

Aus der
Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik Tübingen
Internistische Intensivstation 93

**Identifikation und Reduktion von Einflüssen und Störquellen
auf die Verzögerung der Defibrillation bei Kammerflimmern:
Eine prospektive, randomisierte Simulationsstudie**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Castan, Christoph Mathias

2025

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professorin Dr. N. Celebi

2. Berichterstatter: Professorin Dr. A. Herrman-Werner

Tag der Disputation: 21.07.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Tabellenverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis	11
1 Einleitung	12
1.1 Fragestellungen	17
1.2 Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council (ERC)....	18
2 Material und Methoden	21
2.1 Studiendesign und Probanden	21
2.2 Datenerhebung	22
2.2.1 Ablauf der Trainingstage	22
2.2.1.1 Theoretische Vorbereitung	24
2.2.1.2 Basic Life Support-Training	24
2.2.1.3 Einweisung auf den Defibrillator	24
2.2.1.4 Einweisung auf die Simulationsumgebung.....	26
2.2.1.5 Trainingsszenario	28
2.2.2 Benchmark durch erfahrene Tutoren	30
2.2.3 Standardisierter Helfer	30
2.2.4 Randomisierung und Intervention	32
2.2.5 Verwendete Erhebungswerkzeuge	32
2.2.5.1 Fragebögen	32
2.2.5.2 Aufzeichnung der Simulationsumgebung SIMON	33
2.2.5.3 Aufzeichnung mit einer am Kopf getragenen Kamera	33

2.2.5.4	Ereignisaufzeichnung des Patientensimulators	33
2.2.5.5	Standardisiertes Interview	34
2.2.6	Datenprozessierung	34
2.2.6.1	Videorating	35
2.2.7	Datenschutz	36
3	Ergebnisse	38
3.1	Ergebnisse der Analysephase (Kohorte 1)	38
3.1.1	Probandeneinschluss und Demographie in der Analysephase ...	38
3.1.2	Ausgeschlossene Datensätze	40
3.1.3	Primäroutcome: Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib).	40
3.1.4	Sekundäre Zielparameter	41
3.1.4.1	Einfluss medizinischer Vorausbildung auf die Defibrillationszeit 41	
3.1.4.2	Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung und die assoziierte Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToECG vs. TimeToDefib)	43
3.1.4.3	Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation	45
3.1.4.4	Einfluss der Tutoren auf die Zeit bis zur Defibrillation	48
3.1.4.5	Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario	50
3.1.4.6	Ergebnisse der standardisierten Interviews	59
3.2	Entwicklung der Intervention	61
3.3	Ergebnisse der Prüfphase (Kohorten 2 und 3)	62
3.3.1	Probandeneinschluss und Demographie in der Prüfphase	62
3.3.2	Ausgeschlossene Datensätze	65
3.3.3	Primäroutcome: Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib).	66
3.3.4	Effekt der Intervention auf die Zeit bis zur Defibrillation	68
3.3.5	Sekundäre Zielparameter	69

3.3.5.1	Einfluss medizinischer Vorausbildung auf die Defibrillationszeit 69	
3.3.5.2	Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung und die assoziierte Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToECG vs. TimeToDefib).....	71
3.3.5.3	Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation	75
3.3.5.4	Einfluss der Tutoren auf die Zeit bis zur Defibrillation	77
3.3.5.5	Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario	79
3.3.5.6	Ergebnisse der standardisierten Interviews.....	92
4	Diskussion	96
4.1	Diskussion der Ergebnisse der Analysephase und Literaturvergleich .	96
4.2	Fazit der Analysephase und Hinleitung zur Intervention	98
4.3	Diskussion der Ergebnisse der Prüfphase	101
4.4	Abschließende Überlegungen	103
4.5	Limitationen.....	106
5	Zusammenfassung	107
6	Literaturverzeichnis	109
7	Erklärungen	113
8	Veröffentlichungen und Auszeichnungen	114
9	Danksagung	115
10	Anlagen	116
10.1	Lehrmaterialien Unterrichtseinheit (Präsentationsfolien)	116
10.2	Checklisten Standardisierung	122
10.3	Verschwiegenheitserklärung	125
10.4	Kriterien für Video-Rating	126
10.5	Checkliste Standardisiertes Interview.....	126
10.6	Probanden-Dokumente	128

10.6.1	Datenschutzerklärung und Einwilligung zur Studienteilnahme..	128
10.6.2	Fragebogen 1 (Vor Beginn des Trainings)	129
10.6.3	Fragebogen 2 (Nach dem Trainingsszenario).....	130
10.7	VBA-Code	132
10.7.1	Extrahieren und Übertragen der SimPad-Dateien.....	132
10.7.2	Datenzusammenführung und weitere Berechnungen	133

Aus Gründen der Lesbarkeit wird in dieser Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung bzw. Kennzeichnung männlicher, weiblicher oder sonstiger Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen sind daher im Folgenden stellvertretend für alle Geschlechter zu verstehen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Vitalparameter des Patienten, initial und im Verlauf des Szenarios.....	30
Tabelle 2: Übersicht über die Kompetenzen des simulierten Helfers (Tutor)...	31
Tabelle 3: Übersicht über das eingeschlossene Probandenkollektiv in der Analysephase (Kohorte 1).....	39
Tabelle 4: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgtem Trainingsszenario: Mögliche Störvariablen (Analysephase).....	51
Tabelle 5: Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario: Subjektive Sicherheit bei den Maßnahmen (Analysephase).....	52
Tabelle 6: Gestellte EKG-Diagnose nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. Kreislaufstillstands (Analysephase).....	53
Tabelle 7: Kategorisierte Übersicht über die im Interview spontan von den Probanden erwähnten subjektiven Probleme während des Reanimationsszenarios (Analysephase)	59
Tabelle 8: Übersicht über das eingeschlossene Probandenkollektiv der Prüfphase.....	64
Tabelle 9: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgtem Trainingsszenario: Mögliche Störvariablen (Prüfphase)	81
Tabelle 10: Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario: Subjektive Sicherheit bei den Maßnahmen (Prüfphase).....	86

