des Equipments beobachtet werden, dies scheiterte knapp am Signifikanzniveau. Verkürzte Intubationszeit und verbesserte Vorbereitung würden beim realen Patienten das Risiko für unerwünschte Ereignisse reduzieren und sind somit als sehr positiv zu bewerten. Es zeigte sich nach dem Training außerdem eine signifikante Reduktion von Pausen bei der Herzdruckmassage während und nach der Intubation. Durch die Verringerung der „No-Flow“ Zeit wird die Hirnperfusion des Patienten verbessert, was sich positiv auf Überleben und Neurologie auswirken würde. Außerdem zeigten sich Hinweise, dass das Atemwegsmanagement und der Reanimationsablauf durch das Training an Kliniken mit und ohne PICU unterschiedlich stark beeinflusst wurde. Keinen Einfluss hatte das Simulationstraining in unserer Studie auf die strukturierte Erstevaluation des Patienten, weder vor noch nach dem Training evaluierten die Teams den Patienten vollständig nach dem ABCD-Schema. Auch der Zeitpunkt des Beatmungsbeginns und der Intubation veränderten sich durch das Training nicht.

Möglicherweise können hier andere Trainingsmethoden oder eine Fokussierung des Debriefings, auf die Evaluation des Patienten hilfreich sein. Wie unsere Ergebnisse zeigen, sollten PALS-Trainings zukünftig noch stärker auf die Vermittlung von Strategien zur Identifikation des kritisch kranken Kindes ausgerichtet werden, da hier deutliche Defizite bestehen, welche durch das in der Studie durchgeführte Training nicht behoben werden konnten. Auch die Fortführung der Masken-Beutel-Beatmung unter Reanimation müsste stärker im Fokus des Trainings stehen, um so die Anzahl unnötiger Unterbrechungen der CPR zu minimieren. Außerdem zeigen die Ergebnisse des PICU-keine PICU-Vergleichs, dass es essenziell ist, das Training auf Ausbildungsstand und Tätigkeitsfeld der Teilnehmenden abzustimmen.

Es war nicht zu erwarten, dass mit einem einzelnen Simulationstraining alle vorher bestehenden Defizite gleichermaßen verbessert werden können. Es bleibt in weiteren Studien zu prüfen, ob der hier gezeigte Effekt des Simulationstrainings auf das Atemwegsmanagement durch gezielteres oder wiederholtes Training noch gesteigert werden kann.

7 Limitationen

Die vorliegende Studie war Teil einer das Simulationstraining begleitenden größeren Projektstudie. Eine Verbesserung des Atemwegsmanagements war kein vorher definierter Zielparameter des Projektes. Die in der Studie gewonnenen Hinweise auf eine Verbesserung des Atemwegsmanagements durch fallbasiertes Simulationstraining sollten in entsprechend konzipierten Folgestudien geprüft werden, um klarere Aussagen treffen zu können. Da es sich um eine simulationsbasierte Studie handelt, bei der immer wieder dieselben Simulatoren benutzt wurden, ist nicht auszuschließen, dass die verbesserte Equipmentswahl für Masken-Beutel-Beatmung und Intubation zum Teil durch einen Gewöhnungseffekt an den Simulator bedingt ist. Außerdem ist der Simulator durch technische Möglichkeiten begrenzt. So kann er zwar eine Zyanose anzeigen, ein blasses Hautkolorit oder kühle Extremitäten können aber nicht simuliert werden. Diese würden aber möglicherweise beim realen Patienten auffallen und das weitere Handeln des Teams beeinflussen. Auch das Ausbleiben von Spontanmotorik und eine Änderung der Vigilanz lassen sich nur eingeschränkt durch den Simulator abbilden. Des Weiteren kann man nicht mit Sicherheit sagen, dass sich die Teilnehmenden bei einem realen Patienten bezüglich des Atemwegsmanagements genauso verhalten hätten, wie in der Simulation oder ob eine Intubation in der Realität möglicherweise seltener versucht würde, da die Hemmschwelle einen Simulator zu intubieren, vor allem für die Ungeübte, möglicherweise niedriger ist. Auch in anderen Simulationsstudien wurden höhere Intubationsraten als in retrospektiven Analysen realer Patientendaten berichtet [4, 43, 93].

Aufgrund des retrospektiven Designs dieser Studie können bestimmte Fragen, wie zum Beispiel die PICU-Erfahrung der Teilnehmenden nicht mehr geklärt werden. Da es sich um ein einmaliges Training handelte, lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht ableiten, wie lange die positiven Effekte des Simulationstrainings anhalten würde oder zu welchem Zeitpunkt eine Auffrischung notwendig wäre, um Wissen und Fertigkeiten zu erhalten.

8 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wird die Auswirkung fallbasierter Simulationstrainings auf das Atemwegsmanagement bei simulierten Kinderreanimationen untersucht. Es handelt sich um eine verblindete, retrospektive Datenanalyse, bei der 113 Videoaufzeichnungen simulierter pädiatrischer Reanimationen von 12 Kinderkliniken in Hessen ausgewertet wurden. Diese wurden vor bzw. nach einem strukturierten pädiatrischen Simulationstraining an den entsprechenden Kinderkliniken erhoben (sog. Prä- und Posttest). Alle geschulten Teams durchliefen dieselben beiden standardisierten Testszenarien, wobei sich das Prä- und das Posttestszenario lediglich in der Patientenanamnese unterschieden, der simulierte Patient präsentierte stets identische Vitalparameter und das Szenario folgte dem gleichen klinischen Verlauf, der immer in einen Herz-Kreislauf-Stillstand mündete. Das Atemwegsmanagement wurde mithilfe einer Performance Evaluationscheckliste (PEC) ausgewertet und hinsichtlich der Einhaltung der Leitlinienempfehlungen geprüft. Zusätzlich wurde untersucht, ob das Vorhandensein einer pädiatrischen Intensivstation (PICU) in der Klinik eine Auswirkung auf das Atemwegsmanagement der Teams hat. Wir analysierten die Daten hinsichtlich einer Veränderung bei der Evaluation des Atemweges des kritisch kranken Patienten, der Zeit bis die Apnoe erkannt und behandelt wurde, dem Atemwegsmanagement unter Reanimation und der Durchführung weiterer PALS-Maßnahmen und prüften, ob in diesen Bereichen Veränderungen durch das Training festzustellen waren. Darüber hinaus wurde ausgewertet, ob das Vorhandensein einer PICU in der Klinik das Atemwegsmanagement beeinflusst.

Die Analyse der erhobenen Daten zeigte, dass die Beatmung sowohl vor als auch nach dem Training in aller Regel zunächst mit Maske und Beatmungsbeutel begonnen wurde. Hierbei zeigte sich durch das Simulationstraining ein positiver Effekt auf die Equipmentauswahl. Im Posttest wurde signifikant häufiger die passende Größe von Beatmungsbeutel und Maske gewählt. Die Intubationsrate war von 55% auf 40% rückläufig, dies war jedoch nicht signifikant. Die Anzahl der Teams, die mehr als einen Intubationsversuch benötigten, ging von 14 auf 7 zurück, dies war statistisch ebenfalls nicht signifikant. Eine signifikante Verbesserung konnte bei der Zeit, die für die einzelnen Intubationsversuche und den gesamten Intubationsvorgang benötigt wurde, beobachtet werden. Eine signifikante Verbesserung zeigte sich im Posttest auch hinsichtlich der Durchführung anderer lebenserhaltender Maßnahmen, nämlich bei der Weiterführung der Herzdruckmassage während der Intubation und bei der Wiederaufnahme der Herzdruckmassage nach der Intubation. Auch die Anzahl der Teams, die bis zum ersten Intubationsversuch noch keine Herzdruckmassage durchgeführt hatten, sank im Posttest signifikant.

Es konnte keine Auswirkung des durchgeführten Trainings auf die Evaluation des kritisch kranken Kindes festgestellt werden.

Im Vergleich der Teams aus Kliniken mit und ohne PICU zeigte sich, dass die Apnoe von Teams aus Kliniken mit PICU signifikant schneller erkannt und Beatmung durchschnittlich 10 Sekunden früher begonnen wurde ($p=0,066$). Die Herzdruckmassage wurde von den Teams aus Kliniken mit PICU signifikant seltener für die Intubation unterbrochen und es war signifikant seltener zum Zeitpunkt des ersten Intubationsversuchs noch nicht mit der Herzdruckmassage begonnen worden. Man kann bei den Teams aus Kliniken mit PICU eine im Vergleich etwas höhere Intubationsrate erkennen. Diese sank im Posttest, wie auch an den Kliniken ohne PICU. Dies war jedoch statistisch nicht signifikant. Allerdings scheint der Einfluss des Simulationstrainings auf die Auswahl des Beatmungsequipments bei den Kliniken ohne PICU ausgeprägter zu sein als bei den Kliniken mit PICU. Bereits vor dem Training wurde hier signifikant häufiger passendes Beatmungsequipment gewählt, die Differenz wurde nach dem Training noch größer.

Die gewonnenen Daten zeigen Hinweise darauf, dass Aspekte des Atemwegsmanagement durch das Simulationstraining positiv beeinflusst werden konnten. Die Masken-Beutel-Beatmung wird zwar nicht signifikant häufiger während der gesamten Reanimation beibehalten, aber die Teams wählten öfter passendes Equipment aus, was sich positiv auf die Qualität der durchgeführten Beatmung auswirkt. Die Senkung der Intubationsrate war zwar ebenfalls nicht signifikant, es konnte aber gezeigt werden, dass, wenn die Intubation erfolgte, diese schneller durchgeführt wurde und besser vorbereitet war. Die durchschnittlich pro Intubationsversuch benötigte Zeit sank nach dem Simulationstraining unter die in der Leitlinie empfohlene Maximaldauer von 30 Sekunden pro Versuch. Die Unterbrechungen der Herzdruckmassage zugunsten der Intubation gingen nach dem Simulationstraining signifikant zurück, es bestand also weniger „No-Flow“-Zeit, was die Überlebenschancen und das neurologische Outcome beim realen Patienten verbessern würde.

Die vorliegende Studie ist ein hypothesengenerierendes Pilotprojekt. Die durchgeführten Trainings waren nicht explizit auf eine Änderung des Atemwegsmanagement ausgelegt, was bedingen könnte, dass sich viele der ausgewerteten Items nicht signifikant veränderten. Da sich aber in der Studie Hinweise auf eine Veränderung finden, kann nun in weiteren, hypothesenprüfenden Studien der tatsächliche Effekt geprüft werden. Zukünftige Simulationstrainings können auf die Zielparameter ausgerichtet werden, die in der vorliegenden Studie durch das Training nicht beeinflusst wurden.

9 Summary

In this study, we evaluated the effect of simulation-based training on airway management during simulated pediatric resuscitations. For the study, the author performed a blinded and retrospective analysis of 113 videos of simulated pediatric resuscitations. The videos were recorded before and after (Pretest and Posttest) a structured PALS Training in 12 pediatric hospitals in Hesse, Germany. All the participating teams completed the same pre- and posttest scenario to facilitate a comparison. The scenarios were scripted and followed a set routine. The pre- and posttest scenario differed only in the patient's history, the vital signs were exactly the same. In both cases, the simulated patient was a toddler. When presented to the team, the child was critically ill, but still in compensated shock, which inevitably deteriorated to cardiac arrest during the course of the scenario. The airway management of the teams was evaluated using a performance evaluation checklist (PEC) and then checked regarding adherence to current ERC pediatric resuscitation guidelines. The key points, where we hypothesized, that improvement could become evident, were the evaluation of the airway of a critically ill child, early recognition and therapy of apnea, airway management during resuscitation and the successful implementation of other life-support measures, like chest compression, defibrillation, and the application of drugs. Furthermore, we tried to evaluate if the existence of a PICU in a hospital affects airway management during a simulated resuscitation.

The data we obtained from our analysis showed, that, initially, almost all the teams used bag mask ventilation. A significant improvement was seen in the choice of the equipment used. While in the pretest more than half of the teams used inadequately sized equipment, it was only a third in the posttest. We documented an intubation rate of 55% in the pretest, which sank to 40% in the posttest. The number of teams needing more than one attempt to intubate successfully fell from 14 to 7. Both were not significant. There was, however, a significant reduction in the time the intubation attempt took and the duration of the entire intubation process. Furthermore, there was a significant improvement regarding chest compressions (CC). Less teams failed to start CC before attempting intubation and the number of teams that performed adequate CC during the intubation attempt and resumed CC immediately after intubation rose significantly.

We could not find any effect of the training on the evaluation of the critically ill child.

Regarding the comparison of teams from hospitals with and without a PICU, we found that apnea was noted significantly earlier by the teams from hospitals with a PICU than by those from

a hospital without. Initial ventilation was begun on average approximately 10 seconds earlier by the teams from hospitals with a PICU, but this was statistically not significant. CC were interrupted significantly less frequently for the benefit of intubation by teams for a hospital with a PICU and there was a significantly lower number of teams, which had not started CC before attempting intubation in this subgroup. We could find a slightly higher intubation rate among the teams from hospitals with a PICU, but it decreased equally as the rate of the teams from hospitals without a PICU. The effect the training had on the choice of equipment seemed to be less strong in the subgroup of PICU teams. In the pretest, the choice of equipment by non-PICU teams was already more accurate. In the posttest, even more teams of the non-PICU subgroup selected the adequate size of bag and mask. The teams from the PICU subgroup, however, did not improve.

Overall, we can state, that we found evidence, that simulation-based training can have an influence on airway management during simulated pediatric resuscitations.

Even though we could not find a significantly higher number of teams, that kept up bag mask ventilation throughout the entire course of the resuscitation, significant improvements of the ventilation could be seen. The choice of equipment improved in the posttest, which would lead to a higher quality of ventilation in the real patient.

Unfortunately, there was no significant reduction in the intubation rate, but, as with the bag mask ventilation, significant improvements of the process were seen. The average duration of each intubation attempt sank below 30 seconds, which is the upper recommended limit in the guidelines. And the choice of equipment improved here, too. The documented reduction in pauses of CC after training lead to a significant decrease in the no-flow-fraction, from which a patient would greatly benefit.

This study is a pilot project. The simulation-based training was not especially intended to modify airway management during resuscitation, which could explain why there were only few significant changes. But since this study suggests that a modification is possible, further studies should be attempted.

