

Aus der Klinik für Anästhesiologie,
Anästhesie, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin
(Direktor Univ.- Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp)
der Universitätsmedizin der Universität Greifswald

**Smartphone-Applikationen zur Anleitung einer Laienreanimation:
Evaluation der Leitlinienadhärenz, Benutzerfreundlichkeit und des
Effekts auf die Reanimationsqualität**

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
(Dr. med.)
der
Universitätsmedizin Greifswald
der
Universität Greifswald
2020

vorgelegt von:
Louisa Schuffert
geboren am: 10.04.1995
in Gießen

Dekan: Prof. Dr. med. Hans Jörg Grabe

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Klaus Hahnenkamp

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Thorsten Gräsner

Ort, Raum: Zoom Meeting

Tag der Disputation: 05.02.2021

Inhaltsverzeichnis

1	GLOSSAR	5
2	EINLEITUNG.....	6
2.1	WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND.....	6
2.1.1	<i>Herz-Kreislauf-Stillstand</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Kardiopulmonale Reanimation.....</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Laienreanimation</i>	<i>8</i>
2.1.4	<i>Notwendigkeit einer Laienreanimation.....</i>	<i>10</i>
2.1.5	<i>Smartphone-Applikationen</i>	<i>12</i>
2.2	ZIELSETZUNG.....	15
2.2.1	<i>Hypothesen.....</i>	<i>15</i>
3	METHODIK	16
3.1	EINLEITUNG	16
3.2	STUFE 1: EVALUATION VON SMARTPHONE-APPLIKATIONEN	17
3.2.1	<i>Systematische App-Suche.....</i>	<i>17</i>
3.2.2	<i>Test auf Leitlinienadhärenz</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Benutzerfreundlichkeitstestung.....</i>	<i>21</i>
3.3	STUFE 2: EINFLUSS AUF QUALITÄTSPARAMETER DER LAIENREANIMATION	25
3.3.1	<i>Auswahl der Probanden und Randomisierung der Gruppen</i>	<i>25</i>
3.3.2	<i>Schulung der Schüler</i>	<i>26</i>
3.3.3	<i>Datenerhebung in Form eines simulierten Reanimationsszenarios</i>	<i>28</i>
3.3.4	<i>Datenerhebung in Form von Fragebögen.....</i>	<i>35</i>
3.3.5	<i>Statistische Auswertung der Daten</i>	<i>36</i>
4	ERGEBNISSE	38
4.1	SYSTEMATISCHE APP-SUCHE	38
4.2	TEST AUF LEITLINIENADHÄRENZ.....	40
4.3	BENUTZERFREUNDLICHKEITSTESTUNG.....	42
4.4	PROBANDENCHARAKTERISTIKA.....	45
4.4.1	<i>Geschlecht</i>	<i>47</i>
4.4.2	<i>Alter</i>	<i>47</i>
4.4.3	<i>Vorerfahrungen</i>	<i>48</i>
4.4.4	<i>Notfallsituation</i>	<i>48</i>
4.5	ERGEBNISSE DER REANIMATIONSSZENARIEN	49
4.5.1	<i>Hauptkriterien</i>	<i>49</i>
4.5.2	<i>Nebenkriterien.....</i>	<i>59</i>
4.5.3	<i>Anmerkung zum Datenverlust.....</i>	<i>62</i>

4.6	ERGEBNISSE DER FRAGEBÖGEN DER PROBANDEN	62
4.6.1	Smartphone-Besitz	63
4.6.2	Anzahl heruntergeladener Apps	63
4.6.3	Tägliche App-Nutzung	63
4.6.4	Sinnhaftigkeit einer „Reanimationsapp“	64
4.6.5	Erweiterter Fragebogen der Kontrollgruppe	66
4.6.6	Fragebogen zur Nutzerzufriedenheit.....	66
4.6.7	Auswertung der Freitextfragen	69
5	DISKUSSION UND LIMITATION	71
5.1	SYSTEMATISCHE APP-SUCHE	71
5.2	TEST AUF LEINLINIENADHÄRENZ	74
5.3	BENUTZERFREUNDLICHKEITSTESTUNG.....	76
5.4	REANIMATIONSSZENARIO	78
5.4.1	Probandencharakteristika	78
5.4.2	Externe Validität der Studienpopulation	78
5.4.3	Externe Validität des Reanimationsszenarios	79
5.4.4	Standard CPR vs. Chest-Compression-only-CPR	80
5.4.5	Qualitätsparameter einer Reanimation	82
5.4.6	Fragebögen zu den Simulationen	90
5.5	VERGLEICH ZU ANDEREN ARBEITEN.....	92
6	SCHLUSSFOLGERUNG UND FAZIT	96
6.1	AUSBLICK	98
7	ZUSAMMENFASSUNG	99
8	INTERESSESKONFLIKTE	100
9	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	101
10	QUELLEN	102
11	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	115
12	LEBENSLAUF	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
13	PUBLIKATIONSVERZEICHNIS.....	117
14	ANHANG	118

1 Abkürzungsverzeichnis

ACLS	Advanced Cardiovascular Life Support
AED	Automatisierter externer Defibrillator
AHA	American Heart Association
ALS	Advanced Life Support
App	Application
BLS	Basic Life Support
CCF	Chest Compression Fraction
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation
EKG	Elektrokardiographie
ERC	European Resuscitation Council
Et al.	Et alia (lateinisch für „und andere“)
GOe	Global Observatory for eHealth
GRC	German Resuscitation Council
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
mHealth	Mobile Health
OHCA	Out-of-Hospital cardiac-arrest
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
ROSC	Return of spontaneous circulation
SD	Standard deviation (englisch für „Standardabweichung“)

2 Einleitung

2.1 Wissenschaftlicher Hintergrund

2.1.1 Herz-Kreislauf-Stillstand

Ein Herz-Kreislauf-Stillstand ist ein lebensbedrohlicher Notfall, bei dem das Herz aus unterschiedlichen Gründen kein oder ungenügend Blut auswirft und die Blutzirkulation sistiert. Innerhalb der ersten 10 Sekunden werden die Nervenzellen im Gehirn noch mit Restsauerstoff aus dem Blut versorgt. Danach tritt eine Bewusstlosigkeit ein. Die Betroffenen zeigen nach 30-60 Sekunden keine Atembewegung, Atemgeräusche oder Luftzirkulation mehr. Dieser Zustand, der sogenannte „klinische Tod“, ist zunächst reversibel, da durch anaerobe Glykolyse Zellstrukturen vorerst erhalten bleiben.¹

Im Verlauf weiten sich die Pupillen und entrunden, während sich die Haut blau-grau verfärbt. Es kommt nach 3-5 Minuten zum Absterben von Nervenzellen im Gehirn und später zu Niereninsuffizienz und dem Versagen anderer Organsysteme.² Diese irreversiblen Schäden der Organe bezeichnet man als „biologischen Tod“.¹

Das Fortschreiten von „klinischem Tod“ zu „biologischem Tod“ kann durch Wiederbelebensmaßnahmen unterbrochen werden.³

Die Dauer dieses Intervalls ist von vielen Faktoren wie Alter, Körpertemperatur, Intensität des Stoffwechsels, Vorschäden der Organe und der Ursache für den Kreislaufstillstand abhängig.⁴ Eine Studie von Gässler et al. konnte zeigen, dass die Hauptursache für einen Herz-Kreislauf-Stillstand kardiale Ereignisse (62,2%) darstellen. Weitere Ursachen sind beispielsweise Hypoxie (11,1%) und Traumata (3,2%).⁵

Um das oben beschriebene irreversible Untergehen von Nervenzellen zu verhindern, muss die Herzfunktion umgehend und so lange durch äußere Maßnahmen nachgeahmt werden, bis das Herz seine Funktion wieder eigenständig übernimmt und mögliche Ursachen für den Stillstand behoben werden konnten.^{1,3,6} Eine solche äußere Maßnahme ist die Kardiopulmonale Reanimation, welche umgangssprachlich als Wiederbelebung bekannt ist.³

2.1.2 Kardiopulmonale Reanimation

Die Kardiopulmonale Reanimation, auch als CPR (cardiopulmonary resuscitation) bezeichnet, kann in 3 Stufen eingeteilt werden:

1. Basismaßnahmen (BLS, basic life support),
2. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen (ALS, advanced life support) und
3. Postreanimationsbehandlung.^{3,7}

Der BLS umfasst eine initiale Einschätzung, das Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstandes und alle Reanimationsmaßnahmen, die sofort, von jeder Person und ohne Hilfsmittel durchgeführt werden können.⁸ Damit beinhaltet der BLS die Herzdruckmassage und gegebenenfalls die Beatmung des Patienten, sowie einfache Maßnahmen zur Öffnung obstruierter Atemwege. Der BLS kann die Verwendung eines Automatisierten Externen Defibrillators (AED-Geräts) beinhalten.⁷ Der BLS dient in der Regel zur Überbrückung der Zeit bis der ALS durchgeführt werden kann oder die Rückkehr eines Spontankreislaufs (ROSC, Return of spontaneous circulation) eintritt.^{3,7}

Im ALS werden die Wiederbelebensmaßnahmen durch Anwendung professioneller Hilfsmittel von geschultem Personal erweitert. Dazu gehört der Einsatz von Medikamenten, EKG-Diagnostik, Defibrillation bei Kammerflimmern und pulsloser Kammertachykardie, Atemwegssicherung und Beatmung über einen Beatmungsbeutel oder ein Beatmungsgerät.^{3,7} Zusätzlich erfolgt die kausale Therapie reversibler Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes.

Bei erfolgreicher Reanimation (Erlangung eines ROSC) schließt sich die dritte Phase, die Postreanimationsbehandlung, an. Diese dient zur Stabilisierung und zum Erhalt des wiedergewonnenen Kreislaufs.^{3,7}

Durch das European Resuscitation Council (ERC), die American Heart Association (AHA) und das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) werden regelmäßig Leitlinien formuliert, die das korrekte Vorgehen in einer Reanimationssituation beschreiben.⁸⁻¹⁰

Der „Berufsverband Deutscher Anästhesisten“ und die „Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin“ gründeten 2012 die Kampagne „Ein Leben retten“.¹¹ Sie ist eine Reaktion auf die in Deutschland vergleichsweise niedrigen Wiederbelebungsquoten durch Ersthelfer und hat als Ziel möglichst vielen Menschen nachhaltig die Grundlagen von Wiederbelebungsmaßnahmen beizubringen. Dadurch soll eine höhere Ersthelferquote erreicht werden.¹¹ Die Basismaßnahmen folgen dabei dem vereinfachten Schema: „Prüfen. Rufen. Drücken.“¹²

Dabei steht „Prüfen“ für die Kontrolle des Bewusstseins durch Ansprache und die Feststellung, ob eine fehlende oder abnorme Atmung vorliegt.¹¹

Als nächstes folgt das „Rufen“ nach Hilfe. Hierbei wird die Rettungsleitstelle über die Telefonnummer 112 kontaktiert und so der Rettungsdienst alarmiert. Zusätzlich sollen durch „Rufen“ umstehende Personen zur Hilfe animiert werden. Falls möglich, sollte sich einer der Helfer um einen AED bemühen.¹¹

Das „Drücken“ bezieht sich auf das Durchführen der Kardiopulmonalen Reanimation.¹¹ Dabei wird die Pumpfunktion des Herzens imitiert und so eine Blutzirkulation erreicht. Der Ersthelfer kniet dabei neben dem auf dem Rücken liegenden Patienten und platziert beide Hände übereinander mittig auf dem unteren Drittel des Sternums des Patienten.³ Zur Optimierung der Kraft während der Thoraxkompression wird dem Helfer eine 90° Beugung im Kniegelenk, sowie das Durchstrecken der Arme empfohlen. Es erfolgt ein wiederkehrender, senkrechter Druck in Richtung der Wirbelsäule des Patienten mit anschließender Entlastung in die Neutralposition. Die Kompressionstiefe sollte 5-6 cm oder ca. 1/3 des Brustkorbs in einem Rhythmus von 100-120 Kompressionen pro Minute betragen.^{8,10,13}

Geschulte Helfer führen bei einem erwachsenen Patienten im Wechsel 30 Mal eine Thoraxkompression durch und beatmen dann 2 Hübe. Laien drücken bis zum Eintritt eines geschulten Helfers oder des Rettungsfachpersonals ohne Unterbrechung (sogenannte „Chest-Compression-Only-CPR“). Wird beatmet, so soll die Dauer von 2 Atemspenden 10 Sekunden nicht überschreiten.⁸

2.1.3 Laienreanimation

Ein Laie ist eine Person, die auf einem bestimmten Gebiet keine Fachkenntnisse besitzt.¹⁴ Im Falle einer Reanimation besitzt der Laie also keine spezifischen Kenntnisse in Wiederbelebensmaßnahmen. Fachkenntnis bedeutet regelmäßiges Wiederholen des entsprechenden Theorie- und Praxiswissens.¹⁵ Dies ist besonders relevant für Herz-Kreislauf-Stillstände, die sich außerhalb eines Krankenhauses ereignen. Da hier in der Regel nicht sofort medizinische Experten vor Ort sind und daher Laien mit den Reanimationsmaßnahmen beginnen müssen, um die Zeit bis zum Eintreffen des Rettungsfachpersonals zu überbrücken.⁸ Diese prähospitalen Kreislaufstillstände werden im Englischen als „Out-of-hospital cardiac arrest“ (OHCA) bezeichnet.⁷

Erhebungen aus Deutschland konnten zeigen, dass 44,8% der OHCA durch Ersthelfer beobachtet wurden. Dabei fanden 60,1% aller OHCA in Wohnungen, 10% auf der Straße, 6,1% im öffentlichen Raum und 2,2% am Arbeitsplatz statt.¹⁶ Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Analysen im internationalen Vergleich.¹⁷ Obwohl viele Herz-Kreislauf-Stillstände beobachtet werden und in häuslicher Umgebung stattfinden, ist die Laienreanimationsquote dennoch niedrig.

Die Laienreanimationsquote, also der Anteil an prähospitalen Herz-Kreislauf-Stillständen, bei denen ein Laie mit Wiederbelebensmaßnahmen beginnt, stieg in Deutschland von 23,4% im Jahr 2008 auf 36,9% im Jahr 2017.¹⁶ Obwohl dieser Anstieg erfreulich ist, ist die Quote im internationalen Vergleich sehr gering.¹⁸ So wurde in den Niederlanden und Schweden bereits 2012 in 70% der beobachteten OHCA mit Laienreanimationsmaßnahmen begonnen bevor der Rettungsdienst eintraf.¹⁹ Mögliche Ursachen für eine geringe Ersthelferquote sind Angst vor Infektionen, Ekel vor der Mund-zu-Mund-Beatmung, fehlendes Wissen über das Erkennen und die Behandlung eines Herz-Kreislauf-Stillstandes und Angst der Person Schmerzen zuzufügen.²⁰⁻²²

2.1.4 Notwendigkeit einer Laienreanimation

Jährlich erleiden in Deutschland circa 75.000 Menschen einen OHCA.²³ Dieser ist der zeitkritischste medizinische Notfall.²⁴ Dabei hat das frühe Erkennen eines OHCA und damit einhergehend das frühe Absetzen eines Notrufs, sowie der frühe Beginn von Wiederbelebensmaßnahmen den größten Einfluss auf das Outcome des Patienten.^{7,25}

Neukamm et al. konnten zeigen, dass die Ankunft des Rettungsdienstes, je nach Standort, in Deutschland in nur 62-95% der Alarmierungen innerhalb von 8 Minuten erfolgte.²⁶ Messelken et al. publizierten, dass in Baden-Württemberg 91% der Einsatzorte innerhalb von 15 Minuten erreicht werden konnten.²⁷

Diese Zeit zwischen Alarmierung oder Disposition und Ankunft des Rettungspersonals am Patienten wird als „Hilfsfrist“ bezeichnet. Die genaue Definition, die Dauer der Hilfsfrist und die Vorgaben zur Einhaltung unterscheiden sich zwischen den Bundesländern. So müssen in Baden-Württemberg 95% der Einsatzorte in unter 15 Minuten erreicht werden, während in Nordrhein-Westfalen 90% der Einsatzorte in unter 8 Minuten erreicht werden sollen. Retrospektiv zeigte sich allerdings, dass diese Vorgaben oft nicht eingehalten werden können.²⁸

Wie wichtig es ist, dass der Rettungsdienst alarmiert wird und die Zeit bis zu dessen Eintreffen kurz ist, konnten Rajan et al. in ihrer Studie zeigen. Sie fanden heraus, dass die Länge der Hilfsfrist reziprok proportional zum 30-Tage-Überleben eines Patienten im OHCA ist.²⁹

Auch bei zeitnahe Absetzen des Notrufs ist das Zeitintervall zwischen dem Eintreten des Herz-Kreislauf-Stillstandes und dem Eintreffen des Rettungsdienstes für das Überleben essentieller Organsysteme des Patienten zu lang.³ Wenn bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes keine Wiederbelebensmaßnahmen begonnen werden, sind bereits viele Nervenzellen im Gehirn irreversibel geschädigt.³ Zeitliche Verzögerung oder fehlender Beginn der Reanimationsmaßnahmen verschlechtern wesentlich die Chance, einen Herz-Kreislauf-Stillstand zu überleben.³⁰

Dem gegenübergestellt kann eine Reanimation, die bereits vor Eintreffen des Rettungsdienstes begonnen wird, die Chance des Patienten erhöhen, jemals wieder einen Spontan-Kreislauf (ROSC) zu erreichen.^{6,31}

Daher ist es notwendig, dass in der Zeit bis zum Eintreffen von Rettungsfachpersonal bereits Wiederbelebnungsmaßnahmen durch Laien durchgeführt werden.⁷ Der positive Einfluss der Laienreanimation auf das 30-Tage-Überleben wird besonders bei längerer Eintreffzeit des Rettungsdienstes deutlich: Trifft der Rettungsdienst innerhalb von 5 Minuten ein, steigert eine Laienreanimation die Zahl der Patienten, die 30 Tage überleben, um das 2,3-fache. Trifft der Rettungsdienst innerhalb von 10 Minuten ein, dann ist eine 3-fache Steigerung möglich.²⁹

2.1.5 Smartphone-Applikationen

Aufgrund der beschriebenen Notwendigkeit von zeitnahen Laienreanimationsmaßnahmen ist es eine wichtige Aufgabe der Notfallmedizin, die Laienreanimationsquote zu steigern.^{11,32}

Unterstrichen wird dies unter anderem von Sondergaard et al., die zeigen konnten, dass in Dänemark mit steigender Laienreanimationsquote sowohl das Überleben als auch das neurologische Outcome der Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand deutlich verbessert werden konnten.³³

Für die Steigerung der Laienreanimationsquote stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung: So gibt es Erste-Hilfe-Schulungen, deren Bestandteil die Lehre von Reanimationsmaßnahmen ist. Solche Kurse werden beispielsweise an Schulen oder in Betrieben angeboten. Weiterhin stehen zur individuellen Schulung Videos im Internet, Beiträge in Zeitschriften, DVDs und viele weitere Angebote zur Verfügung.^{32,34-37} Eine zusätzliche Möglichkeit ist die Verwendung dafür entwickelter Smartphone-Applikationen (Apps).

2.1.6 Smartphone-Applikationen

Durch die rasche Entwicklung und Verbreitung von Smartphones haben immer mehr Personen Zugriff auf Apps. Im Jahre 2018 nutzen 81% der Deutschen ab 14 Jahren ein Smartphone; mit steigender Tendenz.³⁸ Damit einhergehend entwickelt sich der Markt für Apps ebenso schnell.

Parallel dazu entstand der Bereich des mobileHealth (mHealth). MobileHealth wurde von der GOe (Global Observatory for eHealth) definiert als „medizinische oder öffentliche Gesundheitspraktiken, welche durch mobile Geräte wie Mobiltelefone, Patientenüberwachungsgeräte, PDAs (Personal Digital Assistant) und andere drahtlose Geräte unterstützt wird.“³⁹

Im Gegensatz zur klassischen Telemedizin ist mHealth dabei nicht mehr auf ortsgebundene Computer angewiesen und bietet daher viele zusätzliche Optionen. Apps haben die Möglichkeit schnell eine Vielzahl von Informationen anzubieten, sind in kürzester Zeit aktualisierbar und im Vergleich zu Büchern deutlich kostengünstiger.⁴⁰

Im Genre „mHealth“ befanden sich 2017 über 150.000 Apps auf dem Markt. Das jährliche Wachstum betrug dabei in etwa 25%.⁴¹

Die Europäischen Leitlinien für Reanimation 2015 haben diese Entwicklung aufgegriffen und beschreiben diese „Technologien und Sozialen Medien“ als „einflussreiche Vektoren“ für die Umsetzung und Veränderung der Laienreanimation. Sie unterstreichen, wie wichtig Technologie für die Lehre und die Verbesserung der Reanimation ist und betonen die Flexibilität, die diese neuen Methoden bieten.³²

Während die Korrektheit der Inhalte klassischer Medien, wie Lehrbücher und Fachzeitschriften, durch aufwendige Review-Prozesse streng geprüft wird, fehlen aktuell eine Gesetzgebung und ein entsprechendes Qualitätsmanagement für Applikationen des mHealth-Genre.^{42,43} Dies liegt laut Parker et al. am Mangel klarer Zuständigkeiten der Behörden für die Regulation von Apps. Eine einheitliche Regelung wird im internationalen Kontext durch die verschiedenen Gesetzgebungen der Länder verkompliziert.⁴⁴

Dennoch bemühen sich verschiedene staatliche und nicht staatliche Organisationen um Regulationen. So gaben die US Food and Drug Administration, die britische Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency, die australische Therapeutic Goods Administration, das deutsche Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte und die Europäischen Kommission Leit- und Richtlinien für Entwickler von medizinischen Apps heraus.⁴⁰

In den vergangenen Jahren wurden in Europa bereits einige Studien durchgeführt, welche die Qualität von Apps zur Unterstützung bei einer Reanimation untersuchten.

So beschäftigte sich die Studie von Serratosa et al. mit Apps, die Laien in Echtzeit in einer Reanimation anleiteten. Die Untersuchung fokussierte sich dabei aber auf einige ausgewählte Apps und führte keinen systematischen Vergleich durch.⁴⁵ Die Studie von Ahn et al. verglich eine größere Vielfalt an Gesundheitsapps mit verschiedenen Schwerpunkten, unterschied dabei aber nicht zwischen den verschiedenen Zielen der Apps.^{46,47}

Studien im mHealth Genre, die andere Themen untersuchten, aber eine ähnliche Methodik anwendeten, evaluierten nur eine repräsentative Stichprobe oder suchten nur für eines der Betriebssysteme für Smartphones.⁴⁸⁻⁵¹ Nur wenige Studien evaluierten die Adhärenz der Apps zu einer medizinischen Leitlinie.⁵²⁻⁵⁴

Die Studie von Kalz et al. schloss sowohl Apps ein, die Wiederbelebungsmaßnahmen lehrten, als auch Echtzeit-Anleitungen für reale Notfallsituationen boten.⁵⁵ Eine App, die ein Thema unterrichtet und eine solche, die Echtzeit Schritt-für-Schritt Anleitungen anbietet, dienen unterschiedlichen Zwecken und erfordern daher wahrscheinlich andere App-Designs. Deshalb wurde für die Studie dieser Dissertation entschieden, sich auf solche Apps zu fokussieren, die nur Echtzeit Schritt-für-Schritt Anleitungen anbieten.

Im internationalen Kontext wurden Untersuchungen in Reanimationsszenarien in Japan durchgeführt, welche allerdings nur eine App testeten und sich auf die US-amerikanischen Leitlinien beriefen.⁵⁶ In Südkorea fand eine mehrstufige Studie über dort verfügbare Apps statt, in der eine App im Vergleich zu einer Kontrollgruppe während eines Wiederbelebungszenarios getestet wurde.⁴⁷

Die genannten Studien beziehen sich entweder auf ältere oder außereuropäische Leitlinien, auf Applikationen außerhalb des deutschsprachigen Raums oder führten keine Echtzeit-Testung der Apps im Wiederbelebungsszenario durch. Daraus ergibt sich der Bedarf, dies weiter zu untersuchen, sodass die im Folgenden genannte Zielsetzung der Arbeit und entsprechende Hypothesen formuliert wurden.

2.2 Zielsetzung

Durch die systematische Suche, Evaluation auf Leitlinienadhärenz und Benutzerfreundlichkeit, sowie Echtzeit-Testung der Applikationen soll im ersten Schritt die Qualität der verfügbaren CPR-Apps überprüft und im zweiten Schritt der Einfluss auf die Reanimationsqualität und das subjektive Empfinden der Laien während einer Reanimation geprüft werden.

2.2.1 Hypothesen

2.2.1.1 *Primäre Hypothese der Arbeit*

Eine leitlinienadhärente, benutzerfreundliche Smartphone-App, die medizinische Laien in Echtzeit zu Wiederbelebensmaßnahmen anleitet, verbessert die Reanimationsqualität.

2.2.1.2 *Sekundäre Hypothesen der Arbeit*

- a) Wir vermuten, dass es in den gängigen Stores eine Vielzahl von Apps zum Thema Reanimation gibt.
- b) Wir vermuten, dass wenige der auf dem Markt verfügbaren Apps zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage konform mit den Europäischen Leitlinien zur Wiederbelebung sind.
- c) Wir vermuten, dass wenige der leitlinienkonformen Apps zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage als benutzerfreundlich bewertet werden.
- d) Wir vermuten, dass eine App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage die Hands-Off-Zeit während der Reanimation verkürzt.
- e) Wir vermuten, dass eine App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage den Anteil an Kompressionen mit korrekten Kompressionsfrequenzen verbessert.
- f) Wir vermuten, dass eine App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage den Anteil an Kompressionen mit korrekter Kompressionstiefe verbessert.
- g) Wir vermuten, dass eine App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage von den Anwendern als hilfreich angesehen wird.

3 Methodik

3.1 Einleitung

Diese Studie besteht aus einem zweistufigen Design:

1. der Evaluation von geeigneten Apps zur Echtzeit-Anleitung von Laienwiederbelebungsmaßnahmen und
2. der Analyse des Effekts dieser App auf Qualitätsparameter einer Reanimation in Form einer prospektiven Kohortenstudie.

Eine Übersicht über den Studienablauf bietet Abbildung 1. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universitätsmedizin Greifswald mit der Aktennummer BB 055/17 bewilligt.



Abbildung 1: Darstellung des zweistufigen Studiendesigns

3.2 Stufe 1: Evaluation von Smartphone-Applikationen

Für die Identifikation einer geeigneten App entwickelten wir ein 3-schrittiges Verfahren, zusammengesetzt aus:

1. einer systematischen Suche von derzeit vorhandenen Apps mit Hilfe des PRISMA-Verfahrens,
2. einer Überprüfung der entsprechenden Apps auf Leitlinienadhärenz und
3. einer Benutzerfreundlichkeitstestung der leitlinienadhärenten Apps.

3.2.1 Systematische App-Suche

Unter der Vielzahl an Apps, welche sich als Gruppe „mHealth Apps“ zusammenfassen lassen, beschäftigen sich einige dieser Apps mit dem Thema Reanimation. Dabei verfügen diese Apps über unterschiedliche Funktionen und dienen unterschiedlichen Zielen und haben damit unterschiedliche Zielgruppen. Man kann diese Apps kategorisieren in:

- Apps, die CPR lehren
- Apps, die CPR in Echtzeit anleiten
- Apps, die als Feedback-Systeme dienen
- Apps, die Ersthelfer alarmieren und
- Apps, die zu AEDs navigieren.

Diese Studie befasst sich mit Apps, welche eine Schritt-für-Schritt Anleitung von Wiederbelebensmaßnahmen in Echtzeit während einer Laienreanimation von Erwachsenen bieten.

Zum Zeitpunkt der Entwicklung des Studiendesigns gab es keine standardisierte Methode zur Identifizierung von „mHealth Apps“. Daher wurde sich an anderen Studien orientiert und die Suche anhand eines PRISMA-(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)-Verfahrensstrukturiert, um Apps zu identifizieren, eine Vorauswahl zu treffen, eine Eignungsprüfung durchzuführen und letztendlich die gesuchten Apps einschließen zu können.^{46,57-59}

3.2.1.1 Identifikation

Die Arbeit fokussiert sich auf die beiden größten Plattformen für mobile Apps: den Apple App Store, welcher Apps für Apple iOS zur Verfügung stellt und den Google Play Store, welcher Android-Apps anbietet.⁶⁰ Die Suche erfolgte nicht in kleineren App Stores wie Amazon App Store, Windows Store, Samsung Apps oder Blackberry World.^{61,62}

Die Auswahl der angebotenen Apps in den Stores ist von der geografischen Lokalisation des Suchenden abhängig. Während der Google Play Store sich auf die Region der IP-Adresse bezieht, orientiert sich Apple an der Apple-ID und der zugeordneten Ländereinstellung – diese kann durch den Nutzer verändert werden.^{63,64} Da eine ausgedehnte Suche mit entsprechender Ländereinstellung jedes einzelnen englisch- und deutschsprachigen Landes eine nicht handhabbare Anzahl an Apps ergeben hätte und eine Suche von nur einigen ausgewählten englischsprachigen Ländern willkürlich gewesen wäre, wurde in dieser Arbeit entschieden, die Ländereinstellung auf Deutschland zu beschränken und vom Standort Greifswald aus zu suchen.

Die händische Suche in beiden Stores erfolgte anhand von 16 definierten Stichwörtern. Diese Stichwörter lauten: „Reanimation“, „Wiederbelebung“, „Thoraxkompression“, „Herzdruckmassage“, „Erste Hilfe“, „Herzstillstand“, „Kreislaufstillstand“, „Notfall“, „112“ und jeweils die englischen Begriffe: „CPR“, „resuscitation“, „chest compression“, „basic life support“, „BLS“, „first aid“ und „cardiac arrest“. Nach Formulierung der Stichworte erfolgte eine Evaluation dieser in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der Arbeitsgruppe "Forschung in der Notfallmedizin" der Klinik für Anästhesiologie, die sich aus Anästhesisten und Notärzten, sowie Rettungsfachpersonal und Doktoranden zusammensetzt.

Die systematische Suche wurde von einem MacBook Pro zwischen dem 26. Mai 2017 und dem 23. Juni 2017 durchgeführt. Für die Suche im Apple App Store wurde die iTunes Suche auf „alle“ Endgeräte (Mac, iPad, iPhone, AppleWatch) und ohne Altersbeschränkung eingestellt. Der Google Play Store wurde über den Internetbrowser Safari geöffnet.

Angelehnt an vergleichbare Studien wurden Apps identifiziert, die entweder das entsprechend gesuchte Stichwort als Teil des Titels oder in der App-Beschreibung aufwiesen.⁵⁷⁻⁵⁹

3.2.1.2 Vorauswahl

Alle identifizierten Apps wurden überprüft. Apps, die unter verschiedenen Stichworten, aber dem gleichen Namen gefunden wurden und den gleichen Herausgeber hatten, wurden als redundant eingestuft.

3.2.1.3 Eignung

Zur weiteren Einstufung der App wurden diese auf Ausschlusskriterien der Studie überprüft. Die Ausschlusskriterien wurden formuliert und ebenfalls im Rahmen der Arbeitsgruppe „Forschung in der Notfallmedizin“ diskutiert und lauten in absteigender Folge:

1. Nicht ubiquitär verfügbar (Google Play Store und Apple App Store),
2. Sprache nicht Englisch oder Deutsch,
3. Kostenpflichtig,
4. Thematisiert nicht Reanimation,
5. Bezieht sich auf nicht menschlichen Erwachsenen,
6. Bietet keine Schritt-für-Schritt-Anleitung in Echtzeit an,
7. Duplikat unter anderem Namen und
8. Technische Probleme.

