

Aus der
Klinik für Allgemeine-, Unfall und Wiederherstellungschirurgie
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. W. Böcker

**Einfluss von direktem Manikin-Feedback versus
indirektem Instruktor-Feedback auf die Performanz der
Thoraxkompressionen durch Medizinstudierende**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von:

Swetlana Schütz, geb. Domanov

aus Iwanowo

2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Karl-Georg Kanz

Mitberichterstatter: PD Dr. Markus Albertsmeier
PD Dr. Ines Kaufmann
Prof. Dr. Klaus Hofmann-Kiefer

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Johannes Luxen

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen
Prüfung: 19.05.2020

Meinen Eltern, Oliver und Fiona gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
1. Einleitung	2
1. 1. Herz-Kreislauf-Erkrankungen: Todesursache Nummer 1 in Europa	2
1. 2. CPR als effektive Maßnahme	4
1. 3. Standardisiertes Vorgehen beim Herz-Kreislauf- Stillstand	6
1. 4. Das Vorgehen bei der CPR	8
1. 5. Etablierte Kurskonzepte	12
1. 5. 1. ERC Basic Life Support (BLS)	12
1. 5. 2. ERC Advanced Life Support (ALS)	12
1. 5. 3. Instruktorausbildung	13
1. 5. 4. Etablierte Szenarien	14
1. 5. 5. Reanimationsphantome	15
1. 6. Geschichte und Entwicklung der Manikins für die CPR-Ausbildung	16

1. 7. Feedbacksysteme	18
1. 7. 1. Ziele für die Anwendung eines Feedbacksystems	18
1. 7. 2. Visuelle Feedbacksysteme	19
1. 7. 3. Audiofeedbacksysteme	21
1. 7. 4. Audiovisuelle Feedbacksysteme	21
2. Zielsetzung	23
2. 1. Grundlagen und Begründung der Studie	23
2. 2. Nutzen von direktem vs. indirektem Feedback	25
2. 3. Welchen Unterschied macht die Trainingserfahrung? ...	25
2. 4. Welche Auswirkung hat die Homogenität bzw. Heterogenität der Gruppen?	26
3. Methodik und Material	27
3. 1. Studienablauf	27
3. 1. 1. Organisatorische Rahmenbedingungen	27
3. 1. 2. Visualisierung der CPR-Maßnahmen	28
3. 1. 3. Interventionsgruppe	29
3. 2. Studienkollektiv	32
3. 2. 1. Einschlusskriterien	35
3. 2. 2. Ausschlusskriterien	35

3. 2. 3. Vorerfahrung.....	36
3. 3. Datenerhebung.....	40
3. 4. Risiken.....	40
3. 5. Studienbedingte Eingriffe	40
3. 6. Zielkriterien	41
3. 7. Gütekriterien	42
3. 7. 1. Reliabilität.....	42
3. 7. 2. Objektivität.....	42
3. 7. 3. Validität.....	42
3. 8. Statistische Erwägungen	43
3. 8. 1. Statistische Methoden	43
3. 8. 2. Fallzahlschätzung.....	43
3. 9. Datenschutz.....	44
3. 10. Versicherung	45
3. 11. Registrierung	45
3. 12. Material.....	46
3. 12. 1. Manikin	46
3. 12. 2. Software	46

3. 12. 3. Hardware	46
4. Ergebnisse	47
4. 1. Vergleich der Ergebnisse zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe	47
4. 2. In welchen Zielkriterien macht Trainingserfahrung einen Unterschied?	49
4. 3. Welchen Unterschied macht Trainingserfahrung und Feedbackart?	49
4. 3. 1. Unterscheiden sich die Ergebnisse von Teams mit und ohne erfahrene Teilnehmer in ihrer Leistung?	50
4. 3. 2. Macht die Art des Feedbacks bei vorhandener Trainingserfahrung einen Unterschied?	50
4. 3. 3. Gibt es einen Unterschied zwischen den Teilnehmern ohne Trainingserfahrung in Bezug auf die Feedbackart?	50
5. Diskussion	51
5. 1. Diskussion der Ergebnisse	51
5. 2. Der Medizinstudierende: Laie oder erfahrener Helfer? ...	53
5. 3. Weiterführende Untersuchungen	54
5. 3. 1. Vergleiche zwischen verschiedenen visuellen Feedbacksystemen	54
5. 3. 2. Vergleiche zwischen visuellem und audiovisuellem Feedbacksystem	54

5. 3. 3. Wie viel und welches Training ist für ein nachhaltiges Ergebnis erforderlich?	55
5. 3. 4. Untersuchung der Rolle des Trainers.....	56
5. 3. 5. Untersuchung zur optimalen Ressourcennutzung.....	57
5. 4. Limitierungen der Studie.....	58
5. 5. Ausblick für CPR Trainingseinheiten	59
Zusammenfassung	61
Literaturverzeichnis	64
Eidesstattliche Versicherung.....	68
Danksagung.....	69

Abkürzungsverzeichnis

AED	Automatisierter externer Defibrillator
AHA	American Heart Association
AHA-ACLS	American Heart Association-Advanced Cardiac Life Support
AINS	Anästhesie-Intensivmedizin-Notfallmedizin- Schmerztherapie
CPR	Cardiopulmonale Reanimation
ERC	European Resuscitation Council
GRC	German Resuscitation Council
ILCOR	International Liaison Committee of Resuscitation
OSCE	Objective structured clinical examination
ROSC	Return of spontaneous circulation
ROSV	Return of spontaneous ventilation
TK	Thoraxkompressionen
UE	Unterrichtseinheit, 45 min

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufschlüsselung über die führenden Todesursachen bei ischämischen Erkrankungen (Statistisches Bundesamt 2015)	3
Tabelle 2: Überlebenswahrscheinlichkeit mit CPR, Defibrillation und ACLS	5
Tabelle 3: Übersicht über verschiedene Feedbacksysteme	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Todesursachen nach Krankheitsarten in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2017)	2
Abbildung 2: Überlebenskette nach GRC	7
Abbildung 3: Position der Hände auf dem Brustbein	9
Abbildung 4: Position der Helfers	10
Abbildung 5: Ablauf der CPR nach GRC	11
Abbildung 6: Ein low fidelity Reanimationsphantom Modell "Mini Anne", Fa. Laerdal	15
Abbildung 7: Ein high fidelity Reanimationsphantom „Sim Man 3G“, Fa. Laerdal	15
Abbildung 8: Peter Safar (1924-2003)	16
Abbildung 9: Asmund Laerdal (1914-1981)	16
Abbildung 10: Abdruck des Gesichts des Mädchens aus der Seine	17
Abbildung 11: Reanimationsphantom mit zugehörigem visuellen Feedback via Monitor, Fa. Ambu.....	20
Abbildung 12: Reanimationsphantom mit visuellem Feedback via integrierter Anzeige, Fa. Ambu.....	20
Abbildung 13: Cardio First Angel	22

Abbildung 14: QCPR/ CPRmeter	22
Abbildung 15: PocketCPR.....	22
Abbildung 16: TrueCPR	22
Abbildung 17: Beispielhafte Darstellung der Monitoranzeige	29
Abbildung 18: Versuchsaufbau für die Interventionsgruppe mit dem indirekten Feedback ohne Blick auf das Manikin-Feedbacksystem und die Monitoranzeige.....	30
Abbildung 19: Versuchsaufbau für die Gruppe mit dem direkten Feedback mit freiem Blick auf das Manikin-Feedbacksystem und die Monitoranzeige.....	31
Abbildung 20: Das Studienkollektiv.....	32
Abbildung 21: Verteilung des Körpergewichts in Kilogramm in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, den Extremwerten und Ausreißern (kleine Kreise).	33
Abbildung 22: Verteilung der Körpergröße in Zentimetern in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, sowie Extremwerten.....	33
Abbildung 23: Verteilung des Alters in Jahren in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, sowie Extremwerten und Ausreißern (kleine Kreise)	34
Abbildung 24: Aufteilung der Probanden nach Geschlecht in der Gruppe für direktes Feedback (in Prozent).....	34
Abbildung 25: Aufteilung der Probanden nach Geschlecht in der Gruppe für indirektes Feedback (in Prozent)	35

Abbildung 26: Aufteilung der Studenten mit Erfahrung in CPR	36
Abbildung 27: Aufteilung der Probanden in der Gruppe mit indirektem Feedback .	37
Abbildung 28: Aufteilung der Probanden in der Gruppe mit direktem Feedback....	37
Abbildung 29: Vergleich zwischen direktem und indirektem Feedback für die Gesamtstichprobe in Bezug auf die erreichte Gesamtpunktzahl. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren sowie oberen Quartil und den Extremwerten.....	47
Abbildung 30: Vergleich zwischen direktem und indirektem Feedback für die Gesamtstichprobe in Bezug auf die erreichten Punkte für die Kompressionstiefe. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren sowie oberen Quartil und den Extremwerten.....	48

In der vorliegenden Arbeit wird das generische Maskulinum verwendet. Dies dient zur sprachlichen Vereinfachung und impliziert gleichermaßen die weibliche Form.

1. Einleitung

1. 1. Herz-Kreislauf-Erkrankungen: Todesursache Nummer 1 in Europa

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind in Europa die führende Todesursache [1]. Auch in Deutschland sind, wie in der Abbildung 1 dargestellt, Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems ursächlich für die meisten Todesfälle [2]. Neben vielen relevanten Faktoren hat das Alter eine entscheidende Bedeutung. Durch die Populationsstruktur ist die Zahl hoch und wird bedingt durch den demographischen Wandel in den kommenden Jahren stetig zunehmen.

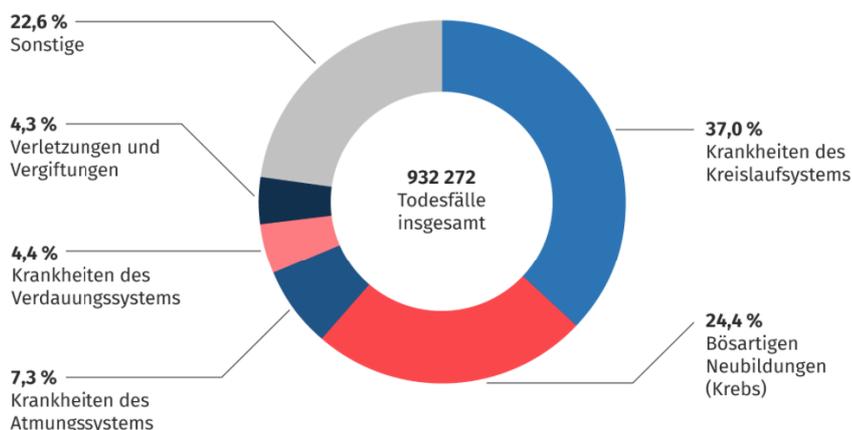
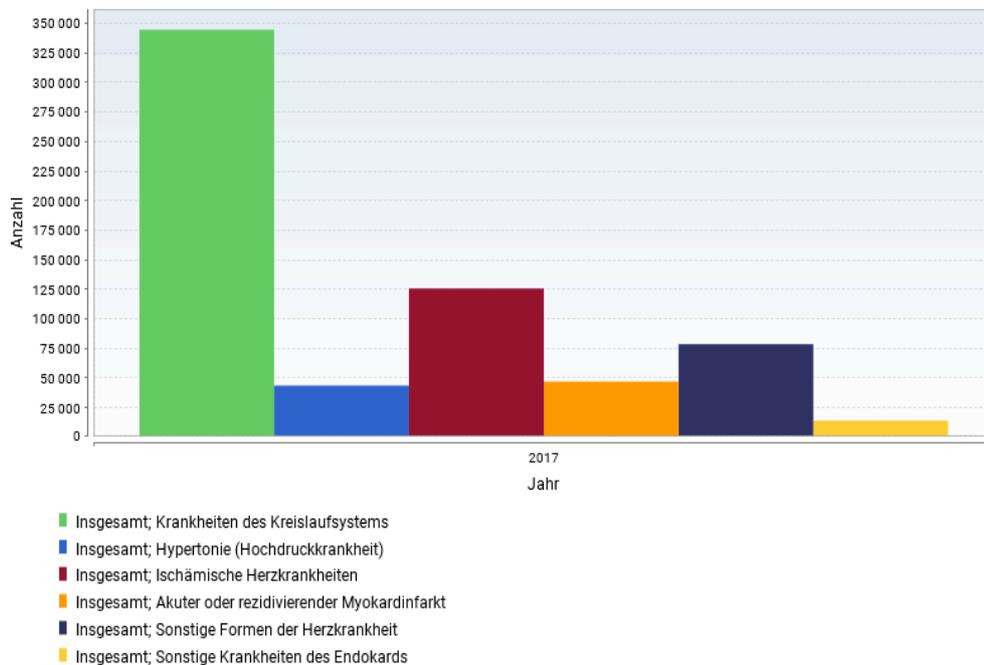


Abbildung 1 : Todesursachen nach Krankheitsarten in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2017)¹

Die vaskuläre Degeneration ist nicht heilbar. Sie gilt als Ursache vieler hochgradig gefährlicher Erkrankungen und Todesfälle [2]. Eine der gefährlichsten unter ihnen ist das Erleiden einer myokardialen Ischämie mit der Konsequenz eines Herz-Kreislauf-Stillstandes.

¹ <https://www.destatis.de/DE/Themen/GesellschaftUmwelt/Gesundheit/> (Aufruf 20.11.2019)

Weitere Konsequenzen der vaskulären Degeneration sind in der Tabelle 1 aufgezeigt. Dies betrifft hauptsächlich ältere Menschen.



(C)opyright Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019 | Stand: 27.11.2019 / 17:36:48

Tabelle 1: Aufschlüsselung über die führenden Todesursachen bei Herz-Kreislauf Erkrankungen (Statistisches Bundesamt 2017)²

Auch jüngere Personen, hier als besondere Gruppe die Athleten, können einen plötzlichen Herztod erleiden. Ursachen dafür können genetisch bedingt sein und wie zum Beispiel beim Long QT Syndrom zu malignen Herzrhythmusstörungen bis zum Herzstillstand führen. Auch strukturelle Modifizierungen am Herzen im Rahmen des Leistungstrainings können bei ungünstiger Grundveranlagung, zum Beispiel hypertropher Kardiomyopathie, zu einem plötzlichen Herzstillstand führen.

² <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/HerzKreislaufErkrankungen.html> (Aufruf 20.11.2019)

1. 2. CPR als effektive Maßnahme

Das Überleben eines anhaltenden Herz-Kreislauf-Stillstandes ohne Reanimationsmaßnahmen ist nicht möglich. Die Schäden, die bei spät und/ oder insuffizient durchgeführter CPR entstehen, sind oft irreversibel. Sie bedeuten eine große Einschränkung des Patienten bezüglich seiner Lebensqualität und zerebralen Funktion [3].

Es gibt viele Faktoren, die das Outcome eines Patienten beeinflussen können. Alle haben sie Auswirkungen auf die Prognose während und nach der Wiederbelebung. Dazu zählen z. B. die Komorbidität des Patienten, vorbestehende kardio-vaskuläre Vorerkrankungen, bereits überlebte kardioischämische Ereignisse, Konstitution oder Alter. Unabhängig von o. g. Einflussfaktoren stellt die CPR in diesem lebensbedrohlichen Notfall eine effektive Maßnahme zur Aufrechterhaltung einer Minimalperfusion dar. Diese ist notwendig, um lebenswichtige Organe wie Herz, Niere aber vor allem das Gehirn weiterhin zu versorgen.

Bereits 1992 wurde von Larsen M. P. et al. ein berechnetes Modell publiziert, welches zum Thema hatte, wie sich CPR, Defibrillation und erweiterte Maßnahmen (ACLS) auf das Überleben bei Patienten mit präklinisch aufgetretenem Kammerflimmern auswirkt. Angelehnt an dieses Modell entstand die weit verbreitete Grafik, die verbildlicht, dass das Überleben ohne CPR pro 1 Minute um 10% sinkt. Dieser wohl aus didaktischen Gründen stark vereinfachten Annahme liegt die in Tab. 2 dargestellte Berechnung zugrunde. Laut Autoren entsprechen 67% Überlebensrate bei sofortigem Ergreifen aller drei Maßnahmen – CPR, Defibrillation, ACLS. Wenn die CPR und alle weiteren Maßnahmen unterlassen werden, sinkt die Überlebenswahrscheinlichkeit um 5,5 % pro Minute. Jede ergriffene Maßnahme erhöht das Überleben, die Basis jedoch bildet die CPR.