Literaturverzeichnis

1. Abulebda, K., M. Auerbach, and F. Limaiem, *Debriefing Techniques Utilized in Medical Simulation*, in *StatPearls*. 2022, StatPearls Publishing
- Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).
2. Akaike, M., et al., *Simulation-based medical education in clinical skills laboratory*. J Med Invest, 2012. **59**(1-2): p. 28-35.
3. Andersen, L.W., et al., *Time to Epinephrine and Survival After Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest*. Jama, 2015. **314**(8): p. 802-10.
4. Andersen, L.W., et al., *Association Between Tracheal Intubation During Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Survival*. Jama, 2016. **316**(17): p. 1786-1797.
5. Arshid, M., T.Y. Lo, and F. Reynolds, *Quality of cardio-pulmonary resuscitation (CPR) during paediatric resuscitation training: time to stop the blind leading the blind*. Resuscitation, 2009. **80**(5): p. 558-60.
6. Atkins, D.L., et al., *Epidemiology and Outcomes From Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Children*. Circulation, 2009. **119**(11): p. 1484-1491.
7. Auerbach, M., et al., *Adherence to Pediatric Cardiac Arrest Guidelines Across a Spectrum of Fifty Emergency Departments: A Prospective, In Situ, Simulation-based Study*. Acad Emerg Med, 2018. **25**(12): p. 1396-1408.
8. Auerbach, M., et al., *Differences in the Quality of Pediatric Resuscitative Care Across a Spectrum of Emergency Departments*. JAMA Pediatr, 2016. **170**(10): p. 987-994.
9. Beck, S., et al., *Basic life support training using shared mental models improves team performance of first responders on normal wards: A randomised controlled simulation trial*. Resuscitation, 2019. **144**: p. 33-39.
10. Bhanji, F., et al., *Survival Rates Following Pediatric In-Hospital Cardiac Arrests During Nights and Weekends*. JAMA Pediatr, 2017. **171**(1): p. 39-45.
11. Bhende, M.S., *End-tidal carbon dioxide monitoring in pediatrics - clinical applications*. J Postgrad Med, 2001. **47**(3): p. 215-8.
12. Bircher, N.G., P.S. Chan, and Y. Xu, *Delays in Cardiopulmonary Resuscitation, Defibrillation, and Epinephrine Administration All Decrease Survival in In-hospital Cardiac Arrest*. Anesthesiology, 2019. **130**(3): p. 414-422.
13. Bjorland, P.A., et al., *Incidence of newborn resuscitative interventions at birth and short-term outcomes: a regional population-based study*. BMJ Paediatrics Open, 2019. **3**(1): p. e000592.
14. Blackwood, J., et al., *Does teaching crisis resource management skills improve resuscitation performance in pediatric residents?**. Pediatr Crit Care Med, 2014. **15**(4): p. e168-74.
15. Booth, A., et al., *Resuscitation registers: How many active registers are there and how many collect data on paediatric cardiac arrests?* Resuscitation, 2018. **129**: p. 70-75.
16. Bracq, M.S., E. Michinov, and P. Jannin, *Virtual Reality Simulation in Nontechnical Skills Training for Healthcare Professionals: A Systematic Review*. Simul Healthc, 2019. **14**(3): p. 188-194.
17. Brenner, B.E. and J. Kauffmann, *Response to cardiac arrests in a hospital setting: delays in ventilation*. Resuscitation, 1996. **31**(1): p. 17-23.
18. Brouwer, T.F., et al., *Association Between Chest Compression Interruptions and Clinical Outcomes of Ventricular Fibrillation Out-of-Hospital Cardiac Arrest*. Circulation, 2015. **132**(11): p. 1030-7.
19. Chan, P.S., et al., *Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest*. N Engl J Med, 2008. **358**(1): p. 9-17.
20. Cheng, A., et al., *Optimizing CPR performance with CPR coaching for pediatric cardiac arrest: A randomized simulation-based clinical trial*. Resuscitation, 2018. **132**: p. 33-40.

21. Cheng, A., et al., *Variability in quality of chest compressions provided during simulated cardiac arrest across nine pediatric institutions*. Resuscitation, 2015. **97**: p. 13-19.
22. Clerihew, L., D. Rowney, and J. Ker, *Simulation in paediatric training*. Arch Dis Child Educ Pract Ed, 2016. **101**(1): p. 8-14.
23. deCaen, A.R., G. Garcia Guerra, and I. Maconochie, *Intubation During Pediatric CPR: Early, Late, or Not at All?* Jama, 2016. **316**(17): p. 1772-1774.
24. Deindl, P., et al., *Influence of mask type and mask position on the effectiveness of bag-mask ventilation in a neonatal manikin*. Eur J Pediatr, 2014. **173**(1): p. 75-9.
25. Del Castillo, J., et al., *Long-term evolution after in-hospital cardiac arrest in children: Prospective multicenter multinational study*. Resuscitation, 2015. **96**: p. 126-34.
26. Donoghue, A., et al., *Longitudinal effect of high frequency training on CPR performance during simulated and actual pediatric cardiac arrest*. Resusc Plus, 2021. **6**: p. 100117.
27. Donoghue, A., et al., *Tracheal intubation during pediatric cardiopulmonary resuscitation: A videography-based assessment in an emergency department resuscitation room*. Resuscitation, 2016. **99**: p. 38-43.
28. Doymaz, S., et al., *How Prepared Are Pediatric Residents for Pediatric Emergencies: Is Pediatric Advanced Life Support Certification Every 2 Years Adequate?* Glob Pediatr Health, 2019. **6**: p. 2333794x19876809.
29. Eich, C. and B. Landsleitner, *Die kardiopulmonale Reanimation von Kindern (Paediatric Life Support)*. Pädiatrie up2date, 2016. **11**(04): p. 367-381.
30. Eppich, W., et al., *A rater training protocol to assess team performance*. J Contin Educ Health Prof, 2015. **35**(2): p. 83-90.
31. Feldman, M., et al., *Rater training to support high-stakes simulation-based assessments*. J Contin Educ Health Prof, 2012. **32**(4): p. 279-86.
32. Fernandez, A., J. Benito, and S. Mintegi, *Is this child sick? Usefulness of the Pediatric Assessment Triangle in emergency settings*. J Pediatr (Rio J), 2017. **93 Suppl 1**: p. 60-67.
33. Fukuda, T., et al., *Survival From Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest During Nights and Weekends: An Updated Japanese Registry-Based Study*. JACC Asia, 2022. **2**(4): p. 433-443.
34. Garcia-Jorda, D., et al., *Quality of clinical care provided during simulated pediatric cardiac arrest: a simulation-based study*. Can J Anaesth, 2020. **67**(6): p. 674-684.
35. Gausche, M., et al., *Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial*. Jama, 2000. **283**(6): p. 783-90.
36. Gilfoyle, E., et al., *Improved Clinical Performance and Teamwork of Pediatric Interprofessional Resuscitation Teams With a Simulation-Based Educational Intervention*. Pediatr Crit Care Med, 2017. **18**(2): p. e62-e69.
37. Gupta, P., et al., *Association of presence and timing of invasive airway placement with outcomes after pediatric in-hospital cardiac arrest*. Resuscitation, 2015. **92**: p. 53-8.
38. Gupta, P., et al., *Epidemiology and outcomes of in-hospital cardiac arrest in critically ill children across hospitals of varied center volume: a multi-center analysis*. Resuscitation, 2014. **85**(11): p. 1473-9.
39. Hansen, M., et al., *Pediatric Airway Management and Prehospital Patient Safety: Results of a National Delphi Survey by the Children's Safety Initiative-Emergency Medical Services for Children*. Pediatr Emerg Care, 2016. **32**(9): p. 603-7.
40. Hargie, O., et al., *A survey of communication skills training in UK schools of medicine: present practices and prospective proposals*. Med Educ, 1998. **32**(1): p. 25-34.
41. Herlitz, J., et al., *Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry*. Am J Emerg Med, 2007. **25**(9): p. 1025-31.
42. Hessulf, F., et al., *Adherence to guidelines is associated with improved survival following in-hospital cardiac arrest*. Resuscitation, 2020. **155**: p. 13-21.

43. Hunt, E.A., et al., *Delays and errors in cardiopulmonary resuscitation and defibrillation by pediatric residents during simulated cardiopulmonary arrests*. Resuscitation, 2009. **80**(7): p. 819-25.
44. Hunt, E.A., et al., *Simulation of in-hospital pediatric medical emergencies and cardiopulmonary arrests: highlighting the importance of the first 5 minutes*. Pediatrics, 2008. **121**(1): p. e34-43.
45. Izard, S.G., et al., *Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine*. J Med Syst, 2018. **42**(3): p. 50.
46. Jarman, A.F., et al., *Advanced Airway Type and Its Association with Chest Compression Interruptions During Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation Attempts*. Prehosp Emerg Care, 2017. **21**(5): p. 628-635.
47. Kamath-Rayne, B.D., et al., *Retention of Basic Neonatal Resuscitation Skills and Bag-Mask Ventilation in Pediatric Residents Using Just-in-Place Simulation of Varying Frequency and Intensity: A Pilot Randomized Controlled Study*. Hosp Pediatr, 2019. **9**(9): p. 681-689.
48. Kc, A., et al., *Not Crying After Birth as a Predictor of Not Breathing*. Pediatrics, 2020. **145**(6).
49. Kerrey, B.T., et al., *Rapid sequence intubation for pediatric emergency patients: higher frequency of failed attempts and adverse effects found by video review*. Ann Emerg Med, 2012. **60**(3): p. 251-9.
50. Kim, J., J.H. Park, and S. Shin, *Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis*. BMC Med Educ, 2016. **16**: p. 152.
51. Koppenberg, J., et al., *Patientensicherheit im Rettungsdienst: Welchen Beitrag können CRM und Teamarbeit leisten? Der Notarzt*, 2011. **27**: p. 249-254.
52. Kroll, M., J. Das, and J. Siegler, *Can Altering Grip Technique and Bag Size Optimize Volume Delivered with Bag-Valve-Mask by Emergency Medical Service Providers?* Prehospital Emergency Care, 2019. **23**(2): p. 210-214.
53. Lammers, R.L., M. Willoughby-Byrwa, and W.D. Fales, *Errors and error-producing conditions during a simulated, prehospital, pediatric cardiopulmonary arrest*. Simul Healthc, 2014. **9**(3): p. 174-83.
54. Lee, J., et al., *Clinical Survey and Predictors of Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Admitted to the Emergency Department*. Sci Rep, 2019. **9**(1): p. 7032.
55. Ma, X., et al., *The accuracy of the pediatric assessment triangle in assessing triage of critically ill patients in emergency pediatric department*. Int Emerg Nurs, 2021. **58**: p. 101041.
56. Manrique, G., et al., *Quality of chest compressions during pediatric resuscitation with 15:2 and 30:2 compressions-to-ventilation ratio in a simulated scenario*. Scientific Reports, 2020. **10**(1): p. 6828.
57. Maran, N.J. and R.J. Glavin, *Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education?* Med Educ, 2003. **37 Suppl 1**: p. 22-8.
58. Marques, F.A., et al., *Is tracheal intubation possible during pediatric cardiopulmonary resuscitation without interruption of chest compressions? A simulation study*. Resuscitation, 2012. **83**(12): p. e233-4.
59. Maya-Enero, S., et al., *Adherence to the neonatal resuscitation algorithm for preterm infants in a tertiary hospital in Spain*. BMC Pediatr, 2018. **18**(1): p. 319.
60. McInnes, A.D., et al., *The first quantitative report of ventilation rate during in-hospital resuscitation of older children and adolescents*. Resuscitation, 2011. **82**(8): p. 1025-9.
61. Meert, K.L., et al., *Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Characteristics and Their Association With Survival and Neurobehavioral Outcome*. Pediatr Crit Care Med, 2016. **17**(12): p. e543-e550.
62. Michelson, K.A., et al., *Cardiac Arrest Survival in Pediatric and General Emergency Departments*. Pediatrics, 2018. **141**(2).

63. Mills, D.M., D.C. Williams, and J.V. Dobson, *Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review*. *Hosp Pediatr*, 2013. **3**(2): p. 167-76.
64. Moler, F.W., et al., *In-hospital versus out-of-hospital pediatric cardiac arrest: a multicenter cohort study*. *Crit Care Med*, 2009. **37**(7): p. 2259-67.
65. Morgan, R.W., et al., *Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation in the United States: A Review*. *JAMA Pediatr*, 2021. **175**(3): p. 293-302.
66. Morgan, R.W., et al., *Hemodynamic effects of chest compression interruptions during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation*. *Resuscitation*, 2019. **139**: p. 1-8.
67. Myers, S.R. and A.J. Donoghue, *Quality improvement and crisis resource management in pediatric resuscitation*. *Curr Opin Pediatr*, 2019. **31**(3): p. 297-305.
68. Nehme, Z., et al., *Trends in the incidence and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrest: A 17-year observational study*. *Resuscitation*, 2018. **128**: p. 43-50.
69. Nevin, D.G., et al., *An observational study of paediatric pre-hospital intubation and anaesthesia in 1933 children attended by a physician-led, pre-hospital trauma service*. *Resuscitation*, 2014. **85**(2): p. 189-95.
70. Nicolaides, M., et al., *Team performance training for medical students: Low vs high fidelity simulation*. *Ann Med Surg (Lond)*, 2020. **55**: p. 308-315.
71. Niebauer, J.M., et al., *Hyperventilation in pediatric resuscitation: performance in simulated pediatric medical emergencies*. *Pediatrics*, 2011. **128**(5): p. e1195-200.
72. O'Connell, K.J., et al., *Pauses in compressions during pediatric CPR: Opportunities for improving CPR quality*. *Resuscitation*, 2019. **145**: p. 158-165.
73. Parker, M.M., et al., *Relationship Between Adverse Tracheal Intubation Associated Events and PICU Outcomes*. *Pediatr Crit Care Med*, 2017. **18**(4): p. 310-318.
74. Rall, M., et al., *[Innovative training for enhancing patient safety. Safety culture and integrated concepts]*. *Unfallchirurg*, 2002. **105**(11): p. 1033-42.
75. Rodríguez, J.J., et al., *Meta-Analysis of Failure of Prehospital Endotracheal Intubation in Pediatric Patients*. *Emerg Med Int*, 2020. **2020**: p. 7012508.
76. Ruetzler, K., et al., *Hands-off time during insertion of six airway devices during cardiopulmonary resuscitation: a randomised manikin trial*. *Resuscitation*, 2011. **82**(8): p. 1060-3.
77. Sandeva, M.G., et al., *Evaluating the Effectiveness of Simulation Training in Obstetrics and Gynecology, Pediatrics and Emergency Medicine*. *Folia Med (Plovdiv)*, 2019. **61**(4): p. 605-611.
78. Schulzke, S., et al., *Apnoea and bradycardia in preterm infants following immunisation with pentavalent or hexavalent vaccines*. *Eur J Pediatr*, 2005. **164**(7): p. 432-5.
79. Seidel, J.S., *Recognition and stabilization of the critically ill or injured child*. *Pediatr Ann*, 1990. **19**(10): p. 580-3.
80. Sørensen, J.L., et al., *Design of simulation-based medical education and advantages and disadvantages of in situ simulation versus off-site simulation*. *BMC Med Educ*, 2017. **17**(1): p. 20.
81. Sutton, R.M., et al., *A quantitative analysis of out-of-hospital pediatric and adolescent resuscitation quality--A report from the ROC epistry-cardiac arrest*. *Resuscitation*, 2015. **93**: p. 150-7.
82. Sutton, R.M., et al., *Quantitative analysis of chest compression interruptions during in-hospital resuscitation of older children and adolescents*. *Resuscitation*, 2009. **80**(11): p. 1259-63.
83. Sutton, R.M., et al., *First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children*. *Resuscitation*, 2014. **85**(1): p. 70-74.