Tabelle 11: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgtem Trainingsszenario: Gestellte EKG-Diagnose (Prüfphase).....	87
Tabelle 12: Übersicht über die individuelle Maßnahmenpriorisierung der Probanden (Prüfphase).....	91
Tabelle 13: Kategorisierte Übersicht über die im Interview spontan von den Probanden erwähnten subjektiven Probleme während des Reanimations- szenarios (Prüfphase).....	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Basis-Flussschema des ALS-Algorithmus für erwachsene Patienten	18
Abbildung 2: Grundlegendes Studiendesign	21
Abbildung 3: Ablauf des Trainingstages für Probanden (Baselinemessung)..	23
Abbildung 4: Ablauf des Trainingstages für Probanden (Retentionsmessung).	23
Abbildung 5: Verwendeter Defibrillator	25
Abbildung 6: Innenansicht der Simulationsumgebung (Rettungswagen)	27
Abbildung 7: Schematischer Ablauf des Trainingsszenarios	29
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Datenerhebung während eines Trainingstages und anschließende Datenprozessierung.....	34
Abbildung 9: Benutzeroberfläche des zur Auswertung genutzten Medienplayers „VLC media player“	35
Abbildung 10: Probandeneinschluss in Kohorte 1 (Analysephase)	38
Abbildung 11: Box-Plot der erzielten Defibrillationszeiten (Analysephase)	40
Abbildung 12: Box-Plot der Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von einer medizinischen Vorausbildung (Analysephase).....	42
Abbildung 13: Box-Plot der Defibrillationszeiten in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung (Analysephase).....	43

Abbildung 14: Schematische Darstellung der Subintervalle der Zeit bis zur Defibrillation (TimeToDefib).....	45
Abbildung 15: Subintervalle der Defibrillationszeit.....	46
Abbildung 16: Scatter-Dot-Plot der Defibrillationszeiten (TimeToDefib) gruppiert nach Tutor in Kohorte 1	48
Abbildung 17: Subjektive Einschätzung der erzielten Reanimationsleistung (Analysephase)	50
Abbildung 18: Scatter-Dot-Plot der individuellen Differenz zwischen geschätzter und gemessener Defibrillationszeit (Analysephase).....	54
Abbildung 19: Primär priorisierte Maßnahme für Helfer 1 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).....	55
Abbildung 20: Primär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).....	56
Abbildung 21: Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 1 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).....	56
Abbildung 22: Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 nach Eintritt des Kammerflimmerns/Kreislaufstillstandes (Analysephase).....	57
Abbildung 23: Probandeneinschluss in Kohorten 2 und 3 (Prüfphase).	63
Abbildung 24: Box-Plot der erzielten Defibrillationszeiten der Kohorten 2+3 (Prüfphase).....	67

Abbildung 25: Balkendiagramm der Veränderung der Defibrillationszeit zwischen Baseline- und Retentionsmessung (Prüfphase)	68
Abbildung 26: Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von medizinischer Vorausbildung (Prüfphase).....	70
Abbildung 27: Box-Plot der Zeitwerte bis zur vollständigen Etablierung einer EKG-Ableitung (Prüfphase).....	72
Abbildung 28: Abhängigkeit der Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib) vom Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung (TimeToECG) in der Prüfphase.....	74
Abbildung 29: Gestapeltes Balkendiagramm der zeitlichen Subintervalle bis zur ersten Defibrillation (Prüfphase).....	75
Abbildung 30: Scatter-Dot-Plot der Defibrillationszeiten gruppiert nach im Szenario beteiligtem Tutor.....	77
Abbildung 31: Scatter-Dot-Plot der subjektiven Reanimationsleistung (Prüfphase).....	79
Abbildung 32: Scatter-Dot-Plot der individuellen Differenz zwischen geschätzter und gemessener Defibrillationszeit (Prüfphase).....	88

Abkürzungsverzeichnis

AED.....	Automatischer Externer Defibrillator
AHA.....	American Heart Association
ALS	Advanced Life Support
BLS	Basic Life Support
CPR.....	Cardiopulmonary Resuscitation
CRM	Crew Resource Management
EKG.....	Elektrokardiogramm
ERC.....	European Resuscitation Council
GCS	Glasgow Coma Scale
IHCA.....	In-Hospital Cardiac Arrest
IQR.....	Interquartilabstand
m	Median
n	Numerische Anzahl
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin
OHCA.....	Out-Of-Hospital Cardiac Arrest
PEA	Pulseless Electrical Activity / Pulslose Elektrische Aktivität
PJ	Praktisches Jahr
PVT	Pulseless Ventricular Tachycardia / Pulslose ventrikuläre Tachykardie
ROSC.....	Return Of Spontaneous Circulation
RTW	Rettungswagen
s	Sekunden
TXK	Thoraxkompressionen
VF.....	Ventricular Fibrillation / Kammerflimmern
VT.....	Ventricular Tachycardia / Ventrikuläre Tachykardie

1 Einleitung

Jährlich werden in Deutschland ca. 60.000 Patienten außerklinisch reanimiert, dabei ist eine kardiale Erkrankung mit 50 – 60 % die häufigste vermutete Ursache der Reanimationspflichtigkeit [1 - 5].

Die Wahrscheinlichkeit einen außerklinischen Herz-Kreislaufstillstand (Out-Of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA) zu überleben, wird von vielen Faktoren beeinflusst: Durch den Helfer nicht beeinflussbare Faktoren stellen z. B. das Patientenalter, Vorerkrankungen, Wohnsituation, oder die zufällige Anwesenheit von Dritten dar. Hingegen wird in den verfügbaren Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation (Cardiopulmonary Resuscitation, CPR) die immense Bedeutung des Intervalls betont, wie schnell nach Eintritt des Kreislaufstillstandes eine kardiopulmonale Reanimation eingeleitet wird [6, 7]. Bei unverzüglichem Beginn der Reanimation und frühzeitiger Defibrillation kann die Überlebensrate deutlich verbessert werden [8, 9].

