

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

**Adhärenz zu pädiatrischen Reanimationsleitlinien
sechs Monate sowie ein Jahr nach stattgehabtem
Inhouse-Simulationstraining
an hessischen Kinderkliniken**

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von
Anja Schwalb
geb. Heinzelmann

aus Bielefeld / Nordrhein-Westfalen

Marburg, 2023

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am 27.06.2023

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin

Dekanin: Prof. Dr. Denise Hilfiker-Kleiner

Referent: PD Dr. med. Andreas Leonhardt

1. Korreferent: Prof. Dr. med. Alexander Torossian

Lizenz

Originaldokument gespeichert auf dem Publikationsserver der
Philipps-Universität Marburg
<http://archiv.ub.uni-marburg.de>



Dieses Werk bzw. Inhalt steht unter einer
Creative Commons
Namensnennung
nicht-kommerzielle Weitergabe unter gleichen Bedingungen
4.0 Deutschland Lizenz.

Die vollständige Lizenz finden Sie unter:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Lizenz

Widmung

MEINEM VATER IM HIMMEL.

Widmung

Überblick über die Studiengruppen

Überblick über die Studiengruppen




Zeitpunkt / Gruppe	Initialstudie (t ₀)	Follow-up I (t ₁) (nach 6 Monaten)	Follow-up II (t ₂) (nach 12 Monaten)	
T _{0Prä}	Teilnehmer, die vor dem Initialtraining untersucht wurden			
T _{0Post}	Teilnehmer, die direkt im Anschluss an das Initialtraining untersucht wurden			
T ₁		Teilnehmer, die 6 Monate nach Initialtraining erstmals nachuntersucht wurden		
T _{2a}				
T _{2b}			Teilnehmer, die 12 Monate nach Initialtraining erstmalig nachuntersucht wurden	

Abbildung entspricht Abbildung 4 auf Seite 62

Inhaltsverzeichnis

Widmung	4
Überblick über die Studiengruppen	4
Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	13
Einleitung	23
Hinführung und Literatur	25
1. Definitionen	25
1.1 Definition des <i>cardiac arrest</i>	25
1.2 Definition <i>Return of spontaneous circulation</i> (ROSC).....	26
1.3 Definition <i>pädiatrischer Patient</i>	26
2. Epidemiologie, Ätiologie, Prognose.....	27
2.1 Epidemiologie des kindlichen Kreislauf-Stillstands	27
2.2 Ätiologie und initialer Herzrhythmus des kindlichen Kreislauf-Stillstands.....	27
2.3 Prognose des kindlichen Kreislauf-Stillstands	29
3. Leitlinien pädiatrischer Reanimation	30
3.1 Zielsetzung und Entwicklung von Leitlinien	30
3.2 Pädiatrische Reanimationsalgorithmen (Stand 2015).....	31
3.3 Leitlinienadhärenz	34
4. Pädiatrische Notfalltrainings – State of the Art.....	35
4.1 Vorgaben in der ärztlichen Aus- und Weiterbildung.....	35
4.2 Vorgaben in der pflegerischen Aus- und Weiterbildung.....	37
4.3 Kursformate.....	37
5. Simulationsbasierte medizinische Lehre	39
5.1 Übersicht	39
5.2 Geschichte der Simulation in der Medizin	40
5.3 Vorteile simulationsbasierter Lehre	42
5.4 Nachteile simulationsbasierter Lehre.....	43
5.5 Rahmenbedingungen der Simulation.....	45
5.6 Evaluation von Simulationstrainings	52

Inhaltsverzeichnis

6. Fragestellung	58
Material und Methoden	59
1. Kurzbeschreibung der Studie	59
2. Beschreibung der Stichprobe	59
2.1 Rekrutierung für das Training und die Initialstudie.....	59
2.2 Rekrutierung für die vorliegende Follow-up-Studie.....	60
3. Das initiale Simulationstraining (Intervention)	62
3.1. Übersicht	62
3.2 Materialien und Instruktoren.....	63
3.3 Ablauf Simulationstraining und Datenerhebung der Initialstudie	64
3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest).....	66
4. Untersuchungsdurchführung	67
4.1. Allgemeiner Ablauf der FU-Termine.....	67
4.2 Materialien und Instruktoren.....	67
4.3 Teamzusammensetzung.....	68
4.4 Studienszenarien der FU-Studie	68
5. Untersuchungsinstrumente.....	71
5.1. Performance Evaluation Checklist (PEC)	71
5.2 Fragebogen.....	73
6. Auswertung	75
6.1 Allgemeines	75
6.2 Beobachtertraining.....	75
6.3 Anwenderhandbuch	77
6.4 Interrater-Reabilität	81
7. Statistische Methoden.....	82
7.1 Allgemeines	82
7.2 Deskriptive Statistik.....	82
7.3 Interferentielle Statistik.....	82
Ergebnisse	86
1. Zusammensetzung der Stichprobe.....	86
1.1 Ausschlussquote der Kliniken.....	86
1.2 Ausschlussquote der Studienteilnehmer	86
1.3 Teambildung und Videoentstehung	87

Inhaltsverzeichnis

1.4	Ausschlussquote der Studienvideos des Gesamtkollektivs.....	88
1.5	Untergruppenanalyse: Identifizierung der Teamleiter und Ausschlussquote der Studienvideos der Untergruppen.....	89
2.	Beschreibung der Stichprobe	89
2.1	Beschreibung des gesamten Teilnehmerkollektivs	89
2.2	Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings	91
2.3	Unterschiede zur Initialstudie	92
3.	Untergruppenuntersuchung.....	92
3.1	Allgemeines	92
3.2	Beschreibung des Teamleiterkollektivs	93
4.	Leitlinienadhärenz	96
4.1	Allgemeines	96
4.2	Häufigkeit der Durchführung von Schlüsselkompetenzen	96
4.3	Zeit bis zur Initiierung von Schlüsselkompetenzen	98
4.4	Verwendete Joule-Dosierung bei der Defibrillation.....	102
4.5	Durchgeführte Medikamentengaben.....	102
4.6	Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz	105
4.7	Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter	107
	Diskussion	115
1.	Überblick.....	115
2.	Leitlinienadhärenz	115
2.1	Überblick über den zeitlichen Verlauf der Kompetenzen	115
2.2	Schlüsselkompetenzen - Häufigkeit der Durchführung und Zeit bis zur Initialisierung.....	118
2.3	Durchgeführte Medikamentengaben.....	132
2.4	Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz	135
2.5	Lerntheoretische Ursachen für den Kompetenzanstieg in Gruppe T _{2a}	138
3.	Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter	140
3.1	Überblick.....	140
3.2	Der Berufsstatus des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor	141
3.3	Das Geschlecht des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor.....	144
3.4	Teilnahme des Teamleiters an einem ERC/AHA-Kurs als möglicher Einflussfaktor	145

Inhaltsverzeichnis

4. Barrieren für die Leitliniencompliance	146
5. Folgerungen für die Praxis.....	149
5.1 Konsequenzen für die simulationsbasierte Lehre in der pädiatrischen Notfallmedizin.....	149
5.2 Mögliche zukünftige Studien	152
6. Limitationen der Studie	154
6.1. Stichprobengröße.....	154
6.2 Untersuchungsinstrumente und Auswertung.....	155
6.3 Untergruppenanalyse.....	157
6.4 Studienkonzept und Übertragbarkeit.....	158
Zusammenfassung	160
Summary	163
Literaturverzeichnis	165
Anhang A - Untersuchungsinstrumente	192
1. Stundenpläne	192
1.1 Initialtraining Modul A.....	192
1.2 Initialtraining Modul B.....	193
1.3 FU – Beispielstundenplan	194
2. Studienszenarien	195
3. Performance Evaluation Checklist für Pulslose Ventrikuläre Tachykardie (PEC-PVT)....	197
4. Fragebogen.....	198
5. Anwenderhandbuch	200
Anhang B - Rechnungen und Tabellen.....	207
1. Prüfung auf Normalverteilung.....	207
2. Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Zusammensetzung von ärztlichem Personal vs. Pflegepersonal	207
3. Beschreibung des Teilnehmerkollektivs	207
3.1 Beschreibung des gesamten Teilnehmerkollektivs	207
3.2 Beschreibung des Ärztekollektivs.....	209
3.2 Beschreibung des Pflegekollektivs	209
3.4 Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings	210
3.5 Vergleich mit Initialstudie.....	211
3.6 Beschreibung des Teamleiterkollektivs.....	212

Inhaltsverzeichnis

4. Leitlinienadhärenz	215
4.1 Häufigkeit der Durchführung der Schlüsselkompetenzen	215
4.2 Zeit bis zur Initiierung von Schlüsselkompetenzen	220
4.3 Verwendete Joule-Dosierung bei der Defibrillation.....	228
4.4 Gesamtscore.....	228
4.5 Vergleich der durchgeführten Medikamentengaben.....	231
4.6 Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter	236
5. Gründe für Nichtteilnahme	251
Anhang C – Bildlizenz	252
Bildlizenzen für Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3	252
Anhang D.....	254
a. Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	254
b. Danksagung	255

Abkürzungsverzeichnis

AÄ	assistenzärztliche Teamleitung
ACRM	Anesthesia Crew Ressource Management
AHA	American Heart Association
ALS	Advanced Life Support
BLS	Basic Life Support
CoSTR	Consensus with Treatment Recommendations
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
DIVI	Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
EPALS	European Pediatric Advanced Life Support
EPBLS	European Pediatric Basic Life Support
EPILS	European Pediatric Immediate Life Support
ERC	European Resuscitation Council
FU	Follow up
GRC	German Resuscitation Council
HALO	High Acuity Low Frequency
HFS	High Fidelity Simulator
HMSI	Hessisches Ministerium für Soziales und Integration
IHCA	In-Hospital Cardiac Arrest
ILCOR	International Liason Committee
KiSiM	KinderSimulationszentrum
LFS	Low Fidelity Simulator
Max.	Maximum
min	Minute
Min.	Minimum
NLS	Newborn Life Support
NRP	Neonatal Resuscitation Programm
OÄ	oberärztliche Teamleitung
OHCA	Out OfHospital Cardiac Arrest
PALS	Pediatric Advanced Life Support
PEA	Pulslose elektrische Aktivität

Abkürzungsverzeichnis

PEARS	Pediatric Emergency Assessment, Recognition and Stabilization
PEC	Performance Evaluation Checklist
PEC-PVT	Performance Evaluation Checklist für pulslose ventrikuläre Tachykardie
ROSC	Return Of Spontaneous Circulation
SD	Standardabweichung, Standardabweichung
sec	Sekunde
VF	Ventricular Fibrillation (Kammerflimmern)
VT	Ventricular Tachycardia (ventrikuläre Tachykardie)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BLS-Algorithmus aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144].....	32
Abbildung 2: Algorithmus bei defibrillierbarem Rhythmus, aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144].....	33
Abbildung 3: Alogrithmus bei nichtdefibrillierbarem Rhythmus, aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144].....	33
Abbildung 4: Überblick über die Studiengruppen	62
Abbildung 5: Ablauf des Initialtrainings.....	65
Abbildung 6: Konzept des Beobachtertrainings	76
Abbildung 7: Zuordnung der Kliniken zu den Studienarmen.....	86
Abbildung 8: Ausschlussquote der Teilnehmer	87
Abbildung 9: Ausschlussquote der Studienvideos.....	88
Abbildung 10: Verteilung der einzelnen Berufsgruppen bezogen auf das gesamte Teilnehmerkollektiv	89
Abbildung 11: Geschlechterverteilung Gesamtkollektiv	90
Abbildung 12: Geschlechterverteilung im Ärztekollektiv	90
Abbildung 13: Teilnahme an zusätzlichen Trainings	92
Abbildung 14: Anzahl der Teams in den Gruppen T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	93
Abbildung 15: Übersicht über die Teamleiter	93
Abbildung 16: Geschlechterverteilung der Teamleiter	94
Abbildung 17: Berufsstatus der Teamleiter ohne Chefärztin	95
Abbildung 18: Teilnahme an zusätzlichem Reanimationstraining nach dem Initialtraining.....	95
Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der durchgeführten Interventionen in den Gruppen in %	97
Abbildung 20: Zeit bis zum Beginn der Masken-Beutel-Beatmung.....	98
Abbildung 21: Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zu den verschiedenen Messzeitpunkten	100
Abbildung 22: Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung der Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage in den vier Gruppen (Überleben=Herzdruckmassage nicht durchgeführt).....	100
Abbildung 23: Mittlere Zeit bis zur Defibrillation der unterschiedlichen Gruppen	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 24: Häufigkeit (%) und Korrektheit der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen	103
Abbildung 25: Häufigkeit (%) der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen.....	103
Abbildung 26: Häufigkeit (%) und Korrektheit der Amiodarongabe in den unterschiedlichen Gruppen	105
Abbildung 27: Mittelwert des Gesamtscores der unterschiedlichen Gruppen.....	106
Abbildung 28: Anteil der Teams mit >142 Punkten (>50% der möglichen Punkte)	106
Abbildung 29: Einfluss des Berufsstatus der Teamleiter auf den Gesamtscore	108
Abbildung 30: Gesamtscore von Teams nach Berufsstatus der Teamleitung über die Zeit....	108
Abbildung 31: Zeit bis zur Initialisierung der Beatmung nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}	109
Abbildung 32: Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}	110
Abbildung 33: Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}	110
Abbildung 34: Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation nach Berufsstatus der Teamleitung über die Zeit.....	111
Abbildung 35: Einfluss des Geschlechts der Teamleiter auf den Gesamtscore.....	111
Abbildung 36: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung von der Beatmung, Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}	112
Abbildung 37: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage, Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}	113
Abbildung 38: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung von Defibrillation, Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	ICC* zwischen der Beobachterin und der Studienleiterin	82
Tabelle 2:	Durchgeführte Vergleiche	83
Tabelle 3:	Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zu den verschiedenen Messzeitpunkten (ohne Strafzeiten).....	99
Tabelle 4:	Häufigkeit und Korrektheit der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen.....	102
Tabelle 5:	Häufigkeit (%) und Korrektheit der Amiodarongabe in den unterschiedlichen Gruppen	104
Tabelle 6:	Einfluss des Berufsstatus der Teamleiter auf den Gesamtscore.....	107
Tabelle 7:	Prüfung der Variablen (Zeit bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen sowie Gesamtscore) auf Normalverteilung	207
Tabelle 8:	Vergleich der Verteilung der Berufsgruppen zwischen den einzelnen Gruppen	207
Tabelle 9:	Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung des Vergleichs der Verteilung der Berufsgruppen zwischen den einzelnen Gruppen	207
Tabelle 10:	Verteilung der Berufsstatus	207
Tabelle 11:	Vergleich der Verteilung der Berufsstatus innerhalb der Untersuchungsgruppen T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	208
Tabelle 12:	Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Verteilung der Berufsgruppen innerhalb der Untersuchungsgruppen.....	208
Tabelle 13:	Vergleich der Geschlechterverteilung innerhalb der Untersuchungsgruppen	208
Tabelle 14:	Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Geschlechterverteilung innerhalb der Untersuchungsgruppen	208
Tabelle 15:	Altersverteilung des Gesamtkollektivs.....	208
Tabelle 16:	Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektivs.....	209
Tabelle 17:	Geschlechterverteilung nach Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektiv	209
Tabelle 18:	Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung der Geschlechterverteilung nach Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektiv	209
Tabelle 19:	Mittelwert von Alter und Berufsjahren der Oberärzte	209
Tabelle 20:	Mittelwert von Alter und Berufsjahren der Assistenzärzte	209
Tabelle 21:	Geschlechterverteilung des Pflegekollektivs	209
Tabelle 22:	Berufsstatus des Pflegekollektivs.....	210

Tabellenverzeichnis

Tabelle 23: Mittelwert von Alter und Berufserfahrung der Pflegekräfte mit Intensivweiterbildung	210
Tabelle 24: Mittelwert von Alter und Berufserfahrung der Pflegekräfte ohne Intensivweiterbildung	210
Tabelle 25: Teilnahme an zusätzlichem Reanimationstraining	210
Tabelle 26: Art des zusätzlichen Reanimationstrainings	210
Tabelle 27: Kreuztabelle zum Vergleich der Untersuchungsgruppen bezüglich Teilnahme und Art an zusätzlichen Trainings	210
Tabelle 28: Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Untersuchungsgruppen bezüglich Teilnahme und Art an zusätzlichen Trainings	211
Tabelle 29: Teilnahme an zusätzlichen Trainings mit Bonferroni-Korrektur	211
Tabelle 30: Vergleich der Verteilung der Berufsstatus der Studienpopulation von Initialstudie und FU	211
Tabelle 31: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Verteilung der Berufsstatus der Studienpopulation von Initialstudie und FU	211
Tabelle 32: Vergleich der Geschlechterverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU	212
Tabelle 33: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Geschlechterverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU	212
Tabelle 34: Vergleich der Altersverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU	212
Tabelle 35: Signifikanzprüfung beim Vergleich der Altersverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU	212
Tabelle 36: Geschlechterverteilung der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe.....	212
Tabelle 37: Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Geschlechterverteilung der Teamleiter zwischen den Kollektiven der FU- und Initialstudie	213
Tabelle 38: Vergleich der Verteilung der Berufsstatus' der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe (T_1 , T_{2a} , T_{2b})	213
Tabelle 39: Verteilung der Berufsstatus' in der Initialstudie in den Gruppen $T_{0Prä}$ und T_{0Post}	213
Tabelle 40: Altersverteilung und Berufsjahre der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe (T_1 , T_{2a} , T_{2b}).....	213
Tabelle 41: Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe (T_1 , T_{2a} , T_{2b})	214

Tabellenverzeichnis

Tabelle 42: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Geschlechterverteilung der Teamleiter nach Messzeitpunkt nach Untersuchungsgruppe (T_1 , T_{2a} , T_{2b})	214
Tabelle 43: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Verteilung des Berufsstatus' der Teamleiter nach Messzeitpunkt nach Untersuchungsgruppe (T_1 , T_{2a} , T_{2b}).....	214
Tabelle 44: Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung von Altersverteilung und Verteilung der Berufserfahrung zwischen den Teamleitern.....	214
Tabelle 45: Zusammenfassung Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung der Altersverteilung zwischen den Teamleitern	215
Tabelle 46: Zusammenfassung Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung von Verteilung der Berufserfahrung zwischen den Teamleitern.....	215
Tabelle 47: Anzahl der Teamleiter, die an einem zusätzlichen Training teilgenommen haben nach Gruppenzugehörigkeit (T_1 , T_{2a} , T_{2b})	215
Tabelle 48: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Teamleitern der Gruppen (T_1 , T_{2a} , T_{2b}) in Bezug auf die Teilnahme an zusätzlichen Trainings	215
Tabelle 49: Vergleich der Häufigkeiten der Durchführung der Schlüsselkompetenzen	215
Tabelle 50: Häufigkeit der Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung in den Untersuchungsgruppen	216
Tabelle 51: Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage in den Untersuchungsgruppen	216
Tabelle 52: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Untersuchungsgruppen	216
Tabelle 53: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T_1	216
Tabelle 54: Kreuztabelle Häufigkeit der Herzdruckmassage in den Gruppen T_{0Post} und T_{2a}	217
Tabelle 55: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T_{2a}	217
Tabelle 56: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_1 und T_{2a}	217
Tabelle 57: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T_{2b}	217
Tabelle 58: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{2a} und T_{2b}	218

Tabellenverzeichnis

Tabelle 59: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_1 und T_{2b}	218
Tabelle 60: Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation in den Untersuchungsgruppen	218
Tabelle 61: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation zwischen den Untersuchungsgruppen ...	219
Tabelle 62: Signifikanzprüfung mittels exaktem Test nach Fisher auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation zwischen den Untersuchungsgruppen	219
Tabelle 63: Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen im Vergleich zu den Prä-Trainings-Werten inkl. chefärztlich geleitetes Team.....	219
Tabelle 64: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen mit den Prä-Trainings-Werten inkl. chefärztlich geleitetes Team.....	219
Tabelle 65: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen mit den Prä-Trainings-Werten inkl. chefärztlich geleitetes Team.....	220
Tabelle 66: Zeit bis zur Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung zwischen den Gruppen	220
Tabelle 67: Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Zeit bis zur Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung zwischen den Gruppen (T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b})	220
Tabelle 68: Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) im Vergleich der Untersuchungsgruppen	221
Tabelle 69: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen in Bezug auf die Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC).....	221
Tabelle 70: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_1	221
Tabelle 71: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_1	221
Tabelle 72: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}	222
Tabelle 73: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}	222
Tabelle 74: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_1 und T_{2a}	222

Tabellenverzeichnis

Tabelle 75: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_1 und T_{2a}	222
Tabelle 76: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2a}	223
Tabelle 77: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2a}	223
Tabelle 78: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2b}	223
Tabelle 79: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2b}	223
Tabelle 80: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_1 und T_{2b}	224
Tabelle 81: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_1 und T_{2b}	224
Tabelle 82: Anzahl der Teams der jeweiligen Untersuchungsgruppen, die unter bzw. ab 30 Sekunden mit der Masken-Beutel-Beatmung begannen.....	224
Tabelle 83: Chi-Quadrat-Test zur Prüfung auf Unterschiede in der Anzahl der Teams, die unter bzw. ab 30 Sekunden mit der Masken-Beutel-Beatmung begannen, zwischen den Untersuchungsgruppen.....	225
Tabelle 84: Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage in den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	225
Tabelle 85: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den verschiedenen Gruppen	225
Tabelle 86 : Paarweise Vergleiche der Zeit bis zur Initiierung der Herzdruckmassage der Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	226
Tabelle 87: Wertetabelle für die Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung des Eintretens der Herzdruckmassage.....	226
Tabelle 88: Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit der Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung des Eintretens der Herzdruckmassage	226
Tabelle 89: Chi-Quadrat Test zur Prüfung auf Unterschiede zwischen den Kurven der Kaplan-Meier-Kurve in Bezug auf das Eintreten der Herzdruckmassage...	226
Tabelle 90: Zeit bis zur Durchführung der Defibrillation zu den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b} (ohne Strafzeiten)	227
Tabelle 91: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Zeit bis zur Durchführung der Defibrillation zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	227
Tabelle 92: Mittelwerte der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation im FU im Vergleich zu $T_{0Prä}$ ohne Strafzeiten.....	227

Tabellenverzeichnis

Tabelle 93: Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation zwischen den Gruppen des FU und der Gruppe T _{0Prä}	227
Tabelle 94: Zusammenfassung Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation zwischen den Gruppen des FU und der Gruppe T _{0Prä}	228
Tabelle 95: Mittelwert der verabreichten Joule-Dosierung der Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	228
Tabelle 96: Signifikanzprüfung auf Unterschied der verwendeten Joule-Dosierungen zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	228
Tabelle 97: Mittelwerte des Gesamtscores in den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	228
Tabelle 98: Einfaktorielle ANOVA zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	229
Tabelle 99: Mehrfachvergleiche zur Prüfung auf Unterschied der Mittelwerte des Gesamtscores zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	229
Tabelle 100: Scheffé-Prozedur zur Prüfung auf Unterschied der Mittelwerte des Gesamtscores zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	229
Tabelle 101: Anzahl der Teams mit Gesamtscore >142 (50% der Maximalpunktzahl)	229
Tabelle 102: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Anzahl der Teams mit Gesamtscore >142 (50% der Maximalpunktzahl) zwischen den Gruppen	230
Tabelle 103: Anzahl der Teams der FU-Untersuchungen mit der entsprechenden Punktzahl in der PEC	230
Tabelle 104: Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	231
Tabelle 105: Chi-Quadrat-Test Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	231
Tabelle 106: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	231
Tabelle 107: Kreuztabelle Adrenalingabe ja/nein	231
Tabelle 108: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Adrenalingabe der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	232
Tabelle 109: Post-Hoc-Analysen (Bonferroni-Korrektur: p<0,008) der Signifikanzprüfung der Häufigkeit der Adrenalingabe in den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	232
Tabelle 110: Mittelwerte der Adrenalin-Dosierungen zwischen den Gruppen T _{0Post} , T ₁ , T _{2a} , T _{2b}	232

Tabellenverzeichnis

Tabelle 111: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Adrenalin-Dosierung zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	233
Tabelle 112: Häufigkeit und Korrektheit der Amiodarongaben zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	233
Tabelle 113: Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Amiodarongaben zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	233
Tabelle 114: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_0 und T_1	233
Tabelle 115: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_0 und T_{2a} ,.....	234
Tabelle 116: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_0 und T_{2b} ,.....	234
Tabelle 117: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_1 und T_{2a} ,.....	234
Tabelle 118: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_1 und T_{2b} ,.....	234
Tabelle 119: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}	235
Tabelle 120: Häufigkeit der Amiodarongaben in den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	235
Tabelle 121: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Amiodarongabe zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	235
Tabelle 122: Mittelwerte der Amiodaron-Dosierungen in den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b} ...	235
Tabelle 123: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Amiodaron-Dosierung zwischen den Gruppen T_{0Post} , T_1 , T_{2a} , T_{2b}	235
Tabelle 124: Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus der Teamleiter in den Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}	236
Tabelle 125: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_1	236
Tabelle 126: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2a}	236
Tabelle 127: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2b}	237

Tabellenverzeichnis

Tabelle 128: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwert zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores der Teams unter assistenzärztlicher Leitung im Zeitverlauf (t_1 vs t_{2a})	237
Tabelle 129: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwert zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores der Teams unter oberärztlicher Leitung im Zeitverlauf (t_1 vs t_{2a})	237
Tabelle 130: Item 2.5 Rhythmuserkennung in Abhängigkeit des Berufsstatus'	238
Tabelle 131: Altersdurchschnitt der Teamleiter nach Berufsstatus.....	238
Tabelle 132: Mittelwerttabellen von Zeit bis zur Beatmung, Herzdruckmassage, Defibrillation und Gesamtscore für Gruppe T_1	238
Tabelle 133: Mittelwerttabellen von Zeit bis zur Beatmung, Herzdruckmassage, Defibrillation und Gesamtscore für Gruppe T_{2a}	239
Tabelle 134: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2b}	239
Tabelle 135: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T_1	240
Tabelle 136: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T_{2a}	240
Tabelle 137: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T_{2b}	241
Tabelle 138: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Herzdruckmassage innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	241
Tabelle 139: Kruskal-Wallis Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Herzdruckmassage innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	241
Tabelle 140: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der assistenzärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	242
Tabelle 141: Mann-Whitney-U-Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der assistenzärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	242
Tabelle 142: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	242

Tabellenverzeichnis

Tabelle 143: Mann-Whitney-U-Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t_1 und t_{2a}	242
Tabelle 144: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_1	243
Tabelle 145: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test der Mittelwertgleichheit der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_1	243
Tabelle 146: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2a}	243
Tabelle 147: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2a}	243
Tabelle 148: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2b}	243
Tabelle 149: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2b}	244
Tabelle 150: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_1	244
Tabelle 151: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht in Gruppe T_1	245
Tabelle 152: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2a}	245
Tabelle 153: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2a}	246
Tabelle 154: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2b}	246
Tabelle 155: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2b}	247
Tabelle 156: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t_1 und t_2 der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Frauen.....	247
Tabelle 157: Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t_1 und t_2 der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Frauen.....	247

Tabellenverzeichnis

Tabelle 158: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t_1 und t_2 der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Männer	248
Tabelle 159: Kruskal-Wallis-Test Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t_1 und t_2 der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Männer	248
Tabelle 160: Mittelwerte von Gesamtscore und Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_1	248
Tabelle 161: Mittelwerte von Gesamtscore und Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_{2a}	249
Tabelle 162: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test zur Prüfung der Mittelwertgleichheit der Gesamtscores von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_1	249
Tabelle 163: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test zur Prüfung der Mittelwertgleichheit der Gesamtscores von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_{2a}	249
Tabelle 164: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs Gruppe T_1	250
Tabelle 165: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs Gruppe T_{2a}	250
Tabelle 166: Teilnahmequote am FU nach Untersuchungsgruppen	251
Tabelle 167: Gründe für Nichtteilnahme am FU	251

Einleitung

Kindliche Reanimationsereignisse sind seltene Vorkommnisse, die jedoch besonders schnelles und sicheres medizinisches Handeln erfordern [76]. Sie gehören zu den klinischen Situationen mit dem höchsten Stresslevel für Kinderärzte¹, Pflegende¹ und Familien [211]. Dem Personal fehlt häufig aufgrund der Seltenheit des Auftretens kindlicher Herz-Kreislauf-Stillstände die Routine im angemessenen Management solcher Notfallsituationen. Eine Umfrage an pädiatrischen Intensivstationen beschreibt ein Vorkommen von weniger als einer Reanimation in zwei Monaten [103]. Aus diesem Grund besteht Bedarf nach einer möglichst effektiven und nachhaltigen Trainingsform, durch die das Personal angemessen auf diese seltenen und zugleich lebensentscheidenden Situationen vorbereitet werden kann. Simulationstrainings sind hier ein zunehmend beliebtes und auch nachgewiesen effektives Kursformat.

Während es zu unmittelbaren, kurzfristigen Effekten von Simulationstrainings für pädiatrische Reanimationen schon einige Forschungsarbeiten gibt, möchte sich diese Arbeit der Frage nach mittel- bzw. langfristigen Effekten von Simulationstrainings annehmen. Hierzu wurde die Leistung von Teams sechs Monate und ein Jahr nach stattgehabtem Inhouse-Simulationstraining an hessischen Kinderkliniken untersucht.

Zunächst soll in der folgenden Literaturübersicht die Epidemiologie und Ätiologie des Herz-Kreislauf-Stillstands (sog. *cardiac arrest*) bei pädiatrischen Patienten genauer betrachtet werden. Dazu muss zuvor eine Definition des Begriffs vorgenommen werden. Es wird anschließend auf die aktuellen Leitlinien des *Pediatric Life Support* eingegangen.

Anschließend sollen die Integration des Notfallmanagements in der ärztlichen und pflegerischen Aus- und Weiterbildung in Deutschland betrachtet werden und aktuelle Kursformate von Notfallkursen vorgestellt werden. Weiterhin wird auf die Methode der Simulation eingegangen und in diesem Zusammenhang die Geschichte der Simulation in der Medizin sowie Faktoren zur optimalen Gestaltung und zum Effekt eines Trainings und deren Evaluation betrachtet. Sodann wird ein Überblick über die Studienlage zum langfristigen

¹ Anmerkung zur Verwendung von Personenbegriffen, wie bspw. ‚Kinderärzte‘ und ‚Pfleger‘ in dieser Arbeit: Die Begriffe beinhalten alle Geschlechter, die in der Arbeit gewählte männliche Form bezieht sich immer zugleich auf männliche, weibliche und sonstige Personen. Dies gilt ebenso für andere Personenbegriffe wie Pflegekräfte, Instruktoren u.a.. Nur an den Stellen, an denen der Geschlechtsunterschied die beschriebene oder untersuchte Variable darstellt, werden explizit die weibliche und männliche Form verwendet.

Einleitung

Wissens- und Kompetenzerhalt nach Simulationstrainings gegeben. Hieraus leitet sich die Bedeutung und die detaillierte Fragestellung der vorliegenden Arbeit ab.

Die Arbeit soll einerseits die längerfristige Adhärenz zu pädiatrischen Reanimationsleitlinien im Intervall nach pädiatrischen Simulationstrainings beschreiben, andererseits mögliche Faktoren aufdecken, die mit der Leitlinienadhärenz assoziiert sind. Diese Arbeit hofft somit einen Beitrag in der pädiatrischen Notfallmedizinweiterbildung zu leisten, um diese noch strukturierter, effektiver und nachhaltiger gestalten zu können.

Hinführung und Literatur

1. Definitionen

1.1 Definition des *cardiac arrest*

Zunächst muss eine einheitliche Definierung des Begriffs *cardiac arrest* erfolgen. Dies ist von Bedeutung, da der Herz-Kreislauf-Stillstand die Indikation zur Einleitung von Wiederbelebungsmaßnahmen darstellt. Studien belegen, dass die umgehende Einleitung der Herzdruckmassage die Prognose entscheidend beeinflusst [122, 132, 144, 215].

Eine einheitliche Definition ist jedoch nicht ganz einfach, da der Herz-Kreislauf-Stillstand selbst nicht direkt beobachtet werden kann, sondern anhand von objektivierbaren Messwerten oder Untersuchungen festgestellt werden muss.

Laut Young et al. sind die in epidemiologischen Studien verwendeten Definitionen des Herz-Kreislauf-Stillstands sehr unterschiedlich, am häufigsten werde als Einschlusskriterium das Vorliegen von Apnoe und Pulslosigkeit verwendet. Manche Studien, die keine Definition enthalten, schlossen alle Reanimationsfälle ein oder sogar alle Fälle, bei denen das krankenhauseigene Notfallteam gerufen wurde [226].

Eine Arbeitsgruppe der *American Academy of Pediatrics* entwickelte in den neunziger Jahren Leitlinien zur Berichterstattung von Forschungsdaten zum pädiatrischen Herz-Kreislauf-Stillstand, um Vergleiche und Metaanalysen zwischen Studien zu ermöglichen und internationale und multiinstitutionelle Studien zu fördern [228]. Die in Anlehnung an die entsprechenden Erwachsenenleitlinien benannten *Utstein-Leitlinien* definieren den Herz-Kreislauf-Stillstand als Ausfall der mechanischen Herzaktion, festgestellt durch die Trias aus dem Unvermögen, einen zentralen Puls zu tasten, fehlender Ansprechbarkeit und Apnoe. Der Herz-Kreislauf-Stillstand ist jedoch eine Diagnose, von deren zügigen Erkennen und den daraus folgenden Behandlungskonsequenzen die Patientenprognose unmittelbar abhängig ist [26]. Da das Er tasten des Pulses die Einleitung der Behandlung verzögern kann und nicht immer zuverlässig möglich ist, wurde das Fehlen von Lebenszeichen zum Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands als ausreichend vorgeschlagen und eingeführt [27, 179, 209]. Durch Pulstasten alleine darf die Diagnose „Kreislauf-Stillstand“ nicht getroffen werden [210], es „muss auf Lebenszeichen geachtet werden (Spontanbewegung, Atmen, Husten). Zusätzliche Kriterien für professionelle Helfer sind Pulslosigkeit oder eine Bradykardie (Herzfrequenz <60/min) mit

unzureichender Perfusion (u. a. gräulich livide oder marmorierte Haut, kühle Extremitäten, Kapillarfüllungszeit über dem Sternum >2–3 sec).“ [76].

Der Herz-Kreislauf-Stillstand bei pädiatrischen Patienten ist im Gegensatz zu erwachsenen Patienten selten ein akutes Ereignis, sondern kündigt sich für gewöhnlich durch einen progressiven Rückgang der Körperfunktionen an [223]. Die frühzeitige Identifizierung kritisch kranker Patienten ist daher in der Pädiatrie prognoseentscheidend, da durch umgehend eingeleitete Maßnahmen das Eintreten einer Reanimationsbedürftigkeit verhindert werden kann [27]. Diese sogenannte *pre-Arrest-Phase* ist charakterisiert durch eine progressive Verschlechterung der respiratorischen oder zirkulatorischen Funktion [226].

1.2 Definition *Return of spontaneous circulation (ROSC)*

Der ROSC ist nach Zaritsky et al. definiert als Rückkehr eines palpablen, spontanen, zentralen Pulses bei Patienten nach Herz-Kreislauf-Stillstand, unabhängig von dessen Dauer. Ein tastbarer Puls ist messbar durch manuelle Palpation einer großen Arterie, gewöhnlich der A. carotis bei Kindern, oder einer A. brachialis oder A. femoralis bei Säuglingen [228].

1.3 Definition *pädiatrischer Patient*

Ein pädiatrischer Patient ist in den ERC-Leitlinien von 2015 definiert als ein Kind ab einem Alter von einem Jahr bis zum Beginn der Pubertät [144]. Ab der Pubertät werden Kinder als *Adoleszente* oder *Jugendliche* bezeichnet, für die die Reanimationsleitlinien für Erwachsene gelten. Ein Kind unter einem Jahr wird als *Säugling* bezeichnet, ausgenommen Säuglinge in den ersten vier Wochen nach der Geburt, welche als *Neugeborene* gelten. Als *unmittelbar Neugeborene* werden Kinder direkt nach der Geburt bezeichnet^{2,3}.

² Diese Definition entspricht den Leitlinien von 2015. Die Leitlinien von 2021 gelten für alle Kinder im Alter von 0-18 Jahren, das heißt, sowohl für Neugeborene (innerhalb von 4 Wochen nach der Geburt), als auch für Säuglinge (bis zu einem Jahr), und Kinder im Alter von 1 bis 18 Jahren. Patienten, die erwachsen aussehen, können wie Erwachsene behandelt werden [Van de Voorde et al., 2021]

³ Bei der Beurteilung epidemiologischer Studien ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Altersgrenzen als Einschlusskriterien verwendet werden [Young/Seidel, 1999]. Die Altersgrenzen bewegen sich dort von "jünger als 14 Jahre" bis "jünger als 21 Jahre". In manchen Studien wurden alle Patienten eingeschlossen, die sich in der Kinderklinik befanden.

2. Epidemiologie, Ätiologie, Prognose

2.1 Epidemiologie des kindlichen Kreislauf-Stillstands

2.1.1 Inner- und außerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand

Der Herz-Kreislauf-Stillstand ist ein seltenes Ereignis bei Kindern, weshalb es auf diesem Gebiet nur wenige populationsbezogene Daten gibt [124]. Obwohl insgesamt weniger als 10% aller außerklinischen Reanimationsfälle pädiatrisch sind, und somit die Mehrzahl der Arreste unter Erwachsenen vorkommt, wird hier aufgrund der höheren Lebenserwartungen von Kindern ein enormer sozialer und wirtschaftlicher Verlust erlitten [198]. Es muss an dieser Stelle eine Unterscheidung zwischen außer- und innerklinischen Ereignissen getroffen werden: Die Inzidenz eines kardiopulmonalen Stillstands ist außerklinisch (out of hospital cardiac arrest - OHCA) mit 4-8/100.000 deutlich niedriger als die Inzidenz innerklinischer (in-hospital cardiac arrest - IHCA) Herz-Kreislauf-Stillstände von ca. 1/1000 [13, 96, 148]. Laut Eich et al. können aus lokalen Daten des Deutschen Reanimationsregisters für Deutschland etwa 3000–4000 kindliche Reanimationen pro Jahr kalkuliert werden, davon ca. ein Viertel außerklinisch [76]. Im Krankenhaus wird pro 1300 pädiatrischer Aufnahmen ein Patient kardiopulmonal reanimiert [124]. Von diesen innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen ereignen sich zwei Drittel auf der Intensivstation [26, 223]. Dies entspricht zwei bis sechs Prozent der pädiatrischen Intensivpatienten [124]. Diese Zahlen verdeutlichen die Seltenheit pädiatrischer Reanimationsereignisse und den damit verbundenen Schulungsbedarf, da das Personal im Arbeitsalltag keine Routine im Management entwickeln kann.

2.1.2 Zusammenhang mit Altersstruktur und Geschlecht

Die Inzidenz des kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstands nimmt nach dem ersten Lebensjahr mit zunehmendem Alter ab [148, 198]. Die überwiegende Mehrheit nichttraumatischer Herz-Kreislauf-Stillstände ereignen sich vor dem dritten Geburtstag [198]. In Bezug auf das Geschlecht scheinen sich etwas mehr als die Hälfte der kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstände bei männlichen Kindern zu ereignen (ca. 60%), unabhängig von Ursache (z.B. nicht-traumatisch vs. traumatisch), Alter und ethnischer Zugehörigkeit [148, 198].

2.2 Ätiologie und initialer Herzrhythmus des kindlichen Kreislauf-Stillstands

Die Ätiologie kindlicher Kreislauf-Stillstände ist wesentlich inhomogener als bei Erwachsenen [76]. Eine präzise Klassifizierung der Ursache eines kardialen Arrests ist im Kindesalter sehr schwierig und häufig bleibt die tatsächliche Ätiologie unklar [198, 228]. Primär kardiale

Hinführung und Literatur

Ursachen mit plötzlichem Kreislauf-Stillstand sind bei Kindern ohne Herzvitium bzw. außerhalb kinderkardiologischer und -kardiologischer Zentren selten [76, 198]. Stattdessen sind respiratorische Ursachen (z.B. durch Atemwegsinfekte, obstruktive Lungenerkrankungen, Fremdkörperaspiration oder Ertrinken) sowie zirkulatorische Störungen (insb. bei Dehydratation, Traumata, Verbrennungen, Sepsis und Anaphylaxie) oder die Kombination beider häufiger [76, 199]. Selten sind akute neurologische Erkrankungen, die sekundär zu Asphyxie mit Myokardhypoxie, konsekutiver Bradykardie und Kreislauf-Stillstand führen (z. B. Epilepsie, Vergiftungen, Schädel-Hirn-Traumata, Meningitis oder Enzephalitis) [15].

Insbesondere bei Herzstillständen innerhalb von Krankenhäusern liegen häufig chronische Vorerkrankungen wie bspw. angeborene Herzfehler, Frühgeburtlichkeit, chronische Lungenerkrankungen, Krampfleiden oder Zerebralparese vor [223].

Aufgrund der zumeist respiratorischen Ätiopathogenese plädiert Eich für den Begriff *Atem-Kreislauf-Stillstand*, statt *Herz-Kreislauf-Stillstand*: Respiratorische und zirkulatorische Insuffizienz führen zur Myokardhypoxie, aus der eine progrediente Bradykardie resultiert [76].

Im initialen EKG reanimationspflichtiger Kinder zeigt sich in den meisten Fällen eine Bradykardie, Asystolie oder pulslose elektrische Aktivität (PEA). Die Prävalenz von Kammerflimmern (VF) oder pulsloser ventrikulärer Tachykardie (VT) als erstem dokumentiertem pulslosem EKG-Rhythmus vor Beginn von Wiederbelebungsmaßnahmen liegt je nach Studienpopulation bei 10-15% (im Gegensatz zu 23% bei Erwachsenen) [90, 165, 187, 226]. Diese Daten zeigen einerseits, dass bei pädiatrischen Patienten seltener ein schockbarer Rhythmus vorliegt als bei Erwachsenen, bei denen Kreislauf-Stillstände häufiger kardial bedingt sind [179, 226]. Andererseits wird deutlich, dass es sich dennoch um einen nennenswerten Anteil handelt: immerhin jedes achte bis zehnte reanimationsbedürftige Kind zeigt einen defibrillierbaren Rhythmus [165, 187]. Elektrophysiologische Daten lassen vermuten, dass das Auftreten von VF mit der Herzmasse korreliert: Bei geringer Herzmasse tritt Kammerflimmern seltener auf [133]. Dementsprechend ist insbesondere bei älteren Kindern mit Kreislauf-Stillstand die Häufigkeit von VF/VT als initialem Rhythmus relativ erhöht [12, 133, 179, 199]: Bei Jugendlichen wurde ein defibrillierbarer Rhythmus als Initialrhythmus in ca. 15% vorgefunden, bei Säuglingen nur in 4-5% [13]. Zusätzlich tritt bei ca. 15% der innerklinischen

Herz-Kreislauf-Stillstände eine VF/VT sekundär im Verlauf der kardiopulmonalen Reanimation auf [187].

Auch wenn defibrillierbare Rhythmen in der Pädiatrie seltener sind als nicht-defibrillierbare, kommen sie vor und bieten erweiterte Therapieoptionen im Vergleich zu nicht-defibrillierbaren Rhythmen. Bei Auftreten von Kammerflimmern oder ventrikulärer Tachykardie eröffnet die rechtzeitige Defibrillation und kardiopulmonale Reanimation ein Fenster zur Abwendung einer Asystolie [226]. Es gibt Hinweise darauf, dass die Prognose bei initialer VF/VT auch bei Kindern besser sein könnte als bei Vorliegen nicht-schockbarer Initialrhythmen [69, 93]. Daher ist die Schulung des Personals in Rhythmuserkennung und -behandlung von hoher Bedeutung.

2.3 Prognose des kindlichen Kreislauf-Stillstands

Während die Inzidenz kindlicher Herz-Kreislauf-Stillstände in den letzten Jahren tendenziell angestiegen ist, ist die Mortalität rückläufig [148]. Das Überleben des *cardiac arrest* im Kindesalter kann unterschiedlich definiert und gemessen werden: Als Parameter in Studien dienen ein ROSC >20min, das Überleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus sowie das Ein-Jahresüberleben. Laut Girotra et al. hat die Überlebensrate bei kindlichen Reanimationsereignissen bis zur Entlassung in den Jahren 2000 bis 2009 von 14,3 % auf 43,4% zugenommen [90]. Diese Verbesserung betraf alle Altersgruppen und war maßgeblich auf das Wiedererlangen eines Kreislaufs in der akuten Reanimationssituation zurückzuführen, dessen Häufigkeit im genannten Zeitraum von 42,9% auf 81,2% anstieg. Daten von 2016 bestätigen eine ähnliche ROSC-Rate (78%) und ein ähnliches Überleben bis zur Entlassung (45%) [26]. Die gesunkene Sterblichkeit nach kindlichem Herz-Kreislauf-Stillstand führte nicht dazu, dass der Anteil der überlebenden Kinder mit neurologischen Einschränkungen zunahm, sodass insgesamt die Anzahl der neurologisch unbeeinträchtigten Überlebenden gestiegen ist [90]. Bei Berg et al. lag dieser Anteil bei 89-90% [26].

Als prognosebeeinflussende Faktoren ist zu nennen, dass eine kürzere Dauer der Reanimationsmaßnahmen mit einer höheren Überlebenswahrscheinlichkeit bis zur Entlassung korreliert. In einer Übersichtsarbeit von Berg et al. überlebten bis zur Entlassung nur 28% der Kinder, die mehr als drei Minuten kardiopulmonal reanimiert werden, gegenüber 66% derer, die ein bis drei Minuten wiederbelebt wurden [26]. Zudem ist die Prognose der Kinder, die einen beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand erleiden und direkt eine Herzdruckmassage erhalten, besser als die unbeobachteter Fälle [7, 226]. Unterschiede in der Prognose ergeben

sich auch aus der Ätiologie und dem Patientenalter: Kinder mit respiratorisch bedingtem Arrest haben eine deutlich bessere Überlebensrate als die mit kardial bedingtem Herz-Kreislauf-Stillstand [226]. Die Mortalität nimmt nach Abschluss des ersten Lebensjahrs mit dem Alter zu und ist in der Gruppe der Teenager am höchsten [148]. Die erhöhte Mortalität älterer Kinder lässt sich dadurch begründen, dass respiratorische Ursachen bei jüngeren Kindern überwiegen, während kardiale Ursachen und zugrundeliegende Erkrankungszustände mit steigendem Alter zunehmen [148]. In Abhängigkeit vom Geschlecht zeigen sich keine Unterschiede in der Mortalität [148].

Es besteht zudem ein Zusammenhang mit dem dokumentierten EKG-Rhythmus: Kinder mit initialer VF/VT haben eine höhere Überlebensrate als Kinder mit nicht-defibrillierbaren Rhythmen [90, 187, 226]. Bei sekundärer VF/VT ist die Überlebensrate allerdings am schlechtesten, sie liegt nicht nur deutlich unter der von Kindern mit initial defibrillierbarem Rhythmus, sondern auch unter der von Kindern mit PEA und Asystolie [187].

3. Leitlinien pädiatrischer Reanimation

3.1 Zielsetzung und Entwicklung von Leitlinien

„An Leitlinien in der Medizin werden die Erwartungen geknüpft, ärztliche Alltagsroutinen wirksam zu verändern, eine effektivere und wirtschaftlichere Versorgung zu ermöglichen sowie den Gesundheitszustand der Patienten zu verbessern.“

Gerlach et al. [87]

Leitlinien in der Medizin dienen dem Zweck, auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft beruhende, praktische und einfach umsetzbare Handlungsgrundsätze zu liefern, mit dem Ziel, die Prognose der Patienten zu verbessern. Im Fall der pädiatrischen Reanimation bedeutet dies ein häufigeres Erreichen des ROSC und ein neurologisch möglichst unbeeinträchtigt Überleben reanimierter Kinder [94]. Die 2003 eingeführte sogenannte *Überlebensformel* für Reanimationen beschreibt die medizinwissenschaftliche Entwicklung von Leitlinien als ersten von drei zusammenwirkenden Schlüsselfaktoren, die für das Überleben eines Herz-Kreislauf-Stillstands entscheidend sind. Die Qualität der Leitlinien ist Voraussetzung für den zweiten Faktor, die effektive Ausbildung des Personals. Zuletzt bedarf es der lokalen Implementierung und Umsetzung, also des Vorhandenseins einer funktionierenden *Überlebenskette* vor Ort [56].

Die ersten Leitlinien zur Reanimation von Kindern wurden von der AHA (American Heart Association) 1986, die des ERC (European Resuscitation Council) 1994 entwickelt [27, 226]. Seit dem Jahr 2000 wird alle fünf Jahre vom ILCOR (International Liaison Committee On Resuscitation) in Zusammenarbeit mit den kontinentalen Vereinigungen, insbesondere der AHA und dem ERC, ein revidiertes Konsensuspapier herausgegeben. Auf diesem Dokument, dem CosTR (Consensus with Treatment Recommendations), bauen seither die Leitlinien des ERC, der AHA und weiterer Vereinigungen auf [27]. Die regelmäßige Überarbeitung der Leitlinien dient dazu, nach dem aktuellen Stand der Forschung notwendige Änderungen etablierter Verfahrensweisen einzuleiten, wenn diese eine nachgewiesene bessere Prognose haben. Wichtig ist hierbei die erwiesene Evidenz: Im Idealfall sollten diese Leitlinien auf veröffentlichten, gut-kontrollierten Forschungsergebnissen beruhen, welche objektive Daten zum Fortschritt in der Behandlung des Herz-Kreislauf-Stillstands, des akuten respiratorischen Versagens und des akuten Kreislaufversagens erfasst haben [228]. Jegliche Änderungen benötigen aber Zeit- und Ressourcenaufwand, um sie flächendeckend im klinischen Alltag zu etablieren [76]. Daher wird an Leitlinien auch der Anspruch an Praktikabilität in unterschiedlichen Umfeldern gestellt [76]. Praktikabilität bezieht sich auf die Wissensvermittlung, das notwendige Training sowie die Anwendbarkeit, damit eine Implementierung gewährleistet wird. Dies bedeutet auch, dass Formulierungen klar sein sollen (Klarheit) sowie Sichtweisen und Probleme aller beteiligten Berufsgruppen mitberücksichtigt werden müssen (Multidisziplinarität)[27, 76].

3.2 Pädiatrische Reanimationsalgorithmen (Stand 2015)

An dieser Stelle soll ein kurzer Überblick über Leitlinien der pädiatrischen Reanimation auf dem Stand von 2015 erfolgen, da hierauf die Anforderungen beruhen, die an die Teams in den Simulationsszenarien gestellt wurden. Eingegangen wird ausschließlich auf die Anforderungen an professionelle Helfer.

3.2.1 Basic Life Support (BLS)

Die lebensrettenden Basismaßnahmen für Kinder bestehen zunächst in einer Prüfung der Ansprechbarkeit des Kindes und, fehlt diese, der Reaktion auf Schmerzreiz. Bei einem nicht reagiblen Kind sollte weitere Hilfe gerufen werden. Anschließend erfolgt das Öffnen der Atemwege und die Prüfung der Atmung. Bei fehlender oder abnormaler Atmung soll direkt mit fünf initialen Beatmungen begonnen werden.

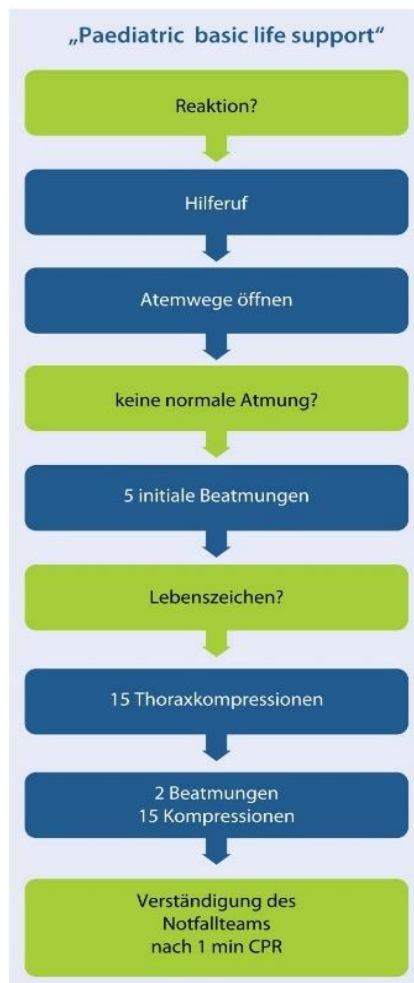


Abbildung 1: BLS-Algorithmus aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144]

Erst dann erfolgt die Prüfung der Lebenszeichen (Spontanbewegung, Atmen, Husten) für maximal zehn Sekunden. Professionelle Helfer können versuchen, einen zentralen Puls zu tasten und eine evtl. bestehende Pulslosigkeit oder Bradykardie (Herzfrequenz <60/min) mit unzureichender Perfusion (u. a. gräulich-livide oder marmorierte Haut, kühle Extremitäten, über zwei bis drei Sekunden verlängerte Kapillarfüllungszeit über dem Sternum) als zusätzliche Kriterien für den Herz-Kreislauf-Stillstand heranzuziehen [143]. Pulstasten als einziges Entscheidungskriterium genügt nicht und soll ebenfalls zehn Sekunden nicht überschreiten. Fehlen Lebenszeichen, erfolgt der Beginn mit Thoraxkompressionen im Verhältnis 15:2 (15 Kompressionen, zwei Beatmungshübe) [143]. Die Kompressionen erfolgen in der unteren Sternumhälfte mit einer Drucktiefe von einem Drittel des anterior-posterioren Thoraxdurchmessers (d.h. vier Zentimeter beim Säugling, fünf Zentimeter bei über einjährigen Kindern) mit einer Frequenz von 100–120/min. Die fünf initialen Beatmungshübe sowie das Verhältnis von Thoraxkompressionen zu Beatmung von 15:2 tragen der

Tatsache Rechnung, dass pädiatrische Kreislauf-Stillstände häufiger respiratorisch bedingt sind. Die Wirksamkeit einer Beatmung ist erwiesen: eine Ersthelferanimation mit Beatmung hat bei Kindern mit nicht kardial bedingtem Atem-Kreislauf-Stillstand ein deutlich bessere primäre (Überleben) und sekundäre (neurologischer Status) Prognose, als wenn ausschließlich Thoraxkompressionen durchgeführt werden [76, 122].

3.2.2 Advanced Life Support (ALS)

Die erweiterten Maßnahmen für professionelle Helfer sehen vor, dass der EKG-Rhythmus schnellstmöglich bestimmt werden muss, damit zwischen einem defibrillierbaren und einem nicht-defibrillierbaren Rhythmus unterschieden werden kann. Sodann wird bei nicht-defibrillierbarem Rhythmus mit der Gabe von Adrenalin (0,01mg/kg Körpergewicht alle drei bis

fünf Minuten) begonnen und die kardiopulmonale Reanimation im Verhältnis 15:2 fortgeführt. Im Falle eines defibrillierbaren Rhythmus muss schnellstmöglich mit 4 Joule/kg Körpergewicht defibrilliert werden, dies soll jeweils nach zwei Minuten bei fortbestehendem defibrillierbarem Rhythmus wiederholt werden. Erst nach der dritten Schockgabe wird erstmalig Adrenalin (0,01mg/kg Körpergewicht, im weiteren Verlauf alle drei bis fünf Minuten) sowie Amiodaron (5mg/kg Körpergewicht, ggf. nach drei bis fünf Minuten einmalig erneut) appliziert.

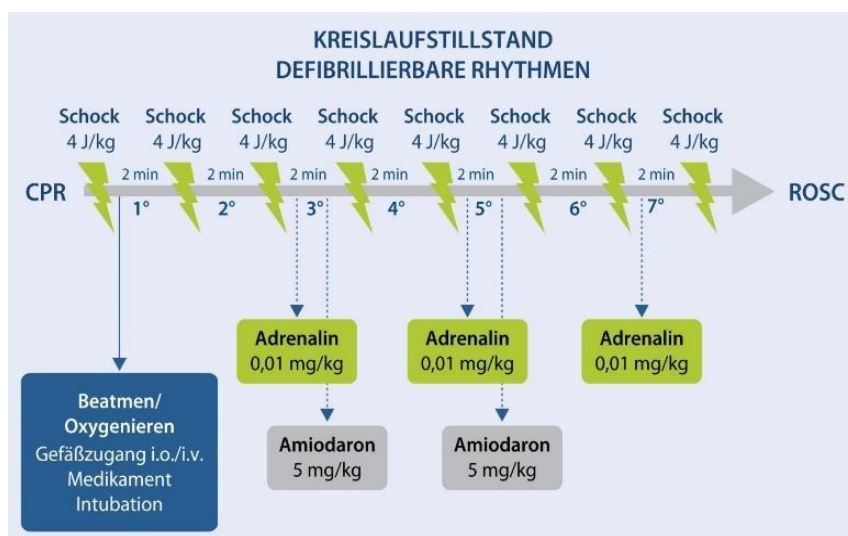


Abbildung 2: Algorithmus bei defibrillierbarem Rhythmus, aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144]

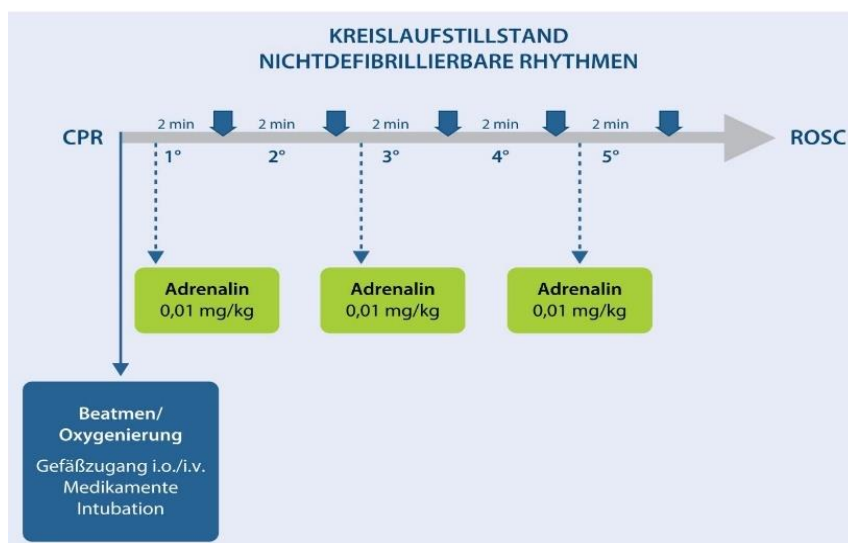


Abbildung 3: Alogrithmus bei nichtdefibrillierbarem Rhythmus, aus: Maconochie, Bingham et al. 2015 - Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern [144]

3.3 Leitlinienadhärenz

3.3.1 Stand der Leitlinienadhärenz

Studien zur Qualität in der pädiatrischen Notfallversorgung zeigen, dass trotz definierter Standards bei der Durchführung sowohl der Basis- als auch der erweiterten lebensrettenden Maßnahmen in der Pädiatrie große Defizite bestehen [107, 166, 205].

Erhebliche Mängel bestehen in der Initiation der Herzdruckmassage: in einer Studie von Hunt et al. wurde diese in 33% nicht durchgeführt und in 66% erst nach der vorgesehenen Zeit von einer Minute [107]. Betrachtet man die Qualität von Thoraxkompressionen, zeigen sich Defizite insbesondere in einer unzureichenden Drucktiefe aber auch in Frequenz und Durchgängigkeit der Kompressionen [166]. Ebenfalls besteht eine unzureichende Leitlinienadhärenz in der zeitgerechten Defibrillation [107].

Für das Personal an hessischen Kinderkliniken bestätigt die Initialstudie, die der vorliegenden Studie vorausgeht, ähnliche Mängel: vor Durchführung des Trainings erreichten die Teams im Durchschnitt nur 91,2 der möglichen 284 Punkte des Leitlinienadhärenz-Scores (noch unveröffentlichte Daten). Es wurde in 12,7% der Fälle keine Herzdruckmassage und 40,4% keine Defibrillation durchgeführt, und die Zeiten bis zur Initiierung dieser Schlüsselkompetenzen lagen deutlich über den in der Leitlinie formulierten Zeitfenstern (noch unveröffentlichte Daten).

3.3.2 Ursachen mangelnder Leitlinienadhärenz

Ursachen für die unzureichende Leitlinienadhärenz liegen zu einem großen Teil in der Reanimationssituation selbst. Hier ist zunächst die Seltenheit des Ereignisses zu nennen. Selbst in spezialisierten Zentren kommen kindliche Reanimationen meist seltener als einmal pro Monat vor [76, 103]. Gleichzeitig ist das korrekte und zügige Management besonders entscheidend für das Überleben des Patienten. Dies macht die Reanimation zu einem *high-risk, low-frequency event* [183] (oder auch *High acuity, low occurrence* - HALO) also einem Ereignis, das selten vorkommt, aber besonders kritisch ist und daher ein besonderes Maß an kognitiven und technischen Kompetenzen erfordert. Die hohe Akuität sowie die Tatsache, dass das Leben eines Kindes unmittelbar auf dem Spiel steht (*high-risk-event*) geht zudem mit einem hohen Maß an emotionalem Stress einher. Dies kann die Fähigkeit beeinträchtigen, gute medizinische Entscheidungen zu treffen, Wissen abzurufen und gut zu kommunizieren und birgt so das Risiko potentieller Fehler [8, 137].

Die Mängel in der Leitlinienadhärenz sind zu einem entscheidenden Teil zudem auf Prozesse in der Team-Interaktion zurückzuführen. Für eine gute Zusammenarbeit sind Kommunikation und weitere nicht-technische Fähigkeiten Voraussetzung, die nicht ohne spezielles Training erworben werden [33, 51, 125, 145].

Studien konnten nachweisen, dass Fehler zumeist nicht auf Einzelpersonen zurückzuführen sind, sondern auf systematischen Fehlern oder nicht-technischen Fehlern beruhen [125].

Auf Systemebene finden sich Ursachen mangelnder Leitlinienadhärenz zudem in Schwierigkeiten im Prozess der Implementierung: Die Implementierung beginnt mit der flächendeckenden Vermittlung der Inhalte, bspw. durch Fachzeitschriften, Fortbildungen oder E-Mails an die betroffene Berufsgruppe [87]. Hier liegt es allerdings bei jedem einzelnen Adressaten, ob er sich mit den Inhalten auseinandersetzt oder nicht [159]. Zudem garantiert eine theoretische Wissensaneignung noch nicht, dass verbesserte klinische Fertigkeiten resultieren [94, 180]. Insbesondere im Bereich der Notfallmedizin erscheinen praktische Trainings daher sinnvoll und unumgänglich, um leitliniengerechtes Handeln zu etablieren. Die Implementierung der Leitlinien der pädiatrischen Reanimation erfolgt in Deutschland allerdings nicht einheitlich und ist nicht bundesweit geregelt (siehe nachfolgendes Kapitel). Die Finanzierung, Bereitstellung von Instruktoren, Materialien und die oftmals schwierige Freistellung von Angestellten für das Training stellen weitere Ursachen für eine verzögerte Implementierung dar [28, 94].

Es wird deutlich, dass für die Umsetzung der Leitlinien ein Trainings- und Implementierungsprozess bewusst geplant werden muss, um sicherzustellen, dass Personal auf Reanimationssituationen vorbereitet ist. Dies ist der entscheidende Schritt, um eine Verbesserung der Patientenprognose zu gewährleisten.

4. Pädiatrische Notfalltrainings – State of the Art

4.1 Vorgaben in der ärztlichen Aus- und Weiterbildung

Während in Amerika die Teilnahme an einem zertifizierten PALS-Kurs überwiegend Teil der pädiatrischen Weiterbildung ist [112, 169], sind die Vorgaben zur Ausbildung im Notfallmanagement für medizinisches Personal in Deutschland sehr unkonkret und vage gehalten. Das Medizinstudium umfasst laut Approbationsordnung im vorklinischen Abschnitt eine Ausbildung in erster Hilfe, welche nach § 5 der Approbationsordnung „durch theoretischen Unterricht und praktische Unterweisungen gründliches Wissen und praktisches

Können in erster Hilfe vermitteln“ soll [44]. Der Nachweis über einen BLS-Kurs von einer zertifizierten Ausbildungsstelle muss zur Anmeldung zum ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung vorgelegt werden [44]. Im klinischen Studienabschnitt werden ALS-Kenntnisse im Rahmen des Querschnittsbereichs Notfallmedizin vermittelt, der genaue Umfang an Theorie und Praxis ist in den Studienordnungen der Universitäten festgelegt und beinhaltet zumeist auch ein theoretisches und praktisches Training in Grundlagen der pädiatrischen Reanimation. Der Leistungsnachweis in diesem Querschnittsbereich muss erbracht werden, um zum zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung zugelassen zu werden [44]. Durch das Medizinstudium ist also der einmalige Erwerb notfallmedizinischer Kenntnisse gewährleistet, ein PALS-Kurs ist nicht explizit gefordert. Nach Abschluss des Studiums ist eine Auffrischung dieser Kenntnisse weder für Erwachsenenreanimation noch für pädiatrische Reanimation explizit vorgeschrieben.

Die Weiterbildung zum Pädiater in Hessen umfasst „60 Monate bei einem Weiterbildungsbefugten an einer Weiterbildungsstätte gemäß § 5 Abs. 1 Satz 1, davon sechs Monate in der intensivmedizinischen Versorgung von Kindern und Jugendlichen“ [135]. Gefordert wird dabei auch der „Erwerb von Kenntnissen, Erfahrungen und Fertigkeiten (...) in der Erkennung und Behandlung akuter Notfälle einschließlich lebensrettender Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen und Wiederbelebung einschließlich bei Früh- und Neugeborenen“ und „der intensivmedizinischen Basisversorgung“ [135]. Für den Schwerpunkt Kinderkardiologie findet sich in der Weiterbildungsordnung zusätzlich explizit die Forderung des „Erwerb(s) von Kenntnissen, Erfahrungen und Fertigkeiten in der medikamentösen und apparativen antiarrhythmischen Therapie einschließlich Defibrillation“ [135]. Die Art und Weise, der genaue Umfang und Inhalt, oder der zertifizierte Nachweis des Erwerbs von Kenntnissen in der Notfallversorgung von Kindern wird von der Weiterbildungsordnung allerdings nicht vorgegeben.

Zwar sind Ärzte seit dem 01.01.2004 verpflichtet, ihr Wissen durch Fortbildungen regelmäßig aufzufrischen, jedoch können die Fortbildungsinhalte frei gewählt werden [42]. Lediglich eine Mindestanzahl an jährlichen Fortbildungspunkten muss gewährleistet sein – in welchem Bereich diese stattfinden, ist dem Arzt selbst überlassen. Daher ist durch die Fortbildungsregelung nicht sichergestellt, dass eine regelmäßige Auseinandersetzung aller Ärzte mit den aktuellen Empfehlungen und Leitlinien zum Thema Notfallmedizin erfolgt, oder dass praktische Trainingseinheiten durchlaufen werden müssen [42]. Weder eine einmalige

noch eine regelmäßige Teilnahme an (pädiatrischen) Reanimationstrainings wird in Deutschland vorgeschrieben. Teilweise gibt es krankenhauserne Regelungen zur Teilnahme an Reanimationstrainings. Im Gegensatz dazu ist in den USA der Erwerb des PALS-Kurses vor Antritt einer Assistenzarztstelle und die regelmäßige, derzeit von der AHA auf zwei Jahre festgesetzte Rezertifizierung, in der Weiterbildungsordnung (ACGME Program Requirements for Graduate Medical Education in Pediatrics) festgehalten [2, 11, 154, 221].

4.2 Vorgaben in der pflegerischen Aus- und Weiterbildung

Im Bereich der Krankenpflege ist die Ausbildung durch das Krankenpflegegesetz geregelt. Dieses enthält ebenfalls eher allgemeine Formulierungen zur Ausbildung im Bereich des Notfallmanagements: „Die Ausbildung für die Pflege nach Absatz 1 soll insbesondere dazu befähigen, 1. die folgenden Aufgaben eigenverantwortlich auszuführen: [...] d) Einleitung lebenserhaltender Sofortmaßnahmen bis zum Eintreffen der Ärztin oder des Arztes“ sowie „2. die folgenden Aufgaben im Rahmen der Mitwirkung auszuführen: [...] c) Maßnahmen in Krisen- und Katastrophensituationen.“ und „3. interdisziplinär mit anderen Berufsgruppen zusammenzuarbeiten und dabei multidisziplinäre und berufsübergreifende Lösungen von Gesundheitsproblemen zu entwickeln.“ [43]. Für Pflegekräfte existiert nach § 132a Absatz 4 SGB V eine Fortbildungspflicht. Um die Qualitätssicherung im Bereich stationärer und ambulanter Pflege zu gewährleisten, prüft der Medizinische Dienst der Krankenkassen (MDK) die Einhaltung der jährlichen Fortbildungspflicht für Pflegefachkräfte. Im Jahr müssen mindestens acht Fortbildungsstunden absolviert werden. Ambulante Pflegedienste müssen nachweisen, dass ihre Pflegekräfte regelmäßig in Erster Hilfe geschult werden und verbindliche Regelungen für das Verhalten in Notfällen existieren. Im stationären Bereich ist die Fortbildung in Erster Hilfe zumeist krankenhauserne geregelt.

4.3 Kursformate

4.3.1 ERC-Kurse

Zur notfallmedizinischen Versorgung von Kindern gibt es in Deutschland zertifizierte Kurse des ERC sowie der AHA. Vom ERC und GRC (German Resuscitation Council) werden für medizinisch tätiges Personal zwei verschiedene Kursformate angeboten: der EPALS-Kurs (European Pediatric Advanced Life Support) sowie der EPILS-Kurs (European Pediatric Immediate Life Support). Für nichtmedizinisches Personal gibt es den EPBLS-Kurs (European Pediatric Basic Life

Hinführung und Literatur

Support) [76]. Der darüber hinaus etablierte NLS (Newborn-Life-Support)-Kurs beschäftigt sich mit der Erstversorgung und Reanimation von Neonaten.

ERC-Kurse vermitteln die Kompetenzen zur Reanimation im klinischen Setting [94]. Laut Fritzsche et al. liegt „der Fokus der Kurse (...) dabei nicht auf der Wissensvermittlung, sondern auf der Strukturierung der Notfallsituation durch Teamleitung und Ressourcenoptimierung.“ [84]. Die Kurse werden nach einheitlichem Standard durchgeführt. Standardisiert werden die Inhalte durch ein internationales Expertengremium [42]. Die Kursunterlagen bauen auf den aktuellen Leitlinien des ILCOR auf, sodass gewährleistet wird, dass die Teilnehmer nach einheitlichen Maßstäben ausgebildet werden [22, 42]. ERC-Kurse unterrichten in kleinen Gruppen mit einem hohen Instruktor-Teilnehmer-Schlüssel, beinhalten interaktive Diskussionen, Workshops und hands-on Übungen zum Erwerb praktischer Fertigkeiten und Simulationen mit Simulatoren [94].

Der eintägige **EPILS** dient der Ausbildung in der unmittelbaren Erstversorgung von Kindern mit manifestem oder drohendem Atem-Kreislauf-Stillstand. Er konzentriert sich auf Ursachen und Prävention des Herz-Kreislauf-Stillstandes, das ABCDE-Vorgehen im Umgang mit dem kritisch kranken Patienten, der Einleitung von BLS-Maßnahmen inklusive Anwendung des AED. Ziel ist, die Teilnehmer darin auszubilden, die ersten Minuten eines Kreislauf-Stillstandes bis zum Eintreffen spezialisierter Helfer zu überbrücken sowie sie im Gebrauch mit im klinischen Setting vorhandener Ausrüstung vertraut zu machen [94].

Der zwei- bis dreitägige **EPALS-Kurs** richtet sich an Ärzte, Pflege- und Rettungsdienstpersonal, die in die Versorgung kritisch kranker oder verletzter Kinder involviert sind.

Er wurde entwickelt, um medizinischem Personal suffiziente Kompetenzen im Erkennen, kontinuierlichen Assessment, sowie adäquatem Management des kritisch kranken oder verletzten Kindes in der ersten Stunde zu vermitteln [94]. Der Kurs vermittelt neben den lebensrettenden Basismaßnahmen fortgeschrittenes Wissen im Bereich EKG-Interpretation, Arrhythmiebehandlung und Defibrillation, sowie im Bereich Atemwegsmanagement, Beatmung und Anlage eines Gefäßzugangs [94]. Es werden typische Krankheitsbilder wie der plötzliche Herz-Kreislauf-Stillstand bei Neugeborenen und die Fremdkörperaspiration bei Säuglingen und Kindern behandelt, Besonderheiten der Pharmakotherapie in der Pädiatrie gelehrt und das Erkennen des kritisch kranken Kindes trainiert. Aspekte von Teamarbeit, -leitung und -kommunikation und Grundlagen des *Crew Resource Managements* sind

integriert, sowie das Problem der Antizipation und situativen Wachsamkeit [94]. Vor Kursbeginn bereiten sich die Teilnehmer mithilfe eines EPALS-Handbuchs vor und legen zu Beginn der Lehreinheiten einen Multiple-Choice-Test ab. Bei Kursende muss eine erneute theoretische und auch praktische (simulierte) Prüfung abgelegt werden, um die 5 Jahre gültige EPALS-Zertifizierung zu erhalten. Derzeit ist nicht eindeutig festgelegt, wie häufig er wiederholt werden sollte [183].