Sobald eine App ein Ausschlusskriterium der absteigenden Reihenfolge erfüllte, wurde diese ausgeschlossen und auf kein weiteres der später folgenden Ausschlusskriterien geprüft. Somit konnte jeweils nur das erste zutreffende Ausschlusskriterium nachvollzogen werden.

Das Kriterium „Verfügbarkeit in beiden Stores“ wurde angewendet, um eine ubiquitäre Verfügbarkeit zu gewährleisten, sodass ein Großteil der Smartphone-Nutzer auf diese App zugreifen kann. Apps wurden als Duplikate eingestuft, wenn sie von der gleichen Firma herausgegeben wurden, das gleiche Interface aufwiesen, aber unter unterschiedlichen Namen aufgeführt wurden.

3.2.1.4 Eingeschlossen

Nur die Apps, die kein Ausschlusskriterium erfüllten, wurden auf ihre Leitlinienadhärenz überprüft. Die Struktur und die Reihenfolge der Suche ist in Abbildung 2 angelehnt an das PRISMA-Flow-Diagramm dargestellt.⁶⁵

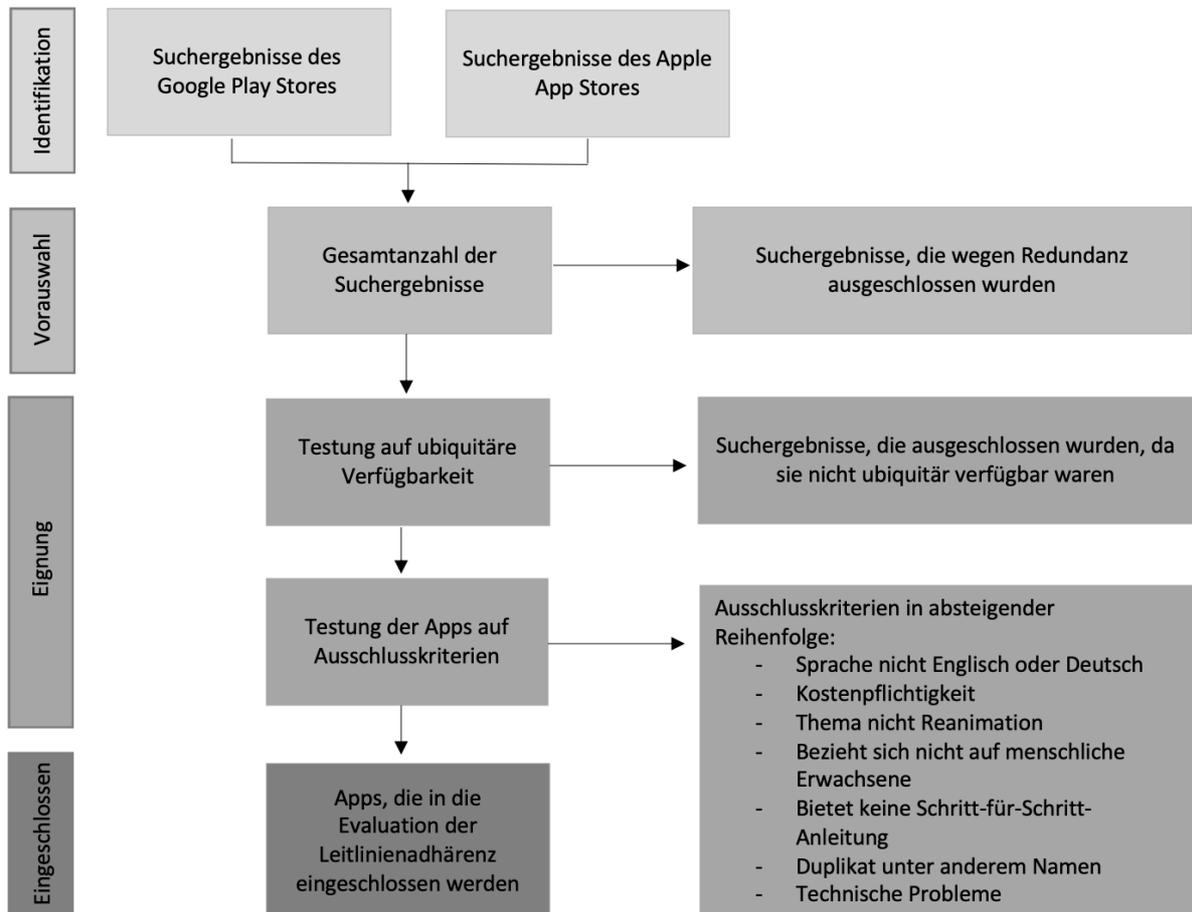


Abbildung 2: PRISMA-Flow-Diagramm zur systematischen App-Suche

3.2.2 Test auf Leitlinienadhärenz

Die Qualität der Applikationen wurde basierend auf den European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015, den American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care 2015 und den CoSTR 2015 Guidelines des International Liaison Committee on Resuscitation überprüft.^{8,66-68}

In oben beschriebener Zusammenarbeit der Forschungsgruppe wurden 9 Kriterien formuliert, die eine als leitlinienadhärent geltende App erfüllen sollte.

Die Applikation sollte den Nutzer auffordern:

1. die Person anzusprechen und das Bewusstsein zu überprüfen,
2. den Atemweg frei zu machen,
3. anhand des Schemas „Sehen, Hören, Fühlen“ zu überprüfen, ob die Person normal atmet,
4. an die Möglichkeit keiner oder keiner normalen Atmung (agonalen Atmung) zu denken,
5. die 112 anzurufen oder durch jemanden anrufen zu lassen,
6. die Herzdruckmassage durchzuführen und dabei
7. eine korrekte Handpositionierung einzunehmen,
8. eine Kompressionsfrequenz von 100-120 Kompressionen pro Minuten einzuhalten und
9. eine Kompressionstiefe von mindestens 5 cm und maximal 6 cm zu erreichen.

Falls die App zusätzlich eine Beatmung anwies, so sollte dabei:

10. das Freimachen der Atemwege und
11. das Wahrnehmen der Brustkorbbewegung zur Verifikation einer korrekten Beatmung erklärt werden.

Damit eine Applikation als „leitlinienadhärent“ galt, mussten alle der oben genannten Kriterien erfüllt sein.

3.2.3 Benutzerfreundlichkeitstestung

Alle leitlinienadhärenten Applikationen wurden anschließend auf ihre „Benutzerfreundlichkeit“ evaluiert. Diese ist nach Lacks ein „Merkmal einer Softwarequalität“.⁶⁹ Sie beschreibt „die Eigenschaft eines Softwareproduktes, besonders eines Dialogsystems, auf die Anforderungen des Endnutzers zugeschnitten zu sein“. Dazu soll sich „das Softwareprodukt der jeweiligen Benutzerkategorie entsprechend verhalten, der Vorbildung des Nutzers angemessene Ausdrucks- und Interaktionsformen vorsehen und leicht handhabbar sein“.⁶⁹

Die leitlinienadhärenten Applikationen wurden anhand der System Usability Scale (SUS), welche von John Brooke entwickelt wurde, auf ihre Benutzerfreundlichkeit überprüft.⁷⁰

Die SUS setzt sich aus 3 Kategorien der ISO-Norm 9241-11 für Benutzerfreundlichkeit zusammen: „Zweckmäßigkeit“, „Effizienz“ und „Verwirklichung (Zufriedenheit)“.^{70,71}

Die SUS ist ein international anerkanntes Werkzeug, welches wenig fehleranfällig und zur Testung der Benutzerfreundlichkeit vielseitig verwendbar ist.⁷² Sie ist ein sehr verbreiteter Test und wurde in über 600 Publikationen zitiert.⁷³

Die SUS besteht aus 10 Aussagen, welche der Bewertende jeweils auf einer 5-Punkte-Likert-Skala bewerten soll. Dabei handelt es sich um 5 positiv formulierte Aussagen (Aussagen Nummer 1, 3, 5, 7, 9) und 5 negativ formulierte Aussagen (Aussagen Nummer 2, 4, 6, 8, 10). Der Nutzer soll jede Aussage entsprechend seines Maßes an Zustimmung von 1 „stimme überhaupt nicht zu“ zu 5 „stimme voll zu“ bewerten. In der Ergebnis-Auswertung wird der Bewertung jeder positiven Aussage 1 Punktwert subtrahiert, während der Punktwert der negativen Aussagen von 5 subtrahiert wird. Zur Verdeutlichung können die jeweiligen Rechenbeispiele in Abbildung 3 nachvollzogen werden.

Positive Aussage:

Wert, den Proband in Likert-Skala wählt		Subtraktion von 1		Punktwert einer Aussage
4	-	1	=	3

Negative Aussage:

Ausgangswert		Wert, den Proband in Likert-Skala wählt		Punktwert einer Aussage
5	-	4	=	1

Abbildung 3: Rechenbeispiele zur Verdeutlichung der Berechnung der SUS

Die Ergebnisse der einzelnen Aussagen werden summiert und anschließend mit dem Faktor 2,5 multipliziert, sodass man einen Wert zwischen 0 und 100 erhält.⁷⁰ Diese Skalierung ist nicht mit Prozentwerten gleichzusetzen.⁷⁴

Wir nutzten die deutsche Übersetzung „Fragebogen zur System-Gebrauchstauglichkeit“ der SUS der Website *experience.sap.comm* und spezifizierten ihn, indem wir die allgemeine Aussage „System“ durch das spezifischere Wort „App“ ersetzten.⁷⁵ Alle Fragebögen dieser Arbeit sind im Anhang zu finden.

Sauro und Lewis stellten bei der Verwendung der SUS eine Rate an Codierungsfehlern von 11% fest.⁷³ Daher wurden die Berechnungen in der Evaluation von zwei Mitgliedern der Forschungsgruppe (Louisa Schuffert, Bibiana Metelmann) unabhängig durchgeführt, sodass die Rate an Fehlern minimiert wurde. Im Fall von unterschiedlichen Ergebnissen, berechnete eine dritte unabhängige Person den SUS-Score erneut.

Barnum empfiehlt, verschiedene Personengruppen die SUS durchführen zu lassen, um das System aus verschiedenen Blickwinkeln untersuchen zu können.⁷⁶ Daraus geschlussfolgert ergaben sich 3 Gruppen, deren SUS-Evaluation die verschiedenen Perspektiven auf die App abbilden: (1) Personen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit, die App zu nutzen, (2) erfahrene App-Nutzer und (3) Personen mit einem großen Erfahrungsschatz in dem medizinischen Themengebiet, welches die App umfasst.

Ein großes Risiko mit einem Herzstillstand konfrontiert zu werden, haben ältere Personen und Personen, die im medizinischen Umfeld tätig sind. Der prozentuale Anteil der Personen über 65 Jahre, die ein Smartphone benutzen, ist jedoch deutlich geringer als der des Gesellschaftsdurchschnitts.³⁸ Potenzielle Anwender könnten auch Personen sein, die häufiger Wiederbelebungen durchführen, wie z.B. medizinisches Personal. Dieses ist jedoch in den Maßnahmen einer Wiederbelebung geschult und trainiert diese regelmäßig. Eine App zur Anleitung der einzelnen Wiederbelebungsschritte scheint somit für ältere Personen kaum relevant zu sein, da nur wenige über das notwendige Medium verfügen und ist für medizinisches Personal überflüssig, da diese geschult sind.

Daher wurde entschieden die Perspektiven derjenigen zu erfassen, welche regelmäßig Apps benutzen (Gruppe 2) – sogenannte „Smartphone-Vielnutzer“ – und derjenigen, die Experten auf dem Themengebiet des Inhaltes der App sind (Gruppe 3) – also Experten in der Notfallmedizin.

Die „Smartphone-Vielnutzer“ wurden definiert als Personen, die seit über 3 Jahren ein Smartphone besitzen, dieses länger als eine Stunde pro Tag nutzen und mehr als 15 Apps auf ihrem Smartphone installiert haben. Diese Einschlusskriterien wurden dem Fragebogen vorangestellt. Nur die SUS der Probanden, die alle Kriterien erfüllten, wurde gewertet.

Als „Experten der Notfallmedizin“ suchten wir Notärzte aus. Die Notärzte wurden darauf hingewiesen zu beachten, dass die Zielgruppe der Apps medizinische Laien sind.

Wir erstellten zusätzlich zur SUS einen weiteren Fragebogen, welcher die Apps in verschiedenen Aspekten einer hochwertigen Wiederbelebung direkt miteinander verglich. Dieser Fragebogen wurde nur von den Experten der Notfallmedizin ausgefüllt, da die Gruppe der „Smartphone-Vielnutzer“ keine vertiefenden medizinischen Kenntnisse zur Beantwortung dieses Fragebogens besaß.

Die Aspekte, die für eine hochwertige Wiederbelebung als wichtig gewertet wurden, lauten wie folgt:

- „Das Freimachen der Atemwege ist in der App verständlich dargestellt und erklärt.“,
- „Die App weist auf die Schwierigkeiten einer Schnappatmung hin.“,
- „Die App weist auf die Wichtigkeit von ausreichender Entlastung unter der Herzdruckmassage hin.“,
- „Die App weist auf möglichst kurze Unterbrechungszeiten hin.“,
- „Die App hilft dem Laien die richtige Kompressionsfrequenz zu finden.“,
- „Die App ist von der Aufmachung und der Animation für einen optimalen Ablauf von Wiederbelebnungsmaßnahmen förderlich.“,
- „Die App fordert den Laien auf bis zum Eintreffen des Rettungspersonals die Wiederbelebung fortzusetzen.“

Die Experten der Notfallmedizin sollten die zu testenden Apps für jede einzelne Aussage in absteigender Reihenfolge nach dem Zutreffen der jeweiligen Aussagen ordnen.

Die Benutzerfreundlichkeitstestung wurde im Oktober 2017 durchgeführt.

3.3 Stufe 2: Einfluss auf Qualitätsparameter der Laienreanimation

Um die Hypothesen zu überprüfen, ob die Verwendung einer leitlinienadhärenten und benutzerfreundlichen App während einer Laienreanimation eine Verbesserung der Reanimationsqualität erzielt, entwickelten wir eine Kohortenstudie mit 3 Studienarmen:

- 1) Probanden, die keine App während einer simulierten Wiederbelebungssituation benutzten (Kontrollgruppe)
- 2) Probanden, die die Möglichkeit bekamen eine App während einer simulierten Wiederbelebungssituation zu nutzen (fakultative App-Nutzung)
- 3) Probanden, die eine App während einer simulierten Wiederbelebungssituation benutzen sollten (obligate App-Nutzung)

3.3.1 Auswahl der Probanden und Randomisierung der Gruppen

Um vergleichbare und möglichst homogene Gruppe an Probanden zu generieren, die verlässlich an der Studie teilnahmen, wurde sich entschieden, Schüler für die Studie zu akquirieren.

Es sollte einerseits die intellektuelle Varianz aufgrund der Schulform verkleinert, als auch andererseits den entsprechenden Entwicklungsstand der Jugendlichen durch die Wahl der Klassenform minimiert werden. Daher wurden Schüler der Klassenstufe 8 bis 10 an gymnasialen Schulzweigen angefragt. Die Randomisierung in die drei Gruppen erfolgte auf Schulebene, sodass der Informationsaustausch zwischen den Gruppen möglichst gering blieb. Es konnten für die Teilnahme insgesamt 4 Schulen gewonnen werden, wobei 2 Schulen eine geringere Klassenstärke aufwiesen und daher gemeinsam einen Studienarm abdeckten, um eine möglichst ähnliche Probandenzahl zu erzielen.

3.3.2 Schulung der Schüler

Um sicherzustellen, dass alle Schüler das gleiche Basiswissen zum Thema Wiederbelebung haben, erhielten alle Studienarme eine einheitliche Schulung in Wiederbelebungsmaßnahmen durch die Verfasserin dieser Arbeit. Die Schulungsdauer betrug 20 Minuten und folgte inhaltlich den Empfehlungen der ERC Leitlinien 2015 für Laienreanimation, angelehnt an die Aktion „Prüfen. Rufen. Drücken.“ des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten, der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, des German Resuscitation Council (GRC) sowie der Stiftung Deutsche Anästhesiologie.¹²

Anschließend durchlief jeder Schüler eine Übung der erlernten Maßnahmen in Form einer Demonstration mit individueller Betreuung. Die Länge der jeweiligen Einzelübung war abhängig von den Fähigkeiten des Schülers. Die Übung wurde erst dann beendet, wenn der Schüler den entsprechenden Inhalt ohne Fehler vorzeigen konnte.

Die obligate App-Gruppe erhielt im Anschluss an die theoretische Schulung eine weitere 5-minütige Einführung in die technische Handhabung der Applikation. Bei der Übung der Herzdruckmassage sollte der Schüler die App benutzen. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass jeder Schüler dieser Gruppe mit dem Inhalt der Applikation vertraut ist. Die Schüler nutzten ein iPhone 7 oder ein iPad Mini, jeweils mit der zu diesem Zeitpunkt neusten Software Version (11.1. Beta 4) und der aktuellen Version der App.

Die Schüler der fakultativen und der obligaten App-Gruppe erhielten ein Handout mit einem URL-Code und Informationen zu der entsprechenden App mit der Bitte diese auf ihre Smartphones oder Tablets herunter zu laden und sich die App anzuschauen. Die Kontrollgruppe erhielt ein Handout mit einer Zusammenfassung des behandelten Lerninhaltes. Beide Handouts befinden sich im Anhang. Der beschriebene Ablauf der Schulung und der Reanimationsszenarien kann in Abbildung 4 nachvollzogen werden.



Abbildung 4: Zeitlicher Ablauf des zweiten Studienabschnitts

Die Schulungen fanden in den in der Tabelle 1 aufgeführten Zeiträumen statt. Die simulierten standardisierten Reanimationsszenarien wurden jeweils 6 Wochen nach den Schulungen durchgeführt. Die Festlegung des zeitlichen Abstands auf 6 Wochen beruhte auf der „Vergessenskurve nach Ebbinghaus“. Diese besagt, dass 15% des neu Erlernten innerhalb von 6 Wochen dauerhaft gespeichert werden und, alles Weitere vergessen wird.⁷⁷ Durch dieses Intervall kann der Wissensstand der Schüler zu Wiederbelebensmaßnahmen besser auf die Allgemeinheit projiziert werden.

Tabelle 1: Auflistung der Zeiträume in den einzelnen Schulen

Schule	Schulung	Überprüfung/Datenerhebung
Schule A, Gruppe 1	09.-13.10.2017	20.-24.11.2017
Schule B, Gruppe 2	18.10-08.11.2017	15.11.-06.12.2017
Schule C, Gruppe 3	24.04.2018	05.-06.06.2018
Schule D, Gruppe 3	23.05.2018	06.07.2018

3.3.3 Datenerhebung in Form eines simulierten Reanimationsszenarios

In den standardisierten Reanimationssimulationen führten die Schüler eine Ein-Helfer Chest-Compression-Only-CPR durch.

Zur Datenerhebung wurden je zwei Wiederbelebungssimulatoren mit Feedbackfunktion der Marke Brayden (Brayden Manikin) benutzt. Diese sind Feedback-Systeme, welche aus einem realitätsnahen Erwachsenentorso und Kopf bestehen. Die Brayden-Simulationspuppe kann über Sensoren die Kompressionstiefe und Kompressionsfrequenz, sowie die Handposition und die Überstreckung des Kopfes feststellen und Brustbewegungen bei Ventilation aufzeichnen.⁷⁸ Die zur Feedbackgabe und Datenerhebung notwendigen Tablets zur Bedienung der Brayden-Simulationspuppen waren ein Sony Xperia Z3 Tablet Compact 8 und ein Asus Padfone S.

Das Reanimationsszenario der Datenerhebung wurde für alle Probanden gleich gestaltet und wurde den Probanden einheitlich direkt vor Beginn des Szenarios erläutert. Jedem Probanden wurde das Folgende gesagt:

„Stell dir vor, du gehst in einen Park und dort liegt eine Person (dargestellt durch die Brayden-Simulationspuppe) und du sollst nun so reagieren, wie du es in einer realen Situation tun würdest und zwar so lange, bis das Forschungsteam „Stopp“ sagt. Dabei ignorierst du alle anderen sich im Raum befindlichen Personen. Dir werden keine Fragen beantwortet und wir gehen auch nicht auf das ein, was du sagst oder tust. Falls du Hilfsmittel benötigst, die sich nicht im Raum befinden, stellst du deren Nutzung schauspielerisch dar oder sagst was du nutzen würdest. Ich werde nun in den Raum gehen und die Tür hinter mir verschließen. Es geht los, sobald du den Raum betrittst.“

Um die Immersion in das Reanimationsszenario zu erhöhen, waren die Brayden-Simulationspuppen mit entsprechender Kleidung ausgestattet, wie in Abbildung 5 dargestellt. Jede Puppe trug eine Hose, Socken und einen Cardigan mit Knöpfen, sodass gleiche Bedingungen geschaffen wurden.



Abbildung 5: Bekleidete Brayden-Simulationspuppe vor einem Reanimationsszenario

Die Datenerhebung während der simulierten Reanimationssituation erfolgte im Team aus 2 Mitgliedern wie in Abbildung 6 dargestellt. Teammitglied 1 referierte dem Probanden die oben erwähnte Einführung in das Szenario.

Da Gruppe 3 die App obligatorisch nutzen sollte, wurde hier noch hinzugefügt: „*Hast du ein Handy mit der App dabei?*“ Wenn die Probanden dies bejahten, wurden sie angewiesen dieses zu nutzen. Wenn sie verneinten, erhielten sie ein iPhone 7 mit der installierten App, mit welchem sie auch die Übung 6 Wochen vorher absolvierten, und wurden ebenfalls angewiesen die App zu nutzen.

Teammitglied 1 ging anschließend in den Raum, schloss die Tür und bereitete das Szenario vor. Sobald dies geschehen war, wurde der Probanden hineingebeten. Als Startzeit des Szenarios wurde der Moment gewertet, in dem der Proband die Tür schloss. Dabei wurde darauf geachtet, dass in den unterschiedlichen Schulen der räumliche Aufbau des Szenarios und damit die Wegstrecke möglichst ähnlich war.

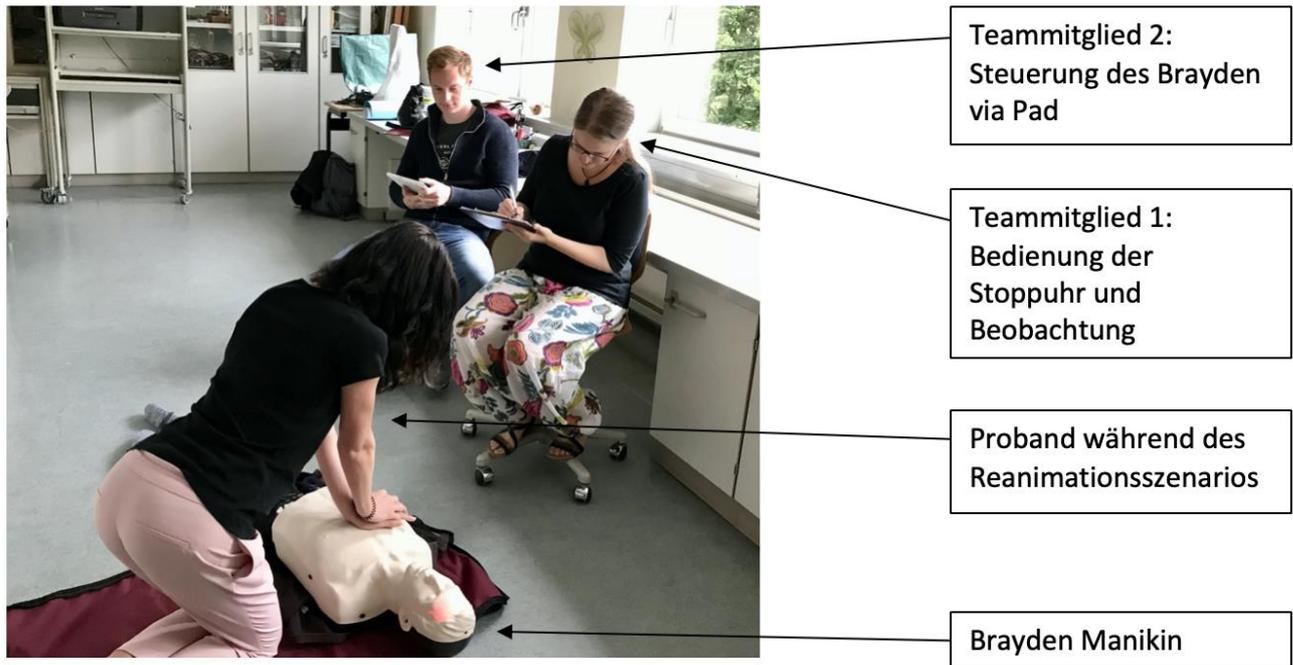


Abbildung 6: Darstellung eines Reanimationsszenarios und Anordnung der beteiligten Personen

Die Beurteilung der Qualität der Laienreanimation der einzelnen Probanden erfolgte anhand festgelegter Parameter. Diese waren mit den während der Simulation zur Verfügung stehenden Mitteln (Brayden-Simulationspuppe, Stoppuhren und Beobachtung) erfassbar. Die Parameter wurden vorher in Hauptkriterien (Hands-Off-Zeit, Notruf absetzen, Kompressionsrate, Kompressionstiefe, Handpositionspräzision und vollständige Kompressionsfreigabe) und Nebenkriterien (Überprüfen der Bewusstseinslage, Freimachen der Atemwege, Überprüfen der Atmung, Armhaltung und Körperhaltung) eingeteilt. Die Messmethode kann anhand der Tabelle 2 nachvollzogen werden.

Tabelle 2: Methodik der Datenerhebung während des Reanimationsszenarios

	Hauptkriterien	Nebenkriterien
Durch Teammitglied beobachtet	<ul style="list-style-type: none"> • Notruf absetzen und nach Hilfe rufen 	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen der Bewusstseinslage • Freimachen der Atemwege • Überprüfen der Atmung, Armhaltung und Körperposition
Gemessen durch Brayden-Simulationspuppe	<ul style="list-style-type: none"> • Hands-Off-Zeit während Reanimation • Kompressionsrate • Kompressionstiefe • Handpositionspräzision • Vollständige Kompressionsfreigabe 	
Mit Stoppuhr gemessen		<ul style="list-style-type: none"> • Zeit bis zur Überprüfung der Atmung • Zeitdauer der Atmungskontrolle • Zeit bis zum Absetzen des Notrufs • Zeit bis zur ersten Thoraxkompression • Gesamtzeit des Reanimationsszenarios
Nachträglich berechnet	<ul style="list-style-type: none"> • Summierte Hands-Off-Zeit * 	
<p>*Summierte Hands-Off-Zeit: Zeit bis zum Beginn der Kompressionen (mit Stoppuhr gemessen) addiert mit der „Hands-Off-Zeit“ während der Kompressionen (von Brayden-Simulationspuppe gemessen)</p>		

Auf die Erhebung und Beurteilung jedes der genannten Werte wird im nächsten Abschnitt (3.3.3.1. Hauptkriterien) genauer eingegangen. Als Beginn einer Handlung wurde jeweils der Zeitpunkt notiert, an dem eindeutig ersichtlich wurde, welche Handlung ausgeführt wurde. Das Trainingsprogramm der Brayden-Simulationspuppe wurde gestartet, sobald der Proband zwei- bis dreimal den Brustkorb komprimiert hatte und die Wiederbelebung somit startete. Das Programm wurde nach 120 Sekunden gestoppt. Erst nach Stoppen der Datenerhebung der Wiederbelebung wurde dem Probanden kommuniziert, dass das Szenario beendet ist. Damit wurde sichergestellt, dass weder zu Beginn noch am Ende der Datenerhebungen falsche Leerlaufzeiten entstanden.

3.3.3.1 Hauptkriterien

3.3.3.1.1 Hands-Off-Zeit

Die Hands-Off-Zeit bezeichnet die Zeit, während des gesamten Szenarios, in der keine Thoraxkompressionen durchgeführt werden und somit keine Herzaktion imitiert wird. Die Kürze der Hands-Off-Zeit gilt als wichtiger Qualitätsparameter während einer Reanimation.⁸ Sie setzt sich aus folgenden Zeiten zusammen: Zeit bis zum Beginn der Kompressionen (mit Stoppuhr gemessen) addiert mit der „Hands-Off-Zeit“ während der Kompressionen (von Brayden-Simulationspuppe gemessen). Ebenfalls wurden folgende Zeiten auf der Stoppuhr gemessen: (1) Zeit bis zur Überprüfung der Atmung, (2) Zeitdauer, in der die Atmung überprüft wurde und (3) Zeit bis zum Absetzen des Notrufes bzw. Hilferufs.

3.3.3.1.2 Absetzen eines Notrufs

Bei diesem Kriterium wurde unterschieden, ob die Probanden

- 1) den Notruf oder einen Hilferuf überhaupt absetzen,
- 2) nur um Hilfe riefen,
- 3) nur den Notruf wählten oder
- 4) den Notruf wählten und nach Hilfe riefen.

Dabei wurde in der Auswertung als „Absetzen eines Notrufes“ gewertet, wenn entweder nur der Notruf gewählt wurde oder Notruf und Hilferuf abgesetzt wurden.

3.3.3.1.3 Kompressionsrate

Die Kompressionsrate wurde von der Brayden-Simulationspuppe gemessen und wurde in folgenden Kategorien angegeben:

- 1) Durchschnittliche Kompressionsrate,
- 2) prozentualer Anteil zu langsamer Kompressionen,
- 3) prozentualer Anteil korrekter Kompressionsrate und
- 4) prozentualer Anteil zu schneller Kompressionen.

Die durchschnittliche Kompressionsrate war der Durchschnittswert, der während der gesamten Reanimation erfassten Kompressionen/Minute. Die prozentualen Angaben entsprachen jeweils dem Anteil der zu schnellen, korrekten oder zu langsamen Kompressionen an den Gesamtkompressionen.

Dabei wurde eine korrekte Kompressionsrate als 100-120 Kompressionen/Minute definiert und alle Kompressionen >120/Minute bzw. <100/Minute wurden als zu schnell bzw. zu langsam gewertet. Als Hauptkriterium wurde der prozentuale Anteil der korrekten Kompressionsrate gewertet.

3.3.3.1.4 Kompressionstiefe

Die Kompressionstiefe wurde von der Brayden-Simulationspuppe gemessen und wurde analog zur Kompressionsrate in folgenden Kategorien angegeben:

- 1) Durchschnittliche Kompressionstiefe,
- 2) prozentualer Anteil zu flacher Kompressionen,
- 3) prozentualer Anteil korrekter Kompressionstiefe und
- 4) prozentualer Anteil zu tiefer Kompressionen.

Die durchschnittliche Kompressionstiefe war der Durchschnittswert aller während der Reanimation vollzogenen Kompressionen in Zentimetern. Die anderen drei Kategorien wurden prozentual angegeben.

Dabei wurde eine korrekte Kompressionstiefe als Tiefe von 5-6 cm definiert und entsprechend <5cm als zu flache Kompression und >6cm als zu tiefe Kompression. Als Hauptkriterium wurde der prozentuale Anteil an „korrekter Kompressionstiefe“ gewertet.

3.3.3.1.5 Handpositionspräzision

Die Handpositionspräzision beschreibt den prozentualen Anteil der Kompressionen, die mit einer korrekt positionierten Hand ausgeführt wurden. Dieser Anteil wurde ebenfalls von der Brayden-Simulationspuppe berechnet, indem die Abweichung der Handposition von einem von dem Hersteller festgelegten „optimalen Kompressionsradius“ gemessen wurde. Je nach Abweichung wurden Punkte vergeben: Je größer die Abweichung von dem Radius war, umso mehr Punkte wurden von 100 möglichen Punkten abgezogen.