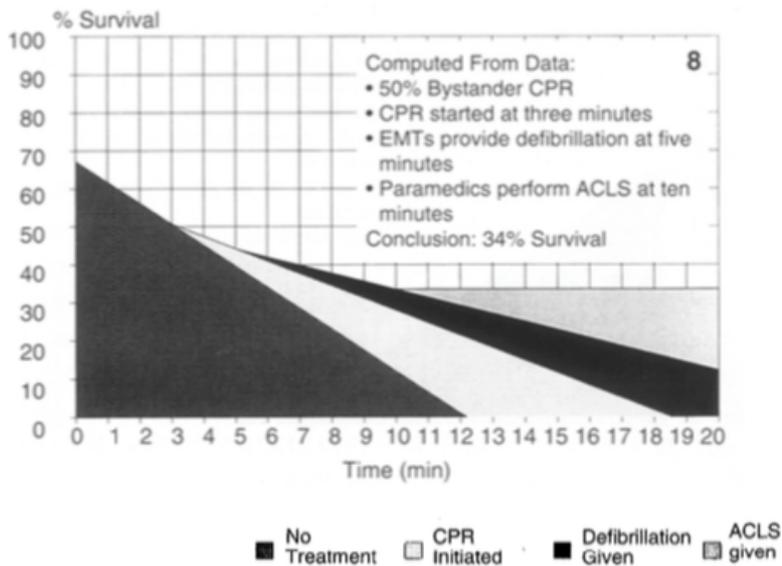


Tabelle 2: Überlebenswahrscheinlichkeit mit CPR, Defibrillation und ACLS³

Diese Graphik trifft keine Aussage darüber, wie vor allem das neurologische Outcome der Patienten nach nicht sofort erfolgter CPR ist. „Nach 4-5 min erschöpft sich der Glucose- und ATP-Metabolismus und erste Strukturveränderungen in der Großhirnrinde treten auf“ [4]. Deshalb ist es so wichtig, bereits in den ersten Minuten nach dem Herz-Kreislauf-Stillstand mit den empfohlenen Maßnahmen zu beginnen und diese effizient durchzuführen. Die durch insuffizient oder spät durchgeführte CPR entstandenen physischen und kognitiven Defizite wirken sich sowohl auf den persönlichen Lebensbereich, das familiäre Umfeld und nicht zuletzt auch als Kostenfaktor auf das Gesundheitssystem aus.

³ Larsen M. P., Eisenberg, M. S., Cummins, R. O., Hallstrom, A. P. (1993). Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: A graphic model. *Annals of Emergency Medicine*, 22 (11), S. 1652-1658

1. 3. Standardisiertes Vorgehen beim Herz-Kreislauf-Stillstand

Für das korrekte Vorgehen bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand werden seit Jahren von verschiedenen Institutionen (u. a. Europaweit: European Resuscitation Council, auf lokaler Ebene in Deutschland: German Resuscitation Council oder in den USA: American Heart Association) Empfehlungen ausgesprochen. Die Evidenz dafür findet sich im „International Consensus of Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment in Recommendations“ des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Das ILCOR überprüft alle 5 Jahre „die Weltliteratur auf Publikationen, die für den Erfolg einer Wiederbelebung über die gesamte Rettungskette relevant sind und stellt die Antworten auf sehr viele entscheidende Fragestellungen zusammen“ [5]. Auch wenn es mehrere Institutionen gibt, sind die Empfehlungen ähnlich. Abweichungen sind hauptsächlich für den erfahrenen Helfer (Arzt, nicht-ärztliches medizinisches Personal im inner- und außerklinischen Bereich), jedoch oft kaum für den Laien von Bedeutung. Die CPR ist dabei Teil der Überlebenskette („chain of survival“).

Die Überlebenskette (s. Abbildung 2) setzt sich aus vier Gliedern zusammen:

- Notruf
- CPR
- Defibrillation
- Erweiterte Maßnahmen



Abbildung 2: Überlebenskette nach GRC⁴

Dies sind die Empfehlungen des ERC bzw. GRC bezüglich Thoraxkompressionen und Ventilation aus den Leitlinien 2010 [6] (bzw. 2015 [7]):

- Druckfrequenz: mind. 100 pro Minute (Empfehlungen 2015: 100-120 pro Minute)
- Drucktiefe: mind. 5 cm (Empfehlungen 2015: 5-6 cm)
- Handposition: untere Hälfte der Brust bzw. Mitte des Brustbeins
- Gleichmäßige Be- und Entlastung des Thorax` im Verhältnis 1:1
- Vollständige Entlastung des Thorax` zwischen den Kompressionen
- Keine und wenn nötig, möglichst kurze Unterbrechungen der CPR
- Verhältnis Thoraxkompressionen zu Beatmung: 30:2

⁴ Reanimation 2015 – Leitlinien Komplakt, Herausgeber 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e. V., S. 45

Wenn diese Maßnahmen korrekt durchgeführt werden, hat der Patient eine Chance, den Herz-Kreislauf-Stillstand zu überleben. Deshalb wird im CPR-Training ein besonderer Wert darauf gelegt und die Effektivität der Maßnahme u. a. anhand dieser Kriterien gemessen.

1. 4. Das Vorgehen bei der CPR

Die Basisreanimation eines Erwachsenen setzt sich aus mehreren Schritten mit verschiedenen Prioritätsstufen zusammen. Laut Leitlinien des German Resuscitation Councils von 2010 soll die aufgefundene bewusstlose Person durch den Helfer auf Anzeichen von Herz-Kreislauf-Stillstand untersucht werden. Dazu wird das Vorhandensein und die Qualität der Atmung für maximal 10 Sekunden betrachtet. Nicht vorhandene, nicht normale oder insuffiziente Atmung (z. B. Schnappatmung) wird als Zeichen von Herz-Kreislauf-Stillstand gewertet. Um die Atemkontrolle durchführen zu können soll der Kopf des Patienten rekliniert werden. Der Helfer positioniert sich dazu seitlich des Kopfes und fasst diesen am Haaransatz und Kinn. Die Atemkontrolle findet durch Hören der Atemgeräusche, Betrachten der Hebung und Senkung des Thorax' und Fühlen des Atemstroms an der eigenen Wange bzw. der Thoraxbewegungen durch Auflegen einer Hand am Rippenbogen statt. Als weitere Indikation für die CPR kann das Fehlen eines Karotispulses hinzugezogen werden. Dazu ist eine Pulskontrolle abwechselnd an beiden Karotisarterien für je 5 Sekunden möglich. Allerdings führt diese Maßnahme oft zu Fehlinterpretationen und zeitlichen Verzögerungen, sodass sie nicht generell empfohlen werden kann [6].

Unmittelbar nach Feststellen des Herz-Kreislauf-Stillstandes soll mit der CPR begonnen werden. Vorher kann ggf. der Notruf über die Telefonnummer 112 abgesetzt bzw. weitere Hilfe angefordert werden. Laut GRC-Leitlinien sollen als erste Maßnahme 30

Thoraxkompressionen durchgeführt werden. Dazu kniet sich der Helfer im 90 Grad Winkel an den entkleideten Brustkorb des Patienten und sucht zunächst den korrekten Druckpunkt auf. Dieser befindet sich in der unteren Hälfte des Sternums bzw. Mitte der Brust (s. Abbildung 3). Auf diesen Druckpunkt wird der Handballen platziert, die zweite Hand darauf gelegt und die Finger beider Hände ineinander verschränkt. Dabei soll beachtet werden, dass keine weiteren Strukturen (z. B. Oberbauch, Rippen) als das Brustbein bei der Kompression belastet werden (s. Abbildung 4).

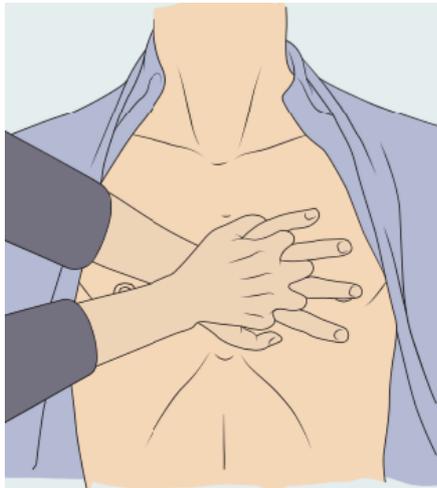


Abbildung 3: Position der Hände auf dem Brustbein⁵

⁵ Reanimation 2015 – Leitlinien Kompakt, Herausgeber 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e. V., S. 54



Abbildung 4: Position der Helfers⁶

Die Thoraxkompressionen sollen eine Tiefe von mind. 5 cm erreichen (lt. Guidelines von 2015: 5-6 cm [7]) und mit einer Frequenz von mind. 100 pro Minute durchgeführt werden (lt. Guidelines von 2015: 100-120 pro Minute [7]). Die Be- und Entlastung des Thorax' verläuft im gleichmäßigem Rhythmus, wobei darauf zu achten ist dass der Brustkorb komplett entlastet wird [6]. Nachdem die 30 Thoraxkompressionen durchgeführt worden sind, soll der Patient 2Mal beatmet werden. Dabei wird der Kopf des Patienten vorsichtig rekliniert und der ggf. verschlossene Atemweg frei gemacht. Die Beatmungen können mit und ohne Hilfsmittel erfolgen. Die Pause, die zur Beatmung notwendig ist und in der keine Thoraxkompressionen durchgeführt werden können (no flow time), darf nicht länger als 10 Sekunden dauern. Unabhängig von dem Erfolg der Maßnahme, welche anhand der Thoraxhebung evaluiert werden kann, sollen spätestens nach max. 10 Sekunden die Thoraxkompressionen wieder aufgenommen werden.

⁶ Reanimation 2015 – Leitlinien Kompakt, Herausgeber 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e. V., S. 55

Die Kombination beider Maßnahmen im Verhältnis von 30 Thoraxkompressionen zu 2 Beatmungen soll bis zum Eintreffen weiterer Unterstützung bzw. eines AEDs durchgeführt werden. Sobald ein AED verfügbar ist, soll der Helfer die Maßnahmen der CPR zugunsten der Bedienung des AEDs unterbrechen. Dieser wird eingeschaltet und die Klebeelektroden wie abgebildet auf dem Brustkorb des Patienten angebracht. Der AED übernimmt die weitere Anleitung des Helfers. Nach Analyse des Herzrhythmus⁷ und ggf. Applikation eines Schocks wird er den Helfer auffordern, mit den CPR-Maßnahmen fortzufahren und ihn für weitere Analysen per Anweisung unterbrechen. Ein vereinfachter Ablauf der Maßnahme ist in Abbildung 5 dargestellt.

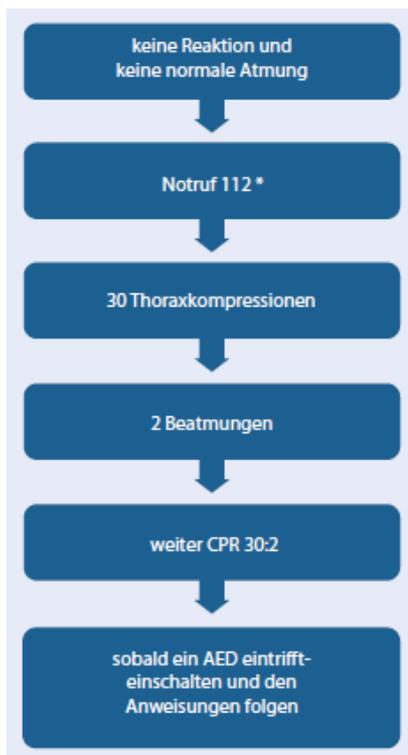


Abbildung 5: Ablauf der CPR nach GRC⁷

⁷ Reanimation 2015 – Leitlinien Kompakt, Herausgeber 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e. V., S. 45

1. 5. Etablierte Kurskonzepte

Die Ausbildung der CPR gehört in wechselndem Umfang und unterschiedlicher Intensität zum festen Bestandteil vieler Ausbildungskonzepte. Dazu gehören auch Refresher-Angebote um das Gelernte zu wiederholen bzw. an den aktuellen Wissensstand anzupassen. Die führenden Ausbildungskonzepte lehnen sich entweder an die amerikanischen (AHA) oder europäischen (ERC) Leitlinien an. Die Studenten wurden nach den Leitlinien des ERC/ GRC unterrichtet.

1. 5. 1. ERC Basic Life Support (BLS)

In diesem Kurs liegt der Schwerpunkt auf dem praktischen Einüben der Erstmaßnahmen beim Auffinden einer leblosen Person. Inkludiert ist auch die Arbeit mit einem automatisierten externen Defibrillator (AED). Dieses Kurskonzept ist standardisiert.

1. 5. 2. ERC Advanced Life Support (ALS)

Auch in diesem Kurs liegt der Schwerpunkt auf der Praxis, beansprucht aber mehr Zeit. Hierbei betreut ein Instruktor weniger Teilnehmer als im BLS-Kurs, was die Schulung sehr intensiv und effektiv macht. Zusätzlich zu den Fertigkeiten aus dem BLS Kurs werden erweiterte Maßnahmen während und nach der Reanimation geübt, z. B. „Atemwegsmanagement, manuelle Defibrillation und Postreanimationsbehandlung“ [8]. Hinzu kommen spezielle Notfälle wie „Reanimation bei Schwangeren, Vergiftung, Asthma, Ertrinken, Tauchunfall“ [8]. Außerdem gehören Pharmakotherapie und Stromtherapie zum Programm. Der Kurs schließt mit einer praktischen

und theoretischen Erfolgskontrolle ab. Dieses Kurskonzept ist ebenfalls standardisiert.

1. 5. 3. Instruktorenausbildung

Die Tätigkeit des Ausbilders hängt sehr vom jeweiligen Kurskonzept ab. Im BLS-Bereich ist er hauptsächlich als Anleiter tätig. Er kontrolliert, ob die Maßnahmen korrekt durchgeführt werden und greift ggf. ein. Die Anforderung an das Personal ist ein gültiger Instruktor-Schein den man nach Absolvieren des Provider-Kurses in einem Instruktor-Kurs erwerben kann.

Um die Maßnahmen bei der CPR zu erlernen und später anwenden zu können, bedarf es einer effektiven Ausbildung. Dabei reicht eine rein theoretische Einheit zu diesem Thema nicht aus. Die praktische Übung dieser Fertigkeit ist unabdingbar für den Erfolg [9]. Der Ausbilder begleitet die Teilnehmer bei der Übung und greift korrigierend ein damit die CPR leitlinienkonform durchgeführt wird. Er korrigiert z. B. die Kompressionstiefe, die Position der Hände auf der Brust, beachtet die gleichmäßige Be- und Entlastung sowie die korrekte Druckfrequenz. Es wird darauf geachtet dass die Maßnahmen möglichst von vornherein korrekt erlernt werden. Hierbei prüft er die Hard Skills des Helfers. Der Trainer kann je nach Zielgruppe und Trainingskonzept auch die Soft Skills der Teilnehmer entwickeln. Während der Schulung wird nicht nur auf die korrekte Durchführung der Maßnahmen Wert gelegt, sondern auch auf die emotionale Aktivierung, um die Nachhaltigkeit der Schulung zu fördern [10]. Denn viel wichtiger als kurze Erfolgserlebnisse während des Trainings, ist die Reproduzierbarkeit.