4.3.2 AHA-Kurse

Dem EPALS-Kurs des ERC entspricht beim AHA der **PALS-Kurs**, der medizinisches Personal umfassend für Notfälle in der Notaufnahme und auf Intensivstationen mit Kinder- und Säuglingsnotfällen ausrüstet und sich auf die aktuellen Leitlinien des ILCOR stützt [3].

Das Äquivalent zum EPALS-Kurs ist im amerikanischen Raum der **PEARS-Kurs** (Pediatric Emergency Assessment, Recognition and Stabilization). Bei erfolgreicher Absolvierung gilt das jeweils erworbene Zertifikat zwei Jahre lang [4].

4.3.3 Weitere Kursformate

Neben den ERC- und AHA-Kursen gibt es verschiedene weitere Kursformate wie das *Notfallmedizinische Curriculum Kinderheilkunde* der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), Simulator-basierte Kindernotfallkurse (z. B. PaedSim) und auch zahlreiche an die lokalen Gegebenheiten angepasste kindernotfallmedizinische Kursformate [76].

5. Simulationsbasierte medizinische Lehre

5.1 Übersicht

Die Methode der Simulation hat in den letzten Jahren vermehrt Einzug in die medizinische Ausbildung erhalten. Obwohl es einen Mangel an Evidenz über die beste Art und Weise des Trainings gibt, ist unbestritten, dass Simulationseinheiten essentieller Bestandteil jedes Reanimationstrainings sein sollten [94]. Es gibt wachsende Evidenz dafür, dass Patientenversorgung und -sicherheit durch regelmäßige Simulationstrainingsprogramme verbessert werden können [5, 58, 164, 196]. Dies zeigt sich beispielsweise in besseren Überlebensraten nach Herz-Kreislauf-Stillstand, früherem Erkennen kritisch kranker Patienten und deren Verlegung auf die Intensivstation sowie einem geringeren Vorkommen schwerwiegender Sicherheitsereignisse nach der Einführung von Simulations-Team-Trainings

[11, 58, 174, 207]. In einem systematischen Review und einer Metaanalyse von 182 Studien über simulationsbasierte Reanimationstrainings konnte eine Zunahme sowohl von Fachwissen als auch Leistung im Vergleich mit simulationsfreien Trainings nachgewiesen werden [160].

Durch Simulationen können also auch Notfallsituationen, die im klinischen Alltag zu selten vorkommen, um in ihnen routinierte Handlungsfähigkeiten zu erlangen, in einem unabhängigen, sicheren und reproduzierbaren Umfeld erlebt werden [84]. David M. Gaba beschreibt Simulation als Technik, um reale Erfahrungen durch angeleitete Experimente zu ersetzen, die substantielle Aspekte des wirklichen Lebens in einer interaktiven Art und Weise erlebbar machen. Simulation schaffe einen sicheren Rahmen, in dem Selbstvertrauen und Kompetenz kontinuierlich zunehmen können. Ziel sei dabei eine exzellente Patientenversorgung indem klinische Standards zur Routine (Gewohnheiten) werden [58].

5.2 Geschichte der Simulation in der Medizin

Einfache Formen von Simulation wie das Lernen an Modellen, Tieren oder Leichen haben in der medizinischen Ausbildung jahrhundertelange Tradition, während komplexe Fallsimulationen und Interaktionsprozesse erst in der jüngeren Vergangenheit Einzug in die medizinische Ausbildung erhalten haben [100, 171, 181, 202]. Während in anderen Fachgebieten wie der Luftfahrt Fallsimulationen schon deutlich länger Bestandteil der Ausbildung waren, wurde in der Medizin lange Zeit zunächst Evidenz für die Wirksamkeit von Simulationstrainings gefordert [181]. Zudem war die medizinische Ausbildung lange Zeit sehr patriarchalisch strukturiert [202]. Lernen erfolgte durch Beobachtung des vorgesetzten Arztes, nicht durch praktisches Üben am Modell. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts kam es zu einer Veränderung im Konzept des Lehrer-Schüler-Verhältnisses, zum anderen nahm in Politik und Gesellschaft die Forderung nach einer Erhöhung der Patientensicherheit zu [39, 202, 218]. Dadurch entwickelte sich das alte Modell "see one, do one, teach one" in Richtung "see one, simulate many, do one competently, and teach everyone." [218]. Neben diesem Wandel im Konzept der medizinischen Ausbildung war der rasante technische Fortschritt eine wichtige Voraussetzung. Durch die Erfindung des Computers und Fortschritte in der Kunststoffverarbeitung wurde die Weiterentwicklung von Simulatoren möglich [202].

Simulation ist besonders bedeutsam in Bereichen, in denen reale Trainings zu teuer oder zu gefährlich wären, wie Kriegsführung, Luft- und Raumfahrt oder Nuklearindustrie [39]. Die Simulation in der Luftfahrt hat durch ihre lange Geschichte und weite Verbreitung in

besonderer Weise zur Entstehung und Entwicklung der Simulation in der Medizin beigetragen [202]. Zudem wurden medizinische Simulatoren in direkter Unterstützung durch oder Kooperation mit Firmen aus der Luftfahrt gebaut. Die Medizin profitiert zudem von der längeren Tradition der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit den Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit und den Ursachen kognitiver Fehlleistungen («Human-Factors-Forschung») in der Luftfahrt und kann sich die dort gewonnenen Resultate nutzbar machen, wie zum Beispiel in der Entwicklung von Trainingskonzepten für die Entscheidungsfindung und Zusammenarbeit im Team [202].

Vorreiter der *Patientensimulation* war die Notfallmedizin, in der die Simulation der kardiopulmonalen Reanimation seit ca. 1960 integraler Trainingsbestandteil ist [39]. Der erste ACLS (*Advanced Cardiac Life Support*)-Kurs fand 1974 statt. Hier wurde an mehreren Stationen in Form von Mannequins zur kardiopulmonalen Reanimation (CPR), EKG-Simulatoren und Intubationsphantomen trainiert. Zunächst wurden nur die einzelnen Fertigkeiten geübt, nicht jedoch der Ablauf einer Reanimationssituation simuliert [202]. Zunehmend wuchs das Bewusstsein über die Bedeutung der Teamarbeit und Notwendigkeit eines Teamleaders sowie eines systematischen Ablaufs. Es entstanden strukturierte Konzepte wie das *Mega-Code-Training* nach William Kaye, bei denen die einzelnen zu trainierenden Fertigkeiten in ein Szenarium eingebunden und Verantwortlichkeiten im Team festgelegt wurden [202]. David Gaba entwickelte in den 80er Jahren zum gezielten Training in der Teamkooperation und -kommunikation in kritischen Situationen das Trainingsprogramm *Anesthesia Crisis Resource Management* (ACRM), angelehnt an das *Crew Resource Management* der Luftfahrt [85]. Heute sind sowohl praktische Übungen und Prüfungen als auch Kommunikationstrainings fest in die medizinische Ausbildung integriert und Skills-Zentren an den meisten deutschen Universitäten errichtet [34, 40, 68].

Voraussetzung für die Patientensimulation war die Entwicklung von Simulatoren: Der erste Part-Task-Trainer war die von Laerdal 1958 entwickelte *Resusci-Anne*, die zunächst nur zum Training der Mund-zu-Mund-Beatmung mit Reklinationsmöglichkeit diente. Als Evidenz für die Wirksamkeit der Herzdruckmassage vorlag, wurde Resusci-Anne so weiterentwickelt, dass auch Thoraxkompressionen trainiert werden konnten [202]. Der erste computergesteuerte Simulator mit einem höheren Grad an Lebensechtheit (*fidelity*, siehe Kapitel 5.5 Rahmenbedingungen der Simulation) war *SimOne*, der zum Training von Narkoseeinleitung und Intubation entwickelt wurde und über einen analog-digitalen Hybridcomputer gesteuert

werden konnte [202]. SimOne hatte eine Spontanatmung, einen Herzschlag und synchronisierte temporale und karotidale Pulse, einen Blutdruck, konnte den Mund öffnen und schließen, zeigte einen Lidschlag und reagierte auf vier verschiedene intravenös zu verabreichende Medikamente und zwei Gase (Sauerstoff und Stickstoff), die über eine Maske oder einen Tubus appliziert wurden. Die physiologische Antwort erfolgte in Echtzeit und automatisch [1, 39]. Im 21. Jahrhundert ermöglichte die Entwicklung verschiedener weniger lebens echter aber preisgünstiger Modelle eine zunehmende Verbreitung der Patientensimulation, da zuvor die hohen Anschaffungskosten eines Simulators eine große Hürde dargestellt hatten. Zudem wurden Säuglings- und Neugeborenenmodelle entwickelt [181, 202].

5.3 Vorteile simulationsbasierter Lehre

Simulationsbasierte medizinische Lehre bietet einen Rahmen zum Erreichen von Professionalität in sog. HALO-Situationen (High acuity, low occurrence, siehe Kapitel 3.3.2 Ursachen mangelnder Leitlinienadhärenz). Dies ist so bedeutsam, da diese Situationen ein hohes Maß an technischer Kompetenz sowie mentaler Bereitschaft erfordern können, jedoch zu selten auftreten, als dass darin ohne Training eine Routine besteht [71].

Simulationstrainings bieten den großen Vorteil, dass **medizinische Fertigkeiten** realitätsnah trainiert werden können, ohne dass Patienten Schaden nehmen. Realitätsnah bedeutet, Fertigkeiten können nicht nur losgelöst von ihrem Kontext geübt werden, sondern **eingebettet in komplexe Situationen** und Interaktionen und den damit einhergehenden Stressoren und Rollenerwartungen. Es besteht im Gegensatz zum Umgang mit echten Patienten der Raum, Fehler zu machen und deren Konsequenzen zu erleben [146, 175].

Durch Simulation kann ein kritisches Event in kleinere Häppchen zerlegt werden, sowohl zum Erwerb medizinischer Kompetenzen, als auch zum Training von **Kompetenzen wie Teamleitung, Priorisierung und Kommunikation** [58].

Auf systemischer Ebene können durch das Zerlegen von Situationen **kritische Vorfälle analysiert**, menschliches Versagen identifiziert und eine neue Herangehensweise entwickelt werden [58, 60, 175].

Wiederholbarkeit und Anpassbarkeit sind große Vorzüge von Simulationstrainings: Fertigkeiten und Abläufe können beliebig oft geübt werden. Teilnehmende können unterschiedliche Rollen in derselben Reanimationssituation einnehmen, z.B. als Ersthelfer, Teammitglied und

Teamleiter [94]. Szenarien können nach Bedarf kreiert werden, besonders auch solche, die von der Norm abweichen [146]. Variablen können im Gegensatz zu denen realer Patienten einzeln eingestellt und standardisiert werden [50]. So können unerwünschte Einflussfaktoren minimiert werden und das Training kann auf den Lernenden, statt auf den Patienten abgestimmt und individuell an die Lernbedürfnisse angepasst werden. Durch die Möglichkeit einer standardisierten Auswertung der Leistung der Teilnehmenden können Bereiche identifiziert werden, in denen noch Lernbedarf besteht [39].

Veränderungen im Gesundheitswesen wie kürzere Krankenhausaufenthalte, höherer Patientendurchlauf, steigender Dokumentationsaufwand, kürzere Arbeitszeiten, weniger Dienste und mehr Teilzeit führen dazu, dass Assistenzärzte tendenziell weniger klinische Erfahrung in kritischen Situationen sammeln [58, 169]. Simulationstrainings können diesem Defizit begegnen und bieten eine verbesserte Vorbereitung auf Notfälle. Dadurch kann aus realen Notfallsituationen ein größerer Lernerfolg erzielt werden und der Transfer von theoretischer Lehre in die Praxis wird erleichtert [110, 146, 169].

5.4 Nachteile simulationsbasierter Lehre

In Bezug auf die Nachteile von Simulationstrainings werden am häufigsten die erforderlichen Ressourcen an Zeit und Finanzen sowie der häufig fehlende Zugang zu Simulationszentren und Ausrüstung genannt. Die Kosten simulationsbasierter Lehre übersteigen die Kosten anderer Lehrmethoden weit [58]. Geht man davon aus, dass durch die Trainings Todesfälle verhindert und Liegedauern verkürzt werden, würden dadurch ganz besonders in der Pädiatrie wiederum Kosten gespart: neben verringerten Kosten durch Reduktion der Verlegungen auf Intensivstation und verkürzte Krankenhausaufenthalte muss auch der Beitrag zur Wirtschaftskraft eines Landes in Betracht gezogen werden, den ein Kind durch die vor ihm liegenden Lebensjahre leistet [58]. Jedoch sollten aus ethischer Sicht unabhängig von den möglichen positiven finanziellen Auswirkungen für die Erhöhung der Patientensicherheit auch die damit verbundenen Kosten und Ressourcen nicht gescheut werden [58]. Neben den Finanzen ist auch der zeitliche Mehraufwand z.B. im Vergleich zu einer kurzen theoretischen Fortbildung zu nennen. Bei einem solchen Format kann mehr Personal gleichzeitig geschult werden, wohingegen eine Simulationsschulung für das ganze Team wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt. Ebenso wird die Umsetzung erschwert durch den personellen Aufwand, dessen ein Simulationstraining bedarf [149]. Bei ohnehin knapper Personaldecke ist eine

Hinführung und Literatur

zusätzliche Freistellung schwierig, sodass ein Training häufig in der Freizeit oder nach Dienstschluss stattfinden muss, um die alltägliche Patientenversorgung nicht weiter zu beeinträchtigen. Letzteres ist limitiert durch das Arbeitszeitgesetz. Eine ähnliche Problematik ergibt sich in der Bereitstellung von Instruktoren.

Eine Herausforderung in der simulationsbasierten Lehre stellt die Gewährleistung der Authentizität des Szenariums z.B. durch die limitierten Möglichkeiten zur Simulation physiologischer Zeichen des Patienten dar. Laut Gaba, einem der Pioniere des medizinischen Simulationstrainings, ist der offensichtliche Nachteil der Simulation, dass sie nicht Realität ist. Überall da, wo die Simulation nicht perfekt ist, können Ungenauigkeiten entstehen. Selbst bei Verwendung eines perfekten Simulators weiß der Betreffende, dass es sich um eine Simulation handelt, nicht um eine reale Situation. Dies kann eine Abweichung von der normalen Leistung hervorrufen: z.B. können Teilnehmende stärker mit Problemen rechnen, als sie es im Arbeitsalltag täten (sog. Hypervigilanz) oder aufgrund des Wissens um die Simulation eine zu unbekümmerte Haltung einnehmen (sog. Kavalierverhalten) [85, 149]. Die Bereitschaft der Lernenden, sich am simulatorgestützten Lernen zu beteiligen, ist ebenfalls nicht selbstverständlich, manche Teilnehmer stehen dem Trainingsformat zurückhaltend gegenüber [175].

Weiterhin ist ein Training abhängig von funktionierender Technik. Einschränkungen bei der Ausstattung können einen Mangel an klinischem Realismus, Computerfehlfunktionen oder Schwierigkeiten bei der Auslösung bestimmter klinischer Symptome mit sich bringen [175].

Einige Simulatoren bringen den Nachteil mit sich, dass sie nicht tragbar sind und daher die Simulationsumgebung nicht frei gewählt und optimal kontrolliert werden kann. Außerdem ist es schwierig, einen Simulator zu finden, an dem alle Kompetenzen geübt werden können, sodass im Sinne einer Hybrid-Simulation verschiedene Simulatorarten kombiniert werden müssen [73, 142].

Ein weiterer Kritikpunkt an Simulationstrainings ist die teils nicht befriedigende Akquise von Wissen und Fertigkeiten und der rasche Abfall an Kompetenz, der beobachtet wird [56, 91, 111, 163, 224]. Hier besteht Forschungsbedarf, wie nachhaltiger Wissens- und Kompetenzerhalt gewährleistet werden kann. Zudem belegen zwar einige Studien einen kurzfristigen individuellen Lernerfolg durch Simulationstrainings, jedoch ist die Evidenzlage bezüglich

Transfer in den klinischen Alltag und die Auswirkungen auf die tatsächliche Prognose der Patienten noch schwach [50, 58, 109, 134, 175]. Auch ein standardisiertes Assessment der resultierenden tatsächlichen klinischen Leistung von Ärzten und Studenten ist nur bedingt möglich. Dies liegt maßgeblich an einem wesentlichen Unterschied von medizinischer Simulation zur Simulation in der Luftfahrt. Dort kann die Leistung eines Piloten während einer Simulationsprüfung auf das reale Leben hochgerechnet werden, da das Flugzeug sehr exakt dem Simulator entspricht und die verschiedenen Flugzeuge genormt auf die gleiche Intervention reagieren. Die Komplexität und Unvorhersehbarkeit, die ein menschlicher Körper mit sich bringt, der Mangel an echten Daten pathologischer Zustände und die Einschränkungen der derzeitigen Simulatoren bedingen, dass ein wirklich realistisches Assessment selbst mit High-Fidelity-Simulatoren derzeit nicht möglich ist [146].

5.5 Rahmenbedingungen der Simulation

5.5.1 Fidelity

Die *Fidelity* (wörtlich: Wiedergabetreue, Genauigkeit, Glaubwürdigkeit) einer Simulation wird häufig definiert als das Ausmaß, zu dem der Simulator die Wirklichkeit, also Aussehen und Verhalten des simulierten Systems abbildet [23, 58, 81]. Demnach kann man Simulatoren in *low fidelity*-Simulatoren (LFS), *mid-fidelity*-Simulatoren und *high-fidelity*- (HFS) Simulatoren einteilen, je nachdem, wie nahe sie an das reale Vorbild heranreichen [23].

Allerdings umfasst der Begriff *Fidelity* deutlich mehr als nur die Echtheit des Simulatorgeräts: Nach Rehmann et al. lassen sich neben der *equipment fidelity*, die sich auf den Simulator bezieht, auch die Dimensionen der *environment fidelity* und die *psychological fidelity* unterscheiden.

Die *equipment fidelity* oder auch *physische/technische Fidelity* bemisst sich darin, wie realistisch der physische Kontext, also der simulierte Patient mit seinen körperlichen Symptomen, der Simulator, das Umfeld, die Ausrüstung, und die sonstigen Teilnehmer sind. Eine hohe physische Fidelity ist besonders wichtig, wenn technische Fähigkeiten isoliert präzise eingeübt werden sollen (z.B. Katheteranlage, Intubation) [185]. Die Erhöhung der technischen Fidelity des Simulators führt zwangsläufig zu einem Anstieg der Kosten [146]. Die Evidenzlage zu Lernerfolg und Transfer in Abhängigkeit von der Simulator-Fidelity (LFS vs. HFS) ist nicht eindeutig. Es lässt sich aus der Literatur aktuell nicht ableiten, dass ein höherer Grad an Simulator-Fidelity grundsätzlich besser bzw. effektiver ist [23, 56]. Prinzipiell sind sowohl LFS

Hinführung und Literatur

als auch HFS geeignet, um einen Leistungszuwachs zu erreichen [53, 152]. Es gibt Hinweise auf eine leichte Überlegenheit im Erwerb praktischer Fähigkeiten bei der Nutzung von HFS [45, 50, 71, 94, 109]. Ein systematisches Review von Cheng et al. ergab jedoch in Bezug auf die Langfristigkeit des Kompetenzerhalts keine nachweisliche Überlegenheit der HFS [55]. Greif et al. empfehlen aufgrund der erhöhten Realitätsnähe derzeit, dass Zentren, die über Mittel zur Anschaffung und Instandhaltung verfügen, HFS bevorzugt verwenden sollen [94].

Die *environment fidelity* oder auch *konzeptionelle Fidelity* beschreibt, inwiefern Bewegungsabläufe, visuelle und andere sensorische Informationen aus der Arbeitsumgebung realistisch vermittelt werden [23]. Hierzu gehört zudem die Stimmigkeit der Konzeption des Szenariums: hängen die Elemente sinnvoll zusammen, passen beispielsweise die Vitalzeichen zur Diagnose? Um dies zu gewährleisten, sollten Experten die Szenariums entwerfen und eine Pilot-Testung durchführen [50].

Die *psychologische Fidelity* umfasst Faktoren, die die simulierte Situation auf Ebene der psychischen Wahrnehmung authentisch wirken lassen [23]. Dazu zählt beispielsweise, ob aktive Kommunikation mit dem Patienten möglich ist. Je nach Szenarium können das Vorhandensein von Nebengeräuschen, Ablenkungen, Zeitdruck, konkurrierende Prioritäten oder auch die Anwesenheit von Angehörigen und weiteren Team-Mitgliedern zu einer hohen psychologischen Fidelity beitragen. Je höher die psychologische Fidelity, umso realistischer werden die Lernenden in die Erfahrung eintauchen [140]. Dieses Phänomen nennt sich *suspension of disbelief* (übersetzt: Aussetzen des Unglaubens) und bedeutet, dass die Teilnehmer vorübergehend vergessen, dass es sich um eine Simulation handelt [11, 23, 104]. Sie interagieren mit dem Simulator, wie sie es in einer realen Situation tun würden [110]. So werden ihre tatsächlichen Fähigkeiten offensichtlich [140]. Die psychologische Fidelity ist insbesondere für das Erlernen der erforderlichen nicht-technischen und Teamwork-Fähigkeiten von hoher Bedeutung [125]. Zudem wird vielfach davon ausgegangen, dass eine hohe psychologische Fidelity den Kompetenztransfer in den Alltag verbessert [23], allerdings ist dies nicht unbestritten [92, 99, 167].

Die genannten Dimensionen der Fidelity überschneiden und ergänzen sich: Beispielsweise können sowohl konzeptionelle als auch technische Faktoren dazu beitragen, die psychologische Authentizität von Szenarien zu erhöhen [23]. Umgekehrt kann jedoch selbst die beste

technische Ausstattung niemals eine wohl durchdachte Konzeption ersetzen [23, 170]. Da eine höhere Fidelity nicht automatisch zu besseren Lernergebnissen führt, sollte bei der Konzeption gründlich erwogen werden, welche Dimensionen und welches Maß an Fidelity zum bestmöglichen Erreichen der Lernziele erforderlich und kosteneffektiv sind [186].

5.5.2 Simulatorarten

Simulatoren können unterschiedlich klassifiziert werden. Man unterscheidet [146, 152]:

- *Simulationspatienten*
- *Computerbasierte Systeme*
- *Virtual reality und haptische Systeme*
- *Part task-Trainer*
- *Simulatormannequins*

Simulierte Patienten (oder auch *standardisierte Patienten*) sind die Simulatoren mit der höchsten Fidelity. Standardisierte Patienten sind Schauspieler, die zur Ausbildung und Auswertung von Anamnesen, körperlichen Untersuchungen und Übung von Kommunikationssituationen dienen. Ihr Einsatz beschränkt sich jedoch hauptsächlich auf die Vermittlung von Kommunikations- und zwischenmenschlichen Fähigkeiten [146, 181].

Mit **computerbasierten Systemen** können Aspekte der menschlichen Physiologie oder Pharmakologie, simulierte Aufgaben oder Umgebungen modelliert werden. Solche Programme sind günstig und können von vielen genutzt werden. Das System kann dem Anwender ein direktes Feedback geben. Ein Beispiel wäre ein Computerprogramm zur Simulation des Herzschlags und des EKGs, bei dem verschiedene Parameter verstellt werden können und eine Defibrillation durchgeführt werden kann. Das EKG liefert direktes Feedback über den Erfolg der Maßnahme.

Virtuelle Realitäten und haptische Systeme beruhen auf einer computerbasierten Technologie. Sie stellen virtuelle Objekte oder Umgebungen für alle menschlichen Sinne so dar, dass diese dem natürlichen Gegenstück gleichen. Ein Beispiel sind Laparoskopie-/ Endoskopietrainer.

Part-task-Trainer sind einfache anatomische Modelle von Körperteilen, die den Normalzustand oder eine Krankheit simulieren können. Diese Modelle werden verwendet, um grundlegende motorische Fähigkeiten wie Kanülierung oder Venenpunktion zu trainieren. Sie sind relativ günstig [146, 181].

Simulatormannequins sind vollständige Puppen, die für Simulationsszenarien verwendet werden können [50]. Sie erlauben die Durchführung von Prozeduren wie Maskenventilation, Herzdruckmassage, Intubation oder die intravenöse oder intraossäre Zugangsanlage. Simulatormannequins können nach ihrer Fidelity in High-, Medium-/ Intermediate- und Low-Fidelity-Simulatoren eingeteilt werden [58]. LFS sind einfache Simulatoren ohne Computeranschluss, die keine Reaktion auf den Anwender hervorbringen. Intermediate-fidelity-Simulatoren sind Puppen, die mit einfachen Computerprogrammen kombiniert werden. Sie sind häufig instruktorgesteuert. Das bedeutet, dass ein Instruktor entsprechend des Szenariums auf einen Monitor die physiologischen Parameter einspielt und die Funktionen der Puppe steuert [146].

HFS reagieren auf den Anwender und seine Interventionen, zeigen Vitalzeichen und sichtbare körperliche Veränderungen [54]. Mithilfe von mathematischen Algorithmen wird über einen Computer die Atmungs- und Herz-Kreislauf-Physiologie des Simulators gesteuert. Solche Simulatoren sind aufgrund ihrer Komplexität sowohl in Bezug auf die Anschaffungs- als auch auf die Betriebskosten sehr kostspielig [157].

5.5.3 Umfeld

Eine Simulation kann in der tatsächlichen Arbeitsumgebung der Teilnehmenden (*in-situ*) oder in einem Simulationszentrum (*off-site*) erfolgen. Bei der *in-situ*-Simulation können neben den Lerneffekten auf individueller und Team-Ebene möglicherweise vorhandene latente Systemfehlerquellen, die zu medizinischem Versagen führen können, identifiziert und behoben werden [174]. Dies führt zu direkten organisatorischen Veränderungen am Arbeitsplatz und kann die Patientensicherheit erhöhen [201]. Somit adressieren *in-situ*-Simulationen auch die Systemebene, statt optimale Performance nur über die Förderung der individuellen Kompetenz zu erreichen, und sind in dieser Hinsicht den *off-site* Trainings überlegen [174]. In Bezug auf den individuellen Lernerfolg und das Erlernen von Team-Kompetenzen variieren die Studienergebnisse: in vielen Studien unterscheiden sich die beiden Ansätze insbesondere in ihrer langfristigen Effektivität nicht nachweislich [64, 77, 168, 189], allerdings bewerten manche Teilnehmer *in-situ*-Trainings als authentischer [56, 63, 201].

Beide Vorgehensweisen haben ihre Berechtigung und bringen verschiedene Vor- und Nachteile mit sich. Beim *in-situ*-Training ist die Übertragbarkeit auf das tatsächliche Berufsleben einfacher. Der erhöhte Grad an Realitätsnähe muss abgewogen werden gegen die logistischen

Herausforderungen, die ein Training im Klinikum selbst mit sich bringen kann [56]. Die Implementierung von in-situ-Trainings in den klinischen Alltag kann insbesondere bei Personalknappheit mit der Gewährleistung hochqualitativer Patientenversorgung konkurrieren, und die Umsetzung ist besonders in Zeiten hoher Patientenzahlen, großen Zeitdrucks sowie personeller und räumlicher Knappheit erschwert [174]. Personal könnte außerdem aus Angst, dass die von ihnen geführte Arbeitsumgebung und ihre eigene Leistung bewertet und evaluiert wird, vor der Teilnahme zurückschrecken [174]. Beim off-site-Training können Störfaktoren reduziert und unerwünschte Unterbrechungen vermieden werden: Teilnehmer müssen tatsächlich von der Arbeit freigestellt werden und stehen dem Training uneingeschränkt zur Verfügung. Zudem wird die wichtige Fähigkeit trainiert, sich in einem unbekanntem Arbeitsumfeld zurechtzufinden [201]. Allerdings ist ein off-site-Training teurer und aufwändiger und es ist schwierig, interdisziplinäre Teams zum selben Termin freizustellen [58].

5.5.4 Ablauf

Ein Simulationstraining kann auch bei höchster Fidelity immer nur so gut sein wie das Bildungsprogramm, in das es eingebettet ist: Eine schlecht vorbereitete oder ungeplante Simulation birgt die Gefahr des Erlernens falscher Verhaltensweisen. Jeglicher Unterschied in der Ausübung der zu erlernenden Fertigkeit am Simulator zur tatsächlichen klinischen Praxis muss daher dem Lernenden deutlich vermittelt werden [146]. Fehlt ein effektiver Lehrplan, kann dies zu unzusammenhängendem Lernen ohne geplante Möglichkeiten zur Überprüfung und Vertiefung des Wissens führen [175]. Daher erfordert Simulationstraining eine gezielte Planung inklusive Festlegung von Lernzielen [58].

Eine Simulation besteht aus den Komponenten Design, Briefing, Immersion und Debriefing/Feedback [58].

Design: Das Design des Simulationstrainings ist von grundlegender Wichtigkeit, sowohl um den Teilnehmenden eine effektive Simulationserfahrung zu bieten, als auch um konsistente Trainingsergebnisse zu erhalten [140]. Zunächst sollte eine Analyse des Lernbedarfs erfolgen und daraus spezifische und messbare Lernziele formuliert werden [58, 140]. Lioce formuliert, dass die genaue Modalität der Simulation festgelegt werden muss: es können je nach Lernziel elektronische Patientensimulatoren, part-task-Trainer oder standardisierte Patienten gewählt werden, oder eine Kombination mehrere Modalitäten, also eine „Hybrid-Simulation“ genutzt

Hinführung und Literatur

werden [140]. Nach Lioce et al. sollte dabei bedacht werden, welcher Grad an Fidelity nötig ist und wie dieser erreicht wird. Festgelegt wird der Inhalt des Szenariums (Situation, Hintergrundgeschichte, klinischer Verlauf), der Zeitrahmen und die Struktur: Es wird eine Ausgangssituation und Endpunkt sowie die erwarteten Aktivitäten der Teilnehmer zwischen beiden Punkten definiert. Der Endpunkt kann der Punkt sein, wenn die erwarteten Lernziele erreicht wurden, oder wenn die Zeit abgelaufen ist oder wenn das Szenarium nicht weitergehen kann. Es sollte ein Skript des Szenariums erstellt werden, um Konsistenz und Standardisierung zu gewährleisten und damit die Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit des Szenariums zu erhöhen. Unbeabsichtigte Abweichungen vom geplanten Dialog können Ablenkungen verursachen, die die Lernziele beeinträchtigen können. Auch der Ablauf von Briefing und Debriefing sollte möglichst schriftlich festgehalten werden. Zudem sollte die Qualifizierung der Instruktoren und Moderatoren festgelegt werden. Der didaktische Ansatz sollte konsistent sein. Ist eine Evaluation der Leistung geplant, sollte bereits im Voraus festgelegt werden, wie diese erfolgen soll und wie die Validität sichergestellt werden kann [140].

Briefing: Vor der eigentlichen Simulation sollte eine Einführung stattfinden, in der der Ablauf des Trainings erklärt wird und Lernziele vermittelt werden, sodass der Lernprozess zielgerichtet erfolgen kann [58]. Hierbei wird der Kenntnisstand der Teilnehmer erfragt und es werden Erwartungen von Teilnehmern und Lehrenden ausgetauscht [140]. Dadurch wird Vertrauen aufgebaut und ein von Integrität und Respekt geprägter Rahmen geschaffen. Ein gutes Briefing macht die Lernenden aufnahmefähiger für ein anschließendes Feedback [53]. Es können Grundregeln für die Simulation festgelegt werden, z.B. ob Medikamente wirklich gespritzt werden oder die Verabreichung nur verbal erfolgt [35]. Die Teilnehmer bekommen im Briefing die Möglichkeit, sich mit Ausrüstung, Simulator und Rollen vertraut zu machen [140]. So werden unnötige Stressfaktoren reduziert, die das Arbeitsgedächtnis und den langfristigen Lerneffekt beeinträchtigen können [35]. Auch die Schilderung des Simulationsszenariums gehört zum Briefing; im Optimalfall wird ein für das jeweilige Szenarium entworfener schriftlicher und standardisierter Briefingplan verwendet [140].

Immersion: Daran anschließend erfolgt die eigentliche Simulation. Die Teilnehmer sollen in die simulierte Situation eintreten (Immersion = Eintauchen) und durchlaufen das Szenarium [58].

Abschließend erfolgt **Debriefing und Feedback**: Die Begriffe Debriefing und Feedback werden in der Literatur teilweise unscharf getrennt. Feedback ist ein Teil des Debriefings und ist definiert als die Rückmeldung an den Teilnehmer über seine Leistung im Vergleich zu einem Standard. Dies kann auch schon in den Übungsprozess integriert sein oder automatisch generiert werden, beispielsweise durch einen Simulator, der die Qualität der Herzdruckmassage zurückmeldet. Feedback kann mehrdirektional erfolgen: Feedback der Teilnehmenden zu ihrem eigenen Erleben, Feedback der Teilnehmenden untereinander (Peer-Feedback) sowie des Moderators an die Teilnehmenden [38]. Feedback ist am effektivsten, wenn Teilnehmende es aktiv suchen und die Offenheit und Bereitschaft mitbringen, es umzusetzen [29, 65, 79, 130, 155, 219]. Andererseits kann es sogar negative Effekte mit sich bringen, wenn es zu Ängsten und Abnahme des Selbstwertgefühls führt [56, 79, 188]. Es sollte daher spezifisch, zeitnah, umsetzbar und auf die Lernenden zugeschnitten sein und sowohl gut durchgeführte Aspekte als auch Bereiche mit Verbesserungspotential benennen [53, 56, 138]. Gestützt wird dies durch den lerntheoretischen Ansatz des Kolb'schen Lernzyklus [15]. Dieses Modell besagt, dass Lernen beim Erwachsenen durch die Abfolge von praktischer Übung, Nachbesprechung und erneuter Anwendung stattfindet [126].

Debriefing hingegen ist eine reflektierende Nachbesprechung des abgelaufenen Szenariums. Es enthält ein Feedback über die Leistung, geht aber darüber hinaus, indem die Abläufe innerhalb der Simulation, Vorfälle, die Kommunikation und Interaktion analysiert werden und Aspekte zur Umsetzung in der klinischen Praxis besprochen werden können [52]. Leistung bezieht sich sowohl auf die zu bewältigenden medizinischen Aufgaben (z.B. die Einhaltung eines Reanimationsalgorithmus, die Durchführung von Herzdruckmassage, Masken-Beutel-Beatmung oder Defibrillation) als auch auf die Teamarbeit [37, 56, 177, 216]. Teil der Nachbesprechung ist ebenfalls das Erstellen eines Handlungskonzepts für den Berufsalltag (**Action Plan**), um die Übertragbarkeit in den Arbeitsalltag zu fördern [58].

Debriefing und Feedback erfordern eine Strukturierung durch einen gut geschulten und vorbereiteten Moderator und sollten am besten standardisiert mithilfe eines Skripts erfolgen [53, 140].

Das Debriefing trägt wesentlich zum Lerneffekt und zur zukünftigen Performance der Teilnehmenden bei und nimmt damit einen entscheidenden Stellenwert innerhalb des Simulationstrainings ein [53, 94, 177].

5.6 Evaluation von Simulationstrainings

5.6.1 Allgemeines

Simulationstrainings führen nachweislich zu einer unmittelbaren Verbesserung der medizinischen Leistung und damit Leitlinienadhärenz [89, 183]. Dies ist aber nicht die einzige Ebene, auf der der Effekt eines Trainings gemessen werden sollte. Entscheidend ist, ob Simulationstrainings einen Effekt auf das Patientenoutcome haben. Der Wissenstransfer vom Simulator in die klinische Praxis wird oft angenommen, aber die Gültigkeit dieser Annahme ist nicht durchgängig nachweisbar [109, 175].

Aktuell geltende Reanimationsleitlinien sehen eine schnellstmögliche Initiierung einer Herzdruckmassage bei Herz-Kreislauf-Stillstand, sowie eine schnellstmögliche Defibrillation bei Vorliegen von VF bzw. VT vor (ERC). Dies beruht darauf, dass eine frühere Einleitung dieser Maßnahmen beim erwachsenen Patienten mit einem besseren Patientenüberleben verbunden ist [48, 215]. In der Pädiatrie ist dies für die Defibrillation nicht eindeutig belegt [105]. Autoren schlussfolgern daraus, dass bei besserer Leitlinienadhärenz der Behandlungsteams in Folge eines Trainings, d.h. zügigerer Initiierung der Wiederbelebungsmaßnahmen und Defibrillation, ein verbessertes Outcome bei realen Ereignissen zu erwarten ist [89]. Die Zeit bis zur Einleitung von Thoraxkompressionen sowie der Defibrillation wird als Surrogatparameter verwendet, um die Auswirkungen auf das Patientenoutcome abzuschätzen.

Um den Effekt von Simulationstrainings differenzierter zu evaluieren, soll daher hier auf die vier Ebenen zur Messung des Trainingseffekts nach Kirkpatrick (I-IV) eingegangen werden [121]. Eine ähnliche Einteilung findet sich bei McGaghie (T1-T3) [150]:

- I) Feedback der Teilnehmer
- II = T1) Wissens- und Kompetenzzuwachs
- III = T2) Verhalten im klinischen Alltag (Integration der Fähigkeiten in die tägliche Praxis)
- IV = T3) Patientenoutcome

Die erste Ebene, die direkte Resonanz der Teilnehmer, ist sehr einfach durch einen Fragebogen zu ermitteln. In Bezug auf Simulationstrainings ist diese Resonanz weitgehend sehr positiv, wie Mileder et al. in einer systematischen Review zeigen konnten [152]. Jedoch spiegelt sie nur die

Hinführung und Literatur

subjektive Einschätzung der Lernerfahrung wieder und nicht den tatsächlichen Zugewinn an Wissen oder Fähigkeiten [66, 152, 175, 213].

Die Ebene II der Wissens- und Kompetenzzuwachs, ist messbar durch Wissenstests und Test-Szenarien im Anschluss an ein Training. Auf dieser Ebene vorliegende Studien konzentrieren sich auf Lernergebnisse in einer kontrollierten, simulierten Umgebung [152]. Verschiedene Studien belegen bereits den Wissens- und Kompetenzzuwachs durch Simulationstrainings [89, 164, 220], sowie ebenfalls den Rückgang der Fähigkeiten nach einigen Monaten [36, 67, 98]. Auch unsere Studie ist hier einzuordnen.

Der nächste Schritt (Ebene III) ist die Evaluation der Auswirkungen auf das Verhalten in der klinischen Praxis, also die Übertragbarkeit des Gelernten. Die Forschung auf dieser Ebene bewertet den Transfer von Wissen oder Fähigkeiten aus dem Ausbildungslabor in die Patientenversorgung [152]. Aufgrund der relativen Seltenheit und Unvorhersehbarkeit des Zeitpunkts von Ereignissen (Herz-Kreislauf-Stillstand) in der klinischen Praxis ist dies naturgemäß schwer zu messen. Es gibt jedoch wachsende Evidenz dafür, dass Fähigkeiten aus dem Simulationstraining in die Patientenversorgung übertragen werden [152]. Dazu drei Beispiele aus der Erwachsenenmedizin: Eine Studie von Schneider et al. untersuchte beispielsweise Zeitabstände zu wichtigen Schlüsseleingriffen (wie Defibrillation; Intubation) aus Tonbandaufnahmen von präklinischen Herzstillständen vor und nach der Einführung eines ALS-Trainings [192]. Hierbei konnte eine Verbesserung des Managements von Herz-Kreislauf-Stillständen in der klinischen Praxis nach Einführung der Trainings belegt werden. Barsuk et al. verglich das herkömmliche Verfahren zum Erlernen der Anlage eines zentralen Venenkatheters ("see one, do one") mit einem simulationsbasiertem Training [21]. Die Assistenzärzte, die am Simulator geübt hatten, zeigten eine bessere Leistung an echten Patienten mit höheren Erfolgsraten, weniger Punctionen und weniger arteriellen Fehlanlagen. Schroedel et al. verglich eine Gruppe, die ein vierstündiges Simulationstraining zu Kreislaufchock, respiratorischem Versagen und mechanischer Beatmung erhalten hatten, mit einer Gruppe, die herkömmlichen Unterricht (Theorie und Unterricht am Krankenbett) erhielt [193]. Die Assistenzärzte, die am Simulationstraining teilgenommen hatten, waren in einer standardisierten Prüfung am Krankenbett überlegen.

Die Ergebnismessung der vierten Ebene betrachtet die Auswirkungen auf die Patientengesundheit und das öffentliche Gesundheitswesen [95, 150, 152]. Diese Ebene zu

evaluieren ist besonders komplex, da viele Faktoren wie Änderungen in Reanimationsrichtlinien, Ausrüstung und Personal, Patienten, die nicht reanimiert werden sollen, und das Vorkommen anderer Bildungsmaßnahmen außer Simulationstrainings Einfluss nehmen können.

5.6.2 Auswirkung von Simulationstrainings auf die Patientenprognose

Daten ausgewählter Krankenhäuser in Großbritannien geben Anhaltspunkte zur Auswirkung von Simulationstrainings auf die Mortalität, allerdings im Bereich der Erwachsenenreanimation [97]: Vor der Einführung eines standardisierten Reanimationstrainings betrug das Gesamtüberleben bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus 17%, wobei Patienten, die eine Defibrillation benötigten, eine Überlebensrate von 21% aufwiesen. Zehn Jahre später hatten 50.000 Mediziner im Rahmen des ALS-Kurses ein Simulationstraining zur Reanimation durchlaufen. Das Überleben bis zur Entlassung im Rahmen der nationalen Erhebung 1997 war leicht gestiegen, unter den Patienten mit schockbaren Rhythmen jedoch zeigte sich eine deutliche Erhöhung des Überlebens (Überlebensrate von 43%). Trotz mehrerer Störfaktoren, die diese Vergleiche einschränken, wurde das eingeführte Reanimationstraining zumindest als einer unter mehreren Faktoren angesehen, die zu dieser Verbesserung des Überlebens beigetragen haben [47, 97, 175].

Im pädiatrischen Bereich konnte eine retrospektive Studie von Baker et al. einen Unterschied in der erfolgreichen Intubation und Zugangsanlage bei Patienten, die von PALS-trainiertem Personal behandelt wurden, im Vergleich zu Patienten, die von nicht-PALS-trainiertem Personal behandelt worden waren, nachweisen. Diese Studie untersucht auf Ebene III die Umsetzung erlernter Fähigkeiten im klinischen Alltag sowie Ebene IV. Die Mortalitätsraten zwischen den beiden Gruppen unterschieden sich nicht [18].

Weiterhin gibt es Studien auf Ebene III und IV, die Trainings spezieller Notfallteams untersuchen. Diese sind nicht ohne Weiteres vergleichbar mit Trainings für gewöhnliche Klinikmitarbeiter in der normalen Stationsarbeit, da die Teams immer wieder in derselben Konstellation miteinander arbeiten und Notfällen häufiger ausgesetzt sind. Die Übertragbarkeit und Generalisierbarkeit dieser Studien ist zusätzlich dadurch eingeschränkt, dass es sich bei den Interventionen um regelmäßige (wöchentlich bis monatlich) kurze Trainings handelt, nicht um einen Standard-PALS-Kurs oder daran angelehnte Konzepte. Dennoch geben sie Hinweise auf eine steigende Überlebensrate nach Einführung von Reanimationstrainings und sollen

daher kurz erwähnt werden. Alle drei folgenden Studien erfolgten monozentrisch und an interprofessionellen Teams: Andreatta et al. zeigte, dass „mock-code“-Simulationstrainings pädiatrischer Reanimationsteams zu einer Erhöhung der Überlebensraten führten, korrelierend mit der Anzahl der Szenarien, die von den Teilnehmern durchlaufen worden waren [11]. Bei dieser Studie erfolgten über zwei Jahre verteilt viele und in der Häufigkeit zunehmende, unangekündigte Test-Alarme (sog. *mock codes*) an das zuständige Notfallteam. Theilen et al. konnten nach der Einführung eines wöchentlich trainierenden pädiatrischen Notfallteams nachweisen, dass kritisch kranke pädiatrische Patienten früher erkannt, häufiger von Oberärzten konsultiert und schneller auf die Intensivstation verlegt wurden [207, 208]. Es kam zu einem Rückgang der damit verbundenen Intensivverlegungen und der Intensivverweildauer. Dies führte zu einer messbaren Kostenreduktion. Auch in der ebenfalls pädiatrischen Studie von Knight et al. wurde nach der Einführung eines Trainings von „Code-Teams“ ein Anstieg des Überlebens bis zur Entlassung nachgewiesen [123]. Die regelmäßig trainierten Teams zeigten eine bessere Leitlinienadhärenz in realen Reanimationsituationen als nicht trainierte Mitarbeiter. Eine signifikante Veränderung des neurologischen Outcomes zwischen Aufnahme und Entlassung konnte nicht nachgewiesen werden.

Obwohl die erwähnte Literatur Hinweise darauf gibt, dass Simulationstrainings die Prognose des kindlichen Herz-Kreislauf-Stillstands verbessern, bleibt die Aussagekraft von Studien auf Ebene IV dadurch begrenzt, dass es nicht möglich ist, den Trainingseffekt durch das Simulationstraining von anderen Einflussfaktoren zu trennen [175]. Die Evidenzlage in Bezug auf den Effekt von Trainings auf die Patientensicherheit ist daher sehr schwach [38].

5.6.3 Studienlage zur Langfristigkeit des Wissens- und Kompetenzerhalts

5.6.3.1 Allgemeines

Studien, die den Erhalt von Reanimationskenntnissen und -fähigkeiten untersuchen, deuten darauf hin, dass bereits ca. sechs bis zwölf Monate nach einem Training oder sogar früher ein deutlicher Wissens- und Kompetenzabfall stattfindet und Fähigkeiten schneller abnehmen als Wissen [25, 74, 91, 106, 163, 183, 224]. Die einzelnen Studienergebnisse variieren erheblich, weil das Studiendesign unterschiedlicher Arbeiten äußerst heterogen ist und kein Standard zur Evaluation existiert [153]. Folglich ist der genaue Zeitpunkt, wann die Qualifikation abläuft und eine Rezertifizierung erfolgen sollte, noch immer unbekannt [172].

5.6.3.2 Wissens- und Kompetenzverlauf nach pädiatrischen Kursformaten

Insbesondere im pädiatrischen Bereich mangelt es an großen, gut konzipierten Studien, die den Erhalt von Reanimationskenntnissen und -fähigkeiten untersuchen.

Betrachtet man Studien, die den Erhalt kognitiver und prozeduraler Fertigkeiten nach PALS-Kurs untersuchen, findet sich überwiegend, dass sowohl Wissen als auch praktische Fähigkeiten innerhalb von vier bis zwölf Monaten rückläufig sind [30, 72, 111, 221]. Gleiches bestätigen Nachuntersuchungsdaten anderer pädiatrischer Simulationstrainingsformate [41, 154, 183]. Einige Studien prüfen nur den Wissensrückgang [74, 91] oder nur die Entwicklung der prozeduralen Fertigkeiten [41, 183].

Die erwähnten Studien kommen zu folgenden Ergebnissen:

Betrachtet man die kognitiven Fertigkeiten genauer, und differenziert dabei weiter zwischen Basis- und Detailwissen, findet sich bei Grant et al., dass Ersteres in dem Studienkollektiv gut erhalten blieb, Letzteres hingegen zurückging [91].

Beim Vergleich des Erhalts von Wissen gegenüber praktischen Kompetenzen kommen Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Überwiegend zeigt sich, dass prozedurale Fähigkeiten schneller bzw. stärker abfallen als kognitive [30, 72].

Die Nachuntersuchungen wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt, häufig nach vier [41, 74, 91, 111, 183], nach acht [72, 91, 111, 183] und/oder nach zwölf Monaten [72, 91, 221]. Evaluationsinstrumente waren Multiple-Choice-Fragen und Skillstest [30, 72, 91, 111, 154, 221], nur Skillstest [41, 183] oder Telefoninterviews [74]. Das Teilnehmerkollektiv bestand in den meisten Studien nur aus Ärzten [30, 41, 72, 74, 91, 111, 154, 183], selten war es interprofessionell [221].

5.6.3.3 Studien in der Neugeborenen- und Erwachsenenmedizin

Ähnliche Ergebnisse aus o.g. pädiatrischen Studien finden sich auch bei Daten, die im Rahmen des *Neonatal Resuscitation Programm*⁴ (NRP) sowie in der Erwachsenenmedizin erhoben wurden. Die meisten Studien zeigen auch hier einen deutlichen Wissens- und Kompetenzrückgang innerhalb der ersten Monate nach einem Training [36, 66, 114, 139, 224]. Abweichend davon konnten zwei Studien einen längeren Wissensverlust von 18 Monaten [98]

⁴ Das NRP-Programm ist ein mehrfach evaluiertes, organisiertes Programm zur Neugeborenenreanimation in den USA und Kanada, bestehend aus einem eintägigen Kurs zur Schulung für Allgemeinmediziner.

und bis zu zwei Jahren nachweisen [31]. Bezüglich des Ausmaßes des Kompetenzrückgangs praktischer Fertigkeiten kommen Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Teilweise kommt es zu einem sehr deutlichen Rückgang bis auf Prä-Trainingsniveau [67], in anderen Untersuchungen bleiben Kompetenzen trotz nachweisbarer Verschlechterung oberhalb des Ausgangslevels [60].

5.6.4 Studienlage zum Effekt von Auffrischstrategien

Sullivan et al. unterteilt die Auffrischungskonzepte in „Maintenance“- , „Booster“- und „Refresher“-Trainings, welche wie folgt definiert werden [203]: Maintenance-Trainings finden in einer hohen Frequenz aber niedrigen Intensität statt, und wollen den Lernstand des Primärtrainings weitestgehend konstant halten. Booster-Trainings setzen an, wenn es bereits zu einem gewissen Kompetenzabfall gekommen ist, jedoch immer noch ein ausreichendes Leistungsniveau vorhanden ist. Refresher-Trainings werden dann durchgeführt, wenn der Kompetenzabfall wie im Falle unserer Ergebnisse, bereits ein Niveau erreicht hat, das unterhalb des gesetzten Mindestmaßes liegt. Ziel von Auffrischstrategien sollte sein, mindestens als Booster-, besser noch als Maintenance-Konzept zu wirken, also anzusetzen, bevor die Kompetenz auf ein mangelhaftes Niveau gefallen ist [203].

Studien, die den Wissens- und Kompetenzerhalt durch Auffrischinterventionen gegen eine Kontrollgruppe verglichen, zeigen sehr heterogene Ergebnisse. Unterschiede in den untersuchten Auffrischstrategien und Studienkonzepten schränken Vergleiche ein. Einige Studien aus der Pädiatrie [111] und Neonatologie [24] können eine Überlegenheit der Interventionsgruppe mit Auffrischstraining zeigen, in einer neonatologischen Studie zeigte sich dies nicht [114]. Eine Überlegenheit der Interventionsgruppe fand sich bei einer Studie lediglich in der Gesamtleistung, nicht in prozeduralen Einzelfähigkeiten [111], in einer anderen Studie in prozeduralen Fähigkeiten sowie Teamwork [24]. Eine Studie gibt Hinweise darauf, dass der Zeitpunkt einer Intervention bedeutsam sein kann: eine frühere Intervention einen Monat nach Initialtraining zeigte sich effektiver als eine Intervention nach vier Monaten [182]. Darüber hinaus belegt eine Studie aus dem Bereich der Erwachsenenmedizin, dass die Leistung mit der Trainingsfrequenz (zwei-, drei- oder sechsmonatig) bzw. daraus resultierender Trainingshäufigkeit (ein/zwei/dreimal innerhalb von sechs Monaten) korreliert [204]. Eine weitere Studie aus dem Erwachsenenbereich, die innerhalb von drei Monaten vier

zweistündige Auffrisch-Einheiten einsetzte, konnte dadurch einen Kompetenzerhalt bis 14 Monate nachweisen [220].

Manche dieser Studien untersuchen pädiatrische Kursformate [111, 182], andere das NRP [24, 114] oder entstammen aus der adulten Notfallmedizin [204, 220]. Untersucht wurden monoprofessionell Ärzte [24, 111, 114, 182, 220] bzw. Pflegepersonal [204]. Auffrischinterventionen fanden zu unterschiedlichen Zeitpunkten und teilweise mehrfach [204, 220] statt. Interventionszeitpunkte waren beispielsweise nach drei [182, 204], vier [111], sechs [182, 204] und nach neun Monaten [24]. Das Intervall bis zur Nachuntersuchung reicht von drei [182] bis 15 Monate [24].

6. Fragestellung

In der Literaturübersicht wurde deutlich, dass es noch weiterer Arbeiten bedarf, um das optimale Trainingsintervall sowie Methodik, Inhalt und Dauer von Simulationstrainings festzustellen, damit ein Erhalt von Wissen und Kompetenzen gewährleistet ist [89, 111, 175]. Unsere Studie möchte hier anknüpfen und untersucht multizentrisch und interprofessionell den Kompetenzerhalt sechs und zwölf Monate nach zweitägigem Simulationstraining für pädiatrische Reanimation.

Die folgenden Fragestellungen sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersucht werden:

- Ist die Leistung interprofessioneller Teams sechs Monate nach einem Simulationstraining gleichbleibend, schlechter oder besser als direkt im Anschluss an das Training?
- Ist die Leistung interprofessioneller Teams zwölf Monate nach einem Simulationstraining ohne zwischenzeitliche Intervention gleichbleibend, schlechter oder besser als direkt im Anschluss an das Training?
- Welche Rolle spielt eine Nachuntersuchung nach sechs Monaten für die Leistung nach zwölf Monaten? Gibt es einen Unterschied in der Leistung von Teams, die nur nach zwölf Monaten nachuntersucht wurden, gegenüber denen, die nach sechs und zwölf Monaten nachuntersucht wurden?
- Inwiefern wirken sich Merkmale des Teamleiters auf die Teamperformance aus? Gibt es abhängig von dem Berufsstatus, dem Geschlecht, oder weiteren Kursen der Teamleiter Unterschiede im Kompetenzerhalt der Teams?

Material und Methoden

1. Kurzbeschreibung der Studie

Die vorliegenden Studiendaten wurden im Nachgang eines vom Hessischen Ministerium für Soziales und Integration (HMSI) finanzierten Simulationstrainings für pädiatrische Notfallversorgung an hessischen Kinderkliniken erhoben. Aus den erhobenen Daten entstanden unter der Leitung von Hr. PD Dr. med. A. Leonhardt und Fr. Dr. med. N. Mand, Fachärzte für Kinder- und Jugendmedizin am Universitätsklinikum Marburg, mehrere Arbeiten, von denen diese Dissertation eine ist. Dabei wurde die Leistung interprofessioneller pädiatrischer Teams anhand standardisierter Simulationsszenarien untersucht, die per Videoaufzeichnung dokumentiert und anhand einer validierten Checkliste ausgewertet wurden.

Die Datenerhebung für die vorliegende Studie fand zwischen Januar und Dezember 2018 statt. Ein positives Ethikvotum lag vor (Aktenzeichen Studie 172/16).

Im Folgenden erfolgt zunächst eine Beschreibung des initialen Simulationstrainings, des Studienkollektivs, der Instrukturen und Materialien. Anschließend wird eine Darstellung der Untersuchungsdurchführung und der Untersuchungsinstrumente vorgenommen und ein Überblick über die Datenauswertung sowie die statistischen Methoden gegeben.

2. Beschreibung der Stichprobe

2.1 Rekrutierung für das Training und die Initialstudie

2.1.1 Rekrutierung der Kliniken für das Training und die Initialstudie

Das Simulationszentrum Mittelhessen erhielt 2016 vom Hessischen Ministerium für Soziales und Integration (HMSI) den Auftrag, pädiatrische Simulationstrainings an allen hessischen Kinderkliniken durchzuführen. Durchgeführt und wissenschaftlich begleitet wurden die Trainings in Kooperation mit dem KinderSimulationsteam Marburg (KiSiM e.V.), einem Team intensivmedizinisch tätiger Ärzten und Pflegenden der Universitätskinderklinik Marburg unter Leitung von Fr. Dr. med. N. Mand. Letztere entwickelte die wissenschaftliche Begleitstudie und bildete die Studienleitung. Die erste Mitteilung über das geplante Vorhaben erhielten die Klinikchefs im Mai 2016 in Form eines Informationsschreibens über Art und Ablauf der Studie.

Material und Methoden

Die Terminvergabe für das geplante Simulationstraining erfolgte zwischen Dezember 2016 und Januar 2017. Für die Trainings durften je Standort maximal 20 Teilnehmer angemeldet werden.

Von den initial 17 vom HMSI ausgewählten hessischen Kinderkliniksstandorten fand nur an elf das in der Studie evaluierte, standardisierte pädiatrisches Notfalltraining statt. Ursächlich war, dass an drei Kliniken aufgrund lokaler Gegebenheiten ein neonatales Notfalltraining durchgeführt wurde, und an weiteren zwei der übrigen 14 Kinderkliniken trotz mehrerer Anläufe kein Termin gefunden werden konnte, so dass das Training nicht stattfand. In einer Klinik erfolgte auf eigenen Wunsch ein neonatologisches und pädiatrisches Simulationstraining. Daher flossen die Daten dieser Klinik ebenfalls nicht in die Studie ein.

2.1.2 Rekrutierung der Teilnehmer für das Training und die Initialstudie

Jede Klinik konnte maximal 20 Teilnehmer anmelden. Für die wissenschaftliche Aufarbeitung wurde darum gebeten, dass darunter mindestens sechs Ärzte und sechs Pflegekräfte seien, die übrigen acht Teilnehmer waren frei wählbar. Das Simulationszentrum und die Studienleitung hatten keinen Einfluss auf die Anmeldung der Teilnehmer. Um ein möglichst repräsentatives und heterogenes Teilnehmerkollektiv zu erhalten, wurden die Zuständigen lediglich gebeten, Ärzte und Pflegekräfte mit unterschiedlicher Berufserfahrung bereitzustellen. Den Trainingsteilnehmern war die Teilnahme an der Studie freigestellt, es musste hierzu nach erfolgter Aufklärung ein schriftliches Einverständnis erteilt werden. Die Teilnahme erfolgte pseudonymisiert. Entschieden sich Trainingsteilnehmer gegen eine Teilnahme an der Studie, ergaben sich daraus für sie in keiner Hinsicht Nachteile im Training.

Initial wurden elf Kliniken mit 188 Personen geschult. Von diesen gaben 179 Teilnehmer (95,2%) ihr Einverständnis zur Mitwirkung an der Studie.

2.2 Rekrutierung für die vorliegende Follow-up-Studie

2.2.1 Rekrutierung der Kliniken

Die Klinikchefs und Organisatoren der Ersttermine wurden zwei bis drei Monate im Voraus per E-Mail über die Follow-up-Studie, im Folgenden als FU-Studie bezeichnet, in Kenntnis gesetzt und ein Terminvorschlag und Beispielstundenplan ausgehändigt. Es erfolgte keine Verblindung oder Randomisierung bei der Termingestaltung. Den Kliniken entstanden weder zusätzliche Kosten noch wurde ein Anreiz zur Teilnahme gesetzt. Für die vorliegende FU-Studie wurden an zehn der initial elf geschulten hessischen Kinderkliniken bis zu zwei Folgeuntersuchungen geplant. Das erste Follow-up (FU I) sollte fünf bis sieben Monate

Material und Methoden

(Zeitpunkt t_1), das zweite Follow-up (FU II) elf bis dreizehn Monate (Zeitpunkt t_2) nach dem initialen Simulationstraining stattfinden.

In acht der zehn Kliniken wurden sowohl zum Zeitpunkt t_1 als auch zum Zeitpunkt t_2 FU-Untersuchungen geplant. In zwei Kliniken war als Kontrollgruppe von vornherein nur die Untersuchung zum Zeitpunkt t_2 geplant. Die Auswahl der zehn Kliniken sowie Zuordnung zu den verschiedenen Studienarmen erfolgte randomisiert. Siehe hierzu im Ergebnisteil unter Kapitel 1.1 Ausschlussquote der Kliniken.

2.2.2 Rekrutierung der Teilnehmer

In den acht Kinderkliniken, in denen zwei Nachuntersuchungen vorgesehen waren, wurden zu beiden FU-Terminen jeweils alle Teilnehmer der Initialstudie eingeladen, unabhängig davon, ob sie am FU I teilgenommen hatten oder nicht. In den zwei Kinderkliniken, in denen nur eine Nachuntersuchung vorgesehen war, wurden ebenfalls alle Teilnehmer der Initialstudie eingeladen. Die Studienleitung hatte dabei keinen Einfluss auf die endgültige Anmeldung der Teilnehmenden zu den einzelnen FU-Untersuchungen.

Im Folgenden werden Zeitpunkte mit kleinem t , Gruppen mit große T bezeichnet. Um die evaluierten Teams zum Zeitpunkt t_2 unterscheiden zu können, wurden die Gruppen T_{2a} und T_{2b} voneinander unterschieden. In der Gruppe T_{2a} befinden sich alle Teilnehmer bzw. Teams, die an beiden FU-Untersuchungen teilgenommen haben, in der Gruppe T_{2b} befinden sich alle Teilnehmer bzw. Teams, die nur am FU II teilnahmen. Da beispielsweise nicht alle ursprünglichen Teilnehmer für die erste Nachuntersuchung verfügbar waren, konnten einige nur bei der zweiten Nachuntersuchung nach elf bis 13 Monaten evaluiert werden und wurden somit dem Studienarm der einmaligen Nachuntersuchung nach zwölf Monaten (Gruppe T_{2b}) zugeordnet. Siehe hierzu Abbildung 4: Überblick über die Studiengruppen sowie im Ergebnisteil, Kapitel 1.2, Abbildung 8: Ausschlussquote der Teilnehmer.

Material und Methoden

Zeitpunkt / Gruppe	Initialstudie (t ₀)	Follow-up I (t ₁) (nach 6 Monaten)	Follow-up II (t ₂) (nach 12 Monaten)	
T _{OPrä}	Teilnehmer, die vor dem Initialtraining untersucht wurden			
T _{OPost}	Teilnehmer, die direkt im Anschluss an das Initialtraining untersucht wurden			
T ₁		Teilnehmer, die 6 Monate nach Initialtraining erstmals nachuntersucht wurden		
T _{2a}			Teilnehmer, die 12 Monate nach Initialtraining zum zweiten Mal nachuntersucht wurden	
T _{2b}				Teilnehmer, die 12 Monate nach Initialtraining erstmalig nachuntersucht wurden

Abbildung 4: Überblick über die Studiengruppen

3. Das initiale Simulationstraining (Intervention)

3.1. Übersicht

Die Initialtrainings fanden zwischen April 2017 und Januar 2018 statt. Jedes Training erstreckte sich über zwei Tage und folgte einem standardisierten, strukturierten und skriptierten Ablauf. Die Trainings waren klinikübergreifend identisch (Details siehe Anhang A, 1. **Stundenpläne**). Entwickelt wurde der Kurs in Zusammenarbeit von Hr. PD Dr. med. Andreas Leonhardt und Fr. Dr. med. N. Mand als Experten für medizinische Lehre und pädiatrische Intensivmedizin, sowie von Fr. Dr. phil. Tina Stibane, als Expertin für medizinische Simulation und Lehre. Anschließend wurde eine Pilottestung mit 20 Teilnehmern an der Universitätskinderklinik Marburg durchgeführt.

3.2 Materialien und Instruktoren

3.2.1 Materialien

3.2.1.1 Simulatoren

Zum Einsatz kamen High-Fidelity-Simulatoren von Gaumard. Dabei wurden der *HAL3005 tetherless 5-year-pediatric simulator*, der ein fünfjähriges Kind darstellt, und der Baby-Simulator *HAL3010 tetherless newborn simulator* verwendet. Bei beiden Simulatoren hebt und senkt sich bei der Atmung der Thorax und eine Hypoxie zeigt sich durch Veränderung der Farbe der Lippen ins Bläuliche. Es ist möglich, mit den Simulatoren Konvulsionen und Schreien zu simulieren, der Simulator kann die Augen öffnen und schließen und hat lichtreagible Pupillen. Zur klinischen Untersuchung kann die Lunge auskultiert werden und die Sauerstoffsättigung abgeleitet werden, das Herz auskultiert werden, Pulse palpirt werden sowie eine nichtinvasive Blutdruckmessung und EKG-Monitoring erfolgen. Die Simulatoren sind oral und nasal intubierbar. Weiterhin können intraossäre und periphere Zugangsanlagen vorgenommen werden, Medikamente appliziert werden, sowie ein Nabelvenenkatheter gelegt werden.

Die Vitalparameter des Simulators passen sich an Interventionen und hypoxische Ereignisse an, entsprechend ist bei akuter Hypoxie eine zentrale Zyanose am Simulator erkenntlich. Vitalparameter wurden auf einem Simulationsmonitor angezeigt, der an die in der jeweiligen Klinik üblichen Monitor-Einstellungen angepasst war.

3.2.1.2 Räumlichkeiten und Ausrüstung

Aufgrund der Durchführung als in-house-Training waren Räumlichkeiten und medizinische Ausrüstung nicht einheitlich. Die Studienleitung hatte auf beide Faktoren keinen Einfluss. Die Trainings fanden entweder auf pädiatrischen Intensiv- oder Peripherstationen oder in der pädiatrischen Notaufnahme statt, verwendet wurde die lokal vorhandene mobile oder stationäre Notfallausrüstung.

3.2.1.3 Videosystem

Es erfolgte eine Aufzeichnung der Studienszenarien mittels Audio-Video-System des Simulationszentrums Mittelhessen. Gefilmt wurde mit drei Kameras aus verschiedenen Positionen für einen umfassenden Überblick. Aufgrund der Durchführung als in-house-Simulation konnte die Kameraausrichtung nicht standardisiert werden.

3.2.2 Instruktoren

Die Trainings wurden von einem dreiköpfiges Instruktoren-Team flankiert, das aus einem Arzt, einer Pflegekraft und einem Mitarbeiter des Simulationszentrums zur Simulatorsteuerung bestand. Alle Instruktoren wurden durch die Studienleitung vor Trainingsdurchführung in einem mehrstündigen Seminar über den Trainingsablauf und über die Begleitstudie unterrichtet.

Bei den Ärzten (Fr. Riedl-Seifert, Fr. Blüml, Hr. Sassen und Fr. Mand) handelte es sich um vier verschiedene Fachärzte für Pädiatrie oder Anästhesie mit mindestens zweijährigen Erfahrungen auf beiden Intensivstationen, dh. der pädiatrischen und der neonatologischen Intensivstation. Alle fünf Pflegekräfte waren Fachpflegekräfte für pädiatrische Intensivmedizin und zeichneten sich durch viele Jahre Berufserfahrung auf pädiatrischen und neonatologischen Intensivstationen aus. Mit Ausnahme einer pflegerischen Instruktoren verfügten alle anderen Instruktoren über ein aktuelles EPALS-Zertifikat, ohne Ausnahme hatten alle Instruktoren zudem einen *Train-the-Trainer*-Kurs absolviert.

Der *Train-The-Trainer*-Kurs richtet sich an angehende Instruktoren und umfasst drei bis vier Tage. Angeboten wird das Kursformat u. a. durch PAEDSIM e.V. und das Simulationszentrum Mittelhessen. Hier werden die Teilnehmenden in der Instruktorenrolle, insbesondere im Anleiten von *Debriefings*, den strukturieren Nachbesprechungen im Anschluss an Simulationsszenarien, geschult. Schwerpunktmäßig wird beim Debriefing das Erkennen von *Human Factors* und *Crew Resource Management* in den durchgeführten Szenarien nachbesprochen. Näheres zum Debriefing findet sich in Abschnitt Hinführung und Literatur im Kapitel 5.5.4 Ablauf.

3.3 Ablauf Simulationstraining und Datenerhebung der Initialstudie

Die Vermittlung der Kursinhalte und das Training in den Simulationsszenarien lief an allen Kliniken einheitlich entsprechend eines verschriftlichten Ablaufs ab.

Die Simulationstrainings bestanden aus einem Theorieteil (Tag 1), sowie einem Praxisteil (Tag 2). Eingerahmt waren die Trainings von den beiden Testszenerarien (Prätest vor Beginn des Theorieteils an Tag 1, Posttest nach Abschluss Tag 2).



EPALS – European Pediatric Advanced Life Support
CRM – Crew Ressource Management

Abbildung 5: Ablauf des Initialtrainings

Nach der Erläuterung des Trainings- und Studienkonzepts und dem Einholen des schriftlichen Einverständnisses der Teilnehmenden zur Studie folgte eine strukturierte Auseinandersetzung mit den Simulatoren. Vor dem eigentlichen Simulationstraining erfolgte das erste standardisierte Studienszenarium, der sogenannte Prätest, ohne eine anschließende Nachbesprechung. Details hierzu unter Punkt 3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest). Hierzu wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Hälfte der Teilnehmer, die sich gerade nicht im Prä-Test befand, erhielt parallel unter Aufsicht des pflegerischen Instructors die Möglichkeit, die Anlage von intraossären Zugängen, die Intubation, Masken-Beutelbeatmung und Herzdruckmassage an weiteren *low-fidelity-Simulatoren* zu üben (*Skills Training*). Anschließend wurde gewechselt. Sobald beide Gruppen sowohl den Prä-Test als auch das Skills Training absolviert hatten, erfolgte theoretischer Unterricht in zwei interaktiven Einheiten. Diese beinhalteten eine eineinhalbstündige Einführung in *Pediatric Advanced Life Support* nach den Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) sowie einen einstündigen Vortrag zu den Prinzipien des Crisis Ressource Management (CRM) [178].

Am zweiten Tag wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen zu maximal zehn Personen aufgeteilt. In drei Szenarien wurden sie mit Problemen auf unterschiedlichen Ebenen des Behandlungsalgorithmus des kritisch kranken Kindes konfrontiert. Es handelte sich um je ein Szenarium mit einem A/B- (Atemwege, (Be-)Atmung), einem C (Kreislauf) und einem D- (Neurologie) Problem (inadäquate Ventilation, Volumenmangelschock, Status epilepticus). Die Teamgröße in den Simulationsszenarien bewegte sich zwischen drei und sechs Teilnehmern, die Teams stellten sich selbst zusammen und variierten in jedem Szenarium. Bei Teams mit hohem Schulungsbedarf wurde eins der drei Szenarien zugunsten eines *Skills Trainings* gestrichen.

Material und Methoden

Die Übungsszenarien wurden per Audio-Video-Konferenz in den Raum übertragen, in dem sich die nicht involvierten Kursteilnehmer befanden. Im Anschluss an die Szenarien erfolgte eine ebenfalls standardisierte, teamspezifische Nachbesprechung über 30 min. Dabei wurden die technische Leistung sowie die Teamkommunikation und -interaktion gemeinsam konstruktiv reflektiert. Die Teilnehmer waren aufgefordert, sich aktiv in Form von Fragen zu beteiligen.

Am Ende nahmen die Teilnehmer am sog. Posttest teil. Dabei handelte es sich um ein weiteres Studienszenarium, Details hierzu unter Kapitel 3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest). Nach Absolvierung aller Posttests der gesamten Gruppe erfolgte eine gemeinsame ca. 45-minütige Nachbesprechung (sog. *Debriefing*). Die Nachbesprechung der Szenarien erfolgte mittels standardisierter Debriefingstrategien.

Die Studienszenarien (Prätest und Posttest) wurden zur Leistungsbeurteilung mittels Audio-Video-System aufgezeichnet und gespeichert. Die Datenerhebung im Rahmen der Initialstudie entspricht dem Zeitpunkt t_0 . Zum Vergleich mit den FU-Daten wurde der Posttest (Gruppe $T_{0\text{post}}$) herangezogen.

3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest)

Als Studienszenarien für Prä- und Posttest wurden zwei Szenarien verwendet, welche sich in den Anamnesen unterschieden, aber sich in Ablauf und initialen Vitalparametern glichen. Es handelte sich bei beiden Szenarien um einen kritisch kranken Säugling im zunächst kompensierten Schock, welcher in einen Herz-Kreislauf-Stillstand mit defibrillierbarem Rhythmus mündete. Nach einem achtminütigen Zustand der Apnoe und Pulslosigkeit kam es zum ROSC, weitere Details siehe hierzu unter Punkt 4.4.2 Aufbau der FU-Studienszenarien.

Bei der Initialstudie wurde Szenarium I immer als Prätest, und Szenarium II immer als Posttest verwendet, so wurde sichergestellt, dass die Bedingungen in allen Kliniken möglichst einheitlich sind. Die Art des defibrillierbaren Rhythmus (ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern) wurde von Klinik zu Klinik verändert, innerhalb einer Klinik jedoch beibehalten, da sich Teams im Prä-/Posttest selbst neu zusammensetzten.

Verwendet wurde für beide Test-Szenarien der Initialstudie der Baby-Simulator.

Zu den Lernzielen der Prä- und Post-Testszenarien siehe Punkt 4.4.4 Lernziele der Studienszenarien.

Material und Methoden

Die Teamzusammensetzung für Prä- und Posttest erfolgte selbstständig durch die Kursteilnehmer. Die maximal 20 Teilnehmer formierten sich zu maximal sechs Teams. Vorgegeben war lediglich, dass in jedem mindestens dreiköpfigen Team mindestens ein Arzt und eine Pflegekraft sein musste. Ein vierter Kursteilnehmer nahm als Springer an bis zu drei Szenarien teil, durfte jedoch in dieser Rolle nur Arbeit auf Zuruf erledigen, ohne Ideen zu diagnostischen Maßnahmen oder der Behandlung des Patienten zu äußern. Die Instruktoren achteten auf eine möglichst interdisziplinäre und in den Szenarien unterschiedliche Teamzusammensetzung.