3.3.3.1.6 Kompressionsfreigabe

Die Kompressionsfreigabe beschreibt die korrekte vollständige Entlastung des Brustkorbs nach einer erfolgten Kompression. Die Brayden-Simulationspuppe berechnet dabei den prozentualen Anteil der vollständigen Kompressionsfreigaben.

3.3.3.2 Nebenkriterien:

3.3.3.2.1 Bewusstseinslage

Die Beurteilung der Bewusstseinslage wurde während des Reanimationsszenarios durch die Untersucher beobachtet und kategorisiert in:

- 1) der Proband hat diese nicht überprüft,
- 2) der Proband hat die Simulationspuppe angesprochen oder angefasst und
- 3) der Proband hat die Simulationspuppe angesprochen und angefasst.

3.3.3.2.2 Freimachen der Atemwege

Das Freimachen der Atemwege wurde beobachtet und kategorisiert in:

- 1) der Proband hat die Atemwege nicht frei gemacht,
- 2) der Proband hat die Atemwege nicht korrekt freigemacht und
- 3) der Proband hat die Atemwege korrekt frei gemacht.

Das korrekte Freimachen der Atemwege war dabei definiert als Reklination des Kopfes mit der einen Hand auf der Stirn und der anderen Hand unter dem Kinn des Patienten. Jeder nicht korrekt durchgeführte Reklinationsversuch wurde als „nicht korrektes“ Freimachen der Atemwege beurteilt.

3.3.3.2.3 Überprüfen der Atmung

Das Überprüfen der Atmung wurde beobachtet und kategorisiert in:

- 1) der Proband hat die Atmung nicht überprüft,
- 2) der Proband hat eine der 3 Kriterien der Überprüfung der Atmung „Hören, Sehen, Fühlen“ korrekt geprüft,
- 3) der Proband hat 2 der 3 Kriterien der Überprüfung der Atmung „Hören, Sehen, Fühlen“ korrekt geprüft und
- 4) der Proband hat alle 3 Kriterien „Hören, Sehen, Fühlen“ korrekt geprüft.

3.3.3.2.4 Armhaltung und Körperposition

Beide Kriterien wurden beobachtet und jeweils kategorisiert in:

- 1) korrekt und
- 2) nicht korrekt ausgeführt.

Die Haltung der Arme mit durchgestreckten Ellenbogen und Aufeinanderlegen der Hände während der Reanimation wurde als korrekte Armhaltung definiert. Die Körperposition wurde als korrekt gewertet, wenn sich der Proband senkrecht zur Brust des Patienten befand und die Knie um 90° beugte.

3.3.4 Datenerhebung in Form von Fragebögen

Nachdem der Proband das Reanimationsszenario beendet hatte, wurde er gebeten einen Fragebogen auszufüllen, der allgemeine Daten des Probanden, Vorkenntnisse und seine Einstellung zur Nutzung von neuen Medien im Bereich der Laienwiederbelebung abbildete. Dabei erhielten alle drei Gruppen den gleichen Basis-Fragebogen. Die fakultative und die obligate App-Gruppe erhielten zusätzliche Fragen, die auf die Nutzerzufriedenheit der App eingingen. Die Probanden wurden gebeten, die Antworten aller Fragen auf einer 4-Punkte-Likert-Skala anzugeben. Die Kontrollgruppe erhielt eine zusätzliche Frage, ob der Wunsch nach Unterstützung durch eine Wiederbelebung-App besteht. Zusätzlich wurden der fakultativen und der obligaten App-Gruppe zwei offene Fragen zu hilfreichen und störenden Funktionen der App gestellt. Für die Auswertung der offenen Fragen wurden nach erster Sichtung Kategorien formuliert, welche den Inhalt der Antworten widerspiegeln. Antworten, in denen mehrere Aspekte genannt wurden, konnten bis zu 3 Kategorien zugeordnet werden.

Dabei wurde die Zuordnung der Antworten von zwei unabhängigen Mitgliedern der Forschungsgruppe (Louisa Schuffert und Bibiana Metelmann) vorgenommen. Bei Differenzen in der Zuordnung wurde eine dritte unabhängige Zuordnung durch ein weiteres Mitglied (Camilla Metelmann) zur Entscheidungsfindung ergänzt.

Sowohl das Prüfungsprotokoll als auch der Fragebogen wurden durch eine entsprechend zusammenpassende Ziffer-Zahlen-Kombination pseudonymisiert, sodass kein Rückschluss auf die Probanden möglich ist, jeder Fragebogen aber dem entsprechenden Prüfungsprotokoll zuordenbar war.

Vor Beginn der Studie wurden allen Schülern ein Aufklärungsschreiben über die Studie übermittelt und das Einverständnis zur Teilnahme an der Studie wurde von Eltern und Schülern eingeholt. In der Anlage sind die Bögen zur Datenerfassung, die Fragebögen der Schüler, sowie die Einverständniserklärungen einsehbar.

3.3.5 Statistische Auswertung der Daten

Die statistische Bearbeitung der Daten erfolgte mit Hilfe von IBM SPSS Statistics, Version 26.0 (IBM Corporation Armonk, New York, USA) und Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation Redmond, Washington, USA). Zur Bestimmung eines signifikanten Unterschiedes zwischen den Gruppen, teilten wir die gemessenen Parameter zuerst gemäß ihrer Skalierung in nominal-, ordinal- oder intervallskaliert ein.

Alle Parameter wurden überprüft, ob sie als abhängig oder unabhängig zu bewerten sind. Erstere wurden mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test auf Signifikanz überprüft, während die unabhängigen Variablen nach ihrer Skalierung aufgeteilt wurden. Für die nominal und ordinal skalierten Werte wurde ein Chi²-Test angewendet. Die intervallskalierten Parameter wurden auf Normalverteilung mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests überprüft. Zur Ermittlung des Signifikanzniveaus wurde, insofern die Parameter normalverteilt waren, der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet, während bei Abweichungen von der Normalverteilung der Mann-Whitney-U-Test genutzt wurde. Das Vorgehen zur Auswahl des geeigneten Tests ist in Abbildung 7 verdeutlicht.

In dieser Studie werden Werte von $p < 0,05$ als „signifikant“, $p < 0,01$ als „hoch signifikant“ und $p \leq 0,001$ als „höchst signifikant“ bezeichnet.

Diagramme, Tabellen und Flow Charts wurden mittels IBM SPSS Statistics, Version 25.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA), Microsoft Word 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) und Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) erstellt.

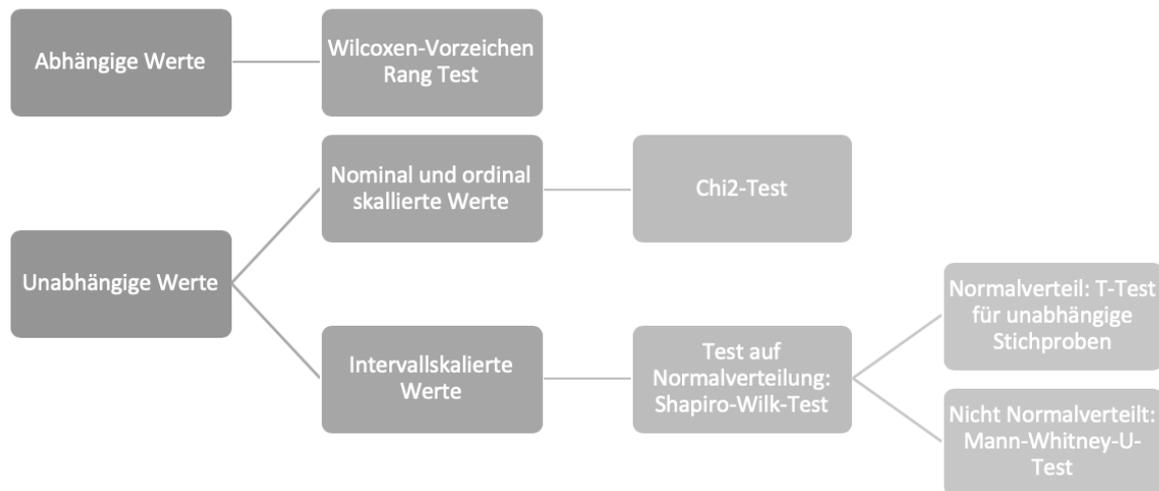


Abbildung 7: Aufschlüsselung der angewendeten Testverfahren zur Ermittlung signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen

4 Ergebnisse

4.1 Systematische App-Suche

Die Ergebnisse der systematischen App-Suche sind in Abbildung 8 als adaptiertes PRISMA-Flow-Diagramm aufgeführt. Die Suche der 16 deutschen und englischen Suchbegriffe ergab insgesamt 3.890 Treffer, davon wurden 3.146 Treffer im Google Play Store und 744 Treffer im Apple App Store identifiziert. Es wurden von den 3.890 Treffern 1.250 Treffer aufgrund einer Redundanz ausgeschlossen. Von den 2.640 übrigen Treffern wurden 2.218 Apps aufgrund fehlender ubiquitärer Verfügbarkeit ausgeschlossen, sodass 211 Apps bezüglich der Ausschlusskriterien überprüft wurden. Davon schieden 15 Treffer aus, da sie nicht in deutscher oder englischer Sprache verfügbar waren, 33 Treffer aufgrund von Kostenpflichtigkeit, 95 Treffer, die nicht das Thema Reanimation beinhalteten und 28 Treffer, weil sie keine Schritt-für-Schritt-Anleitung während der Reanimation anboten. Es wurden keine Apps durch die Kriterien „Bezieht sich nicht auf einen Erwachsenen“ und „Technische Probleme“ ausgeschlossen. 6 Apps wurden ausgeschlossen, da sie Duplikate einer anderen App unter einem anderen Namen darstellten. Daher verblieben nach Anwendung der Ausschlusskriterien 34 Apps.

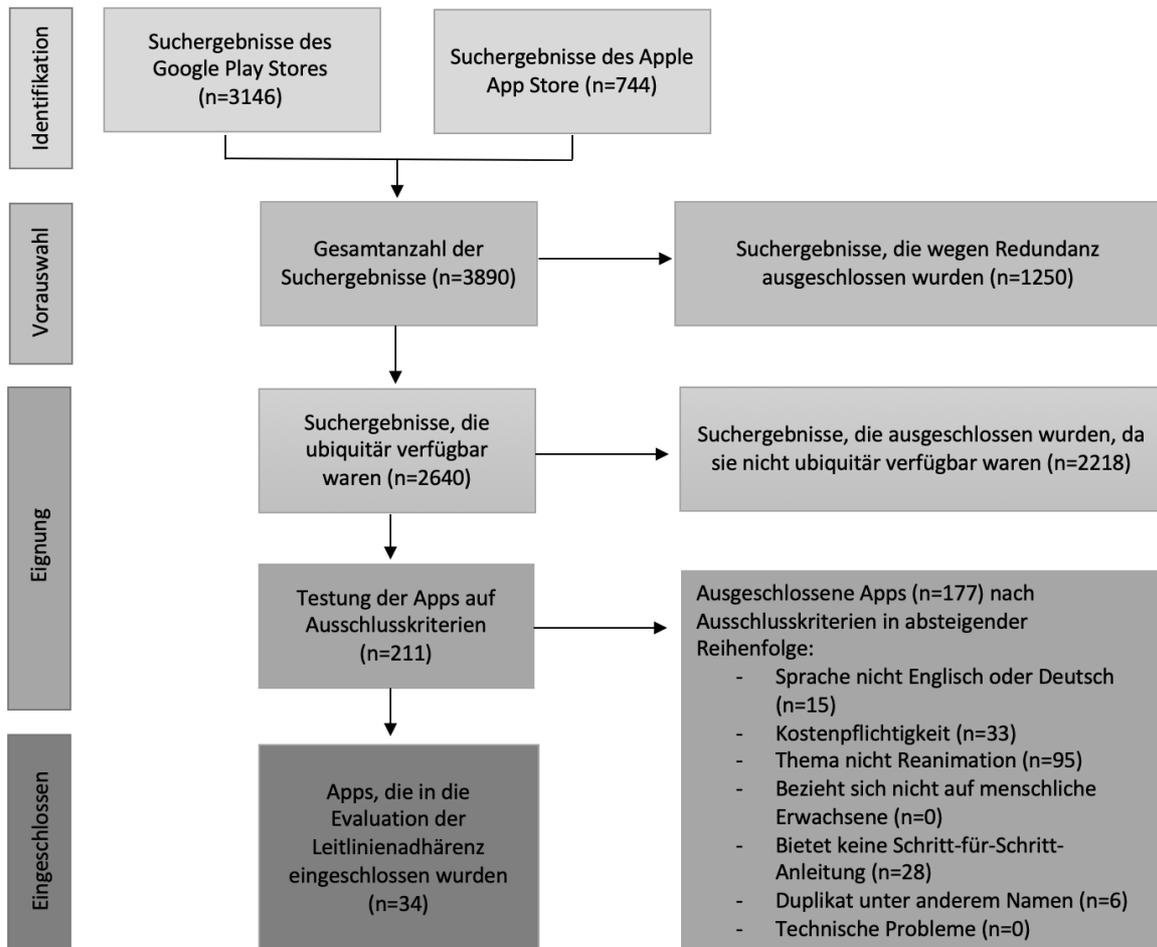


Abbildung 8: Ergebnisse der systematischen App-Suche anhand des PRISMA-Flow-Diagramms

4.2 Test auf Leitlinienadhärenz

Die Ergebnisse der Analyse auf Leitlinienadhärenz sind in Abbildung 9 dargestellt. Von den 34 untersuchten Apps gaben 18 (52,9%) eine falsche oder keine Kompressionstiefe an, 8 (23,5%) eine falsche oder keine Kompressionsrate, 6 (17,6%) wiesen nicht auf die korrekte Handposition hin, 9 (26,5%) verwiesen nicht auf die landesspezifische Notrufnummer oder boten keine Weiterleitung hierzu, 18 (52,9%) verwiesen nicht auf abnormale/agonale Atmung, während 17 (50,0%) das Überprüfen der Atmung und das Freimachen der Atemwege nicht oder falsch anleiteten und 11 (32,4%) die Kontrolle des Bewusstseins nicht oder falsch anleiteten. Die Aufforderung, dass eine Brustkorbkompression durchgeführt werden muss, erfolgte durch alle 34 (100%) Apps.

Von den 27 Apps, welche CPR mit Beatmung anleiteten, wiesen 11 (40,7%) nicht darauf hin, dass auf das Heben und Senken des Brustkorbs zu achten sei und 10 (37,0%) leiteten nicht oder falsch an, die Atemwege durch Reklination frei zu machen.

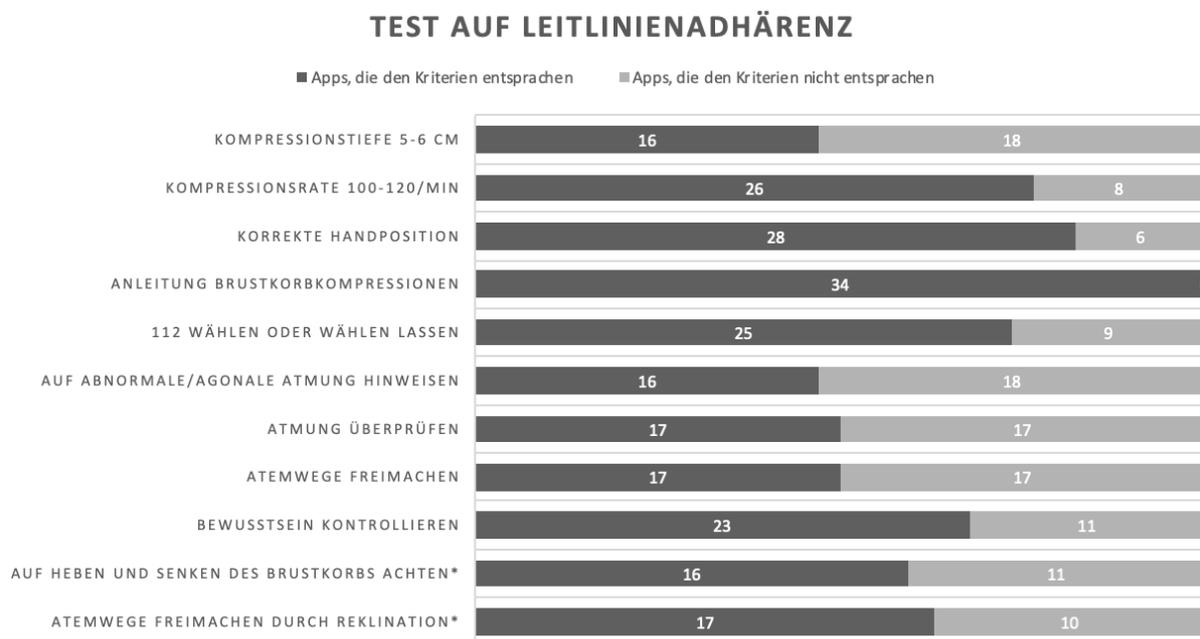


Abbildung 9: Leitlinienadhärenz der Apps je Prüfkriterium

*bezieht sich nur auf die 27 Apps, welche CPR mit Beatmung schulten

Insgesamt konnten 5 von 34 (14,7%) Apps alle Kriterien der Prüfung auf Leitlinienadhärenz erfüllen. Diese Apps sind in Tabelle 3 einsehbar.

Tabelle 3: Leitlinienadhärente Apps

Name	Herausgeber	Version im Google Store	Version im Apple App Store
HELP Notfall	Schweizerische Herzstiftung	1.0	1.0
HAMBURG SCHOCKT	ASB Hamburg	1.5.0	1.5.0
Mein DRK - Die Rotkreuz-App des DRK e.V.	Deutsches Rotes Kreuz e.V.	2.5.5	2.8.3
St John Wales First Aid	St John Cymru Wales	1.03	unbekannt
Notfall-Hilfe	PASS Consulting Group	4.0	3.9.3

4.3 Benutzerfreundlichkeitstestung

Von den 5 Apps, welche als leitlinienadhärent beurteilt wurden, mussten 2 Apps anschließend ausgeschlossen werden: Eine App war zum Zeitpunkt der Analyse der Benutzerfreundlichkeit nicht mehr in beiden App-Stores verfügbar („St. John Wales First Aid“ war im Apple App Store nicht mehr auffindbar) und die andere App wies fundamentale Unterschiede im Aufbau der App zwischen der Version für Android und der Apple Version auf („Notfall-Hilfe“). Die Version, die von „Notfall-Hilfe“ im Google Play Store zu finden war, enthielt Bilder und Videos, welche anschaulich alle Schritte erklärten, während der Text laut vorgelesen wurde. Keines dieser Features war in der App abrufbar, die für Apple-Endgeräte verfügbar war. Da dieser Unterschied die Ergebnisse der SUS grundlegend beeinflussen würde, wurde diese App von der Benutzerfreundlichkeitstestung ausgeschlossen.

Die Gruppe der Smartphone-Vielnutzer bestand aus 10 Teilnehmern (7 weibliche und 3 männliche) mit einem mittleren Alter von 23 Jahren (min. 20 Jahre, max. 25 Jahre), während die Gruppe der Notärzte aus 9 Teilnehmern (4 weibliche und 5 männliche) mit einem mittleren Alter von 37 Jahren (min. 32 Jahre und max. 56 Jahre) bestand.

Die SUS-Tester verwendeten zur Testung der Apps ihre eigenen Smartphones. Zwei der Notärzte nutzen ein ausgeliehenes iPhone 6Plus.

Der Median des SUS-Scores der „HELP Notfall“ App war hoch signifikant höher als der Median von „Hamburg Schockt“ (87,5 vs. 55,0; asymptotischer Wilcoxon-Test: $z=-3,63$, $p<0,01$, $n=19$) und ebenfalls hoch signifikant höher als der Median von „Mein DRK“ (87,5 vs. 32,5; asymptotischer Wilcoxon-Test: $z=-3,83$, $p<0,01$, $n=19$). Der mediane SUS-Score der „Hamburg Schockt“ App war hoch signifikant höher als der von „Mein DRK“ (55,0 vs. 32,5; asymptotischer Wilcoxon-Test: $z=-2,81$, $p<0,01$, $n=19$). Die Mediane der SUS-Scores der Smartphone-Vielnutzer und der Notärzte unterschieden sich nicht signifikant. Die Ergebnisse aufgedgliedert auf Smartphone-Vielnutzer und Notärzte sind in Abbildung 10 dargestellt.

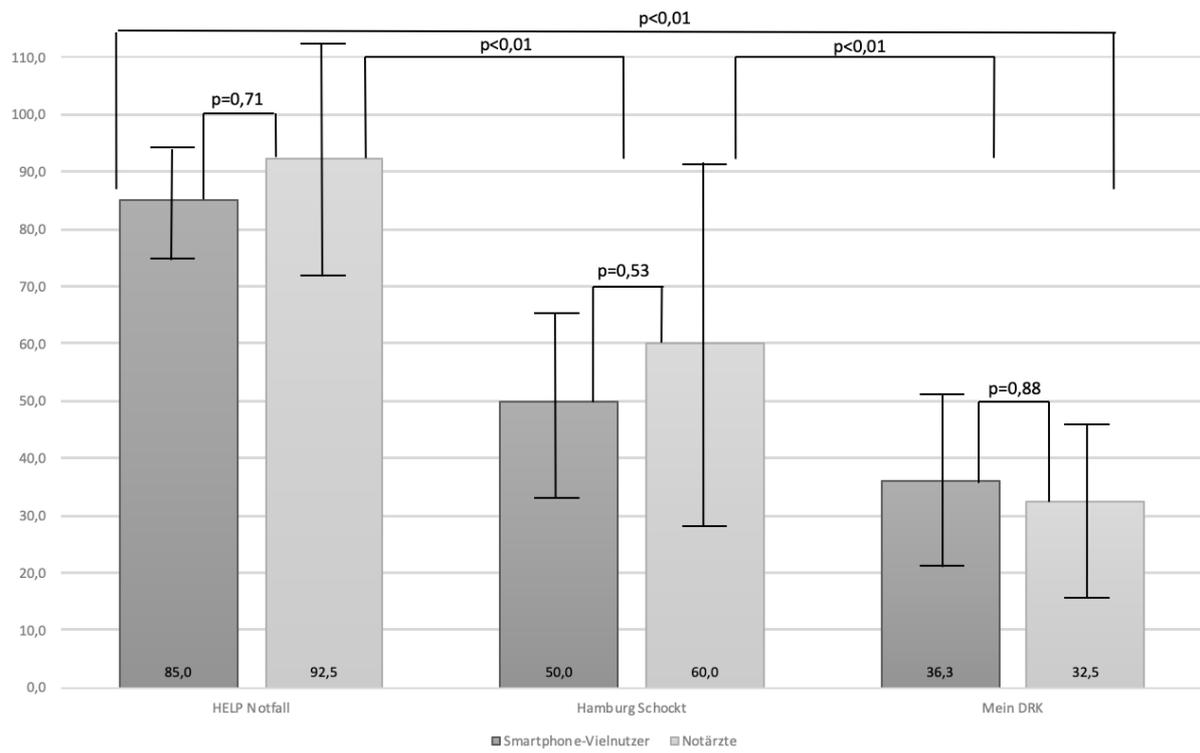


Abbildung 10: Ergebnisse der SUS

Tabelle 4 zeigt die Bewertung der Apps seitens der Notärzte anhand des zusätzlichen Fragebogens. Dieser fragte die Qualität der Wiedergabe verschiedener Aspekte einer qualitativ hochwertigen Herzdruckmassage ab. Die Notärzte wurden gebeten anzugeben, welche App den jeweiligen Aspekt am besten erklärt. Von den 9 teilnehmenden Notärzten füllte einer den Fragebogen nicht vollständig aus, sodass der Fragebogen nicht gewertet wurde. Die Teilnehmenden werteten die „HELP Notfall“ App als diejenige, die den Großteil der relevanten Aspekte am besten aufzeigt (6 von 7 Kategorien).

Tabelle 4: Auswertung des Fragebogens für die Notärzte zur Analyse der Wiedergabe verschiedener Aspekte einer qualitativ hochwertigen Herzdruckmassage

	HELP Notfall als beste App genannt n (%)	HAMBURG SCHOCKT als beste App genannt n (%)	Mein DRK als beste App genannt n (%)
Das Freimachen der Atemwege ist in der App verständlich dargestellt und erklärt.	7 (88)	1 (12)	0
Die App weist auf die Möglichkeit einer Schnappatmung hin.	8 (100)	0	0
Die App weist auf die Wichtigkeit von ausreichender Entlastung unter der Herzdruckmassage hin.	3 (38)	4 (50)	1 (12)
Die App weist auf möglichst kurze Unterbrechungszeiten hin.	7 (88)	1 (12)	0
Die App hilft dem Laien die richtige Kompressionsfrequenz zu finden.	8 (100)	0	0
Die App ist von der Aufmachung und der Animation für einen optimalen Ablauf von Wiederbelebensmaßnahmen förderlich.	8 (100)	0	0
Die App fordert den Laien auf bis zum Eintreffen des Rettungspersonals die Wiederbelebung fortzusetzen.	8 (100)	0	0

4.4 Probandencharakteristika

In zweiten Abschnitt der Studie wurden insgesamt 200 Schüler aus 4 verschiedenen Schulen im BLS geschult und Qualitätsparameter der Laienreanimation evaluiert. Die Kontrollgruppe bestand dabei aus 74 Schülern (37,0%), die fakultative App-Gruppe aus 65 Schülern (32,5%) und die obligate App-Gruppe aus 61 Schülern (30,5%). Die Charakterisierung der Probandenpopulation ist in den Tabellen 5 dargestellt. Die grau hinterlegten Prozentangaben beziehen sich immer auf die horizontal ersichtliche Gesamtzahl. Dahingegen beziehen sich die weiß hinterlegten Prozentangaben jeweils auf die darüberstehende grau hinterlegte Zahl und damit die vertikal gesehene Gesamtzahl der Untergruppen (Kontrollgruppe, fakultative App-Gruppe, obligate App-Gruppe). Tabelle 5 zeigt einen Überblick über jeweils alle 3 Gruppen und deren Verhältnis zueinander, sowie die jeweiligen Signifikanzen.

Tabelle 5: Probandencharakteristika

	Gesamt- zahl n (%)	Kontroll- gruppe n (%)	App- Fakultativ n (%)	App- Obligat n (%)	Kontroll vs. Fakultativ	Kontroll vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Anzahl Teilnehmer	200	74 (37,0)	65 (32,5)	61 (30,5)			
Geschlecht	197	71 (100)	65 (100)	61 (100)	p=0,34	p=0,29	p=0,77
Männlich	95 (48,2)	37 (52,1)	31 (47,7)	27 (44,3)			
Weiblich	102 (51,8)	34 (47,9)	34 (52,3)	34 (55,7)			
Alter	196	71	64	61	p<0,01	p=0,001	p<0,001
13 Jahre	37 (18,9)	14 (19,7)	23 (35,9)	0 (0)			
14 Jahre	53 (27,0)	21 (29,6)	24 (37,5)	8 (13,1)			
15 Jahre	57 (29,1)	16 (22,5)	10 (15,6)	31 (50,8)			
16 Jahre	32 (16,3)	10 (14,1)	7 (10,9)	15 (24,6)			
17 Jahre	17 (8,7)	10 (14,1)	0 (0)	7 (11,5)			
Vorerfahrungen*	192	77	63	52	p=0,17	p=0,91	p=0,14
Keine	71 (37,0)	29 (37,7)	19 (30,1)	23 (44,3)			
EH-Kurs	105 (54,7)	37 (48,1)	42 (66,7)	26 (50,0)			
Freiwillige Feuerwehr	5 (2,6)	4 (5,2)	1 (1,6)	0 (0)			
Schulsanitäter	4 (2,1)	3 (3,8)	0 (0)	1 (1,9)			
Andere	7 (3,6)	4 (5,2)	1 (1,6)	2 (3,8)			
Schon einmal in einer Notfallsituation?	196	74	61	61	p=0,3	p=0,51	p=0,71
Ja	12 (6,1)	3 (4,1)	5 (8,2)	4 (6,6)			
Nein	184 (93,9)	71 (95,9)	56 (91,8)	57 (93,4)			
Legende: *Mehrfachantwort möglich							

4.4.1 Geschlecht

Insgesamt konnten 197 Schülerfragebögen zu dieser Frage ausgewertet werden. Die gesamte Probandenpopulation bestand aus 48,2% männlichen und 51,8% weiblichen Schülern. Dabei waren in der Kontrollgruppe 52,1% Schüler und 47,9% Schülerinnen, in der fakultativen App-Gruppe 47,7% Schüler und 52,3% Schülerinnen und in der obligaten App-Gruppe 44,3% Schüler und 55,7% Schülerinnen. Zwischen den drei Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied in der Geschlechtsverteilung.

4.4.2 Alter

Zu dieser Frage konnten insgesamt 196 Fragebögen ausgewertet werden. Wie in Abbildung 11 zu sehen ist, ist die Kontrollgruppe im Mittel 14,7 Jahre, die fakultative App-Gruppe 14,0 Jahre und die obligate App-Gruppe 15,3 Jahre alt. Es ergibt sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Kontroll- und der fakultativen App-Gruppe von $p < 0,01$, ein höchst signifikanter zwischen der Kontroll- und der obligaten App-Gruppe von $p = 0,001$, sowie zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$.

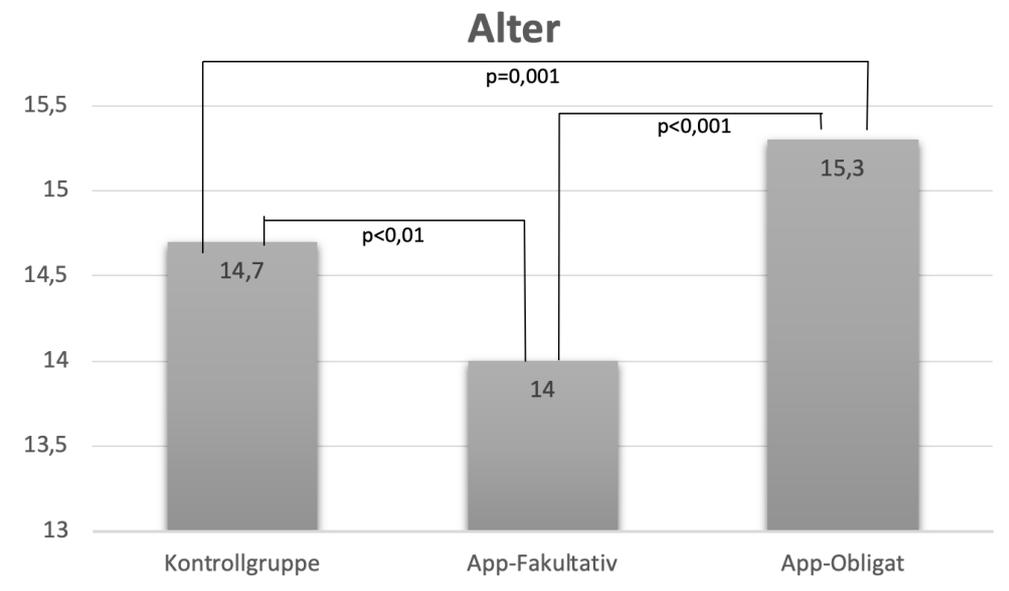


Abbildung 11: Darstellung der Mittelwerte des Alters der einzelnen Schülergruppen

4.4.3 Vorerfahrungen

Insgesamt waren 192 Fragebögen zu dieser Frage auswertbar. Bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich. 37,7% der Kontrollgruppe, 30,1% der fakultativen App-Gruppe und 44,3 % der obligaten App-Gruppe gaben an, keine Vorerfahrungen zu haben. 48,1% der Kontrollgruppe, 66,7% der fakultativen App-Gruppe und 50,0% der obligaten App-Gruppe gaben an, schon einmal an einem Erste-Hilfe-Kurs teilgenommen zu haben. 5,2% der Kontrollgruppe, 1,6% der fakultativen App-Gruppe und 0 % der obligaten App-Gruppe waren bei der Freiwilligen Feuerwehr. 3,8% der Kontrollgruppe, 0% der fakultativen App-Gruppe und 1,9% der obligaten App-Gruppe waren Schulsanitäter. 5,2% der Kontrollgruppe, 1,6% der fakultativen App-Gruppe und 3,8 % der obligaten App-Gruppe gaben an, über andere Vorerfahrungen im Bereich Erste Hilfe zu verfügen.