1. 5. 4. Etablierte Szenarien

Zu den beliebtesten Szenarien in der Laienausbildung der CPR gehört das Auffinden und Versorgen einer leblosen Person ohne weitere Komplikationen. Dabei soll der Ablauf des diagnostischen Blocks, das schnelle Ergreifen der erforderlichen Maßnahmen und die korrekte Durchführung der CPR geübt werden. In der Regel wird dieses Vorgehen zu zweit durchgeführt, wobei ein Helfer die Thoraxkompressionen (TK) und der andere die Ventilation übernimmt. Dabei muss der Trainer die Maßnahmen oft genau kontrollieren und mangels eines Feedbacksystems nach seinem subjektiven Empfinden korrigieren.

Weitere Szenarien ergeben sich mit dem steigenden Ausbildungsstand der Teilnehmer und ihrer Forderung nach mehr Bezug zu realen Notfällen. So gibt es Übungssequenzen, bei denen der Patient initial wach ist oder im Verlauf der Maßnahmen als Zeichen des Erfolgs einen „Return of spontaneous Circulation“ (ROSC) bis hin zum „Return of spontaneous Ventilation“ (ROSV) bekommt. Weitere Möglichkeiten ergeben sich mit der Ausstattung des Lehrsaals. So sind z. B. Übungen in einem Simulations-Rettungswagen möglich. In vielen weiterführenden Fortbildungen sind mittlerweile verschiedene Feedbacksysteme etabliert.

Das alles dient der Motivation der Helfer und unterstützt sie dabei, mit den Notfällen routinierter umzugehen.

1. 5. 5. Reanimationsphantome

Die zur Verfügung stehenden Phantome sind qualitativ sehr unterschiedlich und an das Kurs- und Anwenderniveau angepasst. Sie reichen von minimalistischen, aufblasbaren Konstruktionen bestehend aus Kopf mit Torso (Low Fidelity), bis hin zu komplexen Manikins (High Fidelity), wie in Abbildungen 6 und 7 dargestellt.



Abbildung 6: Ein low fidelity Reanimationsphantom Modell "Mini Anne", Fa. Laerdal⁸



Abbildung 7: Ein high fidelity Reanimationsphantom „Sim Man 3G“, Fa. Laerdal⁹

⁸ [https:// www.laerdal.com/de/products/simulation-training/resuscitation-training/mini-anne/](https://www.laerdal.com/de/products/simulation-training/resuscitation-training/mini-anne/) (Aufruf 14.11.19)

⁹ [https:// www.laerdal.com/de/doc/86/SimMan#/Info](https://www.laerdal.com/de/doc/86/SimMan#/Info) (Aufruf 14.11.19)

1. 6. Geschichte und Entwicklung der Manikins für die CPR-Ausbildung

Die CPR ist ein hoch standardisiertes Vorgehen bei Patienten mit Herz-Kreislauf Stillstand. Wenn diese Technik korrekt angewendet wird, kann es dazu führen, dass ein Herz-Kreislaufstillstand überlebt wird. Um standardisierte, praktische Fähigkeiten zu erlernen, ist das Einüben dieser erforderlich.



Abbildung 6: Peter Safar (1924-2003)¹⁰



Abbildung 7: Asmund Laerdal (1914-1981)¹¹

¹⁰ Wiener Klinische Wochenschrift (2004) 116/3, Springer Verlag: Peter Safar – „Vater der Wiederbelebung“, S. 102 (Aufruf 20.11.19)

¹¹ <https://www.simulationinformation.com/hall-of-fame/inductees/asmund-s-laerdal> (Aufruf 20.11.19)

Das hat der „Vater der cardiopulmonalen Reanimation“ [11], Peter Safar (s. Abbildung 8), erkannt. Zusammen mit dem Spielzeughersteller Asmund Laerdal (s. Abbildung 9) entstand Ende der 1950er/ Anfang der 1960er Jahre die Trainingspuppe „Resusc-Anne“ zum Zwecke der praktischen Ausbildung. Mittlerweile existieren viele verschiedene Modelle dieser Simulationspuppen von unterschiedlichen Herstellern.

Sein Aussehen verdankt das Manikin der Firma Laerdal dem „Mädchen aus der Seine“ [12] welches Anfang des 20. Jahrhunderts in Paris geborgen wurde. Der Abdruck ihres Gesichts wurde als Maske für dieses Manikin verwendet (s. Abbildung 10) und wurde so durch die Übung der Mund-zu-Mund-Beatmung zum „most kissed face of anyone in history“ [13].

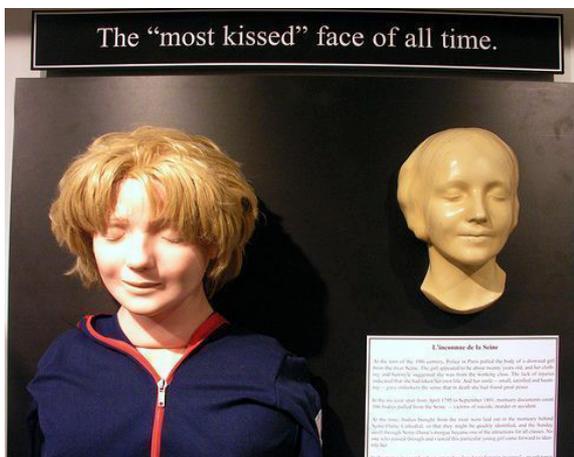


Abbildung 8: Abdruck des Gesichts des Mädchens aus der Seine¹²

¹² <https://www.medelita.com/media/blog/rescueannie.jpg> (Aufruf 13.11.19)

1. 7. Feedbacksysteme

1. 7. 1. Ziele für die Anwendung eines Feedbacksystems

Um die Teilnehmer beim Erlernen der CPR Maßnahmen zu unterstützen, hat sich eine Reihe von Qualitätssicherungs- bzw. Feedbacksystemen etabliert. Das am häufigsten angewendete ist wohl das Feedback durch den Trainer. Im Vergleich zu technischen Systemen ist dieses Feedback nicht in allen Aspekten der CPR ausreichend [14]. Für die objektive Evaluation der Leistung der Teilnehmer werden in der Ausbildung auch Real-Time Feedbacksysteme eingesetzt. Generell erfüllen Feedbacksysteme viele Zwecke. Sie können bei (z. B. videounterstützten) Schulungen (auch in häuslichem Umfeld) als alleinige Feedbackquelle eingesetzt werden. Dabei werden die Teilnehmer durch ein Video angeleitet am Phantom entsprechende Maßnahmen durchzuführen. Das integrierte Feedbacksystem im Phantom gibt Rückmeldung über die Qualität der Maßnahmen. Mittels solcher Anleitungen können Personen erreicht werden, die ansonsten keine Möglichkeit haben an Schulungen teilzunehmen. Außerdem ist es so möglich sehr viele Menschen (z. B. eine Schulklasse) im Rahmen einer Schulung gleichzeitig anzuleiten ohne dass ein Trainer anwesend sein muss. Einige Autoren bewerten dieses Vorgehen im Hinblick auf die Qualität der Maßnahmen kritisch [15].

Bei Schulungen mit einem Trainer können ebenfalls mehrere Personen gleichzeitig üben und unmittelbares Feedback vom Gerät erhalten. Der Trainer kann dann zusätzlich konkrete Verbesserungsvorschläge machen und gezielt zu einer optimalen Performance anleiten. Er sieht im Gegensatz zum Gerät die Fehlerquelle, das Gerät hingegen misst nur das Ergebnis. Das Ziel des Feedbacksystems bei unerfahrenen Teilnehmern ist es in diesem Fall, ihnen eine Orientierung zu geben, wie effektiv ihre CPR-

Maßnahmen sind.

Feedbacksysteme eignen sich sowohl zum Erwerb als auch zum Erhalt von einer guten CPR-Performace. Außerdem eignen sich Feedbacksysteme als objektive Quelle für Informationen im Rahmen einer Lernzielkontrolle bei einer Prüfung in CPR. Mit vielen Systemen kann man die Maßnahmen aufzeichnen und nachbesprechen. Ziel aller Systeme ist es, die Qualität der CPR zu verbessern. Als Faktoren zum Erreichen eines guten Ergebnisses zählen u. a. die Drucktiefe, Entlastung und Druckfrequenz [16]. Es sollte aber nicht nur das aktuelle Ergebnis während der Übungen gut sein, sondern auch im realen Notfall umgesetzt werden. Im Optimalfall sollte ein Feedbacksystem dazu führen dass die CPR während der Übung und auch nach einiger Zeit suffizient durchgeführt werden kann. Entscheidend sollte als die Nachhaltigkeit der Übung mit dem Feedbacksystem sein und nicht nur der kurzfristige Erfolg.

1. 7. 2. Visuelle Feedbacksysteme

Ein rein visuelles Feedbacksystem gibt es als eigenständiges Gerät oder als Modifikation eines audiovisuellen Systems. Dabei kommen Anzeigen jeglicher Art vor, z. B. als Zahlen, Balken, Kurven oder Skalen. Anhand eines Blickes kann der Teilnehmer oder Trainer den Erfolg, meist bemessen an der Tiefe der Kompression, beurteilen und ggf. korrigieren. Ein in der Tabelle 3 vorgestelltes Modell ist das QCPR/ CPRmeter der Firma Laerdal (s. Abbildung 14). Es verfügt auf einem kleinen Monitor neben dem Kompressionspad über eine Anzeige. Dort kann der Anwender in Echtzeit die Drucktiefe (als Balken) und die Frequenz (als Tachometer) ablesen. Falls eine Korrektur eingeleitet werden soll, wird es anhand eines eingeblendeten Pfeils auf das jeweilige Feld angezeigt.

Für das CPR Training gibt es Manikins, die über ein eingebautes

Feedbackmodul verfügen, so z. B. der AmbuMan der Firma Ambu, wie in Abbildungen 11 und 12 dargestellt. Ergänzend gibt es die Möglichkeit, zu den Trainingspuppen einen externen Monitor hinzuzuschalten, auf dem die Anzeige in Echtzeit mitläuft.



Abbildung 9: Reanimationsphantom mit zugehörigem visuellem Feedback via Monitor, Fa. Ambu¹³



Abbildung 10: Reanimationsphantom mit visuellem Feedback via integrierter Anzeige, Fa. Ambu¹⁴

¹³ <http://brazil.eworldpoint.com/Ambu-Man-Model-W-Torso-CPR-Software.html> (Aufruf 10.11.19)

¹⁴ http://www.ambu.de/deu/produkte/emergency_care/product/ambu®_man_wireless_-prod14507.aspx (Aufruf 10.11.19)

1. 7. 3. Audiofeedbacksysteme

Für den Laienhelferbereich existieren Audiofeedbacks wie der „Cardio First Angel“, dargestellt in Tabelle 1 (s. Abbildung 13). Die optimale Drucktiefe wird mittels einer „Spezialfeder durch ein lautes Klicken“ signalisiert. Das Geräusch ist „auch bei der darauffolgenden Entlastung zu hören [17].

1. 7. 4. Audiovisuelle Feedbacksysteme

Viele AEDs und ebenso Geräte für den erfahrenen Anwender verfügen über ein eingebautes audiovisuelles Feedbackmodul. Dabei meldet z. B. eine Stimme eine Abweichung von der vorgegebenen Frequenz oder Drucktiefe. Gleichzeitig erscheint im Monitor die entsprechende Anzeige. Dabei kommen ebenfalls Balken oder Zahlen zur Anwendung.

Ein audiovisuelles Feedbacksystem findet sich nicht nur eingebaut in Defibrillatoren, sondern auch als eigenständiges Modul. Dazu zählt z. B. das Gerät PocketCPR der Firma Zoll (s. Abbildung 15). Es kann ergänzend zu Defibrillatoren ohne Feedbackfunktion genutzt werden. Neben dem eingebauten Metronom hat es einen Druck und Beschleunigungssensor und kann somit die Rückmeldung in Echtzeit geben. Eine Stimme weist hierbei auf notwendige Korrekturen hin und die Anzahl der Lichter gibt unterstützend ein visuelles Signal über die Intensität der CPR.

Ein weiteres System ist das TrueCPR der Firma Physio Control (s. Abbildung 16). Es besteht aus zwei Komponenten. Das Pad, auf dem die Kompressionen durchgeführt werden, beinhaltet einen Sensor und eine Anzeige. Zum Ermitteln der Daten wird die triaxiale Induktion verwendet. Als Gegenpol dient die Rückenplatte, die unter der Schulter platziert wird.

Gerät				
	<i>Abb. 13: Cardio First Angel¹⁵</i>	<i>Abb. 14: QCPR/ CPRmeter¹⁶</i>	<i>Abb. 15: PocketCPR¹⁷</i>	<i>Abb. 16: TrueCPR¹⁸</i>
Bezeichnung	Cardio First Angel	QCPR/ CPRmeter	PocketCPR	TrueCPR
Hersteller	Schiller	Laerdal	Zoll	Physio Control
Feedbacktyp				
visuell		✓	✓	✓
auditiv	✓		✓	✓

Tabelle 3: Übersicht über verschiedene Feedbacksysteme

¹⁵ <https://www.ksmedizintechnik.de/produkt/schiller-cardio-first-angel/> (Aufruf 10.11.19)

¹⁶ <https://www.laerdal.com/us/cprmeter> (Aufruf 10.11.19)

¹⁷ <http://www.notfall-schraff.de/PocketCPR-1-47.htm> (Aufruf 10.11.19)

¹⁸ <https://www.physio-control.com/TrueCPR/> (Aufruf 10.11.19)

2. Zielsetzung

2. 1. Grundlagen und Begründung der Studie

Das grundlegende Ziel dieser Studie ist es, Erkenntnisse zur Verbesserung der Ausbildung der Herz-Lungen-Wiederbelebung beizutragen, da die Ausbildung einen großen Einfluss auf die Qualität der Maßnahmen [18-20] hat. Diese wiederum haben eine große Bedeutung für das Überleben des betroffenen Patienten [21-23].

Um die Qualität der Herz-Lungen-Wiederbelebung zu steigern, wird die Nutzung von Feedback (oft mittels Geräten) bei der Ausbildung und im Rahmen der realen Reanimation bereits in den Reanimationsleitlinien 2010 empfohlen [6, 18, 24, 25]. Der Stellenwert eines Feedbacksystems wird in den Leitlinien 2015 nochmals betont und besonders herausgestellt. Die Evidenz dafür findet sich im Consensus on Science and Treatment in Resuscitation 2010 des International Liaison Committee on Resuscitation, auf dem die Leitlinien basieren [23, 26, 27]. Inzwischen wird vermutet, dass die Anwendung von Feedbacksystemen in szenariobasierten CPR-Übungssequenzen das Überleben eines echten Herz-Kreislauf-Stillstandes verbessert [28].

In der Regel sind solche Feedbacksysteme jedoch nur im Rettungsdienst vorhanden und Laien nicht zugänglich. Insofern gilt es, die Ausbildung (auch) des Laien zu verbessern, da der Laie ein wesentlicher Teil der Rettungskette für das Überleben und auch die Qualität seiner Herz-Lungen-Wiederbelebung entscheidend ist [6, 26]. Die Retention ist schlecht und zum Teil nach drei bis sechs Monaten wieder auf dem Ausgangsniveau [18]. Dies kann durch den Einsatz von Feedbacksystemen insgesamt verbessert werden [29-31]. In diesen Studien wurden High Fidelity Manikins genutzt, die mittels

Computer direktes Feedback geben. Aber auch andere Feedbacksysteme zeigen die positiven Effekte [32], [16].

Bei der Anwendung von audio-visuellen Feedbacksystemen kann es beim Anwender zu Unsicherheiten und Verzögerungen kommen, was sich negativ auf die Qualität der CPR auswirkt. Die Beachtung und Umsetzung des Feedbacks steigert zusätzlich die Komplexität. Dies führt zur Verschlechterung der Qualität [33]. Die Autoren betrachteten hier jedoch nur einzelne Bausteine der CPR (Thoraxkompressionen, Ventilation, Einsatz des AEDs), nicht die Implementierung eines Feedbacksystems. Bei einer weiteren Untersuchung konnte gezeigt werden, dass ein audio-visuelles Feedback zu einer Verbesserung der Maßnahmen führt [34]. Dies rechtfertigt den Einsatz von Feedbacksystemen in der Ausbildung.