4. Untersuchungsdurchführung

4.1. Allgemeiner Ablauf der FU-Termine

Die FU-Termine I und II umfassten jeweils einen Nachmittag und folgten ebenfalls einem standardisierten Ablauf. Zu Beginn wurde die Studie vorgestellt und der Simulator erläutert. Anschließend erfolgte das Durchlaufen der FU-Szenarien sowie eine gemeinsame Nachbesprechung nach Abschluss aller Gruppen.

4.2 Materialien und Instruktoren

4.2.1 Materialien, Räumlichkeiten, Ausrüstung

In allen FU-Szenarien wurde der in Kapitel 3.2.1.1 Simulatoren genannte Junior-Simulator verwendet. Wie beim Initialtraining handelte es sich um eine Inhouse-Simulation, folglich waren die Räumlichkeiten ebenso wie die Notfallausrüstung nicht einheitlich. An Ausrüstung wurde für die FU-Szenarien im Unterschied zur Initialstudie immer der Junior-Simulator verwendet. Es war analog zur Initialstudie ein vollständiges Monitoring mit Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung, ein Defibrillator sowie die lokal vorhandenen Medikamente und Materialien verfügbar. Die Einstellung der Patienten-Monitore entsprach wie schon im Initialtraining dem Standard des jeweiligen Krankenhauses: wurde dort im Alltag ein akustisches Signal zur Alarmierung von abnormen Werten verwendet, so wurde dies auch im Szenarium so verwendet, arbeitete ein Krankenhaus ohne akustische Alarmer, dann unterblieben diese in der Simulation ebenso. Ebenso fand analog zur initialen Intervention die Video-Aufzeichnung und -Speicherung mittels Audio-Video-System des Simulationszentrums statt.

4.2.2 Instruktoren

Das Instruktorenteam der FU-Termine bestand aus der Studienleiterin, sowie einem Mitarbeiter vom Simulationszentrum für die Simulatorsteuerung.

4.3 Teamzusammensetzung

Es formierten sich an jedem Standort maximal 20 Teilnehmer pro Klinik zu maximal sechs Teams. Die Teamzusammenstellung verlief genau wie beim Ersttermin selbstständig durch die Kursteilnehmer nach den unter 3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest) beschriebenen Vorgaben: Jedes Team bestand aus drei bis vier Teilnehmern und musste mindestens einen Arzt und einen Pfleger enthalten, um die Realität eines multiprofessionellen Teams abzubilden. Zudem wurde so die Vergleichbarkeit der Teams miteinander erhöht. Die Berufsgruppe der übrigen zwei Teilnehmer war frei wählbar, einer davon musste jedoch als Springer an bis zu drei Szenarien teilnehmen. Dieser durfte wie beschrieben keine eigenen diagnostischen oder therapeutischen Vorschläge äußern, sondern nur ausführende Arbeiten leisten. Es wurde darum gebeten, dass die Teamzusammenstellung in FU I und II nie identisch war, sowie, sich nicht analog zum Posttestszenarium zu gruppieren. Dies wurde allerdings der Verantwortung der Teilnehmer überlassen und nicht überprüft.

Beim zweiten FU-Termin bildeten die Teilnehmer der Initialstudie, die am ersten FU nicht teilgenommen hatten, separate Teams. Dazu wurde von der Studienleitung in die Teamzusammenstellung eingegriffen, indem von vornherein festgelegt wurde, dass diejenigen Teilnehmer, die kein FU I durchlaufen hatten, eigene Teams gründen mussten.

4.4 Studienszenarien der FU-Studie

4.4.1 Allgemeines

Die verwendeten Studienszenarien waren standardisiert (siehe 4.4.2 Aufbau der FU-Studienszenarien), d. h. der Ablauf der Studienszenarien war stets gleich strukturiert und lag verschriftlicht vor. Das Vortragen der Anamnese erfolgte per Skript (siehe Anhang A, 2. Studienszenarien).

Ebenso wurden an allen Terminen identische Beurteilungskriterien und -instrumente verwendet.

Material und Methoden

Analog zu den Studienszenarien der Initialstudie wurde ein zunächst kompensierter Schock mit konsekutivem Herz-Kreislauf-Stillstand mit defibrillierbarem Rhythmus simuliert. Wie in der Initialstudie lagen auch für die FU-Termine zwei verschiedene Szenarien (A und B) vor.

Bei der FU-Untersuchung waren die Szenarien pro Termin und innerhalb einer Klinik für alle Teilnehmer gleich. Im Unterschied zur Initialstudie wurden die Szenarien jedoch zwischen den Terminen (FU I und II) und Kliniken variiert, um eine Beeinflussung der Bewerter auszuschließen. Innerhalb einer Klinik wurde am selben Termin immer nur ein Szenarium simuliert, am zweiten Termin das jeweils andere Szenarium.

Von Klinik zu Klinik wurde unabhängig vom Szenarium die Art des defibrillierbaren Rhythmus (Kammerflimmern vs. ventrikuläre Tachykardie) verändert, jedoch innerhalb einer Klinik beibehalten.

Im Unterschied zur Initialstudie handelte es sich in der FU-Untersuchung nicht um Szenarien mit Säuglingsnotfällen (siehe 3.4 Studienszenarien (Prä- und Posttest)), sondern um pädiatrische Notfälle eines fünfjährigen Kindes mit konsekutiver Reanimationssituation und defibrillierbarem Rhythmus. Die Vitalparameter wurden entsprechend der Initialstudie an das Alter des Patienten angepasst.

4.4.2 Aufbau der FU-Studienszenarien

Der Aufbau der Szenarien von Initialstudie und FU verlief analog. Zu Beginn erhielten jeweils ein Arzt und eine Pflegefachkraft von der Instruktorin eine kurze, standardisierte und skriptierte Übergabe des Patienten. Diese hatte je nach Szenarium die Rolle einer Pflegekraft der Peripherstation oder einer Notärztin. Anschließend wurde die Zeit gestartet. Rückfragen zur Anamnese und Fragen nach Vitalparametern konnten unter laufender Zeit gestellt werden. Es konnten bis zu zwei Teammitglieder hinzugerufen werden, für die Übergabe waren die Teilnehmer selbst zuständig. Das Szenarium lief immer in drei Phasen ab: Zu Beginn des Szenariums war das Kind spontan atmend im hämodynamisch kompensierten Schock. Ca. zwei Minuten nach Erstkontakt kam es zu Apnoe und Kreislauf-Stillstand mit pulslosem, defibrillierbarem Rhythmus (ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern). Nach spätestens acht Minuten stellte sich unabhängig von der Behandlung durch das jeweilige Team ein Spontankreislauf (ROSC) ein. Bei korrekter Durchführung des Algorithmus geschah dies bereits vorzeitig nach drei Defibrillationen und Gabe von Adrenalin und Amiodaron in der

Material und Methoden

korrekten Dosierung. Anschließend verblieben den Teams zwei weitere Minuten zur Planung weiterführender Maßnahmen. Das Szenarium endete nach zwölf Minuten.

4.4.3 Fallvignetten der FU-Studienzenarien

Studienszenarium A fand auf einer Intensivstation statt. Ein fünfjähriger Junge, der seit drei Tagen mit einer Influenza-A-Pneumonie auf einer Peripherstation lag und sich bereits respiratorisch gebessert hatte, fiel nachmittags einer Pflegekraft durch Blässe und Kaltschweißigkeit auf. Es erfolgte die Verlegung auf die Intensivstation.

In Studienszenarium B wurde ein ebenfalls fünfjähriger Junge mit der Notärztin aus einer Kinderarztpraxis bei Verdacht auf hämolytisch-urämisches Syndrom in die Notaufnahme der Kinderklinik gebracht. Das Kind litt seit zwei bis drei Tagen an Erbrechen und Durchfällen, die zuletzt blutig waren. Es zeigte bis 39°C Fieber und eine auffällige Blässe. Die Notärztin hatte keine pädiatrische Erfahrung und war daher der Anweisung des Kinderarztes gefolgt, den Jungen schnellst möglichst in die nahegelegene Klinik zu bringen. Während der Fahrt war das Kind eingeschlafen, die Fahrzeit reichte nicht zur Zugangsanlage.

Die verlegende Krankenschwester bzw. die Notärztin schlossen ihre Übergabe jeweils mit dem Satz ab: „Das Kind wirkt auf mich sehr krank.“ Hiermit begann die Zeitmessung für das Szenarium. Der Junge lag dazu angekleidet auf dem Bett bzw. der Liege. Bei Szenarium I hatte er einen paravenös liegenden Zugang, in Szenarium II keinen Zugang. Zwei Minuten nach der Übergabe entwickelte der Patient eine polymorphe ventrikuläre Tachykardie oder ein Kammerflimmern.

Vitalparameter waren bei beiden Szenarien zu Anfang (nach vollständiger Anlage des Monitorings): Blutdruck: 92/56 mmHg, Herzfrequenz: 135/min im Sinusrhythmus, Sauerstoffsättigung 94%; Atemfrequenz 28/min. Es lag keine Zyanose vor. Auf Nachfrage erhielten die Teilnehmer Informationen zur Temperatur (37,3°C), zur Kapillarfüllungszeit (vier Sekunden) sowie zum Bewusstseinszustand (somnolent). Nach Eintreten der Tachykardie zeigte sich ein Atem- und Kreislauf-Stillstand (Herzfrequenz und Atemfrequenz von 0/min), es trat Bewusstlosigkeit ein, der Blutdruck war nicht mehr messbar und der Puls nicht mehr tastbar, die Sauerstoffsättigung lag bei 30%. Unabhängig von der Behandlungsstrategie trat in jedem Falle nach acht Minuten ein ROSC mit einem Blutdruck von 87/50 mmHg, einem zentral tastbaren Puls mit einer Frequenz von 125/min und Sinusrhythmus, einer Sauerstoffsättigung

Material und Methoden

von 90% und einer Atemfrequenz von 10/min ein. Unverändert waren die Kapillarfüllungszeit (vier Sekunden) sowie der Bewusstseinszustand. Nach dem Eintreten des ROSC verblieben den Teams noch zwei Minuten zur Einleitung weiterführender Maßnahmen.

4.4.4 Lernziele der Studiensenarien

Die Lernziele der Studiensenarien von Initialstudie und FU waren deckungsgleich: In der ersten Phase der Studiensenarien, dem hämodynamisch kompensierten Schock, welche zwei Minuten andauerte, sollten die Teilnehmer die vollständige Evaluation nach ABC-Algorithmus vornehmen, das Kind als *kritisch krank* erkennen und die Diagnose *Schock* stellen, sowie Hilfe anfordern und eine mögliche Dekompensation antizipieren.

In der zweiten Phase, der Apnoe und des Kreislauf-Stillstandes mit defibrillierbarem EKG-Rhythmus, sollte eine leitliniengerechte Reanimation mit Beatmung und Herzdruckmassage, eine dreimalige Defibrillation im korrekten Modus und mit der richtigen Energiedosis, sowie im Anschluss an die dritte Defibrillation einmalig die korrekte Gabe von Adrenalin und Amiodaron in der gewichtsadaptierten Dosierung erfolgen.

Die dritte Phase, nach dem Eintritt des ROSC, d.h. nach acht Minuten bzw. bei leitliniengerechtem Vorgehen ggf. schon früher, erforderte die Planung weiterer Maßnahmen wie z.B. eine definitive Atemwegssicherung, der Forschung nach Ursachen und Differentialdiagnosen sowie die Organisation eines Intensivbetts.

5. Untersuchungsinstrumente

5.1. Performance Evaluation Checklist (PEC)

5.1.1 Allgemeines

Leistung ist ein höchst komplexes multidimensionales Konzept, für dessen Bewertung kein einzelner, optimaler Indikator existiert. Daher ist die zuverlässige und valide Bewertung von Leistung eine Herausforderung für Pädagogen und Forscher gleichermaßen. Eine Leistungsmessung kann subjektiv z.B. durch eine Globalbeurteilung eines Experten erfolgen oder aber objektiv im Sinne zuvor festgelegter Kriterien [190]. Letztere Herangehensweise ermöglicht eine höhere Reliabilität bei der Beurteilung der medizinischen Leistung, was eine validierte Beurteilungsskala erforderlich macht. Die Performance Evaluation Checklist stellt ein solches Instrument zur strukturierten und objektiven Leistungsbewertung dar. Im Gegensatz zu einer Beurteilung, die auf der klinischen Expertise eines einzelnen Bewerbers basiert, liefert

Material und Methoden

die Checkliste festgelegte und klar definierte Kriterien, anhand derer Videos von unterschiedlichen, zuvor in der Handhabung trainierten Bewertern und wiederholbar mit nahezu identischen Ergebnissen ausgewertet werden können. So werden Bewertungsfehler reduziert und die Interrater-Reliabilität erhöht [191].

In dieser Studie wurde eine bereits validierte Performance Evaluation Checklist für pulslose ventrikuläre Tachykardie verwendet (PEC-PVT). Diese wurde in einem aufwendigen Prozess von Experten entwickelt [190]. Die PEC-PVT ist bereits an pädiatrischen Reanimationsteams in Deutschland validiert worden, wodurch sie für die vorliegende Studie höchst relevant ist [191]. Die ursprünglich in Englisch publizierte Checkliste wurde durch eine der Originalautorinnen, Ellen Heimberg, ins Deutsche übersetzt. Für die vorliegende Studie wurde hieraus durch Konsensusbildung zwischen Heimberg, den Original-Co-Autoren und der Studienentwicklerin, Fr. Dr. med. N. Mand die vorliegende endgültige Version entwickelt. Zur genaueren Beschreibung von Schlüsselmaßnahmen wurde die PEC-PVT um weitere Items ergänzt (s.u.).

Die Checkliste besteht aus insgesamt 31 Items, welche die geforderten Maßnahmen, die das Team zu erfüllen hat, beschreiben. Sie orientieren sich an den Leitlinien des Behandlungsalgorithmus für pädiatrische Notfallpatienten. Für jedes der Items können null, ein oder zwei Punkte vergeben werden. Null Punkte erhält ein Team dann, wenn eine Maßnahme gar nicht ausgeführt wurde, ein Punkt bei unvollständiger, nicht korrekter oder nicht rechtzeitiger Ausführung und zwei Punkte, wenn die Maßnahme vollständig, korrekt und rechtzeitig ergriffen wurde [191]. Zwei der Items können nur dichotom bewertet werden (null oder zwei Punkte). Die Items wurden mit Faktoren zwischen minimal zwei und maximal fünf gewichtet. Zusätzlich erfasst unsere Checkliste die Zeit bis zur ersten Defibrillation, die Dosis, mit der defibriert wurde, die Zeit bis zum Beginn von CPR und Beutel-Masken-Beatmung, sowie die genaue Dosis von Adrenalin und Amiodaron und das angenommene Gewicht des Kindes.

Im Folgenden werden die einzelnen Items genauer erläutert. Die vollständige PEC befindet sich im Anhang.

5.1.2 Aufbau und Inhalt

Die 31 Items sind in drei Gruppen entsprechend der drei Phasen des Szenariums (kompensierter Schock – Atem-Kreislauf-Stillstand – ROSC) angeordnet.

Material und Methoden

Die ersten sieben **Items, 1.1 bis 1.7**, beziehen sich auf die Phase des kompensierten Schocks, d. h. ca. die ersten zwei Minuten des Szenariums, in denen der Patient noch über einen Spontankreislauf verfügt. Innerhalb dieser zwei Minuten soll das Team sich Handschuhe anziehen (**Item 1.1**), die Ausrüstung überprüfen (**Item 1.2**), das Monitoring anschließen (**Item 1.3**), eine vollständige ABC-Evaluation durchführen (**Item 1.5**), 100% Sauerstoff korrekt applizieren (**Item 1.6**) und die Diagnose *kompensierter Schock* stellen und an alle Teammitglieder kommunizieren (**Item 1.7**). Eine Ausnahme bildet das Hinzurufen von Hilfe (**Item 1.4**), welches bis zu drei Minuten dauern darf. Werden geforderte Handlungen dieser Items erst nach Eintritt des Kreislauf-Stillstands durchgeführt, gelten sie als nicht rechtzeitig.

Die **Items 2.1 bis 2.21** beziehen sich auf die Phase nach Einsetzen des Atem-Kreislauf-Stillstandes. Hier soll nach Inspektion und Bewertung der Atemwege die Masken-Beutel-Beatmung begonnen und deren Effektivität überprüft werden (**Item 2.1 bis 2.3**), und anschließend nach Puls- und EKG-Beurteilung (**Item 2.4 und 2.5**) mit dem dreimaligen Durchlaufen der Abfolge aus CPR und Defibrillation, CPR-Fortsetzung und Rhythmuskontrolle begonnen werden (**Items 2.6 und 2.7 sowie 2.9 bis 2.18**). Parallel soll ein intravenöser bzw. intraossärer Zugang etabliert werden (**Item 2.8**). Im Anschluss an die dritte Defibrillation soll die Gabe von Adrenalin und Amiodaron erfolgen (**Item 2.19 und 2.20**).

Die **Items 3.1 bis 3.3** dienen zur Beurteilung der dritten Phase des Szenariums, in der nach Wiedererlangen des Kreislaufs weitere Maßnahmen geplant werden sollen. Gefordert wird die Eruierung der typischen Ursachen von Herz-Kreislauf-Stillständen (**Item 3.1**), eine Blutentnahme (**Item 3.2**) sowie die Anbahnung der weiteren Behandlung (**Item 3.3**).

5.2 Fragebogen

5.2.1 Allgemeines und Pseudonymisierung

Der Fragebogen diente zur Erfassung demographischer und berufsbezogener Daten der Studienteilnehmer. Die Erstellung erfolgte durch Fr. Dr. med. N. Mand und Fr. Dr. phil. T. Stibane.

Als potentielle Einflussfaktoren auf die Performance wurden die Parameter Alter, Geschlecht, Berufsgruppe, Berufsstatus, Berufsjahre, Qualifikation, sowie in der Zwischenzeit durchgeführte weitere Reanimationskurse erfasst. Weiterhin wurde das subjektive

Material und Methoden

Zufriedenheits- und Stressempfinden in unterschiedlichen Situationen sowie eine subjektive Einschätzung der Teamzusammenarbeit erfragt.

Der *Berufsstatus* wurde definiert als diejenige Position innerhalb der Berufsgruppe, der der Teilnehmer angehört. Bei den Pflegekräften wurde dabei in Pflegekräfte mit und ohne Intensivweiterbildung unterschieden, bei den Ärzten bezog sich der Berufsstatus darauf, ob der Teilnehmer Assistenz-, Ober- oder Chefarzt war.

Die Fragebögen wurden beim FU nach dem Absolvieren des Studienszenariums ausgefüllt. Springer, die an mehreren Szenarien teilnahmen, füllten den Bogen nach dem ersten Durchlauf aus.

Die Fragebögen wurden pseudonymisiert ausgefüllt, um zu gewährleisten, dass die Teilnehmer die Fragen möglichst ehrlich beantworten. Dazu bildete jeder Teilnehmer einen persönlichen Code aus dem zweiten Buchstaben des Vornamens der Mutter, dem ersten Buchstaben des Vornamens des Vaters, der zweiten Ziffer des eigenen Geburtsmonats und der zweiten Ziffer des Geburtsmonats der Mutter. „LB93“ könnte beispielsweise von einem Teilnehmer stammen, dessen Mutter Elisabeth und Vater Bernd heißen, der selbst im September geboren ist, und dessen Mutter im März Geburtstag hat. Zudem werden Datum, Team-Nummer und die Bezeichnung des FU (I oder II) erfasst. Die Codierung gewährleistet Anonymität bei gleichzeitiger Möglichkeit zur Rückcodierung zur Zuordnung zum jeweiligen Video, welche für die Auswertung wichtig ist.

5.2.2 Aufbau und Inhalt des Fragebogens:

Der Fragebogen bestand aus einem Kopf-Teil zur Codierung der Personen und drei anschließenden inhaltlichen Teilen.

Im ersten Teil wurden persönliche Daten erfasst: das Geschlecht, der Beruf bzw. Status (Chefarzt/-ärztin, Oberarzt /-ärztin, Assistenzarzt /-ärztin, Pfleger/in mit oder ohne Intensivweiterbildung), die Fachrichtung und die Anzahl der Berufsjahre in der angekreuzten Position. Weiterhin wurde erfasst, ob seit dem pädiatrischen Simulationstraining 2017 der Initialstudie ein weiterer Kurs auf diesem Gebiet absolviert wurde, und wenn ja, welche Art des Kurses.

Material und Methoden

Der nächste Abschnitt des Fragebogens befasste sich mit dem persönlichen Stressempfinden in den Notfallsituationen. Fünf mögliche Situationen (Versorgung eines kritisch kranken Kindes, Versorgung eines Neugeborenen im Kreissaal, Kommunikation mit Eltern in einer Notfallsituation, Koordination von Aufgaben in einer Notfallsituation, Team-Leader in einer Notfallsituation) wurden hier geschildert, in denen das persönliche Stressempfinden in fünf Stufen von "sehr stressig", über "eher stressig", "ok/neutral", "eher nicht stressig" zu "gar nicht stressig" beurteilt wurden.

Im dritten Teil erfassten elf Items die subjektiv empfundene Teamleistung. Hier konnten die Teilnehmer ebenfalls auf einer Skala von eins bis fünf ("nie/selten", "fast nie", "ebenso oft wie nicht", "oft", "immer/fast immer") die Teamarbeit beurteilen. Die Items entsprechen dem *Team Emergency Assessment Measure* von Cooper et al. [59]. Die dadurch gewonnenen Daten sind Bestandteil einer weiteren Dissertation und werden in dieser Arbeit nicht näher erläutert.

Der vollständige Fragebogen ist im Anhang A (4. Fragebogen) abgedruckt.

6. Auswertung

6.1 Allgemeines

Die Daten der Fragebögen wurden mithilfe von Microsoft Access und Excel verarbeitet und auf einem passwortgeschützten USB-Stick gespeichert. Die Verarbeitung der Fragebögen erfolgte durch Fr. Doct. cand. med. Leonie Heinze zwischen Februar und März 2019 (siehe 7. Statistische Methoden).

Die Randomisierung und Verblindung der Videos mittels vierstelligem Zahlencode erfolgten durch einen studienfremden, externen Forscher. Die Auswertung der Videos anhand der validierten PEC-PVT-Checklist erfolgte durch Fr. Dr. med. N. Mand und Fr. Doct. cand. med. Anja Schwalb ungefähr hälftig über einen Zeitraum von ca. zehn Wochen (August bis Oktober 2019).

6.2 Beobachtertraining

Zum Erreichen einer möglichst hohen Inter-Rater-Reliabilität, Vergleichbarkeit und Aussagekraft sowie einer möglichst hohen Interpretationsobjektivität und Akkuratheit in der Bewertung der Items erfolgte ein Beobachtertraining (sog. Rater-Training) orientiert an Eppich et al. [78]. Das Training erfolgte über zwei Wochen im Juni 2019 durch die Studienleitung Fr. Dr. med. N. Mand.

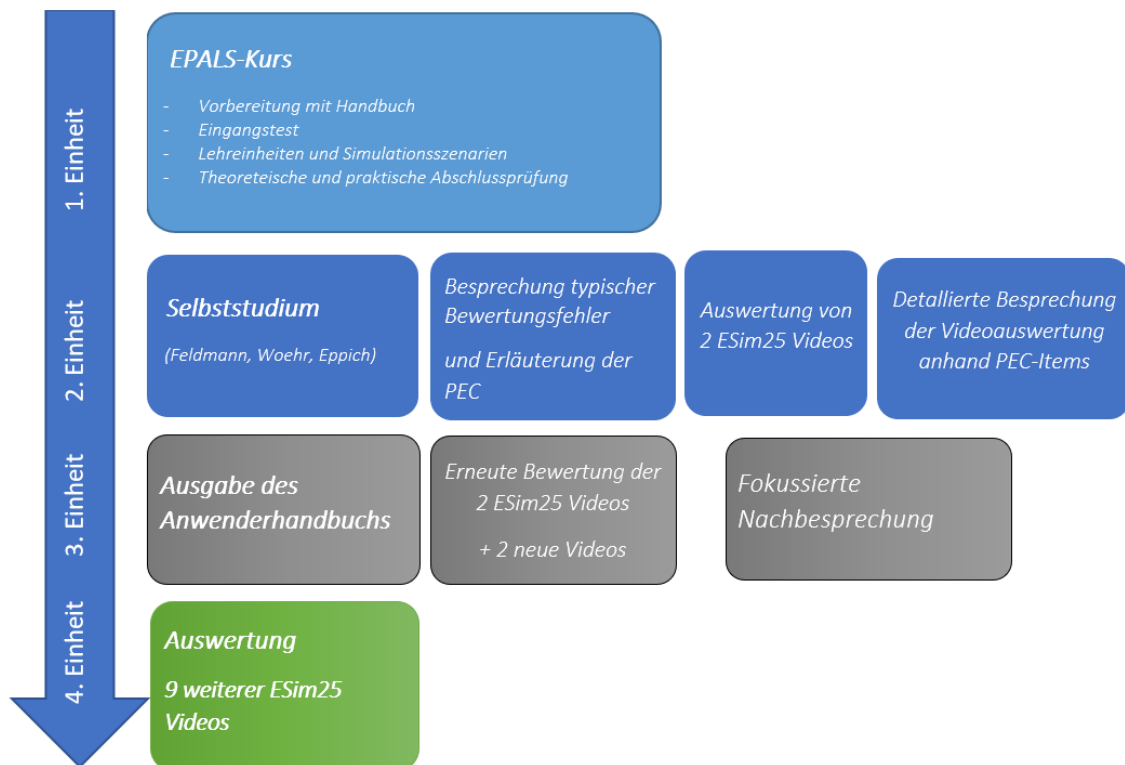


Abbildung 6: Konzept des Beobachtertrainings

Das Training beinhaltete als ersten Teil die Teilnahme an einem EPALS-Kurs des GRC. Zum Kursinhalt siehe Hinführung und Literatur, Kapitel 4.3.1 ERC-Kurse.

Als nächste Einheit wurde im Selbststudium etablierter Trainingsmethoden nach Feldman et al., Woehr et al. und Eppich et al. ein allgemeines Verständnis für das Bewerten, sowie Hintergrundwissen zu typischen Beobachtungsfehlern erarbeitet [63, 68, 183]. Anschließend wurde mit der Studienleitung das erworbene Wissen über die typischen Beobachtungsfehler erneut thematisiert, sowie die Handhabung der verwendeten Checkliste erläutert. Es erfolgte sodann die individuelle Bewertung von zwei Videobeispielen aus ESim25-Kursen (s.u.), davon je ein Beispiel von schlechter, und eines von gemischter Performance, mithilfe der PEC-PVT in Papierform und anschließender Diskussion der Einzelitems, insbesondere der Items mit geringster Übereinstimmung. Die Beispielveideos stammten aus ESim25-Kursen, einem Kursprogramm für angehende Notfallmediziner des Simulationszentrums Mittelhessen, und sind zwischen November 2016 und November 2017 entstanden. Bei diesem Kurs können 25 der 50 Notarzteinsätze, die zum Erwerb der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin erforderlich sind, durch Simulation ersetzt werden. Dabei werden auch drei pädiatrische Szenarien

Material und Methoden

simuliert, wovon eines eine Säuglingsreanimation mit defibrillierbarem Herzrhythmus ist und somit dem Szenarium der Initialstudie gleicht.

In einer dritten Trainingssession wurde das PEC-PVT Anwenderhandbuch ausgegeben und es erfolgte ein erneutes Bewerten der o.g. zwei Videos sowie zwei weiterer Videos. Wiederum erfolgte eine anschließende fokussierte Nachbesprechung.

Zuletzt wurden über einen Zeitraum von einer Woche weitere neun Videos mithilfe des Handbuchs und unter Nutzung der PEC-PVT-Checklist bewertet (4. Trainingseinheit). An jedem Punkt des Beobachtertrainings wurde ein Korrelations-Koeffizient zwischen den Beobachtern gebildet, hierzu siehe Punkt 6.4 Interrater-Reabilität.

6.3 Anwenderhandbuch

Zur genauen Evaluation der Videos wurde durch Fr. Dr. N. Mand auf Grundlage der vorliegenden PEC-PVT ein Anwenderhandbuch entwickelt, das die einzelnen Items im Detail beschreibt. Jedes Item wird hierin tabellarisch aufgeführt und festgelegt, in welchem Fall null Punkte, ein Punkt oder die volle Punktzahl erteilt werden kann. Zur Punktevergabe muss nicht immer jedes Kriterium erfüllt sein, die Ausführung stellt einen Leitfaden der Bewertung dar und ermöglicht ein Nachschlagen bei Unklarheiten. Es dient einer möglichst eindeutigen Leistungsbeurteilung und als Basis für einen Austausch der Auswertenden untereinander. Im Folgenden soll der Inhalt zusammengefasst werden, ein vollständiger Abdruck findet sich im Anhang A (5. Anwenderhandbuch).

Item 1.1, „Handschuhe anziehen“, ist dann korrekt und vollständig ausgeführt, wenn *alle* Beteiligten in den ersten zwei Minuten, oder, bei später eintreffenden Mitarbeitern, vor dem Ergreifen von Maßnahmen am Patienten, Handschuhe anziehen. Trägt während des gesamten Szenariums kein Teammitglied Handschuhe, werden null Punkte vergeben.

Zum **Item 1.2**, „Ausrüstung überprüfen“ gehört, dass vor Einsatz am Patienten der Anschluss des Sauerstoffschlauchs am Flowmeter und Beatmungsbeutel geprüft und der Sauerstoff aufgedreht wird. Größe von Beutel und Maske sowie Dichtigkeit müssen vor Verwendung überprüft werden. Null Punkte erhält das Team, wenn zu keinem Zeitpunkt o.g. Punkte geprüft werden.

Material und Methoden

Item 1.3, „Monitore anschließen“ ist vollständig erfüllt, wenn EKG, Blutdruckmessung und Sauerstoffsättigung innerhalb von zwei Minuten an den Patienten angebracht sind. Bei komplett fehlender Monitorüberwachung werden null Punkte vergeben.

Für das **Item 1.4**, „Hilfe holen“ werden dann die Maximalpunkte vergeben, wenn in den ersten drei Minuten selbstständig zusätzliches medizinisches Personal hinzugerufen wird. Bei zu später Anforderung der Hilfe oder wenn dies erst auf Empfehlung der Instruktoren geschieht, wird ein Punkt gegeben. Wenn das Anfangsteam über die gesamte Zeit zu zweit bleibt, entspricht dies null Punkten.

Item 1.5, „ABCD-Evaluation“ entspricht den ersten vier Punkten der systematischen Beurteilung von Notfallpatienten nach dem ABCDE-Schema. Dies dient dazu, die Beurteilungs- und resultierenden Behandlungsschritte, von denen das Patientenüberleben in erster Linie abhängt, zu priorisieren („treat first what kills first“). A steht hierbei für *Airway*, B für *Breathing*, C für *Circulation*, D für *Disability* (und E für *Environment/Exposure*). Für die volle Punktzahl muss die komplette ABCD-Evaluation in den ersten zwei Minuten abgeschlossen sein. Dies bedeutet, für *Airway* und *Breathing* die Sauerstoffsättigung zu prüfen, die Lunge auszukultieren und die Atemfrequenz auszuzählen, für *Circulation* die Messung von Blutdruck, Herzfrequenz und Kapillarfüllungszeit vorzunehmen und für *Disability* die Bewusstseinslage zu prüfen.

Das **Item 1.6** fordert die Applikation von 100% Sauerstoff über eine Maskenbeutelbeatmung oder Ventilationsmaske vor Einsetzen der Apnoe. Die Anlage einer Nasenbrille oder Sauerstoffdusche oder die Gabe von Sauerstoff nach Beginn der Apnoe bringt einen Punkt, wird während des gesamten Szenariums kein Sauerstoff verabreicht, wird dies mit null Punkten bewertet.

Um **Item 1.7** („Mitteilung der Diagnose an das Team“) zu erfüllen, muss der Teamleiter eine spezifische Diagnose wie „Der Patient befindet sich im (kompensierten) Schock“ an das gesamte anwesende Team innerhalb von zwei Minuten mitteilen. Es geht darum, dass jedes Teammitglied über die Arbeitsdiagnose informiert ist. Nicht ausreichend ist eine unspezifische Diagnose oder eine Symptomaufzählung mit Bewertung (wie z.B. „Der Patient gefällt mir nicht, er ist ganz blass“) oder wenn nur einzelne Teammitglieder informiert werden. Null Punkte werden vergeben, wenn eine Interpretation von Symptomen völlig fehlt und lediglich Symptome gelistet werden.

Material und Methoden

Für die volle Punktzahl bei **Item 2.1** „Atemwege öffnen, inspizieren, bewerten“ müssen in den ersten 30 Sekunden nach Atemstillstand die Atemwege geöffnet und auf Fremdkörper hin untersucht werden, sowie der Befund „Apnoe“ an das Team kommuniziert werden.

Item 2.2 („Beginn Beutel-Masken-Beatmung“) ergibt dann die vollen Punkte, wenn bis 30 Sekunden nach Eintritt der Apnoe die Beutel-Masken-Beatmung initiiert wird. Wird zudem innerhalb von 30 Sekunden nach Beginn der Beatmung die Effektivität überprüft und verbalisiert, und im selben Zeitfenster bei Mängeln eine Optimierung (z.B. durch Lagerung, Guedel-Tubus oder zwei-Personen-Technik) eingeleitet, erhält das Team weitere zwei Punkte für Erfüllung des **Items 2.3** („Überprüfen der Effektivität der Beutel-Masken-Beatmung“). In den ersten 30 Sekunden nach Eintritt der Herzrhythmusstörung soll zudem an einer zentralen Arterie der Puls überprüft, eine Asystolie auskultiert oder das Fehlen von Lebenszeichen kommuniziert werden (**Item 2.4** „Pulskontrolle“) und zudem der korrekte Rhythmus im EKG identifiziert und verbalisiert werden (**Item 2.5** „EKG-Rhythmus identifizieren“). Eine Pulskontrolle über die SpO₂-Kurve ergibt null Punkte in 2.4, eine zu späte oder nicht kommunizierte Pulskontrolle ergibt einen Punkt. Als Lebenszeichen zählen die Abfrage von Spontanbewegungen, Husten oder normale Atmung.

Um im **Item 2.6** „Start CPR“ die volle Punktzahl zu erhalten, muss innerhalb von 30 Sekunden nach Eintreten der Pulslosigkeit mit der Herzdruckmassage begonnen werden und diese mit guter Technik (adäquate Drucktiefe, -frequenz, korrekter Rhythmus und Druckpunkt, durchgestreckte Arme senkrecht über dem Patienten) durchgeführt werden.

Der Beginn der Vorbereitung der Defibrillation innerhalb von 30 Sekunden nach Eintritt der Pulslosigkeit ergibt weitere zwei Punkte (**Item 2.7** „Defibrillator vorbereiten“), ebenso wie die Etablierung eines intravenösen oder intraossären Zugangs innerhalb von 120 Sekunden nach Eintritt der Pulslosigkeit (**Item 2.8** „IV/IO Infusion etablieren“). Für die Zugangsanlage dürfen maximal zwei Versuche an peripheren Venen vorgenommen werden und es dürfen nicht mehr als 60 Sekunden für den Vorgang von Nöten sein, ansonsten erhält das Team nur einen Punkt.

Item 2.9 bis 2.17 decken den Algorithmus aus Defibrillieren, umgehender Fortführung der Herzdruckmassage, Rhythmuskontrolle nach 100-120 sec. und erneuter Defibrillation ab, der dreimal durchlaufen werden soll, bevor die Gabe von Adrenalin und Amiodaron (**Item 2.19 und 2.20**) in der korrekten Dosierung erfolgt. **Item 2.9** „Defibrillation (erste)“ ergibt dann zwei

Material und Methoden

Punkte, wenn die erste Defibrillation innerhalb von 90 Sekunden nach Eintreten der Pulslosigkeit in der korrekten Dosierung von 4J/kg bezogen auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht und korrektem Modus (ohne Synchronisierung) erfolgt. Zudem muss die Abfolge aus Laden des Defibrillators, Warnung vor der Schockabgabe, Prüfung des Sicherheitsabstands vor Schockabgabe erfolgen, um nicht einen Punktabzug zu erhalten. Anschließend muss innerhalb von zehn Sekunden nach der Schockabgabe die Herzdruckmassage in guter Technik und mit ausgewechselter Person ohne vorherige Pulskontrolle fortgesetzt werden, sodass für **Item 2.10**, „CPR (fortführen)“ die Maximalpunktzahl vergeben werden kann. Bei späterem Beginn, voriger Pulskontrolle, schlechter Technik oder Fortführung durch dieselbe Person wird nur ein Punkt erteilt. **Item 2.11**, „Rhythmuskontrolle“, bewertet das Erkennen und Benennen des korrekten, defibrillierbaren Rhythmus im Zeitfenster 100-120 Sekunden oder nach zehn Zyklen der Reanimation im Verhältnis 15:2. Wird der Rhythmus nicht verbalisiert oder falsch erkannt oder findet die Kontrolle außerhalb des vorgesehenen Zeitrahmens statt, kann nur ein Punkt erreicht werden. **Item 2.12 bis 2.16** entsprechen den **Items 2.9 bis 2.12**: für die vollständige Punktzahl muss eine zweite Defibrillation innerhalb von 100-120 Sekunden bzw. zehn CPR-Zyklen nach der ersten Defibrillation korrekt durchgeführt werden (**Item 2.12**), die CPR innerhalb der ersten 10 Sekunden nach Defibrillation fortgesetzt werden (**Item 2.13**) und der Rhythmus 100-120 Sekunden bzw. zehn Zyklen nach Defibrillation erkannt und benannt werden (**Item 2.14**). Entsprechend muss für **Item 2.15** die dritte Defibrillation 100-120 Sekunden nach der zweiten Defibrillation erfolgen, und für **Item 2.16** innerhalb von 10 Sekunden nach der dritten Defibrillation mit der Herzdruckmassage fortgefahren werden. Abweichend ist **Item 2.17** „Rhythmuskontrolle (nach dritter bzw. letzter Defibrillation)“, da hier die *abschließende* Rhythmuskontrolle nach der *letzten* Defibrillation betrachtet wird, selbst, wenn weniger als drei Defibrillationen durchgeführt wurden. Hier muss der Rhythmus als Sinusrhythmus erkannt und verbalisiert werden, um die volle Punktzahl zu erreichen.

Falls von einem Team nicht defibrilliert wird, werden für die Items 2.9 bis 2.16 null Punkte erteilt.

Item 2.18, „Pulskontrolle“ ist erfüllt, wenn die Kontrolle eines zentralen Pulses oder die Abfrage von Lebenszeichen nach Wiedererlangen des Kreislaufs erfolgt und an das Team kommuniziert wird. Für die volle Punktzahl muss dies innerhalb von 100-120 Sekunden oder zehn Reanimationszyklen nach der dritten Defibrillation stattfinden.

Material und Methoden

Die Adrenalingabe (**Item 2.19**) ist dann vollständig und korrekt ausgeführt, wenn nach der dritten Defibrillation eine Dosis von 10 µg/kgKG (entspricht 0,1ml der 1:10 Lösung) bezogen auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht intravenös oder intraossär appliziert wurden. Eine Verabreichung zu einem früheren Zeitpunkt oder in nicht korrekter Dosierung erbringt einen Punkt. Entsprechend wird **Item 2.20** für die Amiodarongabe bewertet, die richtige Dosis ist hier 5 mg/kgKG bezogen auf das Gewicht des Patienten.

Item 2.21 behandelt die erneute Prüfung von Kapillarfüllungszeit oder Blutdruck nach Eintreten des ROSC. Hier können nur null oder zwei Punkte erreicht werden, die volle Punktzahl bekommt ein Team, das einen der Messwerte nach Einsetzen des Spontankreislaufs überprüft.

Item 3.1 („4Hs & HITS-Evaluation“) ist erfüllt, wenn die typischen Ursachen von Kreislaufstillständen vollständig eruiert wurden und bei Bedarf Gegenmaßnahmen eingeleitet wurden. Diese Ursachen lassen sich zusammenfassen mit dem Akronym *4Hs und HITS* und umfassen Hypovolämie (H), Hyper-/Hypokaliämie (H), Hypothermie (H), Hypoxie (H), Herzbeuteltamponade (H), Intoxikation (I), Thromboseereignis (T) wie Lungenarterienembolie oder tiefe Beinvenenthrombose, sowie Spannungspneumothorax S)). Werden nur einzelne dieser acht Ursachen in Betracht gezogen oder keine Maßnahmen ergriffen, erhält das Team nur einen Punkt.

Item 3.2 „Blutentnahme (BGA, Blutzucker, Elektrolyte)“ erfasst, ob eine Blutentnahme zur Blutgasanalyse inklusive Blutglukose und Elektrolyten erfolgt ist und verbalisiert wurde. Eine nicht verbalisierte oder unvollständig erledigte Blutentnahme bringt nur einen Punkt.

Item 3.3 („Frühzeitig weitere Behandlung anbahnen“) ist erneut dichotom zu bewerten. Zwei Punkte erhält ein Team, das in irgendeiner Form weitere Behandlungsschritte plant, wie beispielsweise eine definitive Atemwegssicherung oder die Verlegung auf eine pädiatrische Intensivstation. Werden keinerlei weitere Schritte in Erwägung gezogen oder eingeleitet, können keine Punkte vergeben werden.

6.4 Interrater-Reabilität

Es erfolgte ein Assessment der Interrater-Reliabilität durch unabhängige Evaluation von einzelnen, zufällig gewählten Videos als Stichprobe. Im Rahmen des Beobachtertrainings konnte eine Zunahme der Interrater-Reliabilität erreicht werden mit einer zuletzt guten Interrater-Übereinstimmung siehe Tabelle 1.

Instrument	Erste Videoauswertung	Zweite Videoauswertung	Pilottestung
PEC	0,65 (0,48 – 0,77)	0,91 (0,87 – 0,94)	0,81 (0,77 – 0,85)

Tabelle 1: ICC* zwischen der Beobachterin und der Studienleiterin

*ICC: Intraklassen-Korrelationskoeffizient des Typs C. Modell mit gemischten Zwei-Weg-Effekten, bei dem die Personeneffekte zufällig und die Maßeffekte fest sind

7. Statistische Methoden

7.1 Allgemeines

Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics Version 25.0.0, 26.0.0 und 28.0.0 für Microsoft Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Zur besseren Veranschaulichung wurde bei einigen Daten eine graphische Darstellung mit Microsoft Excel Version 2010 vorgenommen. Die statistische Datenanalyse wurden in Kooperation mit Hr. PD Dr. H. Sitter, Fr. Dr. med. N. Mand, sowie Fr. Doct. cand. med. Leonie Heinze durchgeführt.

Um die erhobenen Follow-up Daten mit den Daten der Initialstudie in Zusammenhang zu setzen, wurden von der Studienleitung die Datensätze der Initialstudie zur Verfügung gestellt.

7.2 Deskriptive Statistik

Die deskriptiven Daten wurden mittels absoluter und relativer Häufigkeit sowie Mittelwert, Median, Minimum (Min.) und Maximum (Max.) sowie Standardabweichung (SD) dargestellt. Zudem wurden absolute und relative Häufigkeiten durchgeführter Interventionen dargestellt.

7.3 Interferentielle Statistik

7.3.1 Signifikanzniveau

Das Signifikanzniveau wurde für alle Tests auf 0,05 festgelegt. P-Werte $\geq 0,05$ und $< 0,1$ wurden als Trend betrachtet.

7.3.2 Bildung des Gesamtscores

Zunächst wurde aus den Daten der PEC-Fragebögen für jedes Team ein Gesamtscore ermittelt, der sich aus der Summe der mit einem spezifischen Wichtungsfaktor multiplizierten Punkte der Einzelitems errechnet.

	TOPost Teilnehmer, die direkt im Anschluss an das Initialtraining untersucht wurden	T1 Teilnehmer, die 6 Monate nach Initialtraining erstmals nachuntersucht wurden	T2a Teilnehmer, die 12 Monate nach Initialtraining zum zweiten Mal nachuntersucht wurden	T2b Teilnehmer, die 12 Monate nach Initialtraining erstmalig nachuntersucht wurden
TOPost	-	X	X	X
T1	X	-	X	X
T2a	X	X	-	X
T2b	X	X	X	-

Tabelle 2: Durchgeführte Vergleiche

7.3.3 Prüfung auf Normalverteilung

Gesamtscore und die Zeiten bis zur ersten Defibrillation, Beginn der Herzdruckmassage und der Masken-Beutel-Beatmung wurden mittels Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung geprüft. Nur für den Gesamtscore ergab sich dabei kein Hinweis darauf, dass dieser nicht normalverteilt ist. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Initialstudie. Für die übrigen Größen muss davon ausgegangen werden, dass keine Normalverteilung vorliegt (s. Anhang Tabelle 7).

7.3.4 Art und Durchführung der Berechnungen

7.3.4.1 Berechnungen zur Leitliniencompliance

Absolute und relative Häufigkeiten durchgeführter Interventionen wurden unter Verwendung von Chi-Quadrat-Tests auf Unterschiede dieser Häufigkeiten zwischen den verschiedenen Gruppen geprüft. Wenn dieser nicht angewendet werden konnte, wurde ein exakter Test nach Fisher durchgeführt.

Für den Mittelwertvergleich der Gesamtscores der verschiedenen Gruppen wurde eine einfaktorische Varianzanalyse (ANOVA) mit Scheffé-Prozedur verwendet.

Die übrigen Variablen (Zeiten bis zur Initiierung der Schlüsselkompetenzen Beatmung, Herzdruckmassage sowie Defibrillation sowie die im Durchschnitt angewendeten Joule-Dosierungen und die Dosierungen der Medikamente Adrenalin und Amiodaron) wurden aufgrund der fehlenden Normalverteilung mittels Kruskal-Wallis-Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen getestet. Bei Vorliegen von signifikanten Unterschieden wurden sie mit paarweisen Vergleichen näher untersucht.

Für die Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen wurde zunächst eine Strafzeit von 480 Sekunden (das entspricht 8 Minuten) eingeführt, wenn Gruppen die Intervention in

Material und Methoden

der vorgesehenen Zeit von 8 Minuten gar nicht durchführten. Die Strafzeiten flossen nur in die Tests zur Signifikanzprüfung, nicht in die reinen Mittelwertberechnungen ein. Zur Berechnung der mittleren Zeiten bis zur Durchführung von Schlüsselkompetenzen wurden die Mittelwerte innerhalb der Teams, die die jeweilige Intervention durchführten, ohne die Teams mit Strafzeit berechnet. Dies diente dazu, die mittleren Zeiten bis zur Initiierung der jeweiligen Kompetenz zu erhalten, unter der Bedingung, dass eine bestimmte Maßnahme überhaupt durchgeführt wurde.

Für einzelne Variablen wurden zur Veranschaulichung ergänzende Untersuchungen durchgeführt. Dies betraf die Darstellung der Zeit bis zur Durchführung der Maßnahme mittels Kaplan-Meier-Kurve und Log-Rank-Test, den ergänzenden Vergleich von Häufigkeiten einer Maßnahme (mittels Chi-Quadrat-Test) bzw. der Initialisierungszeiten (mittels Kruskal-Wallis-Test) mit den Werten vor der Intervention ($T_{\text{OPrÄ}}$), sowie die Untersuchung von Unterschieden der Gruppen in Einzelitems der PEC mittels Chi-Quadrat-Tests zur Ursachenspezifizierung von Punkteverlusten oder fehlender Initiierung von Maßnahmen.

7.3.4.2 Berechnungen der Untergruppenanalyse

Weiterhin wurde eine Untergruppenanalyse durchgeführt, bei der der Einfluss des Berufsstatus, des Geschlechts und der Teilnahme an einem zusätzlichen ERC/AHA-Kurs des Teamleiters auf Gesamtscore und Initialisierungszeit der Schlüsselmaßnahmen untersucht wurde. Studien belegen, dass die Leistung des Teamleiters die Leitlinienadhärenz des gesamten Teams beeinflusst [83, 225]. Daher wurden in der vorliegenden Studie zur Untersuchung des Einflusses struktureller Merkmale auf die Teamleistung stellvertretend für das jeweilige Team die Charakteristiken des zugehörigen Teamleiters hinzugezogen.

Aufgrund der geringen Gruppengröße wurden die Berufserfahrung der Teamleiter in ihrer aktuellen Berufsstatusgruppe (Assistenz- vs. Oberärzte) in der interferentiellen Statistik nicht weiter berücksichtigt, d.h. es erfolgte keine Unterscheidung zwischen Assistenzärzten, die unter oder über drei Jahre in dieser Position tätig waren, analog wurde mit den Oberärzten umgegangen.

Für die Untergruppenanalyse wurden die Daten aus 21 FU-I-Videos und 20 FU-II-Videos verwendet, das Video mit chefärztlicher Teamleitung wurde ausgeschlossen (siehe Ergebnisse, Kapitel 1.5 Untergruppenanalyse: Identifizierung der Teamleiter und Ausschlussquote der

Material und Methoden

Studienvideos der Untergruppen. Anschließend wurden stellvertretend für das Team die Angaben des jeweiligen Teamleiters verwendet, da diesem die Leitung des Szenarios und damit die Hauptverantwortung für Ablauf und Zusammenarbeit zufällt. In jedem Video wurde der Teamleiter ermittelt und der entsprechende Fragebogen dem Video zugeordnet. Wie gehabt wurde der Gesamtscore als normalverteilt betrachtet. Anschließend wurden Mittelwerte zwischen zwei Gruppen für den Gesamtscore mit T-Tests auf Gleichheit geprüft. Die nicht-normalverteilten Größen wurden mit Mann-Whitney-U-Test analysiert.

Ergänzend wurde im Einzelfall überprüft, ob eine Untergruppe sich im zeitlichen Verlauf von t_1 nach t_2 in ihrer Gesamtleistung (T-Test für den Mittelwert des Gesamtscores) oder der Initialisierungszeit (Kruskal-Wallis-Test) verbessert hat.

Ergebnisse

1. Zusammensetzung der Stichprobe

1.1 Ausschlussquote der Kliniken

Von den elf Kinderkliniken, die ein standardisiertes Simulationstraining im Jahr 2017 erhalten und an der Initialstudie teilgenommen hatten, wurden in zehn Kliniken FU-Untersuchungen geplant, aus denen Daten für die vorliegende Studie erhoben werden konnten. An acht der zehn Kliniken waren zwei Nachuntersuchungen nach sechs und zwölf Monaten geplant. An den übrigen zwei Kliniken war nur das FU II vorgesehen. Jedoch erfolgte mangels Terminfindung an einer der acht Kliniken, welche für *beide* Untersuchungen vorgesehen waren, nur die erste FU-Untersuchung. Folglich betrug die Ausschlussquote der Kliniken in Gruppe T₁ und T_{2b} je 0%, in Gruppe T_{2a} 12,5% (eine von acht Kliniken).

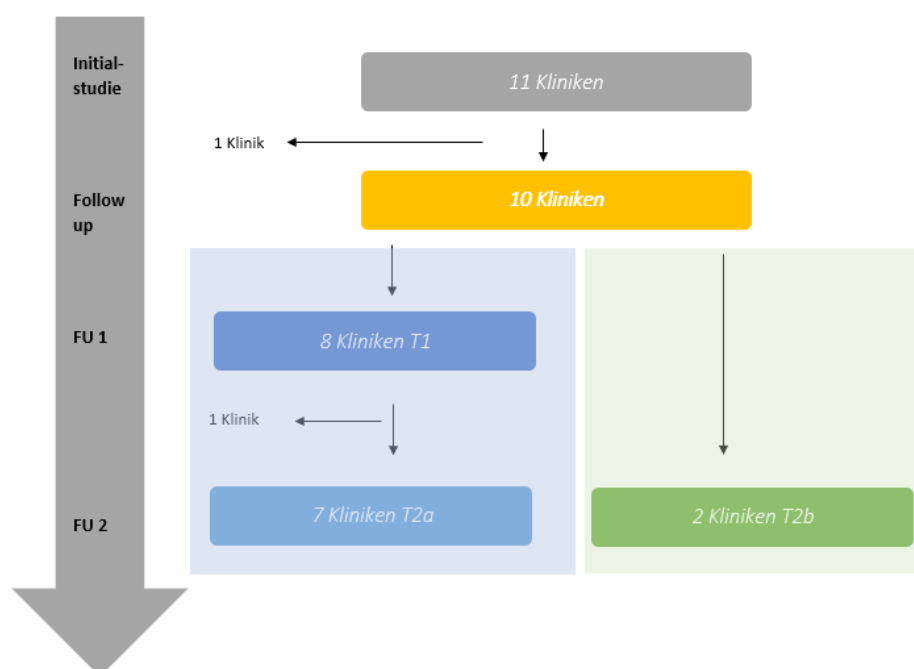


Abbildung 7: Zuordnung der Kliniken zu den Studienarmen

1.2 Ausschlussquote der Studienteilnehmer

In der Initialstudie hatten 179 der initial 188 Teilnehmer ein Einverständnis zur Studienteilnahme gegeben und konnten somit evaluiert werden. Hiervon waren in der Nachuntersuchung für Zeitpunkt t₁ 155 der 179 Teilnehmer vorgesehen, tatsächlich teilgenommen haben nur 87 Personen. Somit beträgt die Ausschlussquote für Zeitpunkt t₁ 43,9%.

Ergebnisse

Für die zweite Nachuntersuchung waren alle 87 Teilnehmer des ersten FU vorgesehen, jedoch nahmen nur 55 Personen daran teil. Die Ausschlussquote dieser Gruppe beträgt somit 36,8%.

In der nur einmalig nach zwölf Monaten nachuntersuchten Gruppe müssen zwei Kohorten unterschieden werden: Zunächst waren für diese Gruppe 24 Teilnehmer des Initialtrainings vorgesehen, die von vornherein kein FU I erhielten. Von diesen nahmen jedoch nur acht Teilnehmer am FU nach zwölf Monaten teil. Somit beträgt die Ausschlussquote 66%. Weiterhin wurden all diejenigen Teilnehmer dieser Gruppe zugeführt, welche zwar für das erste FU vorgesehen waren, aber daran nicht teilnehmen konnten. Dies wären 68 Teilnehmer gewesen (155 - 87), von diesen nahmen jedoch nur 17 am FU II teil. Daraus ergibt sich eine Ausschlussquote von 75%.

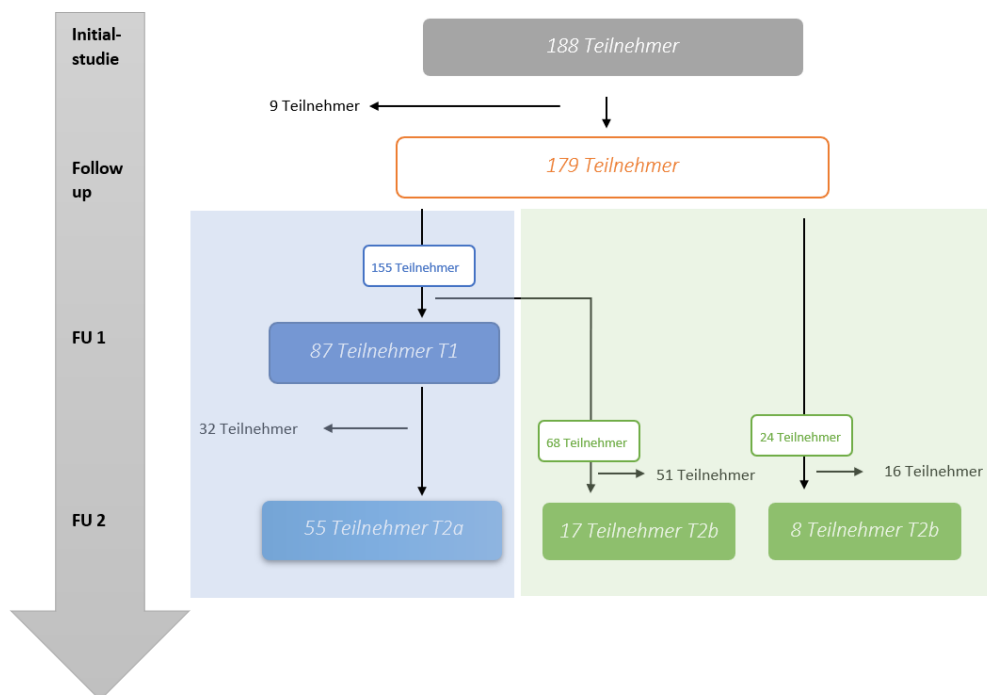


Abbildung 8: Ausschlussquote der Teilnehmer

1.3 Teambildung und Videoentstehung

Alle Nachuntersuchungen zusammengenommen, wurden insgesamt 47 FU-Studienzenarien durchgeführt. Diese Zahl setzt sich wie folgt zusammen: Die 87 Teilnehmer zum Zeitpunkt t_1 (Gruppe T_1) bildeten 24 Teams, was bedeutet, dass 24 Studienzenarien aufgezeichnet wurden. Die 55 Teilnehmer, die zwei Nachuntersuchungen erhielten (Gruppe T_{2a}), bildeten zum Zeitpunkt t_2 15 Teams, sodass 15 Szenarien gespielt wurden. Die 25 Teilnehmer, die

Ergebnisse

ausschließlich zum Zeitpunkt t_2 nachuntersucht wurden (Gruppe T_{2b}), lassen sich unterscheiden in die acht Teilnehmer, die von vornherein nur für FU II geplant waren, sowie die 17 Personen, die auch für FU I geplant waren, aber aus Zeitgründen nur FU II erhielten. Erstere bildeten zwei Teams, Letztere sechs Teams, sodass in Gruppe T_{2b} insgesamt acht Szenariendurchläufe stattfanden.

1.4 Ausschlussquote der Studienvideos des Gesamtkollektivs

Nach Abschluss der Datenerhebung lagen somit vorerst insgesamt 47 Videos vor, davon 24 Videos aus FU I (Gruppe T_1), 15 Videos aus Gruppe T_{2a} und acht Videos aus Gruppe T_{2b} . Drei der Videos wurden aufgrund technischer Schwierigkeiten gar nicht, zwei weitere Videos nur inkomplett aufgezeichnet. Diese fünf Videos konnten daher nicht ausgewertet werden, sodass folglich 42 Videos in die Auswertung eingeschlossen wurden. Bei den ausgeschlossenen Videos handelt es sich um drei Videos der Gruppe T_1 , bei einem Video um ein Team der Gruppe T_{2a} und bei dem letzten ausgeschlossenen Video um ein Team der Gruppe T_{2b} . Für Gruppe T_1 ist somit eine Ausschlussquote der Videos von 12,5% zu verzeichnen (drei Videos von 24), für Gruppe T_{2a} 6,7% (ein Video von 15) und für Gruppe T_{2b} 12,5% (ein Video von acht).

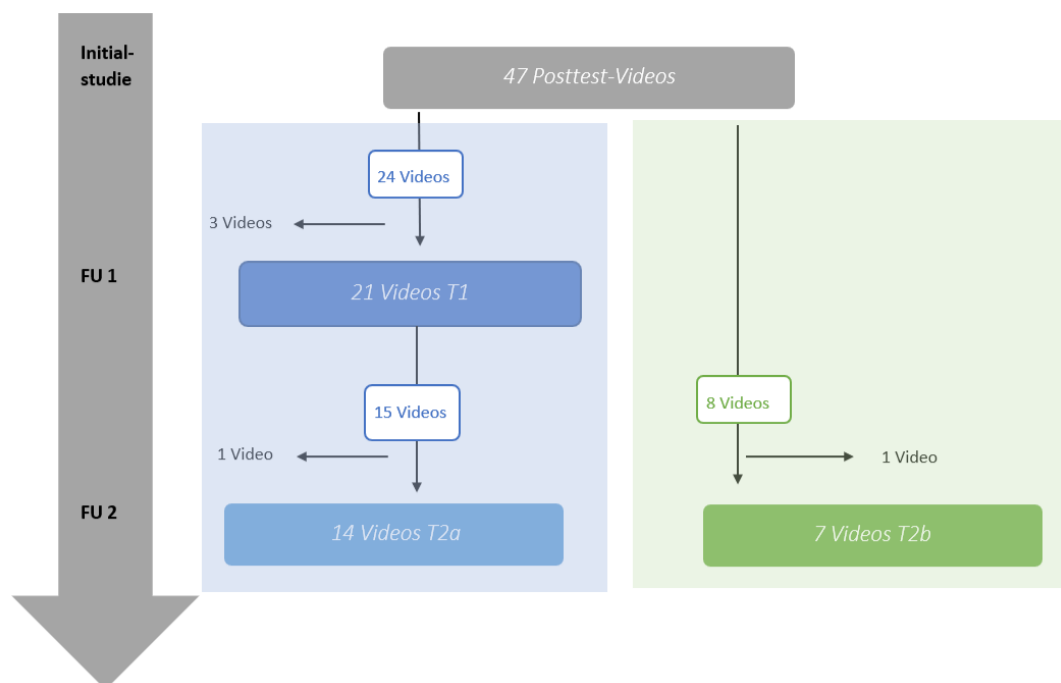


Abbildung 9: Ausschlussquote der Studienvideos

1.5 Untergruppenanalyse: Identifizierung der Teamleiter und Ausschlussquote der Studienvideos der Untergruppen

Die Untergruppenanalyse diente dazu, den Einfluss bestimmter Merkmale der Teamleiter auf die Teamleistung zu evaluieren. Dazu wurde in jedem Video ermittelt, wer das Team anleitet. Anschließend wurden die Fragebögen der Teilnehmer des entsprechenden Videos zu Rate gezogen und anhand struktureller Merkmale der jeweilige Datensatz dem entsprechenden Teamleiter zugeordnet. Dies gelang für 100% der Teams. Analog zur Initialstudie wurde aufgrund fehlender statistischer Vergleichbarkeit das einzige Team unter der Leitung einer Chefärztin nicht in der interferentiellen Statistik berücksichtigt. Somit ergab sich für die Analyse der Untergruppen eine Gesamtzahl von 41 Videos, davon 21 FU-I-Videos und 20 FU-II-Videos (Ausschlussquote: 2,4%). Es wurde ausgeschlossen, dass sich das Verhältnis von Ärzten zu Pflegepersonal zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen unterschied. Dies war mit $p=0,79$ nicht der Fall.

2. Beschreibung der Stichprobe

2.1 Beschreibung des gesamten Teilnehmerkollektivs

Insgesamt lagen von 112 Personen ausgefüllte Fragebögen vor. Der Anteil der gültigen Antworten im Fragebogen lag über alle Fragen hinweg bei nahezu 100%.

Es nahmen insgesamt 56 Ärzte (50%) und 55 Pflegende (49,1%) an den FU-Untersuchungen teil. Ein Teilnehmer (0,9%) machte keine Angaben zu seinem Beruf. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen (T_1 , T_{2a} , T_{2b}) zeigte sich nicht ($p=0,267$).

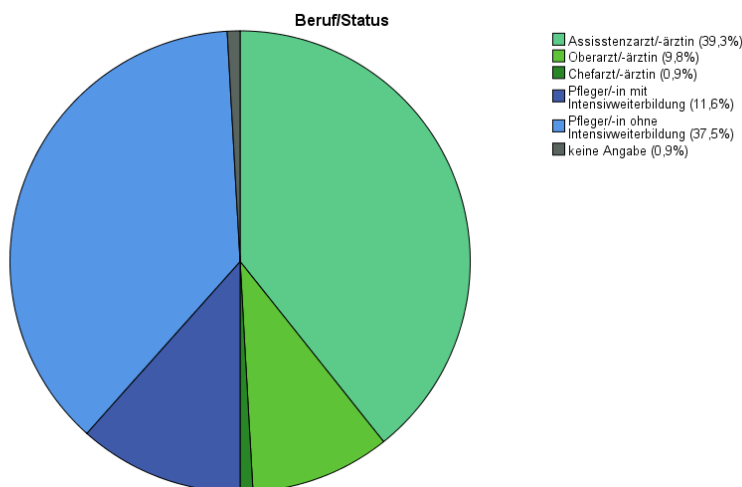


Abbildung 10: Verteilung der einzelnen Berufsgruppen bezogen auf das gesamte Teilnehmerkollektiv

Ergebnisse

95 (84,8%) der Teilnehmenden waren weiblich und 17 (15,2%) männlich. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen (T_1 , T_{2a} , T_{2b}) zeigte sich nicht ($p=0,225$). Das durchschnittliche Alter des Teilnehmerkollektivs lag bei 37,7 Jahre (SD 10,2), der jüngste Teilnehmer war 23 Jahre alt, der älteste 63 Jahre alt.

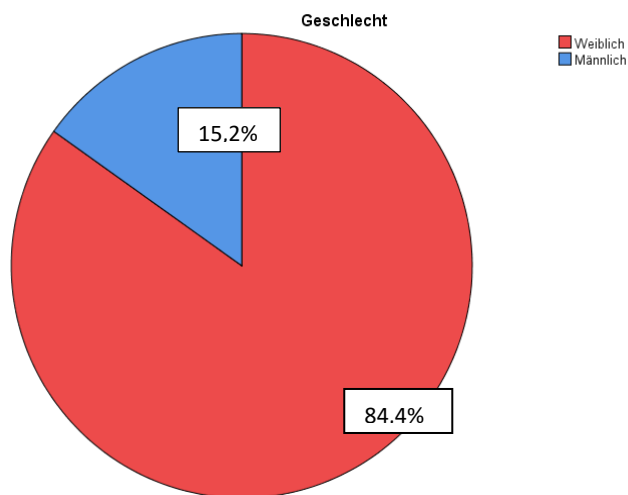


Abbildung 11: Geschlechterverteilung Gesamtkollektiv

2.1.1 Beschreibung des Ärztekollektivs

Unter den insgesamt 56 Ärzten gab es eine Chefärztin (0,9% des Gesamtkollektivs), 11 Oberärzte (9,8%) und 44 (39,3%) Assistenzärzte. Von den Assistenzärzten waren drei Viertel ($n=33$) weiblich. Bei den Oberärzten etwas mehr als die Hälfte, sechs von elf Ärzten, männlich (55%). Dies war nicht signifikant ($p=0,13$).

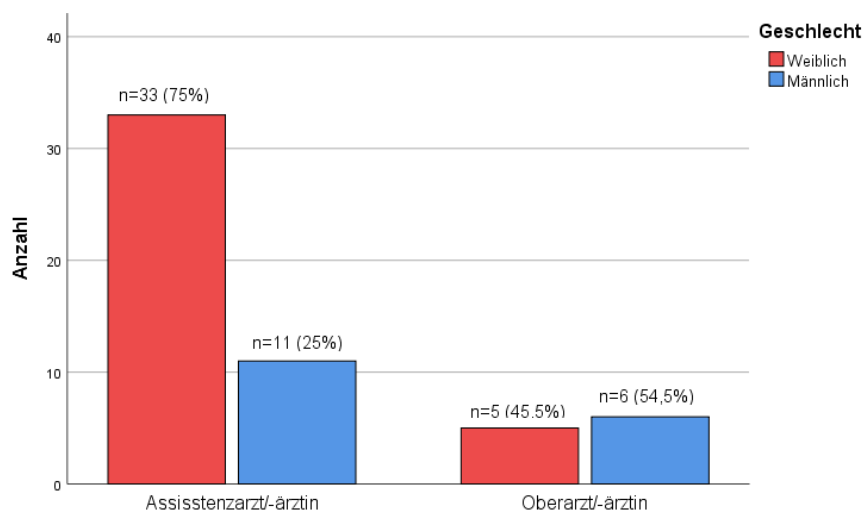


Abbildung 12: Geschlechterverteilung im Ärztekollektiv

Ergebnisse

Die Oberärzte waren im Mittel 48,7 Jahre alt (SD 8,0; Min. 33; Max. 63) und waren in ihrer derzeitigen Funktion durchschnittlich 9,9 Jahre (SD 6,7; Min. 0,5; Max. 22,5) Jahre tätig gewesen.

Das mittlere Alter der Assistenzärzte betrug 32,7 Jahre (SD 6,0; Min. 26; Max. 56). Im Mittel hatten die Assistenzärzte 3,8 Jahre Berufserfahrung (SD 3,1; Min. 1,0; Max. 13,0).

2.1.2 Beschreibung des Pflegekollektivs

Insgesamt kamen 55 Teilnehmerinnen aus dem Bereich der Pflege. Von diesen 55 Pflegekräften hatten 13 (23,6%) eine Intensivweiterbildung und 42 (76,4 %) keine. Der Altersdurchschnitt der Pflegerinnen mit Intensivweiterbildung lag bei 39,9 Jahren (SD 9,0; Min 26; Max. 56). Die Erfahrungsjahre im aktuellen Berufsstatus betragen in dieser Gruppe im Mittel 16,8 (SD 11,6; Min. 1,0; Max. 37,0).

Die Pflegenden ohne Intensivweiterbildung arbeiteten durchschnittlich seit 16,0 Jahren (SD 12,6; Min 1,0; Max. 41,5) in der aktuellen Position und waren im Mittel 38,9 Jahre alt (SD 11,6; Min. 23; Max. 62).

2.2 Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings

Insgesamt liegen von 112 Teilnehmenden Daten zur Auswertung vor. Von diesen gaben 39 (34,8%) an, dass sie nach dem Simulationstraining zum Zeitpunkt t_0 an mindestens einem anderen Reanimationstraining teilgenommen hatten. 73 (65,2%) hatten bis zum Zeitpunkt der FU Untersuchung kein zusätzliches Training erhalten.

Im Fragebogen konnte die Art des Trainings genauer angegeben werden, hierbei waren Mehrfachnennungen möglich. Von den 39 Teilnehmern, die in der Zwischenzeit an mindestens einem weiteren Training teilgenommen hatten, gaben 22 (56,4%) an, an einer internen Schulung, 14 (35,9%) an einem ERC/AHA-Kurs und 11 (28,2%) an einer anderen Trainingsform teilgenommen zu haben. Hier wurde einmal ein CRM-Training, zweimal ein ESim25-Kurs und einmal ein Kongress genannt. Eine Person (2,5%) machte keine Angabe. 8 (20,5%) der 39 Teilnehmer hatten an mehr als einem Training teilgenommen: 7 (17,9%) an zwei weiteren Kursen, 1 (2,5%) sogar an drei Trainings.

Zu der Verteilung der Teilnahme an zusätzlichen Trainings zwischen den Gruppen T_1 , T_{2a} und T_{2b} siehe Anhang Tabelle 27. Es zeigte sich ein Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen T_1 , T_{2a} und T_{2b} in Bezug auf die zusätzlich erfolgten Trainings. Nach Anpassung des

Ergebnisse

Signifikanzniveaus mit Bonferroni Korrektur ($p = 0,05/6 = 0,008$) konnte nicht genauer differenziert werden, zwischen welchen Gruppen der Unterschied genau liegt. Tendenziell sind zusätzliche Trainings in der Gruppe T₁ am seltensten.

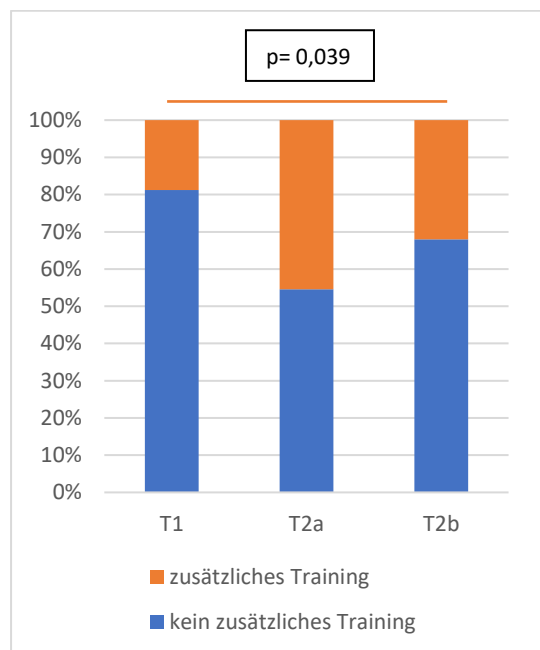


Abbildung 13: Teilnahme an zusätzlichen Trainings

2.3 Unterschiede zur Initialstudie

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Kollektive der Initialstudie und der Nachuntersuchungen vergleichbar sind. Es zeigten sich keine Unterschiede in Bezug auf die Geschlechterverteilung, die Berufsgruppenverteilung oder den Altersdurchschnitt.

3. Untergruppenuntersuchung

3.1 Allgemeines

Um mögliche Veränderungen in der Teamleistung auf die Intervention Simulationstraining zurückführen zu können, mussten zuvor wesentliche Unterschiede in strukturellen Merkmalen der Teamleiter der FU I und FU II ausgeschlossen werden.

Insgesamt lagen 42 Szenarien und damit 42 Teamleiter zur Auswertung vor. In neun Fällen wurde ein Team vom gleichen Teamleiter sowohl in FU I als auch in FU II angeleitet. Um Einflüsse struktureller Merkmale auf die Teamleistung zu den unterschiedlichen FU-Zeitpunkten zu untersuchen, flossen alle 42 Teamleiterdatensätze in die nachfolgenden Untersuchungen ein. Zum Vorgehen der Identifizierung der Teamleiter aus den Videos siehe Punkt 1.5

Ergebnisse

Untergruppenanalyse: Identifizierung der Teamleiter und Ausschlussquote der Studienvideos der Untergruppen.