Es bestand kein signifikanter Unterschied an Vorerfahrungen zwischen den einzelnen Gruppen.

4.4.4 Notfallsituation

Insgesamt waren 196 Fragebögen zu dieser Frage auswertbar. Vor der Befragung hatten bereits 4,1% der Kontrollgruppe, 8,2% der fakultativen App-Gruppe und 6,6% der obligaten App-Gruppe einmal eine Notfallsituation erlebt. Auch hier besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

4.5 Ergebnisse der Reanimationsszenarien

4.5.1 Hauptkriterien

4.5.1.1 Hands-Off-Zeit

Die Hands-Off-Zeit setzt sich zusammen aus der Zeit bis zur ersten Kompression und der Zeit ohne Kompressionen während der Herzdruckmassage. Die Zeit bis zur ersten Kompression lässt sich wiederum unterteilen in (1) die Zeit bis zur Überprüfung der Atmung, (2) die Dauer der Atemüberprüfung und (3) die Zeit bis ein Notruf abgesetzt wird. Verdeutlicht sind diese Unterteilung und die jeweiligen Ergebnisse in Abbildung 12.

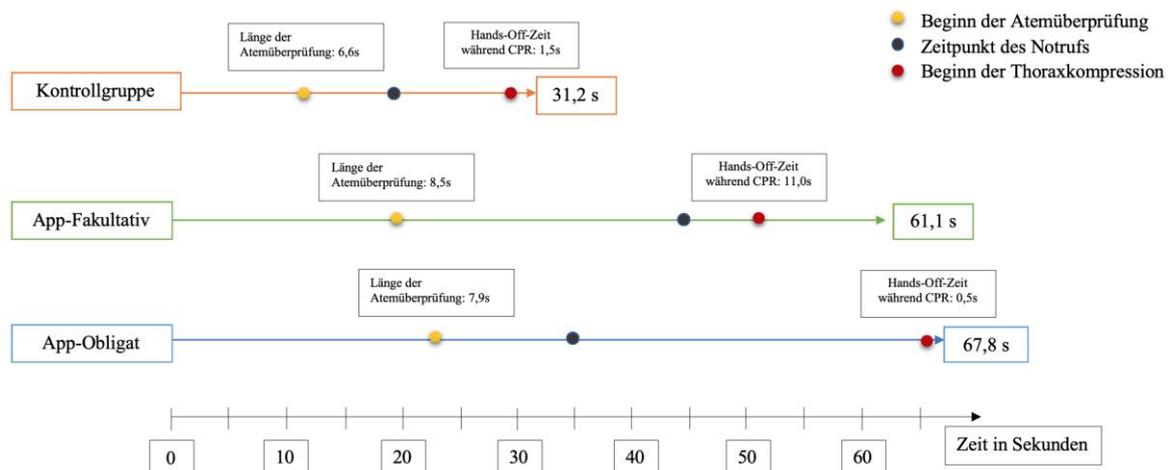


Abbildung 12: Darstellung der durchschnittlichen „Hands-Off-Zeit“ aufgedgliedert in die einzelnen Zeitabschnitte

In der Kontrollgruppe wurde im Mittel eine Hands-Off-Zeit von 31,2 ($\pm 13,2$) Sekunden, in der fakultativen App-Gruppe von 61,1 ($\pm 33,9$) Sekunden und in der obligaten App-Gruppe von 67,8 ($\pm 19,1$) Sekunden gemessen. Dabei ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen: höchst signifikant zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe von $p < 0,001$, höchst signifikant zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$, sowie signifikant zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe von $p = 0,04$.

Die Zeit bis zur Überprüfung der Atmung betrug im Mittel 12,2 ($\pm 8,2$) Sekunden in der Kontrollgruppe, 19,7 ($\pm 14,1$) Sekunden in der fakultativen App-Gruppe und 23,1 ($\pm 9,4$) in der obligaten App-Gruppe. Es bestehen höchst signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe von $p < 0,001$, sowie zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$, während zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht.

Die Kontrollgruppe überprüfte die Atmung im Mittel 6,6 ($\pm 3,7$) Sekunden lang, die fakultative App-Gruppe 8,5 ($\pm 7,2$) Sekunden und die obligate App-Gruppe 7,9 ($\pm 4,3$) Sekunden. Zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe ergibt sich ein signifikanter Unterschied von $p = 0,02$, während in den anderen Vergleichen kein signifikanter Unterschied besteht.

Die Zeit bis zum Absetzen eines Notrufs betrug in der Kontrollgruppe im Mittel 19,5 ($\pm 14,8$) Sekunden, in der fakultativen App-Gruppe 44,6 ($\pm 36,2$) Sekunden und in der obligaten App-Gruppe 35,2 ($\pm 13,7$) Sekunden. Ein höchst signifikanter Unterschied von $p < 0,001$ ergibt sich zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe, sowie von $p < 0,001$ zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe, während zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht.

Die Kontrollgruppe benötigte im Mittel 29,2 ($\pm 12,0$) Sekunden, die fakultative App-Gruppe 51,1 ($\pm 29,5$) Sekunden und die obligate App-Gruppe 68,1 ($\pm 19,4$) Sekunden bis zur ersten Kompression. Es besteht zwischen allen Gruppen ein höchst signifikanter Unterschied von jeweils $p < 0,001$.

Während der Herzdruckmassage pausierte die Kontrollgruppe im Mittel 1,5 ($\pm 5,5$) Sekunden, die fakultative App-Gruppe 11,0 ($\pm 19,3$) Sekunden und die obligate App-Gruppe 0,5 ($\pm 1,6$) Sekunden. Ein höchst signifikanter Unterschied von jeweils $p < 0,001$ besteht sowohl zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe als auch zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe, während zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht. Die Ergebnisse können in Tabelle 6 eingesehen werden.

Tabelle 6: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für die „Hands-Off-Zeit“

	Kontroll- gruppe	App- Fakultativ	App- Obligat	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Hands-Off-Zeit				p<0,001	p<0,001	p=0,037
Mittelwert in s (±SD)	31,2 (±13,5)	61,1 (±33,9)	67,8 (±19,1)			
Median in s	29,0	53,0	65,5			
Zeit bis Atemüberprüfung				p<0,001	p<0,001	p=0,331
Mittelwert in s (±SD)	12,2 (±8,2)	19,7 (±14,1)	23,1 (±9,4)			
Median in s	10,0	15,0	18,0			
Dauer Atemüberprüfung				p=0,344	p=0,024	p=0,246
Mittelwert in s (±SD)	6,6 (±3,7)	8,5 (±7,2)	7,9 (±4,3)			
Median in s	6,0	6,0	7,0			
Zeit bis Notruf				p<0,001	p<0,001	p=0,860
Mittelwert in s (±SD)	19,5 (±14,8)	44,6 (±36,2)	35,2 (±13,7)			
Median in s	17,0	30,0	32,0			
Zeit bis 1. Kompression				p<0,001	p<0,001	p<0,001
Mittelwert in s (±SD)	29,2 (±12,0)	51,1 (±29,5)	68,1 (±19,4)			
Median in s	28,0	42,0	66,5			
Hands-Off-Zeit während CPR				p<0,001	p=0,364	p<0,001
Mittelwert in s (±SD)	1,5 (±5,5)	11,0 (±19,3)	0,5 (±1,6)			
Median in s	0	0	0			
Legende: SD = Standardabweichung, s = Sekunden						

4.5.1.2 Absetzen eines Notrufs

Wie in Tabelle 7 dargestellt, riefen in der Kontrollgruppe 10,8%, in der fakultativen App-Gruppe 29,7% und in der obligaten App-Gruppe 10% nicht nach Hilfe oder wählten nicht die Notrufnummer 112. Nur um Hilfe riefen 10,8% der Kontrollgruppe, 1,6% der fakultativen App-Gruppe und 5% der obligaten App-Gruppe, während 66,2% der Kontrollgruppe, 61,5% der fakultativen App-Gruppe und 65% der obligaten App-Gruppe nur die 112 wählten. Sowohl um Hilfe als auch die 112 riefen 12,2% der Kontrollgruppe, 6,2% der fakultativen App-Gruppe und 20% der obligaten App-Gruppe. Die Kategorien „112 wählen“ und „Hilfe und 112“ wurden zu „ein Notruf wurde abgesetzt“ zusammengefasst und den anderen beiden Kategorien gegenübergestellt. Dabei ergeben sich hoch signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe von $p < 0,01$ sowie zwischen der fakultativen App-Gruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,01$. Zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe besteht kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 7: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Absetzen eines Notrufs“

	Kontroll- gruppe n (%)	App- Fakultativ n (%)	App-Obligat n (%)	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Absetzen eines Notrufs	74 (100)	64 (100)	60 (100)	$p < 0,01$	$p = 0,44$	$p < 0,01$
Nicht durchgeführt	8 (10,8)	19 (29,7)	6 (10,0)			
Nach Hilfe	8 (10,8)	1 (1,6)	3 (5,0)			
Nur 112	49 (66,2)	40 (61,5)	39 (65,0)			
Hilfe und 112	9 (12,2)	4 (6,2)	12 (20,0)			
Notruf abgesetzt	78,4 %	68,3 %	85,0 %			

4.5.1.3 *Kompressionsrate*

Die Kontrollgruppe erreichte im Mittel eine Kompressionsrate pro Minute von 104,8 ($\pm 18,9$), die fakultative App-Gruppe von 110,1 ($\pm 17,7$) und die obligate App-Gruppe von 104,6 ($\pm 12,6$). Dabei ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

In der Kontrollgruppe waren im Mittel 34,1% ($\pm 39,1$) der Kompressionen zu langsam, in der fakultativen App-Gruppe 25,3% ($\pm 34,9$) und in der obligaten App-Gruppe 22,4% ($\pm 29,3$). Dabei besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

In der richtigen Geschwindigkeit waren im Mittel 43,8% ($\pm 36,8$) der Kompressionen der Kontrollgruppe, 39,2% ($\pm 34,8$) der Kompressionen der fakultativen App-Gruppe und 65,4% ($\pm 32,7$) der Kompressionen der obligaten App-Gruppe. Dabei ergibt sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,01$. Die anderen Vergleiche ergaben keinen signifikanten Unterschied.

Im Mittel lag der prozentuale Anteil an zu schnellen Kompressionen bei 22,1% ($\pm 36,1$) in der Kontrollgruppe, 35,2% ($\pm 40,1$) der fakultativen App-Gruppe und 12,3% ($\pm 27,2$) in der obligaten App-Gruppe. Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der der fakultativen App-Gruppe von $p = 0,04$, sowie zwischen der fakultativen App-Gruppe und der obligaten App-Gruppe von $p = 0,04$, während zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionsrate“

	Kontroll- gruppe	App- Fakultativ	App- Obligat	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Kompressionsrate						
a. Durchschnittlich				p=0,07	p=0,96	p=0,07
Mittelwert in Anzahl / Minute (±SD)	104,8 (±18,9)	110,1 (±17,74)	104,6 (±12,6)			
b. Prozentualer Anteil zu langsamer Kompressionen				p=0,17	p=0,55	p=0,17
Mittelwert in % (±SD)	34,1 (±39,1)	25,3 (±34,9)	22,4(±29,3)			
Median in %	12,0	6,5	12			
c. Korrekt				p=0,66	p<0,01	p=0,66
Mittelwert in % (±SD)	43,8 (±36,8)	39,2 (±34,8)	65,4 (±32,7)			
Median in %	42,0	32,0	81,0			
d. Zu schnell				p=0,04	p=0,38	p=0,04
Mittelwert in % (±SD)	22,1 (±36,1)	35,2 (±40,1)	12,3(±27,2)			
Median in %	1,0	7,0	0			
Legende: SD= Standardabweichung						

4.5.1.4 *Kompressionstiefe*

Die Kontrollgruppe erreicht eine mittlere Kompressionstiefe von 4,6 ($\pm 0,5$) cm, die fakultative von 4,6 ($\pm 0,5$) cm und die obligate App-Gruppe von 5,0 ($\pm 0,7$) cm. Hier ergibt sich ein höchst signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$, sowie zwischen der fakultativen App-Gruppe und der obligaten App-Gruppe von $p = 0,001$, während zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht.

Im Mittel waren 74,7% ($\pm 32,0$) der Kompressionen der Kontrollgruppe, 69,6% ($\pm 35,1$) der Kompressionen der fakultativen App-Gruppe und 44,3% ($\pm 40,5$) der Kompressionen der obligaten App-Gruppe zu flach. Ein höchst signifikanter Unterschied von jeweils $p < 0,001$ besteht zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe, sowie zwischen der fakultativen App-Gruppe und der obligaten App-Gruppe. Zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe besteht kein signifikanter Unterschied.

Eine Kompressionstiefe im Zielbereich wurde im Mittel in 24,4% ($\pm 30,4$) der Kompressionen der Kontrollgruppe, 30,1% ($\pm 35,2$) der Kompressionen der fakultativen App-Gruppe und 47,6% ($\pm 37,3$) der Kompressionen der obligaten App-Gruppe erreicht. Es ergibt sich ein höchst signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p = 0,001$, sowie ein hoch signifikanter zwischen der fakultativen App-Gruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,01$.

In der Kontrollgruppe waren im Mittel 0,6% ($\pm 3,3$), in der fakultativen App-Gruppe 1,6% ($\pm 12,7$) und in der obligaten App-Gruppe 6,8% ($\pm 19,2$) der Kompressionen zu tief. Einen höchst signifikanten Unterschied von $p < 0,001$ gibt es zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionstiefe“

	Kontroll- gruppe	App- Fakultativ	App- Obligat	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Kompressionstiefe						
a. Durchschnittlich				p=0,83	p<0,001	p=0,001
Mittelwert in cm (±SD)	4,6 (±0,5)	4,6 (±0,5)	5,0 (±0,7)			
b. Zu flach				p=0,74	p<0,001	p<0,001
Mittelwert in % (±SD)	74,7 (±32,0)	69,6 (±35,1)	44,3 (±40,5)			
Median in %	90,0	90,5	28,0			
c. Korrekt				p=0,72	p=0,001	p<0,01
Mittelwert in % (±SD)	24,4 (±30,4)	30,1 (±35,2)	47,6 (±37,3)			
Median in %	10,0	7,5	51,5			
d. Zu tief				p=0,51	p<0,001	p=0,08
Mittelwert in % (±SD)	0,6 (±3,3)	1,6 (±12,7)	6,8 (±19,2)			
Median in %	0	0	0			
Legende: cm = Zentimeter, SD = Standardabweichung						

4.5.1.5 Handpositionspräzision

Wie in Tabelle 10 dargestellt, erreichte die Kontrollgruppe im Mittel eine sich im Zielbereich befindliche Handpositionspräzision in 76,8% ($\pm 28,3$), die fakultative App-Gruppe in 77,6% ($\pm 30,9$) und die obligate App-Gruppe in 86,4% ($\pm 19,0$). Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Tabelle 10: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Handpositionspräzision“

	Kontroll- gruppe	App- Fakultativ	App- Obligat	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Handpositionspräzision				p=0,77	p=0,05	p=0,08
Mittelwert in % (\pm SD)	76,8 ($\pm 28,3$)	77,6 ($\pm 30,9$)	86,4 ($\pm 19,0$)			
Median in %	90,0	95,0	97,0			
Prozentualer Anteil der Probanden mit 100%iger Handpositionspräzision	20,8	21,0	32,8			
Legende: SD = Standardabweichung						

4.5.1.6 Kompressionsfreigabe

Die Kontrollgruppe erreichte im Mittel in 89,7% ($\pm 22,6$), die fakultative App-Gruppe in 81,7% ($\pm 30,9$) und die obligate App-Gruppe in 87,8% ($\pm 23,8$) vollständige Kompressionsfreigaben. Wie in Tabelle 11 ersichtlich, besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe von $p=0,04$, während zwischen den anderen Gruppen kein signifikanter Unterschied besteht.

Tabelle 11: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionsfreigabe“

	Kontroll- gruppe	App- Fakultativ	App- Obligat	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Prozentualer Anteil vollständiger Kompressionsfreigaben				$p=0,04$	$p=0,49$	$p=0,24$
Mittelwert in % (\pm SD)	89,7 ($\pm 22,6$)	81,7 ($\pm 30,9$)	87,8 ($\pm 23,8$)			
Median in %	100	98	100			
Legende: SD = Standardabweichung						

4.5.2 Nebenkriterien

4.5.2.1 Kontrolle der Bewusstseinslage

Tabelle 12 zeigt, dass die Bewusstseinslage von 6,8% der Kontrollgruppe, 3,1% der fakultativen App-Gruppe und 5,0% der obligaten App-Gruppe nicht geprüft wurde. 2,7% der Kontrollgruppe, 7,8% der fakultativen App-Gruppe und 6,7% der obligaten App-Gruppe haben die Simulationspuppe angesprochen oder angefasst und 90,5% der Kontrollgruppe, 89,1% der fakultativen App-Gruppe und 88,3% der obligaten App-Gruppe haben die Simulationspuppe sowohl angesprochen als auch angefasst. Es besteht dabei kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Tabelle 12: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kontrolle der Bewusstseinslage“

	Kontroll- gruppe n (%)	App-Fakultativ n (%)	App-Obligat n (%)	Kontroll vs. Fakultativ	Kontroll vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Kontrolle der Bewusstseinslage	74 (100)	64 (100)	60 (100)	p=0,26	p=0,51	p=0,85
Nicht durchgeführt	5 (6,8)	2 (3,1)	3 (5,0)			
Angesprochen oder angefasst	2 (2,7)	5 (7,8)	4 (6,7)			
Angesprochen und angefasst	67 (90,5)	57 (89,1)	53 (88,3)			

4.5.2.2 Freimachen der Atemwege

Der Atemweg wurde von 32,4% der Kontrollgruppe, 30,2% der fakultativen App-Gruppe und 25,0% der obligaten App-Gruppe nicht freigemacht. 12,2% der Kontrollgruppe, 20,6% der fakultativen App-Gruppe und 20,0% der obligaten App-Gruppe machten den Atemweg nicht korrekt frei. Korrekt freigemacht wurde der Atemweg von 55,4% der Kontrollgruppe, 49,2% der fakultativen App-Gruppe und 55,0% der obligaten App-Gruppe. Wie in Tabelle 13 einsehbar, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Tabelle 13: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Freimachen der Atemwege“

	Kontroll- gruppe n (%)	App-Fakultativ n (%)	App-Obligat n (%)	Kontroll vs. Fakultativ	Kontroll vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Freimachen der Atemwege	74 (100)	63* (100)	60 (100)	p=0,42	p=0,38	p=0,78
Nicht durchgeführt	24 (32,4)	19 (30,2)	15 (25,0)			
Nicht korrekt	9 (12,2)	13 (20,6)	12 (20,0)			
Korrekt	41 (55,4)	31 (49,2)	33 (55,0)			
Legende: * Datenverlust						

4.5.2.3 Überprüfen der Atmung

Die Atmung wurde von 9,5% der Kontrollgruppe und 6,2% der fakultativen App-Gruppe nicht geprüft. 6,8% der Kontrollgruppe, 7,8% der fakultativen App-Gruppe und 16,7% der obligaten App-Gruppe überprüften nur 1 von 3 Kriterien (Hören, Sehen, Fühlen), während 18,8% der Kontrollgruppe, 31,3% der fakultativen App-Gruppe und 20,0% der obligaten App-Gruppe 2 von 3 Kriterien (Hören, Sehen, Fühlen) überprüften. Alle 3 Kriterien überprüften 64,9% der Kontrollgruppe, 54,7% der fakultativen App-Gruppe und 63,3% der obligaten App-Gruppe. Dabei ergibt sich ein signifikanter Unterschied von $p=0,03$ zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe. Zwischen den anderen Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 14: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Überprüfen der Atmung“

Überprüfen der Atmung	Kontrollgruppe n (%)	App-Fakultativ n (%)	App-Obligat n (%)	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Nicht durchgeführt	7 (9,5)	4 (6,2)	0 (0)	$p=0,29$	$p=0,03$	$p=0,05$
1 von HSF	5 (6,8)	5 (7,8)	10 (16,7)			
2 von HSF	14 (18,8)	20 (31,3)	12 (20,0)			
3 von HSF	48 (64,9)	35 (54,7)	38 (63,3)			
Legende: HSF = Hören, Sehen, Fühlen						

4.5.2.4 Armhaltung und Körperposition

Die Arme wurden von 97,3% der Kontrollgruppe von 93,7% der fakultativen App-Gruppe und von 95,0% der obligaten App-Gruppe korrekt durchgestreckt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Die korrekte Körperposition wurde von 85,1% der Kontrollgruppe, 95,4% der fakultativen App-Gruppe und 100% der obligaten App-Gruppe eingenommen. Tabelle 15 zeigt, dass dabei ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,01$ und ein signifikanter zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe von $p < 0,05$ besteht, während zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe kein signifikanter Unterschied besteht.

Tabelle 15: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für die Kriterien „Armhaltung“ und „Körperposition“

	Kontroll- gruppe n (%)	App-Fakultativ n (%)	App-Obligat n (%)	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Arme durchgestreckt	74	64	60	$p=0,31$	$p=0,49$	$p=0,76$
Nicht korrekt	2 (2,7)	4 (6,3)	3 (5,0)			
Korrekt	72 (97,3)	60 (93,7)	57 (95,0)			
Körperposition	74 (100)	64 (100)	60 (100)	$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p = 0,09$
Nicht korrekt	11 (14,9)	3 (4,6)	0 (0)			
Korrekt	63 (85,1)	61 (95,4)	60 (100)			

4.5.3 Anmerkung zum Datenverlust

Ein Schüler der obligaten App-Gruppe konnte aufgrund eines gebrochenen Arms nicht am Reanimationsszenario teilnehmen, füllte jedoch die Fragebögen aus. Ein Schüler der fakultativen App-Gruppe konnte aufgrund einer Behinderung einen Arm nicht durchstrecken, weshalb dieser aus der Wertung der Reanimationssimulation ausgeschlossen wurde.

Eine Bewertung der händisch ausgefüllten Bewertungsbögen zur Kategorie „Atemwege frei gemacht“ wurde mit zwei Kreuzen beantwortet und konnten nicht eindeutig ausgewertet werden. Daher wurde diese aus der Wertung genommen. Das Fehlen dieser Information wird mit „Datenverlust“ unter der Tabelle gekennzeichnet.

4.6 Ergebnisse der Fragebögen der Probanden

Insgesamt füllten 74 Schüler (100%) der Kontrollgruppe, 65 Schüler (100%) der fakultativen App-Gruppe und 61 Schüler (100%) der obligaten App-Gruppe die Fragebögen aus. Da nicht immer alle Schüler alle Fragen beantworteten, wird jeweils am Tabellenanfang die Anzahl der Schüler aufgezeigt, welche die Frage beantworteten.

4.6.1 Smartphone-Besitz

Wie in Tabelle 16 ersichtlich, besitzen 2,8% der Kontrollgruppe und 9,8% der fakultativen App-Gruppe seit weniger als einem Jahr ein Smartphone. 11,3% der Kontrollgruppe, 23,0% der fakultativen App-Gruppe und 5,0% der obligaten App-Gruppe besitzen seit 1 bis 2 Jahren ein Smartphone und 29,6% der Kontrollgruppe, 32,8% der fakultativen App-Gruppe und 26,7% der obligaten App-Gruppe besitzen seit 2 bis 3 Jahren ein Smartphone. Seit über 3 Jahren besitzen 56,3% der Kontrollgruppe, 34,4% der fakultativen App-Gruppe und 68,3% der obligaten App-Gruppe ein Smartphone. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe oder der obligaten App-Gruppe, aber ein höchst signifikanter zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$.

4.6.2 Anzahl heruntergeladener Apps

In der Kontrollgruppe hatten 6,9%, in der fakultativen App-Gruppe 14,1% und in der obligaten App-Gruppe 13,6% der Probanden weniger als 5 Apps heruntergeladen. 5 bis 10 Apps hatten jeweils 38,9% der Kontrollgruppe, 40,6% der fakultativen App-Gruppe und 30,5% der obligaten App-Gruppe heruntergeladen. 20,8% der Kontrollgruppe, 14,1% der fakultativen App-Gruppe und 28,8% der obligaten App-Gruppe hatten 11 bis 15 Apps heruntergeladen und 15,3% der Kontrollgruppe, 12,5% der fakultativen App-Gruppe und 11,9% der obligaten App-Gruppe 16 bis 20 Apps. Über 20 Apps hatten 18,0% der Kontrollgruppe, 18,8% der fakultativen App-Gruppe und 15,2% der obligaten App-Gruppe heruntergeladen. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Einsehbar sind die Ergebnisse in Tabelle 16.

4.6.3 Tägliche App-Nutzung

In der Kontrollgruppe nutzen 77,8%, in der fakultativen App-Gruppe 75,4% und in der obligaten App-Gruppe 81,7% der Probanden Apps länger als eine Stunde pro Tag. Wie in Tabelle 16 nachvollziehbar, besteht dabei kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

4.6.4 Sinnhaftigkeit einer „Reanimationsapp“

Wie aus Tabelle 16 entnommen werden kann, denken 62,3% der Kontrollgruppe, 48,4% der fakultativen App-Gruppe und 86,2% der obligaten App-Gruppe, dass es sinnvoll ist eine App zur Echtzeit-Anleitung während einer Reanimation auf dem Smartphone installiert zu haben. 10,4% der Kontrollgruppe, 17,2% der fakultativen App-Gruppe und 10,3% der obligaten App-Gruppe denken nicht, dass es sinnvoll ist, eine solche App installiert zu haben. Die weiteren Probanden gaben die Antwort „weiß nicht“ an. Es ergeben sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,01$, sowie ein höchst signifikanter zwischen der fakultativen und der obligaten App-Gruppe von $p < 0,001$.

Tabelle 16: Ergebnisse des allgemeinen Schüler-Fragebogens

	Gesamtzahl n (%)	Kontroll- gruppe n (%)	App- Fakultativ n (%)	App- Obligat n (%)	Kontrolle vs. Fakultativ	Kontrolle vs. Obligat	Fakultativ vs. Obligat
Smartphonebesitz*		71	61	60	p=0,05	p=0,22	p<0,001
<1 Jahr	8 (4,2)	2 (2,8)	6 (9,8)	0 (0)			
1-2 Jahre	25 (13,0)	8 (11,3)	14 (23,0)	3 (5,0)			
2-3 Jahre	57 (29,7)	21 (29,6)	20 (32,8)	16 (26,7)			
>3 Jahre	102 (53,1)	40 (56,3)	21 (34,4)	41 (68,3)			
Anzahl Apps **	195	72 (36,9)	64 (32,8)	59 (30,3)	p=0,60	p=0,50	p=0,39
<5 Apps	22 (11,3)	5 (6,9)	9 (14,1)	8 (13,6)			
5-10 Apps	72 (36,9)	28 (38,9)	26 (40,6)	18 (30,5)			
11-15 Apps	41 (21,0)	15 (20,8)	9 (14,1)	17 (28,8)			
16-20 Apps	26 (13,3)	11 (15,3)	8 (12,5)	7 (11,9)			
>20 Apps	34 (17,4)	13 (18,0)	12 (18,8)	9 (15,2)			
Nutzungsdauer ***	193	72 (37,3)	61 (31,6)	60 (31,1)	p=0,62	p=0,57	p=0,38
<1 h/d	42 (21,8)	16 (22,2)	15 (24,6)	11 (18,3)			
>1 h/d	151 (78,2)	56 (77,8)	46 (75,4)	49 (81,7)			
Sinnhaftigkeit CPR- App ****	196	74 (37,8)	64 (32,6)	58 (29,6)	p=0,12	P<0,01	p<0,001
Ja	129 (65,8)	48 (62,3)	31 (48,4)	50 (86,2)			
Nein	25 (12,8)	8 (10,4)	11 (17,2)	6 (10,3)			
Weiß nicht	42 (21,4)	18 (23,3)	22 (34,4)	2 (3,5)			
<p>*Originalfrage: Seit wann besitzt du ein Smartphone?</p> <p>**Originalfrage: Wie viele Apps hast du dir auf deinem Smartphone heruntergeladen?</p> <p>***Originalfrage: Wie lange nutzt du Apps auf deinem Smartphone pro Tag?</p> <p>****Originalfrage: Denkst du, dass es sinnvoll ist, eine Wiederbelebungs-App auf dem Smartphone zu haben, um an das Vorgehen in einer Notfallsituation zu erinnern?</p>							

4.6.5 Erweiterter Fragebogen der Kontrollgruppe

4.6.5.1 *Wunsch nach Unterstützung durch App*

In der Kontrollgruppe würden sich in einer Reanimationsituation 24,7% der Probanden Unterstützung durch eine App wünschen, 54,8% würden sich diese eher wünschen, 15,1% eher nicht und 5,4% würden sich keine Unterstützung wünschen.

4.6.6 Fragebogen zur Nutzerzufriedenheit

Der erweiterte Fragebogen für die fakultative und obligate App-Gruppe diente der Erhebung der Nutzerzufriedenheit einer Reanimations-App. Bei der Auswertung der Daten aus den Reanimationsszenarien zeigte sich, dass mit 50% ein relevanter Anteil der Probanden aus der fakultativen App-Gruppe die CPR-App während der Simulation nicht nutzten. In der obligaten App-Gruppe hingegen nutzen 100% die App während der Simulation. Dadurch entstand ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit $p < 0,001$.

Die Nutzerzufriedenheit kann nur dann erfasst werden, wenn die Probanden die App auch nutzten. Andernfalls besteht eine hohe Fehleranfälligkeit und die Aussagekraft der Ergebnisse ist fraglich. Daher wurde entschieden, sich auf die Auswertung der Fragebögen der obligaten App-Gruppe zu beschränken. Die Ergebnisse der Nutzerzufriedenheit sind der Tabelle 17 zu entnehmen.

4.6.6.1 *Empfindest du die App als hilfreich oder störend?*

Es empfanden 25,4% die App als sehr hilfreich und 37,3% als hilfreich, während 30,5% die App als etwas hilfreich und 6,8% die App als etwas störend empfanden. Keiner empfand die App als störend oder sehr störend.

4.6.6.2 *Einfache Nutzung*

Die App empfanden 55,2% als „einfach zu nutzen“ und 39,7% als „eher einfach zu nutzen“. Als „eher nicht einfach zu nutzen“ wurde die App von 5,1% gewertet, während niemand sie als „nicht einfach zu nutzen“ empfand.

4.6.6.3 *Einsatz in realer Notfallsituation*

Von den Befragten konnten sich 43,1% vorstellen, die App in einer realen Notfallsituation zu nutzen und 32,8% konnten es sich eher vorstellen. Es konnten sich 17,2% den Einsatz in einer realen Notfallsituation eher nicht vorstellen und 6,9% konnten ihn sich nicht vorstellen.

4.6.6.4 *Freunden empfehlen*

Es würden 32,7% die App empfehlen, während 43,1% die App eher empfehlen würden. Eher nicht empfehlen würden sie 19,0% und 5,2% würden die App nicht empfehlen.