Im Rahmen der täglichen Ausbildung sind nur selten komplexe audio-visuelle Systeme verfügbar. Entsprechend erfolgt das Feedback durch den Ausbilder selbst bzw. über Anzeigen, die in die Übungs-Manikins integriert sind. Solche Systeme werden auch im Studenten-Unterricht im Klinikum der Universität München im Rahmen der Notfallwoche genutzt.

Bei dieser Ausbildung, die in diesem Punkt sicherlich repräsentativ für die deutschlandweite Ausbildung im Rahmen von Erste-Hilfe-Kursen ist, stellt sich die Frage, ob es sinnvoller ist, dass die Übenden ein direktes Feedback durch den Blick auf die Anzeige des Manikins bzw. auf einen Computer-Bildschirm erhalten, oder aber indirekt durch eine dritte Person, die Feedback auf Basis selbiger Anzeigen gibt.

Die Zeit und die Personalstärke sind in allen Ausbildungskonzepten sehr knapp und beide Ressourcen sollten möglichst effektiv genutzt werden. Die Effizienz bemisst sich dabei

aber nicht nur an zufriedenstellender CPR während des Kurses sondern vor allem an der Nachhaltigkeit des Gelernten. Es stellt sich bei so vielen möglichen Kurskonzepten die Frage, ob ein Kursteilnehmer von einem Feedbacksystem oder einer Intervention durch einen Trainer mehr profitiert und bessere Langzeitergebnisse erbringt.

2. 2. Nutzen von direktem vs. indirektem Feedback

Diese Studie untersucht, ob das Lernen der Herz-Lungen-Wiederbelebung mit indirektem Feedback in Echtzeit (durch Dritte) dem Lernen der Herz-Lungen-Wiederbelebung mit direktem Feedback in Echtzeit in Hinblick auf eine spätere Überprüfung ohne jegliches Feedback überlegen ist.

Hierbei wurden Daten von zwei Kohorten im Hinblick auf die Ergebnisse während des CPR Trainings und ihre Nachhaltigkeit untersucht. Diese wurden frühestens 1 Woche, spätestens 4 Wochen nach der Schulung evaluiert. Dabei wurde untersucht, ob sich die Intervention eines Studenten in der Rolle des Trainers, verglichen mit der Schulung ohne Trainer, im Hinblick auf die Langzeitergebnisse auswirkt. Dazu wurden Studenten mit und ohne bereits vorher stattgefundenener CPR-Ausbildung, gesondert nach Feedbackart, untersucht.

2. 3. Welchen Unterschied macht die Trainingserfahrung?

Einige Studierende (n=34) brachten notfallmedizinische Erfahrung mit und hatten vorher bereits CPR Übungsstationen im Rahmen ihrer Ausbildung absolviert. Diese Teilnehmer wurden bei der Datenauswertung nochmals in Subgruppen (direktes vs. indirektes

Feedback) unterteilt und ihre Ergebnisse miteinander verglichen. Es sollte dabei untersucht werden, ob Praxiserfahrung außerhalb der Notfallwoche in der Universität einen Effekt auf die Ergebnisse hat und ob bzw. wie sich die Intervention darauf auswirkt.

2.4. Welche Auswirkung hat die Homogenität bzw. Heterogenität der Gruppen?

Die Studierenden wurden für die CPR-Übung randomisiert und befanden sich somit in leistungsqualitativ heterogenen Gruppen. Aus den Daten konnte man ersehen, ob es in den Gruppen Personen mit Vorbildung gab. Hierbei sollte untersucht werden ob die Präsenz eines praxiserfahrenen Studenten das Ergebnis der Gruppe beeinflusst.

3. Methodik und Material

3. 1. Studienablauf

3. 1. 1. Organisatorische Rahmenbedingungen

Es handelt sich um eine unizentrische, prospektive, unverblindete, kontrollierte Interventionsstudie. Im Sommersemester 2014 wurde der vier Wochen dauernde Block AINS (Anästhesie-Intensivmedizin-Notfallmedizin-Schmerztherapie) vier Mal durchgeführt. Im Rahmen jedes Blocks nahmen alle Studierenden in einem Rotationssystem an der sogenannten Notfallwoche teil. Am Ende jedes AINS-Blocks wurde eine sogenannte OSCE-Prüfung (Objective structured clinical examination) durchgeführt. Die Intervention erfolgte im Rahmen der Notfallwoche in der ersten, zweiten, dritten oder vierten Blockwoche. Die Evaluation fand im Rahmen des jeweiligen OSCE in Form einer Ein-Helfer-Wiederbelebung statt. Bei vier Blöcken konnten also 16 Interventionen durchgeführt werden mit vier Evaluationen nach jeweils spätestens vier Wochen. Um die Gruppengröße klein zu halten, wurde aus organisatorischen Gründen eine identische „Notfallwoche“ an den Standorten Großhadern und Innenstadt durchgeführt.

Es wurde keine individuelle, sondern eine Gruppen-Randomisierung durchgeführt, um die Zufriedenheit in den Gruppen nicht zu verringern (z. B. aufgrund vermeintlicher Vor- bzw. Nachteile). Die Gruppeneinteilung erfolgte unabhängig von dieser Studie durch das Studiendekanat. Es wurde ebenfalls eine Randomisierung der

Standorte in Bezug auf die Methode (Intervention vs. Kontrolle) durchgeführt.

Eine allgemeine Aufklärung erfolgte in der Vorlesung und zusätzlich schriftlich über die Informationsplattform Moodle (Datei zum Download). Diese wurde durch eine individuelle Aufklärung unmittelbar vor der OSCE-Prüfung ergänzt.

Eine OSCE-Station prüfte die Qualität der Herz-Lungen Wiederbelebung der Studierenden (BLS). Die Abläufe waren unabhängig von der Studie prüfungsrelevante Inhalte. An den verschiedenen OSCE-Stationen wurden diese Fähigkeiten geprüft und flossen wie bisher auch in die Notengebung ein. Die Teilnahme an der Prüfung war unabhängig von dieser Studie obligat, da notenrelevant. Punkte, die durch die unterschiedlichen Ausbildungsmethoden möglicherweise einen Einfluss auf die Note der Studierenden gehabt haben könnten, wurden bei der Notengebung nicht berücksichtigt.

Die freiwilligen Probanden gaben ihre Zustimmung, die pseudonymisierten Prüfungsergebnisse auch für die Studie nutzen zu dürfen und einen Fragebogen zu soziodemographischen Daten auszufüllen.

3. 1. 2. Visualisierung der CPR-Maßnahmen

Die CPR-Maßnahmen wurden zum Zweck des Feedbacks visualisiert. Es wurde sowohl über eine Anzeige in das Manikin als auch auf dem Computer-Bildschirm eine rein visuelle Rückmeldung gegeben. Die Anzeige des Manikins gab die Drucktiefe in cm wieder und schlug mechanisch bei Erreichen der korrekten Tiefe von rot in grün um. Der Monitor gab die Möglichkeit die Druckfrequenz und die Tiefe im Verlauf zu sehen. Dies erfolgte als Kurvendarstellung auf einem zweidimensionalen Diagramm mit der Zeit in Minuten auf der x-

Achse und der Drucktiefe in Zentimetern auf der y-Achse. Daraus errechnete sich die erreichte Frequenz pro Minute und wurde ebenfalls angezeigt. Ein Beispiel eines solchen Monitors ist in Abbildung 17 dargestellt. Abweichungen wurden durch das Verfehlen des definierten Zielkorridors sichtbar da bei zu flacher Drucktiefe die Kurve das angestrebte Niveau nicht erreichte.



Abbildung 17: Beispielhafte Darstellung der Monitoranzeige¹⁹

3. 1. 3. Interventionsgruppe

Als Intervention wurde die Ausbildung der Herz-Lungen-Wiederbelebung mit indirektem Feedback durch Dritte (andere Gruppenmitglieder) in Echtzeit durchgeführt. Dabei befand sich der Feedbackgeber im selben Raum mit dem Probanden. Der Proband, der die CPR Maßnahmen durchführte, konnte die Effektivität seiner Maßnahmen nicht selbstständig anhand eines Feedbacksystems sehen. Der Monitor war so platziert, dass die Anzeige für ihn nicht sichtbar war. Das Feedbackmodul des Manikins war mit Klebeband

¹⁹ <https://www.laerdal.com/de/doc/2173/Resusci-Anne-Wireless-SkillReporter> (Aufruf 11.12.19)

abgedeckt. Der Anleitende hingegen hatte jederzeit eine freie Sicht auf den Monitor und konnte so die Qualität der Maßnahmen entnehmen (s. Abbildung 18). Er sollte bei jeder Abweichung des Zielkorridors eine Rückmeldung geben. Der Proband konnte also nur auf die Ansagen seines Anleiters reagieren, um sich zu korrigieren.

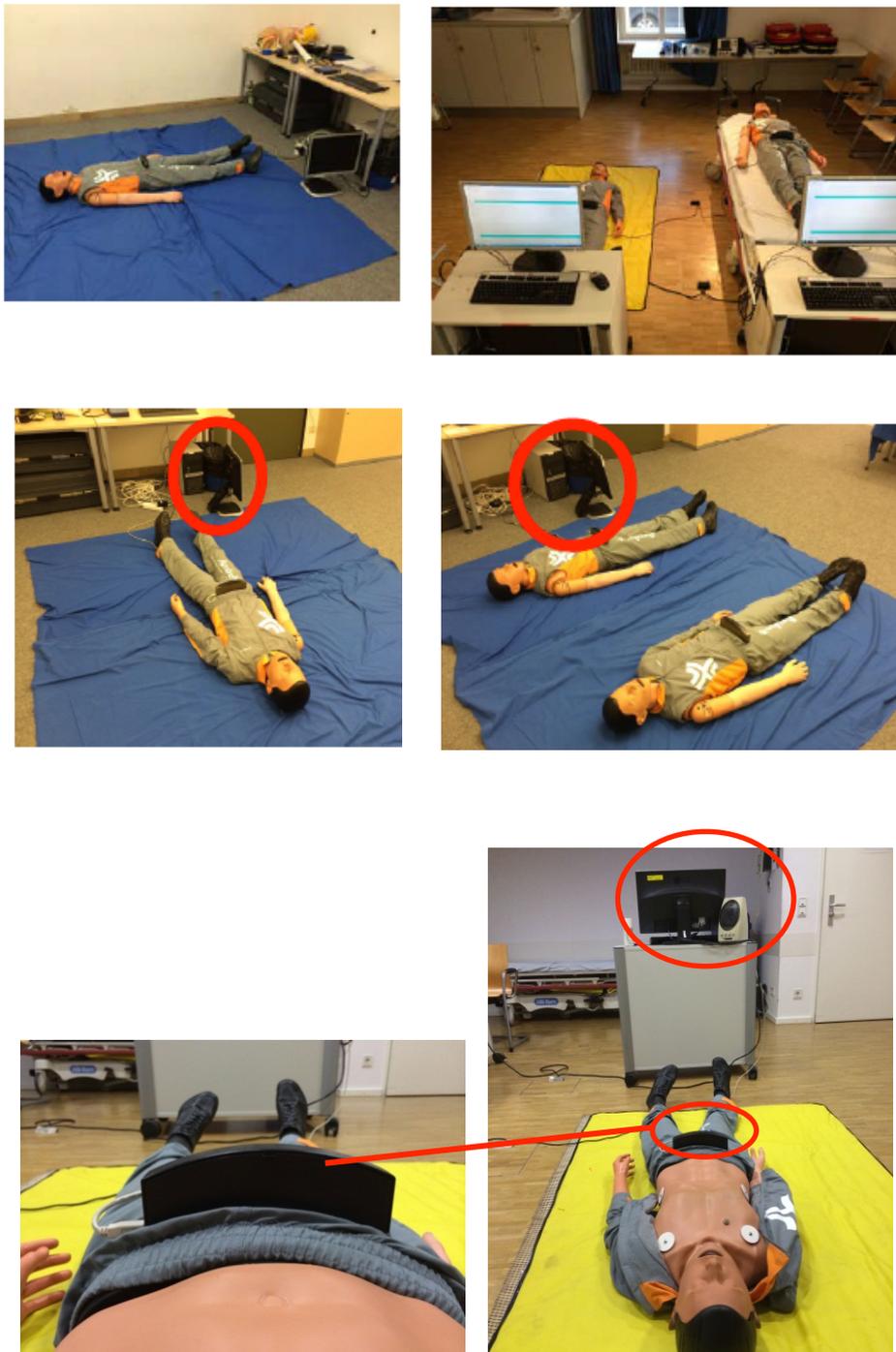


Abbildung 18: Versuchsaufbau für die Interventionsgruppe mit dem indirekten Feedback ohne Blick auf das Manikin-Feedbacksystem und die Monitoranzeige.

3. 1. 4. Kontrollgruppe

Für die Kontrollgruppe erfolgte die Ausbildung der Herz-Lungen-Wiederbelebung mit direktem Feedback über eine Anzeige am Manikin und einen Computer-Bildschirm (s. Abbildung 19).

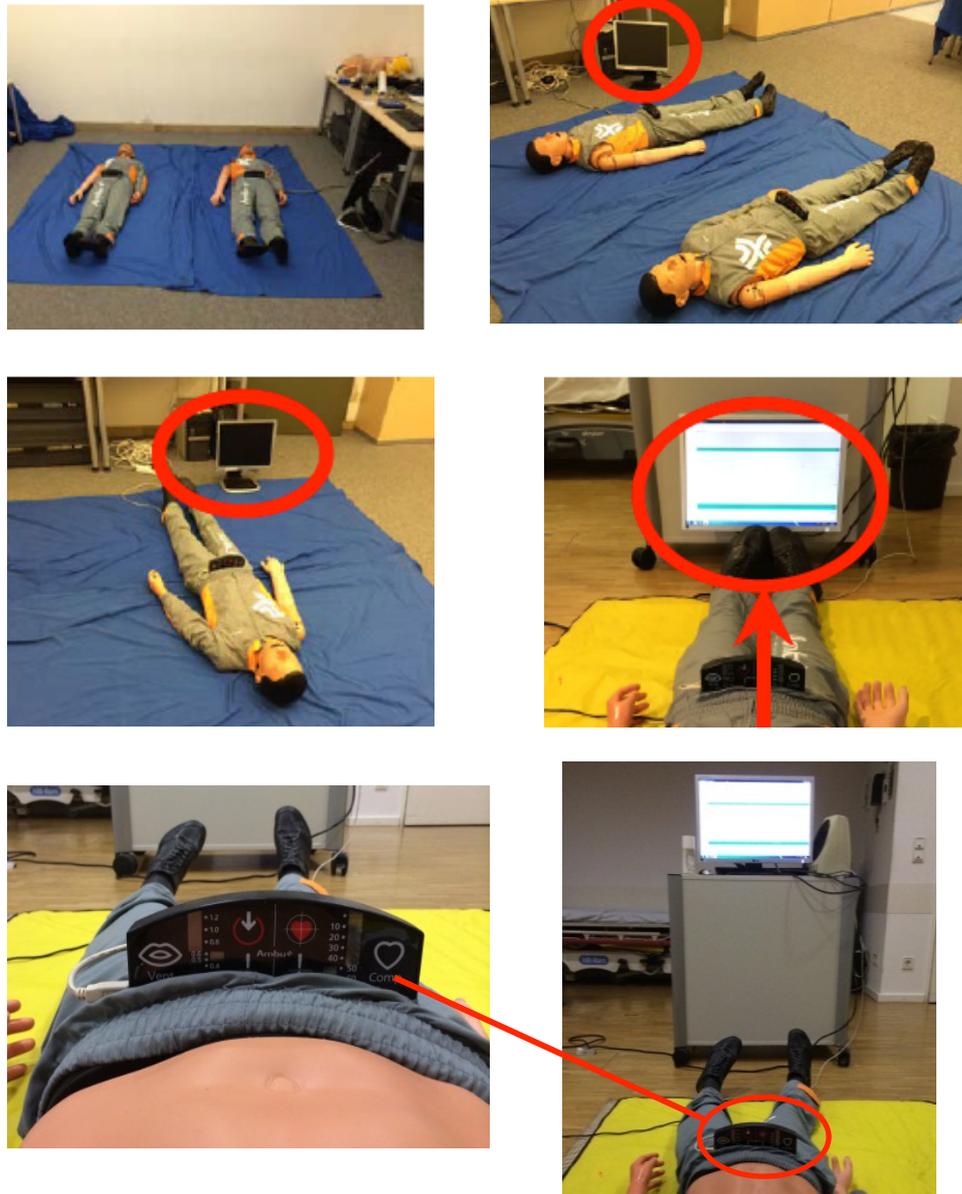


Abbildung 19: Versuchsaufbau für die Gruppe mit dem direkten Feedback mit freiem Blick auf das Manikin-Feedbacksystem und die Monitoranzeige.