Weltweit schwanken die Angaben der Patientenanteile bei außerklinischem Kreislaufstillstand mit defibrillierbarem Rhythmus stark zwischen 25 – 50 % [8, 10, 11]. Dieser Anteil ist neben der Grunderkrankung abhängig vom Zeitpunkt der EKG-Diagnostik: Bei unmittelbarer Rhythmus-Diagnostik, meistens durch einen lokal verfügbaren AED (Automatischer Externer Defibrillator) kann der Anteil defibrillierbarer Rhythmen bis auf 76 % steigen [12, 13].

Die Überlebenschance bei OHCA kann durch die zügige Anwendung eines AED nahezu verdoppelt werden [12]. Laut Deutschem Reanimationsregister traten 62,4 % der ca. 51.790 außerklinischen Kreislaufstillstände 2019 in Deutschland jedoch in der Privatwohnung auf, wo normalerweise kein AED unmittelbar verfügbar ist [1]. Nur bei 22,4 % aller Patienten lag bei Eintreffen des Rettungsdienstes initial ein defibrillierbarer Rhythmus vor [1].

Bei innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand (In-Hospital-Cardiac-Arrest, IHCA) sind vergleichbare Anteile mit initial schockbarem Rhythmus dokumentiert [14], teilweise wurden auch 45 – 59 % berichtet [15].

Die für Kammerflimmern (Ventricular Fibrillation, VF) und/oder pulslose ventrikuläre Tachykardie (Pulseless Ventricular Tachycardia, PVT) von ERC (European Resuscitation Council) und AHA (American Heart Association) sowie

Einzelarbeiten empfohlene Therapie beinhaltet neben der sofortigen kardiopulmonalen Reanimation (CPR) sofern verfügbar eine möglichst schnelle elektrische Defibrillation [7, 16, 17]. Es konnte für den IHCA gezeigt werden, dass ein Beginn der CPR innerhalb von einer Minute und eine Defibrillation (sofern indiziert) innerhalb von drei Minuten sowohl die Überlebensrate als auch das neurologische Langzeitergebnis verbessert [18]. Ebenfalls weniger als drei Minuten bis zur ersten Defibrillation empfehlen Kang et al. [19]. Chan et al. fanden eine deutlich verringerte Überlebenswahrscheinlichkeit bei Defibrillation später als zwei Minuten sowie ein bei weiterer Verzögerung graduell verschlechtertes neurologisches Langzeitergebnis [20]. Zwei Minuten als kritische Zeitschwelle bis zur Defibrillation wurde ebenso von Bircher et al. beschrieben [21].

Generell scheint ein IHCA während einer stationären Behandlung in kardiologischen oder kardiochirurgischen Abteilungen eine deutlich erhöhte Ein-Jahres-Überlebensrate zu haben (10,7 vs. 39,3 %) [22]. Schlupe et al. sehen als Gründe für diese Beobachtung die frühe(re) Erkennung und Behandlung des Kreislaufstillstandes auf Überwachungsstationen als wichtigen Faktor an [22].

Die rasche Diagnosestellung, die unverzügliche und korrekte Durchführung der kardiopulmonalen Reanimation und vor allem die frühe Defibrillation kann jedoch möglicherweise auch für geschultes und erfahrenes medizinisches Personal trotz eines durch Leitlinien klar strukturierten Therapiealgorithmus eine Herausforderung darstellen. Neben medizinisch-fachlichem Wissen müssen logistische, personelle, räumliche und Situations-spezifische Aspekte beachtet und koordiniert werden.

Die klinische Ausbildung in Form des Praktischen Jahres findet in Deutschland in aller Regel im Krankenhaus statt. Bisher sind keine Daten verfügbar, in welcher Situation Berufsanfänger am häufigsten das erste Mal mit einer Reanimationssituation konfrontiert werden. Aufgrund des genannten Ausbildungskonzepts erscheint es jedoch wahrscheinlich, dass Berufsanfänger in der Regel zuerst im Rahmen eines IHCA mit einer Reanimationssituation konfrontiert werden. Insbesondere Berufsanfänger scheinen in einer solchen Situation unter Überforderung zu leiden [23, 24].

In Deutschland wird durch den Nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM) eine sichere Beherrschung des BLS bereits in frühen Semestern (Semester 1 – 4) als Ausbildungsziel vorgegeben (NKLM, Version 2.0, 2021, Abschnitt VII.4-03.2.1). Die in diesem Abschnitt explizit erwähnten Kompetenzen beinhalten die Durchführung von Thoraxkompressionen, das Freimachen der Atemwege mittels head-tilt-chin-lift-Manöver, die Atemspende ohne und mit einfachen Hilfsmitteln, sowie die Anwendung des AED. Eine Verständnisprüfung des Algorithmus sowie der Therapiemaßnahmen darf nach NKLM theoretisch erfolgen, die Prüfung der Fähigkeiten soll jedoch in einer praktischen Prüfung erfolgen.

Zusätzlich ist im fünften und sechsten Semester eine verpflichtende und vertiefende Wiederholung des BLS vorgesehen, eine (erneute) Prüfung ist jedoch optional. Als best-practice-Beispiel wird ein BLS-Kurs im studentischen peer-teaching genannt.