4.6.6.5 *Kostenpflichtig Erwerben*

Die App kaufen würden 1,7% der Probanden und 15,5% würden sie eher kaufen. Eher nicht kaufen würden sie 39,7%, während 43,1% die App nicht kaufen würden.

Tabelle 17: Fragebogen zur Nutzerzufriedenheit

	App-Obligatorien (%)
Findest du die App hilfreich oder störend?	59 (100)
Sehr hilfreich	15 (25,4)
Hilfreich	22 (37,3)
Etwas hilfreich	18 (30,5)
Etwas störend	4 (6,8)
Störend	0 (0)
Sehr störend	0 (0)
Findest du, dass es einfach ist die HELP Notfall App zu benutzen?	58 (100)
Ja	32 (55,2)
Eher ja	23 (39,7)
Eher nein	3 (5,1)
Nein	0 (0)
Kannst du dir vorstellen, die HELP Notfall App in einer realen Notfallsituation zu benutzen?	58 (100)
Ja	25 (43,1)
Eher ja	19 (32,8)
Eher nein	10 (17,2)
Nein	4 (6,9)
Würdest du die App deinen Freunden empfehlen?	58 (100)
Ja	19 (32,7)
Eher ja	25 (43,1)
Eher nein	11 (19,0)
Nein	3 (5,2)
Würdest du Geld für die App bezahlen?	58 (100)
Ja	1 (1,7)
Eher ja	9 (15,5)
Eher nein	23 (39,7)
Nein	25 (43,1)

4.6.7 Auswertung der Freitextfragen

4.6.7.1 *Hilfreiche Funktionen der App*

Die Antworten der Schüler wurden von zwei Mitgliedern der Forschungsgruppe (Louisa Schuffert, Bibiana Metelmann) den vorher festgelegten Kategorien zugeordnet. Dabei war eine Antwort mehreren Kategorien (maximal 3) zuordenbar. Gab es Diskrepanzen zwischen den Zuteilungen der beiden Forscherinnen, so führte die Zuteilung einer weiteren Forscherin (Camilla Metelmann) zur Entscheidung. Insgesamt antworteten 57 Schüler auf die offene Frage nach hilfreichen Funktionen der App. Dabei war eine Antwort mehreren Kategorien (maximal 3) zuordenbar. Insgesamt wurden so 79 Aussagen kategorisiert.

37 der Antworten wurden nur einer Kategorie, 18 wurden 2 Kategorien und 2 wurden 3 Kategorien zugeordnet. Dabei empfanden 27 der 57 Schüler die Anleitung und 26 der 57 Schüler das Metronom als hilfreich. Die Notruffunktion wurde von 6 Schüler und die Darstellung der Reihenfolge, sowie die Erinnerung an die einzelnen Handlungsschritte von je 5 Schüler als hilfreich empfunden. 3 Schüler erachteten die Möglichkeit einer Rückversicherung über ihr Handeln als hilfreich. Nicht zuordenbar waren die Antworten von 4 Schülern, während 3 Schüler nichts Positives anmerkten. Die Verteilung ist in Tabelle 18 dargestellt.

4.6.7.2 *Störende Funktionen der App*

Von 60 befragten Schülern wurde die offene Frage zu den störenden Faktoren von 42 Schülern beantwortet, wobei eine Antwort zu jeweils 2 Kategorien zugeordnet wurde, sodass es insgesamt 43 Antworten kategorisiert wurden. Wie in Tabelle 18 nachvollziehbar, empfanden 16 von 42 Schülern die Erklärungen der App als zu langsam, während 7 Schüler den Rhythmus als störend und jeweils 3 Schüler die Bedienung der App als schwierig empfanden oder technische Probleme hatten. Je 1 Schüler empfanden die Unterbrechung des Rhythmus für eine weitere Erklärung, die Wiederholung des Gesagten und schlechte/ fehlende Erklärungen als störend. 4 Schüler fanden „nichts“ störend und 7 der 43 Antworten konnten keiner Kategorie zugeordnet werden.

Tabelle 18: Antworten zu den Freitextfragen der obligaten App-Gruppe

	App-Obligation
Was findest du an der App hilfreich?*	79 Antworten von 57 Schülern
Anleitung	27
Metronom	26
Notruffunktion	6
Reihenfolge	5
Erinnerung	5
Nicht zuordenbar	4
Rückversicherung	3
Nichts Positives	3
Was findest du an der App störend?*	43 Antworten von 42 Schülern
Erklärungen zu langsam	16
Nicht zuordenbar	7
Rhythmus	5
Schwierige Bedienung der App	3
App fordert zu viel Aufmerksamkeit	3
Technische Probleme	2
Unterbrechung des Rhythmus für Erklärung	1
Wiederholungen	1
Schlechte oder fehlende Erklärungen	1
Nichts	4
Legende: * jede Antwort konnte maximal 3 Antwortkategorien zugeteilt werden	

5 Diskussion und Limitation

Die vorliegende Arbeit zeigt die Bedeutung einer mehrschrittigen Analyse von Smartphone-Apps, die Laien in Echtzeit in der Wiederbelebung anleiten, um Aussagen über den Effekt dieser auf die Reanimationsqualität zu ermitteln.

5.1 Systematische App-Suche

Mit der raschen Verbreitung von Smartphones wuchs die Zahl der für diese zur Verfügung stehenden Apps – auch im mHealth Genre.⁴² So stehen in den App-Stores auch eine Vielzahl an Apps zu den Themen Reanimation und Erste Hilfe zur Verfügung. In der vorliegenden Arbeit konnten in einer systematischen Suche im Google Play Store und Apple App Store 3.890 Treffer zu diesen Themen gefunden werden. Dies zeigt die hohe Bedeutung, die diesen Themen durch App-Entwickler zugemessen wird. Dabei wurde die App-Suche nicht in den kleineren Stores durchgeführt, so dass sich wahrscheinlich noch weitere Apps zu diesem Thema auf dem Markt befanden. Nach der Anwendung der Ausschlusskriterien verblieben nur 34 Apps.

Die Suche wurde durch nur eine Person (Louisa Schuffert) durchgeführt. Dadurch besteht die Möglichkeit, Ein- oder Ausschlusskriterien falsch bewertet zu haben. Die Kriterien sind jedoch möglichst explizit formuliert worden, sodass das Risiko einer Verwechslung oder Fehlzuzuordnung stark verringert wurde.

Wenn eine App in nur einem der beiden durchsuchten Stores – Apple App Store oder Google Play Store – zu finden war, so wurde diese ausgeschlossen, um nur Apps zu evaluieren, die für fast alle Smartphone-Nutzer zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wurde auch entschieden, nur Apps einzuschließen, die kostenlos verfügbar sind. Daher kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie viele Apps zwar leitlinienadhärent und benutzerfreundlich sind, aber entweder nicht in beiden App Stores vorhanden oder kostenpflichtig sind.

Ähnlich wie in der Studie von Eng et al. ergab die Suche im Google Play Store deutlich mehr Resultate als die Suche im Apple App Store.⁴⁸ Ein Grund für diesen Unterschied könnten die unterschiedlichen Bedingungen der Stores sein, um eine App darin veröffentlichen zu dürfen.^{63,64} Während der Google Play Store keine inhaltlichen Bedingungen an die zu veröffentlichende App stellt, testet Apple die Apps auf Kompatibilität mit dem Betriebssystem iOS und auf inhaltliche Korrektheit.^{57,79}

Verschiedene Aspekte führen dazu, dass für den Laien die Auswahl einer passenden App schwierig ist. So könnte zum Beispiel die Anzahl der Apps, die zur Verfügung stehen, oder die von den Stores festgelegte Reihenfolge viele Nutzer überfordern.⁵⁷

Im Google Play Store gibt es keine Möglichkeit durch Filter die Anzahl der gefundenen Treffer zu reduzieren. Viele Nutzer lösen dieses Problem, indem sie die zuerst gereihten Apps auswählen. Apple ändert deshalb regelmäßig die Algorithmen der Anordnung, sodass auch die Apps der unbekannteren Entwickler zeitweise an einer vorderen Position erscheinen.⁸⁰

Außerdem hängt die Verfügbarkeit der Apps nicht nur von der Nutzung der unterschiedlichen Stores ab, sondern auch davon, von welchem Land aus die Suche durchgeführt wird.

Dies beeinflusst und limitiert die Entscheidung des Nutzers und beschränkt einige Aussagen dieser Studie auf den deutschen Raum.

Der Markt der Smartphone-Apps ist ein sehr schnelllebiges. Dies zeigt sich im häufigen Erscheinen neuer Apps und dem Verschwinden vorhandener Apps. Die Suche erfolgte daher innerhalb eines kurzen Zeitintervalls (26.05-23.06.2017), um den Markt möglichst akkurat widerzuspiegeln. Somit ist die Aussagekraft der Studie auf den in diesem Zeitintervall bestehenden Markt beschränkt. Die Schnelllebigkeit bedingte, dass eine App (St. John Wales First Aid), die im PRISMA-Prozess identifiziert wurde, nicht in die Überprüfung der Benutzerfreundlichkeit eingeschlossen werden konnte, da sie bereits nicht mehr im Apple App Store verfügbar war.

Die große Anzahl an Apps, die komplizierten Suchalgorithmen und die Schnellebigkeit des App-Marktes verkomplizieren sowohl für Forschende als auch für den Endnutzer die Suche nach einer geeigneten App erheblich. Über 99% der durch die systematische Suche identifizierten Apps erfüllten mindestens eines der vorher definierten Ausschlusskriterien, sodass weniger als 1% der gefundenen Apps für weitere Analysen eingeschlossen werden konnten. Die Durchführung einer solchen fundierten Suche ist dem Endnutzer nicht zumutbar und führt daher zu einer verzerrten Wahrnehmung von Apps, die Laien in Echtzeit zu Wiederbelebungsmaßnahmen anleiten.

5.2 Test auf Leitlinienadhärenz

Zur Evaluation der Leitlinienadhärenz wurden 11 Kriterien anhand der European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015, dem American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care 2015 und den CoSTR 2015 Guidelines des International Liaison Committee on Resuscitation formuliert.^{8,66-68} Von den 34 begutachteten Apps konnten nur 5 (14,7%) alle 11 Kriterien der Leitlinienadhärenz erfüllen.

Diese alarmierenden Ergebnisse sind konkordant zu denen anderer Studien, die den Inhalt von mHealth-Apps untersuchten. So boten die getesteten Apps zum Thema „Gewichtsreduktion“ von Alnasser et al. im Median nur 1 von 13 evidenzbasierten Informationen an und auch in einer Studie von Abrams et al. wurden die Informationen, die die Apps zum Thema „Rauchentwöhnung“ boten, als wenig evidenzbasiert bewertet.^{51-53,55}

Die European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 ist die aktuelle medizinische Leitlinie in Europa, welche evidenzbasierte, eindeutige, leicht verständliche Schritt-für-Schritt Anleitungen zur Reanimation bereitstellt. Sie bietet unter anderem ein Kapitel zu Basismaßnahmen der Wiederbelebung, welche auf Laien ausgelegt ist und ein Kapitel über Medizindidaktik zur Lehre von Wiederbelebungsmaßnahmen.⁷ Alle Flowcharts, Bilder und Videos sind kostenlos und in 14 verschiedenen Sprachen erhältlich.⁸¹

Trotz dessen entsprechen nur 5 der 34 (14,7%) Apps diesen Leitlinien. Dies führt vermutlich zu einer geringeren Reanimationsqualität und damit einhergehend zu einem verschlechterten Outcome und einem geringeren Überleben der Patienten. Für den Laien ist es schwierig, die Güte einer App zu überprüfen und es kann nicht erwartet werden, dass er die Leitlinien kennt.

In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass Patienten, die zu Beginn eines Herz-Kreislauf-Stillstandes eine agonale/abnormale Atmung zeigen, eine erhöhte Chance auf Überleben haben verglichen mit Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand, die bereits initial Apnoe aufwiesen.⁸²⁻⁸⁴

Gleichzeitig wird die agonale Atmung von Laien meist nicht richtig gedeutet und die Notwendigkeit von Wiederbelebnungsmaßnahmen nicht erkannt und somit nicht durchgeführt.⁸⁴ Daher ist es entscheidend, dass CPR-Apps auf die agonale Atmung gesondert aufmerksam machen. Mehr als die Hälfte der begutachteten Apps (52,9%) erwähnen diese jedoch nicht. Vielmehr erklären über 50% nicht einmal, wie der Laie die Atmung des Patienten überprüfen soll (z.B. mittels Sehen, Hören, Fühlen). Zahlreiche Studien empfehlen eine Kompressionstiefe von mindestens 5 cm und maximal 6 cm um das medizinische Outcome des Patienten während einer Reanimation zu verbessern.⁸⁵⁻⁸⁹ Jedoch erwähnen 18 der 34 Apps (52,9%) keine oder eine falsche Kompressionstiefe.

Durch die fehlende Leitlinienadhärenz riskieren wir, dass Laien Apps mit vermeintlich falschen Informationen kostenlos herunterladen. Die kann dazu führen, dass der Laie eine Reanimationssituation nicht mit dem bestmöglichen Wissen ausführen kann, wodurch die Überlebenschance und das Outcome des Patienten verschlechtert werden könnten.

Aufgrund der weltweit unterschiedlichen Gesetzgebungen in den verschiedenen Ländern ist eine globale Qualitätssicherung schwer einzuführen.^{44,90} Dennoch empfehlen verschiedene Institutionen und Behörden wiederholt die Einführung einer Qualitätskontrolle von Apps im mHealth Genre.⁹¹⁻⁹⁵

Diese Arbeit unterstreicht die Notwendigkeit ein suffizientes Qualitätsmanagement einzuführen, um die medizinische Korrektheit und die Leitlinienadhärenz von mHealth-Produkten sicherzustellen.

5.3 Benutzerfreundlichkeitstestung

Die Benutzerfreundlichkeit wurde anhand der „System Usability Scale“ von John Brooke bemessen.

Von den 3 auf Benutzerfreundlichkeit getesteten Apps erzielte die App „HELP Notfall“ den höchsten SUS-Score mit 85.92 (± 13.4), gefolgt von „Hamburg Schockt“ mit 56.97 (± 21.5) und „Mein DRK“ mit 39.34 (± 15.5). Die Notärzte bewerteten die SUS für alle getesteten Apps etwas höher, als die Gruppe der Smartphone-Vielnutzer. Dies könnte durch die Erfahrung und Kenntnisse im Themengebiet Reanimation seitens der Notärzte erklärbar sein. Aufgrund dessen können diese gezielter nach den wichtigen Informationen suchen und diese in der App ausfindig machen, was dazu führt, dass sie einen höheren SUS-Score vergeben. Dies wird auch in einer Studie von McLellan und Kollegen gezeigt, die herausfanden, dass ein höheres Level an Erfahrung mit der Vergabe eines höheren SUS-Scores assoziiert ist.⁹⁶

Entsprechend der Arbeit von Sauro und Kollegen ist ein SUS-Score über 68 als ein überdurchschnittlich guter Score zu werten. Sauro stellt außerdem fest, dass Apps mit einem SUS-Score über 82 eine beachtliche Chance haben, einem Freund oder Kollegen empfohlen zu werden.⁷³ Dieser Score wurde nur von der „HELP Notfall“ App überschritten. In einer Studie aus Südkorea konnten 3 von 5 getesteten Apps zum Thema „CPR-Anleitung“ einen SUS-Score über 68 Punkte erreichen und gelten somit als benutzerfreundlich.⁴⁷ In einer Studie von Kalz et al. aus den Niederlanden und Deutschland konnten nur 5 von 13 getesteten CPR-Apps als benutzerfreundlich eingestuft werden.⁵⁵

Die Benutzerfreundlichkeit einer App ist entscheidend für deren Implementierung und Nutzung. Dies basiert auf der Feststellung von Davis' TAM-Model von 1986, dass Systeme nur benutzt werden, wenn sie nützlich sind.⁹⁷ Wenn der Nutzer einen eindeutigen Vorteil durch die App sieht, unter anderem durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit, wird er die App nutzen.⁹⁸

Im Falle einer App, die für zeitkritische, extrem anspruchsvolle Situationen programmiert wurde, muss die Bedienung intuitiv erfolgen können. Wenn ein Patient einen Herz-Kreislauf-Stillstand erleidet und Wiederbelebensmaßnahmen durchgeführt werden müssen, hat der Helfer keine Zeit sich mit der Software auseinanderzusetzen. Dies unterstreicht, dass Apps, die zur Unterstützung in einer medizinischen Notfall-Situation wie in einem Herz-Kreislauf-Stillstand verwendet werden, neben der Notwendigkeit der medizinischen Richtigkeit eine hohe Nutzerfreundlichkeit aufweisen sollten. Anderenfalls entsteht ein relevantes Risiko, dass die App nicht nur nicht hilfreich ist, sondern durch einen unnötigen Zeitverzug sogar den Beginn der Reanimationsmaßnahmen verzögert und damit die Überlebenschancen des Patienten verringern könnte.

5.4 Reanimationsszenario

Der Einfluss der App auf Qualitätsparameter der Laienreanimation wurde in einer Kohortenstudie mit 3 Studienarmen ermittelt:

1. Einer Kontrollgruppe,
2. Einer Gruppe, die die App während des Szenarios fakultativ nutzen konnte und
3. Einer Gruppe, bei der die Nutzung der App während des Szenarios obligat war.

Alle 3 Gruppen bestanden aus Schülern in vergleichbaren Klassenstufen und Schulsystemen und erhielten eine identische Schulung. Jeweils 6 Wochen nach der Schulung erfolgte die Datenerhebung in Form simulierter, standardisierter Reanimationsszenarien.

Es konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in der Länge der „Hands-Off-Zeit“ und der Kompressionsqualität festgestellt werden. Auch die subjektiven Eindrücke der Schüler boten signifikante Unterschiede.

5.4.1 Probandencharakteristika

Das Alter der Probanden unterschied sich zwischen den einzelnen Studienarmen signifikant. So ist die Kontrollgruppe im Mittel 14,7 Jahre, die fakultative App-Gruppe 14,0 Jahre und die obligaten App-Gruppe 15,3 Jahre alt.

Eine Erklärung dafür bieten die aus organisatorischen Gründen nicht anders planbaren, unterschiedlichen Zeitpunkte der Datenerhebung. So wurden die Szenarien der Kontrollgruppe und der fakultativen App-Gruppe bereits im Herbst 2017 durchgeführt, während diese in der obligaten App-Gruppe erst im Frühjahr 2018 stattfinden konnten. Es liegt somit ein halbes Jahr zwischen den Datenerhebungen. Da sich Größe und Gewicht im Alter von 14-15 Jahren nur unwesentlich unterscheiden, ist ein geringer Einfluss auf die gemessenen Parameter zu erwarten.⁹⁹

5.4.2 Externe Validität der Studienpopulation

Der durchschnittliche Proband dieser Studie ist 14,6 Jahre alt und besucht das Gymnasium oder den Gymnasialzweig einer Gesamtschule. Es gibt keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern.

Im Jahre 2013 lag das Durchschnittsalter der Deutschen für Frauen bei 45,5 Jahren und für Männer bei 42,8 Jahren.¹⁰⁰ Die Fachhochschul- oder Hochschulreife besaßen im Jahr 2017 31,9 % der Deutschen.¹⁰¹

Die Studienpopulation war also deutlich jünger und auf einem höheren Bildungsniveau als der deutsche Durchschnitt. Dadurch ist die externe Validität der Studie auf die gesamtdeutsche Bevölkerung eingeschränkt.

Die Randomisierung der Gruppen erfolgte anhand der Schulen, sodass ein Einfluss der unterschiedlichen Bildungsstile der verschiedenen Schulen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Studiengruppe umfasste alle Schüler der teilnehmenden Klassen und somit „interessierte“ und „nicht interessierte“ Schüler, wodurch ein „Motivationsbias“, wie es in Studien mit freiwilligen Teilnehmenden häufig auftritt, verringert wurde.

Die Auswahl der Studienpopulation der Studie dieser Dissertation ermöglichte durch ihre Homogenität eine gute Vergleichbarkeit zwischen den Studienarmen und vermindert das Risiko der Einflussnahme externer Faktoren auf die Studienergebnisse.

5.4.3 Externe Validität des Reanimationsszenarios

Zwischen 2008 und 2017 fanden im deutschsprachigen Raum 68,9% der OHCA in der Häuslichkeit und 6,1% im öffentlichen Raum statt. Der Herz-Kreislauf-Stillstand wurde dabei in 44,8% der Fälle durch einen Ersthelfer beobachtet.¹⁶

Das Szenario, das in der Studie verwendet wurde, spielt im Park und damit im öffentlichen Raum. Dabei wird die Person schon bewusstlos aufgefunden; der Herz-Kreislauf-Stillstand wird also nicht beobachtet. Das Szenario spiegelt somit nicht die im deutschsprachigen Raum am häufigsten vorkommende Reanimationssituation wider.

Wir wählten dieses Szenario dennoch, um einen möglichst neutralen Raum zu schaffen und die Assoziation zum möglichen Tod von Familienmitgliedern, wie er bei einem Szenario in der Häuslichkeit unumgänglich gewesen wäre, zu vermeiden. Dadurch sollte auch die psychische Belastung der Simulation für die Schüler minimiert werden.

Allgemein sind Ergebnisse aus Simulationen durch die Übungskünstlichkeit verzerrt und erlauben nur eine bedingte Übertragbarkeit auf eine echte Reanimationssituation.³² Dennoch ist die Forschung am Patienten auf diesen Gebieten aufgrund verschiedener Aspekte nicht durchführbar: Zum einen muss unter ethischen Aspekten im Falle eines Herz-Kreislauf-Stillstandes die bestmögliche Therapie gewährleistet werden.¹² Dies wäre im Rahmen einer Studiensituation mit Laien nicht möglich. Zum anderen wäre die Organisation, einen Laien im Falle einer Reanimation zeitnah an den Unfallort zu bringen kaum möglich und dem Laien auch unter ethischen Aspekten nicht zumutbar.

Simulationen bieten daher eine wichtige Grundlage der Erkenntnisgewinnung und Studien konnten zeigen, dass sie einen deutlich höheren Wissens- und Fähigkeitengewinn bewirken, als Schulungen ohne Simulationen.¹⁰² Sie verringern die psychische Belastung für die Probanden und durch die Standardisierung wird eine Vergleichbarkeit der Situation ermöglicht.

Das Zeitintervall zwischen Schulung und Datenerhebung entsprach 6 Wochen. Möglicherweise wären andere Ergebnisse nach anders gewählten Zeitintervallen messbar gewesen.

5.4.4 Standard CPR vs. Chest-Compression-only-CPR

Bei der Auswahl der Apps wurden sowohl solche eingeschlossen, die eine Standard CPR anleiteten, als auch solche, die eine Chest-Compression-Only-CPR anleiteten.

Als Standard CPR versteht man in diesem Kontext Reanimationsmaßnahmen, in denen 30 Thoraxkompressionen gefolgt von 2 Beatmungen durchgeführt werden.⁸ Bei einer Chest-Compression-Only-CPR werden nur Thoraxkompressionen durchgeführt, ohne, dass diese von Beatmungen unterbrochen werden.⁸

In einer Studie aus Schweden konnte gezeigt werden, dass die Laienreanimationsquote über die Jahre deutlich stärker anstieg, wenn die Laien Chest-Compression-Only-CPR durchführten im Vergleich zu der Standard CPR.¹⁰³ In einer Studie der SOS-Kanto-Studiengruppe lag die Anzahl der Patienten mit gutem neurologischem Outcome in der Chest-Compression-Only-Gruppe mit 6,2% deutlich über der Anzahl in der Standard-CPR-Gruppe mit 3,1%.¹⁰⁴ Eine Metaanalyse von Hüpfl et al. konnte zwar in Kohortenstudien keine erhöhte, jedoch in randomisierten Versuchen eine 2-4% höhere Überlebenschancen bei Chest-Compression-Only-CPR im Vergleich zur Standard CPR feststellen.¹⁰⁵ Die von Cabrini et al. durchgeführte Metaanalyse zeigt mit 11,5% bei Chest-Compression-Only-CPR im Vergleich zu 9,4% bei Standard CPR höhere Entlassungsraten nach OHCA .¹⁰⁶ Dies bestätigte die Metaanalyse von Zhan et al. .¹⁰⁷

Die Unterschiede werden darauf zurückgeführt, dass eine korrekte Beatmung schwierig durchzuführen ist und sich die Zeit einer Unterbrechung der Thoraxkompressionen bei falscher oder schlechter Beatmung verlängert, ohne dass ein positiver Effekt erzielt wird.¹⁰⁸ Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Bereitschaft von Ersthelfern eine Chest-Compression-Only-CPR durchzuführen deutlich höher ist, als die Bereitschaft für eine Standard CPR.¹⁰⁶ Gründe dafür liegen in der einfacheren Durchführung und der Angst der Ersthelfer vor ansteckenden Erkrankungen oder dem Ekel vor Körpersekreten.¹⁰⁹

Die „HELP Notfall App“ der Schweizerischen Herzstiftung wurde in dieser Studie als benutzerfreundlichste der leitlinienadhärenten Apps bewertet. Sie leitet eine Chest-Compression-Only-CPR an, sodass diese zur besseren Vergleichbarkeit in allen 3 Studienarmen gelehrt und überprüft wurde. Die Studie ist dadurch in ihrer Aussagekraft auf Chest-Compression-Only-CPR beschränkt. Außerdem wurden Wiederbelebensmaßnahmen durch nur eine Person durchgeführt. Dies unterscheidet sich von realen Reanimationssituationen, in denen mehrere Helfende beteiligt sein können.

5.4.5 Qualitätsparameter einer Reanimation

Die American Heart Association (AHA) hat in einem Consensus Statement fünf kritische Punkte einer qualitativ hochwertigen CPR benannt.¹¹⁰

Diese sind:

- minimale Unterbrechung der Thoraxkompressionen („Hands-Off-Zeit“)
- Thoraxkompressionen in adäquater Rate
- Thoraxkompressionen mit adäquater Tiefe
- korrekte Entlastung zwischen den Thoraxkompressionen („Kompressionsfreigabe“)
- Vermeidung exzessiver Beatmungen.

Wir fügten in Anlehnung an die ERC Leitlinien von 2015 die Kriterien

- Absetzen eines Notrufes und
- Handpositionspräzision

hinzu und verwandten diese als Hauptkriterien zur Beurteilung der Qualitätsparameter einer Reanimation. Die Vermeidung einer exzessiven Beatmung entfiel bei Verwendung einer Chest-Compression-Only-CPR in dieser Studie.

Zusätzlich wurden Kriterien formuliert, die einen Einfluss auf die Qualität einer Laienreanimation haben könnten, von der AHA aber nicht genannt werden und deren Einfluss wahrscheinlich schwächer ist. Diese Nebenkriterien sind:

- Überprüfen der Bewusstseinslage
- Freimachen der Atemwege
- Überprüfung der Atmung (Sehen, Hören, Fühlen)
- Armhaltung und Körperposition während der Durchführung der Kompressionen.

5.4.5.1 Hands-Off-Zeit

Die Hands-Off-Zeit bezeichnet die Zeit während der Reanimation, in der keine Thoraxkompressionen durchgeführt werden und somit keine Herzaktion imitiert wird. Die Kürze der Hands-Off-Zeit gilt als wichtiger Qualitätsparameter während einer Reanimation.⁸

Sasson et al. konnten in einer Metaanalyse zeigen, dass ein schneller Beginn von Wiederbelebungsmaßnahmen und damit die Verkürzung der Hands-Off-Zeit das Outcome eines OHCA-Patienten positiv beeinflusst.⁶ Die ERC Leitlinien unterstreichen die Wichtigkeit eines schnellen Reanimationsbeginns, da dieser die Überlebenschancen erhöht und stützen sich dabei unter anderem auf Studien von Hasselqvist-Axel et al., Wissenberg et al. und Holmberg et al.^{8,111-113}

Zudem sollten Unterbrechungen während der Kompression auf ein Minimum reduziert werden. So konnten Cheskes et al. zeigen, dass geringere Pausen vor und während einer Defibrillation zu höheren Überlebensraten führten.¹¹⁴ Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Studien von Sell et al. und Vaillancourt et al.^{114,115}

In der Studie dieser Dissertation setzt sich die gesamte Hands-Off-Zeit des Szenarios zusammen aus der Zeit bis zur ersten Kompression und der Zeit ohne Kompression während der 2-minütigen Kompressionsmessung. Dabei hatte die Kontrollgruppe eine signifikant geringere Hands-Off-Zeit (31,2 (±13,5) Sekunden) im Vergleich zur fakultativen App-Gruppe (61,1 (±33,9) Sekunden) und der obligaten App-Gruppe (67,8 (±19,1) Sekunden).

Dies könnte sich dadurch erklären, dass die audiovisuellen Erklärungen der HELP Notfall App zum Vorgehen bei bewusstlosen Personen insgesamt 58 Sekunden dauern, bis zur Thoraxkompression aufgefordert wird. Diese Zeit kann durch vorheriges Unterbrechen der audiovisuellen Erklärung mit dem „Weiter“-Button verkürzt werden. Dabei ist die Zeit, die der Laie braucht, das Smartphone aus der Tasche zu holen und die App zu öffnen noch nicht einberechnet. Dass die Zeit bis zur ersten Kompression zu lang ist, bemerkten auch die Schüler der App-Gruppen und beschrieben dies in der offenen Frage zum Thema was ihnen an der App nicht gefalle.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Hands-Off-Zeit kam eine Studie aus Japan, die ein vergleichbares Studiendesign aufweist. Dort konnte beobachtet werden, dass die Nutzer der Smartphone-App ebenfalls signifikant länger (37,1 ($\pm 17,9$) Sekunden) bis zur ersten Kompression brauchten als die Kontrollgruppe (29,3 ($\pm 13,8$) Sekunden).⁵⁶

Auffällig ist jedoch, dass die Unterbrechungen während der Thoraxkompression in der obligaten App-Gruppe signifikant kürzer sind als in den beiden anderen Gruppen. Eine mögliche Erklärung ist die Anweisung der App „*Setzen Sie die Herzmassage ohne Unterbruch fort bis Hilfe kommt!*“. Eine ähnliche Beobachtung wurde in der japanischen Studie beschrieben.⁵⁶ Damit ist die Zeit bis zum Beginn der Thoraxkompressionen durch die Benutzung der App zwar verlängert, jedoch wird dann die Kompression seltener unterbrochen.

Bei langen Eintreffzeiten des Rettungsdienstes könnte bei App-Benutzung die initiale Verzögerung eventuell durch die anschließend geringere Hands-Off-Zeit ausgeglichen werden.

5.4.5.2 Thoraxkompressionsrate

Schon 1992 konnte von Kern et al. gezeigt werden, dass eine optimale Kompressionsfrequenz bei mindestens 100 Kompressionen pro Minute liegt.¹¹⁶ Dabei hat die Kompressionsfrequenz einen direkten Einfluss auf das Outcome des Patienten. So konnte von Abella et al. beobachtet werden, dass bei dem Auftreten einer Rückkehr des Spontankreislaufs (ROSC) nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand die mittlere Kompressionsfrequenz bei 90 \pm 17 Kompressionen/Minute lag, während bei Reanimationen ohne ROSC die Kompressionsfrequenz bei durchschnittlich 78 \pm 18 Kompressionen/Minute lag.¹¹⁷

Eine Metaanalyse von Aldermann et al. konnten zeigen, dass höhere Kompressionsraten >120 /Minute zu höheren ROSC-Raten führen, allerdings nur, wenn die Kompressionstiefe und die anderen Qualitätsparameter leitliniengerecht durchgeführt werden.¹¹⁸ Dies sei vor allem bei In-Hospital-CPRs mit ausreichend Helfern möglich. Für Out-of-Hospital CPR führe eine erhöhte Kompressionsfrequenz zur schnelleren Ermüdung der meist wenigen Helfer und damit vor allem zu einer Abflachung der Kompressionstiefe.