Die Probanden konnten selbst in Echtzeit sehen und beurteilen, wie gut die Qualität ihrer Maßnahmen war. Der Monitor war für sie jederzeit frei einsehbar. Dabei war dieser, je nach Standort an drei verschiedenen Positionen angebracht. Entweder ca. auf Hüfthöhe des Manikins, ebenerdig oder auf einem Podest am Fußende des Manikins. Diese Positionen wurden als gleichwertig betrachtet.

3. 2. Studienkollektiv

Bei den Probanden handelte es sich um Studierende der Humanmedizin im Block AINS (MeCumLMU Modul 23). Alle Teilnehmer befanden sich im zweiten bzw. dritten klinischen Semester und hatten das einwöchige Modul Notfallmedizin mit Seminaren, Praktika und Vorlesungen absolviert. Die genaue Zusammensetzung des Kollektivs kann der Abbildung 20 entnommen werden.

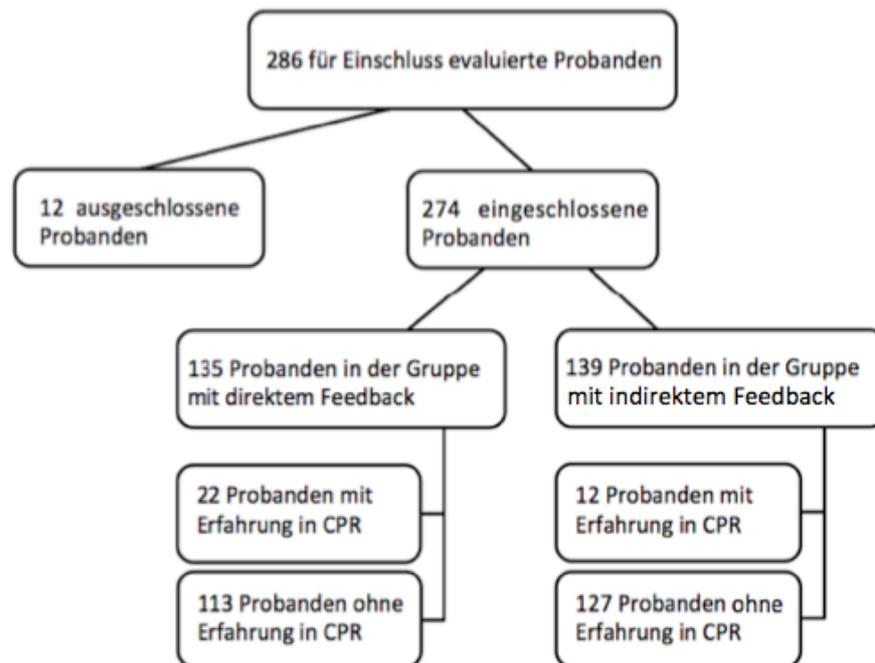


Abbildung 20: Das Studienkollektiv

In den Abbildungen 21 (Körpergewicht in kg), 22 (Körpergröße in cm), 23 (Alter in Jahren), 24 (Geschlechterverteilung in Prozent für die Gruppe mit direktem Feedback) und 27 (Geschlechterverteilung in Prozent für die Gruppe mit indirektem Feedback) sind demographische Merkmale der jeweiligen Gruppen dargestellt.

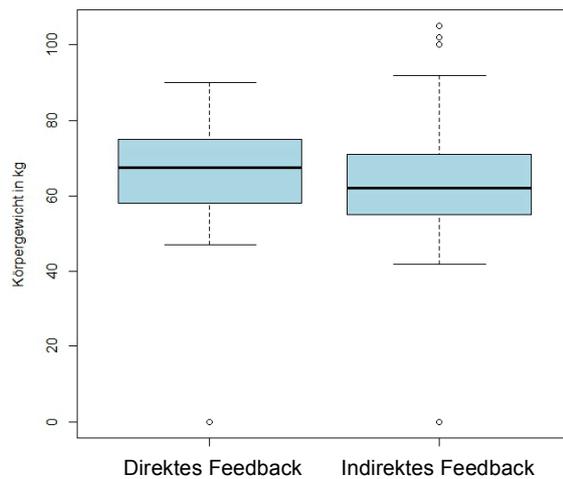


Abbildung 21: Verteilung des Körpergewichts in Kilogramm in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, den Extremwerten und Ausreißern (kleine Kreise).

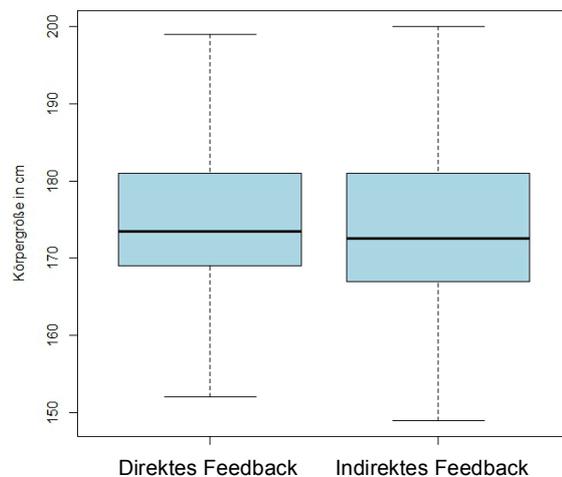


Abbildung 22: Verteilung der Körpergröße in Zentimetern in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, sowie Extremwerten.

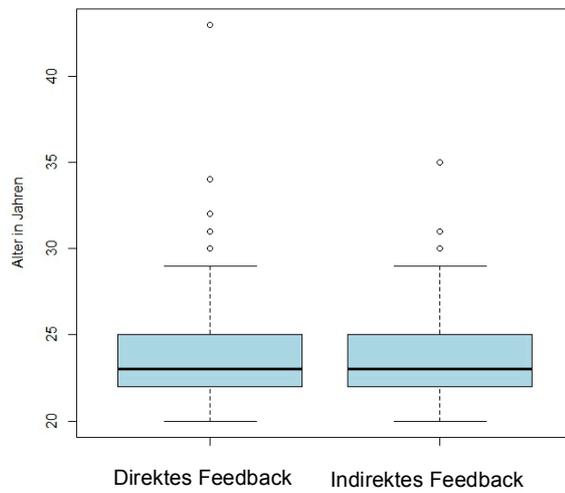


Abbildung 23: Verteilung des Alters in Jahren in den untersuchten Gruppen. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren und oberen Quartil, sowie Extremwerten und Ausreißern (kleine Kreise).

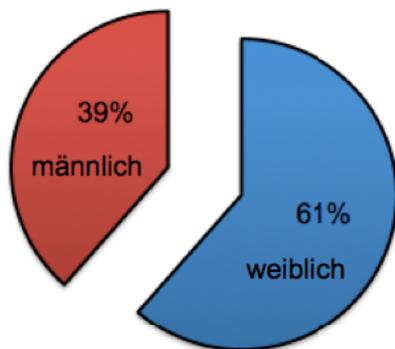


Abbildung 24: Aufteilung der Probanden nach Geschlecht in der Gruppe für direktes Feedback (in Prozent)

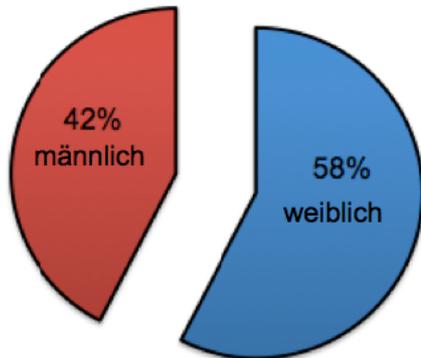


Abbildung 25: Aufteilung der Probanden nach Geschlecht in der Gruppe für indirektes Feedback (in Prozent)

3. 2. 1. Einschlusskriterien

Folgende Kriterien waren Voraussetzung für den Einschluss in die Studie:

- Studierende(r) der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- Teilnahme am Praktikum Notfallmedizin (Block AINS)
- Einwilligung (Informed consent und Einwilligungsfähigkeit)
- Volljährigkeit
- Volle Geschäftsfähigkeit
- Verständigung in deutscher Sprache möglich
- Schriftliche Zustimmung zur Teilnahme an der Studie nach erfolgter Aufklärung
- Keine Ausschlusskriterien

3. 2. 2. Ausschlusskriterien

Folgende Kriterien führten zum Ausschluss aus der Studie:

- Fehlen der schriftliche Zustimmung zur Teilnahme an der Studie
- Fehlen der Aufklärung

3. 2. 3. Vorerfahrung

Als Vorerfahrung wurden notfallmedizinische (Hilfs-)Berufe mit theoretischem und praktischem Anteil in der CPR-Ausbildung definiert (n=34).

Dazu zählten:

- Rettungsassistenten
- Rettungssanitäter
- Rettungs(dienst)helfer
- Sanitäter
- Sonstige notfallmedizinische Berufe (Emergency Medical Technician, österr. Notfallsanitäter, Bademeister, Sanitäter bei der Bundeswehr).

Die Aufteilung kann der Abbildung 26 entnommen werden.

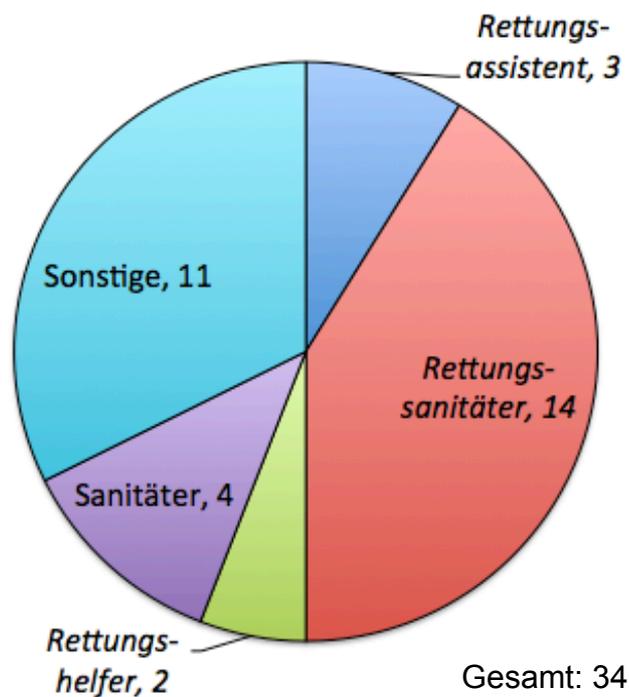


Abbildung 26: Aufteilung der Studenten mit Erfahrung in CPR

Der Anteil der Personen mit Erfahrung pro Feedbackart ist in den Abbildungen 27 und 28 aufgezeigt.

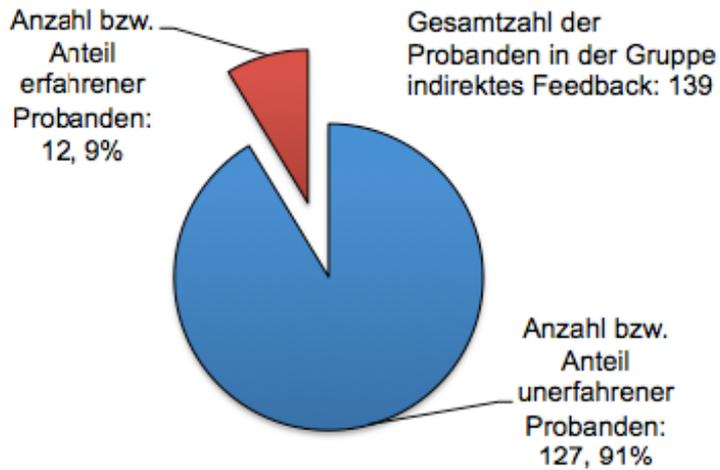


Abbildung 27: Aufteilung der Probanden in der Gruppe mit indirektem Feedback

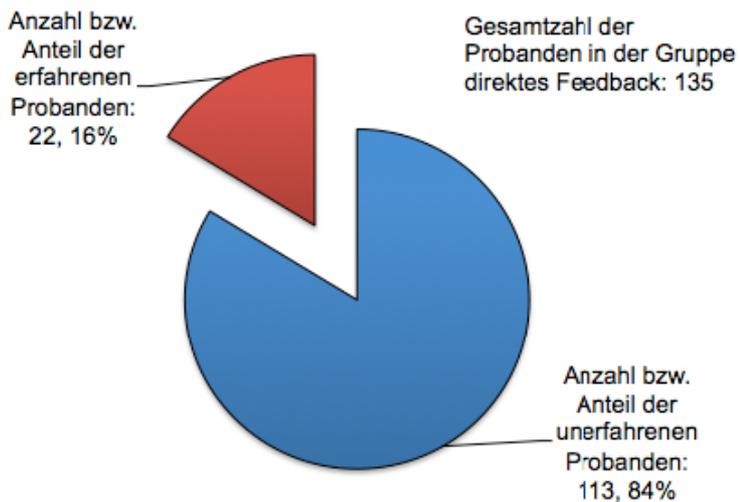


Abbildung 28: Aufteilung der Probanden in der Gruppe mit direktem Feedback

Die Ausbildung zum Rettungsassistenten dauerte in der Vollzeitvariante zwei Jahre, Teilzeitdurchführung war ebenso möglich. Sie begann zunächst mit einem theoretischen Jahr (1.200 Stunden) in der Berufsschule, mit praktischen Blöcken auf dem Rettungswagen/ Krankentransportwagen und im Krankenhaus. Am Ende des theoretischen Jahres fand eine staatliche Prüfung statt, die aus einem schriftlichen, praktischen und mündlichen Teil bestand. Im Rahmen der praktischen Erfolgskontrolle wurde in der Regel auch die Reanimation geprüft. Im darauf folgenden praktischen Jahr (1.600 Stunden) eigneten sich die sog. Rettungsassistenten/innen im Praktikum (RAiP) auf einer Lehrrettungswache, unter Anleitung eines Lehrrettungsassistenten, weitere Kompetenzen beim Durchführen der Notfall- und Krankentransporteinsätze an. Die Ausbildung schloss mit einer mündlich durchgeführten Prüfung ab. Die Ausbildung zum Rettungsassistenten wird in Deutschland seit dem 1. Januar 2015 nicht mehr durchgeführt. Die neue Ausbildung zum Notfallsanitäter dauert drei Jahre und ersetzt das bisherige Berufsbild. Beide Berufsgruppen sind befähigt, Krankentransport- und Rettungseinsätze (ggf. bis zum Eintreffen des Arztes) eigenständig zu leiten. Sie ergreifen lebensrettende Maßnahmen und stellen die Transportfähigkeit des Patienten her. Außerdem können sie auf Basis des Delegation invasive Maßnahmen durchführen und den Arzt unterstützen.