Als Ziel-Kompetenztiefe wird für alle Semester bezüglich des Basic-Life-Supports die Stufe 3b vorgegeben („Handlungskompetenz: selbstständig und situationsadäquat in Kenntnis der Konsequenzen durchführen“). Der Advanced Life Support (ALS) wird im NKLM ab dem siebten Semester mit der Kompetenzstufe 3a gefordert („Handlungskompetenz: unter Anleitung demonstrieren und durchführen“, NKLM, Version 2.0, 2021, Abschnitt VII.4-03.2.2). Inhaltlich werden defibrillationswürdige und nicht-defibrillationswürdige Herzrhythmen, die manuelle Defibrillation sowie reversible Ursachen für einen Kreislaufstillstand („4 H“ und „HITS“) genannt. Entsprechend der Kompetenzstufe 3a ist gefordert, dass Studierende sich zu Beginn des Praktischen Jahres (PJ) unter Anleitung an einer ALS-Reanimation beteiligen können. Im Verlauf des PJ soll eine Erweiterung der Kompetenz auf 3b (s.o.) erfolgen, was durch entsprechende Lehrveranstaltungen der ausbildenden Klinik sichergestellt werden soll. In Summe soll vor Beginn der Tätigkeit als Arzt unabhängig von der Facharztwahl die strukturierte Reanimation eines Notfallpatienten beherrscht werden.

Zum Zeitpunkt der Studie war in Baden-Württemberg die Teilnahme an einem Erste-Hilfe-Kurs in den ersten vier Semestern bzw. vor dem ersten Staatsexamen

(M1) verpflichtend. Dieser Kurs mit anteiligem peer-teaching beinhaltete ein BLS-Training mit Abschlussprüfung. Das durch den NKLM empfohlene Wiederholungstraining erfolgte parallel zur Kompetenzerweiterung auf den ALS im Rahmen des QB8-Praktikums (Notfallmedizin) im dritten klinischen bzw. siebten Fachsemester. Auch in diesem Kursformat kam wie empfohlen studentisches peer-teaching und eine strukturierte schriftliche sowie praktische Leistungsüberprüfung zum Einsatz. Zu Beginn des Praktischen Jahrs war eine Auffrischung der ALS-Kenntnisse und -Kompetenzen vorgesehen.

Bezüglich der Defibrillationsgeschwindigkeit von Medizinstudierenden kurz vor oder nach dem Abschluss der Ausbildung sind bisher wenige und teils diskrepante Daten verfügbar: Eine US-amerikanische Studie konnte für Studierende im vierten Ausbildungsjahr eine durchschnittliche Zeit bis zur ersten Defibrillation nach Eintreten eines Kammerflimmerns von 50 s ermitteln [25], zur Anwendung kam hierbei ein simuliertes Helferteam aus vier Studierenden. Eine weitere Studie ergab eine deutlich längere Zeit von ca. 180 s [26]. US-amerikanische Studierende im dritten Jahr erzielten eine TimeToDefib (Time to Defibrillation) von ca. 150 s [27]. Mit ca. 168 s benötigten schweizerische Medizinstudierende am Ende ihrer Ausbildungszeit ähnlich lang [28].

Die Vergleichbarkeit bzw. Aussagekraft dieser Daten ist jedoch durch die international unterschiedlichen Curricula bzw. Ausbildungsstrategien nicht unbedingt gegeben.

In der vorgelegten Arbeit soll die bisherige Datenlage erweitert werden. Es soll daher primär untersucht werden, wie lange Medizinstudierende nach Abschluss und auf Basis der o. g. deutschen curricularen Ausbildung zum Zeitpunkt des Praktischen Jahrs (PJ) unter möglichst realitätsnahen Bedingungen benötigen, um eine korrekte Defibrillation nach Eintritt eines Kammerflimmerns durchzuführen. Dabei sollen ergänzend spezifische Schwierigkeiten identifiziert werden und notwendigenfalls eine Empfehlung zur Anpassung der studentischen Ausbildung formuliert werden.

Die Datenerhebung dieser prospektiven, randomisiert-kontrollierten und teilverblindeten Simulationsstudie wurde zwischen 2014 – 2016 im DocLab der

Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen durchgeführt. Um einen möglichst hohen Grad an Realismus zu erzeugen und damit die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis zu verbessern, wurde für die Untersuchungen der Simulations-Rettungswagen „SIMON“ genutzt. Diese Simulationsumgebung wurde durch den Autor dieser Arbeit maßgeblich mit konzipiert und realisiert und bietet durch die Ausstattung mit echten Medizingeräten, einem High-Fidelity-Patientensimulator sowie einem Audio-Video-Feedback-System detaillierte Simulations- und Feedbackmöglichkeiten [29].

1.1 Fragestellungen

Eine unverzügliche elektrische Defibrillation scheint nach aktuellem Stand der Wissenschaft die entscheidende Maßnahme in der Therapie eines VF/VT-bedingten Herz-Kreislaufstillstands zu sein [6, 8, 9, 12, 16 - 18, 30] . Bisher ist jedoch noch nicht untersucht, wie gut PJ-Studierende nach Abschluss des deutschen Curriculums die empfohlenen Defibrillationszeiten erzielen.

Die vorgelegte Arbeit zielt darauf ab, in einer mehrphasigen prospektiven, randomisierten und kontrollierten Studie die folgenden Fragestellungen zu untersuchen:

Primäroutcome:

1. Wie lange benötigen PJ-Studierende nach dem Auftreten eines Kammerflimmerns bis zur vollständigen Abgabe der ersten elektrischen Defibrillation (TimeToDefib)?

Sekundäroutcomes:

2. Welche Faktoren bzw. spezifische Probleme haben einen Einfluss auf die Defibrillationszeit?
 - a. Einfluss einer medizinischen Vorausbildung
 - b. Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung (Time ToECG) und Einfluss auf die Defibrillationszeit
 - c. Analyse der Subintervalle der Defibrillationszeit (TimeToStartPrepDefib, TimeForPrepDefib, TimeForDoDefib)
 - d. Qualitative Analyse subjektiver Probleme während der Reanimation
3. Wie groß ist der Einfluss einer kurzen abstrakten Lehrintervention – entwickelt basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen – auf das Langzeitverhalten der Trainingsinhalte im Sinne eines Leistungsunterschiedes im Vergleich zur Kontrollgruppe?
4. Welche Empfehlungen für zukünftige Reanimationstrainings lassen sich aus den Ergebnissen der o.g. Fragestellungen ableiten?