Durch ein Abflachen der Kompressionstiefe werde das Outcome stärker negativ beeinflusst, als der positive Einfluss der erhöhten Kompressionsrate sei.¹¹⁸ Die Leitlinien der ERC und AHA empfehlen daher eine Kompressionsfrequenz von 100-120 Kompressionen/Minute.^{8,10}

Es konnte gezeigt werden, dass Ermüdungserscheinungen unabhängig von Alter, Gewicht, Geschlecht und Professionalität des Helfers auftreten.¹¹⁹ Falls möglich, sollten sich Helfer mit den Thoraxkompressionen abwechseln.¹²⁰ Die ERC empfiehlt einen Wechsel nach ungefähr 2 Minuten. Daher wurde als Zeitintervall, in welchem die Kompressionsqualität gemessen wurde, genau 2 Minuten gewählt. Durch dieses Zeitintervall konnte eine Standardisierung und damit eine Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Probanden ermöglicht werden. In echten Reanimationssituationen ist die Zeitspanne der Laienreanimation jedoch oftmals länger als 2 Minuten, sodass ein größeres Zeitintervall zu weiteren Unterschieden der Qualitätsparameter zwischen App-Nutzenden und der Vergleichsgruppe führen könnte.

In der Studie dieser Dissertation wurden die Kompressionen durch das Auswertungsprogramm des Brayden Manikin in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Zu langsame Kompressionsrate: <100 Kompressionen/Minute
2. Kompressionsrate im Zielbereich: 100-120 Kompressionen/Minute
3. Zu schnelle Kompressionsrate: >120 Kompressionen/Minute

In der Kontrollgruppe wurden im Mittel 104,8 ($\pm 18,9$), in der fakultativen App-Gruppe 110,1 ($\pm 17,74$) und in der obligaten App-Gruppe 104,6 ($\pm 12,6$) Kompressionen pro Minute durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Kontrollgruppe durchschnittlich in 43,8% ($\pm 36,8$) der Kompressionen, die fakultative App-Gruppe in 39,2% ($\pm 34,8$) und die obligate App-Gruppe in 65,4% ($\pm 32,7$) der Kompressionen eine Kompressionsrate im Zielbereich erreichte.

Gemittelt lagen alle 3 Studiengruppen im Bereich der optimalen Kompressionsrate von 100-120/Minute, doch prozentual zeigt sich ein signifikant höherer Anteil von Kompressionen innerhalb des optimalen Frequenzspektrums in der obligaten App-Gruppe. Eine mögliche Ursache ist die Metronom-Funktion der App, welche durch die Schüler in den offenen Fragen mehrfach als „hilfreich“ bewertet wurde.

Auch in einer Studie von Scott et al. konnte ein positiver Einfluss von Metronomen auf die Ausübung korrekter Kompressionsfrequenzen gezeigt werden. Dort wurden telefonangeleitete Laienreanimationen, welche nach der Reanimationsanleitung ein Metronom zur Verfügung gestellt bekamen, mit einer Kontrollgruppe ohne Metronom verglichen.¹²¹

5.4.5.3 Thoraxkompressionstiefe

Duval et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass eine Kompressionstiefe von 4,7 cm in Kombination mit einer Kompressionsrate von 107 Kompressionen/Minute zu einer signifikanten Outcome-Verbesserung im Vergleich zu niedrigeren oder höheren Kompressionstiefen und Kompressionsraten im Fall eines OHCA führt.¹³ Die optimale Kompressionstiefe liegt laut ERC-Leitlinien bei 4,5- 5,5 cm.⁸ Eine Abweichung zu größeren Kompressionstiefen scheint dabei laut Ornato et al. weniger schädlich und ggf. sogar vorteilhaft im Vergleich zu einer Abweichung zu niedrigeren Kompressionstiefen zu sein. Letztere hätten negative hämodynamische Auswirkungen.¹²²

Auch Babbs et al. zeigten, dass höhere Kompressionstiefen zu einem höheren Blutfluss führen.¹²³ Allerdings ist unklar, ob eine verstärkte Kompressionstiefe, vor allem bei weiblichen und schlanken Patienten, zu einer höheren Verletzungsrate führt.¹²⁴

Die aufzubringende Kraft, um diese Kompressionstiefen zu erreichen, ist dabei je nach Körpergröße, -bau und -gewicht des Patienten unterschiedlich. Tomlinson et al. konnten zeigen, dass in den meisten Reanimationen eines Erwachsenen schon ein ausgeübter Druck unter 50 kg ausreicht.¹²⁵ Da die genaue Kompressionstiefe ohne Feedbackmechanismus schwer einschätzbar ist und zu tiefe Kompressionen weniger negative Folgen haben als zu flache Kompressionen, empfiehlt die ERC eine Kompressionstiefe von 5-6 cm.⁸

In dieser Studie lag die mittlere Kompressionstiefe der Kontrollgruppe und fakultativen App-Gruppe bei 4,6 ($\pm 0,5$) cm und die der obligaten App-Gruppe bei 5,0 ($\pm 0,7$) cm. Wie bei der Messung der Kompressionsrate wurden die gemessenen Kompressionen durch das Auswertungsprogramm des Brayden Manikin in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Zu flache Kompressionstiefe: <5 cm Kompressionstiefe
2. Kompressionstiefe im Zielbereich: 5-6 cm Kompressionstiefe
3. Zu tiefe Kompressionstiefe: >6 cm Kompressionstiefe

Dabei zeigte sich, dass die obligate App-Gruppe mit 44,3% ($\pm 40,5$) der Kompressionen signifikant mehr Kompressionen mit Tiefen im Zielbereich erreichte, als die Kontrollgruppe mit 24,4% ($\pm 30,4$) und die fakultative App-Gruppe mit 30,1% ($\pm 35,2$). Eine mögliche Erklärung ist die Audioanweisung der App, diese Kompressionstiefe auszuführen.

So konnte eine Studie von Lakomek et al. zeigen, dass bereits durch die Aufzeichnung der Kompressionsqualität durch Feedback-Systeme auf Smartphones, Parameter wie die Hands-Off-Zeit und die korrekte Kompressionsfrequenz und -tiefe positiv beeinflussten. Dieser positive Effekt war noch größer, wenn dem Reanimierenden ein Echtzeit-Feedback angezeigt wurde.¹²⁶

5.4.5.4 *Vollständige Kompressionsfreigabe*

Eine vollständige Entlastung des Thorax nach jeder Kompression ist für den venösen Rückstrom zum Herzen wichtig und mit einer Verbesserung des Outcomes assoziiert.¹²⁷ Eine unvollständige Kompressionsfreigabe führt zu erhöhtem intrathorakalen Druck, niedrigerem Perfusionsdruck der Koronargefäße, niedrigerem kardialen Auswurf und schlechterem myokardialen Blutfluss.^{127,128} Außerdem wird der endotracheale Druck erhöht und der zerebrale Perfusionsdruck sinkt.¹²⁹

In dieser Studie wurde beobachtet, dass alle 3 Gruppen eine vollständige Kompressionsfreigabe durchführten. Dabei lag der prozentuale Anteil der vollständigen Kompressionsfreigaben bei allen Gruppen über 80%. Eine signifikant bessere Freigabe konnte lediglich im Vergleich von der Kontrollgruppe (89,7%) mit der fakultativen App-Gruppe (81,7%) gemessen werden. Während der Reanimationsschulung wurden die Schüler explizit auf eine vollständige Kompressionsfreigabe hingewiesen. Die Freigabe wurde mit Hilfe der Feedback-Systeme geübt. Dadurch könnte sich die hohe Rate an vollständigen Kompressionsfreigaben in allen Gruppen erklären lassen. Es konnte gezeigt werden, dass eine erhöhte Kompressionsfreigabe mit Hilfe von Feedback-Systemen, wie dem TrueCPR oder PocketCPR trainiert werden kann.¹³⁰

5.4.5.5 *Absetzen eines Notrufes*

Die ERC Leitlinien empfehlen ein möglichst frühes Absetzen des Notrufes um eine schnelle Alarmierung des professionellen Rettungspersonals und eine frühe Reanimationsanleitung zu ermöglichen.⁸ Eine retrospektive Studie aus Schweden konnte zeigen, dass ein schnelleres Absetzen des Notrufes positiv mit dem Patientenoutcome assoziiert ist.¹³¹ Auch die Studie von Bürger et al. aus Deutschland zeigte, dass schnellere Ankunftszeiten des Rettungsdienstes mit höheren Überlebensraten und besserem neurologischen Outcome assoziiert sind.¹³² Beide Studien unterstreichen die Wichtigkeit einer frühzeitigen Ankunft des Rettungsfachpersonals, welche auch von einer zügigen Alarmierung abhängig ist.

In der Studie dieser Dissertation konnte gezeigt werden, dass die obligate App-Gruppe (85%) signifikant häufiger einen Notruf absetzte als die fakultative App-Gruppe (68,2%) oder die Kontrollgruppe (78,4%).

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch die Studie von Sakai et al., in der App-Nutzende mit einer Kontrollgruppe in einem 2-minütigen Reanimationsszenario verglichen wurden. Dort setzten 67,4% der App-Nutzer und 46,3% der Kontrollgruppe den Notruf ab.⁵⁶

5.4.5.6 Handpositionspräzision

In der Studie dieser Dissertation konnte kein signifikanter Unterschied des prozentualen Anteils an korrekter Handpositionspräzision zwischen den Gruppen festgestellt werden. Dies widerspricht der Erwartung, dass die obligate App-Gruppe durch die audiovisuelle Anleitung einen höheren Anteil an korrekter Handpositionspräzision haben müsste.

Erklärbar sind diese Ergebnisse möglicherweise durch folgende Aufforderung der App: „Drücke in der Mitte des Brustkorbs in der unteren Hälfte des Brustkorbs“. Diese stellt zwar eine inhaltlich richtige Erklärung dar, könnte aufgrund der Wortwahl und des Satzbaus aber zur Verwirrung der Teilnehmer geführt haben.

Handley stellte fest, dass eine vereinfachte Beschreibung der richtigen Handposition zu einem signifikant schnelleren Beginn der Wiederbelebensmaßnahmen führte und dabei keinen Unterschied in der Handpositionspräzision zeigte im Vergleich zu einer Gruppe, welche die Position anhand anatomischer Landmarken aufsuchte.¹³³

5.4.5.7 Nebenkriterien

Die Handlungen, die durchgeführt werden müssen, um bei einem plötzlichen Herzstillstand ein Überleben zu ermöglichen, werden als „Chain of Survival“ (Deutsch: Überlebenskette) betitelt.⁸ Deakin vermerkt dazu in seiner Studie, dass nicht alle Glieder der Kette gleichwertig sind. Da die ersten beiden Kettenglieder (Erkennen des OHCA mit Absetzen des Notrufs und die Herzdruckmassage durch Laien) den stärksten Einfluss auf das Patienten-Outcome zu haben scheinen, müssen diese besonders gestärkt werden.²⁵

Das erste Glied dieser Kette besteht aus dem schnellen Erkennen eines Herzstillstandes und der Alarmierung von Rettungsmitteln.⁷ Um dies zu vereinfachen, wurden eindeutige und leicht verständliche Algorithmen entwickelt, die auch Laien ein korrektes Handeln erleichtern.³² Dazu soll zunächst die Bewusstseinslage durch Ansprechen und Anfassen geprüft werden. Anschließend soll in den Mund geschaut werden. Objekte, welche gegebenenfalls die Atemwege verlegen, sollen entfernt und das Vorhandensein der (normalen) Atmung überprüft werden. Dem folgt das Absetzen eines Notrufes.⁸

In dieser Studie wurden die einzelnen Bestandteile dieses ersten Kettengliedes von einem Großteil der Schüler befolgt. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede im Überprüfen der Bewusstseinslage und dem Freimachen der Atemwege. Die beiden App-Gruppen überprüfte die Atmung signifikant besser als die Kontrollgruppe, wobei Teilnehmer aller drei Gruppen Schwierigkeiten mit der korrekten Ausführung hatten.

In einer Studie aus Südkorea verglichen Choa et al. Video-assistierte mit Audio-assistierter und nicht-assistierter CPR. Dabei zeigte sich, dass durch Videoassistenz eine signifikant bessere Kontrolle der Atemwege erreicht werden konnte.¹³⁴ Eine solche kurze Videosequenz, kombiniert mit Audio-Hinweisen, wurde auch durch die „HELP Notfall App“ gezeigt.

Als weiteres Nebenkriterium wurde die korrekte Körperposition der Laien beurteilt. Dabei konnte eine signifikant bessere Körperposition bei den beiden App-Gruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Auch dies könnte durch die Video- und Audio-Anleitung der App erklärbar sein, denn auch Choa et al. konnten dies in ihrer Studie nachweisen.¹³⁴

5.4.6 Fragebögen zu den Simulationen

Die Fragebögen zu den Simulationen wurden von den jeweiligen Gruppen direkt nach dem Reanimationsszenario ausgefüllt. Die meisten Fragen wurden geschlossen gestellt und Antwortmöglichkeiten in Form von Likert-Skalen oder Intervallen zur Auswahl gegeben. Die Antworten aus den offen gestellten Fragen wurden später gemäß ihres Inhalts vordefinierten Kategorien zugeordnet. Auch wenn die Zuordnung von mehreren Untersuchern unabhängig getätigt und anschließend abgeglichen wurde, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Aussagen der Probanden fehlinterpretiert wurden. Gleichzeitig bietet die Auswertung durch mehrere Untersucher ein geringeres Risiko der Fehlinterpretation, als die alleinige Auswertung eines Untersuchers.

Es zeigte sich, dass die Schüler der fakultativen App-Gruppe erst kürzer ein Smartphone besaßen. Dies könnte dazu geführt haben, dass ihnen der Umgang mit der App schwerer fiel und sie diese daher weniger effizient nutzten.

Allerdings zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen in der Anzahl der heruntergeladenen Apps oder der täglichen Zeit, in der ein Smartphone genutzt wurde.

Die Sinnhaftigkeit der App wurde durch die Schüler signifikant unterschiedlich eingeschätzt: so empfanden nur 48,4% der fakultativen App-Gruppe im Vergleich zu 62,3% der Kontrollgruppe und 86,2% der obligaten App-Gruppe eine App als sinnvoll. Nur die Schüler der obligaten App-Gruppe wurden in der Nutzung der App geschult. Die Kontrollgruppe und 50% der fakultativen App-Gruppe haben die App im Rahmen dieser Studie nie genutzt. Die Studie von Cady et al. konnte zeigen, dass Anwender, die in der Nutzung einer App geschult werden, diese als sinnvoller erachten und sie vermehrt nutzen.¹³⁵ Ein erlernter Umgang mit der App führt also zu einem höheren Zuspruch von Sinnhaftigkeit, während fehlendes Wissen im Umgang mit der App zu geringerem Zuspruch von Sinnhaftigkeit führt..¹³⁵ Häufig werden Apps heruntergeladen, ohne dass sich die Benutzer mit der App vertraut machen.¹³⁶ Dies führt im konkreten Fall einer Reanimation dazu, dass die Nutzer in einer Stresssituation mit dem Umgang der App nicht vertraut sind. Dies könnte dazu führen, dass ihnen die Benutzung schwer fällt oder die App sogar als hinderlich eingeschätzt wird.

Bei der Auswertung der Freitextfragen zur Nutzerzufriedenheit zeigte sich, dass vor allem die Anleitungen und das Metronom als hilfreich empfunden wurden. Ein positiver Einfluss eines Metronoms konnte auch von Scott et al. gezeigt werden.¹²¹

5.5 Vergleich zu anderen Arbeiten

In den letzten Jahren wurden mehrere Studien durchgeführt, die Aspekte von Apps zur Unterstützung einer Reanimation untersuchten.

Wie in der Einleitung beschrieben können Apps zur Anleitung von Reanimationen in 5 Kategorien unterschieden werden:

- Apps, die CPR lehren
- Apps, die CPR in Echtzeit anleiten
- Apps, die als Feedback-Systeme dienen
- Apps, die Ersthelfer alarmieren und
- Apps, die zu AEDs navigieren.

Zur Evaluation von Apps der Kategorie „Apps, die CPR lehren“ führten Nord et al. einen Vergleich von einer Schulungs-App und einer Schulungs-DVD durch. Während die App eine 30-minütige Reanimationsanleitung bot, dauerte die DVD-Schulung 50 Minuten.¹³⁷ Als Probanden wurden schwedische Schüler der Klassenstufen 7-9 gewählt. In Schweden besteht in diesen Schuljahren eine verpflichtende Ausbildung in CPR.¹³⁸ Der Altersdurchschnitt lag mit 13 Jahren etwas unter dem Altersdurchschnitt von 14,7 Jahren in dieser Studie. Eine Stärke der schwedische Studie ist die mit jeweils über 700 Schülern pro Studienarm deutlich höhere Probandenzahl. Alle Teilnehmer erhielten, ähnlich zu dieser Studie, eine gemeinsame Schulung in CPR. Diese wurde allerdings von unterschiedlichen Lehrkräften durchgeführt und war mit 5 Stunden deutlich länger. Die DVD und App wurden vom Schwedischen Resuscitation Council zur Verfügung gestellt, sodass vorher keine systematische Suche oder Testung auf Leitlinienadhärenz oder Benutzerfreundlichkeit erfolgte. Nach der 5-stündigen Schulung erfolgte die Weiterbildung mit Hilfe der App bzw. der DVD. Anschließend wurden in einem 3-minütigen Reanimationsszenario mit Hilfe eines Reanimationssimulators und eines Fragebogens Ausgangsdaten erhoben. Es erfolgte ein Follow-Up nach 6 Monaten mit identischer Methodik.¹³⁷ Nord et al. argumentieren für diesen Zeitraum, dass sich erlernte CPR-Kompetenzen bereits nach 3-6 Monaten verschlechterten.³² Dieses Follow-Up ist daher eine große Stärke der Studie, da nicht nur der direkte Effekt der Lehrvarianten, sondern auch der langfristige Effekt verglichen werden konnte.

Die Studie dieser Dissertation bietet nur die Datenerfassung nach 6 Wochen und keine weitere Datenerhebung. Die einzelnen schwedischen Klassen wurden zwischenzeitlich zum Teil noch anderen Interventionen unterzogen, welche im Paper nicht genauer beschrieben werden.¹³⁷ Dies ist eine Schwäche, da es die Effekte der Lehr-App oder -DVD beeinflusst haben könnte und im Nachhinein nicht klar zuordenbar ist, auf welche Intervention die Ergebnisse rückzuschließen sind.

Eine Studie zu Apps der Kategorien „Apps, die CPR lehren“ und „Apps, die CPR in Echtzeit anleiten“ wurde von Ahn et al. in Südkorea durchgeführt.⁴⁷ In der koreanischen Studie wurde wie in der Studie dieser Dissertation in den beiden großen Stores – Google Play Store und Apple App Store – gesucht. Als Einschlusskriterien wurde koreanische oder englische Sprache, CPR-Trainingsfunktion und Echtzeit-Anleitung für reale Reanimationssituationen gewählt. Die eingeschlossenen Apps wurden anschließend von 15 Experten auf Leitlinienadhärenz geprüft und von 15 Laien auf Benutzerfreundlichkeit mittels der SUS.⁴⁷ Eine Stärke der Studie ist, dass 15 Experten die Leitlinienadhärenz überprüften, eine Schwäche hingegen, dass die Experten nicht auch die Benutzerfreundlichkeit testeten.

Eine App, die ein Thema unterrichtet und eine solche, die Echtzeit Schritt-für-Schritt Anleitungen anbietet, dienen unterschiedlichen Zwecken und erfordern daher wahrscheinlich andere App-Designs. Deshalb wurde in der Studie dieser Dissertation der Fokus auf solche CPR-Apps gelegt, die nur Echtzeit Schritt-für-Schritt Anleitungen anbieten.

Eine weitere Studie, mit vergleichbarer Methodik zu dieser Dissertation, ist die Arbeit von Kalz et al. aus den Niederlanden.⁵⁵ Die Studie überprüft Apps aus der Kategorie „die CPR in Echtzeit anleiten“. Es erfolgte ebenfalls eine Suche in den beiden größten App-Stores. Kalz et al. suchten allerdings nur nach den 2 Begriffen „CPR“ und „Resuscitation“, was verglichen zu dieser Studie eine Schwäche darstellt.

Bei Kalz et al. wurden alle 56 gefundenen BLS und ALS Apps zunächst auf vorher definierte Kategorien wie beispielweise „benötigt GPS“ oder „Kosten“ geprüft.⁵⁵ Anschließend wurden die Apps von 2 deutschen Rettungsassistenten auf die von Kalz et al. formulierten medizinischen Einschlusskriterien überprüft.⁵⁵

Es wird nicht deutlich, ob beide Rettungsassistenten alle Apps überprüften und somit die Möglichkeit einer Fehleinstufung verringert wurde, oder ob die Apps zwischen ihnen aufgeteilt wurden. Falls ersteres zutrifft, wäre dies eine Stärke der Studie.

Die eingeschlossenen Apps wurden dann von nicht medizinischen Endnutzern mittels SUS auf Benutzerfreundlichkeit getestet.⁵⁵ Eine Stärke der Studie ist, dass sie auch weitere Kriterien, wie Features der Apps (Bilder, GPS-Verwendung, etc.) evaluierte, eine Schwäche, dass nur 2 Experten die Evaluation durchführten, während an der Studie dieser Dissertation 9 Experten mitwirkten. In der Veröffentlichung der niederländischen Studie wurden die Kriterien für Leitlinienadhärenz noch die Qualifikation der Experten beschrieben.

Nachdem die Experten 13 Apps für die weitere Evaluation identifiziert hatten, wurde die Benutzerfreundlichkeit dieser Apps ebenfalls von 14 Laien bewertet.⁵⁵ Die Laien waren Freiwillige aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Schichten und unterschiedlichen Alters. Eine Stärke der Studie ist, dass eine hohe Anzahl an Apps von Laien evaluiert wurde und durch die Inhomogenität der Laien eine höhere externe Validität erreicht wird. Eine Schwäche ist, dass durch die Inhomogenität der Laien viele Einflusskriterien auf die Bewertung der Apps einwirken. Eine weitere Schwäche ist, dass keine Echtzeit-Testung der Apps durchgeführt wurde.

Im Unterschied zu der Studie von Kalz et al. wurde in der Studie dieser Dissertation keine bestimmte Anzahl an Apps ausgewählt, die mit der SUS evaluiert wurde, sondern eine umfassende Evaluation aller Apps durchgeführt, die nach Anwendung der Ausschlusskriterien verblieben.

Eine weitere Studie auf dem Gebiet der Apps der Kategorie „Apps, die CPR in Echtzeit anleiten“ wurde durch Sakai et al. durchgeführt. Hierbei wurde in einem simulierten 2-minütigen Reanimationsszenario eine Kontrollgruppe mit einer „App-Gruppe“ verglichen. Die genutzte App wurde von der Studiengruppe selbst entworfen. Die Studienprobanden waren Laien, welche willkürlich in der Öffentlichkeit rekrutiert wurden, sodass von einem Motivationsbias ausgegangen werden muss. Die Teilnehmer erhielten vorher keine Schulung, sondern hatten vor der Reanimationssimulation lediglich 10 Minuten Zeit, sich mit der Nutzung der App vertraut zu machen.⁵⁶

Eine Studie, die sich mit „Apps, die als Feedback-System dienen“ beschäftigte, wurde von Kurowski et al. in Polen durchgeführt. In dieser Studie wurden verschiedene Feedback-Systeme während einer CPR-Simulation miteinander verglichen: das TrueCPR-Feedback-System mit der PocketCPR-Feedback-App.¹³⁰ Da die Studie dieser Dissertation sich nicht mit Feedback-Systemen beschäftigte, wird nur auf die Methodik zur Erfassung der Reanimationsqualität eingegangen.

In der Studie von Kurowski et al. wurden 167 Paramedics in 3 Gruppen randomisiert. Alle 3 Gruppen durchliefen in randomisierter Reihenfolge jeweils ein 10-minütiges Reanimationsszenario ohne Feedback-System, mit TrueCPR und mit PocketCPR. Zwischen den einzelnen Szenarien hatten die Probanden 20 Minuten Erholungspause und vor den Szenarien mit den Feedback-Systemen 2 Minuten Zeit, sich mit diesen vertraut zu machen.¹³⁰ Eine Stärke der Studie ist, dass alle Probanden mit allen Hilfsmitteln reanimierten und so mit sich selbst verglichen werden konnten. Eine weitere Stärke liegt im langen Beobachtungszeitraum von 10 Minuten. Durch die Wahl von Paramedics als Probanden konnte sicherstellt werden, dass die Reanimationstechnik bereits sicher erlernt und ausgeführt werden konnte. Dies ist jedoch gleichzeitig eine Schwäche, denn es kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie die Feedback-Systeme die Qualität von Laienreanimationen beeinflussen würden.

Die Studie von Stroop et al. zu Apps der Kategorie „Apps, die zusätzliche Ersthelfer alarmieren“ konnte zeigen, dass mit Hilfe einer App trainierte Ersthelfer schnell zu einer Reanimationssituation disponiert werden können. Dies kann zu einer positiven Beeinflussung von ROSC und neurologischen Outcome der Patienten führen.¹³⁹ Die vorliegende Dissertation fokussiert sich auf Studien zu Apps der Kategorie „Apps, die CPR in Echtzeit anleiten“. Für eine gute Übersicht über die Studien zur Kategorien „Apps, die Ersthelfer alarmieren oder zu AEDs navigieren“ wird auf das systematische Review von Scquizzato verwiesen.¹⁴⁰

6 Schlussfolgerung und Fazit

Alle Möglichkeiten, die Laien während einer Reanimationssituation unterstützen könnten, sollten genutzt werden. Viele Schulungskonzepte wurden bereits evaluiert.^{36,141-143} Mit der steigenden Anzahl an Smartphone-Nutzern bieten Apps eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung während einer Reanimation. Der App-Markt entwickelt sich rapide.⁴¹

Neben dem damit einhergehenden Potential zur Verbesserung von Laienreanimationsmaßen bestehen jedoch auch Risiken. Für den Laien ist die Auswahl einer geeigneten App unter der angebotenen Menge an Apps kaum möglich. In der strukturierten Suche zur Identifikation einer geeigneten App konnten 3.890 Apps identifiziert werden. Dies bestätigt die erste Nebenhypothese, dass in den gängigen Stores eine Vielzahl von Apps zum Thema Reanimation vorhanden sind.

Von der Vielzahl an Apps leiten nur 34, tatsächlich eine Reanimation in Echtzeit an. Es ist dem Laien nicht zumutbar, diese Apps eigenständig identifizieren zu müssen. Von diesen 34 Apps waren nur 5 (14,7%) in allen Kriterien leitlinienadhärent. Dies bestätigt die zweite Nebenhypothese, dass wenige der auf dem Markt verfügbaren Apps zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage konform mit den Europäischen Leitlinien zur Wiederbelebung sind.

Vor dem Test auf Benutzerfreundlichkeit mussten 2 Apps nachträglich ausgeschlossen werden. Von den 3 übrigen leitlinienadhärenten Apps konnte nur eine in der Bewertung durch den System Usability Scale als überdurchschnittlich benutzerfreundlich bewertet werden. Damit konnte die dritte Nebenhypothese, dass wenige der leitlinienkonformen Apps zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage als benutzerfreundlich bewertet werden, verifiziert werden.

Daher sollte die Einführung einer systematischen Qualitätskontrolle von gesundheitsbezogenen Apps vorangetrieben werden, um sicherzustellen, dass die Produkte medizinisch korrekten Inhalt und eine suffiziente Nutzerfreundlichkeit anbieten können. Von besonderer Bedeutung ist diese Forderung vor allem für Apps, welche in lebensbedrohlichen Situationen, wie zum Beispiel während eines Herz-Kreislauf-Stillstandes, genutzt werden sollen.

Im zweiten Schritt wurde der Einfluss der leitlinienadhärenten, benutzerfreundlichen App (HELP Notfall) auf wichtige Qualitätsparameter der Laienreanimation untersucht. In einer Kohortenstudie wurde die Qualität einer Reanimation durch medizinische Laien verglichen. Die in 3 Studiengruppen randomisierten Laien (Kontrollgruppe, fakultative App-Nutzer, obligate App-Nutzer) absolvierten ein standardisiertes, simuliertes Reanimationsszenario.

Während einige Qualitätsparameter durch die Nutzung der App verbessert werden konnten (korrekte Kompressionsrate und -tiefe, korrekte Körperposition), zeigte die Benutzung der App auf andere Aspekte einen negativen Einfluss (längere Hands-Off-Zeit).

Somit muss der vierten Nebenhypothese, dass die Hands-Off-Zeit durch die Nutzung einer App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage verkürzt werden würde, widersprochen werden. Den weiteren Nebenhypothesen, dass eine App zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage den Anteil an Kompressionen mit korrekter Kompressionstiefe und -frequenz, verbessere, kann jedoch zugestimmt werden.

Auch die letzte Nebenhypothese, dass die App von den Nutzern als hilfreich empfunden wurde, konnte bestätigt werden: 93,2% der App-Nutzer empfanden die App als hilfreich.

Somit kann die Haupthypothese, dass eine leitlinienadhärente, benutzerfreundliche Smartphone-App, die medizinische Laien in Echtzeit zu Wiederbelebungsmaßnahmen anleitet, die Reanimationsqualität verbessert, weder bestätigt, noch widerlegt werden.

Aus zahlreichen Studien geht hervor, dass sowohl eine hohe Kompressionsqualität als auch ein früher Kompressionsbeginn ohne lange Unterbrechungen positiven Einfluss auf das Outcome eines Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand haben. Ob eine bessere Kompressionsqualität oder eine kürzere Hands-Off-Zeit größeren Einfluss auf das Patientenoutcome haben, kann aktuell nicht priorisiert werden.

Daher muss der Einfluss solcher Reanimations-Applikation als disparat bewertet werden und ihr Nutzen kann nicht uneingeschränkt empfohlen werden.

6.1 Ausblick

Aufgrund der Schnellebigkeit und der fehlenden Kontrollinstrumente besteht die Notwendigkeit Echtzeit-anleitende Reanimations-Apps für medizinische Laien weiter zu untersuchen. Eine erneute Appsuche zum heutigen Zeitpunkt würde möglicherweise andere Ergebnisse hervorbringen als die Studie dieser Dissertation.

Außerdem wäre ein Follow-Up der Messung der Qualitätsparameter in einer Reanimationssimulation nach einem längeren Zeitraum interessant. Es ist vorstellbar, dass die Reanimationskenntnisse und -fähigkeiten in Vergessenheit geraten und durch Verwendung der App zu einem späteren Zeitpunkt eine bessere Reanimationsqualität erreicht werden könnte.

Interessant wäre ebenfalls die Untersuchung anderer, zum Beispiel kostenpflichtige Apps, auf ihre Leitlinienadhärenz.

Eine weitere Fragestellung, ist der Einfluss einer App auf die Qualitätsparameter, wenn die Probanden vorher nicht im Umgang mit der App geschult sind.

Langfristiges Ziel sollte es sein, eine Anwendung der App in realen Reanimationssituationen zu evaluieren. So könnte der tatsächliche Einfluss einer App auf das Auftreten eines Spontankreislaufs, auf das Langzeitüberleben sowie auf das neurologische Outcome ermittelt werden.

7 Zusammenfassung

Diese zweistufige Studie kombiniert (i) eine systematische Suche zur Identifikation von Wiederbelebungs-Apps, eine Beurteilung auf Leitlinienadhärenz und Evaluation der Nutzerfreundlichkeit, mit (ii) einer Kohortenstudie zur Messung des Einflusses einer App auf Qualitätsparameter der Laienreanimation. Es wurde von der Hypothese ausgegangen, dass eine leitlinienadhärente, benutzerfreundliche App, die medizinische Laien in Echtzeit zu Wiederbelebungsmaßnahmen anleitet, die Reanimationsqualität verbessert.