84. Tarpgaard, M., T.M. Hansen, and L. Rognås, *Anaesthetist-provided pre-hospital advanced airway management in children: a descriptive study*. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2015. **23**: p. 61.
85. Thim, S., et al., *Simulation-Based Emergency Team Training in Pediatrics: A Systematic Review*. Pediatrics, 2022. **149**(4).
86. Tobin, J.M., et al., *Outcome of Conventional Bystander Cardiopulmonary Resuscitation in Cardiac Arrest Following Drowning*. Prehosp Disaster Med, 2020. **35**(2): p. 141-147.
87. Todres, I.D., *Pediatric airway control and ventilation*. Ann Emerg Med, 1993. **22**(2 Pt 2): p. 440-4.
88. Topjian, A.A., R.A. Berg, and V.M. Nadkarni, *Advances in recognition, resuscitation, and stabilization of the critically ill child*. Pediatr Clin North Am, 2013. **60**(3): p. 605-20.
89. Van de Voorde, P., et al., *European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support*. Resuscitation, 2021. **161**: p. 327-387.
90. Vincent J. Grant, A.C., *Comprehensive Healthcare Simulation: Pediatrics*. Comprehensive Healthcare Simulation, ed. S.D.J. Adam I. Levine. Vol. 1. 2016: Springer Cham. 417.
91. Wang, H.E., et al., *Interruptions in cardiopulmonary resuscitation from paramedic endotracheal intubation*. Ann Emerg Med, 2009. **54**(5): p. 645-652.e1.
92. Werfel, P.A., *The gentle art of pediatric assessment. Important steps you can utilize when evaluating your tiniest patients*. Jems, 1998. **23**(3): p. 58-60, 62, 69 passim.
93. White, J.R., et al., *Performance of advanced resuscitation skills by pediatric housestaff*. Arch Pediatr Adolesc Med, 1998. **152**(12): p. 1232-5.
94. Wood, F.E. and C.J. Morley, *Face mask ventilation--the dos and don'ts*. Semin Fetal Neonatal Med, 2013. **18**(6): p. 344-51.
95. Yang, C.P., et al., *Can Telemedicine Improve Adherence to Resuscitation Guidelines for Critically Ill Children at Community Hospitals? A Randomized Controlled Trial Using High-Fidelity Simulation*. Pediatr Emerg Care, 2017. **33**(7): p. 474-479.

Anhang

I. Szenarien

Prätest-Szenario:

Zielgruppe	Kinderärzte, Kinderkrankenpflege
Ort	Pädiatrische Notaufnahme
Lehrziele	
Medizinisch	Algorithmus defibrillierbare Rhythmen, Reanimation
CRM	Teamkoordination; Kommunikation
Interne Beschreibung	<p>Direkte Vorstellung mit Privat-PKW in der Notfallambulanz. 6 Monate alter weiblicher Säugling, Z. n. korrigiertem Herzfehler. In der vorherigen Woche habe sie Erkältungserscheinungen gezeigt, in den letzten 2 Tagen zunehmende Atemnot, Erbrechen beim Husten und Nahrungsverweigerung, etwas Fieber (bis 38,8°C). In den letzten 2 Stunden sei sie zunehmend lethargisch, stark schwitzend, sehr krank wirkend, grau. Ca. 2min nach der initialen Evaluation entwickelt sie eine Breitkomplextachykardie.</p> <p>AMPLE: Z.n. korrigiertem Herzfehler im 3. LM. Ca. 6kg.</p> <p>Die Mutter gibt eine strukturierte, zügige Anamnese (s.o.). Abschließender Satz: „Das letzte Mal, als sie so krank aussah, war vor ihrer Operation.“ Im weiteren Verlauf hält sie sich zurück. (Korrigierter Herzfehler wird nur auf Nachfrage erwähnt!)</p>
Vorbereitung	
Simulator	Baby
Vorbereitung Simulator	<p>Angekleidet auf dem Arm der Mutter, Sterniotomienarbe (Klebestreifen, roter Kuli).</p> <p>Timer! Gut ausgeleuchteter und Video gemonitorter Tisch zur Aufzeichnung des Szenarios!</p>
Medizinisches Equipment (Geräte, Rö, BGA etc.)	<p>Übliches Monitoring / Equipment, plus Defi! BGA Cave: Defi-Elektroden vorbereiten!</p>
Personelle Ressourcen	<p>Teilnehmer: 1 Assistenzarzt, 1 Oberarzt, 1-2 Pflegekräfte Trainer: mind. 1 Instruktor, 1 Elternteil</p>

Szenariumverlauf	
Teilnehmerbriefing	Durch Mutter, s.o.
Szenarium	Ambulanzschwester hat Mutter und Kind bereits in ein Aufnahmezimmer gebracht und holt den Arzt ohne vorheriges „Verkabeln“.
Anfangseinstellung	RR: 60/20mmHg; HF: 190/min (Sinusrhythmus) SpO₂ 94%; AF 60/min , Zyanose 0% Temp. (auf Nachfrage): 36,0°C, RKZ 4sek, somnolent
Life Safer	Mutter verweist auf den EKG-Rhythmus („sähe komisch aus“)
Szenariumverlauf	<p>Timer!</p> <p>1. Nach Ankunft RD o.g. hypovolämer, kompensierter Schock</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: rasche Evaluation des kritisch kranken Kindes, zügiges Anschließen der Überwachung, Zugangsanlage peripher NICHT möglich, i.o. Anlage, ggf. Volumenbolus - Antizipation der möglichen Verschlechterung! - Dauer 2min <p>2. Nach 2min Breitkomplextachykardie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RR nicht messbar, HF 0/min, AF 0/min, pulslos, bewusstlos - Ziel: max. 3malige korrekte Defibrillation, Adrenalin- und Amiodarongabe - Dauer: max. 8min (d.h. auch nach allenfalls einmaliger Defibrillation Umspringen in Sinusrhythmus). - Volumenbolus in dieser Situation keine Priorität, allenfalls 10ml/kgKG <p>3. ROSC</p> <ul style="list-style-type: none"> - RR 70/20mmHg, HF 180/min, AF 10/min, SpO₂ 90% - Palpabler zentraler Puls, Bradypnoe, bewusstlos, RKZ 4sek - Ziel: H's und HITS-Evaluation, spätestens jetzt Intubation (od. anhaltende Maskenbeutelbeatmung), Kontaktaufnahme zur Intensivstation

Posttest-Szenario:

Zielgruppe	Kinderärzte, Kinderkrankenpflege
Ort	Pädiatrische Notaufnahme
Lehrziele	
Medizinisch	Algorithmus defibrillierbare Rhythmen, Reanimation
CRM	Teamkoordination; Kommunikation
Interne Beschreibung	<p>Der Notarzt bringt einen 1 Jahr alten weiblichen Säugling ohne bekannte Vorerkrankungen mit unklarer Bewusstseinsminderung. Sie leide seit 2 Tagen unter ausgeprägtem wässrigem Durchfall und rezidivierendem Erbrechen. Nahrungsverweigerung, Anurie. Wird seit dem Mittagschlaf nicht mehr richtig wach. Der Notarzt habe bei V.a. Fieberkrampf einmalig Diazepam 5mg supp verabreicht, der Blutzucker sei normal gewesen. Vitalparameter allzeit stabil auf dem Transport. Bei Ankunft sehr krank wirkend. Ca. 2min nach der initialen Evaluation entwickelt sie ein Kammerflimmern.</p> <p>AMPLE:. Leer, letzte MZ ca. 3h zuvor (1 EL Gemüsebrei). Ca. 10kg.</p> <p>Der Notarzt gibt eine strukturierte, zügige Anamnese (s.o.). Abschließender Satz: „Das Kind wirkt auf mich sehr krank.“</p>
Vorbereitung	
Simulator	Baby
Vorbereitung Simulator	Angekleidet auf dem Arm der Mutter. Timer! Gut ausgeleuchteter und Video gemonitorter Tisch zur Aufzeichnung des Szenarios!
Medizinisches Equipment (Geräte, Rö, BGA etc.)	Übliches Monitoring / Equipment, plus Defi! BGA. Cave: Defi-Elektroden vorbereiten!
Personelle Ressourcen	Teilnehmer: 1 Assistenzarzt, 1 Oberarzt, 1-2 Pflegekräfte Trainer: mind. 1 Instruktor (= Notarzt), 1 Elternteil

Szenariumverlauf	
Teilnehmerbriefing	Durch Notarzt, s.o.
Szenarium	Kind kommt auf dem Arm der Mutter, vom Notarzt begleitet.
Anfangseinstellung	RR: 60/20mmHg; HF: 190/min (Sinusrhythmus) SpO₂ 94%; AF 60/min , Zyanose 0% Temp. (auf Nachfrage): 36,0°C, RKZ 4sek, somnolent
Life Safer	Mutter bemerkt „komische Zacken“ auf dem EKG
Szenariumverlauf	<p>Timer!</p> <p>1. Nach Ankunft RD o.g. hypovolämer, kompensierter Schock</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: rasche Evaluation des kritisch kranken Kindes, zügiges „Verkabeln“, Zugangsanlage peripher NICHT möglich, i.o. Anlage, ggf. Volumenbolus - Antizipation der möglichen Verschlechterung! - Dauer 2min <p>2. Nach 2min Breitkomplextachkardie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RR nicht messbar, HF 0/min, AF 0/min, pulslos, bewusstlos - Ziel: max. 3malige korrekte Defibrillation, Adrenalin- und Amiodarongabe - Dauer: max. 8min (d.h. auch nach allenfalls einmaliger Defibrillation Umspringen in Sinusrhythmus). - Volumenbolus in dieser Situation keine Priorität, allenfalls 10ml/kgKG <p>3. ROSC</p> <ul style="list-style-type: none"> - RR 70/20, HF 180/min, AF 10/min, SpO₂ 90% - Palpabler zentraler Puls, Bradypnoe, bewusstlos, RKZ 4sek - Ziel: H's und HITS-Evaluation, spätestens jetzt Intubation (od. anhaltende Maskenbeutelbeatmung), Kontaktaufnahme zur Intensivstation

II. PEC

PEC-Atemwege		Datum:	Video-Nr:	Untersucher:	Time
1 Allgemeine Maßnahmen					
1-1	Ausrüstung überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	Monitoring anschließen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Evaluation, Sauerstoffgabe					
2-1	Atemwege öffnen/inspizieren/bewerten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-2	Sauerstoffsättigung geprüft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-3	Atemfrequenz überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-4	Bilaterale Auskultation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-5	Kreislauf überprüfen (RKZ, HF, RR)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-6	Bewusstseinszustand überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-7	Versorgung mit Sauerstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-8	Art der Sauerstoffversorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Evaluation und Behandlung NACH Einsetzen Apnoe/Rhythmusstörung					
3-1	Reevaluation Atmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-2	Apnoe festgestellt durch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-3	Atemwege öffnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-4	Beginn Beatmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-5	Beatmung durch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-6	Beatmung mit.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-7	Equipment passend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-8	Überprüfen Effektivität Beatmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-9	Optimierung der Beatmung, falls notwendig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-10	Art der Optimierung, falls notwendig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-11	Beatmungsart gewechselt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-12	Gründe für Wechsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-13	Wechsel initiiert durch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-14	Art der definitiven AW-Versorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Intubation					
4-1	Intubation versucht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-2	Anzahl der Versuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-3	Wieviele Personen involviert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-4	Equipment vollständig bei 1. Versuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-5	Equipment adäquat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-6	Tube fixiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-7	Tube Lage überprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-8	CO ₂ -Ableitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-9	Tube Lage wann überprüft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-10	HDM fortgesetzt unter Intubation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-11	HDM fortgesetzt nach Intubation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-12	Andere Maßnahmen zurückgestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeit bis Apnoefeststellung:					
Dauer Intubationsversuch 1		se	Zeit bis Beatmung:		s
Dauer Intubationsversuch 3		sek	Dauer Intubationsversuch 2		s
Dauer Intubation gesamt:		sek	Dauer Intubationsversuch 4		s
			Zeit bis 1. Intubationsversuch:		sek
					kg

Abb. 14 PEC-Atemwege

III. Fragebögen

Vor dem Training:

Zweiter Buchstabe des ersten Vornamens der Mutter	Erster Buchstabe des ersten Vornamens des Vaters	Zweite Ziffer des (zweistelligen Monats) in dem Sie geboren sind (z.B. Mai=5)	Zweite Ziffer des (zweistelligen Monats) in dem Ihr Mutter geboren ist (z.B. Nov=1)	Datum:
				Team-Nr.:

Persönliches

Alter: _____ Jahre,	<input type="checkbox"/> weiblich	<input type="checkbox"/> männlich	
Beruf/Status:	<input type="checkbox"/> Assistenzarzt/ärztin	<input type="checkbox"/> Oberarzt/ärztin	<input type="checkbox"/> Chefarzt/ärztin
	<input type="checkbox"/> Pfleger/in mit Intensivweiterbildung	<input type="checkbox"/> Pfleger/in ohne Intensivweiterbildung	
In dieser Position tätig seit:	_____ Jahren		
Fachrichtung:	<input type="checkbox"/> Pädiatrie	<input type="checkbox"/> Andere: _____	

Stressempfinden in einer Notfallsituation

	Sehr stressig	Eher stressig	Ok / neutral	Eher nicht stressig	Gar nicht stressig
1. Ein kritisch krankes Kind zu versorgen, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ein Neugeborenes im Kreissaal zu versorgen, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mit Eltern in einer Notfallsituation zu kommunizieren, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Koordination der Aufgaben eines Teams im Rahmen eines Notfalls ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Der Leader in einer pädiatrischen Notfallsituation zu sein, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Reanimationserfahrung