1.2 Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council (ERC)

Für diese Arbeit wurden die zum Zeitpunkt der Studiendurchführung gültigen ERC-Reanimationsleitlinien zugrunde gelegt. Zu Studienbeginn war dies die Version der Leitlinie aus dem Jahre 2010 [6]. Diese Leitlinie zur CPR Erwachsener sieht ein Algorithmus-basiertes Vorgehen vor, welches im Flussschema s.u. (*Abbildung 1*) dargestellt ist:

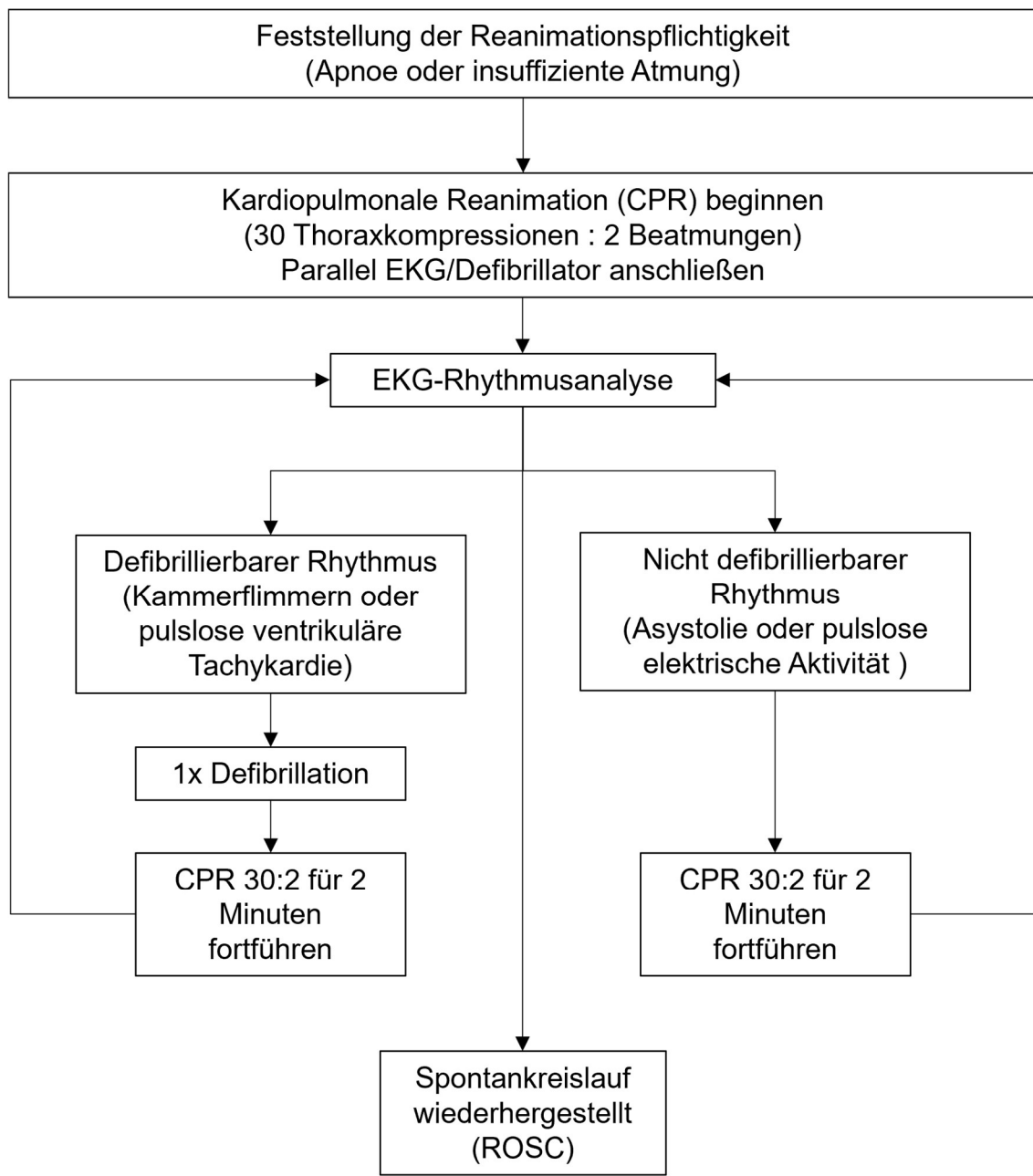


Abbildung 1: Basis-Flussschema des ALS-Algorithmus für erwachsene Patienten. Nach der ERC-Leitlinie zur kardiopulmonalen Reanimation erwachsener Patienten [7].

Da die vollständige Darstellung der Leitlinie zu umfangreich wäre und für die vorgelegte Arbeit keine Relevanz hat, sollen hier nur relevante Aspekte zusammengefasst werden:

Kerninhalt der CPR ist nach Erkennen der Reanimationspflichtigkeit eines Patienten die sofortige Durchführung von Thoraxkompressionen über 30 Kompressionen gefolgt von zwei manuellen Beatmungen, gefolgt von erneuten Thoraxkompressionen (sog. 30:2-Rhythmus). Diese Techniken sollen zyklisch solange angewendet werden, bis eine EKG-Ableitung etabliert wurde. Hier betont die Leitlinie die Vorteile der Nutzung von selbstklebenden Defibrillationselektroden im Vergleich zu klassischen Paddle-Elektroden. Sobald die EKG-Diagnostik möglich ist, soll eine Unterbrechung der Thoraxkompressionen zur Analyse des Herzrhythmus erfolgen. Hierbei soll die Unterbrechung der Thoraxkompressionen so kurz wie möglich gehalten werden. Bei den defibrillierbaren Herzrhythmusstörungen (pulslose ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern) soll nun so schnell wie möglich eine elektrische Defibrillation erfolgen. Die Unterbrechung der Thoraxkompressionen für die Defibrillation soll so kurz wie möglich gehalten werden; zu diesem Zweck sollen die Thoraxkompressionen während der Aufladezeit des Defibrillators fortgesetzt und erst unmittelbar vor Auslösen der Defibrillation unterbrochen werden. Nach erfolgter Defibrillation soll die kardiopulmonale Reanimation unverzüglich für fünf Zyklen beziehungsweise circa zwei Minuten fortgesetzt werden, bevor eine erneute EKG-Analyse bzw. Evaluation des Kreislaufzustandes des Patienten erfolgt. Konnte durch die Defibrillation kein Spontankreislauf wiederhergestellt werden (ROSC, Return Of Spontaneous Circulation), soll der Reanimationsalgorithmus basierend auf dem nun vorliegenden Herzrhythmus fortgesetzt werden. Nach der dritten Defibrillation sollen Adrenalin 1 Milligramm sowie Amiodaron 300 Milligramm intravasal verabreicht werden. Zu diesem Zweck soll zuvor parallel zur CPR ein venöser oder intraossärer Zugang etabliert werden.