In der ersten Stufe konnte die systematische App-Suche von 16 Stichworten zum Thema Wiederbelebung 3.890 Treffer erzielen und so die Nebenhypothese belegen, dass sich in den gängigen Stores eine Vielzahl von Apps zum Thema Reanimation befindet. Nach Anwendung definierter Ausschlusskriterien konnten 34 Apps identifiziert werden, von denen sich nur 5 als leitlinienadhärent herausstellten. Dies bestätigt die Vermutung, dass wenige, der auf dem Markt verfügbaren Apps zur Echtzeit-Anleitung einer Herzdruckmassage, konform mit den Europäischen Leitlinien zur Wiederbelebung sind. Es wurden 2 Apps wegen technischer Probleme ausgeschlossen. Weiterführend ergab die Testung auf Nutzerfreundlichkeit mittels der System Usability Scale, dass nur 1 von 3 Apps eine überdurchschnittliche Nutzerfreundlichkeit aufwies. Die geringe Rate an Benutzerfreundlichkeit wurde vorher vermutet. Die App mit der größten Benutzerfreundlichkeit wurde in der zweiten Stufe durch ein Reanimationsszenario mit 2-minütiger Kompressionszeit auf ihren Einfluss auf Qualitätsparameter in der Laienreanimation getestet. Dabei wurden 3 Studienarme gebildet: 1. Kontrollgruppe (n=74), 2. fakultative App-Nutzer (n=65) und 3. obligate App-Nutzer (n=61). Die Ergebnisse der Szenarien zeigen, dass sich entgegen der Erwartung die Hands-Off-Zeit durch das Nutzen der App signifikant verlängerte. Gleichzeitig war, wie vermutet, die Anzahl der Kompressionen mit korrekter Kompressionstiefe und korrekter Kompressionsfrequenz in der obligaten App-Gruppe signifikant höher. Die Hypothese, dass die App von den Nutzern als hilfreich empfunden wurde, konnte bestätigt werden.

Eine Priorisierung zwischen der Hands-Off-Zeit und wichtigen anderen Qualitätsparametern, wie Kompressionstiefe und Kompressionsrate ist nicht möglich, weshalb die primäre Hypothese nicht uneingeschränkt bestätigt werden kann. Aus dieser Studie ergibt sich der Bedarf zur Einführung einer systematischen Qualitätskontrolle von gesundheitsbezogenen Apps und weiterer Studien über den Einfluss solcher untersuchten Apps auf die Qualitätsparameter der Laienreanimation.

8 Interessenskonflikte

Es bestehen keine Interessenskonflikte.

9 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Louisa Schuffert, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum

Unterschrift

10 Quellen

1. Striebel HW. Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin. Stuttgart: Schattauer GmbH. 2017;9.
2. Andrae S. Lexikon Der Krankheiten Und Untersuchungen. Thieme Verlagsgruppe, Stuttgart, NewYork, Delhi, Rio. 2008;2.
3. Larsen R. Anästhesie. 2018;11:Kapitel 33 Kardiopulmonale Reanimation, 33.31 Einführung und Definitionen.
4. Escutnaire J, Genin M, Babykina E, et al. Traumatic cardiac arrest is associated with lower survival rate vs. medical cardiac arrest—Results from the French national registry. Resuscitation. 2018;131:48-54.
5. Gassler H, Fischer M, Wnent J, Seewald S, Helm M. Outcome after pre-hospital cardiac arrest in accordance with underlying cause. Resuscitation. 2019;138:36-41.
6. Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2010;3(1):63-81.
7. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. Resuscitation. 2015;95:1-80.
8. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. Resuscitation. 2015;95:81-99.
9. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. Resuscitation. 2017;121:201-214.
10. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation. 2010;122(18_suppl_3):S685-S705.
11. Gräsner J-T, Wnent J, Bohn A, Böttiger B, Aken V, Schleppers A. Ein Leben Retten—100 Pro Reanimation. Notfall+ Rettungsmedizin. 2013;16(5):345-348.
12. Bossaert LL, Perkins GD, Askitopoulou H, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 11. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. Resuscitation. 2015;95:302-311.

13. Duval S, Pepe PE, Aufderheide TP, et al. Optimal combination of compression rate and depth during cardiopulmonary resuscitation for functionally favorable survival. *JAMA cardiology*. 2019;4(9):900-908.
14. GmbH BI. Suchbegriff "Laie." Duden Web site. <https://www.duden.de/rechtschreibung/Laie>. Published 2019. Accessed.
15. GmbH BI. Suchbegriff "Fachkenntnis.". <https://www.duden.de/rechtschreibung/Fachkenntnis>. Published 2019. Accessed 20.11.2019.
16. Metelmann B, Metelmann C, Schneider L, et al. Anstieg der Laienreanimationsrate in Deutschland geht mit vermehrter Telefonreanimation einher. *Der Notarzt*. 2019;35(06):323-328.
17. Dyson K, Brown SP, May S, et al. International variation in survival after out-of-hospital cardiac arrest: A validation study of the Utstein template. *Resuscitation*. 2019;138:168-181.
18. Gräsner J-T, Wnent J, Herlitz J, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe-Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020;148:218-226.
19. Gräsner J-T, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. *Best practice & research Clinical anaesthesiology*. 2013;27(3):293-306.
20. Ozbilgin S, Akan M, Hanci V, Aygun C, Kuvaki B. Evaluation of Public Awareness, Knowledge and Attitudes about Cardiopulmonary Resuscitation: Report of Izmir. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2015;43(6):396-405.
21. Brinkrolf P, Bohn A, Lukas RP, et al. Senior citizens as rescuers: Is reduced knowledge the reason for omitted lay-resuscitation-attempts? Results from a representative survey with 2004 interviews. *PLoS One*. 2017;12(6):e0178938.
22. Chen M, Wang Y, Li X, et al. Public Knowledge and Attitudes towards Bystander Cardiopulmonary Resuscitation in China. *Biomed Res Int*. 2017;2017:3250485.
23. Wnent J, Bohn A, Seewald S, et al. [Bystander resuscitation: the impact of first aid on survival]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2013;48(9):562-565.
24. Ong MEH, Perkins GD, Cariou A. Out-of-hospital cardiac arrest: prehospital management. *Lancet*. 2018;391(10124):980-988.

25. Deakin CD. The chain of survival: not all links are equal. *Resuscitation*. 2018;126:80-82.
26. Neukamm J, Gräsner J-T, Schewe J-C, et al. The impact of response time reliability on CPR incidence and resuscitation success: a benchmark study from the German Resuscitation Registry. *Critical care*. 2011;15(6):R282.
27. Messelken M, Kehrberger E, Dirks B, Fischer M. The quality of emergency medical care in Baden-Württemberg (Germany): four years in focus. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2010;107(30):523.
28. Schehadat M, Groneberg D, Bauer J, Bendels M. Hilfsfristen des Rettungsdienstes in den deutschen Bundesländern. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*. 2017;67(5):255-260.
29. Rajan S, Wissenberg M, Folke F, et al. Association of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival according to ambulance response times after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2016;134(25):2095-2104.
30. Song J, Guo W, Lu X, Kang X, Song Y, Gong D. The effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on the survival of out-of-hospital cardiac arrests: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2018;26(1):86.
31. Tanaka H, Ong MEH, Siddiqui FJ, et al. Modifiable Factors Associated With Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the Pan-Asian Resuscitation Outcomes Study. *Ann Emerg Med*. 2018;71(5):608-617 e615.
32. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation*. 2015;95:288-301.
33. Sondergaard KB, Wissenberg M, Gerds TA, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation and long-term outcomes in out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest. *European heart journal*. 2019;40(3):309-318.
34. Paglino M, Contri E, Baggiani M, et al. A video-based training to effectively teach CPR with long-term retention: the ScuolaSalvaVita. it ("SchoolSavesLives. it") project. *Internal and emergency medicine*. 2019;14(2):275-279.
35. Plant N, Taylor K. How best to teach CPR to schoolchildren: a systematic review. *Resuscitation*. 2013;84(4):415-421.

36. Blewer AL, Putt ME, Becker LB, et al. Video-only cardiopulmonary resuscitation education for high-risk families before hospital discharge: a multicenter pragmatic trial. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2016;9(6):740-748.
37. Del Rios M, Morales G, Han J, Campbell T, Sharp L, Gerber B. Major league soccer provides a captive audience for promoting bystander CPR and AED use among Hispanics. *Journal of the National Medical Association*. 2018;110(4):326-329.
38. Tenzer F. Anteil der Smartphone-Nutzer in Deutschland bis 2018. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/585883/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-in-deutschland/>. Published 05.11.2019. Accessed 24.01.2020.
39. Organization WH. mHealth: new horizons for health through mobile technologies. *mHealth: new horizons for health through mobile technologies*. 2011.
40. Peter Brinkrolf CMuBM. „It takes a [technical] system to save a life“: Apps zur Wiederbelebung. In: Herausforderung Notfallmedizin. Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018; 2018:153-161.
41. Pohl M. 325,000 mobile health apps available in 2017 Android now the leading mHealth platform Web site. <https://research2guidance.com/325000-mobile-health-apps-available-in-2017/> Published 2019. Accessed 24.01.2020.
42. Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. *Sci Transl Med*. 2015;7(283):283rv283.
43. Albrecht UV, von Jan U. mHealth Apps and Their Risks - Taking Stock. *Stud Health Technol Inform*. 2016;226:225-228.
44. Parker L, Karlychuk T, Gillies D, Mintzes B, Raven M, Grundy Q. A health app developer's guide to law and policy: a multi-sector policy analysis. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2017;17(1):141.
45. Serratosa LJ, Kramer EB, Pereira HD, Dvorak J, Ripoll PL. CPR 11: a mobile application that can help in saving lives (Mobile App User Guide). *Br J Sports Med*. 2016;50(13):823-824.
46. Martinez-Perez B, de la Torre-Diez I, Lopez-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. *J Med Internet Res*. 2013;15(6):e120.
47. Ahn C, Cho Y, Oh J, et al. Evaluation of Smartphone Applications for Cardiopulmonary Resuscitation Training in South Korea. *Biomed Res Int*. 2016;2016:6418710.

48. Eng DS, Lee JM. The promise and peril of mobile health applications for diabetes and endocrinology. *Pediatr Diabetes*. 2013;14(4):231-238.
49. Rossi MG, Bigi S. mHealth for diabetes support: a systematic review of apps available on the Italian market. *Mhealth*. 2017;3:16.
50. Demidowich AP, Lu K, Tamler R, Bloomgarden Z. An evaluation of diabetes self-management applications for Android smartphones. *J Telemed Telecare*. 2012;18(4):235-238.
51. Abrams LC, Padmanabhan N, Thaweethai L, Phillips T. iPhone apps for smoking cessation: a content analysis. *Am J Prev Med*. 2011;40(3):279-285.
52. Alnasser AA, Amalraj RE, Sathiaselan A, Al-Khalifa AS, Marais D. Do Arabic weight-loss apps adhere to evidence-informed practices? *Translational behavioral medicine*. 2016;6(3):396-402.
53. Breton ER, Fuemmeler BF, Abrams LC. Weight loss-there is an app for that! But does it adhere to evidence-informed practices? *Transl Behav Med*. 2011;1(4):523-529.
54. Reynoldson C, Stones C, Allsop M, et al. Assessing the quality and usability of smartphone apps for pain self-management. *Pain Med*. 2014;15(6):898-909.
55. Kalz M, Lenssen N, Felzen M, et al. Smartphone apps for cardiopulmonary resuscitation training and real incident support: a mixed-methods evaluation study. *J Med Internet Res*. 2014;16(3):e89.
56. Sakai T, Kitamura T, Nishiyama C, et al. Cardiopulmonary Resuscitation Support Application on a Smartphone—Randomized Controlled Trial—. *Circulation Journal*. 2015;79(5):1052-1057.
57. Arnhold M, Quade M, Kirch W. Mobile applications for diabetics: a systematic review and expert-based usability evaluation considering the special requirements of diabetes patients age 50 years or older. *J Med Internet Res*. 2014;16(4):e104.
58. Haskins BL, Lesperance D, Gibbons P, Boudreaux ED. A systematic review of smartphone applications for smoking cessation. *Transl Behav Med*. 2017;7(2):292-299.
59. Mosa AS, Yoo I, Sheets L. A systematic review of healthcare applications for smartphones. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2012;12:67.
60. Statista. Anzahl der angebotenen Apps in den Top App-Stores bis Oktober 2017. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/20150/umfrage/anzahl-der-im-app->

- store-verfuegbaren-applikationen-fuer-das-apple-iphone/. Published 2018. Accessed 24.04.2018.
61. Jansen S, Bloemendal E. Defining app stores: The role of curated marketplaces in software ecosystems. Paper presented at: International Conference of Software Business2013.
 62. Müller RM, Kijl B, Martens JK. A comparison of inter-organizational business models of mobile app stores: There is more than open vs. closed. Journal of theoretical and applied electronic commerce research. 2011;6(2):63-76.
 63. Igeeksblog. How to Change App Store Country Region in iPhone or iPad. . <https://www.igeeksblog.com/%0Dhow-to-change-app-store-country-region-in-iphone-or-ipad/>. Published 2018. Accessed 28.04.2018.
 64. Thevnpn.guru. How to Change Google Play Store Region/Country. <https://www.igeeksblog.com//>. Published 2017. Accessed 18.04.2018.
 65. Statement P. Prisma Flow Diagram Deutsch. <http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA%20German%20flow%20diagram.pdf>. Published 2017. Accessed 10.03.2017.
 66. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2015;132(18 Suppl 2):S414-435.
 67. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. Resuscitation. 2015;95:100-147.
 68. Travers AH, Perkins GD, Berg RA, et al. Part 3: Adult Basic Life Support and Automated External Defibrillation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2015;132(16 Suppl 1):S51-83.
 69. D. LR. efnition Benutzerfreundlichkeit. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/benutzerfreundlichkeit-29898/version-253494>. Published 2016. Accessed 06.07.2016.
 70. Brooke J. SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry. 1996;189(194):4-7.

71. Bevan N. Quality and usability: A new framework. Achieving software product quality. 1997:25-34.
72. Bangor A, Kortum PT, Miller JT. An empirical evaluation of the system usability scale. Intl Journal of Human–Computer Interaction. 2008;24(6):574-594.
73. Sauro J. A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices. Measuring Usability LLC; 2011.
74. Sauro J, Lewis JR. When designing usability questionnaires, does it hurt to be positive? Paper presented at: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2011.
75. SAP. System Usability Scale Deutsch. User Experience Community Web site. <https://experience.sap.com/skillup/system-usability-scale-jetzt-auch-auf-deutsch/>. Published 2015. Accessed 10.03.2017.
76. Barnum CM. Usability testing essentials: ready, set... test! : Elsevier; 2010.
77. Ebbinghaus H. Über das gedächtnis: untersuchungen zur experimentellen psychologie. Duncker & Humblot; 1885.
78. Brayden Manikin. <http://www.braydenmanikin.co.uk>. Accessed 20.06.2019.
79. BinDhim NF, Trevena L. There's an app for that: a guide for healthcare practitioners and researchers on smartphone technology. Online journal of public health informatics. 2015;7(2).
80. Z. C. Is Apple tweaking App Store search algorithm? . www.idownloadblog.com/2012/06/23/app-store-search-tweaks/. Published 2017. Accessed 20.11.2017.
81. European Resuscitation Council. <http://cprguidelines.eu/>. Published 2015. Accessed 19.11.2019.
82. Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, et al. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. Circulation. 2008;118(24):2550-2554.
83. Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. Resuscitation. 2006;70(3):432-437.
84. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). Resuscitation. 2005;64(1):109-113.

85. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, et al. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. *BMJ*. 2011;342:d512.
86. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation*. 2014;130(22):1962-1970.
87. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85(2):182-188.
88. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation*. 2013;84(6):760-765.
89. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2015;43(4):840-848.
90. Yang YT, Silverman RD. Mobile health applications: the patchwork of legal and liability issues suggests strategies to improve oversight. *Health Aff (Millwood)*. 2014;33(2):222-227.
91. Cortez NG, Cohen IG, Kesselheim AS. FDA regulation of mobile health technologies. *N Engl J Med*. 2014;371(4):372-379.
92. Boulos MN, Brewer AC, Karimkhani C, Buller DB, Dellavalle RP. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online J Public Health Inform*. 2014;5(3):229.
93. Lewis TL, Wyatt JC. mHealth and mobile medical Apps: a framework to assess risk and promote safer use. *J Med Internet Res*. 2014;16(9):e210.
94. Charani E, Castro-Sánchez E, Moore LS, Holmes A. Do smartphone applications in healthcare require a governance and legal framework? It depends on the application! *BMC medicine*. 2014;12(1):29.
95. Barton AJ. The regulation of mobile health applications. *BMC Med*. 2012;10:46.
96. McLellan S, Muddimer A, Peres SC. The effect of experience on System Usability Scale ratings. *Journal of usability studies*. 2012;7(2):56-67.
97. Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*. 1989;35(8):982-1003.

98. Grindrod KA, Li M, Gates A. Evaluating user perceptions of mobile medication management applications with older adults: a usability study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2014;2(1):e11.
99. Abelairas-Gómez C, Rodríguez-Núñez A, Casillas-Cabana M, Romo-Pérez V, Barcala-Furelos R. Schoolchildren as life savers: at what age do they become strong enough? *Resuscitation*. 2014;85(6):814-819.
100. Bevölkerungsforschung Bf. Durchschnittsalter der Bevölkerung. In: https://www.bib.bund.de/Publikation/2017/pdf/Bevoelkerung-in-Deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=3; 2017.
101. Rudnicka J. Bildungsstand - Bevölkerung in Deutschland nach Schulabschluss 2017. . *Statistica*. . <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1988/umfrage/bildungsabschluesse-in-deutschland/>. Published 2020. Accessed 27.02.2020.
102. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2013;84(9):1174-1183.
103. Riva G, Ringh M, Jonsson M, et al. Survival in out-of-hospital cardiac arrest after standard cardiopulmonary resuscitation or chest compressions only before arrival of emergency medical services: nationwide study during three guideline periods. *Circulation*. 2019;139(23):2600-2609.
104. Group S-KS. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *The Lancet*. 2007;369(9565):920-926.
105. Hüpfel M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *The Lancet*. 2010;376(9752):1552-1557.
106. Cabrini L, Biondi-Zoccai G, Landoni G, et al. Bystander-initiated chest compression-only CPR is better than standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *HSR proceedings in intensive care & cardiovascular anesthesia*. 2010;2(4):279.
107. Zhan L, Yang LJ, Huang Y, He Q, Liu GJ. Continuous chest compression versus interrupted chest compression for cardiopulmonary resuscitation of non-asphyxial out-of-hospital cardiac arrest. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017(3).

108. Yu T, Weil MH, Tang W, et al. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation*. 2002;106(3):368-372.
109. Hew P, Brenner B, Kaufman J. Reluctance of paramedics and emergency medical technicians to perform mouth-to-mouth resuscitation. *J Emerg Med*. 1997;15(3):279-284.
110. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128(4):417-435.
111. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2015;372(24):2307-2315.
112. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz for the Swedish Cardiac Arrest Registry J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *European heart journal*. 2001;22(6):511-519.
113. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Jama*. 2013;310(13):1377-1384.
114. Sell RE, Sarno R, Lawrence B, et al. Minimizing pre-and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). *Resuscitation*. 2010;81(7):822-825.
115. Vaillancourt C, Everson-Stewart S, Christenson J, et al. The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2011;82(12):1501-1507.
116. Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Archives of internal medicine*. 1992;152(1):145-149.
117. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *circulation*. 2005;111(4):428-434.

118. Alderman JE, Owen A. How fast is too fast? Chest compression rate revisited from a new perspective. *Resuscitation*. 2017;110:A1-A2.
119. Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation*. 1998;37(3):149-152.
120. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt C, Keenan A. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation*. 2002;55(2):151-155.
121. Scott G, Barron T, Gardett I, et al. Can a software-based metronome tool enhance compression rate in a realistic 911 call scenario without adversely impacting compression depth for dispatcher-assisted CPR? *Prehospital and disaster medicine*. 2018;33(4):399-405.
122. Ornato JP, Levine RL, Young DS, Racht EM, Garnett AR, Gonzalez ER. The effect of applied chest compression force on systemic arterial pressure and endtidal carbon dioxide concentration during CPR in human beings. *Annals of emergency medicine*. 1989;18(7):732-737.
123. Babbs CF, Voorhees W, Fitzgerald K, Holmes H, Geddes L. Relationship of blood pressure and flow during CPR to chest compression amplitude: evidence for an effective compression threshold. *Annals of emergency medicine*. 1983.
124. Han KS, Lee SW, Park KH, et al. Concealed resuscitation-related injuries as reversible cause of recurrent arrest following extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2017;19(5):404-409.
125. Tomlinson A, Nysaether J, Kramer-Johansen J, Steen P, Dorph E. Compression force–depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2007;72(3):364-370.
126. Lakomek F, Lukas R-P, Brinkrolf P, et al. Real-time feedback improves chest compression quality in out-of-hospital cardiac arrest: A prospective cohort study. *PloS one*. 2020;15(2):e0229431.
127. Niles DE, Sutton RM, Nadkarni VM, et al. Prevalence and hemodynamic effects of leaning during CPR. *Resuscitation*. 2011;82:S23-S26.
128. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Critical care medicine*. 2010;38(4):1141.

129. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, et al. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation*. 2005;64(3):363-372.
130. Kurowski A, Szarpak Ł, Bogdański Ł, Zaśko P, Czyżewski Ł. Comparison of the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation with standard manual chest compressions and the use of TrueCPR and PocketCPR feedback devices. *Kardiologia Polska (Polish Heart Journal)*. 2015;73(10):924-930.
131. Strömsöe A, Svensson L, Axelsson ÅB, et al. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *European heart journal*. 2015;36(14):863-871.
132. Bürger A, Wnent J, Bohn A, et al. The Effect of Ambulance Response Time on Survival Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest: An Analysis from the German Resuscitation Registry. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2018;115(33-34):541.
133. Handley AJ. Teaching hand placement for chest compression—a simpler technique. *Resuscitation*. 2002;53(1):29-36.
134. Choa M, Park I, Chung HS, Yoo SK, Shim H, Kim S. The effectiveness of cardiopulmonary resuscitation instruction: animation versus dispatcher through a cellular phone. *Resuscitation*. 2008;77(1):87-94.
135. Cady T, Tucker L, Martin N. Relationships between familiarization of fitness apps and likelihood of use among college-age students. Paper presented at: *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings 2016*.
136. Doucet L, Lammens R, Hendrickx S, Dewolf P. App-based learning as an alternative for instructors in teaching basic life support to school children: a randomized control trial. *Acta Clinica Belgica*. 2019;74(5):317-325.
137. Nord A, Svensson L, Hult H, Kreitz-Sandberg S, Nilsson L. Effect of mobile application-based versus DVD-based CPR training on students' practical CPR skills and willingness to act: a cluster randomised study. *BMJ open*. 2016;6(4).
138. Schweden S. Curriculum for the compulsory school, preschool class and the leisure-time centre 2011. 2011.
139. Stroop R, Kerner T, Strickmann B, Hensel M. Mobile phone-based alerting of CPR-trained volunteers simultaneously with the ambulance can reduce the resuscitation-

- free interval and improve outcome after out-of-hospital cardiac arrest: A German, population-based cohort study. *Resuscitation*. 2020;147:57-64.
140. Scquizzato T, Pallanch O, Belletti A, et al. Enhancing citizens response to out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review of mobile-phone systems to alert citizens as first responders. *Resuscitation*. 2020.
141. Cheskes S. High School CPR training: It's only an APP away!! *Resuscitation*. 2017;120:A9-A10.
142. Uber A, Sadler RC, Chassee T, Reynolds JC. Bystander cardiopulmonary resuscitation is clustered and associated with neighborhood socioeconomic characteristics: a geospatial analysis of Kent County, Michigan. *Academic Emergency Medicine*. 2017;24(8):930-939.
143. Beskind DL, Stolz U, Thiede R, et al. Viewing an ultra-brief chest compression only video improves some measures of bystander CPR performance and responsiveness at a mass gathering event. *Resuscitation*. 2017;118:96-100.

11 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

11.1 Abbildungen

Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des 2 stufigen Studiendesigns	16
Abbildung 2: PRISMA-Flow-Diagramm zur systematischen App-Suche	20
Abbildung 3: Rechenbeispiele zur Verdeutlichung der Berechnung der SUS	22
Abbildung 4: Zeitlicher Ablauf des zweiten Studienabschnitts	27
Abbildung 5: Brayden-Simulationspuppe mit Kleidung vor einem Reanimationsszenario	29
Abbildung 6: Darstellung eines Reanimationsszenarios und Anordnung der beteiligten Personen	30
Abbildung 7: Aufschlüsselung der angewendeten Testverfahren zur Ermittlung signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen	37
Abbildung 8: Ergebnisse der systematischen App-Suche anhand des PRISMA-Flow-Diagramm	39
Abbildung 9: Leitlinienadhärenz der Apps je Prüfkriterium	40
Abbildung 10: Ergebnisse der SUS	43
Abbildung 11: Darstellung der Altersunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen	47
Abbildung 12: Darstellung der „Hands-Off-Zeit“ und im Zusammenhang mit dieser gemessene Zeiten	49

11.2 Tabellen

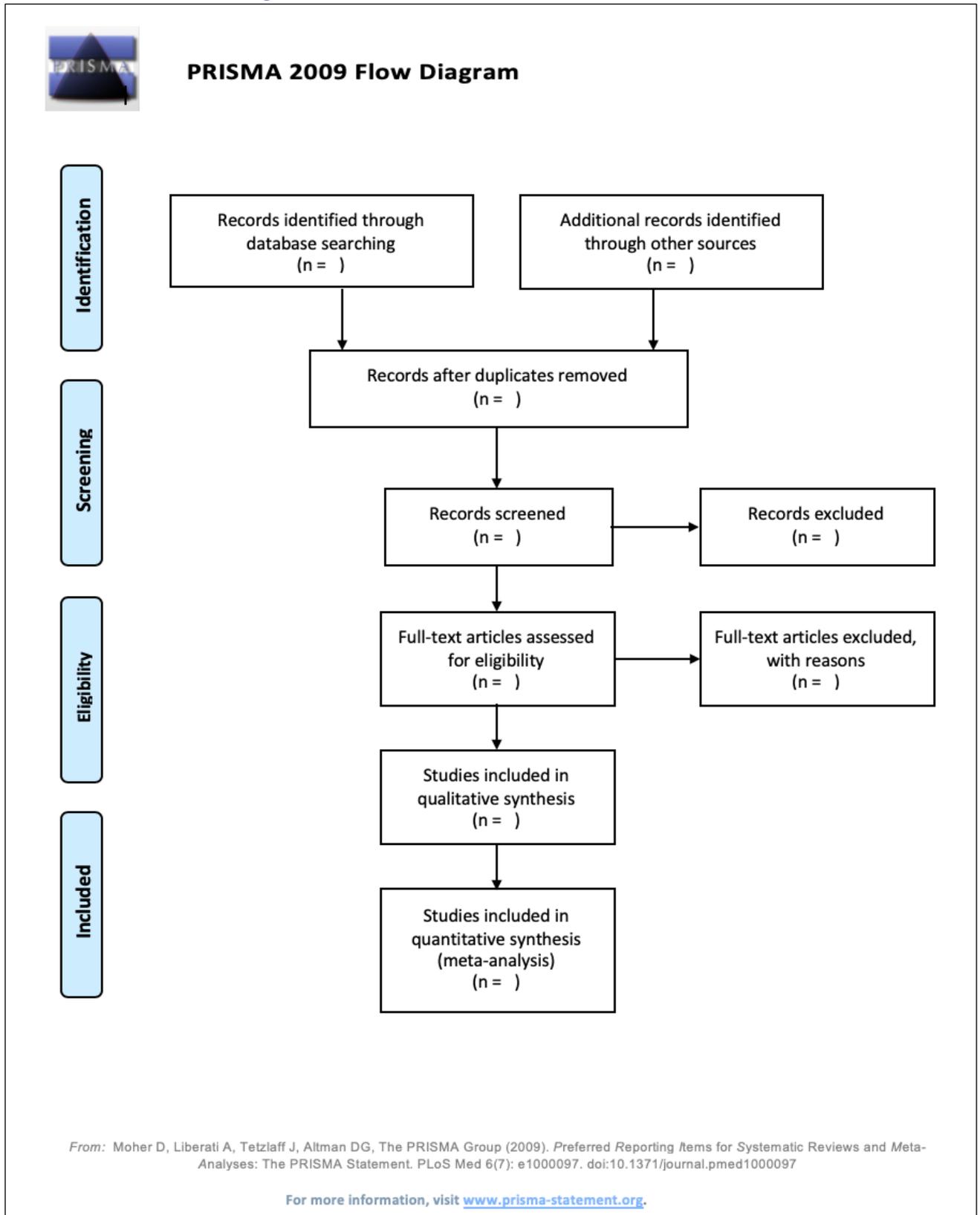
Tabelle 1: Auflistung der Zeiträume in den einzelnen Schulen	27
Tabelle 2: Methodik der Datenerhebung während des Reanimationsszenarios	31
Tabelle 3: Leitlinienadhärente Apps	41
Tabelle 4: Auswertung des zusätzlichen Fragebogens der Notärzte zur Analyse der Wiedergabe verschiedener Aspekte einer qualitativ hochwertigen Herzdruckmassage	44
Tabelle 5: Probandencharakteristika	46
Tabelle 6: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für die „Hands-Off-Zeit“ und im Zusammenhang mit dieser gemessenen Zeiten	51
Tabelle 7: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Rufen“	52
Tabelle 8: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionsrate“	54
Tabelle 9: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionstiefe“	56
Tabelle 10: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Handpositionspräzision“	57
Tabelle 11: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Kompressionsfreigabe“	58
Tabelle 12: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Bewusstseinslage“	59
Tabelle 13: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Atemwege frei machen“	60
Tabelle 14: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für das Kriterium „Überprüfen der Atmung“	61
Tabelle 15: Ergebnisse der Reanimationsszenarien für die Kriterien „Armhaltung“ und „Körperposition“	62
Tabelle 16: Ergebnisse des allgemeinen Fragebogens	65
Tabelle 17: Fragebogen zur Nutzerzufriedenheit	68
Tabelle 18: Freitext Fragen der App-Gruppen	70

12 Publikationsverzeichnis

- Schuffert L, Metelmann C, Metelmann B, Henkel B, Hahnenkamp K, Brinkrolf P: Ein Großteil der verfügbaren CPR-Apps ist nicht leitliniengerecht.; DIVI 2017
- Schuffert L, Metelmann B, Metelmann C, Hahnenkamp K, Brinkrolf P: Leitliniengerechtigkeit und Benutzerfreundlichkeit von CPR-Apps.; WATN 2018
- Metelmann B, Metelmann C, Schuffert L, Hahnenkamp K, Brinkrolf P: Few available apps for cardiopulmonary resuscitation are medically correct and user-friendly: Results from a systematic search combined with guideline-adherence and usability testing; JMIR mHealth and uHealth, 2018; doi:10.2196/mhealth.9651
- Schuffert L, Metelmann B, Metelmann C, Hahnenkamp K, Brinkrolf P: Die Anleitung per Smartphone App verändert wichtige Qualitätsparameter einer Reanimation durch Laien; DIVI 2018
- Schuffert L, Metelmann B, Metelmann C, Hahnenkamp K, Brinkrolf P: Leitliniengerechtigkeit und Benutzerfreundlichkeit von CPR-Apps; CFR-Symposium 2019
- Co-Autorenschaft für Notfallversorgung auf dem Land – Ergebnisse des Pilotprojektes „Land|Rettung“; Herausgeber: Hahnenkamp, K., Fleßa, S., Hasebrook, J., Brinkrolf, P., Metelmann, B., Metelmann, C.; ISBN 978-3-663-61930-8; Springer; 2021

13 Anhang

13.1 PRISMA-Flow-Diagramm



Quelle: <http://prisma-statement.org/documents/PRISMA%202009%20flow%20diagram.pdf>
Aufgerufen am 18.07.2020 um 11:30 Uhr

13.2 Deutsche Übersetzung der SUS

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

1. Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Ich fand das System unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ich fand das System einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Ich denke, das System enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13.3 Fragebogen „Smartphone-Vielnutzer“

Anleitung:

Bitte laden Sie sich zunächst die folgenden Applikationen auf Ihr Smartphone:

1) „HELP Notfall“ von Schweizerische Herzstiftung

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/help-notfall/id1076538608?mt=8>

Googleplay: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.herzstiftung.help.notfall&ddl=1&pcampaignid=web_ddl_1

2) „HAMBURG SCHOCKT“ von ASB Hamburg

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/hamburg-schockt/id677230620?mt=8>

Googleplay: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.HamburgSchockt>

3) „MeinDRK - Die Rotkreuz-App des DRK e.V.“ von Deutsches Rotes Kreuz e.V.