6. Haben Sie bereits pädiatrische Reanimationserfahrung? ¹	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, Erfahrung in der Ventilation eines Kindes <input type="checkbox"/> Ja, Erfahrung in der Herzdruckmassage eines Kindes → Wie viele Kinder haben Sie bereits reanimiert? _____
7. Haben Sie bereits ein Reanimationstraining besucht?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ... → An wie vielen Reanimationstrainings haben Sie bisher teilgenommen? _____ → In welchem Jahr hat Ihr letztes Reanimationstraining stattgefunden? _____ → Welche Reanimationstrainings haben Sie in den letzten 12 Monaten besucht? <input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Interne theoretische Fortbildung <input type="checkbox"/> Interne praktische Fortbildung <input type="checkbox"/> Neugeborenen-Reanimationskurs des European Resuscitation Council (ERC) oder der American Heart Association (AHA) <input type="checkbox"/> Pädiatrischer Reanimationskurs des ERC oder AHA (z. B. EPALS, EPILS, PALS, PBLs) <input type="checkbox"/> Erwachsenen-Reanimationskurs des ERC oder AHA (z. B. BLS, ALS) <input type="checkbox"/> Anderes Simulationstraining Anm: Mehrfachnennungen möglich
8. Haben Sie bereits ein Crew Resource Management (CRM) Training besucht?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja ... → An wie vielen CRM-Trainings haben Sie bisher teilgenommen? _____ → In welchem Jahr hat Ihr letztes CRM-Training stattgefunden? _____ → Welche CRM-Trainings haben Sie in den letzten 12 Monaten besucht? <input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Interne theoretische Fortbildung <input type="checkbox"/> Interne praktische Fortbildung <input type="checkbox"/> Externe theoretische Fortbildung: _____ (bitte benennen) <input type="checkbox"/> Externe praktische Fortbildung: _____ (bitte benennen) Anm: Mehrfachnennungen möglich

Abb. 15 Fragebogen vor dem Training

Nach dem Training:

Zweiter Buchstabe des ersten Vornamens der Mutter	Erster Buchstabe des ersten Vornamens des Vaters	Zweite Ziffer des (zweistelligen Monats) in dem Sie geboren sind (z.B. Mai=5)	Zweite Ziffer des (zweistelligen Monats) in dem Ihr Mutter geboren ist (z.B. Nov=1)	Datum:
				Team-Nr.:

Stressempfinden in einer Notfallsituation

	Sehr stressig	Eher stressig	Ok / neutral	Eher nicht stressig	Gar nicht stressig
1. Ein kritisch krankes Kind zu versorgen, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ein Neugeborenes im Kreissaal zu versorgen, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mit Eltern in einer Notfallsituation zu kommunizieren, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Koordination der Aufgaben eines Teams im Rahmen eines Notfalls ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Der Leader in einer pädiatrischen Notfallsituation zu sein, ist für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Team-Arbeit (Bitte bewerten Sie die Team-Arbeit im letzten durchgeführten Szenarium)

	Nie / fast nie	Selten	Ebenso oft wie nicht	Oft	Immer / fast immer
6. Der Teamleiter ließ die Teammitglieder durch Anleitung und Anweisungen wissen, was von ihnen erwartet wurde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Der Teamleiter behielt einen umfassenden Überblick (Überwachung klinischer Interventionen und der Umgebung; war, wenn möglich, nicht in die Patientenversorgung eingebunden, delegierte Tätigkeiten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Das Team kommunizierte effektiv (verbale, non-verbale oder schriftliche Arten der Kommunikation)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Das Team arbeitete zusammen, um die anstehenden Aufgaben zeitnah zu erfüllen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Nie / fast nie	Selten	Ebenso oft wie nicht	Oft	Immer / fast immer
10. Das Team handelte besonnen und kontrolliert (angemessene Emotionen, Konfliktmanagement)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Das Team zeigte eine positive Arbeitseinstellung (angemessene Unterstützung, Selbstvertrauen, Teamgeist, Optimismus, Entschlossenheit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Das Team passte sich Situationsveränderungen an (Anpassung innerhalb der eigenen Berufsrolle; Situationsänderungen: Verschlechterung des Patienten? Änderungen innerhalb des Teams?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Das Team überwachte und re-evaluierte die Situation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Das Team antizipierte mögliche notwendige Aktionen (Vorbereitung eines Defibrillators, von Medikamenten, Atemwegsicherung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Das Team priorisierte Aufgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Das Team hielt sich an anerkannte Standards und Leitlinien (geringe Abweichungen können angebracht sein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Bewerten Sie die gesamte Teamleistung auf einer Skala von 1 bis 10 (sehr zu verbessern bis hervorragend)										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1										10

Ihre Meinung zum Kurs

	Stimme gar nicht zu	Stimme eher nicht zu	Neutral	Stimme eher zu	Stimme voll zu
18. Dieser Kurs hat mein theoretisches Wissen verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Dieser Kurs hat meine praktischen Fähigkeiten verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Dieser Kurs hat mein Selbstvertrauen in pädiatrischen Notfallsituationen gestärkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Die Qualität des Debriefings empfand ich als sehr gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 16 Fragebogen nach dem Training

IV. Anwenderhandbuch

Einführung

Die vorliegende PEC wurde den u. g. Szenariumphasen entsprechend gegliedert. Es erfolgt **keine** Punktevergabe zur Erhebung eines Gesamtscores. Vielmehr wird eine Maßnahme mit den Zahlen 1 bis 4 kodiert. Das vorliegende Handbuch soll die Kodierung spezifizieren und zu einer möglichst eindeutigen Performanceevaluation beitragen.

Studienszenarium

Allgemeines zum Szenariumablauf

Jeweils eine Pflegekraft und eine Ärztin erhalten eine kurze, präzise und standardisierte, d.h. zuvor verschriftlichte Übergabe des Patienten von der Instruktorin (je nach Szenarium in der Rolle eines Elternteils, einer Notärztin oder einer Pflegekraft von einer Peripherstation). Danach wird die Szenariumzeit gestartet. Weitere Rückfragen des Teams an die Instruktorin zur Anamnese oder Vitalparametern des Patienten erfolgen in der bereits gestarteten Szenariumzeit. Es können 2 bis 3 weitere Teammitglieder zu Hilfe gerufen werden.

Szenarium

Der Patient wird dem Team im hämodynamisch noch kompensierten Schock übergeben. Nach insgesamt 2 Minuten entwickelt der Patient eine Apnoe und einen pulslosen, defibrillierbaren Rhythmus (Breitkomplextachykardie oder Kammerflimmern). Nach weiteren 8 Minuten setzt, unabhängig von den Maßnahmen des Teams, der Spontankreislauf wieder ein (sog. ROSC). Das Team hat nun weitere 2 Minuten Zeit, zusätzliche Maßnahmen zu planen. Das Szenarium dauert somit insgesamt 12 Minuten.

Lernziele

Phase 1: Patient im hämodynamisch kompensierten Schock (Dauer 2 min)

- Routinemäßiger Equipmentcheck
- ABC-Evaluation, Erkennen des kritisch kranken Patienten mit der Diagnose „Schock“
- Hilfe anfordern
- Klinische Verschlechterung antizipieren

Phase 2: Patient in Apnoe und mit pulslosem, defibrillierbarem Rhythmus (Dauer 8 min)

- Leitliniengerechte Reanimation (Beatmung / CPR)
- 3 x Defibrillation, 1 x Adrenalingabe, 1 x Amiodarongabe
- Anm.: ROSC tritt auf jd. Fall nach 8 min ein, unabh. von der Anzahl der Defibrillationen bzw. der Medikamentengaben. Die Phase 2 kann verkürzt werden, wenn 3 x defibrilliert, sowie Adrenalin und Amiodaron verabreicht wurde.

Phase 3: Patient im ROSC (Dauer 2 min)

- Planung weiterer Maßnahmen: definitive Atemwegssicherung, Organisation Intensivbett
- Ursachen- / Differentialdiagnosensuche

1. Allgemeine Maßnahmen	
Sämtliche Maßnahmen unter diesem Punkt sollten innerhalb der ersten 2 Minuten nach Kontaktaufnahme zum Patienten erfolgen, ansonsten gelten sie per se als „nicht rechtzeitig“.	
1.1. Ausrüstung überprüfen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Es findet keine Überprüfung der Ausrüstung statt.
2	<ul style="list-style-type: none"> Sauerstoffanschluss (angeschlossen an Flowmeter und Beutel, Flow „aufgedreht“) ODER Beatmungsbeutel (Beutelgröße, Maske, Dichtigkeit) werden vor der Anwendung am Patienten überprüft ODER o. g. Ausrüstung wird nach der Anwendung am Patienten überprüft
3	<ul style="list-style-type: none"> Sauerstoffanschluss (angeschlossen an Flowmeter und Beutel, Flow „aufgedreht“) UND Beatmungsbeutel (Beutelgröße, Maske, Dichtigkeit) werden überprüft UND Überprüfung muss vor der Anwendung am Patienten erfolgen
1.2. Monitoring anschließen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Es wird weder SpO₂, noch EKG oder RR an den Patienten angeschlossen
2	<ul style="list-style-type: none"> Nur 1 oder 2 von 3 Geräten (SpO₂, EKG, Blutdruck) wird / werden angeschlossen ODER später als in den ersten 2 min nach Erstkontakt zum Patienten ODER das Anschließen des Monitoring wurde nicht korrekt durchgeführt
3	<ul style="list-style-type: none"> <u>Alle</u> 3 Geräte (SpO₂, EKG, Blutdruck) werden <u>korrekt</u> an den Patienten angeschlossen UND Anschluss erfolgt innerhalb von 2 min nach Erstkontakt zum Patienten
2. Evaluation, Sauerstoffgabe	
Sämtliche Maßnahmen unter diesem Punkt sollten innerhalb der ersten 2 Minuten nach Kontaktaufnahme zum Patienten erfolgen, ansonsten gelten sie per se als „nicht rechtzeitig“. <i>Ausnahmen siehe Unterpunkte.</i>	
2.1. Atemwege öffnen / inspizieren / bewerten	
1	<ul style="list-style-type: none"> Es findet weder eine Öffnung, noch eine Inspektion oder Bewertung der Atemwege statt.
2	<ul style="list-style-type: none"> Es findet entweder eine Öffnung oder eine Inspektion, ohne Bewertung statt ODER später als in den ersten 2 min nach Erstkontakt zum Patienten
3	<ul style="list-style-type: none"> Es findet eine Öffnung, Inspektion und Bewertung der Atemwege statt UND dies erfolgt in den ersten 2 min nach Erstkontakt zum Patienten <p>Anm.: aufgrund der Simulation erfolgt keine Erfassung der Atemarbeit- und qualität</p>
2.2. Sauerstoffsättigung prüfen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt zu keinem Zeitpunkt eine SpO₂-Ableitung.
2	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt eine SpO₂-Ableitung nach Einsetzen der Apnoe. ODER Die Hypoxämie wird nicht verbalisiert.
3	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt eine SpO₂-Ableitung <u>vor</u> Einsetzen der Apnoe. UND Die Hypoxämie wird verbalisiert.
2.3. Atemfrequenz prüfen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Zu keinem Zeitpunkt Evaluation der Atemfrequenz

2	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation der Atemfrequenz <u>nach</u> Einsetzen der Apnoe <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Kommunikation ans Team <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Unspezifische Kommunikation: „Kind atmet“
3	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation der Atemfrequenz mittels Auskultation oder Auszählen <u>vor</u> Apnoe <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> An das Team kommuniziert: „Kind atmet zu schnell / zu langsam“
2.4. Bilaterale Auskultation	
1	<ul style="list-style-type: none"> Zu keinem Zeitpunkt Auskultation des Patienten
2	<ul style="list-style-type: none"> Bilaterale Auskultation <u>nach</u> Einsetzen der Apnoe <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Unilaterale Auskultation unabhängig vom Zeitpunkt <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Kommunikation des Auskultationsbefundes ans Team
3	<ul style="list-style-type: none"> Bilaterale Auskultation <u>vor</u> Apnoe <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> Auskultationsbefund an das Team kommuniziert
2.5. Kreislauf überprüfen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Zu keinem Zeitpunkt Überprüfen von Rekapillarisierungszeit (RKZ), Herzfrequenz (HF) oder Blutdruck (RR)
2	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation des Kreislaufes <u>nach</u> Einsetzen der Apnoe <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Unvollständige Evaluation des Kreislaufes unabhängig vom Zeitpunkt (nur 1 Parameter) <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Kommunikation des Befundes ans Team
3	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation des Kreislaufes <u>vor</u> Apnoe <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> Mindestens RKZ plus zweiter Parameter (HF oder RR) erhoben. <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> Kommunikation an das Team: „Hypovolämie“ / „Schock“ / „Der Patient hat eine verlängerte RKZ, er gefällt mir nicht“
2.6. Bewusstseinszustand prüfen	
1	<ul style="list-style-type: none"> Zu keinem Zeitpunkt Evaluation des Bewusstseinszustandes
2	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation des Bewusstseinszustandes <u>nach</u> Einsetzen der Apnoe <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Kommunikation des Befundes ans Team
3	<ul style="list-style-type: none"> Evaluation des Bewusstseinszustandes <u>vor</u> Apnoe <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> Befund an das Team kommuniziert
2.7. Sauerstoff	
1	<ul style="list-style-type: none"> Keine Applikation von Sauerstoff (O₂)
2	<ul style="list-style-type: none"> Applikation von weniger als 100% O₂, z. B. über Nasenbrille oder Sauerstoffdusche <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> Applikation von 100% O₂ nach Einsetzen der Apnoe.
3	<ul style="list-style-type: none"> Applikation von 100% O₂, z. B. über Venti-Maske mit Reservoir oder mittels die Eigenatmung unterstützender Maskenbeutelbeatmung <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> Vor Einsetzen der Apnoe
2.8. Art der Sauerstoffversorgung	
1	<ul style="list-style-type: none"> Sauerstoffgabe über Nasenbrille
2	<ul style="list-style-type: none"> Maske ohne Reservoir

3	<ul style="list-style-type: none"> • Maske mit Reservoir
4	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmungsbeutel

3. Evaluation und Behandlung NACH Einsetzen der Apnoe und der Herzrhythmusstörung	
3.1. Re-Evaluation der Atmung	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Re-Evaluation der Atmung nach Einsetzen der Apnoe
2	<ul style="list-style-type: none"> • Re-Evaluation der Atmung und Feststellung der Apnoe (z. B. durch „sehen, hören, fühlen“ ODER Auskultation > 30 sec nach Einsetzen Apnoe ODER • Keine Kommunikation ans Team
3	<ul style="list-style-type: none"> • Re-Evaluation der Atmung und Feststellung der Apnoe (z. B. durch „sehen, hören, fühlen“ ODER Auskultation < 30 sec nach Einsetzen Apnoe UND • Apnoe an Team kommuniziert
3.2. Apnoe festgestellt durch...	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Ärztin
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegende
3	<ul style="list-style-type: none"> • k. A.
3.3. Atemwege öffnen	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Kein erkennbares Öffnen der Atemwege vor Beatmungsbeginn (z. B. Head tilt, Esmarch, Lagerung)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Öffnen der Atemwege vor Beatmungsbeginn, aber später als 30 sec nach Einsetzen der Apnoe ODER • Öffnen der Atemwege nach Beatmungsbeginn
3	<ul style="list-style-type: none"> • Öffnen der Atemwege vor Beatmungsbeginn UND • innerhalb von 30 sec nach Einsetzen der Apnoe
3.4. Beginn Beatmung	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Zu keiner Zeit Durchführung einer Beatmung
2	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmungsbeginn später als 30 sec nach Einsetzen der Apnoe
3	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmungsbeginn innerhalb von 30 sec nach Einsetzen der Apnoe
3.5. Beatmung durch....	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Ärztin
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegende
3	<ul style="list-style-type: none"> • k. A.
3.6. Beatmung mit....	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Masken-Beutel-Beatmung
2	<ul style="list-style-type: none"> • Larynxmaske
3	<ul style="list-style-type: none"> • Primäre Intubation
4	<ul style="list-style-type: none"> • Mund-zu-Mund / Nase
3.7. Nutzung von adäquatem Equipment, sofern Masken-Beutel-Beatmung	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Equipment inadäquat (z. B. Nutzung eines Frühgeborenenbeatmungsbeutel UND falsche Maskengröße)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Nur Beatmungsbeutel adäquat (Säugling: mittlerer Beutel, Junior: mittlerer oder großer Beutel)
3	<ul style="list-style-type: none"> • Nur Maskengröße adäquat (Maskengröße vom Aspekt korrekt, d.h. adäquate Abdeckung von Mund und Nase)
4	<ul style="list-style-type: none"> • Beatmungsbeutel UND Maskengröße adäquat

	Anm.: Zelle bleibt leer, falls zu keinem Zeitpunkt Masken-Beutel-Beatmung stattgefunden hat
3.8. Überprüfen der Effektivität der initialen Beatmung	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Effektivität der Beatmung wird zu keinem Zeitpunkt erkennbar überprüft (Auskultation oder beobachtete Thoraxexkursionen)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Später als 30 sec nach <u>Beatmungsbeginn</u> ODER • Keine Kommunikation über Effektivität ans Team.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30 sec nach <u>Beginn der Beatmung</u> UND • Kommunikation über Effektivität ans Team.
3.9. Optimierung der Beatmung, falls notwendig	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Optimierung trotz offensichtlicher oder kommunizierter Ineffektivität
2	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Beginn</u> einer Optimierung später als 30sec nach Beatmungsbeginn, falls als notwendig kommuniziert ODER • Inadäquate Maßnahmen (anhaltende Nutzung einer inadäquaten Maske, inadäquate 2-Personen-Technik, falsche Guedelgröße)
3	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Beginn</u> einer Optimierung innerhalb von 30sec, falls als notwendig kommuniziert UND • Adäquate Maßnahmen (Wechsel auf passende Maske, adäquate 2-Personen-Technik, Esmarch, Guedel)
4	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht notwendig bei stets effektiver Beatmung
3.10. Art der Beatmungsoptimierung, falls notwendig	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Patientenlage
2	<ul style="list-style-type: none"> • 2-Personen-Technik
3	<ul style="list-style-type: none"> • Guedel / Wendel
4	<ul style="list-style-type: none"> • Sonstiges (z. B. Helferwechsel) <p>Anm.: hier nur Erfassung der Maßnahme, nicht der Qualität (s. dazu Punkt 3.9.)</p>
3.11. Beatmungsart gewechselt	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ja
3.12. Kommunizierte Gründe für Wechsel der Beatmungsart	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Return of spontaneous circulation (ROSC)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Lange Reanimation / Hypoxämiebehandlung
3	<ul style="list-style-type: none"> • Insuffiziente Masken-Beutel-Beatmung
4	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Grund ersichtlich <p>Anm.: sofern Gründe aus Team- bzw. Teamleiterkommunikation erhebbar</p>
3.13. Wechsel initiiert durch	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Ärztin
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegende
3	<ul style="list-style-type: none"> • k. A.
3.14. Art der definitiven Atemwegsversorgung	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Masken-Beutel-Beatmung
2	<ul style="list-style-type: none"> • Supraglottischer Atemweg
3	<ul style="list-style-type: none"> • Intubation <p>Anm.: Sofern zu keiner Zeit eine Beatmung stattgefunden hat, bleibt die Zelle „leer“</p>

4. Intubation	
4.1. Intubation versucht	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ja
4.2. Anzahl der Intubationsversuche	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Intubationsversuch
2	<ul style="list-style-type: none"> • Zwei Intubationsversuche
3	<ul style="list-style-type: none"> • Drei Intubationsversuche
4	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr als drei Intubationsversuche
4.3. In die Intubationsversuche involvierte Personen	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Person
2	<ul style="list-style-type: none"> • Zwei Personen
3	<ul style="list-style-type: none"> • Drei Personen
4	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr als drei Personen
4.4. Vollständiges Equipment bei 1. Intubationsversuch	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ja: Tubus (ggf. plus Führungsstab bei Junior), Magillzange, funktionierendes Laryngoskop, passender Spatel, Blockerspritze (sofern blockbarer Tubus), Fixierung, Absaugung bereit <p>Anm.: Hier keine Beurteilung der Qualität, d.h. falls z.B. Verwendung von zu kleinem Tubus, muss auch kein Führungsstab dabei sein bzw. keine Blockerspritze, wenn nicht blockbarer Tubus</p>
4.5. Adäquates Equipment bei 1. Intubationsversuch	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, nur Spatel
3	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, nur Tubus
4	<ul style="list-style-type: none"> • Spatel und Tubus <p>Anm.: Tubus Säugling 3,0 – 4,0 ungeblockt. Tubus Junior 4,5 - 5,5 geblockt (auf Ansage des Teamleiters achten!). Spatel: Aspekt im Verhältnis zum Simulator Cave: Limitation durch Simulator</p>
4.6. Tubus nach erfolgreicher Intubation fixiert	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Inadäquat (Dislokation droht) ODER • später als 60 sec nach Intubation
3	<ul style="list-style-type: none"> • Adäquat UND • innerhalb von 60 sec nach Intubation
4.7. Konservatives Überprüfen der Tubuslage	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Auskultation
3	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation einer Thoraxhebung („sehen, fühlen“)

4	<ul style="list-style-type: none"> • Auskultation UND Kommunikation einer Thoraxhebung („sehen, fühlen“)
4.8. CO₂-Ableitung zur Überprüfen der Tubuslage	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, Farbumschlagadapter
3	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, sonstige CO₂-Messung (Kapnometrie oder Kapnographie)
4.9. Zeitpunkt des Überprüfens der Tubuslage	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Später als 60sec nach erfolgreicher Intubation
2	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 60sec nach erfolgreicher Intubation
4.10. Fortsetzen der Herz-Druck-Massage unter Intubation bzw. zwischen Intubationsversuchen	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Inadäquat (bzgl. Tiefe und Frequenz) ODER • mit Unterbrechungen
3	<ul style="list-style-type: none"> • Stets adäquat (bzgl. Tiefe und Frequenz) UND • Unterbrechung nur beim Verschieben des Tubus
4	<ul style="list-style-type: none"> • Herz-Druck-Massage fand zu keinem Zeitpunkt statt
4.11. Fortsetzen der Herz-Druck-Massage nach Intubation bzw. nach letztem Intubationsversuch	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Inadäquat (bzgl. Tiefe und Frequenz) ODER • Später als 30sec nach erfolgter Intubation
3	<ul style="list-style-type: none"> • Adäquat (bzgl. Tiefe und Frequenz) UND • Innerhalb von 30sec nach erfolgter Intubation
4.12. Andere Maßnahmen unter Intubation zurückgestellt	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Nein
2	<ul style="list-style-type: none"> • Defibrillation
3	<ul style="list-style-type: none"> • Zugangsanlage
4	<ul style="list-style-type: none"> • Adrenalingabe <p>Anm.: abhängig vom Zeitpunkt der Intubation und der zuvor geplanten Maßnahme</p>

V. Statistik

Tab. 2 ICC: Beobachtertraining Session 1

ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Zeilen	146,4411765	67	2,185689201	11,03991131	2,9446E-19	1,49895461
Spalten	0,735294118	1	0,735294118	3,713968958	0,058200631	3,984049349
Zufallsfehler	13,26470588	67	0,197980685			
Gesamt	160,4411765	135				
ICC		0,83				

Tab. 3 ICC: Beobachtertraining Session 2

ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Zeilen	308,9852941	135	2,288779956	28,08957219	2,3806E-61	1,32860904
Spalten	-9,09495E-13	1	-9,09495E-13	-1,1162E-11	#ZAHL!	3,91126674
Zufallsfehler	11	135	0,081481481			
Gesamt	319,9852941	271				
ICC		0,93				

Tab. 4 Kreuztabelle Atemweg öffnen

		AW_öffnen			Gesamt	
		1	2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	40	11	5	56
		% von Prä_Post	71,4%	19,6%	8,9%	100,0%
	2	Anzahl	36	17	4	57
		% von Prä_Post	63,2%	29,8%	7,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	76	28	9	113
		% von Prä_Post	67,3%	24,8%	8,0%	100,0%

Tab. 5 Chi-Quadrat-Test Atemweg öffnen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,599 ^a	2	,450
Likelihood-Quotient	1,609	2	,447
Zusammenhang linear-linear	,283	1	,595
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 6 Kreuztabelle Prüfung der Sauerstoffsättigung

			SpO2_geprüft		Gesamt
			2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	19	37	56
		% von Prä_Post	33,9%	66,1%	100,0%
	2	Anzahl	19	38	57
		% von Prä_Post	33,3%	66,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	38	75	113	
	% von Prä_Post	33,6%	66,4%	100,0%	

Tab. 7 Chi-Quadrat-Test Prüfung der Sauerstoffsättigung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,004 ^a	1	,947		
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,004	1	,947		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,552
Zusammenhang linear-mit-linear	,004	1	,947		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 8 Kreuztabelle Bestimmung der Atemfrequenz

			AF_geprüft			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	54	1	1	56
		% von Prä_Post	96,4%	1,8%	1,8%	100,0%
	2	Anzahl	54	1	2	57
		% von Prä_Post	94,7%	1,8%	3,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	108	2	3	113	
	% von Prä_Post	95,6%	1,8%	2,7%	100,0%	

Tab. 9 Chi-Quadrat-Test Bestimmung der Atemfrequenz

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,325 ^a	2	,850
Likelihood-Quotient	,331	2	,847
Zusammenhang linear-mit-linear	,275	1	,600
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 10 Kreuztabelle Durchführung der Auskultation

			Bilat_Ausk			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	3	30	23	56
		% von Prä_Post	5,4%	53,6%	41,1%	100,0%
	2	Anzahl	9	23	25	57
		% von Prä_Post	15,8%	40,4%	43,9%	100,0%
Gesamt	Anzahl	12	53	48	113	
	% von Prä_Post	10,6%	46,9%	42,5%	100,0%	

Tab. 11 Chi-Quadrat-Test Durchführung der Auskultation

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,999 ^a	2	,135
Likelihood-Quotient	4,141	2	,126
Zusammenhang linear-mit-linear	,381	1	,537
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 12 Kreuztabelle Re-Evaluation der Atmung

			Reeva_Atmung			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	12	18	23	53
		% von Prä_Post	22,6%	34,0%	43,4%	100,0%
	2	Anzahl	23	16	17	56
		% von Prä_Post	41,1%	28,6%	30,4%	100,0%
Gesamt	Anzahl	35	34	40	109	
	% von Prä_Post	32,1%	31,2%	36,7%	100,0%	

Tab. 13 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation der Atmung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,396 ^a	2	,111
Likelihood-Quotient	4,455	2	,108
Zusammenhang linear-mit-linear	3,895	1	,048
Anzahl der gültigen Fälle	109		

Tab. 14 Kreuztabelle Re-Evaluation der Atmung ja/nein

		Reeva_Atmung_jemals		Gesamt	
		1	2		
Prä_Post	1	Anzahl	12	41	53
		% von Prä_Post	22,6%	77,4%	100,0%
	2	Anzahl	23	33	56
		% von Prä_Post	41,1%	58,9%	100,0%
Gesamt	Anzahl	35	74	109	
	% von Prä_Post	32,1%	67,9%	100,0%	

Tab. 15 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation der Atmung ja/nein

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,243 ^a	1	,039		
Kontinuitätskorrektur ^b	3,439	1	,064		
Likelihood-Quotient	4,300	1	,038		
Exakter Test nach Fisher				,043	,031
Zusammenhang linear-mit-linear	4,204	1	,040		
Anzahl der gültigen Fälle	109				

Tab. 16 Kreuztabelle Apnoe-feststellendes Teammitglied

		Apnoe_durch			Gesamt	
		1	2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	41	4	11	56
		% von Prä_Post	73,2%	7,1%	19,6%	100,0%
	2	Anzahl	28	3	25	56
		% von Prä_Post	50,0%	5,4%	44,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	69	7	36	112	
	% von Prä_Post	61,6%	6,3%	32,1%	100,0%	

Tab. 17 Chi-Quadrat-Test Apnoe-feststellendes Teammitglied

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	8,037 ^a	2	,018
Likelihood-Quotient	8,198	2	,017
Zusammenhang linear-mit-linear	7,583	1	,006
Anzahl der gültigen Fälle	112		

Tab. 18 Kreuztabelle Atemwege öffnen

			AW_öffnen2			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	28	18	9	55
		% von Prä_Post	50,9%	32,7%	16,4%	100,0%
	2	Anzahl	28	14	15	57
		% von Prä_Post	49,1%	24,6%	26,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	56	32	24	112	
	% von Prä_Post	50,0%	28,6%	21,4%	100,0%	

Tab. 19 Chi-Quadrat-Test Atemwege öffnen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,965 ^a	2	,374
Likelihood-Quotient	1,982	2	,371
Zusammenhang linear-mit-linear	,604	1	,437
Anzahl der gültigen Fälle	112		

Tab. 20 Kreuztabelle Zeitpunkt Beatmungsbeginn

			Beginn_Beatmung		Gesamt
			2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	41	14	55
		% von Prä_Post	74,5%	25,5%	100,0%
	2	Anzahl	35	22	57
		% von Prä_Post	61,4%	38,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	76	36	112	
	% von Prä_Post	67,9%	32,1%	100,0%	

Tab. 21 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt Beatmungsbeginn

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,216 ^a	1	,137		
Kontinuitätskorrektur ^b	1,655	1	,198		
Likelihood-Quotient	2,231	1	,135		
Exakter Test nach Fisher				,160	,099
Zusammenhang linear-mit-linear	2,197	1	,138		
Anzahl der gültigen Fälle	112				