3.2 Beschreibung des Teamleiterkollektivs

3.2.1 Übersicht

Bei den 42 auswertbaren Teams handelte es sich um 21 Teams der Gruppe T_1 , 14 Teams der Gruppe T_{2a} und sieben Teams der Gruppe T_{2b} :

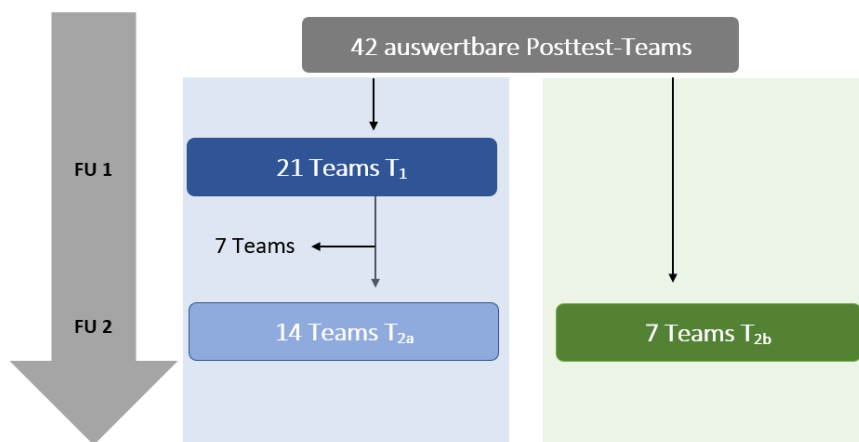


Abbildung 14: Anzahl der Teams in den Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}

Entsprechend liegen Daten von 21 Teamleitern der Gruppe T_1 , von 14 Teamleitern der Gruppe T_{2a} , und von sieben Teamleitern der Gruppe T_{2b} vor. Das chefärztlich geleitete Team (betrifft Gruppe T_{2b}) wurde nur in der deskriptiven, nicht in der interferentiellen Statistik mitberücksichtigt.

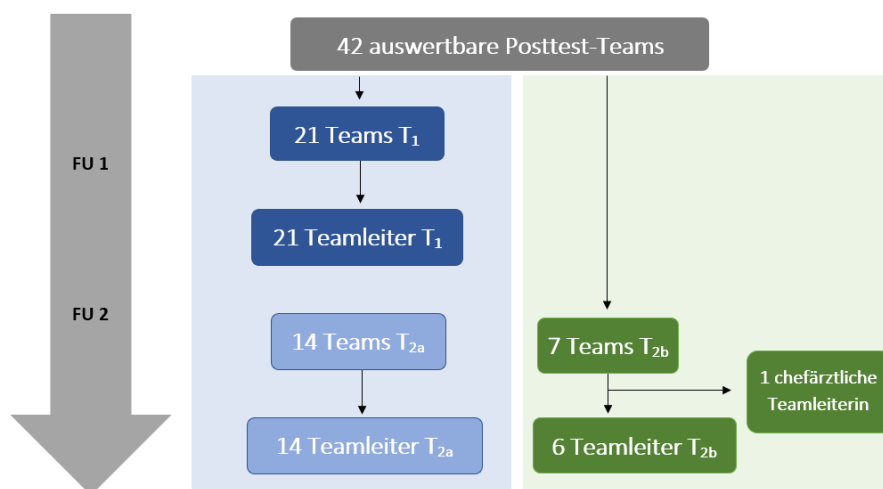


Abbildung 15: Übersicht über die Teamleiter

3.2.2 Geschlechterverteilung des Teamleiterkollektivs

Von den 42 Teamleitern waren 25 (59,5%) weiblich und 17 (40,5%) männlich. Die Geschlechterverteilung unterschied sich zwischen den drei Gruppen T₁, T_{2a} und T_{2b} nicht ($p=0,61$) und gleicht zudem der der Initialstudie, siehe Abbildung 16 und im Anhang Tabelle 42.

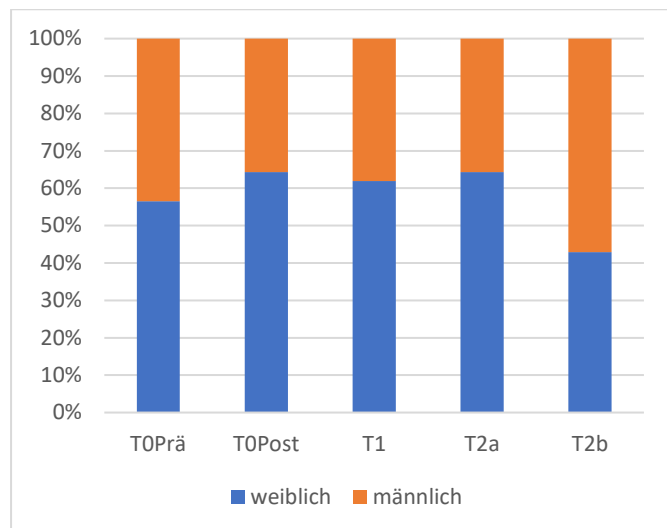


Abbildung 16: Geschlechterverteilung der Teamleiter

3.2.3 Verteilung der Berufsstatus der Teamleiter

25 Assistenzärzte (59,5%), 16 Oberärzte (38,1%) und 1 Chefärztin (2,4%) übernahmen diese Funktion, auch dies unterschied sich in Bezug auf die Untersuchungszeitpunkte zwischen den Gruppen nicht ($p= 0,259$). Die Teamleiter der Gruppe T₁ setzten sich aus 13 (61,9%) Assistenzärzten und 8 (38,1%) Oberärzten zusammen. In der Gruppe T_{2a} waren 8 Teamleiter Assistenzärzte (57,1%), und 6 Oberärzte (42,86%). In Gruppe T_{2b} waren es 4 Assistenzärzte (57,1%), 2 Oberärzte (28,6%) und 1 Chefärztin (14,3%), welche aufgrund ihrer Sonderrolle außerhalb der deskriptiven Statistik nicht weiter berücksichtigt wurde. Details siehe Anhang Tabelle 43.

Ergebnisse

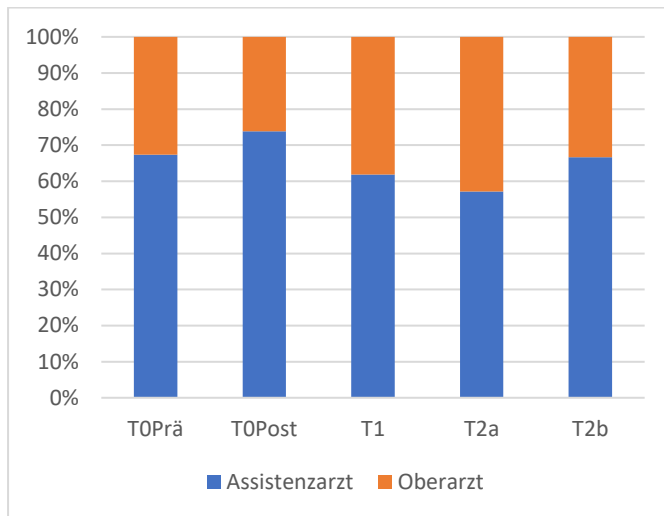


Abbildung 17: Berufsstatus der Teamleiter ohne Chefärztin

3.2.4 Alter und Berufserfahrung

Der durchschnittliche Teamleiter war 40,1 Jahre alt (SD 10,6; Min. 26; Max. 63) und in seiner Position seit 6,6 Jahren tätig (SD 5,6; Min. 0,5; Max. 22,5). Unterschiede in der Alterszusammensetzung ($p=0,548$) und Berufserfahrung ($p=0,529$) zwischen den drei Gruppen zeigten sich nicht. Details siehe Anhang Tabelle 44.

3.2.5 Teilnahme der Teamleiter an zusätzlichen Reanimationstrainings

Von den 42 Teamleitern hatten 50% seit dem Training (Zeitpunkt t_0) an einem weiteren Reanimationstraining teilgenommen. In der Gruppe T_1 waren dies 11/ 21 Teamleiter (52,4%), in Gruppe T_{2a} 8/14 (57,1%) und in Gruppe T_{2b} 2/7 Teamleitern (28,6%). Es fand sich kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,445$), siehe Anhang Tabelle 47 und Tabelle 48.

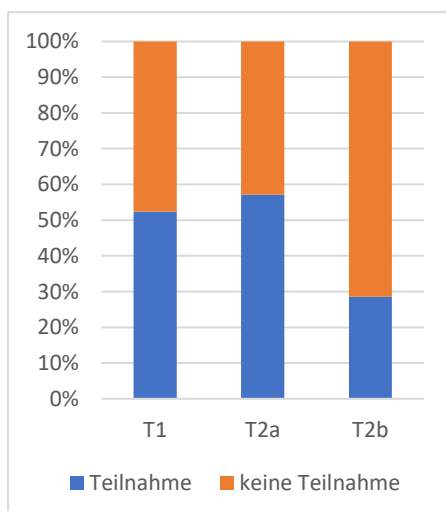


Abbildung 18: Teilnahme an zusätzlichem Reanimationstraining nach dem Initialtraining

3.2.6 Vergleich struktureller Merkmale der drei Teamleiterkollektive

Zusammenfassend fanden sich keine Unterschiede struktureller Merkmale der Teamleiter der Gruppen T_1 , T_{2a} und T_{2b} in Bezug auf die Merkmale Geschlecht, Berufsstatus, sowie Alter und Berufserfahrung, sodass Unterschiede in der Teamleistung zu den unterschiedlichen Nachuntersuchungszeitpunkten nicht von den Teamleiter-Merkmalen abhängen.

4. Leitlinienadhärenz

4.1 Allgemeines

Zum Vergleich der Teamleistung zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten wurde die Zeit bis zur Initiierung von Schlüsselmaßnahmen wie der Masken-Beutel-Beatmung, der Herzdruckmassage und der Defibrillation herangezogen. Zudem wurde für jedes Team die globale Leitlinienadhärenz (Gesamtscore) ermittelt. Verglichen wurde zwischen den Zeitpunkten sechs Monate und zwölf Monate, sowie mit den Werten, die direkt im Anschluss an das Training erhoben worden waren (Posttest zum Zeitpunkt $t_{0\text{Post}}$). Dazu wurden die vier Gruppen $T_{0\text{Post}}$, T_1 , T_{2a} und T_{2b} miteinander verglichen, d. h. innerhalb der Videos des FU II wurde zwischen den Teams unterschieden, die schon nach sechs Monaten eine Nachuntersuchung erhalten hatten (T_{2a}), und denen, die diese nicht erhielten (T_{2b}).

Den Teams, die bestimmte Schlüsselkompetenzen nicht durchführten, wurde eine Strafzeit von acht Minuten (480s) zugewiesen, da die Maßnahmen innerhalb der achtminütigen Phase des Herz-Kreislauf-Stillstands der Studienszenarios durchgeführt hätten werden sollen. Damit sollte verhindert werden, dass Teams im Posttest und den Nachuntersuchungen ein künstlich schlechteres Ergebnis erzielten, weil sie dazugelernt hatten und eine Maßnahme nun zwar durchführten, aber mehr Zeit benötigten. Dieses Vorgehen ermöglichte statistisch korrekte Vergleiche.

4.2 Häufigkeit der Durchführung von Schlüsselkompetenzen

Im nachfolgenden Diagramm ist ersichtlich, wie häufig die ausgewählten Maßnahmen von den Teams direkt nach dem Training (Gruppe $T_{0\text{post}}$), sowie sechs Monate (Gruppe T_1) und zwölf Monate (Gruppen T_{2a} und T_{2b}) nach dem Training ergriffen wurden.

Hierbei handelt es sich lediglich um eine quantitative Erfassung der Teams, die die Notwendigkeit der Maßnahme erkannten und innerhalb des Szenarios durchführten, die Qualität, also die leitliniengerechte und korrekte Ausführung, wird hier nicht dargelegt.

Ergebnisse

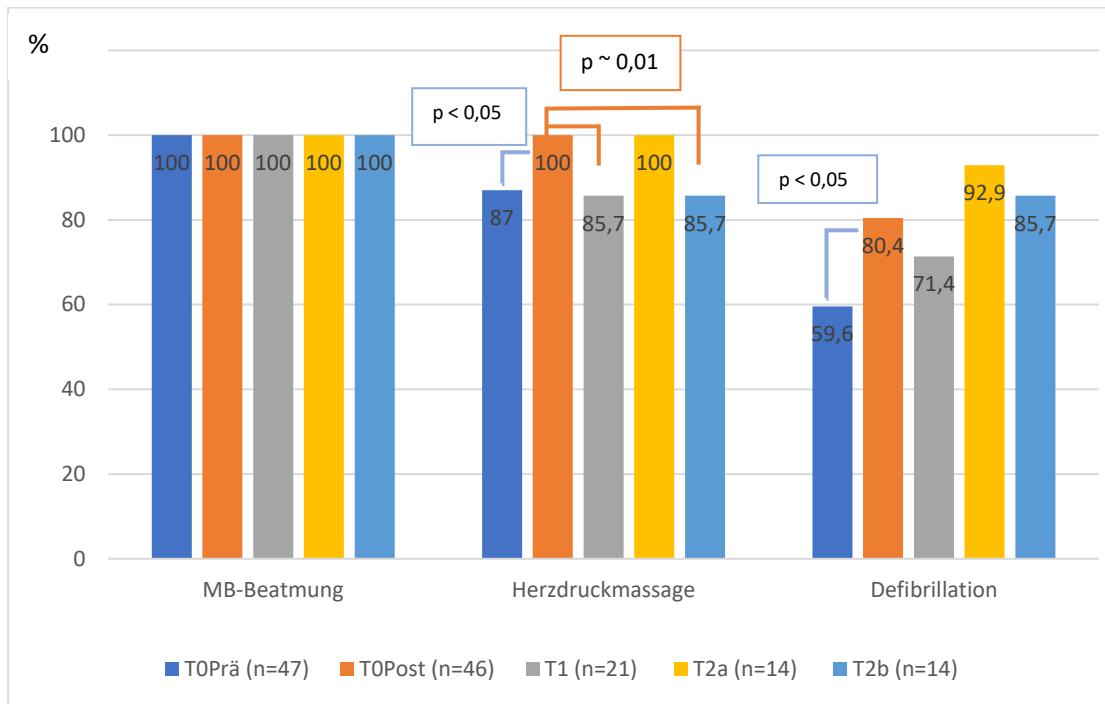


Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der durchgeführten Interventionen in den Gruppen in %

4.2.1 Masken-Beutel-Beatmung

Eine Masken-Beutel-Beatmung wurde in allen Videos im Posttest und bei allen FU-Szenarien durchgeführt.

4.2.2 Herzdruckmassage

Eine Herzdruckmassage wurde von den Gruppen $T_{0\text{Post}}$ und T_{2a} von 100% der Teams durchgeführt, in Gruppe T_1 und T_{2b} nur von je 85,7% der Teams.

Es konnte ein Unterschied zwischen den vier Gruppen nachgewiesen werden ($p < 0,03$). Dieser lag nach Anpassung des Signifikanzniveaus (Bonferroni-Korrektur: $p < 0,0083$) tendenziell in einer Verschlechterung zwischen den Gruppen $T_{0\text{post}}$ und T_1 ($p < 0,009$) und zwischen den Gruppen $T_{0\text{post}}$ und T_{2b} ($p = 0,01$) nachweisen (siehe Abbildung 19: Relative Häufigkeiten der durchgeführten Interventionen in den Gruppen in %).

Das zeigt, dass sechs Monate nach dem Training sowie in der Gruppe, die nach zwölf Monaten das erste Mal nachuntersucht werden, seltener eine Herzdruckmassage durchgeführt wurde, als direkt im Anschluss an das Training. In der Gruppe derer, die nach zwölf Monaten die zweite Nachuntersuchung haben, lässt sich zu den übrigen Gruppen kein Unterschied, und somit auch kein solcher Rückgang nachweisen.

4.2.3 Defibrillation

In Gruppe T_1 führten 15 von 21 Teams (71%), in Gruppe T_{2a} 13 von 14 Teams (92,9%) und in Gruppe T_{2b} sechs von sieben Teams (85,7 %) eine Defibrillation durch. Im Vergleich dazu defibrillierten zum Zeitpunkt $t_{0\text{post}}$ 37 der insgesamt 46 Post-Teams (80,4%). Der Unterschied zwischen den vier Gruppen war nicht signifikant ($p=0,457$), die exakte Prüfung nach Fisher zeigte ebenfalls keinen Unterschied. Im Vergleich der FU-Ergebnisse mit den Werten vor dem Training (hier defibrillierten die Teams mit einer Häufigkeit von 58,7% signifikant seltener als direkt nach dem Training) wurde das Signifikanzniveau mit $p=0,078$ im exakten Test nach Fisher knapp verpasst. Es muss somit von einem Kompetenzerhalt nach dem initialen Training gesprochen werden (siehe Anhang Tabelle 63 bis Tabelle 65).

4.3 Zeit bis zur Initiierung von Schlüsselkompetenzen

4.3.1 Masken-Beutel-Beatmung

Durchschnittlich wurde die Masken-Beutel-Beatmung zum Zeitpunkt t_1 nach 48,6 Sekunden (SD 35,8 sec; Min. 0 sec; Max. 146 sec) initialisiert, zum Zeitpunkt t_2 in der Gruppe T_{2a} nach 50,6 Sekunden (SD 32,1 sec; Min. 19 sec; Max. 131 sec). und in der Gruppe T_{2b} nach 42,1 Sekunden (SD 30,9 sec; Min. 0 sec; Max. 82 sec).

Bei der Initialstudie betrug die durchschnittliche Zeit bis zum Beginn der Masken-Beutel-Beatmung 54,6 Sekunden (SD 38,5 sec; Min. 0 sec; Max. 195 sec). Die Werte der Nachuntersuchungen unterscheiden sich hiervon nicht signifikant ($p=0,932$).

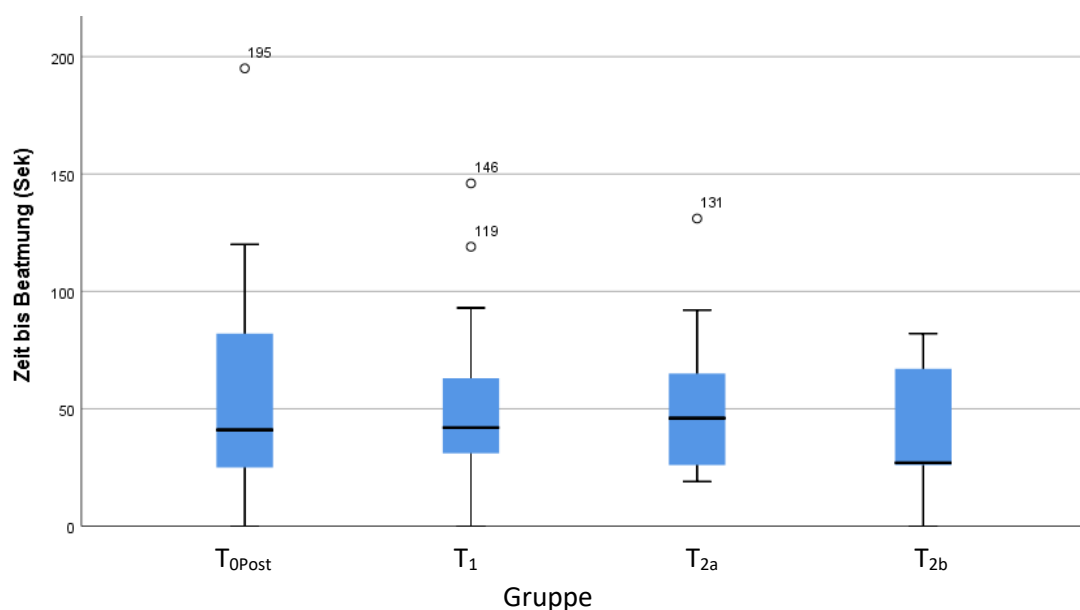


Abbildung 20: Zeit bis zum Beginn der Masken-Beutel-Beatmung

Ergebnisse

Bezüglich der rechtzeitigen Initiierung der Masken-Beutel-Beatmung, d.h. innerhalb von 30sec nach Einsetzen der Apnoe (Item 2.2) ergab sich kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,44$). Im Vergleich zu T_{0post} kontrollierten die Teams der Gruppe T_1 seltener die Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung und optimierten diese seltener (Item 2.3) ($p < .01$). Siehe hierzu im Anhang Tabelle 68: Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) im Vergleich der Untersuchungsgruppen

4.3.2 Herzdruckmassage

Es zeigte sich ein Unterschied in der Initialisierung der Herzdruckmassage zwischen den einzelnen Gruppen ($p < 0,05$, siehe Tabelle 3).

Die Unterschiede im Gesamtvergleich aller vier Gruppen sind signifikant ($p < 0.05$). In den paarweisen Vergleichen stellen sich diese Unterschiede nicht mehr signifikant dar, sodass sich nicht eindeutig nachweisen lässt, zwischen welchen Gruppen genau Unterschiede liegen.

Gruppe	n	Mittelwert (sec)	Standardabweichung (sec)	Minimum (sec)	Maximum (sec)
T_{0post}	46	75,9	84,9	0	428
T_1	18	109,6	111,1	19	438
T_{2a}	14	81,4	86,6	10	322
T_{2b}	6	126,7	104,6	39	318

Tabelle 3: Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zu den verschiedenen Messzeitpunkten (ohne Strafzeiten)

Betrachtet man die Werte, ist eine Tendenz der Zunahme der Zeit bis zur kardiopulmonalen Reanimation zwischen Gruppe T_{0post} und den Gruppen T_1 und T_{2b} ersichtlich. Die letztgenannten Gruppen haben auffällig lange benötigt, um die Herzdruckmassage einzuleiten. Bei der zweiten Nachuntersuchung erreichte die Gruppe T_{2a} eine ähnlich kurze Durchschnittszeit wie direkt nach dem Training, während die Gruppe ohne FU I, T_{2b} , nach zwölf Monaten ähnliche Werte wie die Teams des FU I erreichte. Dies wird auch bei der Darstellung mittels Kaplan-Meier-Kurve deutlich: die Kurve der Gruppe T_{2a} fällt steiler und gleicht der Kurve von T_{0post} beinahe, während die Kurven von Gruppe T_1 und T_{2b} flacher verlaufen. Die Kaplan-Meier-Kurven unterscheiden sich statistisch signifikant mit $p < 0,05$.

Ergebnisse

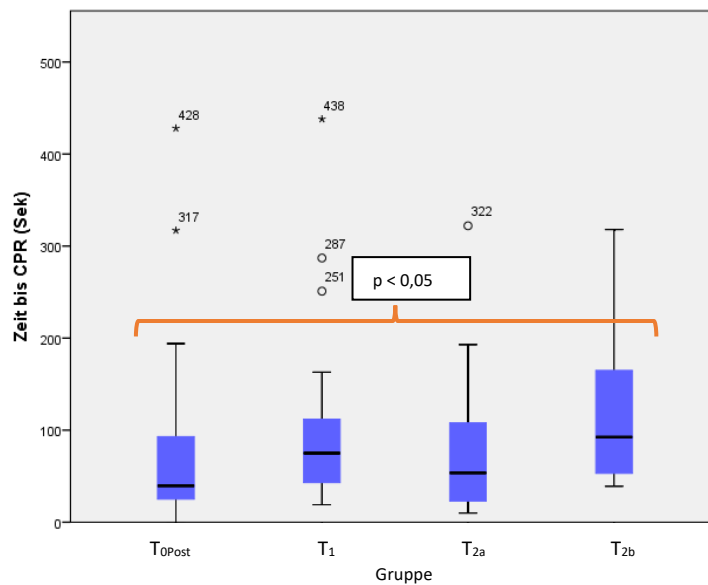


Abbildung 21: Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zu den verschiedenen Messzeitpunkten

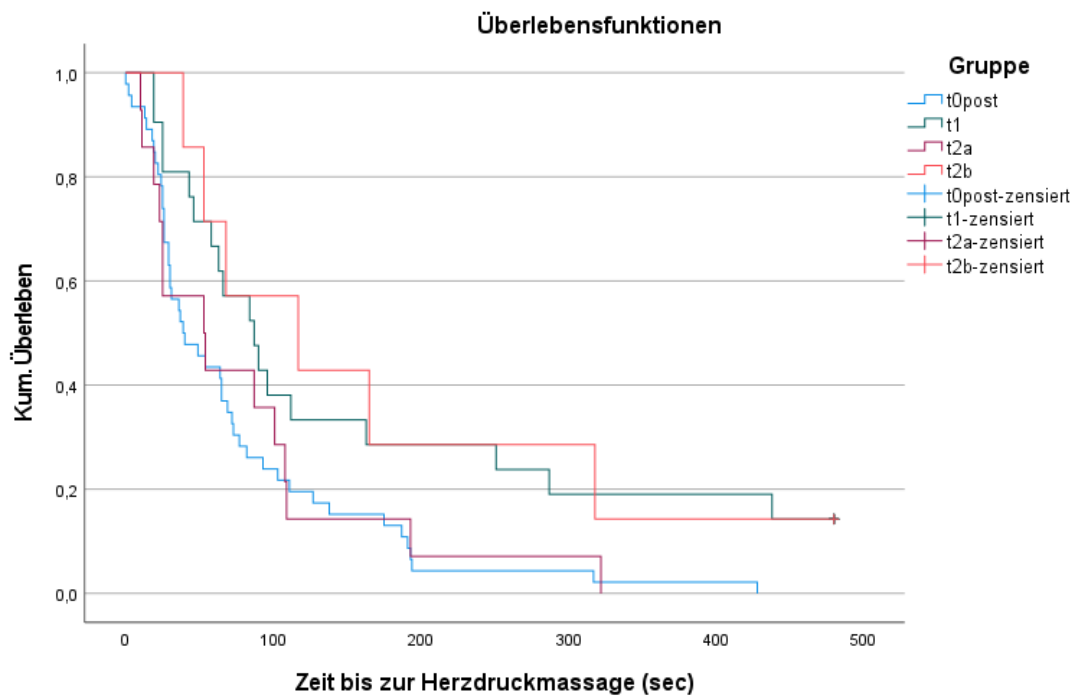


Abbildung 22: Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung der Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage in den vier Gruppen (Überleben=Herzdruckmassage nicht durchgeführt)

4.3.3 Defibrillation

Der Mittelwert der 15 Teams, die zum Zeitpunkt t_1 defibrillierten, liegt bei 291,9 Sekunden (SD 124,0 sec, Min. 102 sec, Max. 498 sec). Der Mittelwert der 13 defibrillierenden Teams der Gruppe T_{2a} liegt bei 229,9 Sekunden (SD 81,2 sec, Min. 133 sec, Max. 354 sec), die sechs

Ergebnisse

defibrillierenden Teams der Gruppe T_{2b} benötigten durchschnittlich 267,8 Sekunden. (SD 125,4 sec, Min. 107 sec, Max. 443sec).

Im Vergleich dazu lag der Mittelwert im Anschluss an das Training bei 200,6 Sekunden (SD 101,8 sec, Min. 34 sec, Max. 508 sec). Ein Unterschied zwischen den Gruppen fand sich nicht ($p=0,116$).

Es lässt sich eine Tendenz zur Zunahme (und damit Verschlechterung) der Zeit bis zur Initiierung der Defibrillation zwischen den Gruppen T_{0post} und T_1 sowie T_{2b} erkennen, während die Werte von T_{2a} denen von T_{0post} ähneln.

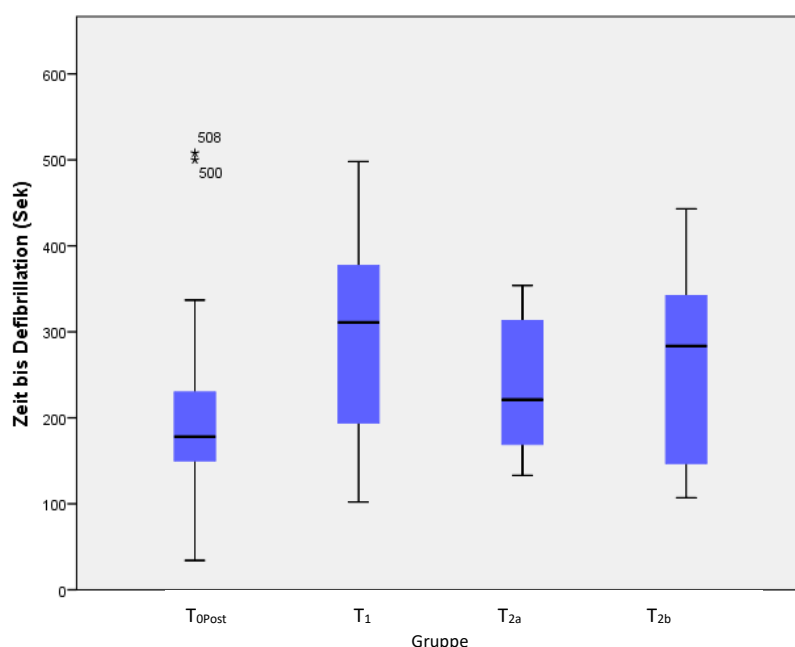


Abbildung 23: Mittlere Zeit bis zur Defibrillation der unterschiedlichen Gruppen

Ergänzend wurde ein Vergleich mit den Prä-Trainings-Werten durchgeführt. Es ergab sich mit $p=0,096$ Hinweise auf einen tendenziellen Unterschied zwischen den Gruppen. Tendenziell zeigte sich bei den paarweisen Vergleichen eine Tendenz für eine Überlegenheit der doppelt nachuntersuchten Gruppe gegenüber den Werten vor dem Training ($p=0,028$) und der nach sechs Monaten erstmals nachuntersuchten Gruppe ($p=0,053$). Da bei paarweisen Vergleichen das Signifikanzniveau angepasst werden muss (auf in diesem Falle 0,0083), kann nur von Tendenzen gesprochen werden. Die erstmals nachuntersuchte Gruppe unterschied sich nicht von den Werten vor dem Training ($p=0,998$) (siehe Anhang Tabelle 92, Tabelle 93 und Tabelle 94).

4.4 Verwendete Joule-Dosierung bei der Defibrillation

Die in den Leitlinien vorgesehene Joule-Dosierung bei der Defibrillation von Kindern beträgt 4 J/kg Körpergewicht in Bezug auf das tatsächliche oder sinnvoll geschätzte Gewicht. Die interprofessionellen Teams defibrillierten zum Zeitpunkt t_1 mit durchschnittlich 3,97 Joule/kgKG (SD 0,8 J; Min. 1,6 J/kg; Max. 5,0 J/kg). Zum Zeitpunkt t_2 liegt der Mittelwert für Gruppe T_{2a} bei 3,98J/kgKG (SD 0,8 J; Min. 2,0J/kg; Max. 5,0 J/kg) und für die Gruppe T_{2b} bei 3,83 J/kgKG (SD 0,3 J; Min. 3,5 J/kgKG; Max. 4J/kgKG).

Alle Werte liegen nahe an der leitliniengemäßen Dosierung und auch an dem Durchschnittswert von 4,25J/kg, der in der Initialstudie im direkten Anschluss an das Training erhoben wurde (SD 1,1 J; Min. 0,83 J/kg; Max. 8,0 J/kg;). Hierzu besteht kein Unterschied ($p=0,596$).

4.5 Durchgeführte Medikamentengaben

Die Gaben der Medikamente Adrenalin und Amiodaron wurden auf die Häufigkeit sowie die Korrektheit von Dosierung und Zeitpunkt der Verabreichung hin untersucht.

4.5.1 Adrenalin

Die Adrenalingabe erfolgte in allen Gruppen zu einem geringen Anteil von 8% (Gruppen T_{0post}) bis 21% (Gruppe T_{2a}) korrekt dosiert und zum richtigen Zeitpunkt. In den Gruppen T_{0post} und T_{2a} führte die Mehrheit der Teams (69,6% bzw. 71,4%) die Adrenalingabe durch, verabreichte das Medikament jedoch inkorrekt. In den Gruppen T_1 und T_{2b} erfolgte die Adrenalingabe jeweils in knapp der Hälfte der Fälle nicht und in ebenfalls knapp 50% inkorrekt (siehe Tabelle 4).

Gruppe	n	Keine Adrenalingabe (%)	Inkorrekte Adrenalingabe (Dosis/Zeitpunkt falsch) (%)	Korrekte Adrenalingabe (%)
T0post	46	10 (21,7%)	32 (69,6%)	4 (8,7%)
T1	21	10 (47,6%)	9 (42,9%)	2 (9,5%)
T2a	14	1 (7,1%)	10 (71,4%)	3 (21,4%)
T2b	7	3 (42,9%)	3 (42,9%)	1 (14,3%)

Tabelle 4: Häufigkeit und Korrektheit der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen

Das Signifikanzniveau wurde im exakten Test nach Fisher nur knapp verpasst ($p=0,07$). Tendenziell scheint bei den Nachuntersuchungen häufiger korrekt Adrenalin verabreicht worden zu sein, als in der Initialstudie. Jedoch wurde in den Gruppen T_1 und T_{2b} ebenfalls tendenziell häufiger gar nicht an die Adrenalingabe gedacht. In der Gruppe T_{2a} erfolgten

Ergebnisse

tendenziell die meisten Gaben insgesamt (93% der Patienten erhielten Adrenalin), sowie die meisten korrekten Gaben.

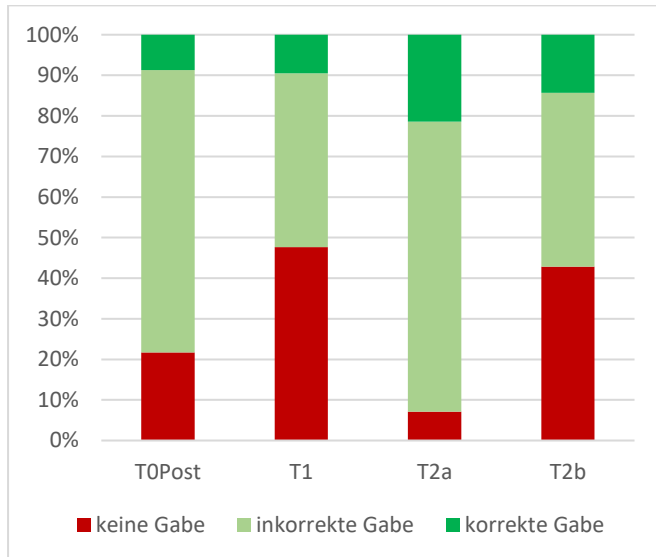


Abbildung 24: Häufigkeit (%) und Korrektheit der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen

Betrachtet man die reine Häufigkeit der Adrenalingaben, so findet sich ein Unterschied zwischen den Gruppen ($p < 0,05$). Dieser Unterschied ist aufgrund angepasster Signifikanzen nicht eindeutig identifizierbar. Tendenziell scheinen Teams der Gruppe T₁ seltener Adrenalin zu verabreichen, als Teams der Gruppen T_{2a} und T_{0post}, (siehe Anhang Tabelle 107 bis 109).

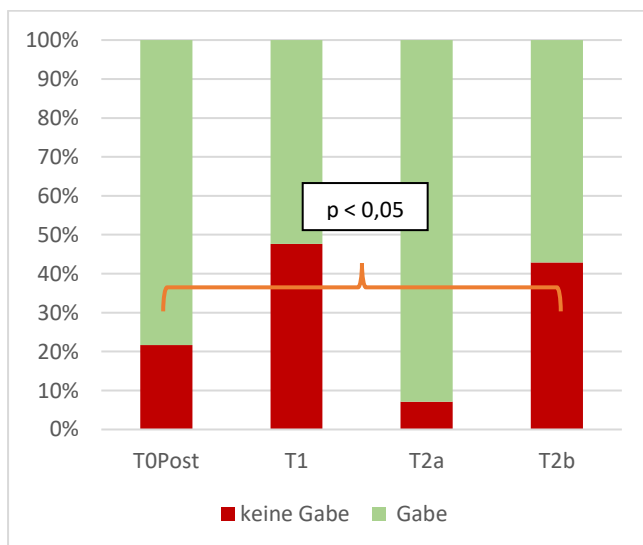


Abbildung 25: Häufigkeit (%) der Adrenalingabe in den unterschiedlichen Gruppen

Ergebnisse

Weiterhin wurde die Medikamentendosierung genauer auf ihre Korrektheit hin untersucht. Für Adrenalin ist die leitliniengerechte Dosierung 10 µg/kg Körpergewicht in Bezug auf das tatsächliche oder sinnvoll geschätzte Körpergewicht. Ein Unterschied zwischen den Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden; wenn Adrenalin verabreicht wurde, dann zumeist in der korrekten Dosierung ($p=0,526$) (siehe Anhang Tabelle 110 und 111).

4.5.2 Amiodaron

In allen Gruppen verabreichte die Mehrheit der Teams kein Amiodaron: In der Initialstudie betrifft dies 67,4% der Teams, in der Gruppe T₁ 81 % der Teams, in Gruppe T_{2a} 85,7% und in Gruppe T_{2b} 71,4% der Teams.

Nur in den Gruppen T₁ und T_{2a} wurde Amiodaron von jeweils 2 Teams in der korrekten Dosierung zum richtigen Zeitpunkt appliziert (siehe Tabelle 5).

Gruppe	n	Amiodarongabe		
		keine	inkorrekt (Dosis/Zeitpunkt falsch)	korrekt
T _{0post}	46	31 (67,4%)	15 (32,6%)	0 (0%)
T ₁	21	17 (81 %)	2 (9,5%)	2 (9,5%)
T _{2a}	14	12 (85,7%)	0 (0%)	2 (14,3%)
T _{2b}	7	5 (71,4%)	2 (28,6%)	0 (0%)

Tabelle 5: Häufigkeit (%) und Korrektheit der Amiodarongabe in den unterschiedlichen Gruppen

Die Prüfung auf Unterschiede zwischen den vier Gruppen war signifikant ($p < 0,05$, siehe Anhang Tabelle 113). Bei den paarweisen Vergleichen lässt sich der Unterschied nicht genauer spezifizieren. Am ehesten befindet er sich zwischen der Gruppe T_{0post} der Initialstudie und Gruppe T_{2a} (siehe Anhang Tabelle 115). Tendenziell gilt für Gruppe T_{2a} daher, dass zwar seltener überhaupt Amiodaron verabreicht wurde, dies dann jedoch in der korrekten Dosis zeitgerecht. Um den Unterschied genauer zu charakterisieren, wurde die Häufigkeit der Amiodarongaben separat von der Korrektheit verglichen. Hier zeigte sich kein Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,46$). Das bedeutet, die Gruppen unterscheiden sich dahingehend, wie häufig sie Amiodaron zeitlich und mengenmäßig korrekt verabreichten.

Ergebnisse

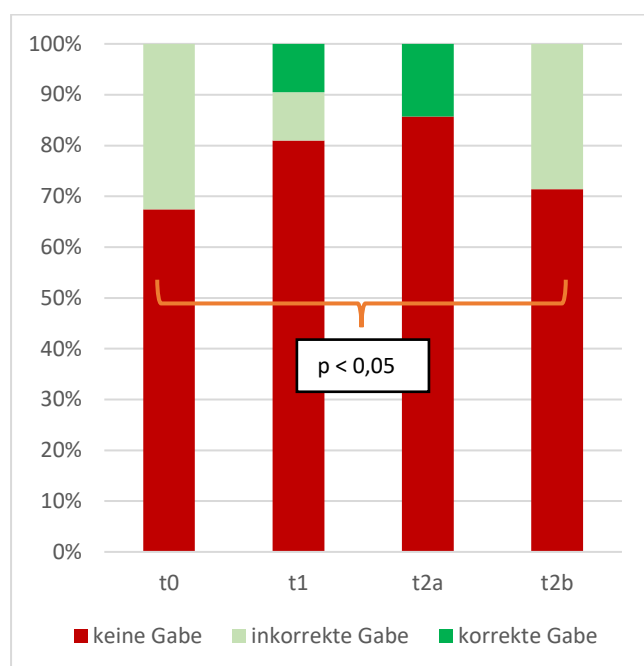


Abbildung 26: Häufigkeit (%) und Korrektheit der Amiodarongabe in den unterschiedlichen Gruppen

In der Reanimationsleitlinie ist für Amiodaron eine Dosierung von 5 mg/kg Körpergewicht vorgesehen. Bei der Dosierung von Amiodaron durch die untersuchten Teams fällt auf, dass zu den Gruppen T₁ und T_{2b} der Mittelwert mit $p = 0,001$ unterhalb der vorgesehenen 5mg/kg liegt (T₁: 4,3 mg/kgKG (SD 0,6; Min. 4,0; Max. 5,0); T_{2b}: 4,0mg/kg KG). Im Posttest der Initialstudie sowie in Gruppe T_{2a} wurde das Medikament hingegen immer in der korrekten Dosierung von 5,0 mg/kgKG (SD 0; Min. 5,0; Max. 5,0) verabreicht.

4.6 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz

Der Gesamtscore berechnete sich als Summe der Bewertungen der einzelnen Items der PEC, nachdem diese mit den Wichtungsfaktoren multipliziert wurden. Der maximale erreichbare Wert im Szenarium lag bei 284 Punkten.

In der Initialstudie erreichten die Teams direkt nach dem Training (Gruppe T_{0post}) im Durchschnitt 117,8 Punkte (SD 28,5 P; Min. 58 P; Max. 167 P). Die Teams der Gruppe T₁ bei FU I erzielten im Mittel 103,5 Punkte (SD 29,1P; Min. 52P; Max. 152,5P). Beim FU II erreichten die Teams der Gruppe T_{2a} im Mittel 119,3 Punkte (SD 35,2P; Min. 66P; Max. 193P) Die Teams der Gruppe T_{2b} erzielten durchschnittlich 111,4 Punkte (SD 24,8P; Min. 77,5P; Max. 149,5P).

Ergebnisse

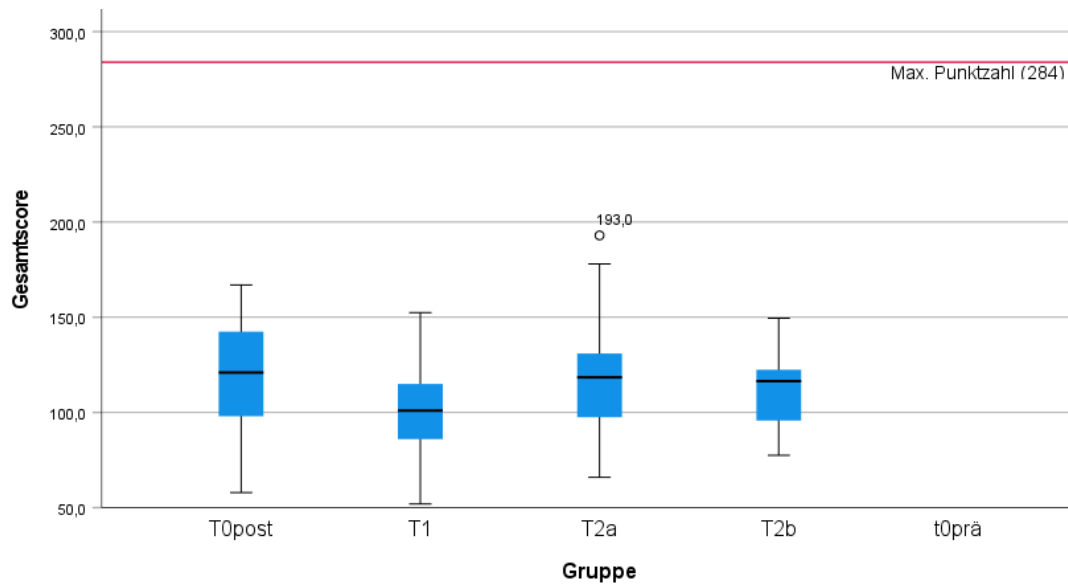


Abbildung 27: Mittelwert des Gesamtscores der unterschiedlichen Gruppen

Es konnte kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der Gesamtscores der Gruppen festgestellt werden ($p=0,279$).

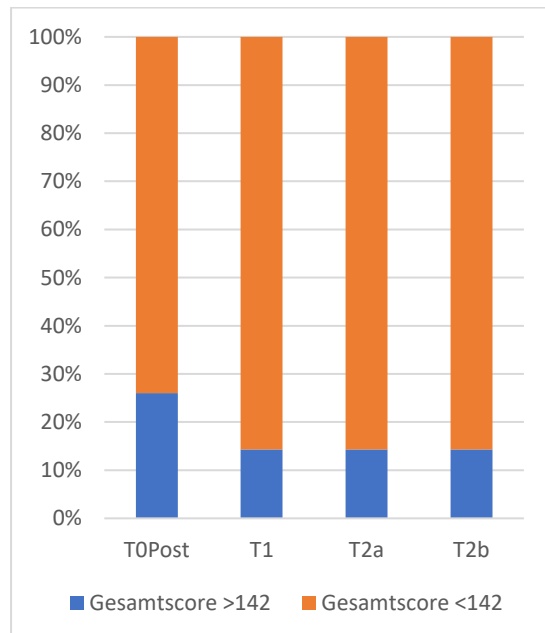


Abbildung 28: Anteil der Teams mit >142 Punkten (>50% der möglichen Punkte)

In allen drei Gruppen der Nachuntersuchung erreichten 14,3% der Teams mehr als 50% der möglichen Punkte des Gesamtscores. Es fand sich kein Unterschied im Vergleich zum entsprechenden Anteil im Posttest (26%). An welchen Stellen Punkte häufig verloren gingen zeigt Tabelle 102 im Anhang.

4.7 Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter

Analog zur Initialstudie wurde in unserer Untersuchung evaluiert, inwiefern potentielle Einflussfaktoren wie Geschlecht, Alter, Berufserfahrung oder die Teilnahme an anderen Fortbildungen sich auf die Teamperformance ausgewirkt haben.

4.7.1 Der Berufsstatus des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor

Es wurde untersucht, inwiefern sich der Berufsstatus des Teamleiters (Ober- versus Assistenzarzt) auf den Gesamtscore und auf die Zeit auswirkt, die ein Team bis zum Beginn der Beutel-Masken-Beatmung, der Herzdruckmassage und der Defibrillation benötigt. Wir untersuchten hierbei zum einen auf einen Unterschied zwischen Teams mit assistenzärztlicher vs. oberärztlicher Teamleitung. Andererseits betrachteten wir innerhalb der Teams eines Berufsstatus' die Veränderung über die Zeit zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung.

4.7.1.1 Gesamtscore

Der durchschnittliche Gesamtscore von Teams mit assistenzärztlicher (AÄ) vs. oberärztlicher (OÄ) Teamleitung unterschied sich in keiner der Gruppen signifikant. Teams unter oberärztlicher Teamführung zeigten demnach keine bessere Teamperformance gegenüber Teams unter assistenzärztlicher Teamleitung (siehe Tabelle 6).

Gruppe	Berufsstatus	Anzahl	Mittelwert Gesamtscore	Standardabweichung	Signifikanzprüfung		
					p=	T=	df=
T ₁	AÄ	13	102,3	22,5	p= 0,83	T= -0,22	df= 9,86
	OÄ	8	105,7	39,3			
T _{2a}	AÄ	8	124,9	24,6	p=0,51	T=0,68	df=12
	OÄ	6	111,8	47,5			
T _{2b}	AÄ	4	113	29,6	p=0,67	T=0,46	df=4
	OÄ	2	101,5	26,1			

Tabelle 6: Einfluss des Berufsstatus der Teamleiter auf den Gesamtscore

Ergebnisse

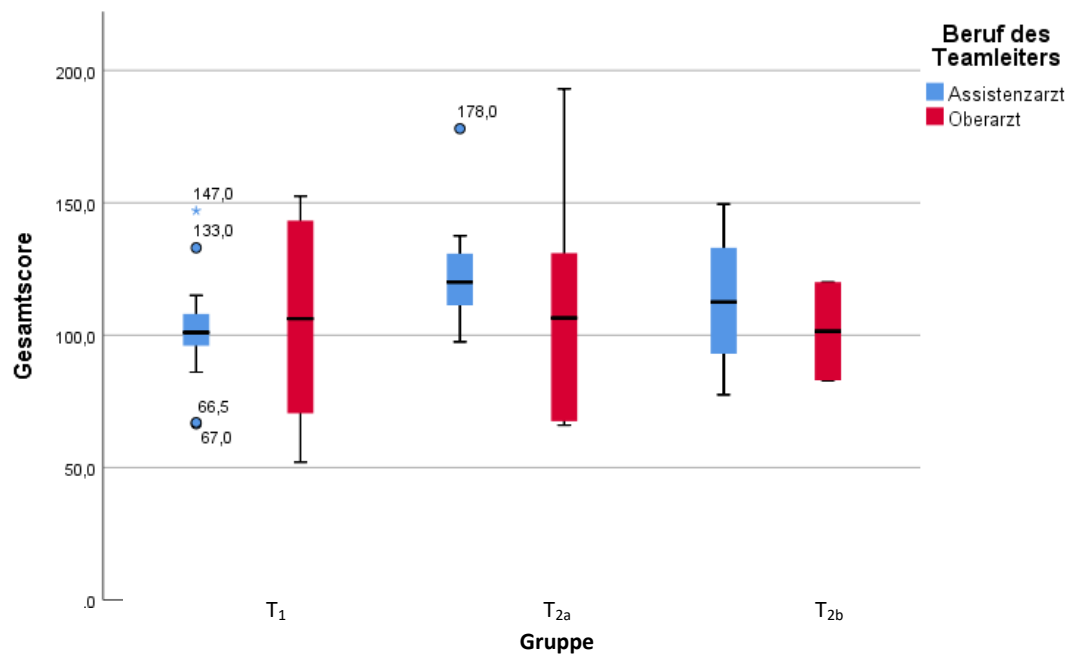


Abbildung 29: Einfluss des Berufsstatus der Teamleiter auf den Gesamtscore

Im Vergleich der Teamleistung über die Zeit ergab sich jedoch innerhalb der Gruppe der assistenzärztlich geleiteten Teams ein Unterschied im Gesamtscore zwischen t_1 und t_{2a} ($p < 0.05$). Ein solcher Unterschied fand sich in der Gruppe der oberärztlich geleiteten Teams nicht ($p=0,794$).

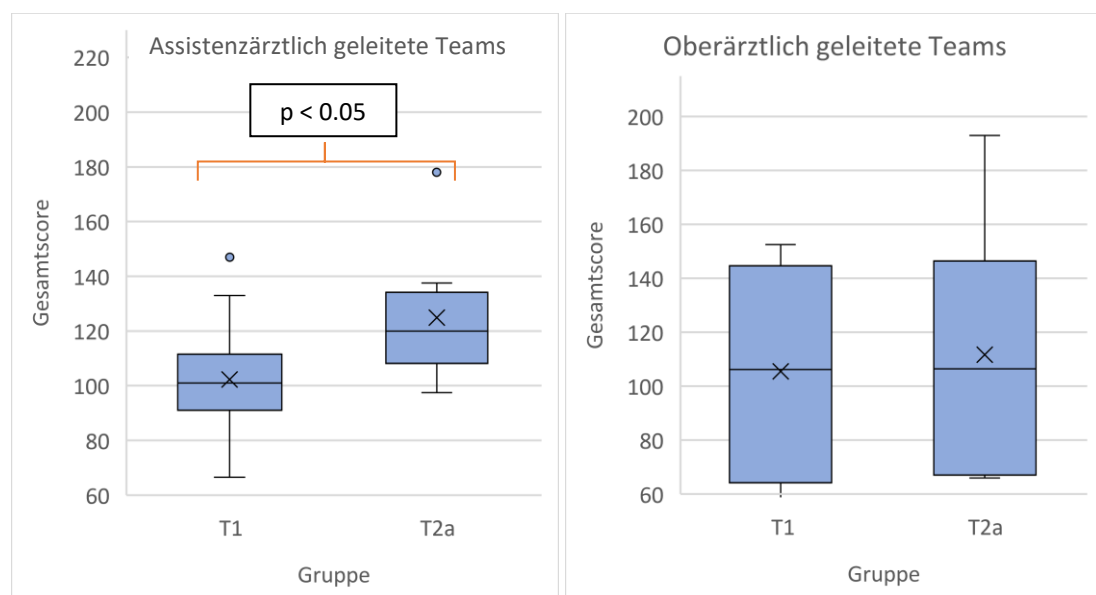


Abbildung 30: Gesamtscore von Teams nach Berufsstatus der Teamleitung über die Zeit

4.7.1.2 Zeit bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen

Zwischen den oberärztlich und assistenzärztlich geleiteten Teams zeigte sich in keiner der drei Gruppen (T_1 , T_{2a} , T_{2b}) ein Unterschied in Bezug auf die Zeit bis zum Beginn der Masken-Beutel-Beatmung, der Herzdruckmassage oder der Defibrillation. In keiner der Gruppen zeigten Teams unter oberärztlicher Teamführung demnach eine schnellere Einleitung der Schlüsselkompetenzen als Teams unter assistenzärztlicher Leitung. Eine Tendenz ließ sich jedoch vermuten: In Gruppe T_1 scheinen die oberärztlich geführten Teams mit $p=0,16$ tendenziell etwas früher zu defibrillieren. Die durchschnittliche Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation lag bei den assistenzärztlich geführten Teams bei 338,33 Sekunden (SD: 106,5 sec; Min. 178 sec; Max. 498 sec.), bei den oberärztlich geführten Teams 222,33 Sekunden (SD: 123,5; Min. 102 sec; Max. 424 sec).

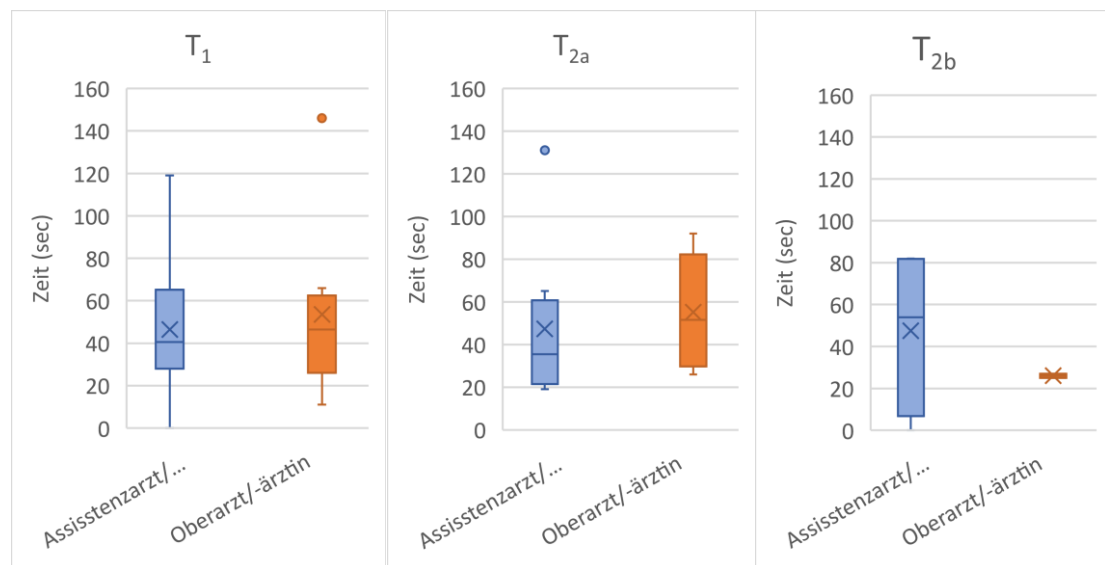


Abbildung 31: Zeit bis zur Initialisierung der Beatmung nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}

Ergebnisse

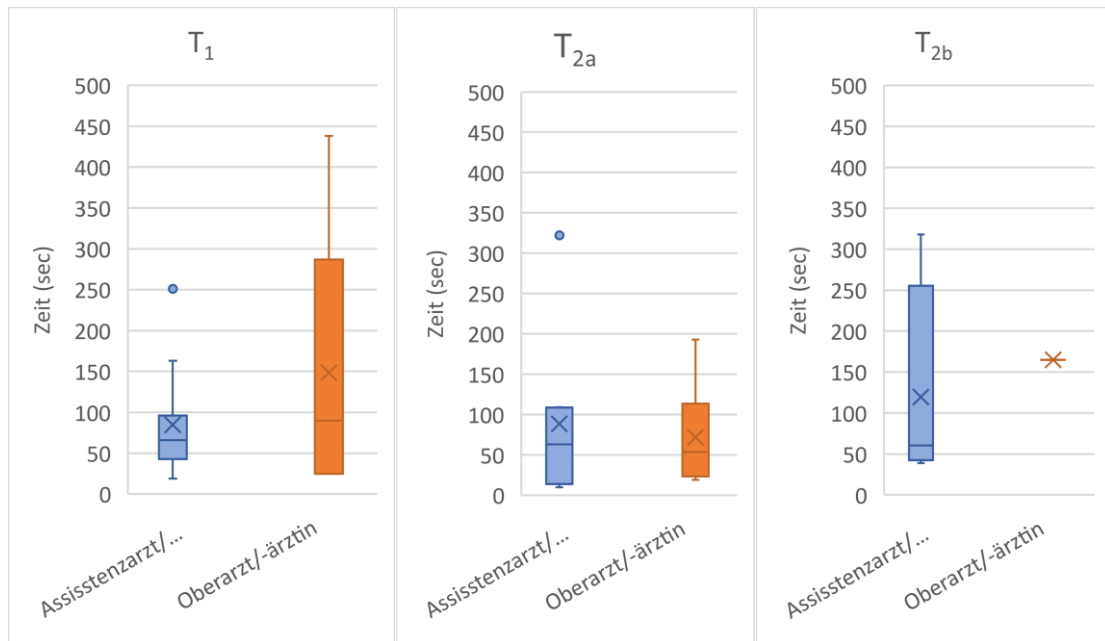


Abbildung 32: Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}

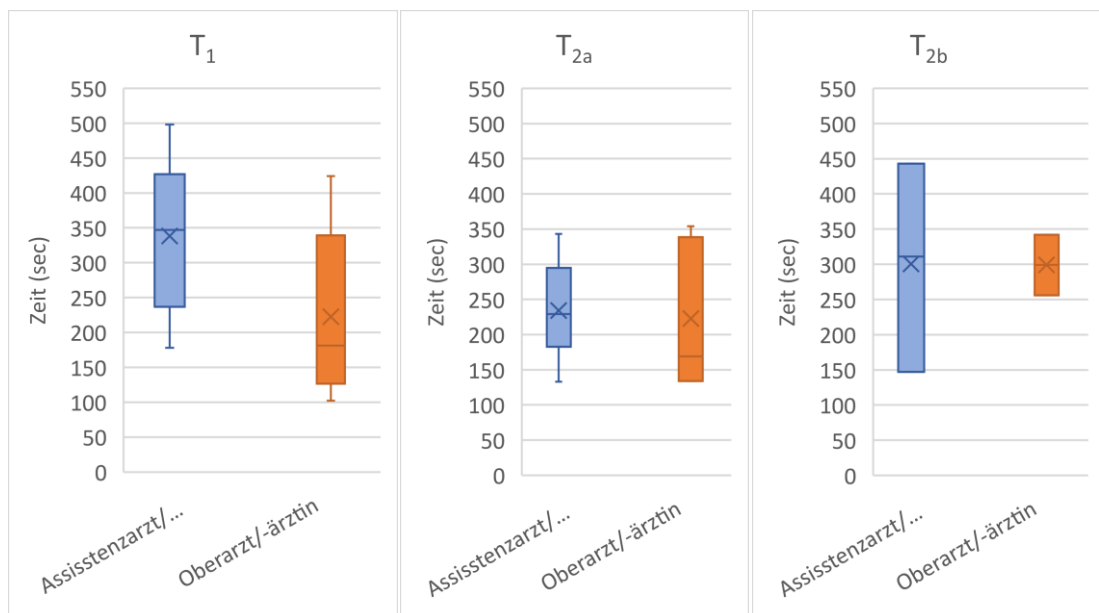


Abbildung 33: Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation nach Berufsstatus der Teamleitung in T_1 , T_{2a} , T_{2b}

Im Vergleich über die Zeit ergab sich für die Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der assistenzärztlich geleiteten Teams ein Unterschied zwischen t_1 und t_{2a} ($p < 0.01$). Ein solcher Unterschied fand sich in der Gruppe der oberärztlich geleiteten Teams nicht ($p=0,852$).

Ergebnisse

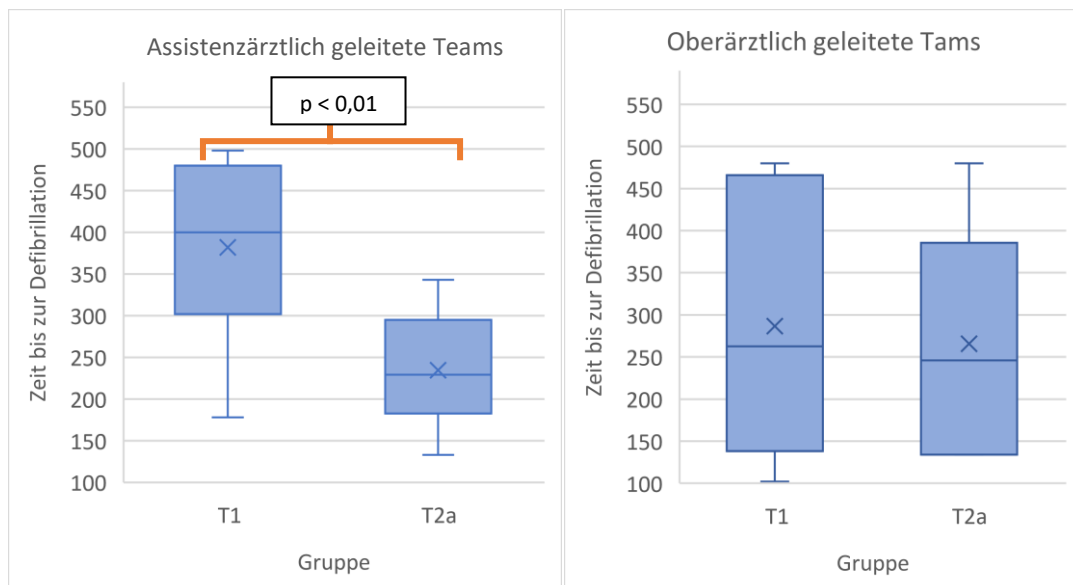


Abbildung 34: Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation nach Berufsstatus der Teamleitung über die Zeit

4.7.2 Das Geschlecht des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor

4.7.2.1 Gesamtscore

Es wurde untersucht, inwiefern sich das Geschlecht des Teamleiters auf die Leistung des Teams auswirkt. Hierzu wurde der Gesamtscore als Kriterium herangezogen. Es zeigten sich in keiner der Untersuchungsgruppen Unterschiede in Abhängigkeit vom Geschlecht des Teamleiters (T_1 : $p=0,42$; T_{2a} : $p=0,42$; T_{2b} : $p=0,23$). Die einzelnen Werte sind den Tabelle 144 bis Tabelle 149 im Anhang zu entnehmen.

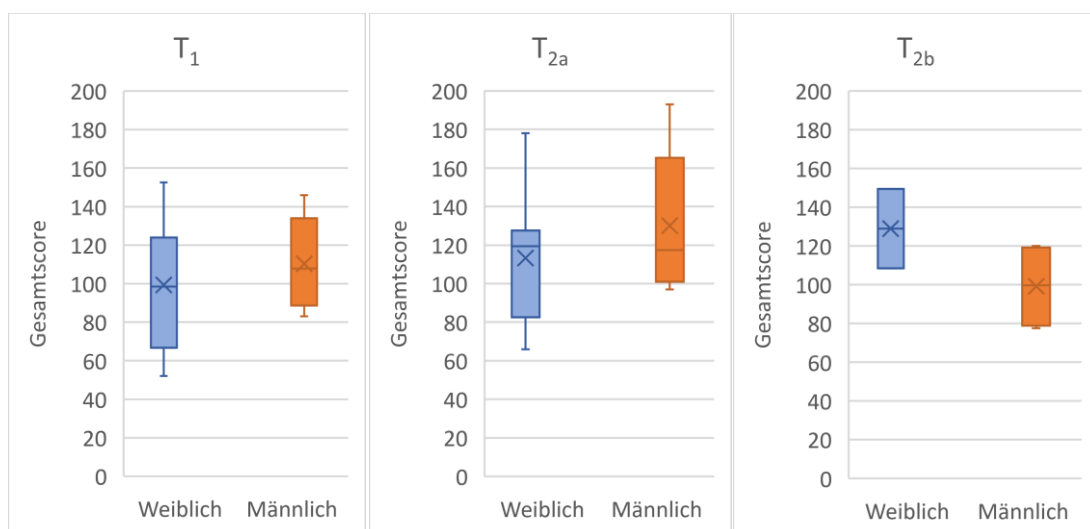


Abbildung 35: Einfluss des Geschlechts der Teamleiter auf den Gesamtscore

4.7.2.2 Zeit bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

In den Gruppen mit nur einer Nachuntersuchung (T_1 und T_{2b}) zeigten sich in Bezug auf die Zeit bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen keine Unterschiede zwischen den Teams, die von männlichen Teamleitern geleitet wurden, gegenüber denen unter weiblicher Teamleitung (Details siehe Tabelle 150 bis Tabelle 155). Demgegenüber fand sich in der doppelt nachuntersuchten Gruppe T_{2a} in Bezug auf die Initialisierung der Defibrillation mit einem p-Wert von 0,01, dass Teams unter männlicher Leitung in der zweiten Nachuntersuchung die Defibrillation durchschnittlich früher einleiteten, als Teams unter weiblicher Leitung. Somit muss davon ausgegangen werden, dass das Geschlecht des Teamleiters hier einen Einfluss auf den Zeitpunkt der Defibrillation hatte. Die Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation betrug bei den von Frauen geführten Teams 270 Sekunden (SD: 76,1 sec; Min. 134 sec; Max. 354 sec), bei den Teams unter männlicher Teamleitung 166 Sekunden (SD: 36 sec; Min. 193 sec; Max. 221 sec).

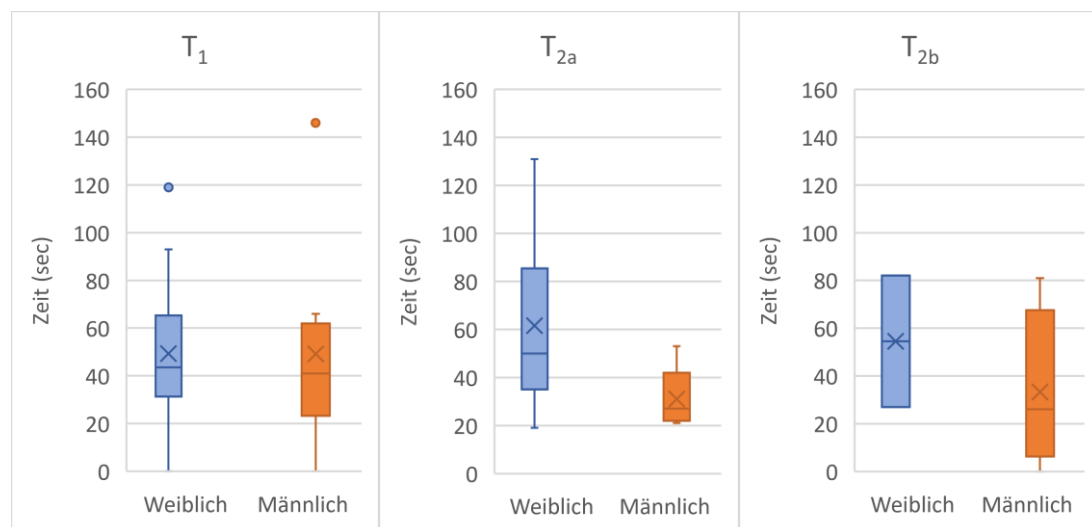


Abbildung 36: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung von der Beatmung, Gruppen T_1 , T_{2a} , T_{2b}

Ergebnisse

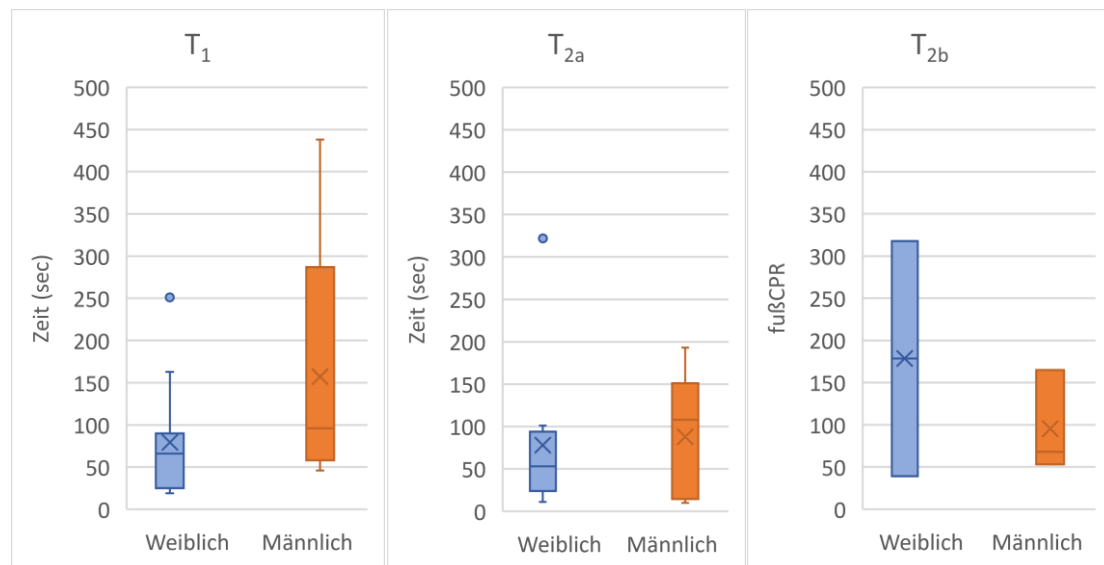


Abbildung 37: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage, Gruppen T₁, T_{2a}, T_{2b}

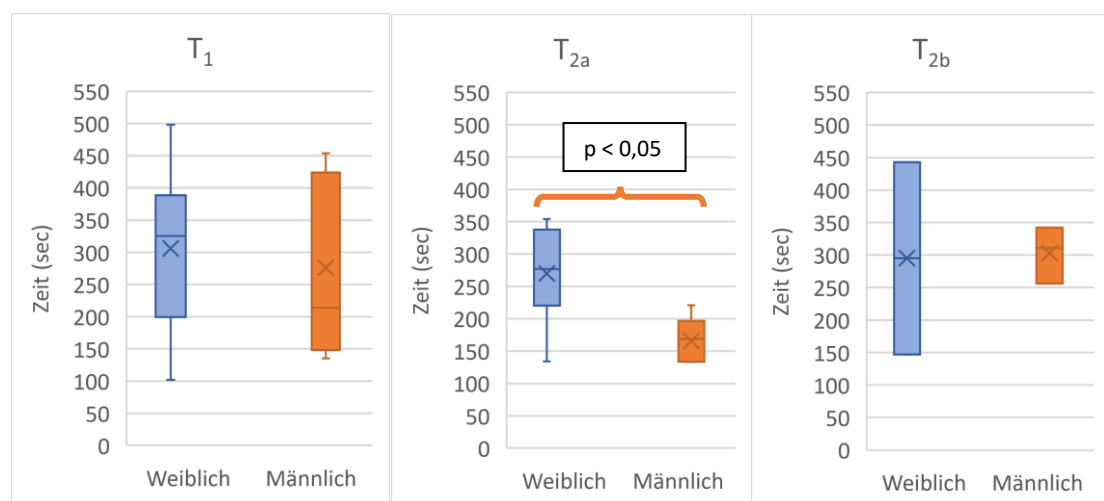


Abbildung 38: Einfluss des Geschlechts der Teamleitung auf die Zeit bis zur Initialisierung von Defibrillation, Gruppen T₁, T_{2a}, T_{2b}

Vergleicht man innerhalb der Teams unter männlicher Teamleitung die drei Gruppen (T₁, T_{2a}, T_{2b}) miteinander, wurde das Signifikanzniveau nur knapp verfehlt ($p = 0,051$), sodass eine Tendenz zur Verkürzung der Zeit bis zur Defibrillation der Teams unter männlicher Leitung in Gruppe T_{2a} gegenüber denen in T₁ und T_{2b} angenommen werden kann. In Bezug auf die Zeit bis zur Initialisierung der Beatmung und Herzdruckmassage fanden sich keine Unterschiede. Unter den Teams mit weiblicher Leitung ergab sich beim Vergleich der Leistungsveränderung zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_{2a} kein Unterschied ($p > 0,05$).

4.7.3 Teilnahme des Teamleiters an einem ERC/AHA-Kurs als möglicher Einflussfaktor

Von den 21 Teamleitern zum Zeitpunkt t_1 hatten insgesamt vier nach dem initialen Training (nach t_{0post}) an einem ERC/AHA-Kurs teilgenommen. Von den 14 Teams von Gruppe T_{2a} wurden insgesamt drei Teams von Teamleitern angeleitet, die nach dem FU I (nach t_1) an einem ERC/AHA-Kurs teilgenommen hatten. Diese unterschieden sich von den ersterwähnten vier Personen.

In Gruppe T_{2b} gab es abgesehen von der Chefärztin, die aufgrund mangelnder Vergleichbarkeit nicht für Untergruppenvergleiche herangezogen werden soll, keine Teamleiter, die in der Zwischenzeit einen ERC/AHA-Kurs besucht hatten.