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/meindrck-die-rotkreuz-app-des-drk-e-v/id573461478?mt=8>

Googleplay: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.adamasvision.mydrk&hl=de>

Im Folgenden soll jede Applikation nach ihrer Benutzerfreundlichkeit bewertet werden. Daher sollten Sie sich vor dem Ausfüllen der Fragebögen für jede App einige Minuten Zeit nehmen und diese mit Augenmerk auf ihre Anleitung für Laien im Falle einer Wiederbelebungssituation untersuchen. Einige der Apps bieten viele weitere Funktionen. Da sich diese Studie aber mit der Anleitung der Wiederbelebung befasst, bitten wir Sie, die anderen Funktionen, insofern diese nicht auf die untersuchte Funktion Einfluss nehmen, außer Acht zu lassen.

Wenn Sie sich mit der Applikation befasst haben, bitten wir Sie den „Fragebogen 1“ für jede Applikation einzeln zu beantworten.

Bitte geben Sie zu jeder Frage an, wie Sie die entsprechende Aussage von 1- „trifft überhaupt nicht zu“ bis 5 – „trifft voll zu“ bewerten würden. Mit den dazwischen liegenden Werten können Sie Abstufungen vornehmen.

Fahren Sie erst nach dem Ausfüllen mit dem Begutachten der nächsten Applikation fort. Bitte achten Sie darauf, die Applikationen bei der Beantwortung der Fragebögen nicht zu vertauschen.

Wenn Sie für alle 5 Applikationen je einen Fragebogen ausgefüllt haben, möchten wir Sie bitten anschließend noch den „Fragebogen 2“ zu beantworten, der die Applikationen direkt miteinander vergleicht.

Dazu bilden Sie aus den von Ihnen bereits getestet Applikationen nun für jede Aussage eine Rangfolge, wobei Platz 1 mit der App zu belegen ist, die Ihrer Meinung nach die Aussage „am ehesten“ erfüllt und Platz 5 „am wenigsten“ erfüllt. Die Ränge 2 bis 4 bilden entsprechende Abstufungen. Bitte bilden Sie zu jeder Aussage eine Rangfolge aus allen 5 Applikationen.

Bei weiteren Fragen, können Sie sich gerne an mich wenden. Sie erreichen mich telefonisch unter 01726854191 oder per Mail unter louisa.schuffert@gmx.de.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Louisa Schuffert

(Doktorandin der Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Greifswald)

Fragebogen 0 - Selbsteinschätzung

- 1) Seit wann besitzen und nutzen Sie ein Smartphone?
 - Unter 1 Jahr
 - 1-2 Jahre
 - 2-3 Jahre
 - 3 Jahre und länger

- 2) Wie lange nutzen Sie die Apps auf ihrem Smartphone täglich? (alle Applikationen eingeschlossen und addiert)
 - Weniger als eine Stunde pro Tag
 - Eine Stunde oder mehr pro Tag

- 3) Wie viele Applikationen sind derzeit auf Ihrem Smartphone installiert?
 - Weniger als 5
 - 5-10
 - 10-15
 - 15-20
 - 20

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„HELP Notfall“ von Schweizerische Herzstiftung

1. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„HAMBURG SCHOCKT“ von ASB Hamburg

1. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„MeinDRK - Die Rotkreuz-App des DRK e.V.“ von Deutsches Rotes Kreuz e.V.“

1. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 2

Bitte bilden Sie aus den von Ihnen bereits getesteten Applikationen nun anhand folgender Aussagen eine Rangfolge, wobei Platz 1 mit der App zu belegen ist, die Ihrer Meinung nach die Aussage „am ehesten“ erfüllt und Platz 5 „am wenigsten“. Die Ränge 2 bis 4 bilden entsprechende Abstufungen. Bitte bilden Sie zu jeder Aussage eine Rangfolge aus allen 5 Applikationen.

1. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Ich fand die App unnötig komplex.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

3. Ich denke, dass die App leicht zu benutzen war.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

4. Ich denke, ich würde die Unterstützung einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen der App waren gut integriert.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

6. Ich halte die App für zu inkonsistent.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

7. Ich glaube, dass die meisten Menschen sehr schnell lernen würden, mit der App umzugehen.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

8. Ich fand die App sehr umständlich zu benutzen.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

9. Ich fühle mich bei der Nutzung der App sehr sicher.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

10. Ich musste viel üben, bevor ich mit der App arbeiten konnte.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Einladung zur medizinischen Bewertung von Apps, die Laien bei einer Reanimation unterstützen

Hintergrund:

In der Europäischen Reanimations-Leitlinie werden „Technologien und Soziale Medien“ als „einflussreiche Vektoren“ für die Umsetzung und Veränderungen in der Laienreanimation beschrieben. Sie unterstreicht, wie wichtig Technologien für die Lehre und die Verbesserung der CPR sind und betont die Flexibilität, die diese neuen Medien bieten¹. Daher wurden eine ganze Reihe von Apps entwickelt, die Laien bei der Durchführung einer Reanimation unterstützen sollen. Bisher gibt es keine Studie, welche die medizinische Qualität dieser Applikationen² und deren Anwenderfreundlichkeit untersucht. Das Ziel dieser Studie ist deshalb Apps auf ihre Funktion als Hilfsmittel in der Laienreanimation zu evaluieren.

2. Methodik:

Zwischen dem 26.05 und 23.06.2017 erfolgte eine strukturierte Suche im Google ~~PlayStore~~ und Apple ~~AppStore~~ nach Apps, die Laienreanimation thematisieren. Dabei fanden sich 3983 Apps. Primär wurden von diesen 3947 ausgeschlossen, da sie die zuvor festgelegten Einschlusskriterien nicht erfüllten.

Wir schlossen Apps ein, wenn sie sowohl für Android als auch für iOS kostenlos verfügbar waren und auf Englisch oder Deutsch Laien zur Wiederbelebung von Menschen anleiteten.

Die anschließende Überprüfung der 36 verbleibenden Apps auf Leitlinienkonformität erfolgte anhand 12 definierter Kriterien des ERC-Algorithmus.³ Nur 5 der 36 Apps erfüllten alle überprüften Kriterien. Aufgrund technischer Probleme schieden weitere 2 Apps aus.

Im nächsten Schritt soll nun aus den verbleibenden 3 Apps die beste App bezüglich medizinischen Aspekten und Nutzerfreundlichkeit ermittelt werden. Die so ermittelte App wird dann im Vergleich zu einer Kontrollgruppe in der Laienreanimation getestet.

Studienteilnahme:

Wir möchten daher Sie, als Experten im Thema Reanimation, bitten, die 3 verbliebenen Applikationen mit Hilfe des System-Usability-Scores⁴ zu bewerten. Der SUS stellt eine etablierte Methode zur quantitativen Analyse der Gebrauchstauglichkeit dar und wurde in ähnlichen Settings schon erfolgreich angewandt. Die genaue Nutzung des Scores wird Ihnen anbei noch einmal erklärt. Der ungefähre Zeitaufwand beträgt ca. 20 Minuten pro Applikation. Ihre Teilnahme ist natürlich freiwillig.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie uns bei dieser Studie durch eine Bewertung der Apps unterstützen würden. Wenn Sie Interesse daran haben, dann informieren wir Sie gerne über den weiteren Studienverlauf und die Resultate.

¹ Greif R. et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 10. Education and implementation of resuscitation, Resuscitation, 2015 Oct; 95:288-301

² Im Folgenden: App

³ Greif R. et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 10. Education and implementation of resuscitation, Resuscitation, 2015 Oct; 95:288-301

⁴ Im Folgenden: SUS

Anleitung:

Bitte laden Sie sich zunächst die folgenden Applikationen auf Ihr Smartphone:

1) „HELP Notfall“ von Schweizerische Herzstiftung

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/help-notfall/id1076538608?mt=8>

Googleplay: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.herzstiftung.help.notfall&ddl=1&pcampaignid=webddl_1

2) „HAMBURG SCHOCKT“ von ASB Hamburg

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/hamburg-schockt/id677230620?mt=8>

Googleplay: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.HamburgSchockt>

3) „MeinDRK - Die Rotkreuz-App des DRK e.V.“ von Deutsches Rotes Kreuz e.V.

AppStore: <https://itunes.apple.com/de/app/meindr-k-die-rotkreuz-app-des-drk-e-v/id573461478?mt=8>

Googleplay: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.adamasvision.mydrk&hl=de>

Im Folgenden soll jede Applikation nach ihrer Benutzerfreundlichkeit bewertet werden. Daher sollten Sie sich vor dem Ausfüllen der Fragebögen für jede App einige Minuten Zeit nehmen und diese mit Augenmerk auf ihre Anleitung für Laien im Falle einer Wiederbelebungssituation untersuchen. Einige der Apps bieten viele weitere Funktionen. Da sich diese Studie aber mit der Anleitung der Wiederbelebung befasst, bitten wir Sie, die anderen Funktionen, insofern diese nicht auf die untersuchte Funktion Einfluss nehmen, außer Acht zu lassen.

Wenn Sie sich mit der Applikation befasst haben, bitten wir Sie den „Fragebogen 1“ für jede Applikation einzeln zu beantworten.

Bitte geben Sie zu jeder Frage an, wie Sie die entsprechende Aussage von 1- „trifft überhaupt nicht zu“ bis 5 – „trifft voll zu“ bewerten würden. Mit den dazwischenliegenden Werten können Sie Abstufungen vornehmen.

Fahren Sie erst nach dem Ausfüllen mit dem Begutachten der nächsten Applikation fort. Bitte achten Sie darauf, die Applikationen bei der Beantwortung der Fragebögen nicht zu vertauschen.

Wenn Sie für alle 3 Applikationen je einen Fragebogen 1 ausgefüllt haben, möchten wir Sie bitten anschließend noch die „Fragebögen 2 und 3“ zu beantworten, welche die Applikationen direkt miteinander vergleichen.

Dazu bilden Sie aus den von Ihnen bereits getesteten Applikationen nun für jede Aussage eine Rangfolge, wobei Platz 1 mit der App zu belegen ist, die Ihrer Meinung nach die Aussage „am ehesten“ erfüllt und Platz 3 „am wenigsten“ erfüllt. Der Rang 2 dient zur entsprechenden Abstufungen. Bitte bilden Sie zu jeder Aussage eine Rangfolge aus allen 3 Applikationen.

Bei weiteren Fragen, können Sie sich gerne an mich wenden. Sie erreichen mich telefonisch unter 01726854191 oder per Mail unter louisa.schuffert@gmx.de .

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Louisa Schuffert

(Doktorandin der Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Greifswald)

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„HELP Notfall“ von Schweizerische Herzstiftung

11. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„HAMBURG SCHOCKT“ von ASB Hamburg

11. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 1 zur System-Gebrauchstauglichkeit

„MeinDRK - Die Rotkreuz-App des DRK e.V.“ von Deutsches Rotes Kreuz e.V.“

11. Ich denke, dass ich die App benutzen würde.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Ich fand die App unnötig komplex.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Ich fand die App einfach zu benutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer fachkundigen Person benötigen, um die App benutzen zu können.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in dieser App waren gut integriert.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Ich denke, die App enthielt zu viele Inkonsistenzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit dieser App sehr schnell lernen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Ich fand die App sehr umständlich zu nutzen.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Ich fühlte mich bei der Benutzung der App sehr sicher.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Ich musste viel üben, bevor ich anfangen konnte die App zu verwenden.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragebogen 2

Bitte bilden Sie aus den von Ihnen bereits getesteten Applikationen nun eine Rangfolge bezüglich medizinischer Teilaspekte. Platz 1 ist mit der App zu belegen, die Ihrer Meinung nach diesen Aspekt einer qualitativ hochwertigen Reanimation am besten darstellt. Bitte bilden Sie zu jeder Aussage eine Rangfolge aus allen 3 Applikationen.

1. Das Freimachen der Atemwege ist in der App verständlich dargestellt und erklärt.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
2. Die App weist auf die Schwierigkeit einer Schnappatmung hin.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
3. Die App weist auf die Wichtigkeit von ausreichender Entlastung unter der Herzdruckmassage hin.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
4. Die App weist auf möglichst kurze Unterbrechungszeiten hin.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
5. Die App hilft dem Laien die richtige Druckfrequenz zu finden.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
6. Die App ist von der Aufmachung und der Animation für einen optimalen Ablauf von Wiederbelebensmaßnahmen förderlich.
 - 1.
 - 2.
 - 3.
7. Die App fordert den Laien auf bis zum Eintreffen des Rettungspersonals die Wiederbelebung fortzusetzen.
 - 1.
 - 2.
 - 3.

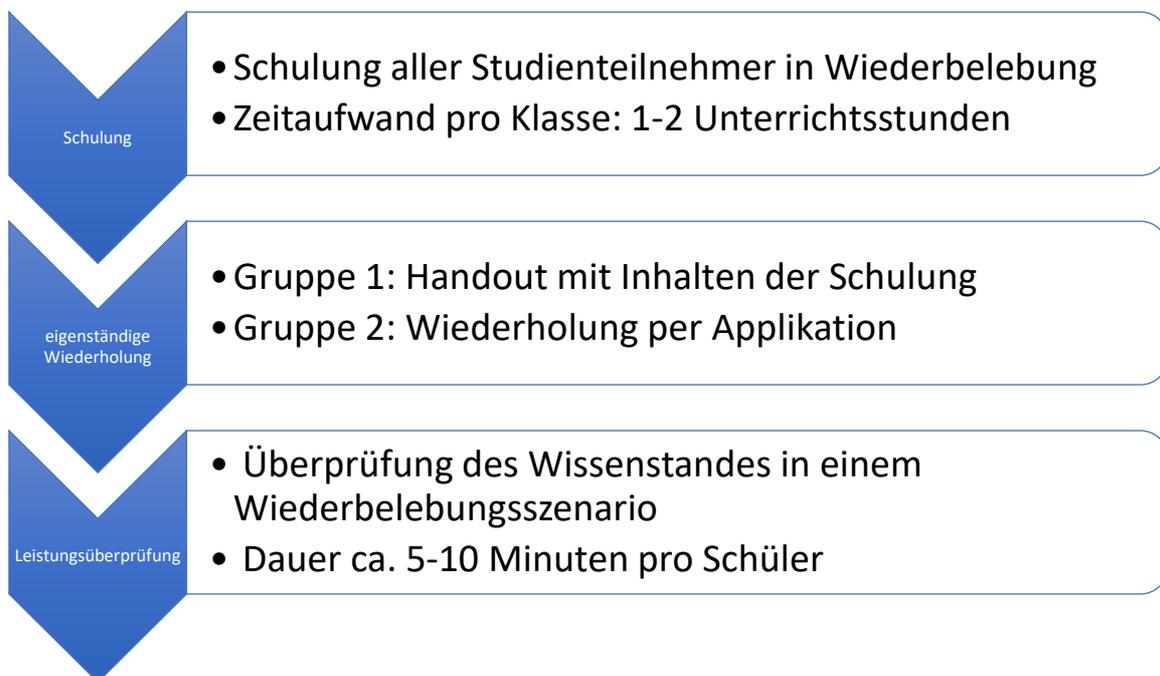
1 Die Rolle der neuen Medien in der Laienwiederbelebung

1.1 Wissenschaftlicher Hintergrund:

In Deutschland werden über 50 000 Personen jährlich reanimationspflichtig [1], jedoch werden nur in 15% der Fälle Wiederbelebungsmaßnahmen durch Laien durchgeführt [2]. Die Überlebenschancen dieser Patienten sinkt umgekehrt proportional zu der verstrichenen Zeit ohne Herz-Druck-Massage.

Dies ist für uns der Anlass den Einfluss von neuen Medien – insbesondere Smartphone-Applikationen – auf die Bereitschaft und Qualität der Wiederbelebungsmaßnahmen von Laien zu untersuchen.

1.2 Versuchsdurchführung:



1.3 Das benötigen wir von Ihnen:

- Bereitstellung der Zeit für die Wiederbelebungsschulung und der Leistungsüberprüfung
- Mitarbeit der Lehrer in Form von kurzer Motivation der Schüler das Handout zu lesen bzw. die Applikation herunterzuladen und zu nutzen

1.4 Das haben Sie und Ihre Schüler davon:

- Entlastung Ihrer Lehrkräfte durch unsere kostenlose Schulung zum Thema Wiederbelebung

Unterrichtung der Schüler durch Rettungsfachpersonal

Elterninformation und Einverständniserklärung

In Deutschland beginnen anwesende Laien im Fall eines Herzstillstandes nur in 10% der Fälle mit Maßnahmen der Wiederbelebung. Damit liegen wir weit hinter vielen anderen Europäischen Ländern, sodass Handlungsbedarf besteht. Im Rahmen einer Studie zum Thema „Nutzen von neuen Medien in der Laienwiederbelebung“ der Universitätsmedizin Greifswald, soll herausgefunden werden, in wie fern neue Medien sich auf die Bereitschaft und die Qualität von Wiederbelebungsmaßnahmen von Laien auswirken. Diese wird von der Forschungsgruppe Notfallmedizin der Klinik für Anästhesiologie in Kooperation mit Ihrer Schule durchgeführt.

Die Schüler erhalten im Rahmen dessen eine Wiederbelebung-Schulung von Rettungsfachpersonal.

Einige Wochen später werden die Schüler im Sportunterricht an einer kurzen (ca. 5-minütigen) Simulation eines Herz-Kreislaufstillstandes teilnehmen, bei dem sie entsprechend ihres Wissens und Könnens handeln sollen.

Dafür würden wir Sie gerne bitten, uns Ihr Einverständnis für die Teilnahme Ihrer Tochter/ Ihres Sohnes zu erteilen.

Bei Fragen können Sie sich gerne mit uns in Kontakt setzen.

Louisa Schuffert, Doktorandin der Anästhesiologie (louisa.schuffert@uni-greifswald.de)

Hiermit stimme Ich, _____, als

Erziehungsberechtigter der Schülerin/des Schülers

geboren am

_____ zu, dass sie/er an einer Studie der
Universitätsmedizin Greifswald zum Thema „Nutzung von neuen Medien in der
Laienwiederbelebung“ teilnehmen darf.

13.7 PowerPoint-Präsentation der gemeinsamen Reanimationsschulung

<p>Atmung kontrollieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kopf überstrecken • Kinn anheben • Ohr über Mund und Nase mit Blick in Richtung Brustkorb positionieren  <ul style="list-style-type: none"> • HÖREN • SPÜREN • SEHEN 	<p>Rufen</p> <p>♥ Rufen: Rufe andere zur Hilfe</p> 	<p>Rufen</p> <p>♥ Rufen: Rufe 112 an</p> <p>Oder bitte jemanden darum es zu tun.</p> 
<p>112</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notrufnummer für sofortige medizinische Hilfe und Feuerwehr • 24 Stunden, 7 Tage die Woche erreichbar • Gilt in ganz Europa, Israel, Norwegen, Russland, Schweiz und Türkei • Kostenlose Nummer 	<p>Drücken</p> <p>♥ Drücken: Finde die Mitte des Brustkorbes</p> 	<p>Drücken</p> <p>♥ Drücken: Lege eine Hand auf die Mitte des Brustkorbes</p> 
<p>Drücken</p> <p>♥ Drücken: Lege die andere Hand darüber</p> 	<p>Drücken</p> <p>♥ Drücken: Arme gestreckt halten ♥ senkrecht über den Brustkorb beugen</p>  <p>Höre nicht auf, bis Hilfe eintrifft.</p>	<p>Drücken</p> <p>♥ Drücken: Drücke fest & schnell (100 mal pro Minute) auf den Brustkorb</p> 
<p>Drücken</p> <p>♥ ... Drucktiefe von 5-6cm ist optimal</p>	<p>Ganz einfach, oder?</p> <ul style="list-style-type: none"> ♥ Prüfen ♥ Rufen ♥ Drücken 	

13.8 Ergänzende PowerPoint-Folien zur App für die obligate App-Gruppe

Und damit ihr an alles denkt, gibt es eine App, die euch durch die Reanimation leitet!

HERP
HERP
HERP

Herz- und Hirn-Notfall

Die HELP Notfall-App unterstützt Sie beim richtigen Handeln im Falle eines Herz-Kreislauf-Stillstands, Herzinfarkts oder Hirnschlags.

Ist die Person bewusstlos?
Verdacht auf Herz-Kreislauf-Stillstand

Hat die Person Schmerzen in der Brust?
Verdacht auf Herzinfarkt

Hat die Person eine Schwäche oder Lähmung?
Verdacht auf Hirnschlag

Weitere Informationen finden Sie im Videoportal

Notruf starten

Herz- und Hirn-Notfall

Die HELP Notfall-App unterstützt Sie beim richtigen Handeln im Falle eines Herz-Kreislauf-Stillstands, Herzinfarkts oder Hirnschlags.

Ist die Person bewusstlos?
Verdacht auf Herz-Kreislauf-Stillstand

Sprechen Sie die Person laut an und schützen Sie sie.

Zugf. Funktionen

Keine Reaktion

Hat die Person Schmerzen in der Brust?

Notruf starten

Herz- und Hirn-Notfall

Ist die Atmung normal?

Wichtig: Schnappen und Flöchen gehen nicht als normale Atmung!

JA

NEIN

Herz-Kreislauf-Notfall

Alarmieren Sie den Rettungsdienst

Ihr Standort:
WEGGEL, SAUNDORF, 10, 1280P
Südsiedlung (CH-1800); 777036 / 1027551

Land wechseln

112 anrufen

Wiederbelebung starten

Herz-Kreislauf-Notfall

Defibrillator holen lassen!

Das offizielle Symbol für einen Defibrillator (AED) ist ein Herz mit einem Blitz (ohne BLS).

Lassen Sie jemanden einen Defibrillator holen. Sobald der Defibrillator ankommt, schützen Sie das Gerät ein und folgen Sie konsequent den gesprochenen Anweisungen.

weiter

Herz-Kreislauf-Notfall

Kontrollieren Sie die Atemwege!

Mit der Hand die Stirn hochhalten, den Kopf überstrecken und das Kinn anheben. Entfernen Sie vorläufige Speisereste, Fremdkörper und gegebenenfalls ein Gebiss, so dass die Atemwege frei sind.

weiter

Herz-Kreislauf-Notfall

Beginnen Sie mit der Herzmassage!

Drücken Sie schnell und kräftig auf die Brustkorbmitte, in der unteren Brustkorbhöhle, ca. 100-120 mal pro Minute, 5-6 cm tief.

weiter

Herz-Kreislauf-Notfall

Herzmassage ohne Unterbruch fortsetzen!

Setzen Sie die Herzmassage fort, bis der Rettungsdienst anrückt oder die Atmung wieder einsetzt. Wechseln Sie sich mit anderen Personen ab. Herzmassage ist anstrengend.

Haben Sie keine Angst, Sie können nichts falsch machen. Jede geleistete Hilfe ist besser als keine Hilfe!

beenden

Daran musst du denken:

- App runterladen
- App öffnen und Inhalte runterladen
- Land auf Deutschland ändern
- Ton an und Lautstärke aufdrehen
- Den Anweisungen folgen und bis zum Ende weiter drücken

• Aufpassen: Bitte nicht beim Ausprobieren ausversehen einen Notruf absetzen!

Jetzt seid ihr dran!

Handout: Wiederbelebung bei Kreislaufstillstand

Prüfen:

- **Ansprechbarkeit:** Reagiert die Person auf lautes Ansprechen und Schütteln?
- **Atmung:** Atmet die Person nicht oder atmet sie nicht normal?
(**Hören, Fühlen, Sehen**)



Rufen:

- Ruf um Hilfe, verständige andere Personen
- Rufe die **112** oder bitte jemanden die 112 zu rufen



Drücken:

- Finde die **Mitte des Brustkorbs**
- Lege **beide Hände** übereinander auf die Mitte des Brustkorbs
- Drücke **5-6 cm tief** etwa **100-120 mal pro Minute**
- Halte die Arme dabei gestreckt und beuge dich senkrecht über den Brustkorb
- **Drücke solange bis Hilfe eintrifft**



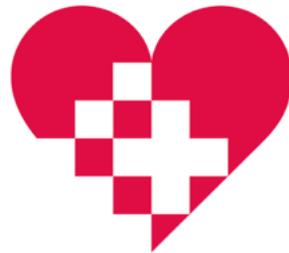
→ Ein frühzeitiger Beginn der Wiederbelebungsmaßnahmen erhöht die Überlebenschancen maßgeblich. Deshalb ist die Wiederbelebung durch Laien bis der Rettungsdienst eintrifft sehr wichtig!

Prüfen → Rufen → Drücken

Im Rahmen der Studie zum Thema „Die Rolle der neuen Medien in der Laienwiederbelebung“ möchten wir Dich bitten, folgende App auf dein Handy zu laden und dich einige Minuten mit der App auseinander zu setzen. Gib einfach den Namen in deinem Store ein oder verwende die QR-Codes!

HELP Notfall

Von Schweizerische
Herzstiftung



Für Android:

Für IOS:



Bitte lösche die App in den nächsten Wochen nicht von deinem Smartphone.

Vielen Dank für deine Teilnahme!

Louisa Schuffert

(Doktorandin der Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Greifswald)

Kontakt: Louisa.schuffert@stud.uni-greifswald.de

13.11 Fragebogen Kontrollgruppe

Schülerfragebogen

NR:

Bitte Kreuze zu jeder Frage die für dich zutreffende Antwort an.

Wie alt bist du?

- 12 13 14 15 16 17 18

Bist du ein Junge oder ein Mädchen?

- Junge Mädchen

Seit wann besitzt du ein Smartphone (ungefähr)?

- Weniger als 1 Jahr 1-2 Jahre 2-3 Jahre länger als 3 Jahre

Wie viele Apps hast du dir auf deinem Smartphone heruntergeladen?

- weniger als 5 5-10 10-15 16-20 mehr als 20

Wie lange nutzt du Apps auf deinem Smartphone pro Tag?

- weniger als 1 Stunde pro Tag Eine Stunde oder mehr am Tag

Welche Vorerfahrungen hast du in dem Bereich?

- keine
 Erste Hilfe Kurs
 Freiwillige Feuerwehr
 Schulsanitäter
 Andere: _____

Bist du schon einmal in einer solchen Notfallsituation gewesen?

- Ja Nein

Denkst du, dass es sinnvoll ist, eine Wiederbelebungs-App auf dem Smartphone zu haben, um an das Vorgehen in einer Notfallsituation zu erinnern?

- Ja Nein Weiß ich nicht

Hast du dir das Handout von meiner Schulung zur Wiederbelebung durchgelesen?

- Ja Nein

Würdest du dir Unterstützung in einer Notfallsituation durch eine Handyapp, welche dich anleitet, wünschen?

- Ja Eher Ja Eher nein Nein

13.12 Fragebogen App-Gruppen

Schülerfragebogen

NR:

Bitte Kreuze zu jeder Frage die für dich zutreffende Antwort an. Bitte formuliere zu den Fragen innerhalb der Kästchen eine eigene Antwort.

Wie alt bist du?

- 12 13 14 15 16 17 18

Bist du ein Junge oder ein Mädchen?

- Junge Mädchen

Seit wann besitzt du ein Smartphone (ungefähr)?

- Weniger als 1 Jahr 1-2 Jahre 2-3 Jahre länger als 3 Jahre

Wie viele Apps hast du dir auf deinem Smartphone heruntergeladen?

- weniger als 5 5-10 10-15 16-20 mehr als 20

Wie lange nutzt du Apps auf deinem Smartphone pro Tag?

- weniger als 1 Stunde pro Tag Eine Stunde oder mehr am Tag

Welche Vorerfahrungen hast du in dem Bereich?

- keine
 Erste Hilfe Kurs
 Freiwillige Feuerwehr
 Schulsanitäter
 Andere: _____

Bist du schon einmal in einer solchen Notfallsituation gewesen?

- Ja Nein

Denkst du, dass es sinnvoll ist, eine Wiederbelebungs-App auf dem Smartphone zu haben, um an das Vorgehen in einer Notfallsituation zu erinnern?

- Ja Nein Weiß ich nicht

Fandst du die App hilfreich oder störend?

<input type="checkbox"/>					
Sehr Hilfreich	Hilfreich	Etwas Hilfreich	Etwas Störend	Störend	Sehr Störend

Was fandest du an der App hilfreich?

Was fandest du an der App störend?

Findest du, dass es einfach ist die Help-App zu benutzen?

Ja Eher Ja Eher nein Nein

Hast du dich zwischen meinem Unterricht zum Thema Wiederbelebung und heute mit der Help-App beschäftigt?

Ja Nein

Kannst du dir vorstellen, die Help-App in einer realen Notfallsituation zu benutzen?

Ja Eher Ja Eher nein Nein

Würdest du die App deinen Freunden empfehlen?

Ja Eher Ja Eher nein Nein

Würdest du Geld für die App zahlen?

Ja Eher Ja Eher nein Nein

13.13 Prüfungskatalog beobachtete und gemessene Parameter während des Reanimationsszenarios

Prüfungskatalog Studie	NR:										
<p>Prüfen:</p> <p>Bewusstlosigkeit Prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht <input type="checkbox"/> Angesprochen oder Angefasst <input type="checkbox"/> Angesprochen und Angefasst <p>Atemweg freigemacht</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht <input type="checkbox"/> Nicht korrekt <input type="checkbox"/> Korrekt <p>Atmung kontrolliert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht <input type="checkbox"/> 1 von Hören, Sehen, Fühlen <input type="checkbox"/> 2 von Hören, Sehen, Fühlen <input type="checkbox"/> Hören, Sehen, Fühlen <p>Rufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht <input type="checkbox"/> Nach Hilfe gerufen <input type="checkbox"/> 112 gerufen oder rufen lassen <input type="checkbox"/> 112 rufen oder rufen lassen und nach Hilfe gerufen <p>Drücken:</p> <p>Körperpositionierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht korrekt <input type="checkbox"/> Korrekt 	<p>Arme durchgestreckt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nicht Korrekt <input type="checkbox"/> Korrekt <p>Zeitmessungen:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 20%;">Zeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atmung Beginn</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atmung Ende</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Notruf</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Erstes Drücken</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Für Handynutzer:</p> <p>App benutzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja <p>App hat funktioniert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja <p>Falls der Proband nicht reanimiert:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <p>Was macht er?</p>		Zeit	Atmung Beginn		Atmung Ende		Notruf		Erstes Drücken	
	Zeit										
Atmung Beginn											
Atmung Ende											
Notruf											
Erstes Drücken											