Adrenalin 1 Milligramm soll unter fortgesetzter CPR und Defibrillationen alle drei bis fünf Minuten erneut gegeben werden, für eine Wiederholungsdosis von

Amiodaron 150 Milligramm wird keine konkrete Empfehlung bezüglich des Zeitpunktes ausgesprochen.

Bei nicht defibrillierbaren Herzrhythmusstörungen (Asystolie oder pulslose elektrische Aktivität, PEA) sollen zunächst sofort die Thoraxkompressionen und die Beatmungen fortgeführt werden. Das Etablieren eines venösen oder intraossären Zugangsweges hat nun neben Thoraxkompressionen und Beatmungen Priorität, um Adrenalin so schnell wie möglich intravasal verabreichen zu können. Nach erfolgter Verabreichung von Adrenalin 1 Milligramm sollen Thoraxkompressionen und Beatmungen für fünf Zyklen beziehungsweise circa zwei Minuten fortgeführt werden; anschließend soll eine erneute EKG-Analyse bzw. Evaluation des Kreislaufzustandes erfolgen.

Die Adrenalingabe soll unter fortgesetzter CPR ebenfalls alle drei bis fünf Minuten wiederholt werden.

Im Oktober 2015 und damit während der laufenden Studie erschien die aktualisierte ERC-Leitlinie zur kardiopulmonalen Reanimation [7].

Bezüglich des Atemwegsmanagements wird in der aktualisierten Leitlinie empfohlen, die Wahl der Atemwegshilfe entsprechend der Situation und der Erfahrung des Behandlers zu wählen. Die endotracheale Intubation wird auch in der aktualisierten Leitlinie weiterhin als zuverlässigste Form der Atemwegssicherung genannt. Einschränkend wird betont, dass die endotracheale Intubation die restliche Reanimation nicht verzögern darf und Intubationsversuche daher nur durch erfahrene Behandler erfolgen sollen. Diese Inhalte wurden den Studienteilnehmern seit Studienbeginn bereits so vermittelt. Es ergab sich daher für die hier vorgelegte Studie keine Notwendigkeit zu grundsätzlichen Änderungen am Studiendesign oder den im Rahmen des Reanimationstrainings vermittelten Inhalten.

Die im März 2021 vorgestellte aktualisierte Reanimationsleitlinie für die kardiopulmonale Reanimation Erwachsener [30] betonte und präziserte vorangegangene Empfehlungen. Grundlegend-systematische Änderungen bzw. dem ursprünglichen Studiendesign entgegenstehende Änderungen wurden nicht eingeführt.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Probanden

Der Ethikantrag wurde von der Ethikkommission der Universität Tübingen unter der Projektnummer 687/2014A bewilligt.

Diese randomisierte kontrollierte prospektive teilverblindete Simulationsstudie war auf drei Studien-Kohorten angelegt. Die mittels der ersten Kohorte (im Folgenden „Analysephase“) erhobenen Daten wurden quantitativ und qualitativ ausgewertet und dienten als Basis für die Entwicklung einer Lehrintervention. Die Lehrintervention wurde randomisiert mit den Probanden der zweiten und dritten Kohorte durchgeführt (im Folgenden „Prüfphase“). Anschließend wurde mit zeitlichem Abstand untersucht, ob das Langzeitbehalten der trainierten Fähigkeiten durch die Intervention beeinflusst wurde („Retentionsmessung“).