Es lässt sich durch Kursteilnahme in keiner der beiden Gruppen bei keiner getesteten Variable ein Unterschied nachweisen. Eine Tendenz findet sich innerhalb der Gruppe T_1 : Teams mit geschultem Teamleiter begannen hier möglicherweise tendenziell etwas schneller mit der Herzdruckmassage ($p=0,14$).

Diskussion

1. Überblick

Das Ziel dieser Studie war zu überprüfen, ob Effekte eines Simulationstrainings auf die Leitlinienadhärenz von pädiatrischen Reanimationsteams noch nach sechs und zwölf Monaten nachweisbar sind. In vorherigen Studien konnte gezeigt werden, dass in Simulationstrainings Kompetenzen erworben werden, die Effekte auf das Patientenmanagement haben, aber diese Kompetenzen in Folgemonaten verloren gehen und nach zwölf Monaten ihr Ausgangsniveau erreichen. Es ist unklar, in welchem Abstand Trainings stattfinden müssen, um zu einem optimalen Kompetenzerhalt beizutragen.

Vorherige Studien haben darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen der Leitlinienadhärenz und strukturellen Merkmalen der Teilnehmer bzw. Teamleiter zeigen können. Hier soll unsere Studie anknüpfen mit dem Ziel, optimale und auf die Teilnehmer zugeschnittene Simulationstrainings zu etablieren, um letztlich die Patientenversorgung zu verbessern.

2. Leitlinienadhärenz

2.1 Überblick über den zeitlichen Verlauf der Kompetenzen

2.1.1 Leistung interprofessioneller Teams sechs Monate nach einem Simulationstraining

Sechs Monate nach dem initialen Simulationstraining zeigen sich Defizite in der Versorgung simulierter pädiatrischer Notfälle. Lebenserhaltende Maßnahmen wurden nur eingeschränkt durchgeführt. In unserer Studie zeigen sich Defizite sowohl in den untersuchten Schlüsselkompetenzen (siehe 2.2 Schlüsselkompetenzen - Häufigkeit der Durchführung und Zeit bis zur Initialisierung), als auch in der medizinischen Gesamtleistung (siehe 2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz). Einen Kompetenzrückgang wiesen wir in Bezug auf die Häufigkeit und Zeit bis zur Einleitung der Herzdruckmassage (siehe 2.2.2 Herzdruckmassage) und in der Häufigkeit der Gabe von Adrenalin und Dosierung von Amiodaron (siehe 2.3 Durchgeführte Medikamentengaben) nach. Ein Kompetenzabfall innerhalb der ersten Monate nach pädiatrischen Simulationstrainings ist bereits in der Literatur beschrieben. Binkhorst et al., Braun et al., Doymaz et al., Mills et al. und Weeks et al. zeigten dies für die Gesamtleistung (siehe 2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz) [30, 41, 72, 154, 221]; Roy et al. und Ross et al. für die Beatmung (siehe 2.2.1 Masken-Beutel-Beatmung)

Diskussion

und Herzdruckmassage (siehe 2.2.2 Herzdruckmassage) [182, 183]; Charalampopoulos et al. für die Qualität der Herzdruckmassage [49]; und Mills et al. für die Defibrillation [154] (siehe 2.2.3 Defibrillation). Darüber hinaus belegen Sullivan et al. im Bereich der adulten Notfallmedizin einen solchen Kompetenzrückgang für die Zeit bis zur Herzdruckmassage [204]. Nach Doymaz et al., Mills et al., Sullivan et al. und Weeks et al. lassen die Leistungen über die Zeit nach, weil die Teilnehmer im Alltag wenig Gelegenheit haben, ihr Wissen und ihre Fertigkeiten anzuwenden [72, 154, 203, 221]. Entsprechend trägt nach Na et al. relevante klinische Erfahrung dazu bei, dass Teilnehmer ihre Fähigkeiten aufrechterhalten [162]. Der Kompetenzabfall betrifft insbesondere die praktischen Fertigkeiten, während nach Binkhorst et al. theoretisches Wissen besser erhalten bleibt [30]. Die Autoren vermuten einen Grund für den beobachteten Kompetenzabfall darin, dass die in der Reanimation erforderlichen Handlungskompetenzen ein besonders hohes Maß an Komplexität mit sich bringen, und solche komplexen Fertigkeiten ohne regelmäßige Übung besonders schnell nachlassen [183]. Zu diesen anspruchsvollen Fertigkeiten gehören bspw. das Erkennen einer Pulslosigkeit bei Vorhandensein eines elektrischen Rhythmus' und das Erkennen einer Apnoe möglichst noch vor dem Eintreten eines Sättigungsabfalls.

Im Gegensatz zur Literatur veränderte sich die Häufigkeit und Zeit bis zur Initialisierung der Masken-Beutel-Beatmung ebenso wie die globale Leitlinienadhärenz in unserer Studie nicht. Wir konnten lediglich Tendenzen in diese Richtung feststellen. Insbesondere in der Gesamtleistung und der Defibrillation stellten wir ein insgesamt niedriges Leistungsniveau fest. Ursachen werden in den Kapiteln 2.2.1 Masken-Beutel-Beatmung, 2.2.3 Defibrillation und 2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz erläutert.

2.1.2 Leistung interprofessioneller Teams mit zweiter Nachuntersuchung zwölf Monate nach einem Simulationstraining

Die Kompetenzen der untersuchten Teams steigen wider Erwarten zwischen der ersten und der zweiten Nachuntersuchung an, beispielsweise sichtbar an der Zeit bis zur Herzdruckmassage (siehe 2.2.2 Herzdruckmassage), der Gabe von Adrenalin, sowie der Korrektheit der Gabe von Amiodaron (siehe 2.3 Durchgeführte Medikamentengaben). Diese Beobachtung ist unerwartet, da keine erneute Schulung oder klassische Boosterung stattgefunden hat. Das durchgeführte Debriefing im Rahmen des FU I scheint ausgereicht zu haben, um einen Kompetenzerhalt bis zur zweiten Nachuntersuchung zu gewährleisten. Diese Beobachtung ist von hoher Relevanz für die Praxis, da dies darauf hinweist, dass durch

regelmäßige Simulationsszenarien ohne ein explizites Training auf ressourcensparende Weise ein Kompetenzerhalt nach Simulationstrainings gewährleistet werden könnte. Hierzu sollten weitere, größer angelegte Studien erfolgen. In der Literatur finden sich Hinweise darauf, dass ein Kompetenzerhalt mit der wiederholten Teilnahme an Simulationen einhergeht [203]. Dies erklärt, dass Teams mit einer zusätzlichen Nachuntersuchung insgesamt bessere Leistungen erbrachten. Erklärungsansätze zu den zugrundeliegenden lerntheoretischen Mechanismen finden sich unter 2.5 Lerntheoretische Ursachen für den Kompetenzzanstieg in Gruppe T2a.

2.1.3 Leistung interprofessioneller Teams mit erster Nachuntersuchung zwölf Monate nach einem Simulationstraining

Zwölf Monate nach einem initialen Simulationstraining zeigen Teams, die zu diesem Zeitpunkt erstmalig nachuntersucht wurden, einen ähnlichen Kompetenzabfall gegenüber den Post-Trainings-Werten, wie Teams in der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten. Unsere Daten zeigen, dass der hauptsächliche Leistungsabfall bereits in den ersten sechs Monaten stattfindet und danach eine Stagnation des Leistungsniveaus eintritt. Dies deckt sich mit der Lernforschung, welche einen asymptotischen Verlauf des Vergessens nachgewiesen hat [16]. Doymaz et al. wiesen unter Ärzten nach PALS-Kurs einen über die sechs Monate hinausreichenden, kontinuierlichen Kompetenzrückgang bis 24 Monate nach dem Training nach [72]. In der Studie wurde ein Score für die Patientenbehandlung erfasst, welcher auch die Herzdruckmassage und zeitgerechte Abläufe berücksichtigte. Zur Bestätigung, dass kein weiterer Kompetenzabfall über zwölf Monate hinaus erfolgt, wäre in unserem Kollektiv eine weitere Subgruppe zur ersten Nachuntersuchung nach 16 und 24 Monaten notwendig. Auch bei Roy et al. setzte sich der Kompetenzabfall zwischen vier und acht Monaten nach einem Training nicht weiter fort [183].

Im Vergleich zu den zum selben Zeitpunkt zum zweiten Mal nachuntersuchten Teams schneiden in unserer Studie die nach zwölf Monaten erstmalig nachuntersuchten Teams schlechter ab. Sichtbar wird dies an den Untersuchungen zu Häufigkeit und Zeit bis zur Einleitung der Herzdruckmassage (2.2.2 Herzdruckmassage), sowie zu Häufigkeit und Korrektheit der Gabe von Amiodaron (2.3.2 Amiodaron). Dies stützt die Annahme, dass das zusätzliche Prüfungsszenarium nach sechs Monaten für die doppelt nachuntersuchte Gruppe als Boosterung diente, welche die nach zwölf Monaten erstmals nachuntersuchte Gruppe nicht erhalten hat.

2.2 Schlüsselkompetenzen - Häufigkeit der Durchführung und Zeit bis zur Initialisierung

2.2.1 Masken-Beutel-Beatmung

Die Teams unserer Studie haben in allen Gruppen zu 100% eine Beatmung durchgeführt. Im Durchschnitt wurde die Beatmung nach dem Initialtraining nach 54,6 sec initiiert, in den Nachuntersuchungen nach sechs Monaten durchschnittlich nach 48,6 sec, nach 12 Monaten bei der zweiten Nachuntersuchung nach 50,6 sec und bei der ersten Nachuntersuchung nach 12 Monaten nach 42,1 sec. Ein Unterschied bestand zwischen den Gruppen nicht.

Analog zu anderen Studien, die den Kompetenzerhalt nach pädiatrischen Reanimationskursen untersuchen [49, 86], konnten wir somit einen Kompetenzerhalt in der Initiierung der Masken-Beutel-Beatmung zeigen: unabhängig vom Studienarm oder dem Messzeitpunkt führten alle Teams eine Masken-Beutel-Beatmung durch. Dies könnte darauf hinweisen, dass bei pädiatrische Personal mehr Erfahrung mit der Beatmung besteht als mit der Herzdruckmassage [49, 111]. Hunt et al. vermuteten, dass die Ventilation in der Pädiatrie am häufigsten im klinischen Alltag praktiziert wird [107]. Insbesondere bei Rotationen auf die Neugeborenenintensivstation haben pädiatrische Assistenzärzte Gelegenheit zum Training der Masken-Beutel-Ventilation [111]. Unsere Teilnehmer hatten laut den Daten der Initialstudie zu etwa einem Drittel klinische Erfahrung in der Ventilation (34,1%), am meisten Erfahrung hatten Pflegende mit Intensivweiterbildung (60%) (bisher unveröffentlichte Daten). Eine Herzdruckmassage beim Kind hatten ca. 44% der Teilnehmenden bereits durchgeführt. Neonatologische Reanimationen sollten im Rahmen der Erhebung explizit nicht angegeben werden, sodass es möglich ist, dass bei Berücksichtigung dieser über einen deutlich höheren Anteil an Ventilationserfahrungen berichtet worden wäre.

Darüber hinaus zeigen unsere Daten im Vergleich der Teams direkt nach dem Training und sechs Monate später eine Verbesserung ($p=0,004$) in Bezug auf *die Überprüfung der Effektivität* der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC), und weisen somit auf eine Zunahme der Qualität der Beatmung hin (siehe dazu im Anhang Tabelle 68 und Tabelle 70. Einen Erhalt einer *qualitativ hochwertigen* Beatmung (ohne Verbesserung) unabhängig von möglichen zusätzlichen Trainings wies auch Jani et al. nach [111]. Ebenso belegen Charalampopoulos et al. den Erhalt der Fähigkeit zur effektiven Masken-Beutel-Beatmung vier Monate nach einem Training. Die Autoren vermuten ursächlich, dass diese Fähigkeit im initialen Training ausgiebig trainiert wurde, sowie im Alltag häufig zur Anwendung kommt [49].

Diskussion

In unserer Studie initiierten nur 33 % aller Teams der vier Gruppen die Beatmung innerhalb von 30 Sekunden nach Apnoe. Somit besteht Trainingsbedarf, um bei der Mehrheit der Teams eine frühzeitige Einleitung zu erreichen. Studien zur Beatmungsinitialisierung kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Quan et al. zeigten ähnliche Durchschnittswerte wie die unsrigen: Teilnehmer beatmeten nach einem Training nach durchschnittlich 56 Sekunden [176]. Das Prätrainingsniveau lag bei 63 sec und ist damit vergleichbar mit unserem. Im Gegensatz dazu und zu unseren Ergebnissen waren in einer Publikation von Roy et al. pädiatrische Assistenzärzte zu beiden Messzeitpunkten deutlich schneller mit der Einleitung der Beatmung als in unserer, und verschlechterten sich im Verlauf signifikant: Vier Monate nach Training wurde die Beatmung im Mittel nach 17,7 sec begonnen, acht Monate nach Training erst nach 32,7 sec [183]. Diese sehr guten Post-Trainings-Werte konnten somit nicht aufrechterhalten werden. Andererseits wird deutlich, dass eine deutliche zügigere Einleitung der Beatmung erlernbar ist als in unserer Studie gezeigt werden konnte. Ursachen für Verzögerungen fanden sich in unserer Studie zum einen im Erkennen des Atemstillstands, zum anderen in der Vorbereitung des Beatmungsbeatmungsbeutels. Teams, die den Atemstillstand spät erkannten, taten dies beispielsweise, weil der Monitor auf lautlos gestellt war, oder weil keiner der Teilnehmer den Monitor im Blick hatte. Teammitglieder waren beschäftigt mit der Zugangsanlage, der Interpretation der BGA, der Berechnung eines passenden Flüssigkeitsbolus' oder damit, relativ spät zur Hilfe gerufenen Teilnehmern eine Übergabe zu machen. Mehrere Teams bemerkten zwar umgehend eine Veränderung am Monitor, schienen diese jedoch nicht angemessen interpretieren zu können: die Ersthelfer reagierten nicht mit der Überprüfung von Atmung und Kreislauf, sondern holten zunächst Hilfe hinzu oder setzten die Zugangsanlage fort, bis im Verlauf eine hinzugezogene Person den Herz-Kreislauf-Stillstand feststellte. Einige Teams benötigten relativ lange, um mithilfe der Auskultation nach Erkennen des Sättigungsabfalls zu der Feststellung des Atemstillstands zu kommen. Roy et al. schreiben hierzu, dass Zeit verloren geht, wenn das Feststellen einer Apnoe durch mehrere gleichzeitig auftretende Befunde wie fehlende Thoraxexkursionen, fehlende Belüftung bei der Auskultation und sinkende Sättigungswerte verifiziert werden muss [183]. Stattdessen sollen Assistenzärzte einen Patienten, der keine wirksamen Atemanstrengungen oder keinen Puls und Kreislauf aufweist, durch unmittelbare Beobachtung mit minimaler oder gar keiner körperlichen Untersuchung feststellen können. Dies erfordere ein hohes Maß an Selbstvertrauen, Durchsetzungsvermögen und Erfahrung und müsse in den Trainings entsprechend intensiver trainiert werden. Obwohl

Diskussion

die Teilnehmer eigentlich damit rechnen müssten, dass eine Reanimation im Szenariumverlauf nötig würde, war der Beatmungsbeutel häufig nicht vorbereitet und nicht unverzüglich am Patienten. Selbst Teams, die den Atemstillstand umgehend erkannten, verloren Zeit damit, den Beutel zunächst in einer Schublade zu suchen und eine passende Maske ausfindig zu machen, die erst noch ausgepackt und angeschlossen werden musste. Verzögerungsursachen liegen also schon früher im Ablauf: Die PEC sah unter Item 1.2 vor, dass der Beatmungsbeutel bereits vorbereitet, geprüft und an den Sauerstoff angeschlossen wird, und Item 1.6 verlangte die Sauerstoffvorlage vor Eintreten einer Apnoe. Die wenigen Teams, die dies beachteten, konnten somit umgehend mit der Beatmung beginnen. Um die Zeiten bis zum Beginn mit der Beatmung weiter zu verkürzen, müsste demnach verstärkt trainiert werden, dass die Beatmungsutensilien direkt bei Erstkontakt mit einem kritisch kranken Patienten bereit gemacht werden, sowie, dass bei Feststellung einer Veränderung der Vitalparameter umgehend das Vorhandensein einer Atmung geprüft wird (bzw. Prüfung des ABCDE-Schemas).

Ähnliche Durchschnittswerte wie Roy et al. liefert eine Publikation von Ross et al. [182]. Hier benötigten pädiatrische Assistenzärzte im Schnitt 29 sec drei Monate nach 90-minütigem Training, und nach sechs Monaten 21 sec. Der Prätrainingswert lag hier bei 46 sec, was einer Reduktion um 37% nach drei Monaten entspricht. Das Ausgangsniveau unserer Teilnehmer war bereits schlechter (66 sec vor Training). Es verbesserte sich durch das Training nur um 17% und hielt sich auf diesem Niveau. Das bedeutet, dass unser Kollektiv intensivere Trainingseinheiten in der Ventilation benötigt, um ähnlich gute Werte zu erzielen wie bspw. die Teilnehmer bei Ross et al.. Ein Blick auf die Studienkollektive und Interventionen gibt Aufschluss über die Ursachen: Während bei uns ein gemischtes Kollektiv aus Ärzten und Pflegepersonal mit heterogenem Erfahrungsniveau vorlag, handelte es sich bei den Teilnehmern von Ross et al. um eine im Vergleich homogenere Gruppe, welche in ihrer Zusammensetzung nicht dem Klinikalltag entspricht und damit nicht repräsentativ ist: die Teilnehmer waren ausschließlich Assistenzärzte, die einen Monat vor der ersten Evaluation eine BLS- und CPR-Zertifizierung absolviert hatten, d. h., ausgiebig Zeit mit dem expliziten Training der Ventilation verbracht hatten. Im Vergleich dazu waren die Inhalte unseres Initialtrainings umfangreicher und komplexer, es wurden neben den Basisfertigkeiten auch die verschiedenen PALS-Reanimationsalgorithmen und CRM trainiert. Das Üben der Ventilation machte nur einen kleinen Teil des Trainings aus. Wir vermuten daher, dass die Teilnehmer von Ross et al. schon vor der Intervention die Basismaßnahmen sicherer beherrschten, da sie sich beim initialen

Training auf weniger Inhalte konzentrieren und diese stärker vertiefen konnten. Die Intervention im Anschluss an die erste Evaluation bestand bei Ross et al. aus einer 90-minütigen Einheit, in der sowohl mehrere Reanimationsszenarien mit strukturiertem Feedback durchlaufen wurden, als auch einzelne Skills wie die Beatmung separat trainiert wurden. Hierbei wurde insbesondere die hohe Bedeutung der Rechtzeitigkeit der Maßnahmen deutlich betont. Dies bedeutet für unsere Studie, dass diese Basismaßnahme noch ausgiebiger einzeln sowie in Szenarien trainiert werden sollte, um eine noch zügigere Einleitung der Beatmung zu erreichen. Dabei sollten, ähnlich wie bei einem BLS-Training, der Schwerpunkt auf Sicherheit in den Basisfertigkeiten (Vorbereitung der Utensilien, zügige Beatmung) gelegt werden. Diese Schlussfolgerung zogen bereits Binkhorst et al. [30]. Darüber hinaus sollte im Training die Prüfung des ABCDE-Schemas intensiver geschult werden.

2.2.2 Herzdruckmassage

Die bei Apnoe und Pulslosigkeit notwendige Herzdruckmassage wurde sechs Monate nach dem Training signifikant seltener durchgeführt (86%) als direkt nach dem Simulationstraining (100%). Weitere sechs Monate später führten zum ersten Mal nachuntersuchte Teams die Herzdruckmassage ebenfalls seltener (86%) durch als direkt nach dem Training. Zum zweiten Mal nachuntersuchte Teams führten die Herzdruckmassage zu 100% durch und zeigten somit einen erneuten Kompetenzzuwachs. In Bezug auf die Zeit bis zur Herzdruckmassage unterschieden sich die Gruppen ebenfalls signifikant⁵: Die Herzdruckmassage wurde sechs Monate nach dem Simulationstraining später initialisiert (110 sec) als direkt nach dem Training (76 sec), während Teams bei der zweiten Nachuntersuchung ähnliche Initialisierungszeiten erreichten wie direkt nach dem Training (81 sec). Analog zur Häufigkeit der Herzdruckmassage zeigen unsere Daten im Vergleich der beiden nur einfach nachuntersuchten Gruppen keine weitere maßgebliche Verschlechterung in der Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage zwischen sechs (110 sec) und zwölf Monaten nach dem Training (127 sec).

⁵ Bei den paarweisen Vergleichen konnte jedoch nicht eindeutig ausgemacht werden, zwischen welchen Gruppen genau der Unterschied liegt. Ursächlich dafür sehen wir die kleine Stichprobengröße insbesondere im FU II (14 Teams in T_{2a} und 7 Teams in T_{2b}) und die hohe Varianz der Werte. Die Daten weisen jedoch darauf hin, dass sich bei einer größeren Stichprobe ein Unterschied zwischen der nach sechs Monaten erstmals nachuntersuchten Gruppe und der nach zwölf Monaten zum zweiten Mal nachuntersuchten Gruppe nachweisen lassen könnte. Dies wird gestützt durch die Beobachtung, dass das von allen Nachuntersuchungsteams schnellste Team aus der doppelt nachuntersuchten Gruppe stammte (10 sec), und sich das insgesamt langsamste Team in der Nachuntersuchung nach sechs Monaten (über 7 min) fand. Sichtbar ist dies auch in der Kaplan-Meier-Darstellung, die ebenfalls einen Unterschied zwischen den Gruppen belegt und visualisiert, dass die Kurve der doppelt nachuntersuchten Gruppe derjenigen direkt nach dem Training sehr nahekommt.

Diskussion

Unsere Daten bestätigen den von anderen Forschungsarbeiten bereits festgestellten Kompetenzabfall in der Geschwindigkeit der Initiierung der Herzdruckmassage [182, 183]. Roy et al. fanden eine Verlängerung der Zeit bis zur Initialisierung der Herzdruckmassage auf mehr als das Dreifache zwischen vier (23 sec) und acht Monaten (81 sec) nach einem Training (s.u.) [183]. In der Erwachsenenmedizin ist die Arbeit von Sullivan et al. zu erwähnen. Hier wurden Gruppen von nicht-intensivmedizinisch tätigen Pflegekräften, die nach zwei, drei und sechs Monaten 15-minütige in-situ Trainings hatten, mit einer Kontrollgruppe verglichen, die einen Standard-AHA-Kurs absolviert hatte, und stellte in der Kontroll- und sechs-Monats-Gruppe mit 33 sec und 21 sec eineinhalb bis zweimal längere Latenzen zur Herzdruckmassage fest als in den zwei- und drei-Monats-Gruppen mit 14 sec und 13 sec [204].

Darüber hinaus zeigte sich eine Überlegenheit der doppelt nachuntersuchten Gruppe gegenüber den erstmals nachuntersuchten Gruppen. Dies bedeutet, dass die Teilnahme am ersten FU-Szenario einen Effekt auf die Häufigkeit und Geschwindigkeit der Einleitung der Herzdruckmassage auf die doppelt nachuntersuchte Gruppe im FU II hatte. Teams mit einer zweiten Nachuntersuchung hatten bereits sechs Monate nach dem initialen Training ein quasi-identisches Szenarium durchlaufen. Daraufhin blieb die Kompetenz, die Herzdruckmassage durchzuführen, für mindestens sechs weitere Monate erhalten. Unsere Daten belegen damit, dass regelmäßige Szenariumdurchläufe mit Debriefing eine Bedeutung für den Erhalt der Kompetenz einer rechtzeitigen Durchführung der Herzdruckmassage haben. In ähnlicher Weise kam es bei Ross et al. zu einem Kompetenzzuwachs unter pädiatrischen Assistenzärzten, die einen Monat nach einem initialen BLS- und CPR-Kurs zunächst eine basale Datenerhebung durchliefen, und anschließend ein 90-minütiges simulationsbasiertes Training erhielten. Die Teams verbesserten sich infolge der Intervention sogar bis sechs Monate später. Wir führten hingegen keine geplante Auffrischintervention durch, sondern stellten rückwirkend einen beiläufigen interventionellen Effekt des FU I Szenariums fest, welches ursprünglich nicht als Training gedacht war. Verglichen mit unseren FU I Werten, die im Gegensatz zu Ross et al. nicht einen Monat, sondern sechs Monate nach dem initialen Training erhoben worden sind, hatten unsere Teams ein besseres Ausgangsniveau (110 sec vs. 177 sec bei Ross et al.). Drei Monate nach dem 90-minütigen simulationsbasierten Training, das direkt nach der Basisdatenerhebung stattfand, wurde bei Ross et al. eine Nachuntersuchung durchgeführt, bei der Teams nach 51 sec die Herzdruckmassage begannen. Dies entsprach einer Reduktion der Zeit um ca. 67% von ursprünglich 177 sec. Diese Kompetenz konnte für weitere drei Monate

Diskussion

aufrechterhalten werden: sechs Monate nach der initialen Erhebung lag die Zeit bei 58 sec [182]. Unser FU I Szenarium hat, ohne, dass ein explizites Training durchgeführt wurde, einen ähnlichen, wenn auch nicht ganz so deutlichen Effekt wie die von Ross et al. durchgeführte Intervention: in der Folgeuntersuchung (FU II) erreichten unsere Teilnehmer eine Verkürzung der Zeit bis zur Herzdruckmassage um 27% auf 81 sec in der zweifach nachuntersuchten Gruppe. Dies ist zwar eine geringere Reduktion, als bei Ross et al. erreicht wurde, jedoch in Anbetracht dessen, dass wir das Szenarium nicht als Training planten, ein bemerkenswerter Effekt. Das Training von Ross et al. trainierte explizit die Notwendigkeit der frühzeitigen Einleitung der Reanimationsfertigkeiten (siehe 2.2.1 Masken-Beutel-Beatmung)). Zudem setzte die Intervention bei Ross et al. deutlich früher nach dem initialen Training an (einen Monat später) als unser FU Szenarium nach sechs Monaten. Das bedeutet, dass ein entsprechendes Szenarium wie das FU I Szenarium in noch kürzerem Abstand zum initialen Training möglicherweise einen noch stärkeren Auffrisch-Effekt erbringen würde. Weitere Studien belegen den Effekt von wiederholten Simulationen auf den Kompetenzerhalt [10, 11, 32, 204, 220]: Eine Publikation von Andreatta et al. untersuchte explizit den Effekt von unangekündigten *mock codes*, also Notfallarmierung von pädiatrischen Reanimationsteams zu einem spontanen Simulationsszenarium über vier Jahre hinweg. Hierdurch wurden auf Ebene des Patientenoutcomes Veränderungen erzielt: Die Überlebensraten bei pädiatrischen Kreislaufstillständen stiegen um 50% [11]. Sullivan et al. zeigten in der Erwachsenenmedizin, dass 15-minütige in-situ-Trainings alle drei Monate (vs. bei uns lediglich Szenarien mit Debriefing nach sechs Monaten) eine deutliche Verbesserung der Zeit bis zur Herzdruckmassage bewirkten [204]. Eine Studie von Bishop et al. belegt unter pädiatrischen Intensivpflegekräften, dass eine gewisse Anzahl an Wiederholungen eines gleichartigen Szenariums entscheidend für den Kompetenzerhalt in Bezug auf die Qualität der Herzdruckmassage ist [32]. Im Unterschied dazu untersuchten wir die Kompetenz der zügigen und flächendeckenden Durchführung. Der beschriebene Lerneffekt durch Wiederholung erscheint dennoch relevant: Die Qualität der Herzdruckmassage (Tiefe und Frequenz) stieg von initial 29% nach vier Wiederholungen auf 74% an. Zu erwarten ist, dass eine Tätigkeit umso besser beherrscht wird, je häufiger sie geübt wird. Dies belegen Anderson et al. [10]: die höchste Trainingsfrequenz erbrachte nach zwölf Monaten die beste CPR-Qualität: Gruppen von Pflegekräften verschiedenster Erwachsenenstationen, die monatlich trainiert wurden, waren den dreimonatlich und sechsmonatlich Trainierenden in der Qualität der Herzdruckmassage

Diskussion

überlegen. Auch wird diese These gestützt durch eine Publikation von Wayne et al.: Bei Durchführung von vier zweistündigen Übungseinheiten über drei Monate nach einem ACLS-Kurs konnte hier sowohl eine Steigerung der Kompetenz, als auch ein Kompetenzerhalt bis 14 Monate erreicht werden [220]. Die lerntheoretischen Effekte, die das FU I Szenarium als Boosterung wirken lassen, werden unter 2.5 Lerntheoretische Ursachen für den Kompetenzanstieg in Gruppe T2a näher erläutert.

Unsere Daten zeigen darüber hinaus, dass die Teams sehr uneinheitliche Leistungen erbrachten und somit im Gesamten noch unzureichend sicher in der Herzdruckmassage sind: Neben Teams, die zeitnah mit der Herzdruckmassage begannen, gab es in allen Gruppen einige Teams, die ca. drei Minuten bis zum Beginn der Herzdruckmassage benötigen, und einzelne Teams, die sogar fünf bis sieben Minuten verstreichen ließen. Dies schlägt sich nieder in einer hohen Varianz der Werte: bei der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten bewegten sich die Zeiten zwischen minimal 19 und maximal 438 sec, nach zwölf Monaten betrug die Zeiten bei der doppelt nachuntersuchten Gruppe zwischen 10 sec und 322 sec und in der einfach nachuntersuchten Gruppe zwischen 39 und 318 sec. Betrachtet man die Videos genauer und vergleicht mit der Literatur, finden sich diverse Ursachen für Verzögerungen der Herzdruckmassage. Manche Teams bemerkten die EKG-Veränderung und Apnoe nicht oder erst spät. Dies wurde begünstigt dadurch, wenn der Monitor lautlos gestellt war, sowie, wenn die EKG-Elektroden erst angelegt wurden, nachdem bereits der Herz-Kreislauf-Stillstand eingetreten war. Manche Teams bemerkten die Veränderung nicht, weil sie mit anderen Tätigkeiten beschäftigt waren. Hierzu gehörte die Mitteilung der Informationen an später hinzugerufene Teammitglieder und das Legen eines Zugangs. Auch Sullivan et al. beobachteten, dass die sofortige Einleitung der Herzdruckmassage häufig an der zeitgleichen und parallelen Durchführung mehrerer Maßnahmen scheitert [204]. Sullivan et al. betonen, dass Trainings daher stärker die Bedingungen des Krankenhausumfelds berücksichtigen sollten. Damit meinen die Autoren insbesondere die Teamzusammenarbeit in größeren Teams und die örtlichen Rahmenbedingungen, wie die Kooperation beim Optimieren der Reanimationsbedingungen (Absenken des Krankenhausbetts, Entfernen von Kissen, der Platzierung eines Herzbretts und ggf. Tritthockers). Andere Teams erkannten die Pulslosigkeit nicht: Sie interpretierten die ausbleibende pulsoxymetrische Ableitung als Fehlmessung des Sensors oder vermuteten eine mangelnde Belüftung als Ursache. So erkannten sie nicht, dass die fehlende Sättigung kardial

Diskussion

bedingt war und verloren wertvolle Zeit. Diese Teams versuchten entweder, durch eine Korrektur des Pulsoymetrie-Sensors einen Wert zu erhalten, oder sie hielten sich mit dem Versuch auf, durch reines Beatmen eine adäquate Sättigung zu erreichen. Hierzu versuchten sie, die Ventilation durch einen Austausch der Maske, des Beutels, einen Guedel-Tubus oder über eine Intubation zu verbessern. Shilkofski et al. beobachteten an pädiatrischen Assistenzärzten ähnlich wie wir, dass Teilnehmer häufig nicht erkannten, dass eine Bewertung der Perfusion nötig ist, und einen ausbleibenden Pulsoxymetriewert nicht als Indikator für eine schlechte Perfusion interpretierten [197]. Wenn die Teams feststellten, dass eine EKG-Veränderung vorlag, bedeutete das nicht immer, dass sie den Rhythmus korrekt erkannten. Wenn sie den Rhythmus erkannten, bemerkten einige Teams nicht, dass kein Puls zu tasten war. Aufgrund des Vorhandenseins einer elektrischen Aktivität schlussfolgerten viele Teams nicht, dass eine Pulslosigkeit und damit ein Kreislaufstillstand vorliegen könnte. Schon Roy et al. erwähnten, dass das Erkennen einer Pulslosigkeit bei Vorhandensein eines elektrischen Rhythmus' eine besonders anspruchsvolle Leistung ist [183]. Nicht alle Teams prüften beim Bemerkten der EKG-Veränderung umgehend, ob Lebenszeichen vorlagen, oder zogen beim Bemerkten der Pulslosigkeit automatisch die Konsequenz, umgehend mit der Herzdruckmassage zu beginnen. Stattdessen begannen sie zunächst damit, den Defibrillator zu organisieren, die Paddel aufzukleben oder eine Adrenalingabe vorzubereiten. Das Bemerkten einer EKG-Veränderung war nicht automatisch verknüpft mit der Prüfung auf Lebenszeichen und folglich dem Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands, und führte somit nicht umgehend zum Beginn mit der Herzdruckmassage. Hier scheint es einen Unterschied zum Feststellen des Atemstillstands zu geben: Das Erkennen des Atemstillstandes führte bei der überwiegenden Mehrheit der Teams zum umgehendem Beginn mit der Beatmung. Es sollte somit beim Training ein Schwerpunkt auf das Erkennen von EKG-Veränderungen, das Prüfen und Erkennen einer Pulslosigkeit bzw. dem Fehlen von Lebenszeichen und die Verknüpfung mit dem umgehendem Beginn mit der Herzdruckmassage gelegt werden. Teams, die umgehend erkannten, dass mit der Herzdruckmassage begonnen werden muss, verloren Zeit damit, das Herzbrett zu organisieren und unterzulegen. Dies findet sich bei Sullivan et al. wieder [204]. Auch entsteht bei der Betrachtung der Videos der Eindruck, dass die Teams überwiegend nicht strukturiert nach dem ABCDE-Schema vorgehen, sondern die Punkte in zufälliger Reihenfolge behandelten, und dass Verzögerungen entstanden, wenn die Aufgabenverteilung nicht klar war. Schon Curry et al. beschrieben, dass im dort untersuchten multiprofessionellen Studienkollektiv (Ärzte,

Diskussion

Pflegekräfte, Rettungsdienstmitarbeiter, die an Erwachsenenreanimationen beteiligt waren) die Aufgabenverteilung häufig unklar war [67]. Trainings sollten dies daher ausgiebiger trainieren. Hunt et al. beobachteten, dass pädiatrische Pflegekräfte bei einem IHCA zunächst PALS Maßnahmen vorbereiteten (Medikamente aufziehen, Intubation vorbereiten etc.) statt umgehend mit Basismaßnahmen zu beginnen [108]. Es sollte daher trainiert werden, sich nicht von weiterführenden Tätigkeiten ablenken zu lassen, wenn die grundlegenden Maßnahmen noch nicht durchgeführt wurden [204].

Die genannten Gründe sind ursächlich dafür, dass die mittlere Zeit bis zum Beginn der Herzdruckmassage selbst in der Gruppe der doppelt nachuntersuchten Teams, die in der Nachuntersuchung am besten abschnitten, noch sehr lang ist: hier lag der Mittelwert der sogenannten *No-flow-Time* bei 81 sec. Diese Zeit ist trotz Initialtraining und trotz des beschriebenen auffrischenden Effekts des FU I Szenariums im Hinblick auf die Relevanz der rechtzeitigen Herzdruckmassage für das Patientenoutcome zu lang geblieben. Ein Vergleich mit anderen Studien zeigt, dass unsere Ergebnisse weit hinter denen der bereits erwähnten Publikationen von Ross et al. und Roy et al. liegen [182, 183]. Zwar ist die Vergleichbarkeit dieser Studien mit der unsrigen aufgrund der Unterschiede im Training und in der Teamzusammensetzung eingeschränkt, jedoch wird deutlich, dass in unserer Studienpopulation weiterer Trainingsbedarfs besteht: in der Studie von Roy et al. benötigten Teams vier Monate nach einem Training nur durchschnittlich 23,4 Sekunden, nach acht Monaten 81,2 Sekunden [183]. Bei Ross et al. erreichten die Teams nach sechs Monaten durchschnittlich 51 sec [182].

Eine schnellere Initialisierung der Herzdruckmassage ist für das Überleben von hoher Bedeutung (siehe auch Hinführung und Literatur, Abschnitt 2.3 Prognose des kindlichen Kreislauf-Stillstands): Biarent et al. belegen, dass die sofortige und effektive Durchführung von qualitativ hochwertiger Herzdruckmassage die Überlebensrate der behandelten Kinder erhöht [27]. Dies bestätigen Akahane et al., Hunt et al. und Young et al. [7, 108, 226], sowie für erwachsene Patienten Herlitz et al. und Meaney et al. [101, 151]. Christenson et al. und Vaillancourt et al. heben - ebenfalls für erwachsene Patienten - die Bedeutung der sog. Chest-Compression-Fraction hervor: eine Steigerung des Anteils der Zeit, in der eine Herzdruckmassage erfolgte, an der gesamten Zeit der Pulslosigkeit (sog. Chest-Compression-Fraction) geht in diesen Studien mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines

ROSC einher [57, 214]. Darüber hinaus verbessert die sofortige Einleitung der Herzdruckmassage die Wirksamkeit von Medikamenten und der Defibrillation, nachgewiesen an erwachsenen Patienten [70, 136]. Folglich sollten entsprechende Strategien zur weiteren Senkung dieser Zeit in Trainings Berücksichtigung finden.

2.2.3 Defibrillation

2.2.3.1 Häufigkeit und Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation

In Bezug auf die Häufigkeit und Geschwindigkeit der Initialisierung der Defibrillation spiegeln unsere Ergebnisse die bisher geschilderten Phänomene des Kompetenzrückgangs bei nur einer Nachuntersuchung und des Kompetenzerhalts bei zweiter Nachuntersuchung nur in Tendenzen, nicht in signifikanten Ergebnissen wider. In der nach sechs Monaten nachuntersuchten Gruppe defibrillierten ca. 70% der Teams. Nach zwölf Monaten defibrillierten bei nur einer Nachuntersuchung 86% der Teams und bei der zweiten Nachuntersuchung 93% der Teams. Im Vergleich dazu defibrillierten direkt nach dem Training 80% der Teams. Der Gesamt-Mittelwert der Zeit bis zur Defibrillation aller vier Gruppen betrug 230 Sekunden (~4 Min). Das entspricht zweieinhalbmals der Zeit, die in der PEC vorgesehen ist (90 sec). Die Leitlinien empfehlen eine sofortige Defibrillation [217]. Im Anschluss an das initiale Training benötigten Teams durchschnittlich 3 min 20 sec bis zur ersten Defibrillation. In allen drei Nachuntersuchungen lag der Mittelwert über dem des Post-Test-Szenariums, am niedrigsten noch in der doppelt nachuntersuchten Gruppe mit 3 min 50 sec. Die nach sechs Monaten untersuchte Gruppe benötigte knapp 5 min (292 sec), die nach zwölf Monaten erstmals untersuchte Gruppe 4 min 28 sec. Teams mit doppelter Nachuntersuchung scheinen auf den ersten Blick somit häufiger und frühzeitiger als alle anderen Gruppen zu defibrillieren. Wir konnten in unserem Kollektiv jedoch nur eine Tendenz, keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen feststellen. Daher müssen wir auf Grundlage der vorliegenden Daten von einem Kompetenzerhalt in der Häufigkeit und Zeit bis zur Defibrillation auf dem bereits direkt nach dem Training schon niedrigen Niveau ausgehen, vermuten aber eine tendenziell häufigere Defibrillation in der doppelt nachuntersuchten Gruppe (s.u.). In der Initialstudie war ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Prä- und den Post-Trainingswerten in Bezug auf die Häufigkeit und Zeit bis zur Defibrillation nachweisbar (bisher unveröffentlichte Daten). Dass in unserer Studie in den Fällen, in denen die Defibrillation als indiziert angesehen wird, sie in allen Nachuntersuchungsgruppen im Durchschnitt zur selben Zeit wie unmittelbar

Diskussion

nach dem Training erfolgt, deutet darauf hin, dass eine Hauptschwierigkeit darin liegt, ob überhaupt eine Defibrillation durchgeführt wird, oder nicht.

Die Häufigkeit der Defibrillation in den Gruppen direkt nach dem Training und mit nur einer Nachuntersuchung gleicht den von Shilkofski et al. an pädiatrischen Assistenzärzten erhobenen Daten, welche zu 20% nicht defibrillierten [197]. In unserer Studie unterließen die Teams die Defibrillation direkt nach dem Training zu 20%, sechs Monate später zu 29%, bei der ersten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten zu 14%. Lediglich bei der zweiten Nachuntersuchung nach 12 Monaten versäumten nur 7% der Teams die indizierte Defibrillation. Dies lässt uns vermuten, dass die Teams mit zweiter Nachuntersuchung trotz ausgebliebener Signifikanzen häufiger defibrillieren als die anderen Gruppen. Im Vergleich der Zeit bis zur Defibrillation kommt von den drei FU-Gruppen der Mittelwert der doppelt nachuntersuchten Gruppe dem Post-Trainings-Wert am nächsten. Zudem ist die Streubreite der doppelt nachuntersuchten Gruppe vergleichsweise gering (Standardabweichung T_{2a} : 81 sec; vs T_{0Post} : SD 101,8 sec; T_1 : SD 124,0 sec; T_{2b} : SD 125,4 sec). (Siehe hierzu auch Abbildung 23, sowie im Anhang Tabelle 90). Dies deutet durchaus auf einen Effekt durch die zusätzliche Nachuntersuchung nach sechs Monaten hin: selbst das Team, das in dieser Gruppe am längsten brauchte (354 sec), war noch mindestens 1,5 Minuten schneller als die langsamsten Teams der übrigen Gruppen. Dies weist darauf hin, dass die Nachuntersuchung nach sechs Monaten auch auf die Defibrillationsfertigkeiten einen auffrischenden Effekt hatte. Größer angelegte Studien sind erforderlich, um zu bestätigen, dass in der doppelt nachuntersuchten Gruppe analog zu den Beobachtungen bei der Herzdruckmassage die Kompetenzen besser erhalten sind als in den nur einfach nachuntersuchten Gruppen. Eine tendenzielle Verbesserung in der Gruppe mit insgesamt vier Szenariumdurchläufen (doppelte Nachuntersuchung) wird gestützt durch die Daten von Sullivan et al. an nicht-pädiatrischen Teams [204]. Diese zeigen, dass die Zeit, die Teams bis zur Defibrillation verstreichen lassen, umso geringer ist, je höher die Frequenz von 15-minütigen Auffrischtrainings ist: Durchschnittlich defibrillierten Teams, die alle zwei bis drei Monate an einem Auffrischtraining teilnahmen, 26 sec schneller, als Teams, die ein solches Training nur alle sechs Monate erhielten. Für uns bedeutet dies, dass für eine weitere Steigerung der Initiationsgeschwindigkeit weitere Szenariumdurchläufe in kürzeren Abständen erwogen werden sollten. Für einen Kompetenzerhalt sollten somit in gewissem Abstand zum initialen Training Simulationsszenarien mit Debriefing durchgeführt werden, um die Defibrillationskompetenz zu erhalten.

Diskussion

Die Untersuchungen zum Vergleich mit dem Prä-Trainingsniveau deuten an, dass sich die Ergebnisse der Nachuntersuchungen von diesen unterscheiden. Sowohl in Bezug auf die Häufigkeit, als auch die Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation wurde das Signifikanzniveau nur knapp verpasst (Häufigkeit: $p=0,08$; Zeit: $p=0,096$), sodass wir von einem Unterschied der Nachuntersuchungen zum Prä-Trainings-Niveau ausgehen. Insbesondere die doppelt nachuntersuchte Gruppe defibriillierte tendenziell häufiger als vor dem Training. Die FU-Gruppen konnten also den Trainingseffekt aufrechterhalten, die Defibrillationskompetenz verschlechterte sich in den Nachuntersuchungen nicht maßgeblich. Hier kamen Gerard et al. zu anderen Ergebnissen: In dieser Arbeit ging der Anteil der Ärzte, die defibriillierten, sechs Monate nach PALS-Training deutlich zurück, und unterschied sich nicht mehr signifikant von den Werten vor dem Training (Prä: 44,3% - Post: 76,2% - sechs Monate: 53%) [86]. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass unser initiales Training in Kombination mit einem weiteren Szenarium nach sechs Monaten eine sinnvolle Strategie ist, um die Fähigkeit pädiatrischer Teams, zu defibriillieren, aufrecht zu erhalten.

Das Ausbleiben statistisch signifikanter Unterschiede liegt neben der geringen Teilnehmeranzahl maßgeblich darin begründet, dass die Defibrillationskompetenzen in den Gruppen höchst uneinheitlich sind: In den Zeiten bis zur Defibrillation fallen in allen Gruppen außer der doppelt nachuntersuchten Gruppe hohe Varianzen der Werte auf (Standardabweichung: $T_{0\text{Post}}$: SD 101,8 sec; T_1 : SD 124,0 sec; T_{2a} : SD 81,2 sec; T_{2b} : SD 125,4 sec). Dies stützt die Feststellung eines hohen Schulungsbedarfs. Die Defibrillation war von den drei gemessenen Schlüsselkompetenzen die am seltensten durchgeführte und am spätesten eingeleitete Maßnahme. Chan et al. belegen für erwachsene Patienten, dass eine Defibrillation unter zwei Minuten mit einem verbesserten Überleben assoziiert ist [48]. Das über alle Gruppen hinweg niedrige Niveau (Gesamt-Mittelwert von ca. 4 Minuten bis zur Defibrillation) zeigt somit, dass hier hoher Trainingsbedarf besteht, um die Zeit bis zur Defibrillation durch Trainings weiter zu senken. Shilkofski et al. wiesen sogar noch längere Zeiten nach: In dieser Publikation benötigten zehn Teams pädiatrischer Assistenzärzte im Durchschnitt 8,9 min (= 534 sec) bis zur Defibrillation [197]. Defibriillierbare Rhythmen kommen bei kindlichen Herz-Kreislaufstillständen in 10-15% der Fälle vor [209], kindliche Herz-Kreislauf-Stillstände treten im Krankenhaus bei einer von 1000 pädiatrischen Aufnahmen auf [148]. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, als Pädiater oder pädiatrisches Pflegepersonal im Alltag mit einem

Diskussion

Patienten mit defibrillierbarem Herzrhythmus konfrontiert zu sein, beträgt 1:10.000 Patienten. Die Wahl eines defibrillierbaren Rhythmus' als Prüfungsszenarium war darin begründet, dass aufgrund der Seltenheit im klinischen Alltag hier Trainingseffekte am deutlichsten sichtbar würden. Dies hat sich im direkten Anschluss an das Training bestätigt: Die Teams defibrillierten signifikant schneller als vor dem Training, nämlich im Schnitt 3 min 20 sec (bisher unveröffentlichte Daten), und die Teams der Nachuntersuchungen unterscheiden sich von den Prä-Trainings-Werten. Dies ist als Erfolg des Trainings zu werten. Dennoch sind die erreichten Durchschnittszeiten weit entfernt von der empfohlenen sofortigen Defibrillation (s.o.). Daher muss festgehalten werden, dass viele Teams die Maßnahme noch unzureichend beherrschen, und somit in den Nachuntersuchungen kein ausreichendes Kompetenzniveau vorhanden ist. Wenn Teams gar nicht defibrillierten, lag dies an der falschen oder ausbleibenden Beurteilung des EKGs: Etwa die Hälfte der nicht defibrillierenden Teams erkannten den Rhythmus überhaupt nicht, die andere Hälfte benannten diesen nicht korrekt und explizit (z.B. erwähnten sie lediglich eine EKG-Veränderung oder „das EKG ist sehr auffällig“, aber nicht, was für ein Rhythmus konkret vorliegt). Das bedeutet, dass in zukünftigen Trainings die Fertigkeit der EKG-Auswertung noch ausgiebiger trainiert werden sollte. Dies belegen Castan et al. anhand einer Untersuchung an Medizinstudenten im letzten Studienjahr, die eine Refresher-Lektion und ein BLS-Training erhalten hatten. Ursachen für Verzögerungen in der Defibrillation lagen zu 73 % in der Unsicherheit, welcher Schritt als nächstes zu tun sei, zu 35 % in der Unsicherheit, welcher Algorithmus der richtige ist, und in 35% in der Diagnosestellung [46]. Bei der Betrachtung der Videos werden diverse weitere Ursachen deutlich, die die Defibrillation verzögerten. Eine Rolle spielte zum einen eine unklare Kommunikation. Beispiele dafür sind: „Wollen wir Rhythmusanalyse machen?“, statt diese Aufgabe klar anzuordnen, und festzulegen, wer die Ausführung übernimmt. Ein weiterer Verzögerungsfaktor war das langsame Errechnen der benötigten Joule-Dosis. Teams verloren zudem Zeit, wenn die zusätzlichen Mitglieder erst spät hinzugerufen wurden, sodass die Übergabe der Informationen an diese erst während des Herz-Kreislauf-Stillstandes stattfand. In manchen Teams wurde der Defibrillator zwar angefordert, aber erst sehr viel später von den Kollegen herbeigeholt. Auch die Orientierung und das Vornehmen der Einstellungen am Gerät dauerte bei einigen Teams lange, oder Mitglieder äußerten, nicht zu wissen, wie das Gerät zu bedienen ist. In einem Video wurde der Defibrillator zwar prompt geholt und angeschlossen, jedoch vertiefte sich das Team anschließend zunächst in die Herzdruckmassage, und gab sich vorerst mit dem Anschließen des Defibrillators

Diskussion

zufrieden, um ihn erst sehr viel später zum Einsatz zu bringen. Shilkofski et al. fanden Gründe für eine Verzögerung der Defibrillation in der Rhythmuserkennung, der Unfähigkeit in der Bedienung des Defibrillators, und Verzögerung durch Einleitung anderer Maßnahmen wie Flüssigkeitsgabe, Vagusmanöver, Labortests, Röntgen, 12-Kanal-EKG, Gabe von Antiarrhythmika und Adenosin [197]. Die Ärzte gaben in dieser Studie an, dass sie häufig trotz des Wissens um die Notwendigkeit der Defibrillation aus Angst vor dem Gerät andere Manöver vorzogen, in der Hoffnung die Defibrillation aufschieben zu können. Shilkofski et al. folgern, dass daher in Trainings ein Schwerpunkt auf der Erkennung und Kategorisierung von EKG-Rhythmen gelegt werden und in Simulationen trainiert werden sollte, um darin routinierter zu werden. Die Autoren empfehlen zudem Schulungseinheiten zur Interpretation der Pulsoxymetrie, um Teilnehmer dafür zu sensibilisieren, dass ein Sättigungsabfall neben einer Ventilationsproblematik auch einen mangelnden kardialen Auswurf und damit eine geringe Perfusion bedeuten kann. Damit Teams besser mit Situationen, die eine Defibrillation erforderlich machen, umgehen können, sollten umfassende Schulungen zur sicheren Handhabung des Geräts erfolgen, um hier Hemmschwellen abzubauen [197]. Dies betonen auch Sullivan et al., insbesondere da die Bedienung eines Krankenhausdefibrillators oft viel komplexer ist als ein öffentlich zugänglicher Defibrillator [204].

2.2.3.2 Verwendete Joule-Dosierung bei der Defibrillation

Unsere Studie zeigt in Bezug auf die angewandte Energiedosis einen Kompetenzerhalt infolge des Initialtrainings: Sofern eine Defibrillation stattfand, wurde in allen vier Gruppen mit der korrekten Energiedosis defibrilliert. Dies blieb über die gesamte Nachuntersuchungsperiode konstant. In der Initialstudie fand sich zudem kein Unterschied zwischen den Werten vor und nach dem Training (noch unveröffentlichte Daten). Somit zeigt sich, dass in unserer Studienpopulation bereits eine gut erhaltene Kompetenz in der Verabreichung der korrekten Joule-Dosierung bestand und diese auch über die Nachuntersuchungsperiode konstant blieb. Teams, die den Rhythmus korrekt erkannten und defibrillierten, war somit auch die korrekte Joule-Dosierung bekannt. Schulungsbedarf besteht folglich primär in der Rhythmuserkennung und rechtzeitigen Initiierung der Defibrillation. In der Literatur fanden sich hingegen ohne vorangehendes systematisches Training deutliche Abweichungen in der Energiedosierung [197, 209]: Tiballs et al. fanden bei der Defibrillation von Patienten auf pädiatrischen Intensivstationen sehr variable Energiedosierungen zwischen 0,5 und 7,5J/kg und folgerten,

Diskussion

dass die Leilinen entweder wenig bekannt oder Dosierungsfehler häufig sind [209]. Bei Shilkofski et al. wendeten 25% der Teams die falsche Dosis an [197]. (Hier wurden Teilnehmer untersucht, die im Rahmen der Weiterbildungsrotationen an Simulationsübungen mit Debriefing teilnahmen, nicht an einem systematischen Training). Das bedeutet für unsere Teilnehmer, dass durch das Training die Energiedosis ausreichend trainiert wurde und daher noch bei den Nachuntersuchungen abrufbar war.

2.3 Durchgeführte Medikamentengaben

2.3.1 Adrenalin

Im direkten Anschluss an das Training (Gruppe $T_{0\text{Post}}$) erfolgte von ca. 20% der Teams keine Adrenalingabe. Dieser Anteil nahm bei den jeweils ersten Nachuntersuchungen (T_1 und T_{2b}) auf über 40% zu, während bei den Teams der zweiten Nachuntersuchung nur 7% die Gabe vergaßen und das Medikament insgesamt am häufigsten korrekt applizierten. Unsere Daten zeigten, dass sich die Untersuchungsgruppen signifikant darin unterscheiden, wie viele Teams Adrenalin verabreichten. Bei den post-hoc-Analysen kann aufgrund angepasster Signifikanzen nicht eindeutig belegt werden, zwischen welchen Einzelgruppen der Unterschied liegt. Am deutlichsten unterschieden sich die Teams der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten gegenüber denen der zweiten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten. In dieser Gruppe wurde das Medikament tendenziell häufiger angewandt als bei der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten. Unsere Ergebnisse in Bezug auf die Anwendung von Adrenalin zeigen somit, dass die Durchführung eines Szenariums nach sechs Monaten einem Kompetenzzrückgang erfolgreich entgegenwirkt und das FU I Szenarium im Sinne einer Auffrischung fungiert hat. Auch in der Literatur finden sich Hinweise auf eine Verbesserung der Adrenalingabe bei wiederholten Trainings [62]: Cordero et al. zeigten, dass Teams pädiatrischer Assistenzärzte bei einem Folgeszenarium signifikant korrekter Adrenalin applizierten, als beim ersten Szenarium. Die Teams verabreichten das Medikament in der ersten Sitzung häufig gar nicht und nur zur Hälfte korrekt dosiert. In der zweiten Sitzung erfolgte die Adrenalingabe zuverlässig, zwar weiterhin häufig nicht zeitgerecht, aber korrekt [62].

Unsere Studie zeigt darüber hinaus einen Kompetenzerhalt infolge des Initialtrainings in Bezug auf die Adrenalindosierung. Die Dosierung erfolgte in unserer Studie in allen Gruppen im Mittel leitliniengerecht. Im Initialtraining wurde im Rahmen des Algorithmus des nicht-defibrillierbaren Rhythmus mehrfach die korrekte Adrenalin-Dosierung trainiert. Zwar muss die

Diskussion

Adrenalingabe in den Prüfungsszenarien an einer späteren Stelle des Algorithmus erfolgen, da es sich um einen defibrillierbaren Rhythmus handelt, jedoch bleibt die Dosis gleich, was den Kompetenzerhalt erklärt. Verschiedene Studien der pädiatrischen Versorgung belegen, dass ohne vorheriges Training Dosierungsfehler bei der Adrenalingabe häufig sind [115, 120, 129, 161, 209]. Die Rate an inkorrekten Adrenalingaben variiert in der Literatur je nach Untersuchungskohorte zwischen 28% bei Notfallsanitätern in der Prähospitalphase [115], 33% bei Anästhesisten [120] und 48% auf pädiatrischen Intensivstationen [209]. Letztere Studie von Tiballs et al. zeigte, dass 43% das Medikament höher als $15\mu\text{g}/\text{kgKG}$ und 5% niedriger als $5\mu\text{g}/\text{kg}$ dosierten. Es handelte sich um Patienten mit nicht-defibrillierbaren Rhythmen, was jedoch für den Vergleich der Dosierung keinen Unterschied macht: Adrenalin wird unabhängig vom vorliegenden Herzrhythmus in der Dosierung von $10\mu\text{g}/\text{kgKG}$ verwendet, nur zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Algorithmus. Medikationsfehler können laut Kozer et al. sowohl aufgrund unpräziser Anordnung, als auch durch Fehler bei der Vorbereitung und der Verabreichung auftreten [129]. Eine typische Fehlerquelle stellt hierbei die gewichtsadaptierte Dosiskalkulation dar [117]. Besonders häufig tritt in der Pädiatrie der sogenannte Zehnfache-Dosierungsfehler (d.h., eine um den Faktor 10 zu hohe oder zu niedrige Dosierung durch fehlerhafte Umrechnung) auf [129]. Dass dieser Fehler bei den Nachuntersuchungen nicht zu finden ist, stützt die Annahme einer anhaltenden Wirkung durch das Initialtraining. Vor dem Initialtraining war es auch in unserem Kollektiv vereinzelt zu groben Dosierungsfehlern gekommen, die zu einem Durchschnittswert von $26,56\mu\text{g}/\text{kgKG}$ führten (Median von $10\text{mg}/\text{kgKG}$). Nach dem Training entsprach die Adrenalindosierung den Leitlinienempfehlungen (noch unveröffentlichte Daten).

2.3.2 Amiodaron

Direkt nach dem Training verabreichten 37% der Teams Amiodaron. Dies geschah im Schnitt in korrekter Dosis (siehe Anhang Tabelle 112). Jedoch gab es kein einziges Team, das die Gabe zum richtigen Zeitpunkt im Algorithmus vornahm. Teilnehmer, die sowohl sechs als auch zwölf Monate nach initialem Training untersucht wurden, gaben das Amiodaron bei der Untersuchung nach sechs Monaten nur zu knapp 10% in der korrekten Dosis (2 von 21 Teams), bei der zweiten Nachuntersuchung etwas häufiger, nämlich zu knapp 15% (2 von 14 Teams). Die doppelt nachuntersuchte Gruppe wies den höchsten Anteil an Teams mit vollständig korrekter Amiodarongabe auf. Die vier Gruppen unterscheiden sich signifikant darin, wie

Diskussion

korrekt die Verabreichung von Amiodaron in Bezug auf den Zeitpunkt und die Dosis stattfindet, der signifikante Unterschied bestand in der Zunahme vollständig korrekter Amiodarongaben. Die Untersuchungen zur Häufigkeit und Korrektheit der Amiodarongabe unterstreichen, dass die Teilnahme an einem Szenario nach sechs Monaten einen Auffrisch-Effekt für die doppelt nachuntersuchte Gruppe brachte. Aufgrund der kleinen Gruppengröße sollten diese Ergebnisse in größer angelegten Studien bestätigt werden. Gleichzeitig zeigte die zum zweiten Mal nachuntersuchte Gruppe überraschender Weise die wenigsten Gaben insgesamt.

Insgesamt muss gesagt werden, dass die Amiodarongabe in allen Gruppen sehr häufig nicht stattgefunden hat: 67% der Teams des Post-Tests sowie 70-85% der Teams der Nachuntersuchungen gaben kein Amiodaron. Hier besteht besonderer Trainingsbedarf. Die Forschung bietet eine Reihe an Untersuchungen zur generellen Schwierigkeit korrekter Medikamentendosierungen in der Pädiatrie [117, 129]. Jedoch liegen nicht viele Studien vor, die die Häufigkeit und Korrektheit der Medikamentengabe in pädiatrischen Reanimationssituationen erheben. Unsere Studie füllt hier eine Lücke, indem sie Defizite in der Gabe antiarrhythmischer Medikamente in Reanimationssituationen aufzeigt. Insbesondere wird deutlich, dass diese zu selten überhaupt gegeben werden. Es scheinen unter den Teilnehmern große Hemmungen zu bestehen, dieses in der Pädiatrie insgesamt sehr selten angewandte Medikament einzusetzen. Hier besteht Trainingsbedarf.

Betrachtet man die Dosierung des Medikaments genauer, zeigen unsere Daten, dass Teilnehmer der Gruppen mit nur einer Nachuntersuchung (T_1 und T_{2b}) das Wissen um die korrekte Amiodarondosierung verloren. Sie wandten signifikant niedrigere Dosierungen an (Anmerkung: insg. 23 Teams aller Gruppen verabreichten Amiodaron). Die Abweichung betrug im Schnitt 10% der Dosis. Murugan et al. belegen, dass Abweichungen von >30% der vorgesehenen Amiodarondosierung vorkommen [161]. Das Wissen über die korrekte Dosierung blieb in der Gruppe T_{2a} erhalten, sodass davon ausgegangen werden kann, dass das Szenarium nach sechs Monaten eine Auffrischung bewirkt hat. Auch hier sollten die Ergebnisse aufgrund der sehr geringen Gruppengrößen durch größer angelegte Studien bestätigt werden. Bestätigen sich unsere Ergebnisse, so bedeutet dies, dass ein nachgeschaltetes Szenarium mit Debriefing zum Erhalt der Kompetenz in der korrekten Amiodarondosierung wirksam und sinnvoll ist.

2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz

Direkt nach dem Training erreichten die Teams im Schnitt 117,8 Punkte, sechs Monate später 103,5 Punkte, bei der zweiten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten 119,3 Punkte, und die nur einmal nachuntersuchten Teams nach zwölf Monaten 111,4 Punkte. Unsere Studie konnte in Bezug auf unseren primären Outcome-Parameter, den Gesamtscore der PEC-VT, keinen Unterschied zwischen den Gruppen belegen. Die in Kapitel 1.1 beschriebenen Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen spiegeln sich somit lediglich in Tendenzen, nicht in signifikanten Unterschieden des Gesamtscores wider. Tendenziell zeigte sich eine Abnahme des Mittelwerts der Gesamtscores nach dem Training bis zur jeweils ersten Nachuntersuchung (nach sechs bzw. zwölf Monaten), während der Mittelwert der Gesamtscores bei der zweiten Nachuntersuchung wiederum dem Mittelwert direkt nach dem Training ähnelt.

In allen Gruppen sind die Werte sehr breit gestreut (Standardabweichung über alle Gruppen 29,7 P; T_{OPost}: SD 28,5 P; T₁: SD 29,1P; T_{2a}: SD 35,2P, T_{2b}:SD 24,8P). Das erschwert den Nachweis signifikanter Unterschiede und bedeutet, dass die Bandbreite zwischen guten und schlechten Teams sehr groß ist. Ursächlich hierfür ist, dass wir uns bewusst für Prüfungsszenarien mit defibrillierbarem Rhythmus entschieden haben, um Effekte des Trainings gut beobachten zu können, während im initialen Training in den Übungsszenarien lediglich nicht-defibrillierbare Herzrhythmen vorkamen. Im Theorieteil des Trainings wurde das Erkennen und der Ablauf der Reanimation bei defibrillierbaren Rhythmen besprochen. Gemeinsam sind beiden Algorithmen die Basismaßnahmen, was erklärt, dass bei Untersuchung der Einzelmaßnahmen Unterschiede zwischen den Gruppen sichtbar sind. Der Gesamtscore hingegen erfasst den gesamten Algorithmus, hier konnte in unserer Studie kein Unterschied zwischen den Gruppen belegt werden. Unsere Teams scheiterten häufig an der Erkennung des richtigen Rhythmus', was zu Folgefehlern mit hohen Punkterlusten in der geforderten dreimaligen Abfolge von Defibrillation, anschließend sofortiger Fortführung der Herzdruckmassage und Rhythmuskontrolle nach 100-120 sec führte (78,6% der Teilnehmer erkannten den Rhythmus nicht rechtzeitig oder nicht korrekt, 14,3% erkannten ihn gar nicht (Siehe Anhang Tabelle 103)). Der Defibrillation kommt im Algorithmus und in der PEC große Bedeutung bei, sodass Defizite in dieser Schlüsselkompetenz folglich zu einem schlechten Gesamtscore führten. Selbst wenn diese Teams in anderen Items gut waren, zügig beatmeten oder die Zugangsanlage und Medikamentengaben gut bewältigten, erhielten sie trotzdem insgesamt eine relativ niedrige

Diskussion

Punktzahl. Ein Kompetenzrückgang in diesem Bereich sorgte also dafür, dass erhaltene Kompetenzen in anderen Bereichen sich im Gesamtscore nicht deutlich genug niederschlugen. Defizite der Teams werden dadurch besonders deutlich, und konnten nicht durch einen Erhalt von Fähigkeiten bspw. im Bereich der Beatmung kompensiert werden. Dies ist gewünscht, da die PEC auf die Erfassung des gesamten Algorithmus ausgelegt ist, und ein Versagen an einer frühen Stelle im Algorithmus ein schwerwiegender Fehler in Bezug auf das Überleben des Patienten ist. Gleichzeitig erklärt sich dadurch, dass die Spanne zwischen guten und schlechten Teams in allen Gruppen so groß ist. Studien, die im Gegensatz dazu nicht die Gesamtleistung, sondern Einzelfertigkeiten untersuchen, können demgegenüber einen Kompetenzerhalt nachweisen: Eine Studie unter pädiatrischen Assistenzärzten zur Untersuchung eines Auffrisch-Trainings vier Monate nach einem PALS-Kurs von Jani et al. konnte einen Unterschied zwischen Interventionsgruppe (Curriculum nach vier Monaten) und Kontrollgruppe (kein Curriculum) in der Gesamtleistung feststellen [111]. Es kam bis acht Monate nach dem durchgeführten Auffrischtraining in der Interventionsgruppe zu einem geringeren Rückgang der Fähigkeiten im Vergleich zur Kontrollgruppe. Bei Swinger et al. erreichten die teilnehmenden pädiatrischen Assistenzärzte eine Verbesserung ihres PALS-Scores von ursprünglich 52% auf 94% nach dem Training, mit einem guten Kompetenzerhalt von 81% nach drei Monaten [206]. Beide Studien untersuchten Trainings, die auf den Methoden des *deliberate practice* und Debriefing basierten. Unsere Studie zeigt somit, dass einzelne Kompetenzen durch ein Szenarium mit Debriefing sechs Monate nach dem Training erfolgreich aufgefrischt werden konnten, nicht aber die Kompetenz im Gesamtalgorithmus. Die Kompetenz in der Rhythmuserkennung und strukturierten Absolvierung des untersuchten Algorithmus‘ bleibt nicht über den Zeitraum von zwölf Monaten erhalten. Insbesondere Teams der doppelt nachuntersuchten Gruppe zeigten eine Überlegenheit in der Herzdruckmassage (siehe 2.2.2 Herzdruckmassage), jedoch nicht im Gesamtscore. Für das Training bedeutet dies, dass die Teilnehmer insbesondere in der Rhythmuserkennung und der Entscheidung für den richtigen Algorithmus (defibrillierbar vs. nicht defibrillierbar) und dem strukturierten Ablauf des Algorithmus intensiver trainiert werden müssen. Hierfür ist das initiale Training für einen langfristigen Kompetenzerhalt nicht ausreichend gewesen. Auch bei einem zur Auffrischung eingesetzten Szenarium sollte auf diese Fertigkeiten beim Debriefing besonders Wert gelegt werden.

Diskussion

Die PEC wendet Beurteilungskriterien an, die zur Objektivierung des Ablaufes Zeitbegrenzungen vorgibt. Diese Zeitbegrenzungen sind in den Leitlinien nicht explizit festgehalten. Da die PEC bei der Vergabe von einem Punkt nicht unterscheidet, ob ein Team die Maßnahme korrekt oder zeitgerecht durchgeführt hat, werden Teams, die die Maßnahmen korrekt, aber zu langsam durchführen, ebenso bewertet, wie Teams, die eine Maßnahme zwar rechtzeitig, aber inkorrekt durchführen. Betrachtet man z.B. die Defibrillation, ist dies problematisch, da für das Patientenoutcome eine inkorrekte Durchführung wie eine zu niedrigere oder zu hohe Energiedosis, gravierendere Folgen haben kann, als eine etwas zu späte. Das bedeutet, dass Teams, die nur etwas zu langsam waren, aufgrund der Beschaffenheit der PEC möglicherweise Punkteeinbußen verzeichneten, obwohl sie die Maßnahmen ansonsten sicher und korrekt durchführten. Dies ist eine weitere Ursache dafür, dass die erzielten Werte im Gesamtscore insgesamt sehr gering sind, was den Nachweis von Unterschieden erschwert. Würde die PEC nach Skala von 1-4 bewerten, wobei die rechtzeitige, aber inkorrekte Durchführung einem Punkt entspräche, die zu späte, aber korrekte Durchführung zwei Punkten und die vollständig korrekte Durchführung drei Punkte, hätte man insgesamt besser differenzieren können. Wir haben uns für die PEC entschieden, um ein Vergleichsinstrument zu haben, das systematisch entwickelt und an mehreren pädiatrischen Notfallteams in Deutschland validiert wurde. Eine entsprechende Anpassung der Punktevergabe nach oben genannten Kriterien ist für zukünftige Untersuchungen jedoch zu erwägen.

Verzichtet man auf die zeitlichen Vorgaben, verlangt aber die Durchführung lebenserhaltender Maßnahmen, sind bei den Items 1.3 bis 1.6 und 2.1 bis 2.20 jeweils mindestens ein Punkt, also 117 Gesamtpunkte, zu erwarten, um von einem moderaten Ergebnis zu sprechen. Während nach dem Training mehr als die Hälfte der Teams, nämlich 56,5%, (26 von 46 Teams) einen Wert über 117 Punkten erreichten, gelang dies nach sechs Monaten nur noch knapp einem Viertel: 23,8% der Teams (5 von 21 Teams). Nach weiteren sechs Monaten erzielten in der doppelt nachuntersuchten Gruppe wieder 57% der Teams (8 von 14 Teams) ein solches mindestens moderates Ergebnis. Diese Unterschiede sind nicht signifikant, jedoch stützen die Beobachtungen aufgrund des p-Wertes von 0,08 tendenziell die Vermutung eines Leistungsabfalls von $T_{0\text{Post}}$ zu T_1 und die Feststellung, dass Teams mit einer zweiten Nachuntersuchung denen mit nur einer Nachuntersuchung überlegen sind.

Diskussion

In allen drei Nachuntersuchungsgruppen gelang es nur je 14% der Teams, mehr als 50% der möglichen Punkte zu erlangen (T_1 : entspricht drei Teams; T_{2a} : entspricht zwei Teams; T_{2b} : entspricht einem Team) gegenüber 26% (12 von 46 Teams) in der Untersuchung im Anschluss an das Training (siehe Anhang Tabelle 101). Der beschriebene Rückgang des Anteils von Teams, die über die Hälfte der möglichen Punkte erreichten, von ursprünglich 26% auf 14% entspricht etwas weniger als einer Halbierung und zeigt das insgesamt niedrige Kompetenzniveau an. In ähnlicher Weise sank in einer Publikation von Braun et al. der Anteil der Teilnehmer (pädiatrische Assistenzärzte) mit sog. *Meister-Niveau* von ursprünglich 100% nach zwei Monaten auf 92%, nach vier Monaten auf 71% und nach sechs Monaten bis auf 56% ab [41]. (Das sogenannte Meister-Niveau entspricht einem für den Klinikalltag ausreichenden Kompetenzniveau und ist ein festgelegter Zielwert, welcher von allen Teilnehmern am Ende des Trainings erreicht sein muss.) Die Studie von Braun et al. verwendete die Methode des *deliberate practice*. Die Halbierung des Anteils der Teams, die in unserer Studie mehr als die Hälfte der Punktzahl erreichen, unterstreicht einmal mehr, dass die Kompetenzen der Nachuntersuchungsteams in der pädiatrischen Reanimation insgesamt sehr gering sind und ein erheblicher Trainingsbedarf besteht.

2.5 Lerntheoretische Ursachen für den Kompetenzanstieg in Gruppe T_{2a}

Unsere Studie zeigt, dass nach einem initialen Simulationstraining erworbene Kompetenzen bis sechs Monate nach dem Training messbar zurückgehen. Weitere sechs Monate später, d.h. nach insgesamt zwölf Monaten, fand gegenüber der ersten Nachuntersuchung ein unerwarteter Kompetenzanstieg statt. Teams hingegen, die nur nach zwölf Monaten nachuntersucht wurden, zeigen einen ähnlichen Leistungsrückgang wie die Teams mit der ersten Nachuntersuchung nach sechs Monaten⁶.

Wir führen den beobachteten Kompetenzanstieg in der doppelt nachuntersuchten Gruppe auf eine unerwartete, beiläufige Auffrisch-Wirkung durch das zusätzliche Prüfungsszenarium sechs

⁶ Kritisch anzumerken ist, dass nicht ausgeschlossen werden kann, ob die nach zwölf Monaten erstmals nachuntersuchten Teams schon zum Zeitpunkt t_1 schlechter gewesen wäre als die nach zwölf Monaten zum zweiten Mal nachuntersuchten Teams. Dies ist aber unwahrscheinlich, da zum Zeitpunkt t_0 alle Teams ähnlich schwach abgeschnitten haben und keine breite Streuung in den Ergebnissen vorlag, sowie da es sich um eine Zufallsstichprobe aus der Stichprobe handelte und keine Unterschiede in der Gruppenzusammensetzung vorlagen. Ein Selektionsbias kann zudem ausgeschlossen werden, da zusätzlich zu den ursprünglich für Gruppe T_{2b} geplanten Teilnehmern auch die Personen in diese Gruppe aufgenommen wurden, die bei T_1 aufgrund von UL / Dienst etc nicht teilnehmen konnten. Hierdurch wurde verhindert, dass zufällig die beiden schlechtesten Kliniken ausgesucht wurden. Anzumerken ist, dass die Gruppe T_{2b} eine sehr geringe Gruppengröße aufwies (nur 7 Teams).