Der Rettungsanitäter sowie der Rettungs(dienst)helfer sind, im Gegensatz zum Rettungsassistenten/ Notfallsanitäter, keine anerkannten Berufsausbildungen. Die Ausbildung zum Rettungs(dienst)helfer beinhaltet 160 Stunden, die sich in Theorie und Praxis gliedern. In diesen werden viele notfallemedizinische Themen, aber auch der Umgang mit dem Patienten, Einsatzmanagement und Hygiene behandelt. Die Schulung der Reanimation und der Umgang mit Notfällen wird in praktischen Fallbeispielen geübt. Am Ende des Kurses findet eine schriftliche und praktische Prüfung statt. Die praktische Prüfung wird aufgeteilt in ein chirurgisches oder

internistisches Fallbeispiel und eine Reanimation. Bei Bestehen der Prüfung darf ein je 160 stündiges Praktikum auf einem Einsatzfahrzeug sowie im Krankenhaus abgeleistet werden. Nach Ableisten des Praktikums auf dem Fahrzeug ist die Person zum Tragen der Bezeichnung „Rettungs(dienst)helfer“ befähigt. Bei Teilnahme an der sog. Abschlusswoche (40 Stunden) und bestehen einer weiteren dreiteiligen Prüfung (mündlich, schriftlich, praktisch) darf die Person die Bezeichnung Rettungssanitäter führen. Die Gesamtausbildungsdauer zum Rettungssanitäter beträgt 520 Stunden. Nach Beendigung der Ausbildung können Rettungssanitäter und Rettungs(dienst)helfer den Rettungsassistenten/ Notfallsanitäter bei Rettungs- und Krankentransporteinsätzen unterstützen und als sog. „geeignete Person“ den Einsatzwagen fahren. Beide Hilfsberufe findet man häufig im ehrenamtlichen Bereich.

Die Sanitäts(helfer)ausbildung/ ist nicht einheitlich geregelt. Viele Hilfsorganisationen (z. B. Rotes Kreuz, Malteser, Johanniter) bieten eine solche Ausbildung an und gliedern sie in eine untereinander ähnliche Basisausbildung und anschließende, unterschiedliche Weiterbildung. So können sie individuelle Schwerpunkte setzen (Katastrophenschutz, Hygiene, Material, Einstzleitung usw.) Die Ausbildung dauert zwischen 50 und 60 Stunden. Das ausgebildete Personal ist hauptsächlich im ehrenamtlichen Bereich sowie im Katastrophenschutz beschäftigt. Die Durchführung der Reanimation gehört zur Basisausbildung und wird somit in jeder Organisation geschult.

3. 3. Datenerhebung

Um mögliche Confounder zu ermitteln, erfolgte die Datenerhebung mittels eines pseudonymisierten, soziodemographischen Fragebogens. Die pseudonymisierten Daten der OSCE-Prüfungen wurden in detaillierten Auswertungsbögen erfasst. Nach dem Zusammenführen der Fragebögen wurde die Pseudonymisierungsnummer gelöscht und die Auswertung erfolgte anonym.

3. 4. Risiken

Es existierten keine studienbedingten Risiken, die über die allgemeinen Risiken von normalen Lehrveranstaltungen bzw. Prüfungen hinausgingen.

Theoretisch war ein Nachteil dadurch vorstellbar, dass eine der beiden Gruppen aufgrund der unterschiedlichen Unterrichtsmethoden einen unterschiedlichen Lernerfolg erzielen konnte. Dies war jedoch praktisch nicht relevant, da bei der Auswertung Punkte, die durch die unterschiedlichen Ausbildungsmethoden möglicherweise einen Einfluss auf die Note der Studierenden gehabt haben könnten, bei der Notengebung nicht berücksichtigt wurden. Beide Unterrichtskonzepte waren in der Lehre etabliert und anerkannt.

3. 5. Studienbedingte Eingriffe

Die Studienpopulation erhielt (unter anderem) eine Ausbildung in den Basismaßnahmen (BLS) und den erweiterten Reanimationsmaßnahmen (ALS).

3. 6. Zielkriterien

Primäre Zielkriterien waren die Summenwerte der relevanten HLW-Kriterien aus der BLS-OSCE-Station.

Dazu zählten:

- Kompressionsfrequenz
- Anzahl der korrekt durchgeführten Zyklen
- Kompressionstiefe
- Thoraxentlastung
- Druckpunkt
- Verhältnis Thoraxkompressionen : Entlastung

Für die korrekte Kompressionsfrequenz konnten maximal 4 Punkte und mindestens 1 Punkt vergeben werden. Bei der Anzahl der korrekt durchgeführten Zyklen konnten 5 bis 0 Punkte erreicht werden. Ein Zyklus entsprach dabei 30 Thoraxkompressionen. Diese sollten in der korrekten Frequenz und Drucktiefe durchgeführt werden. Bei der Thoraxentlastung (vollständig), Handposition (Mitte des Brustbeins) sowie das Verhältnis von Thoraxkompressionen zu Entlastung (1:1) konnten die Teilnehmer für überwiegend korrekte Durchführung 1 Punkt erreichen. Bei fehlerhafter Durchführung bekamen sie 0 Punkte.

Bei der Kompressionstiefe war die Punktevergabe komplexer. Drucktiefe unter 40 mm wurde als komplett insuffizient und mit 0 Punkte gewertet. 1 Punkt gab es wenn 50 mm erreicht wurden. Mit der idealen Drucktiefe zwischen 50 und 60 mm konnten die Teilnehmer die maximale Punktzahl von 4 erreichen. Falls 60 mm überschritten wurden, galt die Drucktiefe dennoch als suffizient, wenn auch nicht optimal, was mit 2 Punkten gewertet wurde. Das Gerät war nicht in der Lage eine Drucktiefe von über 6 cm weiter zu quantifizieren. Diese oder eine noch massivere Drucktiefe ist über eine längere Zeit kaum durchführbar, nach wenigen Zyklen tendieren die Teilnehmer zu

flacherem Drücken. Eine zu feste Drucktiefe ist damit dennoch suffizienter als eine zu flache, was die Punkteverteilung begründet. Die Bewertungsbögen waren den Teilnehmern nicht bekannt.

3. 7. Gütekriterien

3. 7. 1. Reliabilität

Identische Rahmenbedingungen unter den Probanden gewährleisteten die Möglichkeit, den Test jederzeit wiederholen zu können.

3. 7. 2. Objektivität

Die Unabhängigkeit des Prüfers wurde durch objektive, vorgegebene Zielkriterien auf Checklisten gewährleistet.

3. 7. 3. Validität

Diese Testgüte wurde gewährleistet durch ein speziell dafür entwickeltes und standardmäßig eingesetztes Manikin. Dazu kam eine gezielte Beobachtung und Dokumentation durch den Trainer.

3. 8. Statistische Erwägungen

3. 8. 1. Statistische Methoden

Die Einzelwerte und der Summenwert sind intervallskaliert, so dass die Auswertung mit einem zweiseitigen t-Test erfolgte. Die Auswertung der anderen Items erfolgte in Abhängigkeit von dem Skalenniveau und der Verteilung mit den entsprechenden, statistischen Testverfahren (Student t-Test oder Mann-Whitney U-Test), da die beiden Versuchsgruppen unabhängig voneinander sind. Für die Unterkriterien, in denen es für die korrekte Durchführung jeweils mehr Punkte gab (Kompressionsfrequenz, Kompressionstiefe, Zyklusrate) wurde ein Mann-Whitney U-Test durchgeführt. Kategorien, bei denen man entweder einen oder keinen Punkt bekommen konnte (Thoraxentlastung, Handposition, das Verhältnis von Thoraxkompressionen zu Entlastung), wurden mit dem χ^2 Test ausgewertet. Zusätzlich wurde d als Größe des Mittelwertsunterschieds in Standardabweichungen berechnet. Nach Cohen steht d 0,2-0,5 für einen kleinen, 0,5-0,8 für einen mittleren und ab 0,8 für einen starken Effekt [35]. Die Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt.

3. 8. 2. Fallzahlschätzung

Eine Fallzahlberechnung erfolgte mit dem Programm g-Power [36]. Es ergab eine Gruppengröße von jeweils 105 Probanden je Gruppe (n Gesamt=210) bei einer zu Grunde gelegten, mittleren Effektstärke ($d=0,5$), einem α -Fehler von 0,05 und einer Power von 0,95. Um mögliche Drop-Outs auszugleichen, wurden alle Studierenden des Semesters, die an den vier einzelnen OSCE-Prüfungen teilnahmen, um ihre Teilnahme an der Studie gebeten. 274 Teilnehmer konnten ausgewertet werden.

3. 9. Datenschutz

Bei dieser Studie wurden die Vorschriften über den Datenschutz eingehalten. Nach erfolgter Aufklärung und schriftlicher Zustimmung wurden persönliche Daten über die Teilnehmer erhoben, gespeichert und nach Zusammenführung der einzelnen Daten (Fragebogen, Prüfungsergebnisse) in irreversibel anonymisierter Form weiterverarbeitet und ausgewertet. Die Erhebung des Fragebogens erfolgte mit einer Pseudonym-Nummer. Diese Pseudonym-Nummer wurde ebenfalls auf dem mit dem Namen gekennzeichneten Prüfungsbogen erfasst.

Die Prüfungsdaten wurden nach dem Löschen der Namen (und aller anderen Identifikationsmerkmale) mittels der Pseudonymisierungsnummer mit den entsprechend pseudonymisierten Fragebögen zusammengeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte nach dem Löschen der Pseudonymisierungsnummer.

Im Falle des Widerrufs der Einwilligung der Teilnehmer wurden die Unterlagen, die noch zuzuordnen waren, vernichtet (Einverständniserklärung, Fragebogen). Die Prüfungsergebnisse waren davon nicht betroffen, da diese unabhängig von dieser Studie erhoben wurden.

Der Zugang zu den originalen Prüfungsunterlagen war über das Modul23-Team möglich und erfolgte entsprechend dem veröffentlichten Prozedere. Die restlichen Studien-Unterlagen werden für zehn Jahre im Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM, Klinikum der Universität München, Schillerstr. 53, 80336 München) aufbewahrt und können nach Anmeldung über die Geschäftsstelle eingesehen werden.

Eine Entschlüsselung nach der Zusammenführung der Daten ist aufgrund der Anonymisierung vor der Auswertung nicht mehr möglich. Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten gewährleistet.

3. 10. Versicherung

Aufgrund des Studieninhalts und des Studiendesigns erschien eine Versicherung nicht notwendig.

3. 11. Registrierung

Gemäß §19 der Deklaration von Helsinki [37] wurde diese Studie registriert. Das positive Votum der Ethikkommission des Klinikums der Universität München liegt vor. Zusätzlich ist die Studie im Deutschen Register Klinischer Studien gelistet (www.drks.de) [38]. Die DRKS-ID der Studie lautet: DRKS00006093, Registrierungsdatum 28.04.2014.

3. 12. Material

3. 12. 1. Manikin

Die CPR-Übungen und Prüfungen wurden am Phantom Megacode Ambu Man 28400300 der Firma Ambu durchgeführt.

3. 12. 2. Software

Das Reanimationsphantom wurde mit der integrierten Software der Firma Ambu betrieben.

3. 12. 3. Hardware

Für die Darstellung der CPR relevanten Parameter wurde der Monitor Flatson LG E 2210PM (22 Zoll) benutzt.

4. Ergebnisse

4. 1. Vergleich der Ergebnisse zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe

Die Probanden beider Gruppen (indirekt n=139 und direkt Angeleitete n=135) haben ein zufriedenstellendes CPR Ergebnis erzielt. Es war bezüglich der Summe der erreichten Punkte kein signifikanter Unterschied zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe in den Zielkriterien (Kompressionsfrequenz, Kompressionstiefe, Thoraxentlastung, Druckpunkt, Anzahl der korrekt durchgeführten Zyklen, das Verhältnis von Thoraxkompressionen zu Entlastung) nachweisbar ($T(272)=1,17$, $p=0,242$, $d=0,12$). Die Gesamtpunktzahlen die erzielt wurden, sind in Abbildung 29 dargestellt.

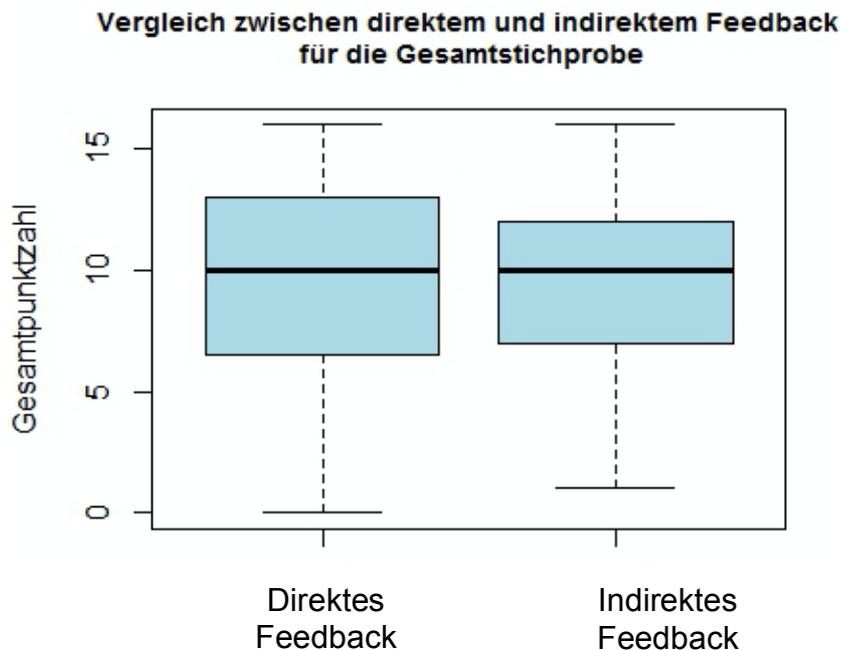


Abbildung 29: Vergleich zwischen direktem und indirektem Feedback für die Gesamtstichprobe in Bezug auf die erreichte Gesamtpunktzahl. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren sowie oberen Quartil und den Extremwerten.

Bei der Betrachtung der einzelnen Fragestellungen ergab sich für die Kompressionsfrequenz ($U=9298,5$, $p=0,886$), Zyklusrate ($U=9014,5$, $p=0,559$), Handposition ($\chi^2=0,06$, $df=1$, $p=0,939$), das Verhältnis von Thoraxkompressionen zur Entlastung ($\chi^2=0,002$, $df=1$, $p=0,965$) und korrekten Entlastung ($\chi^2=0,168$, $df=1$, $p=0,682$) kein signifikanter Unterschied. Die Drucktiefe bei den direkt angeleiteten Teilnehmern erwies sich als signifikant ($U=7867,5$, $p=0,015$) besser gegenüber den indirekt Angeleiteten. In Abbildung 30 sind die Punkteverteilungen beider Gruppen bezüglich der Kompressionstiefe dargestellt.

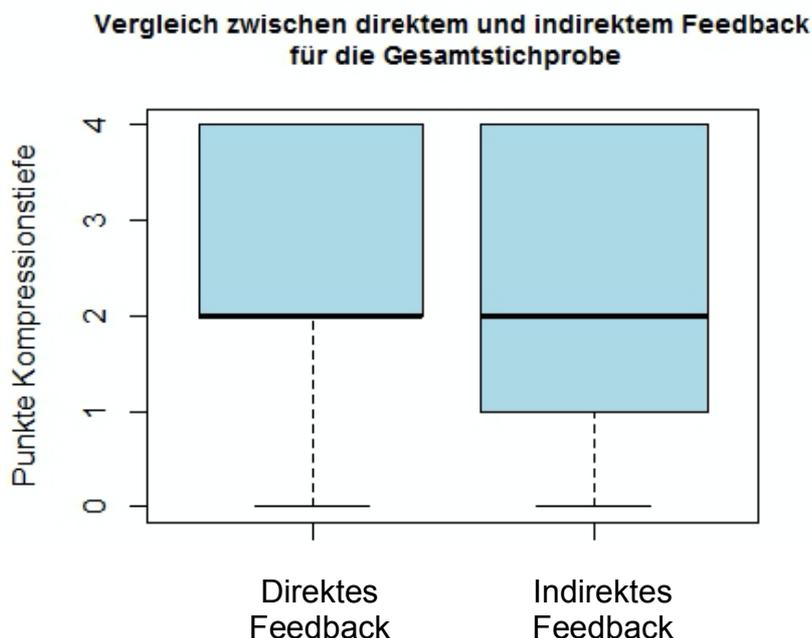


Abbildung 30: Vergleich zwischen direktem und indirektem Feedback für die Gesamtstichprobe in Bezug auf die erreichten Punkte für die Kompressionstiefe. Dargestellt als Boxplots mit Median, dem unteren sowie oberen Quartil und den Extremwerten.