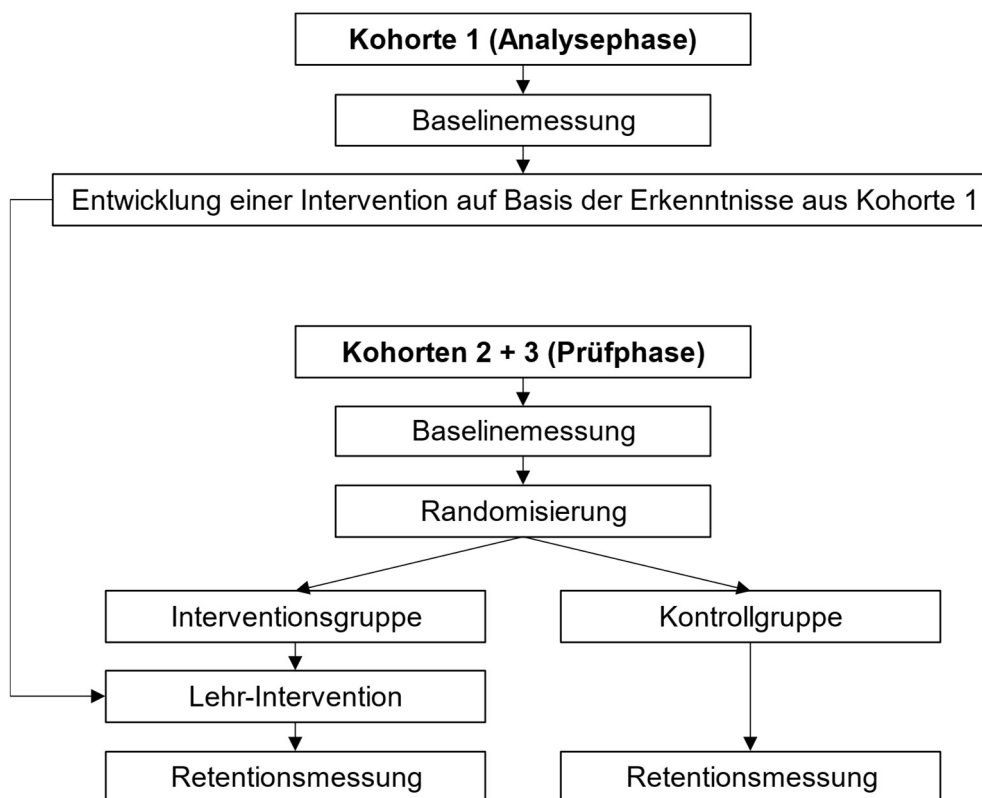


Abbildung 2: Grundlegendes Studiendesign. Basierend auf den erhobenen Daten in Kohorte 1 wurde eine Intervention entwickelt, deren Effekt in den Kohorten 2+3 mittels Randomisierung untersucht wurde. Kohorten 2 und 3 sind hier zugunsten der Übersichtlichkeit gemeinsam dargestellt. Zeitlich durchliefen die Kohorten die Studie nacheinander, da es sich um verschiedene Hochschuljahrgänge bzw. -semester handelte.

Das Probandenkollektiv für diese Studie bildete sich aus Studierenden der Humanmedizin im Praktischen Jahr am Universitätsklinikum Tübingen. Die Studierenden waren verpflichtet, im Rahmen des Praktischen Jahres an einem Reanimationstraining teilzunehmen. Die Datenerhebung für die vorgelegte Studie wurde auf freiwilliger Basis im Rahmen dieser Veranstaltung durchgeführt. Von allen PJ-Studierenden wurden diejenigen primär zur Datenerhebung eingeschlossen, die sich am Beginn ihres ersten PJ-Tertials befanden und der Teilnahme an der Studie zustimmten. Der Einschluss erfolgte unabhängig von der Fachabteilung, in der die Studierenden ihr Tertial absolvierten. Darüber hinaus wurden keine weiteren Ein- oder Ausschlusskriterien definiert. Pro Trainingstermin konnten maximal drei Studierende am Training teilnehmen. Die Wahl des Trainingstermines wurde den Studierenden freigestellt, ebenso die Zusammensetzung der Dreiergruppe.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Ablauf der Trainingstage

Die Reanimationstrainings fanden Montag bis Freitag jeweils von 08:00 - 12:00 Uhr im Lehr- & Lerngebäude der Universität Tübingen statt. Ein Trainingstag war dabei in mehrere Abschnitte unterteilt, die jeder Studierende durchlief.

An den Trainingstagen zur Baselinemessung erfolgten vor dem Studienszenario eine theoretische und praktische Wiederholung der Reanimationsinhalte sowie eine Einweisung auf den Defibrillator und die Simulationsumgebung (s. *Abbildung 3, Seite 23*). An den Trainingstagen zur Retentionsmessung erfolgte hingegen vor dem Studienszenario keine erneute Theorie- oder Praxiswiederholung, sondern lediglich eine kurze erneute Sicherheitseinweisung auf den Defibrillator (s. *Abbildung 4, Seite 23*). In den folgenden Abschnitten wird der Tagesablauf genauer ausgeführt.

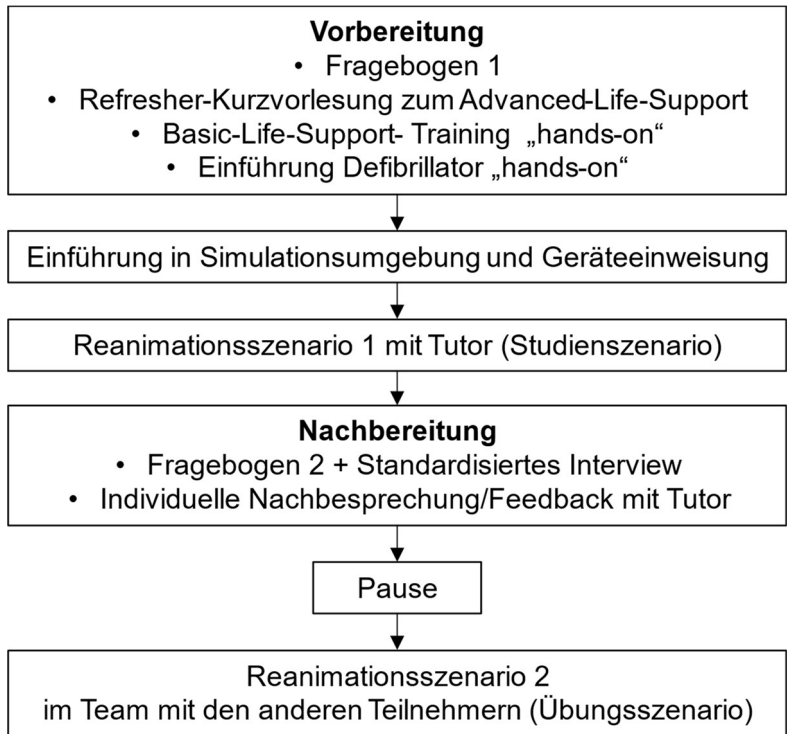


Abbildung 3: Ablauf des Trainingstages für Probanden (Baselinemessung). Parallel zur Pause eines Studierenden fand das Reanimationsszenario eines anderen Studierenden statt.