Diskussion

Monate nach der initialen Intervention zurück. Das Szenarium nach sechs Monaten war für die Teams das insgesamt dritte gleichartige Szenarium. Bei der folgenden Nachuntersuchung nach zwölf Monaten durchliefen sie innerhalb eines Jahres zum vierten Mal ein Szenarium, welches einen Herz-Kreislauf-Stillstand mit defibrillierbarem Rhythmus behandelte. Lerntheoretisch deuten wir dies somit im Sinne eines Wiederholungs-Effektes, der besagt, dass Wiederholungen mit dazwischen liegenden Intervallen einen wichtigen Effekt auf das Langzeitgedächtnis haben [203, 212]. Verschiedene Studien aus Kinder- und Erwachsenenmedizin belegen, dass durch Simulationstrainings, die in kurzen Abständen wiederholt werden, der Kompetenzerhalt gefördert wird [10, 11, 32, 111, 203, 220]. Zwar konzipierten wir im Gegensatz zu den erwähnten Studien unser Training und die Nachuntersuchungen nicht nach einer Methode, die bewusst auf Wiederholungen setzt, doch ist naheliegend, dass auch unsere Teams Leistungen besser aufrechterhalten konnten, je häufiger sie ihre Kompetenzen anwenden mussten.

Forschungsergebnisse zeigen, dass dem auf das Szenarium folgende Debriefing eine maßgebliche Bedeutung für den Kompetenzerhalt zukommt (siehe Hinführung und Literatur Kapitel 5.5.4 Ablauf) [15]. Das Debriefing bietet den Lernenden die Möglichkeit, das eigene Handeln zu reflektieren, um zu verstehen, was sie während der Simulation gedacht, gefühlt und getan haben [184]. Dadurch können Defizite erkannt werden und Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert werden, um die zukünftige Leistung in ähnlichen Situationen zu verbessern [52, 184]. Eine Studie von Na et al. belegt darüber hinausgehend eine positive Korrelation der Feedbackerfahrung von Assistenzärzten mit der Reanimationsleistung der Teams [162]. Die Pausen (*hands-off-Zeit*) zwischen der Herzdruckmassage verkürzten sich signifikant, je häufiger Teams Feedback erhalten hatten. Um denselben Fehler nicht zu wiederholen, muss nach der Theorie von Kolb einer Lernerfahrung eine Reflexion folgen [126]. Auerbach et al. arbeiteten heraus, dass ein dem Debriefing folgendes erneutes Szenarium die Chance birgt, aus Fehlern im vorangegangenen Durchlauf zu lernen, das Gelernte anzuwenden und so eine bessere Leistung zu absolvieren [15]. Zwar erfolgte bei der FU I Untersuchung im direkten Anschluss an das Debriefing kein erneutes Szenarium, wie es entsprechend des Kolb'schen Lernzyklus erstrebenswert wäre. Diese Mechanismen scheinen sich trotz des größeren zeitlichen Abstands im FU II Szenarium ausgewirkt zu haben und stellen einen wesentlichen Faktor für den beobachteten Kompetenzerhalt in dieser Gruppe dar.

Diskussion

Wir sehen unsere Ergebnisse im Kontext mit dem von Kovács et al. beschriebene Prüfungs-Effekt („testing effect“) [128]. Die Untersuchung wies nach, dass ein gewisser zeitlicher Abstand eines Prüfungsszenariums zum Training einen verstärkten Effekt auf das Langzeitgedächtnis hat und macht somit ein zeitlich versetztes Prüfungsszenarium zu einer effektiven Auffrisch-Strategie [128]. Lerntheoretisch wird der Effekt darauf zurückgeführt, dass das Abrufen von Erinnerungen während einer Prüfung aufgrund des Prüfungsstress besonders wirksam die Bildung des Langzeitgedächtnisses fördert [116, 131]. Die hormonelle Stress-Antwort des Körpers führt über neuronale Veränderungen zu einer Konsolidierung des Gelernten [113]. Das Szenarium sechs Monate nach dem Simulationstraining bietet so eine weitere zusätzliche Prüfungssituation, in der die Inhalte unter Stress gefestigt werden können [128]. Bei dem anschließenden Intervall zwischen Gelerntem und nächster Prüfung (FU II) haben die Gruppen zudem Zeit, sich innerlich auf die Prüfung einzustellen und somit eine längere Exposition gegenüber dem Effekt des Stress. Der Effekt konnte erst im Intervall zwischen erster und zweiter Nachuntersuchung wirksam werden, da das FU I den Teilnehmern nicht bei der initialen Intervention angekündigt worden war. Dadurch vermieden wir eine Verfälschung der FU I Ergebnisse durch den Effekt, und beobachteten einen klassischen Kompetenzabfall in der ersten Nachuntersuchung. Beide Phänomene – der Wiederholungs- sowie der Prüfungs-Effekt werden vereint in sogenannten gestreckten Trainingskonzepten: Studien haben erwiesen, dass zeitlich gestreckte Trainingsformate („spaced“) gegenüber Block-Konzepten („massed“), einen langfristigeren Kompetenzerhalt bewirken [119, 173, 212].

3. Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter

3.1 Überblick

Unsere Studie konnte in Bezug auf den Berufsstatus des Teamleiters feststellen, dass assistenzärztlich geleitete Teams von dem beschriebenen Auffrisch-Effekt durch das Szenarium mit Debriefing nach sechs Monaten profitierten, während dies bei oberärztlich geleiteten Teams nicht der Fall war: Die Gesamtleistung und die Zeit bis zur Defibrillation der assistenzärztlich geleiteten Teams verbesserte sich zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung signifikant. Ein solcher Kompetenzzuwachs war innerhalb der oberärztlichen Teams nicht nachweisbar. Eine Überlegenheit der assistenzärztlichen Teams gegenüber den oberärztlich geleiteten Teams bei der doppelten Nachuntersuchung wäre in folgedessen zu erwarten gewesen. Im direkten Vergleich der Teams unter assistenzärztlicher

Diskussion

Leitung mit denen unter oberärztlicher Leitung zu jeweils einem Untersuchungszeitpunkt ergaben sich jedoch keine Unterschiede in Abhängigkeit des Berufsstatus' des Teamleiters, was wir maßgeblich auf die geringe Anzahl an untersuchten Teams zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung zurückführen. Einen Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit den Merkmalen Geschlecht und der Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings belegen unsere Daten nicht.

3.2 Der Berufsstatus des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor

Unsere Studie zeigt, dass die assistenzärztlich geleiteten Teams bei Betrachtung der Veränderung der Gesamtleistung zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten signifikant mehr Punkte als nach sechs Monaten erreichten. Diese Teams haben sich somit infolge der ersten Nachuntersuchung verbessert, während sich die Gesamtleistung der Teams unter oberärztlicher Leitung zwischen den beiden Nachuntersuchungen nicht unterschied. Dies zeigte sich ebenso in der Zeit bis zur Defibrillation unter den assistenzärztlichen Teamleitern (T_1 : 381 sec, T_{2a} : 234 sec (Differenz 147 sec), $p < 0,01$, siehe Anhang Tabelle 140). Assistenzärzte profitieren von der zusätzlichen Lernerfahrung durch das FU I Szenarium in Bezug auf die Gesamtleistung und die Zeit bis zur Defibrillation stärker als oberärztliche Teamleiter. In diesen beiden Variablen konnten wir bei den Untersuchungen zur Leitliniencompliance im Gesamtkollektiv (im Gegensatz zur Herzdruckmassage oder den Medikamentengaben) keinen Unterschied zwischen den Untersuchungszeitpunkten feststellen (siehe Punkt 2.2.3 Defibrillation und 2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz). Wir vermuteten in Bezug auf das Gesamtkollektiv, dass Defizite in der Rhythmuserkennung einiger Teams zu Folgefehlern mit hohen Punkteverlusten führten, was wiederum in sehr divergierenden Leistungen der Teams mündete. Dies war ursächlich für das Ausbleiben von Unterschieden sowie für die im Schnitt nur niedrigen bis moderaten Leistungen im Gesamtscore und der Zeit bis zur Defibrillation. Da unter den assistenzärztlich geleiteten Teams in beiden Variablen eine Verbesserung zwischen den Untersuchungszeitpunkten nachweisbar ist, folgern wir, dass durch das zusätzliche Szenarium mit Debriefing eine Verbesserung in Bezug auf die Rhythmuserkennung stattgefunden haben könnte. Dies bestätigt sich bei Betrachtung des Items 2.5 Rhythmuserkennung: Bei der ersten Nachuntersuchung erkannten drei von 13 assistenzärztlich geleiteten Teams den Rhythmus gar nicht (0 Punkte), kein Team erkannte ihn korrekt. Bei der doppelten Nachuntersuchung beurteilten alle acht assistenzärztlichen Teams

Diskussion

den Rhythmus, ein Team sogar korrekt. Daraus resultiert wiederum eine im Schnitt bessere Gesamtleistung und kürzere Zeit bis zur Defibrillation. Der beschriebene Leistungszuwachs der assistenzärztlich geleiteten Teams könnte daher rühren, dass assistenzärztliche Teamleiter weniger vorgefestigte Vorgehensweisen verinnerlicht haben als oberärztliche Teamleiter und eine lernoffene Grundhaltung mitbringen, die dem Prozess des Lernens zuträglich ist. Oberärzte hingegen scheinen festgelegter in ihren bereits vorhandenen Handlungsabläufen zu sein. Möglicherweise spielt dabei das Alter eine Rolle, da sich jüngere Menschen tendenziell Gelerntes leichter merken können [19]. Die assistenzärztlichen Teamleiter waren im Schnitt 34 Jahre alt, und damit im Mittel ca. 15 Jahre jünger als die oberärztlichen Teamleiter mit einem Durchschnittsalter von 49 Jahren. Mit zunehmendem Alter nimmt die Lernleistung ab, das bedeutet, dass zusätzliche Übung und ggf. neue Lernstrategien zur Verinnerlichung der Inhalte erforderlich werden [194]. Dies sollte in Trainings Berücksichtigung finden. Der beschriebene Leistungszuwachs unter den assistenzärztlichen Teamleitern kann am ehesten mit den bei Binkhorst et al. beschriebenen Korrelationen erklärt werden. Binkhorst et al. beobachteten eine signifikante Überlegenheit der jüngeren und weniger spezialisierten ärztlichen Teilnehmer im Rahmen einer Multicenterstudie, die mithilfe unangekündigter Szenarien den Erhalt von PBLS-Kenntnissen und -Fertigkeiten auswertete [30]. Die Autoren vermuten, dass das jüngere Alter und der geringere Spezialisierungsgrad eine höhere Lernfähigkeit mit sich bringt. Im Gegensatz zu der Untersuchung von Binkhorst et al. untersucht die vorliegende Studie lediglich den Berufsstatus als Einflussfaktor, nicht das Alter oder die Berufserfahrung.

Folglich hätten wir zum Zeitpunkt T_{2a} mit einer Überlegenheit der assistenzärztlich geleiteten Teams im Gesamtscore und der Zeit bis zur Defibrillation gerechnet. Die assistenzärztlichen Teams erzielten hier einen Gesamtscore von knapp 125 Punkten, die oberärztlich geleiteten Teams erreichten im Mittel nur knapp 112 Punkte und damit eine unzureichende Leistung (< 117 Punkte, siehe 2.4 Gesamtscore – globale Leitlinienadhärenz). Ein Unterschied ließ sich jedoch bei insgesamt nur 14 Teams der doppelten Nachuntersuchung und einer hohen Streubreite des Gesamtscores insbesondere der oberärztlich geleiteten Teams nicht nachweisen. In den assistenzärztlich geleiteten Teams fand sich eine nur etwa halb so großen Streubreite des Gesamtscores, wie bei den oberärztlichen Teams (SD OÄ: t_1 : SD 39,3; t_{2a} : SD 47,45; SD AÄ: t_1 : SD 22,5; t_{2a} : SD 24,6). Diese größere Heterogenität der oberärztlich geleiteten Teams könnte daher rühren, dass die oberärztlichen Teamleiter sehr unterschiedlich lange in

Diskussion

ihrer Position tätig sind: Die oberärztlichen Teamleiter waren zwischen zwei und 23 Jahren als Oberarzt tätig (SD T_{2a} : 6,9 Jahre; Mittelwert 10,4 Jahre). Während Oberärzte zu Beginn ihrer oberärztlichen Tätigkeit, d.h. nach der Facharztprüfung, zunächst relativ breit aufgestellt sind, spezialisieren sie sich im Verlauf zunehmend. Das bedeutet, dass ein Teil der Oberärzte im Alltag so gut wie gar nicht mit kardiopulmonal instabilen Patienten in Kontakt ist, während dies für intensivmedizinisch eingesetzte Oberärzte alltäglicher erscheint. Zwar war auch die Spanne der assistenzärztlichen Teamleiter mit Berufsjahren zwischen einem halben Jahr und 13 Jahren (SD T_{2a} 3,9 Jahre; Mittelwert 5,1 Jahre) nicht gering. Jedoch sind Assistenzärzte insgesamt weniger spezialisiert und durch ihre Rotationen breiter aufgestellt. Aufgrund der kleinen Untersuchungsgruppe bleibt die genaue Bedeutung der größeren Homogenität der assistenzärztlichen Gruppe jedoch unklar.

Vergleicht man die Teams unter assistenzärztlicher Leitung also zu einem festen Untersuchungszeitpunkt mit denen unter oberärztlicher Teamleitung, belegen unsere Daten zu keinem Zeitpunkt einen Unterschied. Wir vermuten jedoch eine Überlegenheit der assistenzärztlich geleiteten Teams zum Zeitpunkt T_{2a} , der aufgrund der kleinen Gruppengröße nicht nachweisbar ist. Studien, die den Einfluss der Berufserfahrung⁷ auf die Teamleistung untersuchten, kommen zu divergierenden Ergebnissen. Im pädiatrischen Bereich stellten Gilfoyle et al. und Auerbach et al. bei multiprofessionellen Teams keinen Zusammenhang der Teamleistung mit der Berufserfahrung fest, ebenso wie in der Erwachsenenmedizin Na et al. bei Assistenzärzten [14, 89, 162]. Binkhorst et al. hingegen wiesen unter pädiatrischen Assistenzärzten eine inverse Korrelation nach (s.o.) [30]. Cooper et al. fanden eine Überlegenheit der Teamleiter mit drei Jahren Erfahrung im Gegensatz zu denen mit einem Jahr Erfahrung bei Erwachsenenotfällen [61].

Unsere Ergebnisse geben somit im Rahmen der insgesamt dünnen und teils kontroversen Studienlage einen wichtigen Hinweis darauf, dass die Durchführung von praktischen Szenarien mit Debriefing sechs Monate nach einem initialen Training insbesondere auf die Gruppe der (weniger erfahrenen) Assistenzärzte einen auffrischenden Effekt in Bezug auf die Rhythmuserkennung und damit Gesamtleistung und Defibrillationskompetenz hat. Diese

⁷ Wir haben aufgrund der geringen Gruppengröße den Einfluss der Berufserfahrung innerhalb des jeweiligen Berufsstatus' (Assistenz- vs. Oberarzt) nicht untersucht, lediglich den des Berufsstatus' selbst, wobei Oberärzte im Vergleich selbstverständlich eine längere Gesamt-Berufserfahrung aufweisen als Assistenzärzte.

Zielgruppe sollte demnach besonders im Fokus solcher Refresher-Szenarien stehen. Für Oberärzte müssen hingegen zusätzliche Strategien gefunden werden, um einen ähnlichen Leistungszuwachs zu erreichen. Möglicherweise sind hier zusätzliche explizite Lehr- und Trainingseinheiten nötig. Dies sollte in größer angelegten Studien untersucht und bestätigt werden.

3.3 Das Geschlecht des Teamleiters als möglicher Einflussfaktor

Unsere Studie zeigt analog zu Daten aus der Literatur [127, 158, 200], dass Teams mit weiblicher und männlicher Leitung sechs und zwölf Monate nach einem Training vergleichbare Leistungen in Reanimationssituationen erbringen und in ähnlicher Weise von einem Szenarium nach sechs Monaten profitieren. Ein in der Gruppe der doppelt nachuntersuchten Teams aufgetretener Unterschied zwischen Teams männlicher Teamleiter in Bezug auf die Initiierung der Defibrillation gegenüber Teams mit weiblicher Teamleitung bestätigte sich in keiner anderen Untergruppe unserer Studie (T_1 , T_{2b}) noch der Initialstudie ($T_{OPrä}$, T_{OPost}). Die Literatur beschreibt eine Tendenz, dass Männer tendenziell mehr Dominanz zeigen und automatischer Führungsrollen übernehmen, wenn diese nicht klar definiert sind [17, 75]. In einer Studie von Amacher [9] zeigten männliche studentische Teamleiter einen zügigeren Beginn mit der Herzdruckmassage und kürzere Pausen (*hands-off-Zeit*) als die Studentinnen, sowie eine Überlegenheit in Teamleiterfertigkeiten. Die Interpretation solcher Ergebnisse ist jedoch nur eingeschränkt möglich, da davon ausgegangen werden muss, dass weitere, nicht erhobene Einflussfaktoren zu diesen Ergebnissen geführt haben [141]. Nach Löllgen et al. müssen geschlechtsabhängige Unterschiede, die unter den untersuchten Medizinstudenten bestanden, nicht automatisch unter Ärzten nachweisbar sein. Die Unterschiede können z.B. darauf beruhen, dass ein großer Anteil der untersuchten männlichen Studenten vor dem Studium im Wehrdienst eine Rettungssanitäterausbildung erhalten hatte, während die weiblichen Studenten zum Zeitpunkt der Erhebung bislang keine praktischen Erfahrungen mitbrachten [141]. Diese Männer waren zudem aufgrund des Wehrdienstes an die im Militär übliche, häufig befehlsartige Kommunikation gewöhnt und leiteten dadurch in den Szenarien direkter.

Wir gehen daher auch in Bezug auf unsere Ergebnisse davon aus, dass der langfristige Kompetenzerhalt in der Reanimation geschlechtsunabhängig ist und für Männer und Frauen einer regelmäßigen Auffrischung bedarf. Bis auf die Initiierung der Defibrillation sahen wir keine

Diskussion

Geschlechtsdifferenzen, die Signifikanz dieses Ergebnisses bleibt unklar. Weitere Untersuchungen sind notwendig, da es sich in unserem Fall um eine kleine Stichprobengröße (nur fünf männliche Teamleiter in dieser Untersuchungsgruppe) handelt.

3.4 Teilnahme des Teamleiters an einem ERC/AHA-Kurs als möglicher Einflussfaktor

In unserer Studie hatten 50% der Teamleiter einen zusätzlichen ERC-/AHA-Kurs absolviert. Einen Zusammenhang der Leistung mit zusätzlichen Trainings, wie von Gilfoyle et al. beschrieben, konnten wir nicht nachweisen [89]. Diese Kollegen zeigten eine Korrelation der Teamleistung damit, wie zeitnah ein vorangehendes PALS-Training zurücklag [89]. Auerbach et al. beschreiben hingegen keinen Zusammenhang der Leistung mit vorangehenden PALS-Trainings [14]. In unserer Studie bewirkt ein zusätzlicher ERC/AHA-Kurs des Teamleiters keine verbesserte Leitlinienadhärenz und keine schnellere Initiierung der Beatmung bzw. Defibrillation. Lediglich in der Initiierung der Herzdruckmassage zeigt sich zum Zeitpunkt t_1 eine Tendenz zur früheren Einleitung dieser Maßnahme bei den Teams mit zusätzlich geschultem Teamleiter. Dieser Effekt lässt sich im Verlauf nicht mehr nachweisen.

ERC/AHA-Kurse werden im Gegensatz zu unserem Szenario meist nicht in-situ durchgeführt. Dass sich eine Überlegenheit von Teams mit Teamleitern, welche an einem ERC/AHA-Kurs teilgenommen haben, nicht nachweisen lässt, kann zur Ursache haben, dass die Übertragung vom eher künstlichen Kurssetting des EPALS-Kurses nicht ausreichend funktioniert. So kann einem Team beispielsweise das Erkennen der Beatmung zwar gelingen, aber das Equipment nicht schnell genug gefunden werden. Bei der Defibrillation, welche eine selten angewendete und sehr invasiv wirkende Maßnahme darstellt, kann die Scheu vor dem Gerät stärker zum Tragen kommen, je realitätsnäher die Situation wirkt: Beim ERC wird die Maßnahme an sich zwar trainiert, beim SimTraining handelt es sich jedoch um einen (simulierten) Patienten. Im Gegensatz zu dem Auffrisch-Effekt, den wir durch das in-situ-Szenario festgestellt haben, sind ERC-Kurse Skills- und Reanimationskurse, bei denen man mit immer gleichbleibenden Materialien und im selben Setting in aufeinander aufbauenden Einheiten das ABC-Schema erlernt. Es geht dabei primär um das Erlernen des Algorithmus', nicht um Realitätsnähe. Ein ERC-Kurs bereitet daher nicht in der gleichen Weise auf die heimische Umgebung und die örtlichen Besonderheiten vor. Dies findet sich bei Sullivan et al. im Bereich der Erwachsenenmedizin: AHA-Kurse bereiten demnach die Teilnehmer nicht ausreichend darauf vor, die wichtigen Schritte auch in der Krankenhausumgebung erreichen zu können [203]. Nach

Diskussion

Sullivan et al. legen Kurse der AHA den Schwerpunkt eher auf die Durchführung der qualitativ hochwertigen Herzdruckmassage, wie z. B. die richtige Frequenz und Tiefe sowie die Minimierung der Pausen als psychomotorische Fähigkeit. Kurse richten jedoch weniger Fokus auf die Teamzusammenarbeit in größeren Teams, z.B. das parallele Arbeiten und die gleichzeitige Durchführung mehrerer Maßnahmen oder die Optimierung der Reanimationsbedingungen. Der Umgang mit diesen Herausforderungen der Krankenhausumgebung werde daher in einem solchen Kurs nicht hinreichend trainiert. Dies unterstreicht die Bedeutung eines auffrischenden in-situ Szenariums mit Debriefing. Ein ERC/AHA-Kurs des Teamleiters scheint demgegenüber nicht ausreichend zu sein. Seraj et al. stellten darüber hinaus fest, dass zusätzliche Trainings zwar den langfristigen Wissenserhalt verbessern, nicht jedoch den Erhalt praktischer Fertigkeiten [195]. Da Kompetenzen unabhängig vom zusätzlichen Schulungsstand des Teamleiters abfallen, sollten sie für alle Teilnehmer in den ersten sechs Monaten erneut und in-situ aufgefrischt werden.

4. Barrieren für die Leitliniencompliance

Unsere Studie konnte Defizite im Leistungsniveau pädiatrischer Teams in hessischen Kinderkliniken sechs und zwölf Monate nach einem Simulationstraining belegen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass eine moderate Gesamtleistung, wie sie durch das initiale Training erworben worden war, von den überwiegenden Teams nicht langfristig aufrechterhalten werden konnte. Es blieben zwar einzelne Fähigkeiten erhalten, jedoch war in den Nachuntersuchungen keine ausreichende Sicherheit in der Bewertung der Situation (d.h., welcher Algorithmus zum Tragen kommt) und im Umgang mit dem Algorithmus für defibrillierbare Rhythmen gegeben. Defizite lagen zudem in langen Latenzen bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen.

Eine wesentliche Barriere für den langfristigen Kompetenzerhalt liegt in der Seltenheit pädiatrischer Herz-Kreislauf-Stillstände. Es handelt sich hierbei um eine HALO-Situation, mit der die Teams im normalen Berufsalltag kaum konfrontiert sind (siehe Hinführung und Literatur, Kapitel 3.3.2 Ursachen mangelnder Leitlinienadhärenz). Die Seltenheit eines solchen Ereignisses führt nach Weinstock et al. und Mileder et al. zu mangelnder Routine des Behandlungsteams in den komplexen und zeitkritischen Schritten der pädiatrischen Reanimation. Das wiederum bringt mit sich, dass bei den Teams häufig ein Gefühl von

Diskussion

mangelndem Vorbereitetsein (*preparedness*), Unsicherheit und Inkompetenz entsteht, was sich wiederum auf die Behandlungsqualität auswirken kann [152, 222]. Dieser Unsicherheit wurde mit dem Initialtraining begegnet, was sich im verbesserten Post-Ergebnis niederschlug. Da die pädiatrische Reanimationssituation selten ist und die Teilnehmer im Klinikalltag im Anschluss an das Training kaum Gelegenheit gehabt haben dürften, ihre erworbenen Fähigkeiten anzuwenden, gehen Kompetenzen im Verlauf eines Jahres ohne erneute Simulation zurück [72, 154, 203, 221].

Diese Barriere betrifft unser Kollektiv in unterschiedlicher Weise. Zwei Drittel der Herz-Kreislauf-Stillstände treten in der Pädiatrie auf Intensivstationen auf (siehe Hinführung und Literatur, Kapitel 2.1 Epidemiologie des kindlichen Kreislauf-Stillstands) [26]. Entsprechend wird bei einer Inzidenz innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstände von 1:1000 [148] auf Normalstationen nur einer unter 3000 pädiatrischen Patienten reanimationspflichtig, gegenüber einem von 1500 Kindern auf Intensivstation. Personal auf Normalstationen ebenso wie Personal kleinerer Kliniken, die nicht über eine Intensivstation verfügen, hat somit weniger Möglichkeit, im Alltag vom Gelernten Gebrauch zu machen und benötigt häufigere Simulationen. Auerbach et al. stellten einen Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit der „readiness“ der Kliniken fest, das heißt, mit dem Vorbereitetsein auf Reanimationssituationen in Bezug auf Ausrüstung, erfahrenes Personal etc. [14]. Dieses Vorbereitetsein war in kleineren Kliniken niedriger, als in größeren. Unsere Studie zeigt auch, dass die Leitlinienadhärenz in Bezug auf die Beatmung auch viele Monate nach einem Training besser erhalten bleibt als in Bezug auf Herdruckmassage und Defibrillation. Hunt et al. vermuteten, dass Pädiater häufig eher auf respiratorische Ursachen fokussiert sind, sodass die Herzdruckmassage, eine EKG-Analyse oder Defibrillation zu Gunsten der Atemwegssicherung vernachlässigt werden [107]. Respiratorische Ursachen sind in der Pädiatrie häufiger als kardiale, zu nennen sind hier Atemwegsinfekte, obstruktive Lungenerkrankungen und die Fremdkörperaspiration (siehe Hinführung und Literatur, Kapitel 2.2 Ätiologie und initialer Herzrhythmus des kindlichen Kreislauf-Stillstands) [76, 199]. Personal außerhalb von kardiologischen Intensivstationen ist mit Krankheitsbildern des Respirationstrakts daher deutlich häufiger konfrontiert. Für diese Teilnehmer muss ein stärkerer Fokus auf kardiale Ursachen und deren Behandlung gelegt werden. Personal, das bereits Berufserfahrung mit Neugeborenen hat, hat zudem im Alltag häufig die Gelegenheit zu beatmen und ist im Erkennen und im Umgang mit einer Apnoe sicher

Diskussion

[111]. Die Teilnehmer, die in ihrer beruflichen Tätigkeit nicht mit Neugeborenen gearbeitet haben, müssen hingegen auch in der Beatmung stärker trainiert werden.

Unsere Ergebnisse lassen vermuten, dass Barrieren für den langfristigen Kompetenzerhalt auch im Konzept des Initialtrainings liegen. Unsere Studie deutet darauf hin, dass insbesondere ein explizites Training des Algorithmus für defibrillierbare Rhythmen nötig ist. Unser Training fokussierte bereits explizit auf das Training komplexer Szenarien. Die Studie offenbart dennoch, dass das Ineinandergreifen von Abläufen noch stärker trainiert werden sollte. Letzteres erwähnten bereits Sullivan et al. in der adulten Notfallmedizin [204]. Der Umfang der geforderten Entscheidungen und Tätigkeiten und die Anforderungen an die Interaktion im Team stellen insgesamt einen anspruchsvollen Prozess dar. Es geht nicht nur darum, technische Einzelfertigkeiten zu beherrschen, es müssen vielmehr parallel die Situation und deren Veränderungen (z.B. das Eintreten des Herz-Kreislauf-Stillstandes) erfasst werden, entschieden werden, welcher der Algorithmen (defibrillierbar vs. nicht defibrillierbar) zum Tragen kommt [8, 204]. Mehrere zeitkritische Schritte müssen gleichzeitig und in der korrekten Reihenfolge erfolgen und im Team koordiniert werden [8, 20]. Zudem muss die Dosierung von Medikamenten oder der Defibrillationsenergie im Unterschied zu Erwachsenen alters- und gewichtsspezifisch berechnet werden [82, 118, 129]. Hinzu kommt, wie Gilfoyle et al. belegen, dass die Reanimationsleistung mit der Teamwork-Leistung zusammenhängt [89]. Die ERC-/AHA-Leitlinien bieten zwar eine gute Strukturierung und Gedächtnisstütze, es erfordert jedoch viel Training und regelmäßige Erfahrung, um die Abläufe sicher zu beherrschen [204].

Eine weitere Barriere kann im zunehmenden Spezialisierungsgrad von beruflich erfahreneren Teilnehmern und im Nachlassen der Lernfähigkeit mit zunehmendem Alter liegen. Unsere Studie konnte zeigen, dass ein zusätzliches Szenarium für oberärztliche Teamleiter weniger Lernzuwachs brachte, als für assistenzärztliche. Schumacher et al. belegen, dass mit steigendem Alter vermehrt zusätzliche Übungseinheiten nötig sind, um Fähigkeiten aufrecht zu erhalten [194]. Da wir in der Gruppe der oberärztlich geleiteten Teams einen geringeren Leistungszuwachs feststellten, sollte dies insbesondere mit zunehmendem Spezialisierungsgrad von Ärzten Berücksichtigung finden.

Die Literatur belegt, dass Gründe für mangelnde Leitlinienadhärenz auch in der Kompetenz des Teamleiters zu finden sind. Teams, die unter einem effektiven Teamleiter arbeiten, halten sich

Diskussion

sowohl in Simulationen als auch im klinischen Alltag stärker an etablierte Protokolle, weisen weniger medizinische Fehler auf und erzielen dadurch ein günstigeres Ergebnis für ihre Patienten [61, 88, 102, 147, 156]. Ein Leistungsrückgang des Teamleiters stellt somit ebenfalls eine Barriere für eine langfristig erhaltene Teamleistung dar. Dies ist insbesondere für die potentiellen Teamleiter von Bedeutung, die im Alltag selten mit pädiatrischen Herz-Kreislauf-Stillständen konfrontiert sind. Inwiefern Teamleiterfähigkeiten regelmäßig trainiert werden sollten, um einen langfristigen Kompetenzerhalt zu gewährleisten, ist Gegenstand aktueller Forschung. Die Leistung der Teamleiter im Rahmen der vorliegenden Studie wurde von einer anderen Promovierenden untersucht.

Im klinischen Alltag wird mangelnde Leitlinienadhärenz nach Greif et al. und Bigham et al. zudem durch hohe Hürden im Prozess der Implementierung verstärkt [28, 94]. Dazu gehört auch die Schwierigkeit, Personal für das Training freizustellen. Dies zeigte sich in der geringen Beteiligung beim FU. Dem kann durch möglichst ressourcensparende Auffrisch-Konzepte begegnet werden. Hier sind unsere Ergebnisse von Bedeutung, da wir zeigen konnten, dass eine Auffrischung durch kurze Simulationseinheiten erfolgen kann und keines ausführlichen Trainings bedarf (siehe Punkt 2.1.2 Leistung interprofessioneller Teams mit zweiter Nachuntersuchung zwölf Monate nach einem Simulationstraining und 5. Folgerungen für die Praxis).

Zusammenfassend sehen wir Stellschrauben für eine langfristige Leitliniencompliance zum einen in der regelmäßigen Anwendung des Gelernten (z.B. in Simulationen) insbesondere an kleineren Kliniken ohne Intensivstation bzw. mit wenigen Reanimationen, sowie für Personal auf Normalstationen, älteres Personal, und für potentielle Teamleiter. Zum anderen sollte das initiale Training noch angepasst werden in Bezug auf die rechtzeitigen Vorbereitungsschritte vor Eintreten eines Herz-Kreislauf-Stillstands, die Zusammenarbeit im Team, die Rhythmuserkennung und Behandlung des defibrillierbaren Rhythmus.

5. Folgerungen für die Praxis

5.1 Konsequenzen für die simulationsbasierte Lehre in der pädiatrischen Notfallmedizin

In unserer Studie konnte durch ein kurzes Simulationsszenarium mit anschließendem Debriefing ein Kompetenzerhalt erreicht werden. Zur Auffrischung ist somit kein

Diskussion

umfangreiches Training von Nöten. Bereits die zeitversetzte Durchführung eines weiteren Simulationsszenariums mit Debriefing sechs Monate nach Initialschulung bewirkt einen Kompetenzerhalt für mindestens weitere sechs Monate.

Unter Berücksichtigung der Studien von Sullivan et al, Wayne et al. und Kovács et al. [128, 203, 220] sollte ein solches Szenarium, wenn es als Auffrisch-Strategie eingesetzt wird, bereits frühzeitig nach einem Training ansetzen. Da es bereits in den ersten sechs Monaten nach einem Training zum messbaren Kompetenzabfall kommt, sollte eine Auffrisch-Einheit möglichst vor Ablauf der sechs Monate ansetzen, um im Sinne eines Maintenance- oder Booster-Konzeptes [203] einem Kompetenzrückgang auf Prätrainingsniveau zuvorzukommen. Trainings in hoher Frequenz aber niedriger Intensität halten den Lernstand nach einem Training weitgehend auf demselben Niveau, bevor die Kompetenzen bereits messbar zurückgegangen sind (siehe hierzu auch Hinführung und Literatur, Kapitel 5.6.4 Studienlage zum Effekt von Auffrischstrategien).

Ein Kompetenzerhalt durch das zusätzliche Szenarium konnte insbesondere in der rechtzeitigen Initiation der Herzdruckmassage sowie der Gabe von Adrenalin und der Dosierung von Amiodaron erreicht werden. In der Gesamtleistung im Algorithmus der defibrillierbaren Rhythmen bestehen hingegen auch nach einem zusätzlichen Szenarium noch Defizite, die eine Überlegenheit der betreffenden Gruppe verhinderten. Hier führte das mangelnde Erkennen des EKG-Rhythmus bei einem Großteil der Teams zu Folgefehlern. Daher sollte im Initialtraining und im Debriefing ein verstärktes Augenmerk auf das Erkennen des Herzrhythmus' und den Reanimationsalgorithmus beim Vorliegen defibrillierbarer Rhythmen gelegt werden. Auch muss im Rahmen des Trainings zur Therapie des defibrillierbaren Rhythmus' der Umgang mit dem Defibrillator verstärkt eingeübt werden, da hier Hemmschwellen liegen.

Weiterhin stellten wir fest, dass viele Teams sich schwertaten, die Pulslosigkeit bzw. die fehlenden Lebenszeichen des Patienten umgehend zu bemerken, und infolgedessen erst spät mit der Herzdruckmassage begannen. Zwar führten in der doppelt nachuntersuchten Gruppe alle Teams die Herzdruckmassage durch, die Durchschnittszeit ist jedoch noch unbefriedigend. Bei Simulationstrainings sowie einem zur Auffrischung eingesetzten Szenarium ist daher ein größerer Schwerpunkt auf die Erkennung des Herz-Kreislauf-Stillstandes zu legen. Entscheidend ist, dass Teams lernen, das Vitalzeichen-Monitoring korrekt zu interpretieren und entsprechende Konsequenzen einzuleiten: Hierzu gehören Differenzialdiagnosen eines

Diskussion

Sättigungsabfalls mit konsekutiver Überprüfung von Atmung *und* Puls. Bei Feststellen einer Pulslosigkeit bzw. Fehlen von Lebenszeichen ist von hoher Bedeutung, dass Teilnehmer lernen, umgehend mit der Herzdruckmassage zu beginnen, da die alleinige Beatmung ohne Thoraxkompressionen die Prognose pädiatrischer Patienten verschlechtert [107].

In der Notwendigkeit der Einleitung der Masken-Beutel-Beatmung hingegen sind pädiatrische Behandlungsteams im Vergleich zum Beginn mit der Herzdruckmassage bereits relativ firm. Um auch diese Maßnahme noch zügiger einzuleiten, sollte im Debriefing reflektiert werden, wodurch Zeit verloren ging.

Bezüglich der Energiedosis der Defibrillation und den Medikamentengaben lässt sich sagen, dass die Kenntnis der korrekten Jouledosis und Adrenalin dosierung den trainierten Teams ausreichend erhalten war. Hier erscheint unser Training suffizient. Um die Kenntnis über die Verabreichung von Adrenalin zum korrekten Zeitpunkt aufrecht zu erhalten, war das zusätzliche Szenarium nach sechs Monaten notwendig und hinreichend. Die Kenntnis zur Verabreichung von Amiodaron zum korrekten Zeitpunkt im Algorithmus ist in den Nachuntersuchungen unzureichend. Auch Teams mit doppelter Nachuntersuchung verabreichten Amiodaron zu selten zum korrekten Zeitpunkt. Sowohl im initialen Training als auch beim Debriefing nach einem zeitlich versetzten, auffrischenden Szenarium muss daher mehr Gewicht auf die Notwendigkeit der Amiodarongabe gelegt werden. Lediglich für die korrekte Dosierung genügte ein zusätzliches Szenarium nach sechs Monaten zum Kompetenzerhalt.

In Bezug auf den Zusammenhang der Leistung mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter geben unsere Ergebnisse Hinweise darauf, dass insbesondere Assistenzärzte von Auffrisch-Szenarien profitieren, und diese daher bevorzugt durchlaufen sollten. Die Durchführung von praktischen Szenarien mit Debriefing sechs Monate nach einem initialen Training hatte auf die Gruppe der Assistenzärzte einen auffrischenden Effekt in Bezug auf die Rhythmuserkennung und damit Gesamtleistung und Defibrillationskompetenz. Damit leisten unsere Ergebnisse einen wichtigen Beitrag zu der ansonsten dünnen und teils kontroversen Studienlage. Für die oberärztlichen Teamleiter müsste auf Basis weiterer Studien eine Anpassung des Konzeptes erfolgen, um einen vergleichbaren Leistungszuwachs zu erreichen.

5.2 Mögliche zukünftige Studien

Unsere Studie konnte zeigen, dass in den ersten sechs Monaten nach einem Simulationstraining ein Kompetenzabfall stattfindet, der sich bis zwölf Monate nach dem Training nicht weiter fortsetzt. Zudem konnte gezeigt werden, dass ein Prüfungsszenarium nach sechs Monaten dem weiteren Kompetenzabfall entgegenwirkt.

Es müsste überprüft werden, ob ggf. sogar eine theoretische oder videobasierte Schulung ausreichen würde, um einen auffrischenden Effekt zu erhalten. Kaczorowski et al. untersuchten im Rahmen des NRP Programms, ob eine Video-gestützte Auffrischung oder eine praktische Simulation einen langfristigen Kompetenzerhalt gewährleisten. Es konnte für beide Interventionen im Vergleich zur Kontrollgruppe keine Verbesserung durch die Boosterung festgestellt werden, aber tendenzielle Hinweise darauf, dass das Video-gestützte Konzept weniger gut auffrischte [114]. Ahn et al. belegen hingegen, dass Kursteilnehmer eines Laientrainings besser reanimierten und den Defibrillator gebrauchten, wenn sie nach einem Kurs regelmäßig aufgefordert wurden, ein Auffrisch-Video anzuschauen, als die Kontrollgruppe [6]. Derartige Konzepte könnten zukünftig dazu dienen, auf noch ressourcenschonendere Art und Weise Kompetenzen aufrecht zu erhalten.

In größer angelegten Studien sollte untersucht werden, zu welchem Zeitpunkt zwischen null und sechs Monaten nach einem initialen Training eine Auffrisch-Einheit ansetzen sollte, um effektiv einem Kompetenzrückgang vorzubeugen. Zudem sollte untersucht werden, in welchem zeitlichen Abstand im Anschluss an die erste Auffrisch-Einheit weitere Einheiten angeboten werden sollten. Hierfür wäre eine weitere Nachuntersuchung der Gruppe T_{2a} zwölf bis vierzehn Monate nach der Auffrischung durch FU I interessant, um herauszufinden, ob die Kompetenz weiterhin vorhält wie in der Studie von Wayne et al. (siehe 2.2.2 Herzdruckmassage), oder hierzu weitere Auffrisch-Einheiten nötig wären.

In Bezug auf den Gesamtscore haben sich die Standardabweichungen vor und nach dem Training nicht verkleinert (SD T_{0Prä}: 25,7 P; SD T_{0Post}: 28,5P), d.h. es gab keine Annäherung durch das Training. Das bedeutet, dass das Training nicht ausreichend dazu geführt hat, dass sich vor dem Training bestehende Unterschiede in der Erfahrung ausgeglichen haben. Auerbach et al. stellten heraus, dass Teilnehmer aus kleineren Krankenhäusern schlechter in den Simulationsszenarien abschnitten und insgesamt weniger vorbereitet auf Reanimationsituationen waren [14]. Dies wurde anhand des „pediatric readiness scores“

Diskussion

evaluiert [14]. Unsere Untersuchungskohorte ist sehr heterogen. Wir untersuchten sehr unterschiedliche Kliniken (Universitätskliniken, Kinderkliniken mit und ohne pädiatrische Intensivstationen), unterschiedliche Stationsarten (Intensiv- und Normalstationen). Wir stellten die Vermutung auf, dass im Rahmen des initialen Trainings ein explizites Training von Szenarien mit defibrillierbarem Rhythmus und die noch intensivere Schulung in der Rhythmuserkennung und dem korrekten Algorithmus einen Trainingseffekt verstärken würde. In zukünftigen Studien wäre es sinnvoll, zu prüfen, ob ein in dieser Hinsicht angepasstes Training zu einer Annäherung der Teams führen würde.

Aufgrund der trotz Training suboptimalen Geschwindigkeit der Einleitung der Schlüsselmaßnahmen ist zu untersuchen, wie die Zeiten bis zur Initialisierung von Ventilation, Herzdruckmassage und Defibrillation weiter verbessert werden können. Beachtet man die Studienlage, könnten andere Trainingskonzepte, wie z.B. *deliberate practice* untersucht werden.

Eine der größten Limitationen unserer Studie liegt in der geringen Größe des Studienkollektivs (siehe Ergebnisse, Kapitel 1. Zusammensetzung der Stichprobe). Daher sind, insbesondere für Variablen wie die Gabe von Amiodaron, die von vielen Teams unterlassen wurde, Studien mit größerer Stichprobe nötig, um die Ergebnisse zu bestätigen. Zudem sollten weitere Untersuchungen über die Ursachen der insgesamt unzureichenden Medikamentengabe durchgeführt werden, um diesen Aspekt sinnvoll trainieren zu können.

Unsere Studie deutet darüber hinaus darauf hin, dass der beschriebene Auffrisch-Effekt durch das Szenarium nach sechs Monaten insbesondere in der Gruppe der Assistenzärzte wirksam ist. Im Bereich der Untergruppenanalysen ist die Aussagekraft unserer Studie jedoch aufgrund der geringen Stichprobengröße eingeschränkt. Hier sollten größer angelegte Studien folgen, um diesen Effekt zu bestätigen und Folgerungen für die Praxis abzuleiten. Auch könnten bei größerer Studienpopulation weitere Untergruppen identifiziert werden, die besonders von einer Auffrischung profitieren. Insbesondere sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang der Teamleistung mit der Berufserfahrung (innerhalb des jeweiligen Berufsstatus) der Teamleiter besteht. Diesen Aspekt untersuchten wir aufgrund der begrenzten Größe unseres Kollektivs nicht.

Diskussion

Größer angelegte Studien könnten vergleichen, ob der Effekt eines Simulationstrainings mit anschließenden Auffrisch-Szenarien (analog zu dem in unserer Studie) größer ist, als der Effekt durch ERC/AHA-Kurse einzelner Teamleiter. Dies würde kurze und regelmäßige interprofessionelle in-situ-Trainings als eine ressourcensparende und effektivere Methode bestätigen.

6. Limitationen der Studie

6.1. Stichprobengröße

Wie bereits deutlich wurde, liegt eine der größten Limitationen unserer Studie in der Stichprobengröße. Diese kam durch mehrere Faktoren zustande: Eine Klinik wurde aufgrund fehlender finanzieller Mittel von vornherein von der FU-Untersuchung ausgeschlossen. Von den übrigen Teilnehmern nahmen 50% an mindestens einer für sie vorgesehenen Nachuntersuchung nicht teil (Siehe Abbildung 8). Knapp ein Fünftel (19,2%) dieser Teilnehmer fehlte aufgrund von Abwesenheit durch Urlaub, Freizeitausgleich, Fortbildung oder Dienstbefreiung, ein weiteres knappes Fünftel (18,6%) hatten Dienst oder Nachtdienstfrei, 16,8% hatten das Dienstverhältnis bei der Nachuntersuchung bereits beendet. 7,2% fielen krankheitsbedingt aus, 6% befanden sich zu den Nachuntersuchungsterminen in Mutterschutz oder Elternzeit. Die übrigen 32% der Teilnehmer nahmen entweder aus mangelndem Interesse nicht an der Nachuntersuchung teil oder machten keine Angaben (siehe Anhang, Tabelle 167). Im Gegensatz zur Initialstudie erfolgte die Einladung zur Nachuntersuchung nicht durch das HMSI. Beim Initialtraining wurden alle Kliniken durch Anschreiben der Kliniksdirektoren angehalten teilzunehmen, so dass eine große extrinsische Motivation bestand. Hier ist also eine intrinsische Motivation anzunehmen. Berücksichtigt man dies, so war die Teilnehmerzahl sehr gut.

Durch die Randomisierung in die verschiedenen Studienarme ergaben sich 21 Videos für T₁, 14 Videos für T_{2a} und 7 Videos für T_{2b}. Auch wenn eine größere Anzahl wünschenswert gewesen wäre, wurden bisher neben der unsrigen Studie keine vergleichbaren, größeren Studien in einem so engen geographischen Raum publiziert. Das multizentrische und gleichzeitig geographisch umgrenzte Design ist eine Stärke unserer Studie, da die Ergebnisse so für das Bundesland repräsentativ sind, eine Generalisierbarkeit ermöglichen, und nicht z.B. durch spezielle Bedingungen einer einzelnen Klinik verfälscht werden. Damit ist die Studie unseres

Diskussion

Wissens nach zum jetzigen Zeitpunkt die erste multizentrische, interdisziplinäre Studie zur Untersuchung der Langzeitwirkung von pädiatrischen Reanimationstrainings.

Anzumerken ist, dass es trotz rechtzeitiger Ankündigung des Termins in einigen Fällen dazu kam, dass das Personal nicht komplett freigestellt wurde, wie es im Initialtraining der Fall war. Da die Nachuntersuchung nur über wenige Stunden lief, fand sie während der normalen Arbeitszeit statt. Dadurch konnten nicht alle Teilnehmer ungestört teilnehmen oder verpassten das Debriefing. Da diesem eine besondere Bedeutung für das Lernen zukommt [52], kann sich diese Tatsache auf die Leistung in der jeweils darauffolgenden Nachuntersuchung ausgewirkt haben. Es ist daher nicht auszuschließen, dass sich bei ungestörter Teilnahme am FU I Szenarium eine noch deutlichere Überlegenheit der doppelt nachuntersuchten Gruppe gezeigt hätte.

Zudem wirft die Tatsache, dass die Nachuntersuchung deutlich freiwilliger erfolgte als die Initialstudie (s.o.), die Frage auf, inwieweit ein Selektionseffekt die Ergebnisse beeinflusst haben könnte. Man könnte vermuten, dass die Teilnehmer, die aus mangelndem Interesse nicht an den Nachuntersuchungen teilnahmen (ca. 22%, siehe Anhang, Tabelle 167), tendenziell weniger motiviert waren und somit vermutlich eine schlechtere Leistung erbracht hätten. Dies würde bedeuten, dass sie durch ihre Teilnahme das Ergebnis tendenziell verschlechtert hätten, sodass die hier vorliegenden Ergebnisse besser ausfallen, als wenn alle teilgenommen hätten. Zwar unterschied sich die Zusammensetzung des Studienkollektivs zwischen Initial- und Nachuntersuchung nicht signifikant, doch waren unter denen, die nicht teilnahmen, mehr Pflegenden als Ärzte (37 Pflegenden vs. 26 Ärzte nahmen nicht am FU teil). Auch dies könnte die Ergebnisse mitbeeinflusst haben.

6.2 Untersuchungsinstrumente und Auswertung

Beim Ausfüllen der **Fragebögen** kam es nur in Ausnahmefällen zu nicht verwertbaren Angaben, z.B. ungenaue Antworten (z.B. „zwei- bis dreimal“) oder eindeutig widersprüchlichen Angaben (z.B. die Angabe, an keinem weiteren Reanimationstraining teilgenommen zu haben, bei gleichzeitigem Ankreuzen einer Trainingsart unter *Art des Trainings*). Solche Felder wurden beim Übertragen in den Datensatz freigelassen, wenn sie nicht verwertbar waren. Dies kam nur in wenigen Variablen vor und betraf innerhalb der jeweiligen Variable zwischen 1% und 3% der Antworten und erscheint somit nicht relevant. Eine Zuordnung der Teamleiter zu den Videos war ausnahmslos möglich. Diskrepanzen in den Angaben zu den Beschäftigungsjahren in der

Diskussion

aktuellen Position zwischen den Fragebögen von FU I und FU II wurden gemittelt. Weiterhin gab es bei der Kategorisierung der Berufsgruppen für Ärzte nur die Auswahl *Assistenzarzt*, *Oberarzt*, sodass Fachärzte ohne Oberarztstatus häufig manuell „Facharzt“ hinzufügten. Hier hätte der Fragebogen genauer differenzieren sollen. Fachärzte wurden bei der Übertragung in den Datensatz zur Kategorie *Assistenzarzt* gezählt.

Die **PEC-PVT** erlaubte zwar einen Vergleich verschiedener Gruppen oder Zeitpunkte miteinander, jedoch war nicht definiert, wie ein bestimmter, isolierter Score-Wert zu bewerten ist. Es bleibt offen, welcher Mindestwert einer guten, befriedigenden oder ausreichenden Leistung entspricht. Da im Vorhinein kein Zielwert festgelegt wurde, kann anhand der PEC nicht festgestellt werden, ab wann ein Team ein ausreichendes Leistungsniveau erreicht hat, wann eine zufriedenstellende Implikation der Leitlinien erfolgt ist und welcher Anteil der Messgruppe dieses Ziel erreicht hat. Hier muss genauer festgelegt werden, was für eine Punktzahl eine ausreichende Leitlinienadhärenz und für den klinischen Alltag solide Leistung gewährleisten würde.

Die PEC unterschied bei der Durchführung der Items zwischen null, einem und zwei Punkten. Bei der Vergabe von einem Punkt differenzierte sie nicht weiter, ob die betreffende Maßnahme inkorrekt *oder* nicht rechtzeitig durchgeführt worden war. Diese fehlende Differenzierung verhinderte bei einigen Variablen eine präzise Fehleranalyse. Dadurch konnte nicht zwischen Teams differenziert werden, die zwar korrekt, aber etwas zu spät Maßnahmen durchführten, und denen, die zwar schnell, aber fehlerhaft arbeiteten, und damit im Zweifel den Patienten stärker gefährdeten. Die Stärke des verwendeten Scores liegt jedoch darin, dass sie einen trichotomen Ansatz wählte, statt wie in anderen in der Literatur gewählten Scores nur dichotom zu differenzieren (z.B. Modified Berden Score [30], standardisierte Beobachter Checkliste [176]; AHA PALS Case Scenario Testing Checklist [72]). So konnte eine bessere Diskriminierung zwischen den Teams stattfinden. Hierzu trug zudem die Wichtung bei, die bewirkte, dass der Stellenwert der Maßnahmen ebenfalls in den Score mit einfluss.

Weiterhin ist die **Wahl des Szenariums** zu diskutieren. Wie bereits ausgeführt, ist der defibrillierbare Rhythmus in der Pädiatrie eine Rarität. Die Seltenheit dieses Vorkommnisses bot die optimalen Voraussetzungen für ein Studienszenarium: da die Erfahrung mit diesem Krankheitsbild bei allen Teilnehmern unabhängig von der Berufsgruppe oder -erfahrung sehr gering ist, können mögliche Trainingseffekte dadurch besser dargestellt werden. Unter der

Diskussion

Fragestellung nach den langfristigen Effekten des initialen Trainings wurde der defibrillierbare Rhythmus daher bewusst gewählt.

Technische Schwierigkeiten schränkten zudem die Auswertbarkeit der Videos ein und könnten zu Fehlern bei der Punktevergabe geführt haben. Ursächlich dafür waren Mängel in der Video- und/oder Tonqualität sowie ungünstige Kameraperspektive. Insgesamt fünf Videos mussten aus technischen Gründen ganz ausgeschlossen werden.

Die **Videoauswertung**, welche durch die Doktorandin und die Studienleiterin erfolgte, birgt trotz Rater-Training, Checkliste und Handbuch die Gefahr von Bewertungsfehlern und bleibt subjektiv. Dieses Risiko wurde durch die vorangegangene Schulung und das Bilden von Interrater-Korrelationskoeffizienten geringgehalten. Zudem handelte es sich um das Bewerten von medizinischen Kompetenzen, die im Gegensatz zu nicht-technischen Skills einfacher zu bewerten sind, und deren Bewertung auch Neulingen gut beizubringen ist [80, 227]. Durch klare Strukturierung der einzelnen Items bleibt wenig Raum für Subjektivität, insbesondere durch die detaillierten Ausführungen des Anwenderhandbuchs. Items, die etwas Interpretationsspielraum bieten, sind lediglich das Item „Diagnose und Verbalisierung“ (Item 1-7), das Item „Evaluation der Hs und HiTs“ (3-1) und „Anbahnung der Weiterbehandlung“ (3-3).

6.3 Untergruppenanalyse

In Bezug auf die Analyse von Zusammenhängen der Leistung mit Eigenschaften der Teamleiter ist anzumerken, dass lediglich die qualitativen Merkmale der Teamleiter betrachtet wurden, nicht die der anderen Teammitglieder. Somit wurde nicht direkt untersucht, wie die Teamzusammensetzung (Verhältnis Pfleger/Ärzte), die Erfahrung der Teammitglieder und andere Merkmale sich auf die verschiedenen Leistungsparameter auswirkt. Schmutz et al. zeigten jedoch, dass die PEC mit der gemittelten globalen Teamleistung korreliert und somit valide ist, um die Teamleistung zu erfassen [191]. Zwar wurde durch die Vorgaben nicht vollständig garantiert, dass die Teamzusammensetzung repräsentativ für den Klinikalltag war (so kam beispielsweise vor, dass Teams überwiegend aus Ärzten bestanden, z.B. da die obligatorische pflegerische Person Springerfunktion innehatte). Dass wir uns für die Auswertung des Einflusses der Teamleitereigenschaften entschieden haben, beruhte jedoch auf einschlägiger Literatur, die den Zusammenhang zwischen den Teamleitereigenschaften und der Teamleistung belegt [72, 83].

6.4 Studienkonzept und Übertragbarkeit

Bei dem durchgeführten Training handelt es sich um ein äußerst komplexes Lerngeschehen, bei dem nicht alle Einflussfaktoren kontrolliert werden konnten, beispielsweise, inwiefern die Teilnehmer sich im Eigenstudium fortgebildet haben oder inwiefern sich die einzelnen Teilnehmer in der verstrichenen Zeit durch die alltägliche klinische Erfahrung weiterentwickelt haben. Es wurde beispielsweise nicht erfasst, inwiefern im Verlauf der sechs bzw. zwölf Monate eine weitere Exposition mit Notfallszenarien im klinischen Alltag vorkam, d.h. inwiefern einzelne Teammitglieder in der Zwischenzeit mit der Thematik konfrontiert waren. Weitere, unbekannte Einflussfaktoren können nicht ausgeschlossen werden. Allerdings wurden andererseits viele andere Aspekte kontrolliert, wie der Lerninhalt, die standardisierten Szenarien sowie die Debriefingstrategie.

Unser Studienkonzept ist so gestaltet worden, dass die Bedingungen im Szenarium möglichst nah an die Arbeitsrealität herankommen. Die **Teamzusammensetzung** war interprofessionell und variierte bei jedem Simulationsszenarium, sodass sich die Teammitglieder nicht als Team einspielen konnten, und so ein Gewöhnungseffekt vermieden wurde. Diese Vorgabe führte dazu, dass die Teams zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten nicht identisch waren. Dies schränkt zwar eine Vergleichbarkeit zwischen Untersuchungszeitpunkten ein, gleichzeitig spiegelte die unterschiedliche Teamzusammensetzung somit die Realität wider, sodass die Effekte auf das Training und nicht auf die gut aufeinander eingespielte Team-Interaktion zurückgeführt werden können. Die dadurch gegebene höhere Repräsentativität für klinische Alltagssituationen stellt eine große Stärke unserer Studie dar.

Das Studiendesign brachte eine große **Heterogenität in der Studienpopulation** mit: Teilnehmer kamen aus verschiedensten Kliniken mit verschiedensten Standards (Unikliniken, periphere Häuser), von verschiedenen Stationen (intensiv vs. peripher), sie waren unterschiedlich weit in ihrer Ausbildung und entstammten unterschiedlichen Berufsgruppen (Pfleger/Ärzte). Dies bedeutet, dass in unserer Studie viele Unerfahrene mit vielen Erfahrenen zusammen geschult wurden, was die Nachweisbarkeit eines Unterschieds im Gesamtscore erschwert haben kann. Auerbach et al. belegen Zusammenhänge der Leistungen mit der Krankenhausgröße sowie mit Standortfaktoren der evaluierten Krankenhäuser (pädiatrische Ausrüstung, Medikamente und Zubehör, Personal mit pädiatrischem Fachwissen sowie pädiatrispezifische Richtlinien,

Diskussion

Verfahren und Protokolle) [14]. Jedoch entspricht auch dies der Realität auf Station und ermöglicht so eine bessere Übertragung auf den Klinikalltag.

Das Studiendesign sah eine Durchführung der Szenarien **in-situ**, also im normalen Umfeld der Teilnehmer, vor. Dies hatte zum Ziel, dass sich die Teilnehmer bestmöglich mit den Umständen und Gerätschaften auskennen sollten, und die Szenarien maximal realitätsnah ablaufen konnten. Dies bringt mit sich, dass die Vergleichbarkeit zwischen den Teams unterschiedlicher Standorte geringer ist als bei Verwendung eines standardisierten Trainingsraums, da die Gegebenheiten der in der jeweiligen Klinik üblichen Standards, wie z.B. die Monitoreinstellung mit oder ohne Ton, die Leistung in den Szenarien beeinflussten. Beispielsweise erfolgte meist eine deutlich spätere Erkennung der Rhythmusveränderung/Apnoe/Pulslosigkeit in Teams von Kliniken, die ohne Ton an den Monitoren arbeiteten. Die Monitoreinstellungen erfolgten in allen Kliniken so, wie es an der jeweiligen Klinik im klinischen Alltag gehandhabt wurde. Gleichzeitig bewirkt das Design, dass die Ergebnisse realistischer wurden, weil die Teams so arbeiteten wie in Wirklichkeit, sodass die reale Leistung nicht über- oder unterschätzt wurde. Die Simulationssituation birgt immer eine Künstlichkeit in sich, die nicht ganz aufzuheben ist. Dies kann entweder zu Befangenheit der Teilnehmer oder mangelnder Ernsthaftigkeit führen und so die Leistung nach oben oder unten beeinflussen. Daher wurde unsere Studie als **High-fidelity-Simulation** durchgeführt, um diese Effekte so gering wie möglich zu halten. Die hohe *Fidelity* erleichtert eine die Übertragbarkeit des Gelernten in den klinischen Alltag.

Durch die geschilderten Maßnahmen wird eine größtmögliche Übertragbarkeit gewährleistet: Je näher das Szenarium am wahren Alltag ist, desto eher kann von den gemessenen Ergebnissen auf die Leistung im tatsächlichen Alltag geschlossen werden.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersuchte den langfristigen Effekt eines strukturierten pädiatrischen Simulationstrainings für interprofessionelle pädiatrische Teams auf die Leitlinienadhärenz nach sechs und zwölf Monaten. Zudem wurde der Einfluss von strukturellen Merkmalen der Teamleiter auf die Leitlinienadhärenz evaluiert. Es handelte sich um eine multizentrische, prospektive Interventionsstudie an insgesamt zehn hessischen Kinderkliniken zwischen Januar und Dezember 2018. Es wurden insgesamt 112 ärztliche und pflegerische TN in 42 Teams untersucht. Sechs Monate (t_1) und zwölf Monate (t_2) nach einem zweitägigen simulationsbasierten pädiatrischen Reanimationstraining wurde die Leistung anhand eines Test-Szenariums erneut erfasst. Ein Teil der Teilnehmer wurde sowohl nach sechs, als auch nach zwölf Monaten nachuntersucht (T_{2a}), ein anderer Teil nur nach zwölf Monaten (T_{2b}). Die Simulationsszenarien waren standardisiert und behandelten ein kritisch krankes Kind mit konsekutivem Herz-Kreislauf-Stillstand und defibrillierbarem Rhythmus. Die Leitlinienadhärenz wurde anhand einer validierten Performance Evaluation Checklist erfasst. Zudem wurden zeitkritische Schlüsselkompetenzen der pädiatrischen Notfallversorgung näher untersucht. Hierzu wurden die per Audio-Video-System erfassten Studienszenarien randomisiert und verblindet ausgewertet.

Die Studie zeigte, dass die Reanimationsfertigkeiten und Leitlinienadhärenz in den Monaten nach dem initialen Simulationstraining nachließen, wenn Teilnehmer nur einmal nachuntersucht wurden. Dieser Leistungsrückgang war unabhängig davon, ob die erste Nachuntersuchung nach sechs oder zwölf Monaten erfolgte: *Häufigkeit der Herzdruckmassage* (T_{0post} (100%); T_1 (85,7%); T_{0post} (100%); T_{2b} (85,7%)), *Zeit bis zur Herdruckmassage*, *Häufigkeit der Gabe von Adrenalin*, *Korrektheit der Gabe von Amiodaron*. Die erhobenen Daten in Bezug auf *Defibrillation* sowie die *Gesamtleistung* wiesen in dieselbe Richtung, scheiterten jedoch am Signifikanzniveau. Der Kompetenzabfall erfolgte hauptsächlich in den ersten sechs Monaten und verschlechterte sich ohne Intervention im Verlauf weiterer sechs Monate nicht maßgeblich weiter.

Unsere Studie stellt heraus, dass bei einer zweiten Nachuntersuchung nach zwölf Monaten kein Unterschied zum Post-Trainings-Niveau nachgewiesen werden konnte, insbesondere in Bezug auf die Herzdruckmassage und die Medikamentengaben. In Bezug auf die Gesamtleistung und

Zusammenfassung

die Defibrillation waren ähnliche Tendenzen sichtbar. Die Studie belegt damit, dass ein Prüfungsszenarium mit Debriefing nach sechs Monaten im Sinne einer auffrischenden Intervention einen Effekt auf den Kompetenzerhalt nach zwölf Monaten hatte. Diese Booster-Wirkung der Nachuntersuchung war ursprünglich nicht intendiert worden. Demgegenüber blieb der beschriebene Kompetenzrückgang nachweisbar, wenn Teams dieses Szenarium nicht durchliefen. Der Effekt, dass der beschriebene Rückgang nach zwölf Monaten nicht nachweisbar war, wenn Teams nach sechs Monaten ein Szenarium mit Nachbesprechung durchlaufen hatten, kann durch die zusätzliche Wiederholung, das Debriefing und den Effekt der zeitlich versetzten Prüfung zustande kommen.

Während Studien bereits den Effekt von regelmäßigen (z.B. monatlichen) Wiederholungen auf die Qualität einzelner prozeduraler Fertigkeiten nachgewiesen haben, zeigt unsere Studie, dass hierdurch auch ein längerfristiger Kompetenzerhalt begünstigt wird.

Unsere Studie macht deutlich, dass ein Reanimationsszenarium mit anschließender strukturierter Nachbesprechung eine ressourceneffektive Maßnahme zu sein scheint, um mit überschaubarem Aufwand einen gewissen Kompetenzerhalt zu gewährleisten. Eine Auffrischung vor Eintritt eines Leistungsabfalls auf Prä-Trainings-Werte ist dabei erstrebenswert, um die Auffrischung im Sinne einer Maintenance-/Booster-Strategie zu gestalten. Dadurch würde ein langfristiger Kompetenzerhalt gefördert.

Wir sahen zwar einen messbaren Trainingseffekt in einzelnen Kompetenzen wie dem Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstands und der Herzdruckmassage. Diese Kompetenzen konnten infolge des Szenariums nach sechs Monaten auch bis zwölf Monate nach dem Training aufrechterhalten werden. Jedoch zeigen unsere Ergebnisse auch die Bereiche auf, in denen eine Intensivierung des Initialtrainings notwendig erscheint: In Bezug auf die Gesamtleistung und in der Defibrillation sehen wir bei den Nachuntersuchungen insgesamt nur moderate Kompetenzen der Teams. Es zeigten sich Mängel in der Rhythmuserkennung und der Handhabung des Algorithmus' für die Behandlung defibrillierbarer Rhythmen. Dies verdeutlicht, dass einzelne Kompetenzen (z.B. Rhythmuserkennung, Amiodarongabe) schon initial intensiver trainiert werden müssen, und auch im Debriefing nach einem möglichen zeitlich versetzten Szenarium besonders betont werden sollten. Trainingsbedarf besteht darüber hinaus darin, dass die Zeiten bis zur Initialisierung aller Schlüsselkompetenzen noch weiter verkürzt werden sollten.

Zusammenfassung

Unsere Studienergebnisse belegen, dass Zusammenhänge zwischen dem Berufsstatus des Teamleiters und der Zunahme der Leitlinienadhärenz bestehen: Assistenzärztliche Teams zeigten einen deutlicheren Leistungszuwachs in der globalen Leitlinienadhärenz zwischen FU I und FU II als oberärztlich geleitete. Ein zusätzliches Szenarium ist somit für diese Untergruppe besonders wirksam, während für oberärztliche Teamleiter effektivere Strategien gefunden werden müssen.

Weitere größer angelegte Studien müssen folgen, um die Ergebnisse zu bestätigen und das Trainingsformat zu optimieren.

Summary

Summary

This study examined long-term effects of structured pediatric simulation training for interprofessional pediatric teams on guideline adherence at six and twelve months. In addition, the effect of structural characteristics of team leaders on guideline adherence was evaluated. This was a multicenter, prospective intervention study at ten pediatric hospitals in Hesse, Germany, which took place between January and December 2018. A total of 112 physicians and nurses in 42 teams were studied.

Six months (t_1) and twelve months (t_2) after a two-day simulation-based pediatric resuscitation training, performance was assessed again using a test scenario. Some of the participants were followed up at both six and twelve months (T_{2a}), and some were followed up at twelve months only (T_{2b}). The simulation scenarios were standardized and treated a critically ill child with consecutive cardiovascular arrest and shockable rhythm. Guideline adherence was assessed using a validated Performance Evaluation Checklist. In addition, time-critical key skills in pediatric emergency care were examined. The study scenarios were captured via audio-video system and were randomized and blinded before evaluation.

The study showed declining resuscitation skills and guideline adherence in the months after initial simulation training when participants were followed up only once. This decline in performance was independent of whether the first follow-up was at six or twelve months: *Frequency of chest compressions* (T_{0post} (100%); T_1 (85.7%); T_{0post} (100%); T_{2b} (85.7%)), *time to chest compressions*, *frequency of administration of epinephrine*, *correctness of administration of amiodarone*. The collected data related to *defibrillation* as well as *overall performance* pointed in the same direction but failed at the significance level. The decline in competence occurred mainly in the first six months and did not deteriorate significantly further without intervention over the course of another six months.

Our study highlights that at a second follow-up after twelve months, no difference from the post-training level was demonstrated, especially in terms of chest compressions and medication administration. Similar trends were evident with respect to overall performance and defibrillation. The study thus demonstrates that an examination scenario with debriefing after six months had an effect on competence retention after twelve months in the sense of a booster intervention. This booster effect of the follow-up examination was not originally

Summary

intended. In contrast, the described decline in competence remained detectable when teams did not undergo this scenario.

The effect that the described decline was not detectable after twelve months when teams had undergone a scenario with debriefing after six months may be due to the additional repetition, debriefing, and the effect of spaced testing. While studies have already demonstrated the effect of regular (e.g., monthly) repetition on the quality of individual procedural skills, our study shows that this also promotes longer-term skill retention.

Our study points out that a resuscitation scenario with subsequent structured debriefing appears to be a resource-efficient measure to ensure a certain level of competence maintenance with manageable effort. It is desirable to design the refreshing scenario as a maintenance or booster strategy, that is, to provide the scenario before the onset of a decline in performance to pre-training levels. This would promote long-term skill retention.

We did see a measurable training effect in individual competencies such as recognition of cardiovascular arrest and chest compressions. These competencies were also maintained up to twelve months post-training as a result of participating in the six-month scenario. However, our results also highlight areas where additional practice in the initial training appears necessary: in terms of overall performance and in defibrillation we see only moderate overall team competencies at follow-up. There were deficiencies in rhythm recognition and in the proceeding when rhythm was shockable. This illustrates that individual competencies (e.g. rhythm recognition, amiodarone administration) must be trained more intensely even initially and should also be emphasized in the debriefing after a possible time-delayed scenario. There is also a need for training to further shorten the time to initiation of all key skills.

Our study results demonstrate the professional status of the team leader correlates with change in guideline adherence: Resident-led teams showed more significant performance gains in global guideline adherence between first and second follow-up than senior-led teams. Thus, an additional scenario is particularly effective for this subgroup, whereas more effective strategies need to be found for senior physician team leaders.

Further larger-scale studies need to follow to confirm the results and optimize the training format.

Literaturverzeichnis

1. Abrahamson S, Denson J S, Wolf R M (2004) Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents. *Quality and Safety in Health Care* 13: 395–399.
2. ACGME (2019) ACGME Program Requirements for Graduate Medical Education in Pediatrics. https://www.acgme.org/Portals/0/PFAssets/ProgramRequirements/320_Pediatrics_2019.pdf?ver=2019-06-18-155134-967 (21.11.2019).
3. AHA American Heart Association PALS Course Options. CPR & First Aid Emergency Cardiovascular Care. <https://cpr.heart.org/en/courses/pals-course-options> (17.09.2019).
4. AHA American Heart Association PEARS Course Options. CPR & First Aid Emergency Cardiovascular Care. <https://cpr.heart.org/en/courses/pears-course-options> (17.09.2019).
5. Ahmed A, Moore, H. Purva, M. Clark S (2013) What do senior paediatric trainees want from simulation in yorkshire? Training needs assessment survey. *Archives of Disease in Childhood* 98: A11-A12.
6. Ahn J Y, Cho G C, Shon Y D, Park S M, Kang K H (2011) Effect of a reminder video using a mobile phone on the retention of CPR and AED skills in lay responders. *Resuscitation* 82: 1543–1547.
7. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, Imamura T (2013) Characteristics and Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest by Scholastic Age Category*. *Pediatric critical care medicine* 14: 130–136.
8. Ali S, Thomson D, Graham T A D, Rickard S E, Stang A S (2017) High stakes and high emotions: providing safe care in Canadian emergency departments. *Open Access Emergency Medicine* 9: 23–26.

9. Amacher S A, Schumacher C, Legeret C, Tschan F, Semmer N K, Marsch S, Hunziker S (2017) Influence of Gender on the Performance of Cardiopulmonary Rescue Teams: A Randomized, Prospective Simulator Study. *Critical care medicine* 45: 1184–1191.
10. Anderson R, Sebaldt A, Lin Y, Cheng A (2019) Optimal training frequency for acquisition and retention of high-quality CPR skills: A randomized trial. *Resuscitation* 135: 153–161.
11. Andreatta P, Saxton E, Thompson M, Annich G (2011) Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates. *Pediatric critical care medicine* 12: 33–38.
12. Appleton G O, Cummins R O, Larson M P, Graves J R (1995) CPR and the Single Rescuer: At What Age Should You "Call First" Rather Than "Call Fast?". *annals of emergency medicine* 25: 492–494.
13. Atkins D L, Everson-Stewart S, Sears G K, Daya M, Osmond M H, Warden C R, Berg R A (2009) Epidemiology and Outcomes From Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Children. The Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 119: 1484–1491.
14. Auerbach M, Brown L, Whitfill T, Baird J, Abulebda K, Bhatnagar A, Lutfi R, Gawel M, Walsh B, Tay K-Y, Lavoie M, Nadkarni V, Dudas R, Kessler D, Katznelson J, Ganghadaran S, Hamilton M F (2018) Adherence to Pediatric Cardiac Arrest Guidelines Across a Spectrum of Fifty Emergency Departments: A Prospective, In Situ, Simulation-based Study. *Academic Emergency Medicine* 25: 1396–1408.
15. Auerbach M, Kessler D, Foltin J C (2011) Repetitive Pediatric Simulation Resuscitation Training. *Pediatric Emergency Care* 27: 29–31.
16. Averell L, Heathcote A (2011) The form of the forgetting curve and the fate of memories. *Journal of Mathematical Psychology* 55: 25–35.