Tab. 22 Kreuztabelle beatmendes Teammitglied

			Beatmug_durch			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	43	10	3	56
		% von Prä_Post	76,8%	17,9%	5,4%	100,0%
	2	Anzahl	37	17	3	57
		% von Prä_Post	64,9%	29,8%	5,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	80	27	6	113	
	% von Prä_Post	70,8%	23,9%	5,3%	100,0%	

Tab. 23 Chi-Quadrat-Test beatmendes Teammitglied

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,256 ^a	2	,324
Likelihood-Quotient	2,277	2	,320
Zusammenhang linear-mit-linear	1,169	1	,280
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 24 Kreuztabelle Art der initialen Beatmung

			Beatmung_mit				Gesamt
			1	2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	52	2	1	1	56
		% von Prä_Post	92,9%	3,6%	1,8%	1,8%	100,0%
	2	Anzahl	53	2	0	2	57
		% von Prä_Post	93,0%	3,5%	0,0%	3,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	105	4	1	3	113	
	% von Prä_Post	92,9%	3,5%	0,9%	2,7%	100,0%	

Tab. 25 Chi-Quadrat-Test Art der initialen Beatmung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,334 ^a	3	,721
Likelihood-Quotient	1,727	3	,631
Zusammenhang linear-mit-linear	,023	1	,881
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 26 Kreuztabelle Nutzung passendes Equipment

			Equipment_pass			Gesamt
			2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	3	27	26	56
		% von Prä_Post	5,4%	48,2%	46,4%	100,0%
	2	Anzahl	2	18	37	57
		% von Prä_Post	3,5%	31,6%	64,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	5	45	63	113
		% von Prä_Post	4,4%	39,8%	55,8%	100,0%

Tab. 27 Chi-Quadrat-Test Nutzung passendes Equipment

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,912 ^a	2	,141
Likelihood-Quotient	3,935	2	,140
Zusammenhang linear-mit-linear	3,421	1	,064
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 28 Kreuztabelle Nutzung passendes Equipment ja/nein

			Equipment_pass_dich		Gesamt
			1	2	
Prä_Post	1	Anzahl	30	26	56
		% von Prä_Post	53,6%	46,4%	100,0%
	2	Anzahl	20	37	57
		% von Prä_Post	35,1%	64,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	50	63	113
		% von Prä_Post	44,2%	55,8%	100,0%

Tab. 29 Chi-Quadrat-Test Nutzung passendes Equipment ja/nein

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,912 ^a	1	,048		
Kontinuitätskorrektur ^b	3,199	1	,074		
Likelihood-Quotient	3,935	1	,047		
Exakter Test nach Fisher				,059	,037
Zusammenhang linear-mit-linear	3,877	1	,049		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 30 Kreuztabelle Prüfung der Effektivität der Beatmung

			Prüfung_Beatmung			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	17	24	15	56
		% von Prä_Post	30,4%	42,9%	26,8%	100,0%
	2	Anzahl	19	29	9	57
		% von Prä_Post	33,3%	50,9%	15,8%	100,0%
Gesamt	Anzahl	36	53	24	113	
	% von Prä_Post	31,9%	46,9%	21,2%	100,0%	

Tab. 31 Chi-Quadrat-Test Prüfung der Effektivität der Beatmung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,074 ^a	2	,354
Likelihood-Quotient	2,091	2	,352
Zusammenhang linear-mit-linear	1,052	1	,305
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 32 Kreuztabelle Optimierung der Beatmung

			Optimierung				Gesamt
			1	2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	21	6	7	22	56
		% von Prä_Post	37,5%	10,7%	12,5%	39,3%	100,0%
	2	Anzahl	21	7	3	26	57
		% von Prä_Post	36,8%	12,3%	5,3%	45,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	42	13	10	48	113	
	% von Prä_Post	37,2%	11,5%	8,8%	42,5%	100,0%	

Tab. 33 Chi-Quadrat-Test Optimierung der Beatmung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,002 ^a	3	,572
Likelihood-Quotient	2,048	3	,563
Zusammenhang linear-mit-linear	,056	1	,813
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 34 Kreuztabelle Art der Beatmungsoptimierung

			Art_Optimierung				
			1	2	4	1000	Gesamt
Prä_Post	1	Anzahl	8	0	5	0	13
		% von Prä_Post	61,5%	0,0%	38,5%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	5	1	2	2	10
		% von Prä_Post	50,0%	10,0%	20,0%	20,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	13	1	7	2	23	
	% von Prä_Post	56,5%	4,3%	30,4%	8,7%	100,0%	

Tab. 35 Chi-Quadrat-Test Art der Beatmungsoptimierung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,666 ^a	3	,198
Likelihood-Quotient	5,793	3	,122
Zusammenhang linear-mit-linear	2,717	1	,099
Anzahl der gültigen Fälle	23		

Tab. 36 Kreuztabelle Wechsel der Beatmungsart

			Gewechselt		
			1	2	Gesamt
Prä_Post	1	Anzahl	21	35	56
		% von Prä_Post	37,5%	62,5%	100,0%
	2	Anzahl	30	27	57
		% von Prä_Post	52,6%	47,4%	100,0%
Gesamt	Anzahl	51	62	113	
	% von Prä_Post	45,1%	54,9%	100,0%	

Tab. 37 Chi-Quadrat-Test Wechsel der Beatmungsart

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,612 ^a	1	,106		
Kontinuitätskorrektur ^b	2,037	1	,154		
Likelihood-Quotient	2,623	1	,105		
Exakter Test nach Fisher				,131	,077
Zusammenhang linear-mit-linear	2,589	1	,108		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 38 Kreuztabelle Gründe für den Wechsel der Beatmungsart

			Gründe Wechsel				Gesamt
			1	2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	3	7	2	21	33
		% von Prä_Post	9,1%	21,2%	6,1%	63,6%	100,0%
	2	Anzahl	1	8	1	17	27
		% von Prä_Post	3,7%	29,6%	3,7%	63,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	4	15	3	38	60	
	% von Prä_Post	6,7%	25,0%	5,0%	63,3%	100,0%	

Tab. 39 Chi-Quadrat-Test Gründe für den Wechsel der Beatmungsart

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,233 ^a	3	,745
Likelihood-Quotient	1,274	3	,735
Zusammenhang linear-mit-linear	,004	1	,951
Anzahl der gültigen Fälle	60		

Tab. 40 Kreuztabelle den Wechsel initiiertes Teammitglied

			initiiert_durch			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	31	1	2	34
		% von Prä_Post	91,2%	2,9%	5,9%	100,0%
	2	Anzahl	26	1	0	27
		% von Prä_Post	96,3%	3,7%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	57	2	2	61	
	% von Prä_Post	93,4%	3,3%	3,3%	100,0%	

Tab. 41 Chi-Quadrat-Test den Wechsel initiiertes Teammitglied

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,657 ^a	2	,437
Likelihood-Quotient	2,407	2	,300
Zusammenhang linear-mit-linear	1,162	1	,281
Anzahl der gültigen Fälle	61		

Tab. 42 Kreuztabelle Art der definitiven Atemwegsversorgung

			Definitiver_AW			Gesamt
			1	2	3	
Prä_Post	1	Anzahl	30	0	26	56
		% von Prä_Post	53,6%	0,0%	46,4%	100,0%
	2	Anzahl	35	3	19	57
		% von Prä_Post	61,4%	5,3%	33,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	65	3	45	113	
	% von Prä_Post	57,5%	2,7%	39,8%	100,0%	

Tab. 43 Chi-Quadrat-Test Art der definitiven Atemwegsversorgung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,465 ^a	2	,107
Likelihood-Quotient	5,628	2	,060
Zusammenhang linear-mit-linear	1,301	1	,254
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 44 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch erfolgt

			Intubation		Gesamt
			1	2	
Prä_Post	1	Anzahl	25	31	56
		% von Prä_Post	44,6%	55,4%	100,0%
	2	Anzahl	34	23	57
		% von Prä_Post	59,6%	40,4%	100,0%
Gesamt	Anzahl	59	54	113	
	% von Prä_Post	52,2%	47,8%	100,0%	

Tab. 45 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch erfolgt

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,549 ^a	1	,110		
Kontinuitätskorrektur ^b	1,983	1	,159		
Likelihood-Quotient	2,559	1	,110		
Exakter Test nach Fisher				,133	,079
Zusammenhang linear-mit-linear	2,527	1	,112		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 46 Kreuztabelle Anzahl der Intubationsversuche

			Versuche				Gesamt
			1	2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	17	12	2	0	31
		% von Prä_Post	54,8%	38,7%	6,5%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	16	6	0	1	23
		% von Prä_Post	69,6%	26,1%	0,0%	4,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	33	18	2	1	54	
	% von Prä_Post	61,1%	33,3%	3,7%	1,9%	100,0%	

Tab. 47 Chi-Quadrat-Test Anzahl der Intubationsversuche

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,931 ^a	3	,269
Likelihood-Quotient	5,038	3	,169
Zusammenhang linear-mit-linear	,465	1	,495
Anzahl der gültigen Fälle	54		

Tab. 48 Kreuztabelle Anzahl der involvierten Personen

			Anzahl_Personen			Gesamt
			2	3	4	
Prä_Post	1	Anzahl	13	17	1	31
		% von Prä_Post	41,9%	54,8%	3,2%	100,0%
	2	Anzahl	13	10	0	23
		% von Prä_Post	56,5%	43,5%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	26	27	1	54	
	% von Prä_Post	48,1%	50,0%	1,9%	100,0%	

Tab. 49 Chi-Quadrat-Test Anzahl der involvierten Personen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,666 ^a	2	,435
Likelihood-Quotient	2,032	2	,362
Zusammenhang linear-mit-linear	1,439	1	,230
Anzahl der gültigen Fälle	54		

Tab. 50 Kreuztabelle Intubationsvorbereitung

		Equip_vollst		
		1	Gesamt	
Prä_Post	1	Anzahl	31	31
		% von Prä_Post	100,0%	100,0%
	2	Anzahl	23	23
		% von Prä_Post	100,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	54	54
		% von Prä_Post	100,0%	100,0%

Tab. 51 Kreuztabelle Intubationsequipment

		Equip_adäquat				
		2	3	4	Gesamt	
Prä_Post	1	Anzahl	4	4	20	28
		% von Prä_Post	14,3%	14,3%	71,4%	100,0%
	2	Anzahl	0	1	21	22
		% von Prä_Post	0,0%	4,5%	95,5%	100,0%
Gesamt		Anzahl	4	5	41	50
		% von Prä_Post	8,0%	10,0%	82,0%	100,0%

Tab. 52 Chi-Quadrat-Test Intubationsequipment

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	5,179 ^a	2	,075
Likelihood-Quotient	6,775	2	,034
Zusammenhang linear-mit-linear	5,029	1	,025
Anzahl der gültigen Fälle	50		

Tab. 53 Kreuztabelle Tubusfixierung

		Tubus_fix				
		1	2	3	Gesamt	
Prä_Post	1	Anzahl	5	8	9	22
		% von Prä_Post	22,7%	36,4%	40,9%	100,0%
	2	Anzahl	4	9	8	21
		% von Prä_Post	19,0%	42,9%	38,1%	100,0%
Gesamt		Anzahl	9	17	17	43
		% von Prä_Post	20,9%	39,5%	39,5%	100,0%

Tab. 54 Chi-Quadrat-Test Tubusfixierung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,206 ^a	2	,902
Likelihood-Quotient	,206	2	,902
Zusammenhang linear-mit-linear	,001	1	,970
Anzahl der gültigen Fälle	43		

Tab. 55 Kreuztabelle Überprüfung der korrekten Tubuslage

		Prüf_Tubuslage				Gesamt	
		1	2	3	4		
Prä_Post	1	Anzahl	0	17	3	4	24
		% von Prä_Post	0,0%	70,8%	12,5%	16,7%	100,0%
	2	Anzahl	3	14	1	3	21
		% von Prä_Post	14,3%	66,7%	4,8%	14,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	3	31	4	7	45	
	% von Prä_Post	6,7%	68,9%	8,9%	15,6%	100,0%	

Tab. 56 Chi-Quadrat-Test Überprüfung der korrekten Tubuslage

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,252 ^a	3	,235
Likelihood-Quotient	5,439	3	,142
Zusammenhang linear-mit-linear	1,179	1	,278
Anzahl der gültigen Fälle	45		

Tab. 57 Kreuztabelle Endtidale Kohlenstoffdioxidmessung

		CO2_Abl			Gesamt	
		1	2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	22	1	1	24
		% von Prä_Post	91,7%	4,2%	4,2%	100,0%
	2	Anzahl	19	1	1	21
		% von Prä_Post	90,5%	4,8%	4,8%	100,0%
Gesamt	Anzahl	41	2	2	45	
	% von Prä_Post	91,1%	4,4%	4,4%	100,0%	

Tab. 58 Chi-Quadrat-Test Endtidale Kohlenstoffdioxidmessung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,020 ^a	2	,990
Likelihood-Quotient	,020	2	,990
Zusammenhang linear-mit-linear	,017	1	,896
Anzahl der gültigen Fälle	45		

Tab. 59 Kreuztabelle Zeitpunkt der Lagekontrolle

		Wann_geprüft		Gesamt	
		1	2		
Prä_Post	1	Anzahl	2	22	24
		% von Prä_Post	8,3%	91,7%	100,0%
	2	Anzahl	1	18	19
		% von Prä_Post	5,3%	94,7%	100,0%
Gesamt		Anzahl	3	40	43
		% von Prä_Post	7,0%	93,0%	100,0%

Tab. 60 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt der Lagekontrolle

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,154 ^a	1	,695		
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,158	1	,691		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,589
Zusammenhang linear-mit-linear	,150	1	,698		
Anzahl der gültigen Fälle	43				

Tab. 61 Kreuztabelle HDM während der Intubation

		HDM_unter_Int				Gesamt	
		1	2	3	4		
Prä_Post	1	Anzahl	1	12	7	6	26
		% von Prä_Post	3,8%	46,2%	26,9%	23,1%	100,0%
	2	Anzahl	2	7	13	1	23
		% von Prä_Post	8,7%	30,4%	56,5%	4,3%	100,0%
Gesamt		Anzahl	3	19	20	7	49
		% von Prä_Post	6,1%	38,8%	40,8%	14,3%	100,0%

Tab. 62 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	6,863 ^a	3	,076
Likelihood-Quotient	7,278	3	,064
Zusammenhang linear-mit-linear	,301	1	,583
Anzahl der gültigen Fälle	49		

Tab. 63 Kreuztabelle HDM während der Intubation nicht oder nicht adäquat vs. adäquat