4. 2. In welchen Zielkriterien macht Trainingserfahrung einen Unterschied?

Unter den Probanden, die in die Auswertung eingeschlossen wurden, befanden sich 34 Studenten die bereits eine Ausbildung in CPR hatten. Als praxiserfahren wurden Teilnehmer definiert, die eine notfallmedizinische Ausbildung mit einem integrierten, praktischen Reanimationsmodul durchlaufen hatten. Darunter fielen z. B. Rettungs(dienst)helfer, Rettungssanitäter, Rettungsassistenten, Sanitäter und Emergency Medical Technician (Feuerwehrausbildungen, Bademeister). Diese haben wie alle Studenten den Blockkurs durchlaufen und am OSCE teilgenommen.

Die Ergebnisse der erfahrenen Teilnehmer waren in einigen Bereichen signifikant besser als die der Probanden ohne Erfahrung. Dabei wurden praxiserfahrene Studenten unabhängig von der Art der Anleitung untersucht.

Der Unterschied zeigte sich in folgenden Zielkriterien:

- Kompressionsfrequenz ($T(47,871)=1,17$, $p=0,049$, $d=0,30$)
- Handposition ($T(51,195)=2,662$, $p<0,001$, $d=0,43$)
- Entlastung ($T(44,259)=1,684$, $p<0,001$, $d=0,30$).

4. 3. Welchen Unterschied macht Trainingserfahrung und Feedbackart?

Die Verteilung der Probanden mit Trainingserfahrung auf die jeweilige Feedbackart ist ungleich hoch (s. Abbildungen 27 und 28). In der Gruppe mit dem direkten Feedback befanden sich insgesamt 135

Teilnehmer, davon 22 mit Erfahrung. Ihre Anzahl ist damit fast doppelt so hoch wie in der Gruppe mit dem indirektem Feedback. Hier wurden 12 von 139 als erfahren eingestuft.

4. 3. 1. Unterscheiden sich die Ergebnisse von Teams mit und ohne erfahrene Teilnehmer in ihrer Leistung?

Hierbei wurde untersucht, ob Teams, in denen mindestens eine Person über Trainingserfahrung verfügt ($n=13$), bessere Ergebnisse erzielen konnten, als Teams ohne erfahrene Teilnehmer ($n=19$). Dabei ergab sich kein signifikanter Unterschied ($T(30)=0,611$, $p=0,549$, $d=0,22$).

4. 3. 2. Macht die Art des Feedbacks bei vorhandener Trainingserfahrung einen Unterschied?

Bei einer weiteren Berechnung wurden nur trainingserfahrene Teilnehmer untersucht. Dabei wurden diejenigen die direkt ($n=22$) mit solchen die indirekt ($n=12$) angeleitet wurden verglichen. Hiermit wurde untersucht ob die Art des Feedbacks einen Unterschied ausmacht. Es hat sich kein signifikanter Unterschied in der Summe der erreichten Punkte ergeben ($T(31)=0,218$, $p=0,892$, $d=0,08$).

4. 3. 3. Gibt es einen Unterschied zwischen den Teilnehmern ohne Trainingserfahrung in Bezug auf die Feedbackart?

Hierbei wurden lediglich diejenigen Teilnehmer berücksichtigt, die keine Trainingserfahrung hatten. Es ergab sich in der Summe kein signifikanter Unterschied zwischen den direkt und indirekt angeleiteten Studenten ($T(229)=1,927$, $p=0,683$, $d=0,26$).

5. Diskussion

5. 1. Diskussion der Ergebnisse

Die Untersuchung hat ergeben, dass die Art des Feedbacks (direkt vs. indirekt) in Summe keinen Einfluss auf die korrekte Durchführung der CPR in Bezug auf die Zielkriterien hat. Das bedeutet, dass die Performanz der 274 eingeschlossenen Studenten unabhängig von der Art des Feedbacks zufriedenstellend war. Der Grund für das gute Gesamtergebnis könnte die hohe intrinsische Motivation der Studenten sein, bei dieser essentiell wichtigen Maßnahme ihr Können zu zeigen. Es kommt hinzu, dass die Studenten für Ihre Leistung benotet wurden und deshalb zusätzlich motiviert waren, gute Ergebnisse zu liefern.

Für das Zielkriterium Kompressionstiefe haben die direkt angeleiteten Studenten ein signifikant besseres Ergebnis erzielt. Die Teilnehmer, die ein unmittelbares Feedback bekommen haben, hatten öfter eine suffiziente Drucktiefe erreicht. Die Drucktiefe ist neben der Frequenz eines der wichtigsten Parameter für den Erfolg einer CPR. In diesem Punkt zeigt sich die direkte Anleitung überlegen. Möglicherweise konnten die direkt angeleiteten Teilnehmer das Feedback durch das Gerät schneller umsetzen. Sie konnten besser beurteilen, wieviel tiefer oder flacher sie drücken mussten und die jeweilige Korrektur direkt beobachten. Bei der indirekten Anleitung musste die insuffiziente Drucktiefe erst durch den Anleiter erkannt und entsprechend an den Anwender signalisiert werden. Dieser musste dann die Rückmeldung wahrnehmen und erst nach dieser Kette erfolgte die Umsetzung. Deshalb könnten bei den Verzögerungen, die

dadurch entstehen, viele Kompressionen mit einer falschen Drucktiefe durchgeführt worden sein. Direkt angeleitete Teilnehmer konnten ohne diese Verzögerung arbeiten und haben dadurch während der Übungsphase möglicherweise insgesamt mehr korrekte Kompressionen durchgeführt. Davon haben sie dann in der OSCE-Prüfung profitiert.

Beim Vergleich von 34 erfahrenen mit 240 unerfahrenen Teilnehmern konnte gezeigt werden, dass die erste Gruppe unabhängig von der Art des Feedbacks in einigen Zielkriterien bessere Ergebnisse erzielt hat (Kompressionsfrequenz, Handposition und Entlastung). Hierbei wurde davon ausgegangen, dass praxiserfahrene Teilnehmer bereits vor der Blockpraktikumswoche ein CPR-Training durchlaufen haben. Unabhängig davon, wie geübt wurde, haben diese Teilnehmer ein konstant besseres Ergebnis erzielt als unerfahrene Studenten. Daraus kann man schlussfolgern, dass Trainingserfahrung einen besonders hohen Stellenwert in Bezug auf das Erreichen guter Ergebnisse hat. Die Stichprobe von 34 Probanden ist verhältnismäßig klein. Die berechnete Effektstärke d liegt für die signifikanten Zielkriterien im mittleren Bereich sodass von einem aussagekräftigen Ergebnis ausgegangen werden kann.

Es wurde betrachtet, ob sich die Anwesenheit eines erfahrenen Teilnehmers, unabhängig von der Feedbackart, auf die Teamleistung auswirkt. Hierbei wurden Teams mit und ohne erfahrene Teilnehmer miteinander verglichen. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied in der Leistung.

Bei einer weiteren Berechnung wurden nur trainingserfahrene Teilnehmer untersucht. Dabei wurden diejenigen Studenten, die direktes Feedback erhalten haben, mit denjenigen verglichen, die indirekt angeleitet wurden. Hiermit sollte festgestellt werden, ob die Art des Feedbacks bei trainingserfahrenen Teilnehmern Auswirkungen

auf ihre Leistung hat. Es hat sich kein signifikanter Unterschied in der Summe der erreichten Punkte ergeben. Die Art des Feedbacks war in dieser Untersuchung also nicht entscheidend bezüglich der Zielkriterien. Wahrscheinlicher ist, dass die Teilnehmer durch ihre bereits vorhandene Trainingsroutine bessere Ergebnisse erzielten. Diese ist demnach offensichtlich entscheidender als die Feedbackart, da diese Teilnehmer unabhängig von ihrer Einteilung in eine Kontroll- bzw. Interventionsgruppe gleich gute Leistungen erbracht hatten.

Außerdem wurde untersucht, ob diejenigen Teilnehmer, die keine Trainingserfahrung hatten, von einer der Feedbackarten mehr profitierten. Wie bei den erfahrenen Probanden sollte hier festgestellt werden, ob die Art des Feedbacks das Ergebnis bezüglich der Zielkriterien beeinflusst. Es ergab sich in der Summe kein signifikanter Unterschied zwischen den direkt und indirekt angeleiteten Studenten. Die Art des Feedbacks war auch hier nicht entscheidend für die Performance.

5. 2. Der Medizinstudierende: Laie oder erfahrener Helfer?

Die Probanden für diese Untersuchung waren Medizinstudierende zwischen dem 6. und 8. Semester. Die meisten der Studenten haben lediglich einen Erste-Hilfe-Kurs besucht in dem die CPR thematisiert und geübt wurde. Die Qualität und auch der Umfang dieser Schulungen sind sehr unterschiedlich. Der Effekt solcher Kurse hängt auch sehr von der Motivation des einzelnen Teilnehmers ab. Als explizit erfahrene Teilnehmer wurden jene definiert, die zusätzlich zu diesem Erste-Hilfe-Kurs eine weitere Ausbildung in CPR durchlaufen haben. Medizinstudierende ohne diese Zusatzausbildung sind dennoch keine reinen Laien. Sie haben

ein deutlich tiefergehendes Verständnis für die Anatomie, die biochemischen und (patho)physiologischen Prozesse im Körper. Neben dem zusätzlichen Wissen, haben Medizinstudierende ein sehr großes Interesse und dadurch auch viel Motivation praktische Tätigkeiten zu erlernen. Vor allem wenn es um lebensrettende Maßnahmen wie die CPR geht. Wenn man also isoliert ihre Hard Skills betrachtet, sind sie möglicherweise denen der Laien sehr ähnlich. Die Soft Skills hingegen sind wahrscheinlich, vor allem im Bezug auf die Motivation und das Verständnis, höher ausgeprägt.

5. 3. Weiterführende Untersuchungen

5. 3. 1. Vergleiche zwischen verschiedenen visuellen Feedbacksystemen

Es hat sich gezeigt, dass keine der beiden Feedbackarten signifikant überlegen war. Lediglich in dem Kriterium der Kompressionstiefe hat sich das direkte Feedback als besser erwiesen. Eine weitere Untersuchung könnte klären, welche Form des visuellen Feedbacks am effektivsten ist. Dabei sollten nicht nur verschiedene Arten, sondern zum Beispiel Größe und Ort der Anzeige, Farben oder Platzierung des Systems im Blickfeld berücksichtigt werden. Im Optimalfall könnten alle eingesetzten Feedbacksysteme einen ähnlichen, visuellen Grundaufbau mit hohem Wiedererkennungswert aufweisen. Das würde es Teilnehmern leichter machen, sich darin zurechtzufinden. Eine standardisierte Anzeige wäre also möglicherweise der nächste Schritt in Richtung Effizienz.

5. 3. 2. Vergleiche zwischen visuellem und audiovisuellem Feedbacksystem

Die Steigerung eines rein visuellen Feedbacksystems ist möglicherweise ein kombiniertes System aus visuellen und auditiven

Komponenten. Ein Überblick über die Literatur hat ergeben, „dass audiovisuelle Feedbackgeräte während der Reanimation die Helfer zu mehr leitlinienkonformen Thoraxkompressionen führen“ [7]. Auch ein rein auditives Feedbacksystem kann die untersuchten Zielkriterien verbessern [39]. Es „kann aber auf Kosten der Kompressionstiefe gehen, da vermehrt auf das Frequenzsignal geachtet wird“ [7]. Eine weitere Untersuchung könnte klären, welche Art von auditivem Feedbacksystem zu einer besseren Leistung führt. Bei einer Untersuchung von feedbackunterstützter Laienreanimation wurde festgestellt, dass verbale Äußerungen des Gerätes die Anwender in den Maßnahmen „versunsicherte“ und „zu Abbrüchen, Pausen und/oder verzögerter Wiederaufnahme der Thoraxkompressionen“ [40] führte. Das soll bei der CPR möglichst vermieden werden. Diese Informationen würden dann in die Entwicklung eines optimierten, audiovisuellen Feedbacksystems einfließen.

5. 3. 3. Wie viel und welches Training ist für ein nachhaltiges Ergebnis erforderlich?

Im Rahmen einer weiteren Studie könnte man die Anzahl und Art der CPR Trainingseinheiten genauer untersuchen, die zu nachhaltigen und guten Leistungen führen. Daraus könnte man schlussfolgern, wie viele und welche Trainings notwendig sind, um z. B. nach einem definierten Zeitraum ein noch immer zufriedenstellendes Ergebnis zu erhalten. Wie in den GRC Leitlinien von 2015 bereits erwähnt, sind CPR Trainings mit Intervallen über einem Jahr wahrscheinlich nicht ausreichend [5]. Studien zufolge nehmen „CPR-Fertigkeiten 3 bis 6 Monate nach dem Training rasch“ [7] ab. Ein Refresher Training nach 7 Monaten war dem Training nach 12 Monaten überlegen [41].

Es wäre sinnvoll bei einer weiteren Untersuchung den Aspekt der Trainingsdichte und -art in Bezug auf die Nachhaltigkeit der Ergebnisse zu betrachten. Dabei müsste man beachten, dass die Trainings „an die unterschiedlichen Bedürfnisse der Auszubildenden angepasst werden“ [7]. So ist vielleicht zu Beginn der Ausbildung eine höhere Trainingsdichte erforderlich. Nach einiger Zeit und guten Ergebnissen kann man diese etwas reduzieren und mit größeren Abständen beibehalten.

5. 3. 4. Untersuchung der Rolle des Trainers

Der Trainer sollte je nach Zielgruppe und Zielsetzung verschiedene Funktionen erfüllen. Er sollte über eine hohe Fachkompetenz bezüglich der Leitlinien verfügen um Abweichungen vom Algorithmus oder in der Qualität der CPR zu erkennen und zu korrigieren. Gleichzeitig darf er die Teilnehmer nicht entmutigen oder bloßstellen, sondern ganz im Gegenteil: motivieren und für seine Leistung loben. Je nach Zielgruppe und Zielsetzung werden die Hard oder die Soft Skills der Teilnehmer gefördert. So sollen die Teilnehmer motiviert werden sich auch nach Abschluss der CPR Schulung mit dem Thema zu befassen und eventuell sogar eine weitere Schulung zu besuchen, wenn z. B. neue Leitlinien etabliert werden. Dafür ist eine intrinsische Motivation der Teilnehmer die Voraussetzung und diese soll durch den Trainer gefördert werden. Diesbezüglich wäre eine Definition der Trainerrolle für bestimmte Kurskonzepte von Vorteil. So könnten Personen dafür gezielt ausgewählt werden die diese erfüllen bzw. in Schulungen könnten Maßnahmen ergriffen werden um die Trainer in ihrem Umgang mit den Teilnehmern zu beraten.

5. 3. 5. Untersuchung zur optimalen Ressourcennutzung

Die Trainer und die technischen Systeme stellen beides Quellen für Feedback und für effektives Training dar. In einer Untersuchung könnte betrachtet werden, welches Verhältnis zwischen den Systemen, den Trainern und der Teilnehmerart- und Zahl ausgewogen und effizient zum Erlernen der CPR ist. So könnten Ressourcen optimal und gezielt genutzt werden.

5. 4. Limitierungen der Studie

Die guten Gesamtergebnisse, die die Medizinstudenten erreicht haben, sind nur bedingt repräsentativ für die Laienausbildung. Da alle Teilnehmer Medizinstudierende sind, ist davon auszugehen, dass sie für die korrekte Durchführung der CPR schon sehr früh sensibilisiert wurden. Außerdem haben viele Seminare im Medizinstudium einen eher theoretischen Schwerpunkt und Studierende sind gerade dann hoch motiviert, wenn sie zusätzlich praktische Fertigkeiten erlernen können.

Alle Teilnehmer haben bereits das Erste Staatsexamen absolviert, weshalb angenommen werden kann, dass jeder von ihnen in einem Erste-Hilfe-Kurs praktische Erfahrung mit der CPR gesammelt hatte. So ist die Schulung der Maßnahme während der Notfallwoche für alle Teilnehmer mindestens die zweite Intervention dieser Art. Für viele Laien hingegen wäre das unter Umständen die erste Reanimationsübung.