17. Badura K, Grijalva E, Newman D, Yan T, Jeon G (2018) Gender and leadership emergence: A meta-analysis and explanatory model. *Personnel Psychology* 71: 335–367.
18. Baker T W, King W, Soto W, Asher C, Stolfi A, Rowin M (2009) The efficacy of pediatric advanced life support training in emergency medical service providers. *Pediatric Emergency Care* 25: 508-512.
19. Baltes P B, Kliegl R (1992) Further testing of limits of cognitive plasticity: Negative age differences in a mnemonic skill are robust. *Developmental psychology* 28: 121.
20. Bank I, Snell L, Bhanji F (2014) Pediatric Crisis Resource Management Training Improves Emergency Medicine Trainees' Perceived Ability to Manage Emergencies and Ability to Identify Teamwork Errors. *Pediatric Emergency Care* 30: 879–883.
21. Barsuk J H, McGaghie W C, Cohen E R, O’Leary K J, Wayne D B (2009) Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit*. *Critical care medicine* 37: 2697–2701.
22. Baubin M, Dirks B (2008) Ausbildungskonzepte des European Resuscitation Council (ERC). *Notfall + Rettungsmedizin* 11: 276–278.
23. Beaubien J M, Baker D P (2004) The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go? *Quality and Safety in Health Care* 13: i51-i56.
24. Bender J, Kennally K, Shields R, Overly F (2014) Does simulation booster impact retention of resuscitation procedural skills and teamwork? *Journal of Perinatology* 34: 664–668.
25. Berden H J, Willems F F, Hendrick J M, Pijls N H J, Knape J T A (1993) How frequently should basic cardiopulmonary resuscitation training be repeated to maintain adequate skills? *BMJ* 306: 1576–1577.

26. Berg R A, Nadkarni V M, Clark A E, Moler F, Meert K, Harrison R E, Newth C J L, Sutton R M, Wessel D L, Berger J T, Carcillo J, Dalton H, Heidemann S, Shanley T P, Zuppa A F, Doctor A, Tamburro R F, Jenkins T L, Dean J M, Holubkov R, Pollack M M (2016) Incidence and Outcomes of Cardiopulmonary Resuscitation in Pediatric Intensive Care Units. *Critical care medicine* 44: 798–808.
27. Biarent D, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Maconochie I, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, Zideman D (2010) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 81: 1364–1388.
28. Bigham B L, Aufderheide T P, Davis D P, Powell J, Donn S, Suffoletto B, Nafziger S, Stouffer J, Morrison L J (2010) Knowledge translation in emergency medical services: A qualitative survey of barriers to guideline implementation. *Resuscitation* 81: 836–840.
29. Bing-You R G, Paterson J, Levine M A (1997) Feedback falling on deaf ears: residents' receptivity to feedback tempered by sender credibility. *Medical teacher* 19: 40–44.
30. Binkhorst M, Coopmans M, Draaisma J M T, Bot P, Hogeveen M (2018) Retention of knowledge and skills in pediatric basic life support amongst pediatricians. *European journal of pediatrics* 177: 1089–1099.
31. Birnbaum M L, Robinson N E, Kuska B M, Stone H L, Fryback D G, Rose J H (1994) Effect of advanced cardiac life-support training in rural, community hospitals. *Critical care medicine* 22: 741–749.
32. Bishop R, Joy B, Moore-Clingenpeel M, Maa T (2018) Automated Audiovisual Feedback in Cardiopulmonary Resuscitation Training: Improving Skills in Pediatric Intensive Care Nurses. *Critical Care Nurse* 38: 59–66.
33. Blackwood J, Duff J P, Nettel-Aguirre A, Djogovic D, Joynt C (2014) Does teaching crisis resource management skills improve resuscitation

- performance in pediatric residents?*. *Pediatric critical care medicine* 15: e168-e174.
34. Bligh J (1995) The clinical skills unit. *Postgraduate medical journal* 71: 730–732.
35. Bong C L, Fraser K, Oriot D (2016) Cognitive Load and Stress in Simulation. In: Grant V J, Cheng A (Hrsg.) *Comprehensive Healthcare Simulation: Pediatrics*. Springer International Publishing, Cham, S. 3–17.
36. Boonmak P, Boonmak Suhattaya, Srichaipanha S, Poomsawat S (2004) Knowledge and Skills after Brief ACLS Training. *Journal of the medical Association of Thailand* 87: 1311–1314.
37. Bowers C A, Braun C C, Morgan Jr. B B (1997) Team workload: Its meaning and measurement. In: Brannick M, Salas E, Prince (Hrsg.) *Team performance assessment and measurement: Theory, methods, and applications*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, NJ, US, S. 85–108.
38. Boyer D L, Nishisaki A (2014) Evaluating patient outcomes in medical education research: mission impossible?*. *Pediatric critical care medicine* 15: 382–384.
39. Bradley P (2006) The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical education* 40: 254–262.
40. Bradley P, Bligh J (1999) One year's experience with a clinical skills resource centre. *Medical education* 33: 114–120.
41. Braun L, Sawyer T, Smith K, Hsu A, Behrens M, Chan D, Hutchinson J, Lu D, Singh R, Reyes J, Lopreiato J (2015) Retention of pediatric resuscitation performance after a simulation-based mastery learning session: a multicenter randomized trial. *Pediatric critical care medicine* 16: 131–138.
42. Brokmann J C, Beckers S K, Skorning M, Wöfl C G, Sopka S, Rossaint R (2009) Evidenzbasierte Medizin in der notfallmedizinischen Fort- und Weiterbildung. *Notfall + Rettungsmedizin* 12: 360–365.
43. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2003) *Krankenpflegegesetz. KrPflG*.

44. Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (2002) Approbationsordnung für Ärzte. ÄApprO 2002.
45. Campbell D M, Barazzino T, Farrugia M, Sgro M (2009) High-fidelity simulation in neonatal resuscitation. *Pediatric Child Health* 14: 19–23.
46. Castan C, Münch A, Mahling M, Haffner L, Griewatz J, Hermann-Werner A, Riessen R, Reutershan J, Celebi N (2017) Factors associated with delayed defibrillation in cardiopulmonary resuscitation: A prospective simulation study. *PLoS ONE* 12.
47. Chamberlain D A, Hazinski M F (2003) Education in resuscitation. ILCOR Advisory Statement. *Resuscitation* 59: 11–43.
48. Chan P S, Krumholz H M, Nichol G, Nallamothu B K (2008) Delayed Time to Defibrillation after In-Hospital Cardiac Arrest. *the new England Journal of medicine* 358: 9–17.
49. Charalampopoulos D, Karlis G, Barouxis D, Syggelou A, Mikalli C, Kountouris D, Modestou N, van de Voorde P, Danou F, Iacovidou N, Xanthos T (2016) Theoretical knowledge and skill retention 4 months after a European Paediatric Life Support course. *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine* 23: 56–60.
50. Cheng A, Auerbach M, Hunt E A, Chang T P, Pusic M, Nadkarni V, Kessler D (2014) Designing and conducting simulation-based research. *Pediatrics* 133: 1091–1101.
51. Cheng A, Donoghue A, Gilfoyle E, Eppich W (2012) Simulation-based crisis resource management training for pediatric critical care medicine: a review for instructors. *Pediatric critical care medicine* 13: 197–203.
52. Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook D A (2014) Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Medical education* 48: 657–666.

53. Cheng A, Hunt E A, Donoghue A, Nelson-McMillan K, Nishisaki A, Leflore J, Eppich W, Moyer M, Brett-Fleegler M, Kleinman M, Anderson J, Adler M, Braga M, Kost S, Stryjewski G, Min S, Podraza J, Lopreiato J, Hamilton M F, Stone K, Reid J, Hopkins J, Manos J, Duff J, Richard M, Nadkarni V M (2013) Examining pediatric resuscitation education using simulation and scripted debriefing: a multicenter randomized trial. *JAMA pediatrics* 167: 528–536.
54. Cheng A, Lang T R, Starr S R, Pusic M, Cook D A (2014) Technology-enhanced simulation and pediatric education: a meta-analysis. *Pediatrics* 133: e1313-23.
55. Cheng A, Lockey A, Bhanji F, Lin Y, Hunt E A, Lang E (2015) The use of high-fidelity manikins for advanced life support training - A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 93: 142–149.
56. Cheng A, Nadkarni V M, Mancini M B, Hunt E A, Sinz E H, Merchant R M, Donoghue A, Duff J P, Eppich W, Auerbach M, Bigham B L, Blewer A L, Chan P S, Bhanji F (2018) Resuscitation Education Science: Educational Strategies to Improve Outcomes From Cardiac Arrest: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 138: e82-e122.
57. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, Kudenchuk P, Hostler D, Powell J, Callaway C W, Bishop D, Vaillancourt C, Davis D, Aufderheide T P, Idris A, Stouffer J A, Stiell I, Berg R (2009) Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 120: 1241–1247.
58. Clerihew L, Roney D, Ker J (2016) Simulation in paediatric training. *Archives of disease in childhood. Education and practice edition* 101: 8–14.
59. Cooper S, Cant R, Connell C, Sims L, Porter J E, Symmons M, Nestel D, Liaw S Y (2016) Measuring teamwork performance: Validity testing of the Team Emergency Assessment Measure (TEAM) with clinical resuscitation teams. *Resuscitation* 101: 97–101.

60. Cooper S, Johnston E, Priscott D (2007) Immediate life support (ILS) training Impact in a primary care setting? *Resuscitation* 72: 92–99.
61. Cooper S, Wakelam A (1999) Leadership of resuscitation teams: 'Lighthouse Leadership'. *Resuscitation* 42: 27–45.
62. Cordero L, Hart B J, Hardin R, Mahan J D, Nankervis C A (2013) Deliberate Practice Improves Pediatric Residents' Skills and Team Behaviors During Simulated Neonatal Resuscitation. *Clin Pediatr (Phila)* 52: 747–752.
63. Couto T B, Kerrey B T, Taylor R G, FitzGerald M, Geis G L (2015) Teamwork skills in actual, in situ, and in-center pediatric emergencies: performance levels across settings and perceptions of comparative educational impact. *Simulation in healthcare* 10: 76–84.
64. Crofts J F, Ellis D, Draycott T J, Winter C, Hunt L P, Akande V A (2007) Change in knowledge of midwives and obstetricians following obstetric emergency training: a randomised controlled trial of local hospital, simulation centre and teamwork training. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology* 114: 1534–1541.
65. Crommelinck M, Anseel F (2013) Understanding and encouraging feedback-seeking behaviour: a literature review. *Medical education* 47: 232–241.
66. Curran V R, Aziz K, O'Young S, Bessell C (2004) Evaluation of the effect of a computerized training simulator (ANAKIN) on the retention of neonatal resuscitation skills. *Teaching and learning in medicine* 16: 157–164.
67. Curry L, Gass D (1987) Effects of training in cardiopulmonary resuscitation on competence and patient outcome. *Canadian medical association journal* 137: 491–496.
68. Dacre et al. (1996) The Development of a Clinical Skills Centre. *Journal of the Royal College of Physicians of London* 30: 318–324.

69. Deasy C, Bernard S A, Cameron P, Jaison A, Smith K, Harriss L, Walker T, Masci K, Tibballs J (2010) Epidemiology of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in Melbourne, Australia. *Resuscitation* 81: 1095–1100.
70. Dichtwald S, Matot I, Einav S (2009) Improving the Outcome of In-Hospital Cardiac Arrest: The Importance of Being EARNEST. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 13: 19–30.
71. Donoghue A J, Durbin D R, Nadel F M, Stryjewski G R, Kost S I, Nadkarni V M (2009) Effect of High-Fidelity Simulation on Pediatric Advanced Life Support Training in Pediatric House Staff. *Pediatric Emergency Care* 25: 139–144.
72. Doymaz S, Rizvi M, Orsi M, Giambruno C (2019) How Prepared Are Pediatric Residents for Pediatric Emergencies: Is Pediatric Advanced Life Support Certification Every 2 Years Adequate? *Global pediatric health* 6: 1-8.
73. Dull K E, Bachur R G (2012) Simulation in the pediatric emergency department. *Clinical pediatrics* 51: 711–717.
74. Durojaiye L, O'Meara M (2002) Improvement in resuscitation knowledge after a one-day paediatric life-support course. *Pediatric Child Health* 38: 241–245.
75. Eagly A H, Karau S J (1991) Gender and the emergence of leaders : a meta-analysis. *Journal of Personality and Social Psychology* 60: 685–710.
76. Eich C, Landsleitner B (2016) Die kardiopulmonale Reanimation von Kindern (Paediatric Life Support). *Pädiatrie up2date* 11: 367–381.
77. Ellis D, Crofts J, Hunt L P, Read M, Fox R, James M (2008) Hospital, Simulation Center, and Teamwork Training for Eclampsia Management. *Obstetrics & Gynaecology* 111: 723–731.
78. Eppich W, Nannicelli A P, Seivert N P, Sohn M-W, Rozenfeld R, Woods D M, Holl J L (2015) A rater training protocol to assess team performance. *The Journal of continuing education in the health professions* 35: 83–90.

79. Eva K W, Armson H, Holmboe E, Lockyer J, Loney E, Mann K, Sargeant J (2012) Factors influencing responsiveness to feedback: on the interplay between fear, confidence, and reasoning processes. *Advances in health sciences education* 17: 15–26.
80. Evans L V, Morse J L, Hamann C J, Osborne M, Lin Z, D'Onofrio G (2009) The development of an independent rater system to assess residents' competence in invasive procedures. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges* 84: 1135–1143.
81. Farmer E, van Rooij J, Riemersma J, Jorna P, Moraal J (1999) *Handbook of Simulator-Based Training*, 1. Aufl. Ashgate, Aldershot, Hampshire (UK).
82. Feleke R, Kalynych C J, Lundblom B, Wears R, Luten R, Kling D (2009) Color Coded Medication Safety System Reduces Community Pediatric Emergency Nursing Medication Errors. *Journal of Patient Safety* 5: 79–85.
83. Fernandez Castelao E, Boos M, Ringer C, Eich C, Russo S G (2015) Effect of CRM team leader training on team performance and leadership behavior in simulated cardiac arrest scenarios: a prospective, randomized, controlled study. *BMC medical education* 15: 116.
84. Fritzsche K, Jantzen T, Rüsseler M, Müller M P (2013) Notfälle im Krankenhaus - Ausbildungskonzepte für innerklinische Notfallsituationen. *AINS Anesthaesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie* 48: 406–412.
85. Gaba D M, DeAnda A (1988) A comprehensive Anesthesia Simulation Environment: Re-creating the Operating Room for Research and Training. *anesthesiology* 69: 387–394.
86. Gerard J M, Thomas S M, Germino K W, Street M H, Burch W, Scalzo A J (2011) The Effect of Simulation Training on PALS Skills Among Family Medicine Residents. *family medicine* 43: 392–399.

87. Gerlach F M, Beyer M, Szescsenyi J, Fischer G C (1998) Leitlinien in Klinik und Praxis. deutsches Ärzteblatt 95: A-1014–1021.
88. Gilfoyle E, Gottesman R, Razack S (2007) Development of a leadership skills workshop in paediatric advanced resuscitation. Medical teacher 29: e276-e283.
89. Gilfoyle E, Koot D A, Annear J C, Bhanji F, Cheng A, Duff J P, Grant V J, St George-Hyslop C E, Delaloye N J, Kotsakis A, McCoy C D, Ramsay C E, Weiss M J, Gottesman R D (2017) Improved Clinical Performance and Teamwork of Pediatric Interprofessional Resuscitation Teams With a Simulation-Based Educational Intervention. Pediatric critical care medicine 18: e62-e69.
90. Girotra S, Spertus J A, Li Y, Berg R A, Nadkarni V M, Chan P S (2013) Survival trends in pediatric in-hospital cardiac arrests: an analysis from Get With the Guidelines-Resuscitation. Circulation. Cardiovascular quality and outcomes 6: 42–49.
91. Grant E C, Marczinski C A, Menon K (2007) Using pediatric advanced life support in pediatric residency training: does the curriculum need resuscitation? Pediatric critical care medicine 8: 433–439.
92. Grant V J, Cheng A (2016) Comprehensive Healthcare Simulation: Pediatrics. Springer International Publishing, Cham.
93. Gräsner J-T, Meybohm P, Fischer M, Bein B, Wnent J, Franz R, Zander J, Lemke H, Bahr J, Jantzen T, Messelken M, Dörge V, Böttiger B W, Scholz J (2009) A national resuscitation registry of out-of-hospital cardiac arrest in Germany - a pilot study. Resuscitation 80: 199–203.
94. Greif R, Lockett A S, Conaghan P, Lippert A, Vries W de, Monsieurs K G (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. Resuscitation 95: 288–301.

95. Griswold S, Ponnuru S, Nishisaki A, Szyld D, Davenport M, Deutsch E S, Nadkarni V (2012) The Emerging Role of Simulation Education to Achieve Patient Safety: Translating Deliberate Practice and Debriefing to Save Lives. *Pediatric Clinics* 59: 1329–1340.
96. Gupta P, Tang X, Gall C M, Lauer C, Rice T B, Wetzel R C (2014) Epidemiology and outcomes of in-hospital cardiac arrest in critically ill children across hospitals of varied center volume: a multi-center analysis. *Resuscitation* 85: 1473–1479.
97. Gwinnutt C L, Columb M, Harris R (2000) Outcome after cardiac arrest in adults in UK hospitals: effect of the 1997 guidelines. *Resuscitation* 47: 125–135.
98. Hammond F, Saba M, Simes T, Cross R (2000) Advanced Life Support: retention of registered nurses' knowledge 18 months after initial training. *Australian Critical Care* 13: 99–104.
99. Hamstra S J, Brydges R, Hatala R, Zendejas B, Cook D A (2014) Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Academic medicine* 89: 387–392.
100. Harris S B (1992) The society for the recovery of persons apparently dead. *Skeptic* 1: 24–31.
101. Herlitz J, Bång A, Alsén B, Aune S (2002) Characteristics and outcome among patients suffering from in hospital cardiac arrest in relation to whether the arrest took place during office hours. *Resuscitation* 53: 127–133.
102. Hoff W S, Reilly P M, Rotondo M F, DiGiacomo J C, Schwab C W (1997) The Importance of the Command-Physician in Trauma Resuscitation. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 43: 772–777.
103. Hoffmann F, Müller M, Gräsner J T (2011) Retrospektive Umfrage zur Häufigkeit von Reanimationen und Hypothermiebehandlungen auf pädiatrischen Intensivstationen in Deutschland. *Anästh Intensivmed* 52: S12-S13.

104. Huffman J L, McNeil G, Bismilla Z, Lai A (2016) Essentials of scenario building for simulation-based education. In: Grant V J, Cheng A (Hrsg.) *Comprehensive Healthcare Simulation: Pediatrics*. Springer International Publishing, Cham, S. 19–29.
105. Hunt E A, Duval-Arnould J M, Bembea M M, Raymond T, Calhoun A, Atkins D L, Berg R A, Nadkarni V M, Donnino M, Andersen L W (2018) Association Between Time to Defibrillation and Survival in Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest With a First Documented Shockable Rhythm. *JAMA network open* 1: 1–15.
106. Hunt E A, Hohenhaus S M, Luo X, Frush K S (2006) Simulation of pediatric trauma stabilization in 35 North Carolina emergency departments: identification of targets for performance improvement. *Pediatrics* 117: 641–648.
107. Hunt E A, Vera K, Diener-West M, Haggerty J A, Nelson K L, Shaffner D H, Pronovost P J (2009) Delays and errors in cardiopulmonary resuscitation and defibrillation by pediatric residents during simulated cardiopulmonary arrests. *Resuscitation* 80: 819–825.
108. Hunt E A, Walker A R, Shaffner D H, Miller M R, Pronovost P J (2008) Simulation of in-hospital pediatric medical emergencies and cardiopulmonary arrests: highlighting the importance of the first 5 minutes. *Pediatrics* 121: e34-e43.
109. Issenberg S B, McGaghie W C, Petrusa E R, Lee Gordon D, Scalese R J (2005) Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical teacher* 27: 10–28.
110. Issenberg S B, Scalese R J (2008) Simulation in health care education. *Perspectives in biology and medicine* 51: 31–46.
111. Jani P, Blood A D, Park Y S, Xing K, Mitchell D (2021) Simulation-based curricula for enhanced retention of pediatric resuscitation skills. A randomized controlled study. *Pediatric Emergency Care* 37: e645-e652.

112. Jewkes F, Phillips B (2003) Resuscitation training of paediatricians. *Archives of Disease in Childhood* 88: 118–121.
113. Joëls M, Fernandez G, Roozendaal B (2011) Stress and emotional memory: a matter of timing. *Trends in cognitive sciences* 15: 280–288.
114. Kaczorowski J, Levitt C, Outerbridge E, Rothman A, Graves L (1998) Retention of neonatal resuscitation skills and knowledge: A randomized controlled trial. *family medicine* 30: 705–711.
115. Kaji A H, Gausche-Hill M, Conrad H, Young K D, Koenig W J, Dorsey E, Lewis R J (2006) Emergency medical services system changes reduce pediatric epinephrine dosing errors in the prehospital setting. *Pediatrics* 118: 1493–1500.
116. Karpicke J D, Roediger H L 3 (2008) The critical importance of retrieval for learning. *Science (New York, N.Y.)* 319: 966–968.
117. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F (2012) Medication errors in pediatric emergencies: a systematic analysis. *Deutsches Arzteblatt international* 109: 609–616.
118. Kaushal R, Bates D W, Landrigan C P, McKenna K J, Clapp, Margaret D. Federico, Frank, Goldmann D A (2001) Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *JAMA* 285: 2114–2120.
119. Kerfoot B, DeWolf W, Masser B, Church P, Federman D (2007) Spaced education improves the retention of clinical knowledge by medical students: A randomised controlled trial. *Medical education* 41: 23–31.
120. Kimberly J. Howard-Quijano, M.D.* Marjorie A. Stiegler, M.D.† Yue Ming Huang, Ed.D. M.H.S.‡ Cecilia Canales, M.P.H.§ Randolph H. Steadman, M.D (2010) Anesthesiology Residents' Performance of Pediatric Resuscitation during a Simulated Hyperkalemic Cardiac Arrest. *anesthesiology* 112: 993–997.

121. Kirkpatrick D L (1994) Evaluating training programs: The four levels. Berrett-Koehler, San Francisco.
122. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni V, Berg R, Hiraide A (2010) Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet* 375: 1347–1354.
123. Knight L J, Gabhart J M, Earnest K S, Leong K M, Anglemyer A, Franzon D (2014) Improving code team performance and survival outcomes: implementation of pediatric resuscitation team training. *Critical care medicine* 42: 243–251.
124. Knudson J D, Neish S R, Cabrera A G, Lowry A W, Shamszad P, Morales D L S, Graves D E, Williams E A, Rossano J W (2012) Prevalence and outcomes of pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation in the United States: an analysis of the Kids' Inpatient Database. *Critical care medicine* 40: 2940–2944.
125. Kohn L T, Corrigan J, Donaldson M S (2000) To err is human. Building a safer health system. National Academy Press, Washington D.C.
126. Kolb D A (2014) *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
127. Kolehmainen C, Brennan M, Filut A, Isaac C, Carnes M (2014) Afraid of being "witchy with a 'b'": a qualitative study of how gender influences residents' experiences leading cardiopulmonary resuscitation. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges* 89: 1276–1281.
128. Kovács E, Jenei Z M, Csordás K, Fritúz G, Hauser B, Gyarmathy V A, Zima E, Gál J (2019) The timing of testing influences skill retention after basic life support training: a prospective quasi-experimental study. *BMC medical education* 19: 1–7.

129. Kozer E, Seto W, Verjee Z, Parshuram C, Khattak S, Koren G, Jarvis D A (2004) Prospective observational study on the incidence of medication errors during simulated resuscitation in a paediatric emergency department. *BMJ* 329: 1321.
130. Kraut A, Yarris L M, Sargeant J (2015) Feedback: Cultivating a Positive Culture. *Journal of graduate medical education* 7: 262–264.
131. Kromann C B, Bohnstedt C, Jensen M L, Ringsted C (2010) The testing effect on skills learning might last 6 months. *Advances in health sciences education: theory and practice* 15: 395–401.
132. Kuisma M, Suominen P, Korpela R (1995) Paediatric out-of-hospital cardiac arrests - epidemiology and outcome. *Resuscitation* 30: 141–150.
133. Kull Walsh C, Krongrad E (1983) Terminal Cardiac Electrical Activity in Pediatric Patients. *The American Journal of Cardiology* 51: 557–561.
134. Kurosawa H, Ikeyama T, Achuff P, Perkel M, Watson C, Monachino A, Remy D, Deutsch E, Buchanan N, Anderson J, Berg R A, Nadkarni V M, Nishisaki A (2014) A randomized, controlled trial of in situ pediatric advanced life support recertification ("pediatric advanced life support reconstructed") compared with standard pediatric advanced life support recertification for ICU frontline providers*. *Critical care medicine* 42: 610–618.
135. Landesärztekammer Hessen (2005) Weiterbildungsordnung für Ärztinnen und Ärzte in Hessen. In: *Hessisches Ärzteblatt, Sonderheft 10/2005*, 1–73.
136. Leary M, Abella B S (2008) The challenge of CPR quality: improvement in the real world. *Resuscitation* 77: 1–3.
137. LeBlanc V R (2009) Effects of acute stress on performance: Implications for Health Professions Education. *Academic medicine* 84: 25–33.
138. Lefroy J, Watling C, Teunissen P W, Brand P (2015) Guidelines: the do's, don'ts and don't knows of feedback for clinical education. *Perspectives on medical education* 4: 284–299.

139. Levitt C, Kaczorowski J, Outerbridge E, Jimenez V, Connolly B, Slapcoff B (1996) Knowledge Gained Following Neonatal Resuscitation Program Courses. *family medicine* 28: 403–406.
140. Lioce L, Meakim C H, Fey M K, Chmil J V, Mariani B, Alinier G (2015) Standard of best practice: Simulation Design. *Clinical Simulation in Nursing* 11: 309–315.
141. Löllgen R M C, Schmutz J B, Eppich W J, Heimberg E (2017) Are Women Inferior Leaders in Emergency Situations? An Appeal for a More Careful Interpretation of Research Results. *Critical care medicine* 45: e1198.
142. Lopreiato J O, Sawyer T (2015) Simulation-Based Medical Education in Pediatrics. *Academic Pediatrics* 15: 134–142.
143. Maconochie I K, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, van de Voorde P, Zideman D A, Biarent D (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 95: 223–248.
144. Maconochie I K, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, van de Voorde P, Zideman D A, Biarent D (2015) Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern („paediatric life support“). *Notfall Rettungsmed* 18: 932–963.
145. Manser T (2009) Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 53: 143–151.
146. Maran N J, Glavin R J (2003) Low- to high-fidelity simulation – a continuum of medical education? *Medical education* 37: 22–28.
147. Marsch S C U, Müller C, Marquardt K, Conrad G, Tschan F, Hunziker P R (2004) Human factors affect the quality of cardiopulmonary resuscitation in simulated cardiac arrests. *Resuscitation* 60: 51–56.

148. Martinez P A, Totapally B R (2016) The epidemiology and outcomes of pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest in the United States during 1997 to 2012. *Resuscitation* 105: 177–181.
149. McFetrich J (2006) A structured literature review on the use of high fidelity patient simulators for teaching in emergency medicine. *Emergency medicine journal* 23: 509–511.
150. McGaghie W C, Draycott T J, Dunn W F, Lopez C M, Stefanidis D (2011) Evaluating the impact of simulation on translational patient outcomes. *Simulation in healthcare* 6: S42-S47.
151. Meaney P A, Bobrow B J, Mancini M E, Christenson J, Caen A R de, Bhanji F, Abella B S, Kleinman M E, Edelson D P, Berg R A, Aufderheide T P, Menon V, Leary M (2013) Cardiopulmonary resuscitation quality: corrected improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation* 128: 417–435.
152. Mileder L P, Urlesberger B, Szyld E G, Roehr C C, Schmolzer G M (2014) Simulation-based neonatal and infant resuscitation teaching: a systematic review of randomized controlled trials. *Klinische Padiatrie* 226: 259–267.
153. Mills D M, Williams D C, Dobson J V (2013) Simulation training as a mechanism for procedural and resuscitation education for pediatric residents: a systematic review. *Hospital pediatrics* 3: 167–176.
154. Mills D M, Wu C L, Williams D C, King L, Dobson J V (2013) High-fidelity simulation enhances pediatric residents' retention, knowledge, procedural proficiency, group resuscitation performance, and experience in pediatric resuscitation. *Hospital pediatrics* 3: 266–275.
155. Molloy E, Boud D (2013) Seeking a different angle on feedback in clinical education: the learner as seeker, judge and user of performance information. *Medical education* 47: 227–229.

156. Morey J C, Simon R, Jay G D, Wears R, Salisbury M, Dukes K A, Bern S D (2002) Error Reduction and Performance Improvement in the Emergency Department through Formal Teamwork Training: Evaluation Results of the MedTeams Project. *Health Services Research* 37: 1553–1580.
157. Morgan P J, Cleave-Hogg D (2002) A worldwide survey of the use of simulation in anesthesia. *Canadian Journal of Anesthesia* 49: 659–662.
158. Mpotos N, Monsieurs K, Hachimi-Idrissi S (2015) Effect of rescuer's sex on the quality of chest compression during cardiopulmonary resuscitation on manikins. *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine* 22: 69.
159. Muche-Borowski C, Kopp I (2011) Wie eine Leitlinie entsteht. *Zeitschrift für Herz-,Thorax- und Gefäßchirurgie* 25: 217–223.
160. Mundell W C, Kennedy C C, Szostek J H, Cook D A (2013) Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 84: 1174–1183.
161. Murugan S, Parris P, Wells M (2019) Drug preparation and administration errors during simulated paediatric resuscitations. *Archives of Disease in Childhood* 104: 444.
162. Na J U, Sim M S, Jo I J, Song H G, Song K J (2012) Basic life support skill retention of medical interns and the effect of clinical experience of cardiopulmonary resuscitation. *Emergency medicine journal* 29: 833–837.
163. Nadel F M, Lavelle J M, Fein J A, Giardino A P, Decker J M, Durbin D R (2000) Assessing pediatric senior residents' training in resuscitation: Fund of knowledge, technical skills, and perception of confidence. *Pediatric Emergency Care* 16: 73–76.
164. Nadel F M, Lavelle J M, Fein J A, Giardino A P, Decker J M, Durbin D R (2000) Teaching Resuscitation to Pediatric Residents: The Effects of an

- Intervention. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine* 154: 1049–1054.
165. Nadkarni V M, Larkin G L, Peberdy M A, Carey S M, Kaye W, Mancini M E, Nichol G, Lane-Truitt T, Potts J, Ornato J P, Berg R A (2006) First Documented Rhythm and Clinical Outcome From In-Hospital Cardiac Arrest Among Children and Adults. *JAMA pediatrics* 295: 50–57.
166. Niles D E, Duval-Arnould J, Skellett S, Knight L, Su F, Raymond T T, Sweberg T, Sen A I, Atkins D L, Friess S H, Caen A R de, Kurosawa H, Sutton R M, Wolfe H, Berg R A, Silver A, Hunt E A, Nadkarni V M (2018) Characterization of Pediatric In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation Quality Metrics Across an International Resuscitation Collaborative. *Pediatric critical care medicine* 19: 421–432.
167. Norman G, Dore K, Grierson L (2012) The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Medical education* 46: 636–647.
168. Ohta K, Kurosawa H, Shiima Y, Ikeyama T, Scott J, Hayes S, Gould M, Buchanan N, Nadkarni V M, Nishisaki A (2017) The Effectiveness of Remote Facilitation in Simulation-Based Pediatric Resuscitation Training for Medical Students. *Pediatric Emergency Care* 33: 564–569.
169. Ojha R, Liu A, Rai D, Nanan R (2015) Review of Simulation in Pediatrics: The Evolution of a Revolution. *Frontiers in pediatrics* 3: 106.
170. Oser R L, Cannon-Bowers J A, Salas E, Dwyer D J (1999) Enhancing human performance in technology-rich environments: guidelines for scenario-based training. *Human Technology Interaction in Complex Systems* 9: 175–202.
171. Owen H (2012) Early use of simulation in medical education. *Simulation in healthcare* 7: 102–116.
172. Patel J, Posencheg M, Ades A (2012) Proficiency and retention of neonatal resuscitation skills by pediatric residents. *Pediatrics* 130: 515–521.

173. Patocka C, Cheng A, Sibbald M, Duff J P, Lai A, Lee-Nobbee P, Levin H, Varshney T, Weber B, Bhanji F (2019) A randomized education trial of spaced versus massed instruction to improve acquisition and retention of paediatric resuscitation skills in emergency medical service (EMS) providers. *Resuscitation* 141: 73–80.
174. Patterson M D, Geis G L, Falcone R A, LeMaster T, Wears R L (2013) In situ simulation: detection of safety threats and teamwork training in a high risk emergency department. *BMJ quality & safety* 22: 468–477.
175. Perkins G D (2007) Simulation in resuscitation training. *Resuscitation* 73: 202–211.
176. Quan L, Shugerman R P, Kunkel N C, Brownlee C J (2001) Evaluation of resuscitation skills in new residents before and after pediatric advanced life support course. *Pediatrics* 108: e110.
177. Raemer D, Anderson M, Cheng A, Fanning R, Nadkarni V, Savoldelli G (2011) Research Regarding Debriefing as Part of the Learning Process. *Simulation in healthcare* 6: S52-57.
178. Rall M (2013) Human Factors und CRM: Eine Einführung. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg.) *Simulation in der Medizin: Grundlegende Konzepte – Klinische Anwendung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 135–151.
179. Reis A G, Nadkarni V, Perondi M B, Grisi S, Berg R A (2002) A prospective investigation into the epidemiology of In-Hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation using the international Utstein reporting style. *Pediatrics* 109: 200–209.
180. Rodgers D L, Bhanji F, McKee B R (2010) Written evaluation is not a predictor for skills performance in an Advanced Cardiovascular Life Support course. *Resuscitation* 81: 453–456.

181. Rosen K R (2008) The history of medical simulation. *Journal of critical care* 23: 157–166.
182. Ross J C, Trainor J L, Eppich W J, Adler M D (2013) Impact of simulation training on time to initiation of cardiopulmonary resuscitation for first-year pediatrics residents. *Journal of graduate medical education* 5: 613–619.
183. Roy K M, Miller M P, Schmidt K, Sagy M (2011) Pediatric residents experience a significant decline in their response capabilities to simulated life-threatening events as their training frequency in cardiopulmonary resuscitation decreases. *Pediatric critical care medicine* 12: e141-144.
184. Rudolph J W, Simon R, Raemer D B, Eppich W J (2008) Debriefing as formative assessment: closing performance gaps in medical education. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 15: 1010–1016.
185. Russo S G, Nickel E A (2013) Wie im wahren Leben: Simulation und Realitätsnähe. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg.) *Simulation in der Medizin: Grundlegende Konzepte – Klinische Anwendung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 121–131.
186. Salas E, Bowers C A, Rhodenizer L (1998) It is not how much you have but how you use it: toward a rational use of simulation to support aviation training. *The International journal of aviation psychology* 8: 197–208.
187. Samson R A, . Nadkarni V M, Meaney P A, Carey S M, Berg M D, Berg R A (2006) Outcomes of In-Hospital Ventricular Fibrillation in Children. *the new England Journal of medicine* 354: 2328–2339.
188. Sargeant J, Mann K, Ferrier S (2005) Exploring family physicians' reactions to multisource feedback: perceptions of credibility and usefulness. *Medical education* 39: 497–504.

189. Schaumberg A (2015) Variation der Realitätsnähe standardisierter Reanimationsszenarien. Auswirkungen auf den kognitiven Lernerfolg von Medizinstudierenden. *Der Anaesthesist* 64: 286–291.
190. Schmutz J, Eppich W J, Hoffmann F, Heimberg E, Manser T (2014) Five steps to develop checklists for evaluating clinical performance: an integrative approach. *Academic medicine* 89: 996–1005.
191. Schmutz J, Manser T, Keil J, Heimberg E, Hoffmann F (2015) Structured performance assessment in three pediatric emergency scenarios: a validation study. *The Journal of pediatrics* 166: 1498-1504.
192. Schneider T, Mauer D, Diehl P, Eberle B, Dick W (1995) Does standardized mega-code training improve the quality of pre-hospital advanced cardiac life support (ACLS)? *Resuscitation* 29: 129–134.
193. Schroedl C J, Corbridge T C, Cohen E R, Fakhran S S, Schimmel D, McGaghie W C, Wayne D B (2012) Use of simulation-based education to improve resident learning and patient care in the medical intensive care unit: a randomized trial. *Journal of critical care* 27: 219.e7-219.e13.
194. Schumacher V, Martin M (2013) Lernen und Gedächtnis im Alter. In: Bartsch T, Falkai P (Hrsg.) *Gedächtnisstörungen: Diagnostik und Rehabilitation*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 31–39.
195. Seraj M A, Naguib M (1990) Cardiopulmonary resuscitation skills of medical professionals. *Resuscitation* 20: 31–39.
196. Shapiro M J, Morey J C, Small S D, Langford V, Kaylor C J, Jagminas L, Suner S, Salisbury M, Simon R, Jay G D (2004) Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? *Quality and Safety in Health Care* 13: 417–421.

197. Shilkofski N A, Nelson K L, Hunt E A (2008) Recognition and treatment of unstable supraventricular tachycardia by pediatric residents in a simulation scenario. *Simulation in healthcare* 3: 4–9.
198. Sirbaugh P E, Pepe P E, Shook J E, Kimbali K T, Goldman M J, Ward M A, Mann D M (1999) A prospective, population-based study of the demographics, epidemiology, management and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. *annals of emergency medicine* 33: 174–184.
199. Smith B T, Rea T D, Eisenberg M S (2006) Ventricular fibrillation in pediatric cardiac arrest. *Academic Emergency Medicine* 13: 525–529.
200. Sopka S, Biermann H, Rossaint R, Rex S, Jäger M, Skorning M, Heussen N, Beckers S K (2013) Resuscitation training in small-group setting – gender matters. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 21: 30.
201. Sørensen J L, Navne L E, Martin H M, Ottesen B, Albrechtsen C K, Pedersen B W, Kjærgaard H, van der Vleuten C (2015) Clarifying the learning experiences of healthcare professionals with in situ and off-site simulation-based medical education: a qualitative study. *BMJ open* 5: 1-11.
202. St.Pierre M (2013) Blick zurück: Die Geschichte der Patientensimulation. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg.) *Simulation in der Medizin: Grundlegende Konzepte – Klinische Anwendung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 323–335.
203. Sullivan A, Elshenawy S, Ades A, Sawyer T (2019) Acquiring and Maintaining Technical Skills Using Simulation: Initial, Maintenance, Booster, and Refresher Training. *Cureus* 11: 1-8.
204. Sullivan N J, Duval-Arnould J, Twilley M, Smith S P, Aksamit D, Boone-Guercio P, Jeffries P R, Hunt E A (2015) Simulation exercise to improve retention of cardiopulmonary resuscitation priorities for in-hospital cardiac arrests: A randomized controlled trial. *Resuscitation* 86: 6–13.

205. Sutton R M, Niles D, French B, Maltese M R, Leffelman J, Eilevstjønn J, Wolfe H, Nishisaki A, Meaney P A, Berg R A, Nadkarni V M (2014) First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children. *Resuscitation* 85: 70–74.
206. Swinger N D, Rutledge C, Gaither S, Youngblood A Q, Zinkan J L, Tofil N M (2020) Rapid cycle deliberate practice improves and sustains paediatric resident PALS performance. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning* 6: 257.
207. Theilen U, Fraser L, Jones P, Leonard P, Simpson D (2017) Regular in-situ simulation training of paediatric Medical Emergency Team leads to sustained improvements in hospital response to deteriorating patients, improved outcomes in intensive care and financial savings. *Resuscitation* 115: 61–67.
208. Theilen U, Leonard P, Jones P, Ardill R, Weitz J, Agrawal D, Simpson D (2013) Regular in situ simulation training of paediatric medical emergency team improves hospital response to deteriorating patients. *Resuscitation* 84: 218–222.
209. Tibballs J, Kinney S (2006) A prospective study of outcome of in-patient paediatric cardiopulmonary arrest. *Resuscitation* 71: 310–318.
210. Tibballs J, Weeraratna C (2010) The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. *Resuscitation* 81: 671–675.
211. Topjian A A, Berg R A, Nadkarni V M (2008) Pediatric cardiopulmonary resuscitation: advances in science, techniques, and outcomes. *Pediatrics* 122: 1086–1098.
212. Toppino T, Kasserman J, Mracek W (1991) The effect of spacing repetitions on the recognition memory of young children and adults. *Journal of experimental child psychology* 51: 123–138.

213. Turner N M, Lukkassen I, Bakker N, Draaisma J, ten Cate, O Th J. (2009) The effect of the APLS-course on self-efficacy and its relationship to behavioural decisions in paediatric resuscitation. *Resuscitation* 80: 913–918.
214. Vaillancourt C, Everson-Stewart S, Christenson J, Andrusiek D, Powell J, Nichol G, Cheskes S, Aufderheide T P, Berg R, Stiell I G (2011) The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. *Resuscitation* 82: 1501–1507.
215. Valenzuela T D, Roe D J, Cretin S, Spaite D W, Larsen M P (1997) Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 96: 3308–3313.
216. van de Ridder J M M, Stokking K M, McGaghie W C, ten Cate, O Th J. (2008) What is feedback in clinical education? *Medical education* 42: 189–197.
217. van de Voorde P, Turner N M, Djakow J, Lucas N de, Martinez-Mejias A, Biarent D, Bingham R, Brissaud O, Hoffmann F, Johannesdottir G B, Lauritsen T, Maconochie I (2021) European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation* 161: 327–387.
218. Vozenilek J, Huff J S, Reznik M, Gordon J A (2004) See one, do one, teach one: advanced technology in medical education. *Academic Emergency Medicine* 11: 1149–1154.
219. Watling C J (2014) Unfulfilled promise, untapped potential: Feedback at the crossroads. *Medical teacher* 36: 692–697.
220. Wayne D B, Siddall V J, Butter J, Fudala M J, Wade L D, Feinglass J, McGaghie W C (2006) A Longitudinal Study of Internal Medicine Residents' Retention of Advanced Cardiac Life Support Skills. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges* 81: S9-S12.

221. Weeks D L, Molsberry D M (2008) Pediatric advanced life support re-training by videoconferencing compared to face-to-face instruction: a planned non-inferiority trial. *Resuscitation* 79: 109–117.
222. Weinstock P H, Kappus L J, Kleinman M E, Grenier B, Hickey P, Burns J P (2005) Toward a new paradigm in hospital-based pediatric education: the development of an onsite simulator program. *Pediatric critical care medicine* 6: 635–641.
223. Wilmshurst S L, Graydon C (2012) Aetiology and outcome of paediatric cardiopulmonary arrest. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* 13: 11–14.
224. Yang C-W, Yen Z-S, McGowan J E, Chen H C, Chiang W-C, Mancini M E, Soar J, Lai M-S, Ma M H-M (2012) A systematic review of retention of adult advanced life support knowledge and skills in healthcare providers. *Resuscitation* 83: 1055–1060.
225. Yeung J, Davies R, Field R, Chilwan M, Smith G, Perkins G (2012) The professional background of team leader and quality of CPR: An observational study in patients during cardiac arrests. *Resuscitation* 83: e54.
226. Young K D, Seidel J S (1999) Pediatric cardiopulmonary resuscitation: a collective review. *annals of emergency medicine* 33: 195–205.
227. Yule S, Rowley D, Flin R, Maran N, Youngson G, Duncan J, Paterson-Brown S (2009) Experience matters: comparing novice and expert ratings of non-technical skills using the NOTSS system. *ANZ Journal of Surgery* 79: 154–160.
228. Zaritsky A, Nadkarni V, Hazinski M F, Foltin G, Quan L, Wright J, Fiser D, Zideman D, O'Malley P, Chameides L, Cummins R O (1995) Recommended guidelines for uniform reporting of pediatric advanced life support: The pediatric Utstein Style. *Resuscitation* 30: 95–115.

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

1. Stundenpläne

1.1 Initialtraining Modul A

Bildungsveranstaltung	Simulationstraining PÄDIATRISCHE NOTFÄLLE Modul B		
Datum	Bitte wählen	Dauer (von/bis)	08:00 bis 18:15 Uhr

Uhrzeit	Thema
08:00	Begrüßung, Rückblick auf Tag 1 – Gruppe 1
08:15	Simulation 1
09:15	Simulation 2
10:15	PAUSE
10:30	Simulation 3
11:30	Posttest
12:30	Kursabschluss
12:45	Ende Gruppe 1, PAUSE
13:30	Begrüßung, Rückblick auf Tag 1 – Gruppe 2
13:45	Simulation 1
14:45	Simulation 2
15:45	PAUSE
16:00	Simulation 3
17:00	Posttest
18:00	Kursabschluss
18:15	Ende Gruppe 2

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

1.2 Initialtraining Modul B

Bildungsveranstaltung	Simulationstraining PÄDIATRISCHE NOTFÄLLE Modul B		
Datum	Bitte wählen	Dauer (von/bis)	08:00 bis 18:15 Uhr

Uhrzeit	Thema
08:00	Begrüßung, Rückblick auf Tag 1 – Gruppe 1
08:15	Simulation 1
09:15	Simulation 2
10:15	PAUSE
10:30	Simulation 3
11:30	Posttest
12:30	Kursabschluss
12:45	Ende Gruppe 1, PAUSE
13:30	Begrüßung, Rückblick auf Tag 1 – Gruppe 2
13:45	Simulation 1
14:45	Simulation 2
15:45	PAUSE
16:00	Simulation 3
17:00	Posttest
18:00	Kursabschluss
18:15	Ende Gruppe 2

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

1.3 FU – Beispielstundenplan

Bildungsveranstaltung	Simulationstraining PÄDIATRISCHE NOTFÄLLE Follow-up		
Datum	Bitte wählen	Dauer (von/bis)	12:00 bis 16:30 Uhr

Uhrzeit	Thema
12:00	Begrüßung Gruppe 1 (max. 10 Teilnehmer)
12:15	Der Simulator als Patient
12:30	Baseline Simulation Gruppe 1
13:30	Debriefing Gruppe 1
14:00	ENDE
14:30	Begrüßung Gruppe 2 (max. 10 Teilnehmer)
14:45	Der Simulator als Patient
15:00	Baseline Simulation Gruppe 2
16:00	Debriefing Gruppe 2
16:30	ENDE

2. Studiensenarien

Zielgruppe	Kinderärzte, Kinderkrankenpflege
Ort	Pädiatrische Notaufnahme
Lehrziele Medizinisch CRM	Algorithmus defibrillierbare Rhythmen, Reanimation Teamkoordination; Kommunikation
Interne Beschreibung I/II	Ein 5 Jahre alter Junge, der seit 3 Tagen auf der Peripherstation mit Influenza A-Pneumonie stationär aufgenommen ist. Respiratorisch habe sich der Patient in dieser Zeit gebessert, am Nachmittag sei der Schwester jedoch ein blasses, kaltschweißiges Kind aufgefallen, daher Verlegung auf die Intensivstation. Ca. 2min nach der initialen Evaluation entwickelt er eine polymorphe ventrikuläre Tachykardie. Alternativ: Ein 5 Jahre alter Junge, der mit der Notärztin aus einer nahegelegenen Kinderarztpraxis mit dem V. a. HUS verlegt wird. Der Patient habe seit 2-3 Tagen mehrfach am Tag erbrochen, zudem Durchfälle, zuletzt blutig. Erhöhte Temperaturen bis 39°C. Das Kind sei auffällig blass. Die Not-ärztin, die sich mit Kindern und dem vermuteten Krankheitsbild nicht auskennt, habe vom Kinderarzt die Anweisung erhalten, schnellstmöglich in die 5min entfernte Kinderklinik zu fahren. Eine Zugangsanlage ist wg. der Nähe zum KH nicht erfolgt, das Kind sei unterwegs eingeschlafen. Ca. 2min nach Übernahme durch die Kinderklinik entwickelt der Patient eine VF. AMPLE: keine Vorerkrankungen / Allergien, FA leer. Gewicht 25kg. Die verlegende Krankenschwester bzw. Notärztin gibt eine strukturierte, zügige Anamnese (s.o.). Abschließender Satz: „Das Kind wirkt auf mich sehr krank.“
Vorbereitung Simulator Vorbereitung Simulator Medizinisches Equipment (Geräte, Rö, BGA etc.)	Junior Angekleidet im Bett / Liege. Para liegender Zugang. Version II: KEIN Zugang Timer! Gut ausgeleuchteter und Video gemonitorter Tisch zur Aufzeichnung des Szenariums! Übliches Monitoring / Equipment, plus Defi! BGA. EZ-IO. Cave: Defi-Elektroden vorbereiten!
Personelle Ressourcen	Teilnehmer: 1 Assistenzarzt, 1 Oberarzt, 1-2 Pflegekräfte Trainer: mind. 1 Instruktor, 1 Elternteil

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

Szenariumverlauf Teilnehmerbriefing	Durch Kinderkrankenschwester / Notärztin, s.o.
Szenarium	Kind kommt im Bett (oder auf Liege) angekleidet mit fehllegendem Zugang bzw. nicht vorhandenem Zugang auf die Intensivstation / in den Notfallbereich
Anfangseinstellung	RR: 92/56mmHg; HF: 135/min (Sinusrhythmus) SpO₂ 94%; AF 28/min , Zyanose 0% Temp. (auf Nachfrage): 37,3°C, RKZ 4sec, somnolent
Szenariumverlauf	Timer! 1. Nach Ankunft / Übergabe des Kindes o.g. kompensierter Schock 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 2. Nach 2min polymorphe VT: RR nicht messbar, HF 0/min, AF 0/min, pulslos, bewusstlos, Zyanose 30% 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 3. ROSC RR 87/50mmHg, HF 125/min, AF 10/min, SpO ₂ 90% Palpabler zentraler Puls, Bradypnoe, bewusstlos, RKZ 4sec Ziel: H's und HITS-Evaluation, spätestens jetzt Intubation (od. anhaltende Maskenbeutelbeatmung), Kontaktaufnahme zur Intensivstation

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

3. Performance Evaluation Checklist für Pulslose Ventrikuläre Tachykardie (PEC-PVT)

PEC-PVT		Datum:	Video-Nr:	Untersucher:		
1	Allgemeine Maßnahmen und Evaluation	0 P.	1 Punkt	2 Punkte	Time	W
1-1	Handschuhe anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 min	2
1-2	Ausrüstung überprüfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4
1-3	Monitore anschliessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.5
1-4	Hilfe rufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.5
1-5	ABC-Evaluation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
1-6	Sauerstoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
1-7	Mitteilung der Diagnose an den Rest des Teams	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2	Evaluation und Behandlung NACH Einsetzen Apnoe/Rhythmusstörung	0 P.	1 Punkt	2 Punkte	Time	W
2-1	Atemwege öffnen/inspizieren/bewerten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	5
2-2	Beginn Beutel-Masken-Beatmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-3	Überprüfen Effektivität Beutel-Masken-Beatmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-4	Pulskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-5	EKG Rhythmus identifizieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.5
2-6	Start CPR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-7	Defibrillator vorbereiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-8	IV/IO Infusion etablieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.5
2-9	Defibrillation (erste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-10	CPR (fortführen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-11	Rhythmuskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-12	Defibrillation (zweite)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-13	CPR (fortführen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-14	Rhythmuskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-15	Defibrillation (dritte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-16	CPR (fortführen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-17	Rhythmuskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-18	Pulskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-19	Adrenalin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5
2-20	Amiodaron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4
2-21	Blutdruck ODER Recap Zeit messen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3
3	Suche nach reversiblen Ursachen	0 P.	1 Punkt	2 Punkte		W
3-1	4Hs & HITS-Evaluation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.5
3-2	Blutentnahme für BGA, Glukose, Elektrolyte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3.5
3-3	Frühzeitig weitere Behandlung anbahnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3
Zeit bis 1. Defibrillation:		sec	Zeit bis CPR:	sec	Zeit bis MB-Beatmung:	sec
Dosis 1/2/3. Def.:		J	Dosis Adrenalin:	µg	Dosis Amiodaron:	mg
						Gewicht:
						kg

4. Fragebogen

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.: FU:

Persönliches

Alter: _____ Jahre, weiblich männlich

Beruf/Status: Assistenzarzt/ärztin Oberarzt/ärztin Chefarzt/ärztin

Pfleger/in mit Intensivweiterbildung Pfleger/in ohne Intensivweiterbildung

In dieser Position tätig seit: _____ Jahren

Fachrichtung: Pädiatrie
 Andere: _____

Haben Sie seit unserem PALS-Training ein anderes Reanimationstraining besucht? Nein
 Ja ... (Mehrfachnennungen möglich)
 → Welche Reanimationstrainings haben Sie seither besucht?

Interne theoretische Fortbildung
 Interne praktische Fortbildung
 Neugeborenen-Reanimationskurs des ERC oder AHA
 Pädiatrischer Reanimationskurs des ERC oder AHA (z. B. EPALS, EPILS, PALS, PBLs)
 Erwachsenen-Reanimationskurs des ERC oder AHA (z. B. BLS, ALS)
 Anderes Simulationstraining
 Crew Ressource Management-Training

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"/>

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

Team-Arbeit

	Nie / fast nie	Selten	Ebenso oft wie nicht	Oft	Immer / fast immer
1. 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"/>
2. 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"/>
3. 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"/>
4. 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"/>
5. Das Team handelte besonnen und kontrolliert (angemessene Emotionen, Konfliktmanagement)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 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"/>
7. 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"/>
8. Das Team überwachte und re-evaluierte die Situation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Das Team antizipierte mögliche notwendige Aktionen (Vorbereitung eines Defibrillators, von Medikamenten, Atemwegssicherung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Das Team priorisierte Aufgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 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"/>
12. 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"/>
1					10

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit zum Ausfüllen dieses Fragebogens genommen haben!

5. Anwenderhandbuch

Einführung

Die vorliegende Performance Evaluation Checklist (PEC) basiert auf der von Schmutz et al. publizierten PEC-PVT⁸. Sie wurde von einer der Autorinnen (EH⁹) ins Deutsche übersetzt, im Anschluss erfolgte die Konsensbildung über die endgültige Version zwischen EH, der Co-Autoren und der Studienentwicklerin (NM²).

Die nun vorliegende PEC wurde den u. g. Szenariumphasen entsprechend gegliedert. Es können 0, 1 oder 2 Punkte pro Item vergeben werden. **0 Punkte** werden gegeben, wenn eine Maßnahme zu keiner Zeit ausgeführt wird. **1 Punkt** wird bei teilweiser Ausführung und **2 Punkte** bei vollständiger Ausführung einer Maßnahme gegeben. Das vorliegende Handbuch soll die Punktevergabe spezifizieren und zu einer möglichst eindeutigen Performanceevaluation beitragen.

Studienszenarium

Allgemeines zum Szenariumablauf

Jeweils eine Pflegekraft und ein Arzt erhalten eine kurze, präzise und standardisierte, d.h. zuvor verschriftlichte Übergabe des Patienten vom Instruktor (je nach Szenarium in der Rolle eines Elternteils, eines Notarztes oder einer Pflegekraft von einer Peripherstation). Danach wird die Szenariumzeit gestartet. Weitere Rückfragen des Teams an den Instruktor 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 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)

- 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

PEC Anwenderhandbuch

1.	Allgemeine Maßnahmen und Evaluation
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>	
1.1.	Handschuhe anziehen
1 Punkt	2 Punkte

⁸ Schmutz J, et al. Structured Performance Assessment in Three Pediatric Emergency Scenarios: A Validation Study. *J Pediatr.* 2015;166:1498-1504.

⁹ EH Ellen Heimberg, NM Nadine Mand

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

<ul style="list-style-type: none"> Nicht alle Teammitglieder ziehen Handschuhe an ODER später als in den ersten 2 Minuten nach Erstkontakt zum Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> Alle in den ersten 2 Minuten involvierten Teammitglieder ziehen sich in dieser Zeit Handschuhe an UND Teammitglieder, die mehr als 2 Minuten nach Szenariumbeginn eintreffen, ziehen Handschuhe an, bevor sie Maßnahmen am Patienten ergreifen
1.2. Ausrüstung überprüfen	
1 Punkt	2 Punkte
<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 	<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
1.3. Monitore anschließen	
1 Punkt	2 Punkte
<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 	<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
1.4. Hilfe rufen	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Oberarzt, erfahrenerer Kollege oder zusätzliche Hilfskräfte (Ärzte oder Pflege) werden später als 3 min nach Erstkontakt zum Patienten dazu gerufen ODER Oberarzt, erfahrenerer Kollege oder zusätzliche Hilfskräfte (Ärzte oder Pflege) werden erst auf Anraten der Instruktoren dazu gerufen 	<ul style="list-style-type: none"> Oberarzt, erfahrenerer Kollege oder zusätzliche Hilfskräfte (Ärzte oder Pflege) werden innerhalb von 3 min nach Erstkontakt zum Patienten dazu gerufen
1.5. ABC-Evaluation	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Unvollständiges Überprüfen folgender Punkte: A/B: Atemfrequenz, SpO₂, Auskultation C: RKZ, Herzfrequenz, Blutdruck D: Bewusstsein ODER Später als in den ersten 120 sec nach Erstkontakt zum Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> Jeder der folgenden Punkte wurde überprüft: A/B: Atemfrequenz, SpO₂, Auskultation C: RKZ, Herzfrequenz, Blutdruck D: Bewusstsein UND Innerhalb von 120 sec nach Erstkontakt zum Patienten
1.6. Sauerstoff	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Applikation von weniger als 100% O₂, z. B. über Nasenbrille oder Sauerstoffdusche Bei Applikation von 100% O₂ nach Einsetzen der Apnoe werden „0“ Punkte vergeben. 	<ul style="list-style-type: none"> Applikation von 100% O₂, z. B. über Ventimaske oder mittels die Eigenatmung unterstützender Maskenbeutelbeatmung UND Vor Einsetzen der Apnoe

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

1.7. Mitteilung der Diagnose an den Rest des Teams	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Unspezifisch: z. B. „kritisch kranker Patient“, „Volumenmangel“ oder Auflistung von Symptomen <u>inkl.</u> der Bewertung (z. B. „der Patient hat eine verlängerte RKZ, er gefällt mir nicht“) * ODER • Mitteilung an einzelne Teammitglieder, das Team als Ganzes wird nicht informiert ODER • Später als 2 min nach Erstkontakt zum Patienten <p>*bei einer reinen Auflistung von Symptomen werden „0“ Punkte vergeben</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifisch: „der Patient ist im (kompensierten) Schock“ UND • Mitteilung an das gesamte anwesende Team UND • Innerhalb von 2 min nach Erstkontakt zum Patienten
2. Evaluation und Behandlung NACH Einsetzen der Apnoe und der Herzrhythmusstörung	
2.1. Atemwege öffnen / inspizieren / bewerten	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nachdem Apnoe eintritt unvollständig durchgeführt ODER • Befund „Apnoe“ nicht an das Team kommuniziert 	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nachdem Apnoe eintritt vollständig durchgeführt UND • Befund „Apnoe“ an das Team kommuniziert
2.2. Beginn Beutel-Masken-Beatmung	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nachdem Apnoe <u>eintritt</u> • Auch bei Beginn innerhalb von 30sec nachdem Apnoe <u>bemerkt</u> wird 	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nachdem Apnoe <u>eintritt</u>
2.3. Überprüfen der Effektivität der Beutel-Masken-Beatmung	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nach <u>Beatmungsbeginn</u> ODER • keine Verbalisierung über Effektivität der Beutel-Masken-Beatmung (Auskultation) ODER • keine abgeschlossene Optimierung innerhalb von 30sec, falls als notwendig kommuniziert 	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nach Beatmungsbeginn UND • Verbalisierung über Effektivität UND • Abgeschlossene Optimierung innerhalb von 30sec, falls als notwendig kommuniziert (Lagerung, 2-Personen-Technik, Guedel)
2.4. Pulskontrolle	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nach Eintritt der Herzrhythmusstörung erfolgt (Lebenszeichen, d. h. Spontanbewegung, Husten oder normale Atmung ODER Pulskontrolle) ODER • Pulskontrolle nicht an das Team kommuniziert <p>Anhand der SpO₂-Kurve erfolgt, ergibt „0“ Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nach Eintritt der Herzrhythmusstörung an A. carotis ext., A. brachialis, A. radialis oder A. femoralis erfolgt ODER Asystolie auskultiert ODER fehlendes Vorliegen von Lebenszeichen verbalisiert UND • An das Team kommuniziert
2.5. EKG-Rhythmus identifizieren	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Rhythmus gecheckt ABER nicht verbalisiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec korrekten Rhythmus identifiziert

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

<p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nach Rhythmusänderung gecheckt bzw. <u>falscher</u> Rhythmus verbalisiert 	<p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • verbalisiert
<p>2.6. Start CPR</p>	
<p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nach <u>Eintreten</u> der Pulslosigkeit begonnen <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlechte CPR-Technik: von Leitlinien abweichende Drucktiefe und -frequenz, inadäquate Thoraxentlastung, falscher Druckpunkt / Rhythmus, inadäquate Technik (z. B. nicht durchgestreckte Arme, nicht senkrecht über Patienten positioniert) 	<p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nach <u>Eintreten</u> der Pulslosigkeit begonnen <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gute CPR Technik: adäquate Drucktiefe und -frequenz, adäquate Thoraxentlastung, richtiger Druckpunkt / Rhythmus, adäquate Technik (z. B. durchgestreckte Arme, senkrecht über Patienten positioniert)
<p>2.7. Defibrillator vorbereiten</p>	
<p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 30sec nach Eintreten der Pulslosigkeit initiiert, d. h. Vorbereitung <u>begonnen</u> 	<p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 30sec nach Eintreten Pulslosigkeit initiiert, d. h. Vorbereitung <u>begonnen</u>
<p>2.8. IV/IO Infusion etablieren</p>	
<p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 120sec nach Eintreten der Pulslosigkeit abgeschlossen <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehr als 2 frustrane periphere Venenzugangs-anlagen innerhalb von mehr als 60sec 	<p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 120sec nach Eintreten der Pulslosigkeit abgeschlossen <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 60sec mit 2 oder weniger als 2 peripheren Venenzugangsanlagenversuchen bzw. als i. o.-Zugang etabliert
<p>2.9. Defibrillation (erste)</p>	
<p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 90sec nach Eintreten der Pulslosigkeit erfolgt <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit inkorrekt Dosis [weniger als 4 J/kgKG oder abgerundet] in Bezug auf das tatsächliche oder sinnvoll geschätzte Gewicht erfolgt [z. B. Gewicht = 2 x (Alter+4)] <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • In inkorrektem Modus erfolgt (d.h. Versuch einer Synchronisierung) <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht korrekt durchgeführt (Position der Paddles nicht korrekt, Ablauf nicht korrekt) 	<p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 90sec nach Eintreten der Pulslosigkeit <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit korrekter Dosis [4 J/kgKG, ggf. aufgerundet] in Bezug auf das tatsächliche oder sinnvoll geschätzte Gewicht erfolgt [z. B. Gewicht = 2 x (Alter+4)] <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • In korrektem Modus erfolgt (d. h. keine Synchronisierung) <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korrekt durchgeführt (Position der Paddles korrekt, Ablauf korrekt: Laden, Warnen, Sicherheitsabstand checken, defibrillieren)
<p>2.10. CPR (fortführen)</p>	
<p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Später als 10sec nach Defibrillation begonnen <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlechte CPR-Technik (s. unter Punkt 2.6.) <p>ODER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die CPR durchführende Person wurde nicht gewechselt <p>ODER</p>	<p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innerhalb von 10sec nach Defibrillation begonnen <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gute CPR Technik (s. unter Punkt 2.6.) <p>UND</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die CPR durchführende Person wurde gewechselt <p>Und</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohne vorherige Pulskontrolle

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

<ul style="list-style-type: none"> Mit vorheriger Pulskontrolle 	
2.11. Rhythmuskontrolle	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Rhythmus wurde gecheckt, aber nicht verbalisiert ODER Falscher Rhythmus wurde verbalisiert (nicht defibrillierbar statt defibrillierbar) ODER Nach weniger als 100sec bzw. mehr als 120sec nach der 1. Defibrillation durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> Der korrekte (defibrillierbare) Rhythmus wurde verbalisiert UND Die Rhythmuskontrolle wurde zwischen 100 und 120sec ODER nach 10 CPR Zyklen (15:2) nach der 1. Defibrillation durchgeführt
2.12. Defibrillation (zweite)*	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Nach weniger als 100sec oder mehr als 120sec nach 1. Defibrillation erfolgt ODER Mit inkorrekt er Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht erfolgt (s. Punkt 2.9.) ODER Im inkorrektem Modus erfolgt (d. h. Versuch einer Synchronisierung) ODER Nicht korrekt durchgeführt (Position der Paddles nicht korrekt, Ablauf nicht korrekt) 	<ul style="list-style-type: none"> Zwischen 100 und 120sec nach 1. Defibrillation ODER nach 10 CPR Zyklen (15:2) erfolgt UND Mit korrekter Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht erfolgt (s. Punkt 2.9.) UND Im korrekten Modus erfolgt (d. h. keine Synchronisierung) UND Korrekt durchgeführt (Position der Paddles korrekt, Ablauf korrekt: Laden, Warnen, Sicherheitsabstand checken, defibrillieren)
2.13. CPR (fortführen)	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.10. 	<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.10.
2.14. Rhythmuskontrolle	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.11. 	<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.11.
2.15. Defibrillation (dritte)*	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Nach weniger als 100sec oder mehr als 120sec nach 2. Defibrillation erfolgt ODER Mit inkorrekt er Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht erfolgt (s. Punkt 2.9.) ODER Im inkorrektem Modus erfolgt (d. h. Versuch einer Synchronisierung) ODER Nicht korrekt durchgeführt (Position der Paddles nicht korrekt, Ablauf nicht korrekt) 	<ul style="list-style-type: none"> Zwischen 100 und 120sec nach 2. Defibrillation ODER nach 10 CPR Zyklen (15:2) erfolgt UND Mit korrekter Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht erfolgt (s. Punkt 2.9.) UND Im korrekten Modus erfolgt (d. h. keine Synchronisierung) UND Korrekt durchgeführt (Position der Paddles korrekt, Ablauf korrekt: Laden, Warnen, Sicherheitsabstand checken, defibrillieren)
<p><small>*Anm.: Falls vor 2. oder 3. Defibrillation Sinusrhythmus eintritt, da Phase 2 beendet, weiter zu Punkt 2.17.! Falls mehr als 3 Defibrillationen erfolgen, werden Zwischenrhythmuskontrollen/CPR in Auswertung übersprungen, Punkt 2.17. Rhythmuskontrolle = Sinusrhythmus</small></p>	
2.16. CPR (fortführen)	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.10. 	<ul style="list-style-type: none"> Analog Punkt 2.10.

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

2.17. Rhythmuskontrolle (nach dritter bzw. letzter Defibrillation)	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Rhythmus wurde gecheckt, aber nicht verbalisiert ODER • Falscher Rhythmus wurde verbalisiert (nicht Sinusrhythmus) ODER • Nach weniger als 100sec bzw. mehr als 120sec nach der 3. bzw. letzten (bei mehr > 3) Defibrillation durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> • Der korrekte Rhythmus (Sinusrhythmus) wurde verbalisiert UND • Die Rhythmuskontrolle wurde zwischen 100 und 120sec ODER nach 10 CPR Zyklen (15:2) nach der 3. bzw. letzten (bei mehr > 3) Defibrillation durchgeführt
2.18. Pulskontrolle	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Pulskontrolle / Lebenszeichenabfrage erfolgt, aber nicht verbalisiert ODER • Nach weniger als 100sec bzw. mehr als 120sec nach der 3. bzw. letzten Defibrillation durchgeführt <p>Anhand der SpO₂-Kurve erfolgt, ergibt „0“ Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pulskontrolle an A. carotis ext., A. brachialis, A. radialis oder A. femoralis erfolgt bzw. nach Lebenszeichen gefragt UND • An das Team kommuniziert UND • Zwischen 100 und 120sec ODER nach 10 CPR Zyklen (15:2) nach der 3. bzw. letzten Defibrillation durchgeführt
2.19. Adrenalin	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Inkorrekte Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht verabreicht ODER • Vor der 3. Defibrillation verabreicht 	<ul style="list-style-type: none"> • I.V. / I.O. korrekte Dosis [10 µg/kgKG bzw. 0,1ml der 1:10 Lsg./kgKG] in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht verabreicht UND • Nach der 3. Defibrillation verabreicht
2.20. Amiodaron	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Inkorrekte Dosis in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht verabreicht ODER • Vor der 3. Defibrillation verabreicht 	<ul style="list-style-type: none"> • I.V. / I.O. korrekte Dosis [5mg/kgKG] in Bezug auf das tatsächliche oder geschätzte Gewicht verabreicht UND • Nach der 3. Defibrillation verabreicht
2.21. Blutdruck oder RKZ messen	
1 Punkt	2 Punkte
	<ul style="list-style-type: none"> • Nach Wiedereinsetzen der spontanen Zirkulation erfolgt
3. Suche nach reversiblen Ursachen	
3.1. 4Hs & HITS-Evaluation	
1 Punkt	2 Punkte

Anhang A - Untersuchungsinstrumente

<ul style="list-style-type: none"> • Unvollständig erledigt (siehe unter 2 Punkte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Komplette durchgeführt UND • Falls nötig Gegenmaßnahmen eingeleitet • Hs: Hypoxie, Hypovolämie, Hypo-/Hyperkalämie / metabolische Störung, Hypothermie • HITS: Herzbeuteltamponade, Intoxikationen, Thromboembolie, Spannungspneumothorax
3.2. Blutentnahme (BGA, Blutzucker, Elektrolyte)	
1 Punkt	2 Punkte
<ul style="list-style-type: none"> • Erledigt, aber nicht verbalisiert ODER • Unvollständig erledigt 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgeführt UND verbalisiert UND vollständig
3.3. Frühzeitig weitere Behandlung anbahnen	
1 Punkt	2 Punkte
	<ul style="list-style-type: none"> • Erledigt (z. B. definitive Atemsicherung, Verlegung auf Intensivstation, ggf. Konsil Kinderkardiologie, BNAW)

Falls nicht defibrilliert wird:

Punkt 2-9 bis 2-16 = 0 Punkte

Erstellt von: Nadine Mand | 20. Februar 2018

Vidiert von: Nadine Mand | 21. März 2018

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

1. Prüfung auf Normalverteilung

Variable	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Zeit bis zum Beginn der Beatmung	,132	88	,001	,899	88	,000
Zeit bis zum Beginn der Herzdruckmassage	,229	88	,000	,724	88	,000
Zeit bis zum Beginn der Defibrillation	,152	88	,000	,903	88	,000
Gesamtscore	,078	88	,200 ^a	,985	88	,424

*. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Tabelle 7: Prüfung der Variablen (Zeit bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen sowie Gesamtscore) auf Normalverteilung

2. Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Zusammensetzung von ärztlichem Personal vs. Pflegepersonal

		Gruppe			Gesamt
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Anzahl	Arzt/Ärztin	14	29	13	56
	Pflegepersonal	17	26	12	55
Gesamt		31	55	25	111

Tabelle 8: Vergleich der Verteilung der Berufsgruppen zwischen den einzelnen Gruppen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,485 ^a	2	,785
Likelihood-Quotient	,485	2	,784
Zusammenhang linear-mit-linear	,293	1	,589
Anzahl der gültigen Fälle	111		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 12,39.

Tabelle 9: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung des Vergleichs der Verteilung der Berufsgruppen zwischen den einzelnen Gruppen

3. Beschreibung des Teilnehmerkollektivs

3.1 Beschreibung des gesamten Teilnehmerkollektivs

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Assistenzarzt/-ärztin	44	39,3	39,3	39,3
	Oberarzt/-ärztin	11	9,8	9,8	49,1
	Chefarzt/-ärztin	1	,9	,9	50,0
	Pfleger/-in mit Intensivweiterbildung	13	11,6	11,6	61,6
	Pfleger/-in ohne Intensivweiterbildung	42	37,5	37,5	99,1
	Keine Angabe	1	,9	,9	100,0

Tabelle 10: Verteilung der Berufsstatus

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

		Gruppe			Gesamt
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Berufsstatus	Assistenzarzt/-ärztin	13	20	11	44
	Oberarzt/-ärztin	1	9	1	11
	Chefarzt/-ärztin	0	0	1	1
	Pfleger/-in mit Intensivweiterbildung	3	8	2	13
	Pfleger/-in ohne Intensivweiterbildung	14	18	10	42
Gesamt		31	55	25	111

Tabelle 11: Vergleich der Verteilung der Berufsstatus innerhalb der Untersuchungsgruppen T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	9,971 ^a	8	,267
Likelihood-Quotient	9,898	8	,272
Zusammenhang linear-mit-linear	,140	1	,708
Anzahl der gültigen Fälle	111		

a. 7 Zellen (46,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,23.