		HDM_unter_int_dich		Gesamt	
		1,00	2,00		
Prä_Post	1	Anzahl	19	7	26
		% von Prä_Post	73,1%	26,9%	100,0%
	2	Anzahl	10	13	23
		% von Prä_Post	43,5%	56,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	29	20	49	
	% von Prä_Post	59,2%	40,8%	100,0%	

Tab. 64 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation nicht oder nicht adäquat vs. adäquat

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,426 ^a	1	,035		
Kontinuitätskorrektur ^b	3,286	1	,070		
Likelihood-Quotient	4,484	1	,034		
Exakter Test nach Fisher				,046	,035
Zusammenhang linear-mit-linear	4,336	1	,037		
Anzahl der gültigen Fälle	49				

Tab. 65 Kreuztabelle HDM nach erfolgter Intubation

		HDM_nach_Int				Gesamt	
		1	2	3	4		
Prä_Post	1	Anzahl	1	7	12	6	26
		% von Prä_Post	3,8%	26,9%	46,2%	23,1%	100,0%
	2	Anzahl	3	2	17	1	23
		% von Prä_Post	13,0%	8,7%	73,9%	4,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	4	9	29	7	49	
	% von Prä_Post	8,2%	18,4%	59,2%	14,3%	100,0%	

Tab. 66 Chi-Quadrat-Test HDM nach erfolgter Intubation

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	8,058 ^a	3	,045
Likelihood-Quotient	8,633	3	,035
Zusammenhang linear-mit-linear	,698	1	,403
Anzahl der gültigen Fälle	49		

Tab. 67 Kreuztabelle Verzögerung anderer Maßnahmen

		Andere_Maß			Gesamt	
		1	2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	6	25	0	31
		% von Prä_Post	19,4%	80,6%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	7	15	1	23
		% von Prä_Post	30,4%	65,2%	4,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	13	40	1	54	
	% von Prä_Post	24,1%	74,1%	1,9%	100,0%	

Tab. 68 Chi-Quadrat -Test Verzögerung anderer Maßnahmen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,445 ^a	2	,294
Likelihood-Quotient	2,800	2	,247
Zusammenhang linear-mit-linear	,280	1	,597
Anzahl der gültigen Fälle	54		

Tab. 69 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch keine PICU (1) vs. PICU

		Intubation		Gesamt	
		1	2		
PICU	1	Anzahl	32	22	54
		% von PICU	59,3%	40,7%	100,0%
	2	Anzahl	27	32	59
		% von PICU	45,8%	54,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	59	54	113	
	% von PICU	52,2%	47,8%	100,0%	

Tab. 70 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch keine PICU (1) vs. PICU

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,058 ^a	1	,151		
Kontinuitätskorrektur ^b	1,553	1	,213		
Likelihood-Quotient	2,066	1	,151		
Exakter Test nach Fisher				,188	,106
Zusammenhang linear-mit-linear	2,040	1	,153		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 71 Kreuztabelle Anzahl Intubationsversuche keine PICU vs. PICU

		Versuche_schmal		Gesamt
		1,00	2,00	
PICU 1	Anzahl	13	8	21
	% von PICU	61,9%	38,1%	100,0%
2	Anzahl	20	10	30
	% von PICU	66,7%	33,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	33	18	51
	% von PICU	64,7%	35,3%	100,0%

Tab. 72 Chi-Quadrat-Test Anzahl Intubationsversuche keine PICU vs. PICU

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,123 ^a	1	,726		
Kontinuitätskorrektur ^b	,003	1	,958		
Likelihood-Quotient	,122	1	,727		
Exakter Test nach Fisher				,772	,477
Zusammenhang linear-mit-linear	,120	1	,729		
Anzahl der gültigen Fälle	51				

Tab. 73 Kreuztabelle HDM während Intubation keine PICU vs. PICU

		HDM_unter_Int				Gesamt
		1	2	3	4	
PICU 1	Anzahl	3	6	6	5	20
	% von PICU	15,0%	30,0%	30,0%	25,0%	100,0%
2	Anzahl	0	13	14	2	29
	% von PICU	0,0%	44,8%	48,3%	6,9%	100,0%
Gesamt	Anzahl	3	19	20	7	49
	% von PICU	6,1%	38,8%	40,8%	14,3%	100,0%

Tab. 74 Chi-Quadrat-Test HDM während Intubation keine PICU vs. PICU

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	8,705 ^a	3	,033
Likelihood-Quotient	9,757	3	,021
Zusammenhang linear-mit-linear	,016	1	,901
Anzahl der gültigen Fälle	49		

Tab. 75 Kreuztabelle Re-Evaluation Atmung keine PICU (1/2)/PICU (3/4) im Prä-/Post-Vergleich

		Reeva_Atmung_dich		Gesamt	
		1	2		
PICU_PräPost	1	Anzahl	5	20	25
		% von PICU_PräPost	20,0%	80,0%	100,0%
	2	Anzahl	9	18	27
		% von PICU_PräPost	33,3%	66,7%	100,0%
	3	Anzahl	7	21	28
		% von PICU_PräPost	25,0%	75,0%	100,0%
	4	Anzahl	14	15	29
		% von PICU_PräPost	48,3%	51,7%	100,0%
	Gesamt	Anzahl	35	74	109
		% von PICU_PräPost	32,1%	67,9%	100,0%

Tab. 76 Chi-Quadrat-Test Re-Evaluation Atmung keine PICU (1/2)/PICU (3/4) im Prä-/Post-Vergleich

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	5,826 ^a	3	,120
Likelihood-Quotient	5,787	3	,122
Zusammenhang linear-mit-linear	3,654	1	,056
Anzahl der gültigen Fälle	109		

Tab. 77 Kreuztabelle Auswahl Beatmungsequipment keine PICU/PICU im Prä-/Post-Vergleich

		Equipment_pass_dich		Gesamt	
		1	2		
PICU_PräPost	1	Anzahl	10	17	27
		% von PICU_PräPost	37,0%	63,0%	100,0%
	2	Anzahl	5	22	27
		% von PICU_PräPost	18,5%	81,5%	100,0%
	3	Anzahl	20	9	29
		% von PICU_PräPost	69,0%	31,0%	100,0%
	4	Anzahl	15	15	30
		% von PICU_PräPost	50,0%	50,0%	100,0%
	Gesamt	Anzahl	50	63	113
		% von PICU_PräPost	44,2%	55,8%	100,0%

Tab. 78 Chi-Quadrat-Test Auswahl Beatmungsequipment keine PICU/PICU im Prä-/Post-Vergleich

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	15,399 ^a	3	,002
Likelihood-Quotient	16,171	3	,001
Zusammenhang linear-mit-linear	4,469	1	,035
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 79 Kreuztabelle mind. 1 Intubationsversuch keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

		Intubation		Gesamt	
		1	2		
PICU_PräPost	1	Anzahl	14	13	27
		% von PICU_PräPost	51,9%	48,1%	100,0%
2	Anzahl	18	9	27	
	% von PICU_PräPost	66,7%	33,3%	100,0%	
3	Anzahl	11	18	29	
	% von PICU_PräPost	37,9%	62,1%	100,0%	
4	Anzahl	16	14	30	
	% von PICU_PräPost	53,3%	46,7%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	59	54	113	
	% von PICU_PräPost	52,2%	47,8%	100,0%	

Tab. 80 Chi-Quadrat-Test mind. 1 Intubationsversuch keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,648 ^a	3	,199
Likelihood-Quotient	4,714	3	,194
Zusammenhang linear-mit-linear	,318	1	,573
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 81 Kreuztabelle Adäquates Intubationsequipment keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

		Equip_adäquat			Gesamt	
		2	3	4		
PICU_PräPost	1	Anzahl	1	3	7	11
		% von PICU_PräPost	9,1%	27,3%	63,6%	100,0%
2	Anzahl	0	1	7	8	
	% von PICU_PräPost	0,0%	12,5%	87,5%	100,0%	
3	Anzahl	3	1	13	17	
	% von PICU_PräPost	17,6%	5,9%	76,5%	100,0%	
4	Anzahl	0	0	14	14	
	% von PICU_PräPost	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	4	5	41	50	
	% von PICU_PräPost	8,0%	10,0%	82,0%	100,0%	

Tab. 82 Chi-Quadrat-Test Adäquates Intubationsequipment keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	9,873 ^a	6	,130
Likelihood-Quotient	11,508	6	,074
Zusammenhang linear-mit-linear	2,137	1	,144
Anzahl der gültigen Fälle	50		

Tab. 83 Kreuztabelle HDM während der Intubation keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

		HDM_unter_Int				Gesamt	
		1	2	3	4		
PICU_PräPost	1	Anzahl	1	2	4	11	
		% von PICU_PräPost	9,1%	18,2%	36,4%	36,4%	100,0%
2		Anzahl	2	4	2	1	9
		% von PICU_PräPost	22,2%	44,4%	22,2%	11,1%	100,0%
3		Anzahl	0	10	3	2	15
		% von PICU_PräPost	0,0%	66,7%	20,0%	13,3%	100,0%
4		Anzahl	0	3	11	0	14
		% von PICU_PräPost	0,0%	21,4%	78,6%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	3	19	20	7	49
		% von PICU_PräPost	6,1%	38,8%	40,8%	14,3%	100,0%

Tab. 84 Chi-Quadrat-Test HDM während der Intubation keine PICU vs. PICU im Prä-/Post-Vergleich

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	24,241 ^a	9	,004
Likelihood-Quotient	24,757	9	,003
Zusammenhang linear-mit-linear	,126	1	,722
Anzahl der gültigen Fälle	49		

Tab. 85 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen keine PICU (1) vs PICU (2)

Gruppenstatistiken

	PICU	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Zeit_bis_Apnoe	1	35	44,09	47,434	8,018
	2	34	32,35	30,956	5,309
Zeit_bis_Beatm	1	49	59,65	53,154	7,593
	2	54	49,07	34,454	4,689
Zeit_bis>Wechsel	1	29	243,21	154,623	28,713
	2	32	244,44	141,196	24,960
Int_1	1	22	37,41	18,238	3,888
	2	31	43,03	18,454	3,315
Dauer_Int_ges	1	22	53,41	28,186	6,009
	2	31	62,03	39,411	7,078
Zeit_bis_Vers	1	22	330,00	114,240	24,356
	2	30	309,30	143,630	26,223

Tab. 86 t-Test Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen keine PICU vs. PICU

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit		
		F	Sig.	T	df	Signifikanz Einseitiges p
Zeit_bis_Apnoe	Varianzen sind gleich	6,581	,013	1,213	67	,115
	Varianzen sind nicht gleich			1,220	58,720	,114
Zeit_bis_Beatm	Varianzen sind gleich	3,457	,066	1,209	101	,115
	Varianzen sind nicht gleich			1,185	80,923	,120
Zeit_bis>Wechsel	Varianzen sind gleich	,221	,640	-,032	59	,487
	Varianzen sind nicht gleich			-,032	56,939	,487
Int_1	Varianzen sind gleich	,039	,843	-1,098	51	,139
	Varianzen sind nicht gleich			-1,101	45,711	,138
Dauer_Int_ges	Varianzen sind gleich	1,377	,246	-,878	51	,192
	Varianzen sind nicht gleich			-,929	50,989	,179
Zeit_bis_Vers	Varianzen sind gleich	2,618	,112	,558	50	,290
	Varianzen sind nicht gleich			,578	49,621	,283