Die Kontrolle der Retention fand im Rahmen einer benoteten Prüfung statt, was eine zusätzliche extrinsische Motivation für die Leistungserbringung darstellte.

Das Ergebnis der Reanimationsprüfung an einem Phantom zeigte, wie gut die CPR-Maßnahmen für genau diese Situation geübt und geleistet wurden. Es konnte nicht bewertet werden, wie die Teilnehmer in einem Szenario mit einem echten leblosen Patienten agieren. Zu den Skills in dieser Situation gehört es u. a. den Notfall korrekt und schnell zu erfassen, den inneren Widerstand zu überwinden den Thorax zu komprimieren und die CPR konstant suffizient zu leisten. Im OSCE wurden lediglich die Hard Skills (Drucktiefe, Frequenz) diesbezüglich geprüft. Diese sind wichtig, aber es braucht auch Soft Skills im Sinne einer Diagnose- und

Entscheidungskompetenz für eine erfolgreiche Reanimation. Beim Erlangen dieser Kompetenzen kann ein Trainer unterstützen.

Die Stichprobe der erfahrenen Teilnehmer war mit 34 Personen relativ klein. Diese Teilnehmer waren innerhalb der Feedbackarten ungleich hoch verteilt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es durch diese zufällige Abweichung zu Fehlinterpretationen in den einzelnen Fragestellungen kam. Dies lässt sich nur durch eine weitere Untersuchung mit entsprechendem Studiendesign evaluieren.

Es war ein konstruiertes Szenario in dem das Phantom bereits am Boden lag und die Studenten die Anweisung bekamen CPR-Maßnahmen durchzuführen. In der Realität ist die Situation oft nicht so optimal und eindeutig. Gerade im präklinischen Bereich muss der Betroffene zunächst in eine reanimationsmögliche Position gebracht werden (Bergen aus dem Fahrzeug oder aus dem Bett). Der Patient, wenn er nicht bereits leblos vorgefunden wurde, gleitet über mehrere Stufen in die Leblosigkeit und es ist die Kernaufgabe des Helfers im entscheidenden Moment mit der CPR zu beginnen. Auch hierbei kann der Trainer in der Schulung diese mentalen Kompetenzen stärken. Das geprüfte Modell spiegelte in Bezug auf die Soft Skills (non-technical skills) kaum die Wirklichkeit wider.

5. 5. Ausblick für CPR Trainingseinheiten

Das Ziel ist es, CPR Trainingseinheiten unter dem ressourcenorientierten Aspekt möglichst effektiv und nachhaltig zu gestalten. Um das zu erreichen, sollte man zunächst klar definieren, was genau die Zielgruppe, Zielkriterien und Ressourcen sind. „BLS-/AED-Ausbildungen sollen gezielt auf die Bedürfnisse der zu Schulenden ausgerichtet und so einfach wie möglich sein“ [42]. Die Rolle des Ausbilders ist in diesem Zusammenhang zu überdenken.

Das eingesetzte Personal sollte möglichst motivierend und aktivierend agieren. Es sollte unterstützend ein Feedback-System eingesetzt werden [16]. Dieses sollte einheitlich und aussagekräftig aufgebaut sein.

Bei der Auswahl des Trainers sollte man bedenken was die Zielgruppe und die Zielsetzungen sind. Als Trainer sollte man sich die Frage stellen wie man die höchste Akzeptanz einer Maßnahme bei einer Zielgruppe erreichen könnte. Dafür kommen verschiedene Konzepte in Frage: z. B. eher autoritäres Auftreten oder eher partizipatives. Damit hängt zusammen wie der Trainer in der Gruppe wahrgenommen wird, z. B. eher als Anweiser oder eher als Berater. Je höher der Anteil an Hard/ technical Skills in einer Schulung ist, umso wichtiger ist es die Teilnehmer eng zu führen. Je mehr Soft/ non-technical Skills vermittelt werden müssen, desto partizipativer sollte sich der Trainer verhalten. Als Beispiel sei hier die Moderation eines Debriefing genannt, welches „ein essenzieller Bestandteil des Lernprozesses“ [42] ist. Durch das Vorhandensein von Feedbacksystemen ändert sich sein Kompetenz- und Wirkungsbereich. Er muss für die Bedürfnisse seiner Zielgruppe sowie für das Vermitteln von Hard und vor allem Soft Skills sensibilisiert werden.

Die Unterstützung durch Feedback sollte als mögliche Komponente zur Selbstkontrolle für den Übenden dienen. Dieses in Verbindung mit einer gezielten Moderation durch den Trainer, sowie einer ausreichenden Anzahl an Trainingseinheiten, könnten dem Helfer die nötige Handlungskompetenz geben.

Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wurden zwei Arten von Feedback beim Erlernen der CPR Maßnahmen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Ergebnisse nach 1-4 Wochen verglichen. Die Probandengruppe bestand aus insgesamt 274 Medizinstudenten im zweiten oder dritten klinischen Studienjahr. Es wurden dabei folgende Zielkriterien untersucht:

- Kompressionsfrequenz
- Anzahl der korrekt durchgeführten Zyklen
- Kompressionstiefe
- Thoraxentlastung
- Druckpunkt
- Verhältnis von Thoraxkompressionen : Entlastung

Die Kontrollgruppe (n=135) konnte bei der Ausbildung selbst auf eine Anzeige sehen und die Maßnahmen ggf. korrigieren. Diese Methode war ein ausschließlich visuelles Feedback das selbstgesteuert eingeholt werden konnte. Die Interventionsgruppe (n=139) wurde durch Dritte (ebenfalls Studenten), für die die Anzeige sichtbar war, verbal angeleitet ohne eigene Sicht auf den Monitor. Dies war also ein rein auditives Feedback das für den Probanden nicht jederzeit zur Verfügung stand.

Bei der einmaligen Überprüfung der Leistung nach 1-4 Wochen, mussten die Probanden eine 2 minütige Ein-Helfer CPR ohne Feedbackunterstützung durchführen. Die CPR Leistungen waren in beiden Gruppen zufriedenstellend. Hierbei gab es bezüglich der Ergebnisse in Summe keinen signifikanten Unterschied ($T(272)=1,17$, $p=0,242$, $d=0,12$) zwischen der Kontroll- und Interventionsgruppe. Im

Hinblick auf die Kompressionstiefe waren die direkt angeleiteten Studenten signifikant ($U=7867,5$, $p=0,015$) besser.

Beim Vergleich der Subgruppen der trainingserfahrenen ($n=34$) mit nichterfahrenen Studenten ($n=240$) hat sich ein signifikanter Unterschied zugunsten der erfahrenen Gruppe ergeben. Unabhängig von der Art des Feedbacks war diese Gruppe in vielen Zielkriterien besser: Kompressionsfrequenz ($T(47,871)=1,17$, $p=0,049$, $d=0,2974413$), Handposition ($T(51,195)=2,662$, $p<0,001$, $d=0,4335847$) und Entlastung ($T(44,259)=1,684$, $p<0,001$, $d=0,3010817$).

Bei der Untersuchung von trainingserfahrenen Studenten hat sich herausgestellt dass keine der Feedbackarten in Bezug auf die Zielkriterien einen Vorteil gebracht hat ($T(31)=0,218$, $p=0,892$, $d=0,07763938$). Auch bei Studenten ohne Trainingserfahrung ergab sich kein signifikanter Unterschied in Bezug auf ihre CPR-Leistung ($T(229)=1,927$, $p=0,683$, $d=0,2576019$). Die Art des Feedbacks war in keiner dieser Gruppen entscheidend für die Leistung.

Es macht wahrscheinlich Sinn die visuelle Komponente eines Feedbacksystems für CPR-Schulungen mehr in den Vordergrund zu stellen. Dafür empfiehlt es sich visuelle Feedbacksysteme für den Anwender zu optimieren. Es wäre erstrebenswert, dass Feedbacksysteme einen ähnlichen strukturellen Aufbau haben um eine schnelle Orientierung für den Anwender zu gewährleisten. Zusätzlich könnte es hilfreich sein die Rolle des Instructors bezüglich des Lernziels im Kurs näher zu betrachten. Neben den Hard Skills stehen auch die Soft Skills (non-technical skills) der Teilnehmer im Vordergrund und sollten durch den Trainer gefördert werden. So könnte die Schulung ressourcenorientiert und zielgerichtet ablaufen.

Das Gesamtkonzept der CPR-Ausbildung sollte das Ziel haben dem Teilnehmer Schritt für Schritt mehr Handlungskompetenz zu verleihen. Ein möglichst anwenderfreundliches Feedbacksystem könnte sich positiv darauf auswirken.

Literaturverzeichnis

1. ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Causes_of_death_statistics/de. (Aufruf 10.12.2019)
2. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Todesursachen.html> (Aufruf 6.03.2018)
3. Aune, S., et al., Improvement in the hospital organisation of CPR training and outcome after cardiac arrest in Sweden during a 10-year period. *Resuscitation*, 2011. 82(4): S. 431-5.
4. Heinz Mandl, M.M., D. Kettler, *Ethik in der Notfallmedizin: Präklinische Herz - Lungen - Wiederbelebung*. 1997: Springer Verlag.
5. *Reanimation 2015 – Leitlinien Komplakt*, Herausgeber 2015 Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council e. V.
6. Koster, R.W., et al., 2010 GRC - Teil 02 - Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren. *Notfall + Rettungsmedizin*, 2010. 13(7): S. 523-542.
7. *ERC - Leitlinien 2015: Kardiopulmonale Reanimation*. Notfall + Rettungsmedizin, 2015. Band 18.
8. <http://www.grc-org.de/kursangebot>. (Aufruf 10.12.2019)
9. Roh, Y.S., S.B. Issenberg, Association of cardiopulmonary resuscitation psychomotor skills with knowledge and self-efficacy in nursing students. *Int J Nurs Pract*, 2014. 20(6): S. 674-9.
10. Beckers, S.K., et al., Influence of pre-course assessment using an emotionally activating stimulus with feedback: a pilot study in teaching Basic Life Support. *Resuscitation*, 2012. 83(2): S. 219-26.
11. Hector Wittwer, D.S., Andreas Frewler, *Sterben und Tod: Geschichte – Theorie – Ethik. Ein interdisziplinäres Handbuch*. 2010: Metzler Verlag S. 48
12. <http://www.laerdal.com/de/docid/1117082/Das-Madchen-aus-der-Seine?popup=true>. (Aufruf 6.12.2019)

13. <https://www.medelita.com/blog/from-suicide-to-cpr-the-origin-of-resusci-anne/>.
(Aufruf 6.12.2019)
14. Kardong-Edgren, S.E., et al., Comparison of two instructional modalities for nursing student CPR skill acquisition. *Resuscitation*, 2010. 81(8): S. 1019-24.
15. Heard, D.G., et al., Hands-Only Cardiopulmonary Resuscitation Education: A Comparison of On-Screen With Compression Feedback, Classroom, and Video Education. *Ann Emerg Med*, 2018.
16. Yeung, J., et al., The use of CPR feedback/prompt devices during training and CPR performance: A systematic review. *Resuscitation*, 2009. 80(7): S. 743-51.
17. https://www.cardiofirstangel.com/produkt.php?l_id=0.
(Aufruf 26.11.2019)
18. Soar, J., et al., 2010 GRC - Teil 09 - Unterrichtsprinzipien zur Wiederbelebung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 2010. 13(7): S. 723-736.
19. Chamberlain, D.A., et al., Education in resuscitation. *Resuscitation*, 2003. 59(1): S. 11-43.
20. Mann, C.J., J. Heyworth, Comparison of cardiopulmonary resuscitation techniques using video camera recordings. *J Accid Emerg Med*, 1996. 13(3): S. 198-9.
21. Cheskes, S., et al., Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation*, 2011. 124(1): S. 58-66.
22. Deakin, C.D., et al., European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation*, 2010. 81(10): S. 1305-52.
23. Nolan, J.P., et al., CoSTR 2010 - Part 1: Executive summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation*, 2010. 81 Suppl 1: S. 1-25.
24. Nolan, J., et al., 2010 GRC - Teil 01 - Kurzdarstellung - Sektion 1 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. *Notfall Rettungsmed*, 2010. 13: S. 515-522.

25. Berg, R.A., et al., AHA 2010 - Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2010. 122(18 Suppl 3): S. 685-705.
26. Koster, R.W., et al., CoSTR 2010 - Part 5: Adult basic life support: 2010 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation*, 2010. 81 Suppl 1: S. 48-70.
27. Soar, J., et al., CoSTR 2010 - Part 12: Education, implementation, and teams: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*, 2010. 81 Suppl 1: S. 288-330.
28. Bobrow, B.J., et al., The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*, 2013. 62(1): S. 47-56.
29. Isbye, D.L., et al., Voice advisory manikin versus instructor facilitated training in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 2008. 79(1): S. 73-81.
30. Spooner, B.B., et al., An evaluation of objective feedback in basic life support (BLS) training. *Resuscitation*, 2007. 73(3): S. 417-24.
31. Wik, L., et al., Retention of basic life support skills 6 months after training with an automated voice advisory manikin system without instructor involvement. *Resuscitation*, 2002. 52(3): S. 273-9.
32. Beckers, S.K., et al., CPREzy improves performance of external chest compressions in simulated cardiac arrest. *Resuscitation*, 2007. 72(1): S. 100-7.
33. Rittenberger, J.C., et al., Quality of BLS decreases with increasing resuscitation complexity. *Resuscitation*, 2006. 68(3): S. 365-9.
34. Kramer-Johansen, J., et al., Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*, 2006. 71(3): S. 283-92.
35. Bühner, M.Z., Matthias, *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. 2009, München: Pearson Studium S. 177

36. Faul, F., et al., Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. Behav Res Methods, 2009. 41(4): S. 1149-60.
37. Weltärztebund (WMA), Deklaration von Helsinki - Ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen, Bundesärztekammer, Editor. 2008, Bundesärztekammer: Berlin.
38. <http://www.drks.de>.
(Aufruf 11.12.2019)
39. Oh, J.H., et al., Effects of audio tone guidance on performance of CPR in simulated cardiac arrest with an advanced airway. Resuscitation, 2008. 79(2): S. 273-7.
40. K. Grassl, B.A.L., J. Stegmaier, V. Bogner, T. Huppertz, K.-G. Kanz,, Herzdruckmassage im Rahmen der Laienreanimation. Notfall und Rettungsmedizin 2, 2009
41. Woollard, M., et al., Optimal refresher training intervals for AED and CPR skills: a randomised controlled trial. Resuscitation, 2006. 71(2): S. 237-47.
42. Council, E.R., ERC-Leitlinien 2015: Kardiopulmonale Reanimation, deutschsprachige Übersetzung. Notfall & Rettungsmedizin, 2015. Band 18, Heft 8, Dezember 2015.

Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

**Einfluss von direktem Manikin-Feedback versus indirektem
Instruktor-Feedback auf die Performanz der
Thoraxkompressionen durch Medizinstudierende.**

selbstständig verfasst, außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft und Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 19.05.2020

Swetlana Schütz

Danksagung

Ich möchte mich bei Prof. Karl-Georg Kanz für die Betreuung und Unterstützung während der Entstehung der Arbeit bedanken.

Ich bedanke mich auch bei den Mitarbeitern des Instituts für Notfallmedizin und Medizinmanagement der Ludwig-Maximilians-Universität München, die die Studiendurchführung ermöglicht haben. Insbesondere gilt mein Dank Herrn Dr. Oliver Meyer, Herrn Dr. Bert Urban und Herrn Dr. Stephan Prückner.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. Johannes Luxen, der mir als promovierter Betreuer zur Seite stand. Mein Dank gilt auch Frau Dr. Alexandra Zech, die mich bei der statistischen Ausarbeitung unterstützt hat.

Ein großer Dank geht an meine Eltern, meine Schwester, meinen Mann, meine Tochter und Schwiegereltern, die mich während des Studiums immer unterstützt und motiviert haben.

Vielen Dank!