Tabelle 12: Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Verteilung der Berufsgruppen innerhalb der Untersuchungsgruppen

		Gruppe			Gesamt
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Geschlecht	Weiblich	30 (93,8%)	44 (80%)	21 (84%)	95 (84,8%)
	Männlich	2 (6,2%)	11 (20%)	4 (16%)	17 (15,2%)
Gesamt		32	55	25	112

Tabelle 13: Vergleich der Geschlechterverteilung innerhalb der Untersuchungsgruppen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,988 ^a	2	,225
Likelihood-Quotient	3,387	2	,184
Zusammenhang linear-mit-linear	1,276	1	,259
Anzahl der gültigen Fälle	112		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,79.

Tabelle 14: Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Geschlechterverteilung innerhalb der Untersuchungsgruppen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Alter	112	23	63	37,67	10,153
Gültige Werte (Listenweise)	112				

Tabelle 15: Altersverteilung des Gesamtkollektivs

3.2 Beschreibung des Ärztekollektivs

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Assistenzarzt/-ärztin	44	78,6	78,6	78,6
	Oberarzt/-ärztin	11	19,6	19,6	98,2
	Chefarzt/-ärztin	1	1,8	1,8	100,0
	Gesamt	56	100,0	100,0	

Tabelle 16: Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektivs

		Geschlecht		Gesamt
		Weiblich	Männlich	
Berufposition	Assistenzarzt/-ärztin	33	11	44
	Oberarzt/-ärztin	5	6	11
Gesamt		38	17	55

Tabelle 17: Geschlechterverteilung nach Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektiv

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,077a	2	,130
Likelihood-Quotient	4,109	2	,128
Zusammenhang linear-mit-linear	1,635	1	,201
Anzahl der gültigen Fälle	56		

a. 3 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,30.

Tabelle 18: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung der Geschlechterverteilung nach Berufsstatus innerhalb des Ärztekollektiv

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Alter (Jahre)	11	33	63	48,73	7,951
Berufserfahrung (Jahre)	11	,5	22,5	9,877	6,6675
Gültige Werte (Listenweise)	11				

Tabelle 19: Mittelwert von Alter und Berufsjahren der Oberärzte

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Berufserfahrung	44	1,0	13,0	3,820	3,1217
Alter	44	26	56	32,68	6,011
Gültige Werte (Listenweise)	44				

Tabelle 20: Mittelwert von Alter und Berufsjahren der Assistenzärzte

3.2 Beschreibung des Pflegekollektivs

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Geschlecht	Weiblich	55	100,0	100,0	100,0
	Männlich	0	0	0	0

Tabelle 21: Geschlechterverteilung des Pflegekollektivs

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Berufsstatus Pfleger/-in mit Intensivweiterbildung	13	23,6	23,6	23,6
Pfleger/-in ohne Intensivweiterbildung	42	76,4	76,4	100,0
Gesamt	55	100,0	100,0	

Tabelle 22: Berufsstatus des Pflegekollektivs

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Berufserfahrung (Jahre)	13	1,0	37,0	16,808	11,5930
Alter (Jahre)	13	26	56	39,85	9,008
Gültige Werte (Listenweise)	13				

Tabelle 23: Mittelwert von Alter und Berufserfahrung der Pflegekräfte mit Intensivweiterbildung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Berufserfahrung (Jahre)	42	1,0	41,5	16,030	12,6429
Alter (Jahre)	42	23	62	38,86	11,609
Gültige Werte (Listenweise)	42				

Tabelle 24: Mittelwert von Alter und Berufserfahrung der Pflegekräfte ohne Intensivweiterbildung

3.4 Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Kein zusätzliches Training	73	65,2	65,2	65,2
Zusätzliches Training	39	34,8	34,8	100,0
Gesamt	112	100,0	100,0	

Tabelle 25: Teilnahme an zusätzlichem Reanimationstraining

		Antworten		
		N	Prozent	Prozent der Fälle
Art des zusätzlichen Trainings	Internes Training	22	45,8%	56,4%
	ERC/AHA-Kurs	14	29,2%	35,9%
	Anderes Training	11	22,9%	28,2%
	Keine Angabe	1	2,1%	2,6%
Gesamt		48	100,0%	123,1%

Tabelle 26: Art des zusätzlichen Reanimationstrainings

		Gruppe			Gesamt
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Teilnahme an zusätzlichen Trainings	nein	26	30	17	73
	ja	6	25	8	39
Gesamt		32	55	25	112

Tabelle 27: Kreuztabelle zum Vergleich der Untersuchungsgruppen bezüglich Teilnahme und Art an zusätzlichen Trainings

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	6,469 ^a	2	,039
Likelihood-Quotient	6,759	2	,034
Zusammenhang linear-mit-linear	1,520	1	,218
Anzahl der gültigen Fälle	112		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 8,71.

Tabelle 28: Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der Untersuchungsgruppen bezüglich Teilnahme und Art an zusätzlichen Trainings

kor. P-Wert 0,017		Gruppe			Gesamt	
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}		
Zusätzliches Training?	nein	Anzahl	26	30	17	73
		Erwartete Anzahl	20,8571	35,8482	16,2946	73
		%	35,6164	41,0959	23,2877	100,00%
		Korrigierte Residuen	2,258	-2,3203	0,336	
		%	0,02394566	0,02032465	0,73687087	
	ja	Anzahl	6	25	8	39
		Erwartete Anzahl	11,1429	19,1518	8,7054	39
		%	15,3846	64,1026	20,5128	100,00%
		Korrigierte Residuen	-2,258	2,3203	-0,336	
		%	0,02394566	0,02032465	0,73687087	
Gesamt		Anzahl	32	55	25	112
		Erwartete Anzahl	32	55	25	112
		%	28,60%	49,10%	22,30%	100,00%

Tabelle 29: Teilnahme an zusätzlichen Trainings mit Bonferroni-Korrektur

3.5 Vergleich mit Initialstudie

3.5.1 Verteilung der Berufsstatus

Berufsstatus		Studienpopulation		Gesamt
		Initialstudie	FU	
Assistenzarzt/-ärztin		65	44	109
Oberarzt/-ärztin		16	11	27
Chefarzt/-ärztin		1	1	2
Pfleger/-in mit Intensivweiterbildung		20	13	33
Pfleger/-in ohne Intensivweiterbildung		72	42	114
Gesamt		174	111	285

Tabelle 30: Vergleich der Verteilung der Berufsstatus der Studienpopulation von Initialstudie und FU

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,447 ^a	4	,978
Likelihood-Quotient	,445	4	,979
Zusammenhang linear-mit-linear	,299	1	,585
Anzahl der gültigen Fälle	285		

a. 2 Zellen (20,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,78.

Tabelle 31: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Verteilung der Berufsstatus der Studienpopulation von Initialstudie und FU

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

3.5.2 Geschlecht

		Studienpopulation		Gesamt
		Initialstudie	FU	
Geschlecht	Weiblich	146	95	241
	Männlich	29	17	46
Gesamt		175	112	287

Tabelle 32: Vergleich der Geschlechterverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,098 ^a	1	,754		
Kontinuitätskorrektur ^b	,022	1	,882		
Likelihood-Quotient	,099	1	,753		
Exakter Test nach Fisher				,869	,444
Zusammenhang linear-linear	,098	1	,754		
Anzahl der gültigen Fälle	287				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 17,95.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 33: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Geschlechterverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU

3.5.3 Altersdurchschnitt

	Nullhypothese	Test	Sig.a,b	Entscheidung
1	Die Verteilung von Alter ist über die Kategorien von FUVsInitial identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,254	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 34: Vergleich der Altersverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU

Gesamtzahl	289
Mann-Whitney-U-Test	10701,000
Wilcoxon-W	17029,000
Teststatistik	10701,000
Standardfehler	691,699
Standardisierte Teststatistik	1,141
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,254

Tabelle 35: Signifikanzprüfung beim Vergleich der Altersverteilung der Studienpopulation von Initialstudie und FU

3.6 Beschreibung des Teamleiterkollektivs

3.6.1 Geschlechterverteilung des Teamleiterkollektivs

		Gruppe					Gesamt
		T _{OPrä}	T _{OPost}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Geschlecht	Weiblich	26 (56,5%)	27 (64,3%)	13 (61,9%)	9 (64,3%)	3 (42,9%)	78 (60%)
	Männlich	20 (43,5%)	15 (35,7%)	8 (38,1%)	5 (35,7%)	4 (57,1%)	52 (40%)
Gesamt		46	42	21	14	7	130

Tabelle 36: Geschlechterverteilung der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,549 ^a	4	,818
Likelihood-Quotient	1,531	4	,821
Zusammenhang linear-mit-linear	,345	1	,557
Anzahl der gültigen Fälle	130		

a. 2 Zellen (20,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,80.

Tabelle 37: Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Geschlechterverteilung der Teamleiter zwischen den Kollektiven der FU- und Initialstudie

3.6.2 Verteilung des Berufsstatus' der Teamleiter

		Gruppe			
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	Gesamt
Berufsstatus	Assistenzarzt/-ärztin	13 (61,9 %)	8 (57,1%)	4 (57,1%)	25 (59,5%)
	Oberarzt/-ärztin	8 (38,1 %)	6 (42,9%)	2 (28,5%)	16 (38,1%)
	Chefarzt/-ärztin	0 (0%)	0 (0%)	1 (14,3%)	1 (2,4%)
Gesamt		21	14	7	42

Tabelle 38: Vergleich der Verteilung der Berufsstatus' der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe (T₁, T_{2a}, T_{2b})

		Gruppe	
		T _{0Prä}	T _{0Post}
Gültig	Assistenzarzt/-ärztin	31(67,4%)	31 (73,8%)
	Oberarzt/-ärztin	15 (32,6%)	11 (26,2%)
	Gesamt	46	42

Tabelle 39: Verteilung der Berufsstatus' in der Initialstudie in den Gruppen T_{0Prä} und T_{0Post}

3.6.3 Alter und Berufserfahrung der Teamleiter

Gruppe		Alter	Berufsjahre
T ₁	Mittelwert	39,76	6,579
	N	21	21
	Minimum	27	,5
	Maximum	63	22,5
	Std.-Abweichung	10,329	5,6348
	% der Gesamtanzahl	50,0%	50,0%
T _{2a}	Mittelwert	41,93	7,439
	N	14	14
	Std.-Abweichung	11,283	5,9423
	% der Gesamtanzahl	33,3%	33,3%
T _{2b}	Mittelwert	37,43	5,186
	N	7	7
	Std.-Abweichung	11,043	5,2670
	% der Gesamtanzahl	16,7%	16,7%
Insgesamt	Mittelwert	40,10	6,633
	N	42	42
	Minimum	26	0,5
	Maximum	63	22,5
	Std.-Abweichung	10,615	5,5969
	% der Gesamtanzahl	100,0%	100,0%

Tabelle 40: Altersverteilung und Berufsjahre der Teamleiter nach Gruppe (T₁, T_{2a}, T_{2b})

3.6.4 Teilnahme der Teamleiter an zusätzlichen Reanimationstrainings

		Gruppe			Gesamt
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Teilnahme an zusätzlichem Training	nein	10 (47,6%)	6 (42,9%)	5 (71,4%)	21 (50%)
	ja	11 (52,4%)	8 (57,1%)	2 (28,6%)	21 (50%)
Gesamt		21	14	7	42

Tabelle 41: Teilnahme an zusätzlichen Reanimationstrainings der Teamleiter nach Untersuchungsgruppe (T₁, T_{2a}, T_{2b})

3.6.5 Vergleich struktureller Merkmale der drei Teamleiterkollektive (T₁, T_{2a}, T_{2b})

3.6.5.1 Geschlecht

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,988 ^a	2	,610
Likelihood-Quotient	,971	2	,615
Zusammenhang linear-mit-linear	,482	1	,487
Anzahl der gültigen Fälle		42	

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,83.

Tabelle 42: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Geschlechterverteilung der Teamleiter nach Messzeitpunkt nach Untersuchungsgruppe (T₁, T_{2a}, T_{2b})

3.6.5.2 Berufsstatus

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	5,290 ^a	4	,259
Likelihood-Quotient	3,886	4	,422
Zusammenhang linear-mit-linear	,572	1	,449
Anzahl der gültigen Fälle		42	

a. 5 Zellen (55,6%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,17.

Tabelle 43: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung beim Vergleich der Verteilung des Berufsstatus' der Teamleiter nach Messzeitpunkt nach Untersuchungsgruppe (T₁, T_{2a}, T_{2b})

3.6.5.3 Alter und Berufserfahrung:

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Alter ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,548	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von Berufserfahrung in der aktuellen Position ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,529	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 44: Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung von Altersverteilung und Verteilung der Berufserfahrung zwischen den Teamleitern

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Gesamtzahl	42
Teststatistik	1,203 ^{a,b}
Freiheitsgrad	2
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,548

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 45: Zusammenfassung Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung der Altersverteilung zwischen den Teamleitern

3.6.5.4 Teilnahme der Teamleiter an zusätzlichen Reanimationstrainings

Gesamtzahl	33
Teststatistik	1,272 ^{a,b}
Freiheitsgrad	2
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,529

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 46: Zusammenfassung Kruskal Wallis-Test zur Signifikanzprüfung von Verteilung der Berufserfahrung zwischen den Teamleitern

		Gruppe			
		T ₁	T _{2a}	T _{2b}	Gesamt
Nach t0 an Reatrainig	nein	10	6	5	21
teilgenommen	ja	11	8	2	21
Gesamt		21	14	7	42

Tabelle 47: Anzahl der Teamleiter, die an einem zusätzlichen Training teilgenommen haben nach Gruppenzugehörigkeit (T₁, T_{2a}, T_{2b})

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,619a	2	,445
Likelihood-Quotient	1,663	2	,435
Zusammenhang linear-mit-linear	,669	1	,413
Anzahl der gültigen Fälle	42		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,50.

Tabelle 48: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Teamleitern der Gruppen (T₁, T_{2a}, T_{2b}) in Bezug auf die Teilnahme an zusätzlichen Trainings

4. Leitlinienadhärenz

4.1 Häufigkeit der Durchführung der Schlüsselkompetenzen

Intervention	T _{0Post} N=46 (%)	T ₁ N=21 (%)	T _{2a} N=14 (%)	T _{2b} N=7 (%)
MB-Beatmung	46 (100)	21 (100)	14 (100)	7 (100)
Herzdruckmassage	46 (100)	18 (85,7)	14 (100)	6 (85,7)
Defibrillation	37 (80,4)	15 (71,4)	13 (92,9)	6 (85,7)

Tabelle 49: Vergleich der Häufigkeiten der Durchführung der Schlüsselkompetenzen

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

4.1.1 Masken-Beutel-Beatmung

		Gruppen				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Masken-Beutel-Beatmung	durchgeführt	46	21	14	7	88
	Nicht durchgeführt	0	0	0	0	0
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 50: Häufigkeit der Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung in den Untersuchungsgruppen

4.1.2 Herzdruckmassage

Vergleich aller Untersuchungsgruppen:

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Herzdruckmassage	nicht durchgeführt	0	3	0	1	4
	durchgeführt	46	18	14	6	84
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 51: Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage in den Untersuchungsgruppen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	8,980 ^a	3	,030
Likelihood-Quotient	9,577	3	,023
Zusammenhang linear-mit-linear	2,146	1	,143
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 4 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,32.

Tabelle 52: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Untersuchungsgruppen

Paarweise Vergleiche: Bonferroni-Korrektur $p < 0,008$

- *Vergleich Gruppen T_{0Post} mit T₁:*

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,879 ^a	1	,009		
Kontinuitätskorrektur ^b	3,945	1	,047		
Likelihood-Quotient	7,275	1	,007		
Exakter Test nach Fisher				,028	,028
Zusammenhang linear-mit-linear	6,777	1	,009		
Anzahl der gültigen Fälle	67				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,94.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 53: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

- *Vergleich Gruppen T_{0Post} mit T_{2a} :*

		Gruppe		Gesamt
		T_{0Post}	T_{2a}	
CPRzus	durchgeführt	46	14	60
	Nicht durchgeführt	0	0	0
Gesamt		46	14	60

Tabelle 54: Kreuztabelle Häufigkeit der Herzdruckmassage in den Gruppen T_{0Post} und T_{2a}

	Wert
Pearson-Chi-Quadrat	.a
Anzahl der gültigen Fälle	60

a. Es werden keine Statistiken berechnet, da CPRzus eine Konstante ist

Tabelle 55: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T_{2a}

- *Vergleich der Gruppen T_1 mit T_{2a} :*

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,188 ^a	1	,139		
Kontinuitätskorrektur ^b	,744	1	,388		
Likelihood-Quotient	3,251	1	,071		
Exakter Test nach Fisher				,259	,203
Zusammenhang linear-mit-linear	2,125	1	,145		
Anzahl der gültigen Fälle	35				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,20.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 56: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_1 und T_{2a}

- *Vergleich der Gruppen T_{0Post} mit T_{2b} :*

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,698 ^a	1	,010		
Kontinuitätskorrektur ^b	1,204	1	,273		
Likelihood-Quotient	4,180	1	,041		
Exakter Test nach Fisher				,132	,132
Zusammenhang linear-mit-linear	6,571	1	,010		
Anzahl der gültigen Fälle	53				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,13.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 57: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{0Post} und T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

- Vergleich der Gruppen T2a mit T2b:

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,077 ^a	1	,299		
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	1,463	1	,226		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,500
Zusammenhang linear-mit-linear	1,000	1	,317		
Anzahl der gültigen Fälle	14				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,50.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 58: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T_{2a} und T_{2b}

- Vergleich der Gruppen T1 und T2b:

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,000 ^a	1	1,000		
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,000	1	1,000		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,708
Zusammenhang linear-mit-linear	,000	1	1,000		
Anzahl der gültigen Fälle	28				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,00.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 59: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den Gruppen T₁ und T_{2b}

4.1.3 Defibrillation

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Durchführung der Defibrillation	nicht durchgeführt	9	6	1	1	17
	durchgeführt	37	15	13	6	71
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 60: Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation in den Untersuchungsgruppen

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,601 ^a	3	,457
Likelihood-Quotient	2,831	3	,418
Zusammenhang linear-mit-linear	,479	1	,489
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,35.

Tabelle 61: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation zwischen den Untersuchungsgruppen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Pearson-Chi-Quadrat	2,601 ^a	3	,457	,483		
Likelihood-Quotient	2,831	3	,418	,495		
Exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton	2,383			,505		
Zusammenhang linear-mit-linear	,479 ^b	1	,489	,504	,298	,090
Anzahl der gültigen Fälle	88					

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,35.

b. Die standardisierte Statistik ist ,692.

Tabelle 62: Signifikanzprüfung mittels exaktem Test nach Fisher auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation zwischen den Untersuchungsgruppen

Ergänzende Rechnungen: Vergleich der Häufigkeit der Defibrillation mit Prä-Werten:

		Gruppe				Gesamt
		T _{0 Prä}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Defibrillation	nicht durchgeführt	19	6	1	1	27
	durchgeführt	28	15	13	6	62
Gesamt		47	21	14	7	89

Tabelle 63: Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen im Vergleich zu den Prä-Trainings-Werten inkl. cheferztlich geleitetes Team

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	6,712 ^a	3	,082
Likelihood-Quotient	7,742	3	,052
Zusammenhang linear-mit-linear	5,771	1	,016
Anzahl der gültigen Fälle	89		

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,12.

Tabelle 64: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen mit den Prä-Trainings-Werten inkl. cheferztlich geleitetes Team

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Pearson-Chi-Quadrat	6,712 ^a	3	,082	,083		
Likelihood-Quotient	7,742	3	,052	,067		
Exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton	6,497			,078		
Zusammenhang linear-mit-linear	3,148 ^b	1	,076	,087	,043	,011
Anzahl der gültigen Fälle	89					

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,12.

b. Die standardisierte Statistik ist -1,774.

Tabelle 65: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Durchführung der Defibrillation der FU-Gruppen mit den Prä-Trainings-Werten inkl. cheförzlich geleitetes Team

4.2 Zeit bis zur Initiierung von Schlüsselkompetenzen

4.2.1. Zeit bis zur Masken-Beutel-Beatmung

Gruppe	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
T _{0post}	54,61	46	38,543	0	195
T ₁	48,57	21	35,788	0	146
T _{2a}	50,64	14	32,143	19	131
T _{2b}	42,14	7	30,943	0	82
Insgesamt	51,55	88	36,022	0	195

Tabelle 66: Zeit bis zur Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung zwischen den Gruppen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,932	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanz werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist 0,05.

Tabelle 67: Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Zeit bis zur Durchführung der Masken-Beutel-Beatmung zwischen den Gruppen (T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b})

Ergänzende Untersuchungen: Qualität der Masken-Beutel-Beatmung

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	22	5	8	2	37
	Zu spät oder nicht verbalisiert	21	8	4	5	38
	Korrekt durchgeführt	3	8	2	0	13
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 68: Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) im Vergleich der Untersuchungsgruppen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	16,153 ^a	6	,013
Likelihood-Quotient	15,522	6	,017
Zusammenhang linear-mit-linear	,397	1	,528
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 5 Zellen (41,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,03.

Tabelle 69: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen in Bezug auf die Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC)

Paarweise Vergleiche mit Bonferroni-Korrektur (p muss <0,0083 sein)

- *Vergleich zwischen T_{0Post} vs T₁:*

		Gruppe		Gesamt
		T _{0post}	T ₁	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	22	5	27
	Zu spät oder nicht verbalisiert	21	8	29
	Korrekt durchgeführt	3	8	11
Gesamt		46	21	67

Tabelle 70: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T₁

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	11,008 ^a	2	,004
Likelihood-Quotient	10,396	2	,006
Zusammenhang linear-mit-linear	8,604	1	,003
Anzahl der gültigen Fälle	67		

a. 1 Zellen (16,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,45.

Tabelle 71: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

- Vergleich zwischen Gruppen T2a und T2b:

		Gruppe		Gesamt
		T _{2a}	T _{2b}	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	8	2	10
	Zu spät oder nicht verbalisiert	4	5	9
	Korrekt durchgeführt	2	0	2
Gesamt		14	7	21

Tabelle 72: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,800 ^a	2	,150
Likelihood-Quotient	4,360	2	,113
Zusammenhang linear-mit-linear	,213	1	,645
Anzahl der gültigen Fälle	21		

a. 4 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,67.

Tabelle 73: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}

- Vergleich zwischen Gruppen T1 und T2a:

		Gruppe		Gesamt
		T ₁	T _{2a}	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	5	8	13
	Zu spät oder nicht verbalisiert	8	4	12
	Korrekt durchgeführt	8	2	10
Gesamt		21	14	35

Tabelle 74: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T₁ und T_{2a}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	4,402 ^a	2	,111
Likelihood-Quotient	4,503	2	,105
Zusammenhang linear-mit-linear	4,101	1	,043
Anzahl der gültigen Fälle	35		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,00.

Tabelle 75: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T₁ und T_{2a}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

- Vergleich zwischen Gruppen T_{0Post} und T_{2a}:

		Gruppe		Gesamt
		T _{0Post}	T _{2a}	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	22	8	30
	Zu spät oder nicht verbalisiert	21	4	25
	Korrekt durchgeführt	3	2	5
Gesamt		46	14	60

Tabelle 76: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2a}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,714 ^a	2	,424
Likelihood-Quotient	1,684	2	,431
Zusammenhang linear-mit-linear	,006	1	,937
Anzahl der gültigen Fälle	60		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,17.

Tabelle 77: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2a}

- Vergleich zwischen Gruppe T₀ und T_{2b}:

		Gruppe		Gesamt
		T _{0Post}	T _{2b}	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	22	2	24
	Zu spät oder nicht verbalisiert	21	5	26
	Korrekt durchgeführt	3	0	3
Gesamt		46	7	53

Tabelle 78: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,777 ^a	2	,411
Likelihood-Quotient	2,148	2	,342
Zusammenhang linear-mit-linear	,274	1	,601
Anzahl der gültigen Fälle	53		

a. 4 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,40.

Tabelle 79: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T_{0Post} und T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

- Vergleich zwischen Gruppen T1 und T2b:

		T1	T2b	
Überprüfung der Effektivität der Masken-Beutel-Beatmung	Findet nicht statt	5	2	7
	Zu spät oder nicht verbalisiert	8	5	13
	Korrekt durchgeführt	8	0	8
Gesamt		21	7	28

Tabelle 80: Kreuztabelle zum Vergleich der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T₁ und T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Pearson-Chi-Quadrat	3,971a	2	,137	,155		
Likelihood-Quotient	5,792	2	,055	,120		
Exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton	3,974			,176		
Zusammenhang linear-linear	1,740b	1	,187	,246	,153	,101
Anzahl der gültigen Fälle	28					

a. 3 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,75.

b. Die standardisierte Statistik ist -1,319.

Tabelle 81: Chi-Quadrat-Test zum paarweisen Vergleichen der Qualität der Masken-Beutel-Beatmung (Item 2.3 der PEC) zwischen Gruppe T₁ und T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Frühzeitiger Beginn der Masken-Beutel Beatmung

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Anzahl der beatmenden Teams	unter 30 sec	15	5	5	4	29
	ab 30 sec	31	16	9	3	59
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 82: Anzahl der Teams der jeweiligen Untersuchungsgruppen, die unter bzw. ab 30 Sekunden mit der Masken-Beutel-Beatmung begannen

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,699 ^a	3	,440
Likelihood-Quotient	2,610	3	,456
Zusammenhang linear-mit-linear	,820	1	,365
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,31.

Tabelle 83: Chi-Quadrat-Test zur Prüfung auf Unterschiede in der Anzahl der Teams, die unter bzw. ab 30 Sekunden mit der Masken-Beutel-Beatmung begannen, zwischen den Untersuchungsgruppen

4.2.2 Zeit bis zur Herzdruckmassage

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung	Minimum	Maximum
T _{0Post}	75,91	46	84,869	0	428
T ₁	109,56	18	111,104	19	438
T _{2a}	81,43	14	86,605	10	322
T _{2b}	126,67	6	104,619	39	318
Insgesamt	87,67	84	92,545	0	438

Tabelle 84: Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage in den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fu&CPR ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,038	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanz werden angezeigt. Das Signifikanzniveau 05.

Tabelle 85: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Zeit bis zur Durchführung der Herzdruckmassage zwischen den verschiedenen Gruppen

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Jeder Knoten enthält den durchschnittlichen Stichprobenrang Zeitpunkt.

Stichprobe1-Stichprobe2	Test-statistik	Std.-Fehler	Standardtest-statistik	Sig.	Angep. Sig.
t0post-t2a	-,663	7,796	-,085	,932	1,000
t0post-t1	-14,913	6,726	-2,217	,027	,160
t0post-t2b	-21,984	10,362	-2,122	,034	,203
t2a-t1	14,250	8,812	1,617	,106	,635
t2a-t2b	-21,321	11,823	-1,803	,071	,428
t1-t2b	-7,071	11,146	-,634	,526	1,000

Jede Zeile testet die Nullhypothese, dass die Verteilungen von Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanzen (2-seitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Tabelle 86 : Paarweise Vergleiche der Zeit bis zur Initiierung der Herzdruckmassage der Gruppen T_{0post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Gruppe	Gesamtzahl	Anzahl von Ereignissen	Zensiert	
			N	Prozent
T _{0post}	46	46	0	0,0%
T ₁	21	18	3	14,3%
T _{2a}	14	14	0	0,0%
T _{2b}	7	6	1	14,3%
Gesamt	88	84	4	4,5%

Tabelle 87: Wertetabelle für die Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung des Eintretens der Herzdruckmassage

Gruppe	Schätzer	Standardfehler	Mittelwert ^a		Schätzer	Standardfehler	Median	
			Untergrenze	Obergrenze			Untergrenze	Obergrenze
T _{0Pos}	75,913	12,513	51,387	100,439	39,000	12,999	13,521	64,479
T ₁	162,476	35,721	92,462	232,490	87,000	18,310	51,113	122,887
T _{2a}	81,429	23,146	36,062	126,795	53,000	27,127	,000	106,169
T _{2b}	177,143	57,452	64,537	289,748	117,000	64,156	,000	242,746
Gesamt	105,500	12,949	80,119	130,881	63,000	8,102	47,121	78,879

a. Die Schätzung ist auf die längste Überlebenszeit begrenzt, wenn sie zensiert ist.

Tabelle 88: Mittelwerte und Mediane für die Überlebenszeit der Kaplan-Meier-Kurve zur Darstellung des Eintretens der Herzdruckmassage

	Chi-Quadrat	df	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	9,733	3	,021

Test auf Gleichheit der Überlebensverteilungen für die verschiedenen Stufen von Zeitpunkt.

Tabelle 89: Chi-Quadrat Test zur Prüfung auf Unterschiede zwischen den Kurven der Kaplan-Meier-Kurve in Bezug auf das Eintreten der Herzdruckmassage

4.2.3 Zeit bis zur Defibrillation

Gruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung	Maximum	Minimum
T _{0Post}	200,59	37	101,848	508	34
T ₁	291,93	15	124,032	498	102
T _{2a}	229,92	13	81,181	354	133
T _{2b}	267,67	6	125,424	443	107
Insgesamt	230,93	71	109,839	508	34

Tabelle 90: Zeit bis zur Durchführung der Defibrillation zu den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b} (ohne Strafzeiten)

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fu&Defi ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,116	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanz werden angezeigt. Das Signifikanzniveau 05.

Tabelle 91: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Zeit bis zur Durchführung der Defibrillation zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Zeit bis zur Defibrillation der FU Gruppen im Vergleich zu vor dem Training (Prätest):

Gruppe	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
T _{0Prä}	248,18	28	135,8	31	510
T ₁	291,93	15	124,0	102	498
T _{2a}	229,92	13	81,2	133	354
T _{2b}	267,67	6	125,4	107	443
Insgesamt	256,82	62	121,6	31	510

Tabelle 92: Mittelwerte der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation im FU im Vergleich zu T_{0Prä} ohne Strafzeiten

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Zeit bis zur Defibrillation inkl. Strafzeiten ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,096	Nullhypothese beibehalten

Tabelle 93: Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation zwischen den Gruppen des FU und der Gruppe T_{0Prä}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Gesamtzahl	88
Teststatistik	6,352 ^{a,b}
Freiheitsgrad	3
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,096

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 94: Zusammenfassung Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung zum Vergleich der Zeit bis zum Beginn der Defibrillation zwischen den Gruppen des FU und der Gruppe T_{0Prä}

4.3 Verwendete Joule-Dosierung bei der Defibrillation

Gruppe	Joule/kg KG Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
T _{0post}	4,2525	31	1,10137	,83	8,00
T ₁	3,9667	12	,83919	1,60	5,00
T _{2a}	3,9798	7	1,08273	2,00	5,00
T _{2b}	3,8333	3	,28868	3,50	4,00
Insgesamt	4,1280	53	1,00522	,83	8,00

Tabelle 95: Mittelwert der verabreichten Joule-Dosierung der Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
Die Verteilung von JouleproKG ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,596	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanz werden angezeigt. Das Signifikanzniveau .05.

Tabelle 96: Signifikanzprüfung auf Unterschied der verwendeten Joule-Dosierungen zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

4.4 Gesamtscore

	N	Gesamtscore Mittelwert	Std.- Abweichung	Std.-Fehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
T _{0Prä}	47	91,447	25,7277	3,7528	83,893	99,001	33,5	137,5
T _{0post}	46	117,804	28,4766	4,1986	109,348	126,261	58,0	167,0
T ₁	21	103,524	29,1125	6,3529	90,272	116,776	52,0	152,5
T _{2a}	14	119,286	35,1747	9,4008	98,976	139,595	66,0	193,0
T _{2b}	7	111,429	24,8352	9,3868	88,460	134,397	77,5	149,5
Gesamt	88	114,125	29,6791	3,1638	107,837	120,413	52,0	193,0

Tabelle 97: Mittelwerte des Gesamtscores in den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Gesamtscore Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	3406,576	3	1135,525	1,303	,279
Innerhalb der Gruppen	73227,049	84	871,751		
Gesamt	76633,625	87			

Tabelle 98: Einfaktorielle ANOVA zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

(I) Gruppe	(J) Gruppe	Mittlere Differenz (I-J)	Std.-Fehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
T _{0post}	T ₁	14,2805	7,7758	,344	-7,904	36,465
	T _{2a}	-1,4814	9,0122	,999	-27,193	24,230
	T _{2b}	6,3758	11,9786	,963	-27,799	40,551
T ₁	T _{0post}	-14,2805	7,7758	,344	-36,465	7,904
	T _{2a}	-15,7619	10,1872	,498	-44,826	13,302
	T _{2b}	-7,9048	12,8860	,945	-44,669	28,859
T _{2a}	T _{0post}	1,4814	9,0122	,999	-24,230	27,193
	T ₁	15,7619	10,1872	,498	-13,302	44,826
	T _{2b}	7,8571	13,6676	,954	-31,137	46,851
T _{2b}	T _{0post}	-6,3758	11,9786	,963	-40,551	27,799
	T ₁	7,9048	12,8860	,945	-28,859	44,669
	T _{2a}	-7,8571	13,6676	,954	-46,851	31,137

Tabelle 99: Mehrfachvergleiche zur Prüfung auf Unterschied der Mittelwerte des Gesamtscores zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Zeitpunkt	N	Untergrenze für Alpha = 0.05.
T _{0post}	46	117,804
T ₁	21	103,524
T _{2a}	14	119,286
T _{2b}	7	111,429
Signifikanz		,573

Die Mittelwerte für die in homogenen Untergruppen befindlichen Gruppen werden angezeigt.

a. Verwendet ein harmonisches Mittel für Stichprobengröße = 14,102.

b. Die Gruppengrößen sind nicht identisch. Es wird das harmonische Mittel der Gruppengrößen verwendet. Fehlerniveaus des Typs I sind nicht garantiert.

Tabelle 100: Scheffé-Prozedur zur Prüfung auf Unterschied der Mittelwerte des Gesamtscores zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Teams mit mehr als der Hälfte der möglichen Punkte

Gruppe	Häufigkeit	n	Prozent
T _{0post}	12	46	26
T ₁	3	21	14,3
T _{2a}	2	14	14,3
T _{2b}	1	7	14,3

Tabelle 101: Anzahl der Teams mit Gesamtscore > 142 (50% der Maximalpunktzahl)

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,426a	3	,699
Likelihood-Quotient	1,446	3	,695
Zusammenhang linear-mit-linear	1,017	1	,313
Anzahl der gültigen Fälle	87		

a. 3 Zellen (37,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,37.

Tabelle 102: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Anzahl der Teams mit Gesamtscore > 142 (50% der Maximalpunktzahl) zwischen den Gruppen

Ergänzende Untersuchungen: Ursachen für Punkteverlust

Item	Anzahl Teams mit Punktzahl 0 (%)	Anzahl Teams mit Punktzahl 1 (%)	Anzahl Teams mit Punktzahl 2 (%)	Wichtung
1.1 Handschuhe anziehen	14 (33,3 %)	20 (47,6 %)	8 (19 %)	2
1.2 Ausrüstung überprüfen	16 (38,1 %)	26 (61,9 %)	0 (0 %)	4
1.3 Monitore anschließen	2 (4,8 %)	16 (38,1 %)	24 (57,1 %)	4,5
1.4 Hilfe rufen	0 (0 %)	3 (7,1 %)	39 (92,9 %)	5
1.5 ABC-Evaluation	0 (0 %)	39 (92,9 %)	3 (7,1 %)	5
1.6 Sauerstoff	34 (81 %)	1 (2,4 %)	7 (16,7 %)	5
1.7 Mitteilung der Diagnose	32 (76,2 %)	10 (23,8 %)	0 (0 %)	5
2.1 Atemwege bewerten	37 (88,1 %)	3 (7,1 %)	2 (4,8 %)	5
2.2 Beginn mit der MB-Beatmung	0 (0 %)	28 (66,7 %)	14 (33,3 %)	5
2.3 Überprüfung der Effektivität MB	15 (35,7 %)	17 (40,5 %)	10 (23,8 %)	5
2.4 Pulskontrolle	15 (35,7 %)	19 (45,2 %)	8 (19 %)	5
2.5 EKG-Rhythmus identifizieren	6 (14,3 %)	33 (78,6 %)	3 (7,1 %)	4,5
2.6 Beginn mit der Herzdruckmassage	7 (16,7 %)	25 (59,5 %)	10 (23,8 %)	5
2.7 Defibrillator vorbereiten	6 (14,3 %)	30 (71,4 %)	6 (14,3 %)	5
2.8 IV-/IO-Zugang etablieren	0 (0 %)	35 (83,3 %)	7 (16,7 %)	4,5
2.9 Erste Defibrillation	8 (19 %)	34 (81 %)	0 (0 %)	5
2.10 Herzdruckmassage fortführen (1)	11 (26,2 %)	24 (57,1 %)	7 (16,7 %)	5
2.11 Erste Rhythmuskontrolle	20 (47,6 %)	22 (52,4 %)	0 (0 %)	5
2.12 Zweite Defibrillation	19 (45,2 %)	19 (45,2 %)	4 (9,5 %)	5
2.13 Herzdruckmassage fortführen (2)	21 (50 %)	17 (40,5 %)	4 (9,5 %)	5
2.14 Zweite Rhythmuskontrolle	29 (69 %)	13 (31 %)	0 (0 %)	5
2.15 Dritte Defibrillation	29 (69,0 %)	12 (28,6 %)	1 (2,4 %)	5
2.16 Herzdruckmassage fortführen (3)	31 (73,8 %)	9 (21,4 %)	2 (4,8 %)	5
2.17 Dritte Rhythmuskontrolle	3 (7,1 %)	33 (78,6 %)	6 (14,3 %)	5
2.18 Zweite Puls	19 (45,2 %)	21 (50 %)	2 (4,8 %)	5
2.19 Adrenalingabe	14 (33,3 %)	22 (52,4 %)	6 (14,3 %)	5
2.20 Amiodarongabe	34 (81,0 %)	4 (9,5 %)	4 (9,5 %)	4
2.21 Messung der Recap-Zeit	23 (54,8 %)	0 (0 %)	19 (45,2 %)	3
3.1 HITs überprüfen	16 (38,1 %)	26 (61,9 %)	0 (0 %)	4,5
3.2 BE entnehmen	20 (47,6 %)	13 (31,0 %)	9 (21,4 %)	3,5
3.3 Weiterbehandlung einleiten	25 (59,5 %)	0 (0 %)	17 (40,5 %)	3

Tabelle 103: Anzahl der Teams der FU-Untersuchungen mit der entsprechenden Punktzahl in der PEC (orange markiert: Item, in dem > 50% der Teams 0 Punkte erreicht haben, blau markiert: Item, bei dem kein Team 2 Punkte erzielt hat)

4.5 Vergleich der durchgeführten Medikamentengaben

4.5.1 Adrenalin

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Adrenalingabe	Nicht erfolgt	10	10	1	3	24
	Inkorrekt	32	9	10	3	54
	korrekt	4	2	3	1	10
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 104: Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	10,357 ^a	6	,110
Likelihood-Quotient	10,512	6	,105
Zusammenhang linear-mit-linear	,042	1	,838
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 6 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,80.

Tabelle 105: Chi-Quadrat-Test Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)	Punkt-Wahrscheinlichkeit
Pearson-Chi-Quadrat	10,357 ^a	6	,110	,108		
Likelihood-Quotient	10,512	6	,105	,147		
Exakter Test nach Fisher-Freeman-Halton	10,549			,071		
Zusammenhang linear-mit-linear	,042 ^b	1	,838	,858	,454	,070
Anzahl der gültigen Fälle	88					

a. 6 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,80.

b. Die standardisierte Statistik ist ,205.

Tabelle 106: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

		Gruppe				Gesamt
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Adrenalingabe	Keine Gabe	10	10	1	3	24
	Gabe	36	11	13	4	64
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 107: Kreuztabelle Adrenalingabe ja/nein

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)	Punkt- Wahrscheinlic hkeit
Pearson-Chi-Quadrat	8,810 ^a	3	,032	,031		
Likelihood-Quotient	9,128	3	,028	,037		
Exakter Test nach Fisher- Freeman-Halton	8,589			,028		
Zusammenhang linear- mit-linear	,215 ^b	1	,643	,717	,361	,085
Anzahl der gültigen Fälle	88					

a. 2 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,91.

b. Die standardisierte Statistik ist -,464.

Tabelle 108: Fisher's exakter Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Häufigkeit der Adrenalingabe der Adrenalingaben zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Stichprobe 1 – Stichprobe 2	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
T1 – T2b	1,000	,588
T1 – T0Post	,045	,033
T1 – T2a	,023	,013
T2b – T0Post	,343	,222
T2b – T2a	,088	,088
T0Post – T2a	,430	,205

Tabelle 109: Post-Hoc-Analysen (Bonferroni-Korrektur: p<0,008) der Signifikanzprüfung der Häufigkeit der Adrenalingabe in den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Gruppe	Adrenalin in µg/kg KG Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
T _{0prä} *	26,56	19	57,57	8,00	250
T _{0post}	10,14	31	,76974	10,00	14,29
T ₁	10,22	9	,66667	10,00	12,00
T _{2a}	12,08	8	11,70911	1,67	40,00
T _{2b}	10,00	3	,00000	10,00	10,00
Insgesamt	10,45	51	4,48661	1,67	40,00

*Median (T_{0prä}): 10,00µg/kgKG

Tabelle 110: Mittelwerte der Adrenalin-Dosierungen zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von AdrenProKG ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,526	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau 0,05.

Tabelle 111: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Adrenalin-Dosierung zwischen den Gruppen T₀Post, T₁, T_{2a}, T_{2b}

4.5.2 Amiodaron

		Gruppe				Gesamt
		T ₀ post	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	
Amiodarongabe	Nicht erfolgt	31	17	12	5	65
	Inkorrekt	15	3	0	2	20
	korrekt	0	1	2	0	3
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 112: Häufigkeit und Korrektheit der Amiodarongaben zwischen den Gruppen T₀Post, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	13,375 ^a	6	,037
Likelihood-Quotient	16,026	6	,014
Zusammenhang linear-mit-linear	,120	1	,729
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 7 Zellen (58,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,24.

Tabelle 113: Signifikanzprüfung auf Unterschied von Anzahl und Korrektheit der Amiodarongaben zwischen den Gruppen T₀Post, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Korr. p=0,00417			
Pearson-Chi-Quadrat	4,362a	2	,113
Likelihood-Quotient	4,705	2	,095
Zusammenhang linear-mit-linear	,460	1	,498
Anzahl der gültigen Fälle	67		

a. 2 Zellen (33,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,31.

Tabelle 114: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T₀ und T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Korr. p=0,00417	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	3,184a	1	,074		
Kontinuitätskorrekturb	1,779	1	,182		
Likelihood-Quotient	5,067	1	,024		
Exakter Test nach Fisher				,172	,082
Zusammenhang linear-mit-linear	3,124	1	,077		
Anzahl der gültigen Fälle	53				

a. 1 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,98.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 115: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T₀ und T_{2a},

Korr. p=0,00417	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,045a	1	,831		
Kontinuitätskorrekturb	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,046	1	,830		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,602
Zusammenhang linear-mit-linear	,045	1	,833		
Anzahl der gültigen Fälle	53				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,25.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 116: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T₀ und T_{2b},

Korr. p=0,00417	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	1,556a	2	,459
Likelihood-Quotient	2,516	2	,284
Zusammenhang linear-mit-linear	1,316	1	,251
Anzahl der gültigen Fälle	28		

a. 4 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,25.

Tabelle 117: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T₁ und T_{2a},

Korr. p=0,00417	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	,994a	2	,608
Likelihood-Quotient	1,178	2	,555
Zusammenhang linear-mit-linear	,044	1	,833
Anzahl der gültigen Fälle	28		

a. 4 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,25.

Tabelle 118: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T₁ und T_{2b},

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Korr. p=0,00417	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,333a	1	,127		
Kontinuitätskorrekturb	,583	1	,445		
Likelihood-Quotient	3,107	1	,078		
Exakter Test nach Fisher				,462	,231
Zusammenhang linear-mit-linear	2,167	1	,141		
Anzahl der gültigen Fälle	14				

a. 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,00.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 119: Paarweise Vergleiche bezüglich der Amiodarongabe zwischen Gruppe T_{2a} und T_{2b}

		Gruppe				
		T _{0post}	T ₁	T _{2a}	T _{2b}	Gesamt
Amiodarongabe	Nicht erfolgt	31	17	12	5	65
	erfolgt	15	4	2	2	23
Gesamt		46	21	14	7	88

Tabelle 120: Häufigkeit der Amiodarongaben in den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	2,585a	3	,460
Likelihood-Quotient	2,713	3	,438
Zusammenhang linear-mit-linear	1,121	1	,290
Anzahl der gültigen Fälle	88		

a. 2 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,83.

Tabelle 121: Chi-Quadrat-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede in der Häufigkeit der Amiodarongabe zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Gruppe	Mittelwert Amiodaron (mg/kg KG)	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
T _{0post}	5,0000	17	,00000	5,00	5,00
T ₁	4,3333	3	,57735	4,00	5,00
T _{2a}	5,0000	2	,00000	5,00	5,00
T _{2b}	4,0000	1	.	4,00	4,00
Insgesamt	4,8696	23	,34435	4,00	5,00

Tabelle 122: Mittelwerte der Amiodaron-Dosierungen in den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
Die Verteilung von AmioProKG ist bei unabhängigen Stichproben identisch.	Kruskal-Wallis-Test	,001	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanzwerte werden angezeigt. Das Signifikanzniveau

Tabelle 123: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Amiodaron-Dosierung zwischen den Gruppen T_{0Post}, T₁, T_{2a}, T_{2b}

4.6 Zusammenhang der Leitlinienadhärenz mit strukturellen Merkmalen der Teamleiter

4.6.1 Der Berufsstatus als möglicher Einflussfaktor

4.6.1.1 Gesamtscore

	Berufsstatus des Teamleiters	N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Gesamtscore T ₁	Assistenzarzt	13	102,269	22,4737	6,2331
	Oberarzt	8	105,563	39,3450	13,9106
Gesamtscore T _{2a}	Assistenzarzt/-ärztin	8	124,938	24,5800	8,6903
	Oberarzt/-ärztin	6	111,750	47,4529	19,3726
Gesamtscore T _{2b}	Assistenzarzt/-ärztin	4	113,000	29,5804	14,7902
	Oberarzt/-ärztin	2	101,500	26,1630	18,5000

Tabelle 124: Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus der Teamleiter in den Gruppen T₁, T_{2a}, T_{2b}

	Levene-Test der Varianzgleichheit	T-Test für die Mittelwertgleichheit								
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
			z						Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	5,370	,032	-,246	19	,809	-3,2933	13,4005	-31,34	24,75
	Varianzen ungleich			-,216	9,861	,833	-3,2933	15,2432	-37,32	30,74

Tabelle 125: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T₁

	Levene-Test der Varianzgleichheit	T-Test für die Mittelwertgleichheit								
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
			z						Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	2,342	,152	,680	12	,510	13,1875	19,4022	-29,09	55,46
	Varianzen ungleich			,621	7,012	,554	13,1875	21,2325	-37,00	63,38

Tabelle 126: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2a}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	,012	,919	,462	4	,668	11,5000	24,9105	-57,66	80,66
	Varianzen ungleich			,486	2,365	,669	11,5000	23,6854	-76,73	99,73

Tabelle 127: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Veränderung des Gesamtscores innerhalb des Berufsstatus der Teamleiter zwischen den Zeitpunkten t₁ und t₂

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit							
		F	Sig.	T	df	Sig. (1-seitig)	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler	95% Konfidenzintervall der Differenz	
										Unterer Wert	Oberer Wert
Gesamt score	Varianzen sind gleich	,004	,953	-2,168	19	,022	,043	-22,6683	10,4574	-44,56	-,78
	Varianzen sind nicht gleich			-2,120	13,908	,026	,053	-22,6683	10,6945	-45,62	,28

Tabelle 128: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwert zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores der Teams unter assistenzärztlicher Leitung im Zeitverlauf (t₁ vs t_{2a})

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit							
		F	Sig.	T	df	Sig. (1-seitig)	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler	95% Konfidenzintervall der Differenz	
										Unterer Wert	Oberer Wert
Gesamtscore	Varianzen sind gleich	,030	,866	-,267	12	,397	,794	-6,1875	23,1740	-56,68	44,30
	Varianzen sind nicht gleich			-,259	9,652	,400	,801	-6,1875	23,8495	-59,59	47,21

Tabelle 129: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwert zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores der Teams unter oberärztlicher Leitung im Zeitverlauf (t₁ vs t_{2a})

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

		Assistenzärztlich geleitete Teams		Oberärztlich geleitete Teams	
		T ₁	T _{2a}	T ₁	T _{2a}
EKG-Rhythmus	Nicht erkannt	3	0	1	1
	Nicht benannt oder inkorrekt	10	7	7	4
	Korrekt erkannt	0	1	0	1
Gesamt		13	8	8	6

Tabelle 130: Item 2.5 Rhythmuserkennung in Abhängigkeit des Berufsstatus'

Berufsstatus	Mittelwert	N	Std.-Abweichung
Assistenzarzt/-ärztin	34,12	25	7,823
Oberarzt/-ärztin	49,06	16	7,903
Insgesamt	39,95	41	10,705

Tabelle 131: Altersdurchschnitt der Teamleiter nach Berufsstatus

4.6.1.2 Zeit bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen

Berufsstatus	Zeit bis zur Beatmung (sec)	Zeit bis zur Herzdruckmassage (sec)	Zeit bis zur Defibrillation	Gesamtscore	Berufsstatus
Assistenzarzt/-ärztin	Mittelwert	46,42	84,73	338,33	102,269
	N	12	11	9	13
	Std.-Abweichung	34,778	68,449	106,478	22,4737
	Minimum	0	19	178	66,5
	Maximum	119	251	498	147,0
Oberarzt/-ärztin	Mittelwert	53,50	148,57	222,33	105,563
	N	8	7	6	8
	Std.-Abweichung	41,189	155,757	123,477	39,3450
	Minimum	11	25	102	52,0
	Maximum	146	438	424	152,5
Insgesamt	Mittelwert	49,25	109,56	291,93	103,524
	N	20	18	15	21
	Std.-Abweichung	36,579	111,104	124,032	29,1125
	Minimum	0	19	102	52,0
	Maximum	146	438	498	152,5

Tabelle 132: Mittelwerttabellen von Zeit bis zur Beatmung, Herzdruckmassage, Defibrillation und Gesamtscore für Gruppe T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Berufsstatus	Zeit bis zur Beatmung (sec)	Zeit bis zur Herzdruckmassage (sec)	Zeit bis zur Defibrillation	Gesamtscore	Berufsstatus
Assistenzarzt/-ärztin	Mittelwert	47,25	88,62	234,37	124,938
	N	8	8	8	8
	Std.-Abweichung	37,465	104,177	68,404	24,5800
	Minimum	19	10	133	97,5
	Maximum	131	322	343	178,0
Oberarzt/-ärztin	Mittelwert	55,17	71,83	222,80	111,750
	N	6	6	5	6
	Std.-Abweichung	26,042	64,139	107,143	47,4529
	Minimum	26	19	134	66,0
	Maximum	92	193	354	193,0
Insgesamt	Mittelwert	50,64	81,43	229,92	119,286
	N	14	14	13	14
	Std.-Abweichung	32,143	86,605	81,181	35,1747
	Minimum	19	10	133	66,0
	Maximum	131	322	354	193,0

Tabelle 133: Mittelwerttabellen von Zeit bis zur Beatmung, Herzdruckmassage, Defibrillation und Gesamtscore für Gruppe T_{2a}

Berufsstatus des Teamleiters	Zeit bis zur Beatmung (sec)	Zeit bis zur Herzdruckmassage (sec)	Zeit bis zur Defibrillation (sec)	Berufsstatus des Teamleiters
Assistenzarzt/-ärztin	Mittelwert	47,50	119,50	300,33
	N	4	4	3
	Std.-Abweichung	40,780	132,862	148,288
	Minimum	0	39	147
	Maximum	82	318	443
Oberarzt/-ärztin	Mittelwert	26,00	165,00	299,00
	N	2	1	2
	Std.-Abweichung	1,414	.	60,811
	Minimum	25	165	256
	Maximum	27	165	342
Insgesamt	Mittelwert	40,33	128,60	299,80
	N	6	5	5
	Std.-Abweichung	33,488	116,847	109,177
	Minimum	0	39	147
	Maximum	82	318	443

Tabelle 134: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters in Gruppe T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,595 ¹	Nullhypothese beibehalten
Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,595 ¹	Nullhypothese beibehalten
Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,161 ¹	Nullhypothese beibehalten

Tabelle 135: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T₁

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	1,000 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,282 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Berufszsm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,852 ¹	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist 0,05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 136: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T_{2a}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Berufsstm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,267 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Berufsstm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,533 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Berufsstm identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,800 ¹	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 137: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Berufsstatus des Teamleiters (Ober- vs. Assistenzarzt) in Gruppe T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Veränderung in der Zeit bis zur Herzdruckmassage über die Zeit zwischen t₁ und t_{2a} innerhalb der oberärztlich geleiteten Teams

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von der Zeit bis zur Herzdruckmassage ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,250	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 138: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Herzdruckmassage innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

Gesamtzahl	13
Teststatistik	1,321 ^{a,b}
Freiheitsgrad	1
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,250

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 139: Kruskal-Wallis Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Herzdruckmassage innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Ergänzende Untersuchungen: Veränderung der Zeit bis zur Defibrillation über die Zeit zwischen t₁ und t_{2a} innerhalb des jeweiligen Berufsstatus

	Nullhypothese	Test	Sig.a,b	Entscheidung
1	Die Verteilung von der Zeit bis zur Defibrillation ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,006c	Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

c. Exakte Signifikanz wird für diesen Test angezeigt.

Tabelle 140: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der assistenzärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

Gesamtzahl	21
Mann-Whitney-U-Test	15,000
Wilcoxon-W	51,000
Teststatistik	15,000
Standardfehler	13,763
Standardisierte Teststatistik	-2,688
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,007
Exakte Si. (zweiseitiger Test)	0,006

Tabelle 141: Mann-Whitney-U-Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der assistenzärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

	Nullhypothese	Test	Sig.a,b	Entscheidung
1	Die Verteilung von der Zeit bis zur Defibrillation ist über die Kategorien von Zeitpunkt identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,852c	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

c. Exakte Signifikanz wird für diesen Test angezeigt.

Tabelle 142: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

Gesamtzahl	14
Mann-Whitney-U-Test	22,000
Wilcoxon-W	43,000
Teststatistik	22,000
Standardfehler	7,703
Standardisierte Teststatistik	-,260
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,795
Exakte Sig.(zweiseitiger Test)	,852

Tabelle 143: Mann-Whitney-U-Test zur Signifikanzprüfung der Zeit bis zur Defibrillation innerhalb der oberärztlich geführten Teams im Vergleich zwischen Zeitpunkt t₁ und t_{2a}

4.6.2 Das Geschlecht als möglicher Einflussfaktor

4.6.2.1. Gesamtscore

Geschlecht	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
Weiblich	99,346	13	32,4361	52,0	152,5
Männlich	110,313	8	23,0836	83,0	146,0
Insgesamt	103,524	21	29,1125	52,0	152,5

Tabelle 144: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T₁

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-seitig)	,Mittlere Differenz	Differenz für Standardfehler
Gesamtscore	Varianzen sind gleich	,761	,394	-,832	18,453	,416	-10,97	13,18
	Varianzen sind nicht gleich			-,903	18,453	,378	-10,97	12,14

Tabelle 145: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test der Mittelwertgleichheit der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T₁

Geschlecht	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
Weiblich	113,333	9	34,0881	66,0	178,0
Männlich	130,000	5	38,3911	97,0	193,0
Insgesamt	119,286	14	35,1747	66,0	193,0

Tabelle 146: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2a}

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	,103	,754	-,840	12	,417	-16,6667	19,8457	-59,9068	26,5735
	Varianzen ungleich			-,810	7,547	,443	-16,6667	20,5885	-64,6440	31,3107

Tabelle 147: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2a}

Geschlecht	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum
Weiblich	129,000	2	28,9914	108,5	149,5
Männlich	99,250	4	22,1002	77,5	120,0
Insgesamt	109,167	6	26,4039	77,5	149,5

Tabelle 148: Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit					95% Konfidenzintervall der Differenz		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere	
Gesamtscore	Varianzen gleich	,565	,494	1,431	4	,226	29,7500	20,7925	-27,9792	87,4792
	Varianzen ungleich			1,277	1,620	,354	29,7500	23,2885	-96,7240	156,2240

Tabelle 149: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test für die Mittelwertgleichheit zur Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2b}

4.6.2.2 Initialisierung von Schlüsselkompetenzen

Geschlecht	Zeit bis Beatmung (Sec)	Zeit bis Herzdruckmassege (Sec)	Zeit bis Defibrillation (Sec)	Geschlecht
Weiblich	Mittelwert	48,23	79,27	305,88
	N	13	11	8
	Std.-Abweichung	31,836	71,656	124,756
	Minimum	0	19	102
	Maximum	119	251	498
Männlich	Mittelwert	49,13	157,14	276,00
	N	8	7	7
	Std.-Abweichung	43,832	148,641	131,081
	Minimum	0	46	135
	Maximum	146	438	454
Insgesamt	Mittelwert	49,25	109,56	291,93
	N	20	18	15
	Std.-Abweichung	36,579	111,104	124,032
	Minimum	0	19	102
	Maximum	146	438	498

Tabelle 150: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,860 ¹	Nullhypothese beibehalten
Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,301 ¹	Nullhypothese beibehalten
Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,210 ¹	Nullhypothese beibehalten

Tabelle 151: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht in Gruppe T₁

Geschlecht		Zeit bis Beatmung (Sec)	Zeit bis Herzdruckmassage (Sec)	Zeit bis Defibrillation (Sec)
Weiblich	Mittelwert	61,56	77,89	270,00
	N	9	9	8
	Std.-Abweichung	34,940	96,488	76,058
	Minimum	19	11	134
	Maximum	131	322	354
Männlich	Mittelwert	31,00	87,80	165,80
	N	5	5	5
	Std.-Abweichung	12,884	75,351	35,996
	Minimum	21	10	133
	Maximum	53	193	221
Insgesamt	Mittelwert	50,64	81,43	229,92
	N	14	14	13
	Std.-Abweichung	32,143	86,605	81,181
	Minimum	19	10	133
	Maximum	131	322	354

Tabelle 152: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2a}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,797 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,147 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,012 ¹	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist .05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 153: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2a}

Geschlecht		Zeit bis Beatmung (Sec)	Zeit bis Herzdruckmassage (Sec)	Zeit bis Defibrillation (Sec)
Weiblich	Mittelwert	54,50	178,50	295,00
	N	2	2	2
	Std.-Abweichung	38,891	197,283	209,304
	Minimum	27	39	147
	Maximum	82	318	443
Männlich	Mittelwert	33,25	95,33	303,00
	N	4	3	3
	Std.-Abweichung	34,121	60,797	43,555
	Minimum	0	53	256
	Maximum	81	165	342
Insgesamt	Mittelwert	40,33	128,60	299,80
	N	6	5	5
	Std.-Abweichung	33,488	116,847	109,177
	Minimum	0	39	147
	Maximum	82	318	443

Tabelle 154: Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore nach Geschlecht der Teamleiter in Gruppe T_{2b}

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußCPR ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	1,000 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,267 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von fußDefi ist über die Kategorien von Geschlecht identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	1,000 ¹	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 155: Signifikanzprüfung auf Unterschiede der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen nach Geschlecht des Teamleiters in Gruppe T_{2b}

Ergänzende Untersuchungen: Zeitlicher Verlauf der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation nach Geschlecht

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation ist über die Kategorien der Untersuchungsgruppen identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,250	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 156: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t₁ und t₂ der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Frauen

Gesamtzahl	24
Teststatistik	2,770 ^{a,b}
Freiheitsgrad	2
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,250

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamtttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 157: Kruskal-Wallis-Test zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t₁ und t₂ der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Frauen

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von von Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation ist über die Kategorien der Untersuchungsgruppen identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,051	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 158: Hypothesentestübersicht zur Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t₁ und t₂ der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Männer

Gesamtzahl	17
Teststatistik	5,944 ^{a,b}
Freiheitsgrad	2
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,051

a. Die Teststatistik wird für Bindungen angepasst.

b. Mehrfachvergleiche wurden nicht durchgeführt, weil der Gesamttest keine signifikanten Unterschiede zwischen Stichproben aufweist.

Tabelle 159: Kruskal-Wallis-Test Signifikanzprüfung auf Unterschiede zwischen Zeitpunkt t₁ und t₂ der Zeit bis zur Initialisierung der Defibrillation innerhalb der Männer

4.6.3 Zusätzliche Teilnahme des Teamleiters an einem ERC/AHA-Kurs als möglicher Einflussfaktor

Teilnahme des Teamleiters an ERC/AHA-Kurs	Gesamtscore	Zeit bis Beatmung (Sec)	Zeit bis Herzdruckmassage (Sec)	Zeit bis	Teilnahme des Teamleiters an ERC/AHA-Kurs
eine Teilnahme	Mittelwert	103,588	49,13	125,64	287,58
	N	17	16	14	12
	Std.-Abweichung	32,4708	40,426	121,909	128,413
	Minimum	52,0	0	19	102
	Maximum	152,5	146	438	498
Teilnahme	Mittelwert	103,250	49,75	53,25	309,33
	N	4	4	4	3
	Std.-Abweichung	5,1881	17,385	10,689	128,161
	Minimum	97,0	31	43	210
	Maximum	108,0	66	66	454
Insgesamt	Mittelwert	103,524	49,25	109,56	291,93
	N	21	20	18	15
	Std.-Abweichung	29,1125	36,579	111,104	124,032
	Minimum	52,0	0	19	102
	Maximum	152,5	146	438	498

Tabelle 160: Mittelwerte von Gesamtscore und Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T₁

Anhang B - Rechnungen und Tabellen

Teilnahme des Teamleiters an ERC/AHA-Kurs		Gesamtscore	Zeit bis Beatmung (Sec)	Zeit bis Herzdruckmassage (Sec)	Zeit bis Defibrillation (Sec)
Keine Teilnahme	Mittelwert	117,955	55,82	86,73	219,00
	N	11	11	11	10
	Std.-Abweichung	39,8776	34,123	96,057	72,302
	Minimum	66,0	19	10	134
	Maximum	193,0	131	322	354
Teilnahme	Mittelwert	124,167	31,67	62,00	266,33
	N	3	3	3	3
	Std.-Abweichung	6,7515	14,364	43,555	115,902
	Minimum	117,5	21	23	133
	Maximum	131,0	48	109	343
Insgesamt	Mittelwert	119,286	50,64	81,43	229,92
	N	14	14	14	13
	Std.-Abweichung	35,1747	32,143	86,605	81,181
	Minimum	66,0	19	10	133
	Maximum	193,0	131	322	354

Tabelle 161: Mittelwerte von Gesamtscore und Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen inkl. Gesamtscore von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_{2a}

4.6.3.1 Signifikanzprüfung Unterschied der Mittelwerte der Gesamtscores

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	6,590	,019	,020	19	,984	,3382	16,5985	-34,4028	35,0792
	Varianzen ungleich			,041	18,499	,968	,3382	8,2916	-17,0481	17,7245

Tabelle 162: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test zur Prüfung der Mittelwertgleichheit der Gesamtscores von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T₁

		Levene-Test der Varianzgleichheit			T-Test für die Mittelwertgleichheit					
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Gesamtscore	Varianzen gleich	2,468	,142	-,261	12	,798	-6,2121	23,7786	-58,0213	45,5971
	Varianzen ungleich			-,491	11,573	,632	-6,2121	12,6396	-33,8645	21,4403

Tabelle 163: Levene-Test der Varianzgleichheit und T-Test zur Prüfung der Mittelwertgleichheit der Gesamtscores von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs in Gruppe T_{2a}

4.6.3.2 Signifikanzprüfung Unterschied der Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung der Schlüsselkompetenzen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von ERCAHA_FUI identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,682 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von ZeitCPRStraf ist über die Kategorien von ERCAHA_FUI identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,144 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von ZeitDefiStraf ist über die Kategorien von ERCAHA_FUI identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,985 ¹	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist 0,05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 164: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs Gruppe T₁

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von fußBeatmung ist über die Kategorien von ZeitpunktERC identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,225 ¹	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung von ZeitCPRStraf ist über die Kategorien von ZeitpunktERC identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,885 ¹	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von ZeitDefiStraf ist über die Kategorien von ZeitpunktERC identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,885 ¹	Nullhypothese beibehalten

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist 0,05.

¹Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

Tabelle 165: Signifikanzprüfung auf Unterschied der Mittelwerte der Zeiten bis zur Initialisierung von Schlüsselkompetenzen von Teams mit Teamleitern mit und ohne zusätzlichen ERC/AHA-Kurs Gruppe T_{2a}

5. Gründe für Nichtteilnahme

		Gruppe		T2b zusätzlich (T1 nicht möglich)	T2b ursprünglich geplant
		T1	T2a		
Teilnahme/Nichtteilnahme	keine Teilnahme	68	32	51	16
	Teilnahme	87	55	17	8
Gesamt		155	87	68	24

Tabelle 166: Teilnahmequote am FU nach Untersuchungsgruppen

		FU I	FU II	Gesamt
Grund für Nichtteilnahme	kein Interesse	16	21	37 (22,2%)
	Urlaub, Freizeitausgleich, Dienstbefreiung, Fortbildung	16	16	32 (19,2%)
	Mutterschutz/Elternzeit	2	8	10 (6%)
	AV beendet	10	18	28 (16,8%)
	Dienst/Nachtdienstfrei	17	14	31 (18,6%)
	krank	7	5	12 (7,2%)
	Fehlende Angaben		17	17(10,2%)
Gesamt		68	99	167

Tabelle 167: Gründe für Nichtteilnahme am FU

Anhang C – Bildlizenz

Bildlizenzen für Abbildung 1, Abbildung 2 und Abbildung 3

5.5.2020

RightsLink Printable License

SPRINGER NATURE LICENSE TERMS AND CONDITIONS

May 05, 2020

This Agreement between Metzgergasse 1 ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number	4822540616558
License date	May 05, 2020
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Notfall + Rettungsmedizin
Licensed Content Title	Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern („paediatric life support“)
Licensed Content Author	I.K. Maconochie et al
Licensed Content Date	Nov 12, 2015
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	academic/university or research institute
Format	print and electronic
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	3
Will you be translating?	no

Anhang C – Bildlizenz

5.5.2020

RightsLink Printable License

Circulation/distribution	1 - 29
Author of this Springer Nature content	no
Title	Adhärenz zu pädiatrischen Reanimationsleitlinien sechs Monate sowie ein Jahr nach stattgehabtem Inhouse Simulationstraining an hessischen Kinderkliniken
Institution name	Philipps-Universität Marburg
Expected presentation date	Sep 2020
Portions	Abbildungen 9,10,11
Requestor Location	Anja Heinzelmann Metzgergasse 1 Marburg, 35037 Germany Attn: Anja Heinzelmann
Total	0.00 EUR

Anhang D

Anhang D

a. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Vorklinischer Studienabschnitt an der Philipps-Universität Marburg (2012 bis 2014):

Adamkiewich, Bette, Bolte, Bonaterra, Brehm, Cetin, Daut, Decher, del Rey, Dickschat, Dreher, Feuser, Fritz, Grundmann, Haasenritter, Halaszovich, Heuer, Hildebrandt, Homberg, Kinscherf, Kubo, Lill, Meissner, Mueller, Müller, Mutters, Nau, Neumüller, Oberwinkler, Oliver, Patrascan, Preisig-Müller, Reese, Rost, Sahmland, Schachtner, Schäfer, Schratt, Schütz, Seitz, Stahl, Steiniger, Stiewe, Thieme, Träger, Weihe, Westerman, Westermann, Wilhelm, Wrocklage.

Klinischer Studienabschnitt an der Philipps-Universität Marburg (2014 bis 2019):

Aust, Barth, Bartsch, Bauer, Baum, Becker, Becker, Behe, Beneke, Benes, Bergmann, Berwanger, Best, Bliemel, Blüml, Borawski, Bösner, Brandt, Brandt, Burghard, Carl, Cassebaum, Depboylu, Dettmyer, Dodel, Donner-Banzhoff, Eberhart, Eberle, Efe, Ehlenz, Ehrich, Eivazi, Falkenberg, Feldmann, Fendrich, Fenner, Fohme, Franz, Freitag, Freund, Fritz, Fuchs-Winkelmann, Funk, Gebhardt, Geldner, Geraedts, Gerken, Glatz, Görk, Goldmann, Gorny, Graf, Gress, Greulich, Grikscheit, Grond, Grosse, Günther, Häußermann, Hegele Hemmeter, Heverhagen, Heverhagen, Hoch, Hofmann, Hoyer, Icks, Jablonski-Momeni, Jansen, Jerrentrup, Kalmus, Kann, Keller, Kern, Kill, Kim-Berger, Kircher, Kleinschnitz, Klingmueller, Kluge, Knake, Knipper, Koczulla, Koehler, Kohl, Kolb-Niemann, König, Kroh, Kruse, Kühne, Kühnert, Kussin, Leonhardt, Leppek, Leson, Loest, Lohoff, Lübbe, Maier, Maisner, Mand, Mayer, Menzer, Meyer, Mittag, Moll, Möller, Moosdorf, Müller, Mylius, Neubauer, Neubert, Nikolaizik, Nimsky, Olbert, Oertel, Öhlner, Opitz, Pagenstecher, Pankuweit, Peterlein, Plant, Plöger, Reese, Renz, Riera-Knorrenschild, Ries, Rogosch, Röttgers, Ruchholtz, Rüscher, Schäfer, Schales, Schieffer, Schmeck, Schmid, Schmidt, Schönbauer, Schu, Schüttler, Schwab, Seifart, Seitz, Sekundo, Serzisko, Sevinc, Sohlbach, Stibane, Strik, Tackenberg, Teepker, Teymoortash, Thiemer, Timmesfeld, Torossian, Uphoff, Vassiliou, Vogelmeier, von Zezschwitz, Vojnar, Völlger, Vorwerk, Wagner, Wagner, Wallot, Weihe, Wiesmann, Wiltig, Wissniowski, Worzfeld, Wulf, Zavorothnyy, Zemlin, Ziller, Zink, Zoremba, Zwiorek.

Anhang D

b. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Menschen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben. Allen voran gilt mein Dank Frau Dr. Nadine Mand, die mein Interesse für diese Doktorarbeit durch ihre Begeisterung für die Optimierung in der pädiatrischen Notfallversorgung geweckt hat, für ihre ausgezeichnete Ausarbeitung der Studie und die umfangreiche, effektive und persönliche Betreuung dieser Arbeit. Weiterhin gilt mein besonderer Dank Herrn PD Dr. Andreas Leonhardt, der diese Arbeit überhaupt erst möglich gemacht hat. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Herrn PD Dr. Helmut Sitter für die gründliche Supervision der statistischen Auswertungen und bei Frau Dr. Tina Stibane für ihr Engagement in der Planung und Durchführung von Training und Studie.

Außerdem möchte ich mich von Herzen bei meiner Mit-Doktorandin Leonie Heinze bedanken! Danke, dass Du diesen Weg mit mir gemeinsam gegangen bist - deine Vorarbeit, dein Durchblick und deine allzeit verlässliche Unterstützung waren Gold wert! Marieke Hoffmann und Michelle Schöttler - auch euch gilt ein großes Dankeschön. Ihr habt uns den Weg durch eure Arbeit an der Initialstudie geebnet und durch eure Erfahrungen die Arbeit um ein Vielfaches erleichtert.

Danke an meine lieben ehemaligen Mitbewohnerinnen Malala und Katja und an alle lieben Freundinnen, die mich in diesem Lebensabschnitt durch ihre Freundschaft, Ermutigung und ihr Gebet hindurchgetragen haben. Svenja, Sascia, Paulina und Alisa: danke für die Jahre unseres gemeinsamen Studiums, eure vielen, ermutigende Worte, jede gemeinsame Stunde in der Bibliothek und vor allem auch eure vielen, hilfreichen Tipps. Ich durfte so sehr von euren Vorerfahrungen profitieren. Ihr seid mir sehr wertvoll.

Noch viel mehr gilt mein Dank jedoch meinen lieben Eltern Britta und Jürgen Heinzemann. Ich danke euch für eure Liebe und Förderung in so vielen Hinsichten, die ihr in mein Aufwachsen, meine persönliche Entwicklung und meine Ausbildung gesteckt habt. Ich habe euch sehr lieb! Auch möchte ich meine Großeltern, Ingrid und Horst Wagner nicht unterschlagen, selbst wenn ihr inzwischen nicht mehr auf dieser Erde seid. Danke, dass ihr mich immer darin ermutigt habt, Zeit und Kraft in eine Doktorarbeit zu investieren.

Mein Mann Pascal, ich weiß nicht, ob ich mich ohne Dich an dieses Projekt herangewagt hätte. Als ich damit vor über dreieinhalb Jahren begonnen habe, hatte unser gemeinsamer Weg gerade erst begonnen. Danke für deine verlässliche Liebe und dein Zu-mir-Stehen an jedem Tag bis heute. Danke, dass Du mir so viel zutraust und mich immer wieder angespornt hast, mein Bestes zu geben! Ich liebe Dich.

Zuletzt und vor allem gilt mein Dank meinem Vater im Himmel und meinem Retter Jesus Christus. *“Denn von ihm und durch ihn und zu ihm sind alle Dinge. Ihm sei Ehre in Ewigkeit!”* (Römer 11,36)