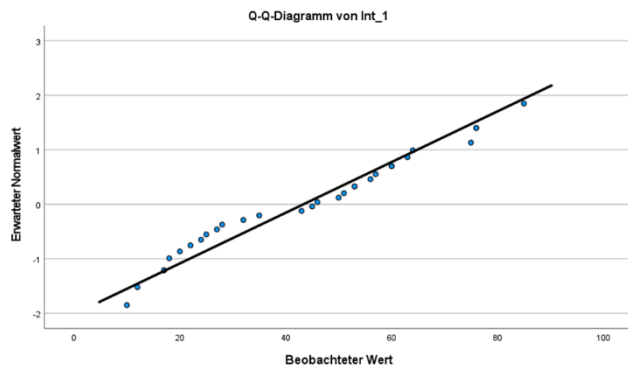


Abb. 17 Normo-Plot Dauer 1. Intubationsversuch Prätest

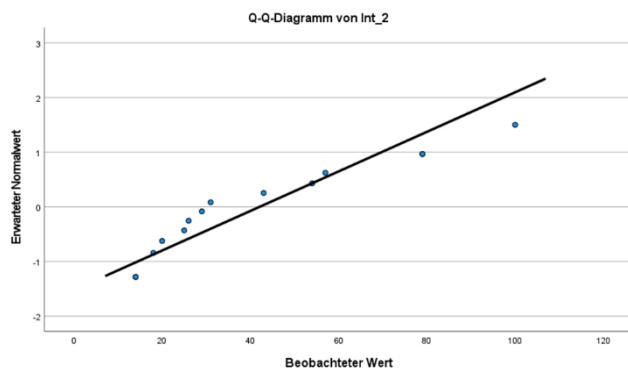


Abb. 18 Normo-Plot Dauer 2. Intubationsversuch Prätest

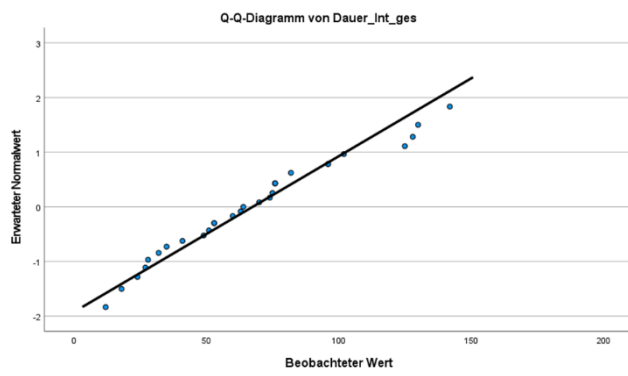


Abb. 19 Normo-Plot Dauer des gesamten Intubationsvorgangs Prätest



Abb. 20 Normo-Plot Zeit bis zum 1. Intubationsversuch Prätest

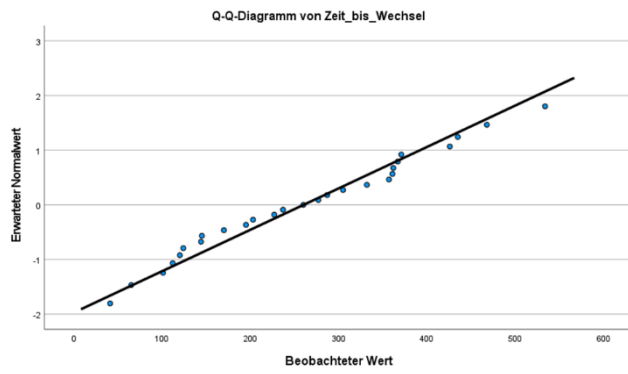


Abb. 21 Normo-Plot Zeit bis Beatmungswechsel Posttest

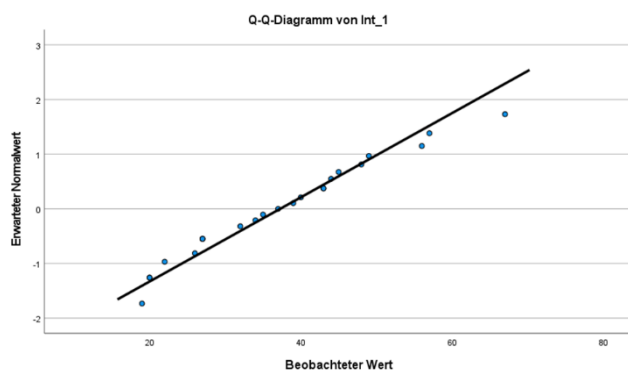


Abb. 22 Normo-Plot Dauer 1. Intubationsversuch Posttest

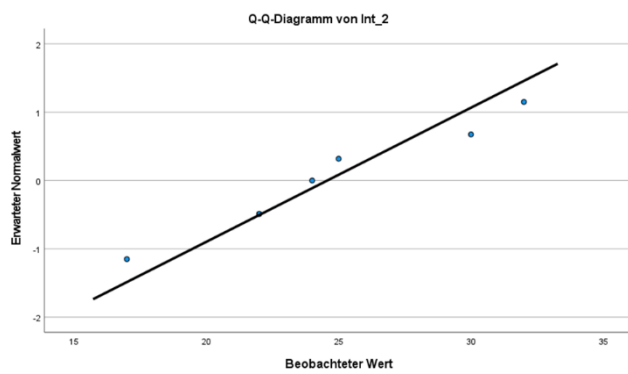


Abb. 23 Normo-Plot Dauer 2. Intubationsversuch Posttest

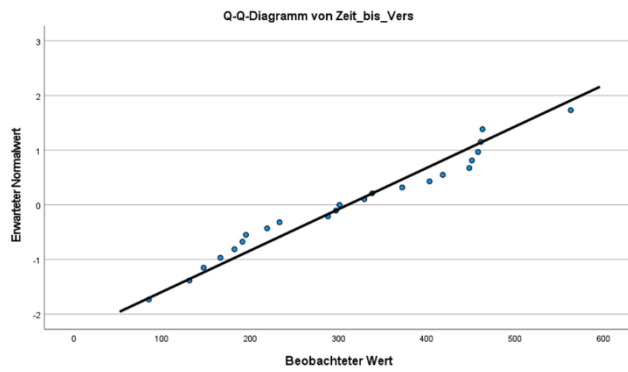


Abb. 24 Normo-Plot Zeit bis zum 1. Intubationsversuch Posttest

Tab. 87 Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

	Prä Post	N	Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Zeit_bis_Apnoe	1	36	42,75	48,591	8,099
	2	33	33,45	28,707	4,997
Zeit_bis_Beatm	1	48	59,21	52,539	7,583
	2	55	49,65	35,832	4,832
Zeit_bis_Wechsel	1	34	230,85	157,713	27,048
	2	27	260,22	132,094	25,422
Int_1	1	30	43,33	21,512	3,928
	2	23	37,26	12,983	2,707
Int_2	1	14	42,07	27,645	7,388
	2	7	24,57	5,094	1,925
Dauer_Int_ges	1	30	65,83	35,720	6,522
	2	23	48,83	32,662	6,810
Zeit_bis_Vers	1	29	324,14	132,329	24,573
	2	23	310,39	132,293	27,585

Tab. 88 t-Test für Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit	
		F	Sig.	T	df
Zeit_bis_Apnoe	Varianzen sind gleich	2,389	,127	,956	67
	Varianzen sind nicht gleich			,977	57,594
Zeit_bis_Beatm	Varianzen sind gleich	1,775	,186	1,089	101
	Varianzen sind nicht gleich			1,063	81,249
Zeit_bis_Wechsel	Varianzen sind gleich	1,683	,200	-,775	59
	Varianzen sind nicht gleich			-,791	58,808
Int_1	Varianzen sind gleich	9,507	,003	1,196	51
	Varianzen sind nicht gleich			1,273	48,632
Int_2	Varianzen sind gleich	11,791	,003	1,640	19
	Varianzen sind nicht gleich			2,292	14,679
Dauer_Int_ges	Varianzen sind gleich	1,486	,228	1,782	51
	Varianzen sind nicht gleich			1,804	49,360
Zeit_bis_Vers	Varianzen sind gleich	,107	,745	,372	50
	Varianzen sind nicht gleich			,372	47,345

Tab. 89 Wilcoxon-Rangsummenstatistik für Dauer Intubation gesamt

Ränge				
	Prä_Post	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Dauer_Int_ges	1	30	30,80	924,00
	2	23	22,04	507,00
	Gesamt	53		

Tab. 90 Mann-Whitney-U-Test für Dauer Intubation gesamt

Teststatistiken ^a	
	Dauer_Int_ges
Mann-Whitney-U-Test	231,000
Wilcoxon-W	507,000
Z	-2,047
Asymp. Sig. (2-seitig)	,041

Tab. 91 Kreuztabelle Monitoring etablieren

		Monitoring			Gesamt	
		1	2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	5	51	0	56
		% von Prä_Post	8,9%	91,1%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	6	50	1	57
		% von Prä_Post	10,5%	87,7%	1,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	11	101	1	113
		% von Prä_Post	9,7%	89,4%	0,9%	100,0%

Tab. 92 Chi-Quadrat-Test Monitoring etablieren

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,092 ^a	2	,579
Likelihood-Quotient	1,478	2	,478
Zusammenhang linear-mit-linear	,001	1	,979
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 93 Kreuztabelle Überprüfen der Ausrüstung

		Ausrüstung		Gesamt	
		2	3		
Prä_Post	1	Anzahl	35	21	56
		% von Prä_Post	62,5%	37,5%	100,0%
	2	Anzahl	39	18	57
		% von Prä_Post	68,4%	31,6%	100,0%
Gesamt		Anzahl	74	39	113
		% von Prä_Post	65,5%	34,5%	100,0%

Tab. 94 Chi-Quadrat-Test Überprüfen der Ausrüstung

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,438 ^a	1	,508		
Kontinuitätskorrektur ^b	,215	1	,643		
Likelihood-Quotient	,438	1	,508		
Exakter Test nach Fisher				,556	,321
Zusammenhang linear-mit-linear	,434	1	,510		
Anzahl der gültigen Fälle	113				

Tab. 95 Kreuztabelle Prüfung des Kreislaufs

		Kreislauf				Gesamt	
		1	2	3	4		
Prä_Post	1	Anzahl	4	49	3	0	56
		% von Prä_Post	7,1%	87,5%	5,4%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	1	51	4	1	57
		% von Prä_Post	1,8%	89,5%	7,0%	1,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	5	100	7	1	113
		% von Prä_Post	4,4%	88,5%	6,2%	0,9%	100,0%

Tab. 96 Chi-Quadrat-Test Prüfung des Kreislaufs

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,974 ^a	3	,396
Likelihood-Quotient	3,488	3	,322
Zusammenhang linear-mit-linear	2,224	1	,136
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 97 Kreuztabelle Prüfung des Bewusstseins

			Bewusstsein				
			1	2	3	4	Gesamt
Prä_Post	1	Anzahl	26	14	16	0	56
		% von Prä_Post	46,4%	25,0%	28,6%	0,0%	100,0%
	2	Anzahl	28	12	16	1	57
		% von Prä_Post	49,1%	21,1%	28,1%	1,8%	100,0%
Gesamt	Anzahl	54	26	32	1	113	
	% von Prä_Post	47,8%	23,0%	28,3%	0,9%	100,0%	

Tab. 98 Chi-Quadrat-Test Prüfung des Bewusstseins

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,219 ^a	3	,748
Likelihood-Quotient	1,606	3	,658
Zusammenhang linear-mit-linear	,000	1	,985
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 99 Kreuztabelle Zeitpunkt der Sauerstoffapplikation

			O2_Versorgung			
			1	2	3	Gesamt
Prä_Post	1	Anzahl	43	4	9	56
		% von Prä_Post	76,8%	7,1%	16,1%	100,0%
	2	Anzahl	44	3	10	57
		% von Prä_Post	77,2%	5,3%	17,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	87	7	19	113	
	% von Prä_Post	77,0%	6,2%	16,8%	100,0%	

Tab. 100 Chi-Quadrat-Test Zeitpunkt der Sauerstoffapplikation

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,198 ^a	2	,906
Likelihood-Quotient	,199	2	,905
Zusammenhang linear-mit-linear	,006	1	,941
Anzahl der gültigen Fälle	113		

Tab. 101 Kreuztabelle Art der Sauerstoffapplikation

		Art_O2Zufuhr				Gesamt	
		1	2	3	4		
Prä_Post	1	Anzahl	2	1	0	10	
		% von Prä_Post	15,4%	7,7%	0,0%	76,9%	100,0%
	2	Anzahl	0	2	1	9	
		% von Prä_Post	0,0%	16,7%	8,3%	75,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	2	3	1	19	
		% von Prä_Post	8,0%	12,0%	4,0%	76,0%	100,0%

Tab. 102 Chi-Quadrat-Test Art der Sauerstoffapplikation

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,351 ^a	3	,341
Likelihood-Quotient	4,511	3	,211
Zusammenhang linear-mit-linear	,244	1	,621
Anzahl der gültigen Fälle	25		

Verzeichnis der akademischen Lehrer

Vorklinischer Studienabschnitt WS 2008/2009 bis SS 2010

Prof. Dr. R. Deinzer, Dr. K Geiger, Prof. Dr. R. Göttlich, PD Dr. biol. hom. H. B. Jurkat, Prof. Dr. W. Kummer, Prof. Dr. J. Kreuder, Prof. Dr. R. Middendorff, Prof Dr. G. Nöll, Dr. R. Novotny, Prof. Dr. S. Schindler

Klinischer Studienabschnitt WS 2010/2011 bis SS 2013

Dr. R.-H. Bödeker, Prof. Dr. Dr. R. Dettmeyer, PD Dr. Diemer, Prof. Dr. E. Domann, Prof. Dr. Th. Eikmann, Prof. Dr. R. Füssle, Prof. Dr. B. Gallhofer, Prof. Dr. C. Ganß, Prof. Dr. S. Gattenlöhner, PD Dr. R. Hörbelt, Prof. Dr. A. Jung, Prof. Dr. M. Kaps, Dr. Th. Karg, Prof. Dr. B. Kemkes-Matthes, Prof. Dr. J. P. Klußmann, Prof. Dr. A. Köhler, Prof. Dr. med. M. Kracht, Prof. Dr. J. Kreuder, Prof. Dr. G. Krombach, Prof. Dr. J. Kruse, Prof. Dr. U. Lange, Prof. Dr. B. Lorenz, Prof. Dr. med. K. Mayer, Prof. Dr. D. Nolte, Prof. Dr. H. Renz, Dr. H. Repp, PD Dr. med. I. Reuter, Prof. Dr. M. Rickert, Prof. Dr. V. Roelcke, Prof. Dr. R. Schäffer, Prof. Dr. J. Schneider, Prof. Dr. U. Sibelius, Prof. Dr. Dr.h.c. H.-R. Tinneberg, Prof. Dr. M. A. Verhoff, Prof. Dr. M Weigand

Ärztliche Ausbildung an der Universitätskinderklinik Marburg

PD Dr. A. Leonhardt, Dr. N. Mand, Prof. Dr. R.-F. Maier, Prof. Dr. S. Weber

Danksagung

An diese Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Als erstes: Vielen Dank Nadine! Ich bin unglaublich dankbar für deine Begleitung bei diesem Projekt, für stetige Ermutigungen weiterzumachen, unglaublich schnelle Korrekturen und hilfreiche Ratschläge. Und für all deine aufmunternden Worte, wenn ich daran gezweifelt habe, ob ich rechtzeitig – oder jemals - fertig werde und es mir an Motivation gefehlt hat! Ich versuche mich in zukünftigen Projekten zu revanchieren.

Vielen Dank Herr Leonhardt, für die gute Ausbildung, wichtige Denkanstöße und kritische, sowie hilfreiche Anregungen für die Fertigstellung dieser Arbeit.

Außerdem danke ich allen lieben Freunden, die sich im letzten Jahr immer wieder mein Gejammer anhören mussten, mir wertvolle Tipps gegeben haben und die mich immer wieder ermutigt haben es einfach durchzuziehen. Die mit mir Geschichten zu ihren eigenen Projekten geteilt haben, von denen ich beim Schreiben profitieren konnte und für mich da waren, wenn ich Mal eine Pause brauchte!

Ein besonderer Dank gilt Anja Kuhlen für die geduldige Unterstützung bei Computerfragen und Malin Matle, dafür, dass du immer da warst! Du hast es auch bald geschafft!

Danke, an all die lieben Kollegen, die mir in den letzten Zügen der Arbeit kleinere und größere Fragen beantwortet haben und Dienste übernommen haben, damit ich etwas mehr Zeit zum Schreiben hatte!

Vielen Dank, Marcel, dass du dich in den letzten Wochen meines Schreibens so sehr um mich und um alles, was zu Hause liegen geblieben ist gekümmert hast, dass du meine schlechte Laune ertragen hast und mir geholfen hast, zwischendurch auch Mal Entspannung zu finden! Ich weiß, wie Stolz du bist, wenn ich dieses Projekt abgeschlossen habe. Danke!

Mein größter Dank, auch wenn er an letzter Stelle steht, gilt meiner Familie! Danke, dass ihr immer für mich da seid! Mama und Papa, ich weiß, dass ihr mich ohne Titel genauso sehr liebt wie mit. Ohne eure verlässliche und liebevolle Unterstützung wäre ich nicht da, wo ich heute bin.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Auswirkung fallbasierter Simulationstrainings auf das Atemwegsmanagement bei simulierten pädiatrischen Reanimationen an hessischen Kinderkliniken“ in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin unter Leitung von PD Dr. A. Leonhardt mit Unterstützung durch Dr. med. N. Mand ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Ich versichere, dass ich sämtliche wörtlichen oder sinngemäßen Übernahmen und Zitate kenntlich gemacht habe.

Mit dem Einsatz von Software zur Erkennung von Plagiaten bin ich einverstanden.

Vorliegende Arbeit wurde bisher in keinem Publikationsorgan veröffentlicht.

Ort, Datum, Unterschrift Doktorandin

„Die Hinweise zur Erkennung von Plagiaten habe ich zur Kenntnis genommen.“

Ort, Datum, Unterschrift Referent