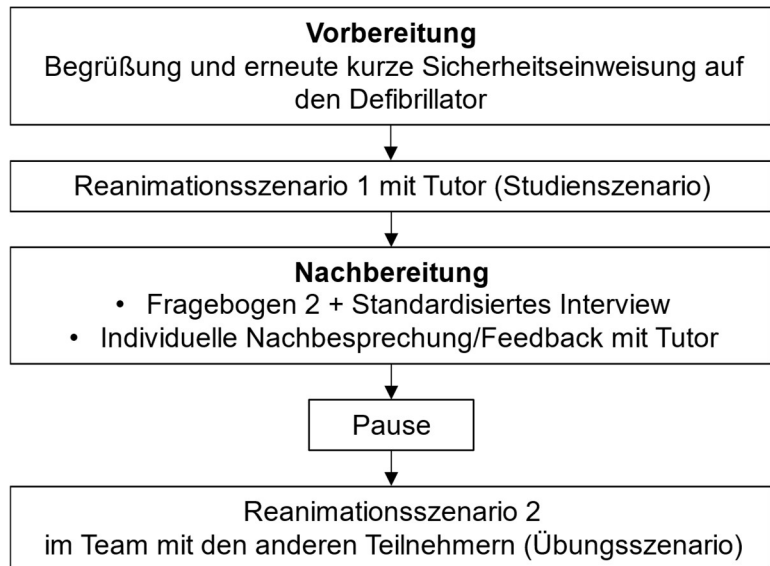


Abbildung 4: Ablauf des Trainingstages für Probanden (Retentionsmessung). Eine erneute Schulung oder Wiederholung von Inhalten vor dem Reanimationsszenario erfolgte nicht.

2.2.1.1 Theoretische Vorbereitung

Zu Beginn des Trainingstages erhielten die Studierenden eine Wiederholung der theoretischen Reanimationsgrundlagen in Form einer Projektor-gestützten Präsentation. Grundlage für den Kurzvortrag war die Leitlinie des ERC zur kardiopulmonalen Reanimation Erwachsener aus dem Jahr 2010 bzw. 2015 [6, 7]. Den Studierenden wurden in dieser Präsentation die essentiellen Inhalte des BLS und ALS dargestellt (s. *10.1 Lehrmaterialien Unterrichtseinheit (Präsentationsfolien), Seite 116*). Diese beinhalteten Grundlagen zur Thoraxkompression, Beatmung (inkl. erweitertem Atemwegsmanagement), EKG-Interpretation, elektrischer Defibrillation sowie medikamentöser Therapie im Rahmen einer Reanimationssituation. Abschließend wurden die Maßnahmen in den ALS-Algorithmus eingeordnet und dieser schrittweise erläutert. Den Studierenden war es während der Präsentation jederzeit erlaubt Fragen zu stellen.

2.2.1.2 Basic Life Support-Training

Im Anschluss an die theoretische Einführung erhielten die Studierenden ein fünfzehnminütiges Wiederholungstraining zum BLS. Das Training wurde an einem Reanimationstrainer durchgeführt (Megacode ALS Trainer, Laerdal Medical GmbH, Puchheim, Deutschland). Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die korrekte und kontinuierliche Durchführung der Thoraxkompressionen und der Beatmung mittels eines Beatmungsbeutels gelegt. Darüber hinaus wurden die Teilnehmer in der Koordination des Helferwechsels während der Thoraxkompression in einer Zwei-Helfer-Reanimationssituation geschult.

2.2.1.3 Einweisung auf den Defibrillator

Die Studierenden erhielten eine fokussierte Einweisung auf den im Training verwendeten Defibrillator (LifePak 15; PhysioControl Inc., Redmond, WA, USA):

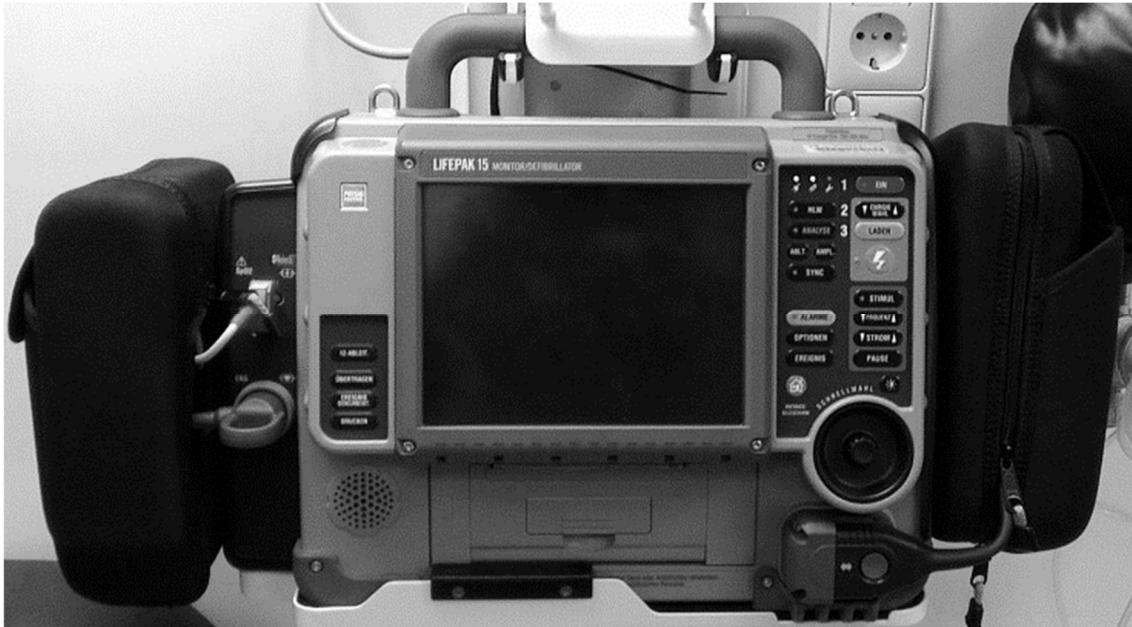


Abbildung 5: Verwendeter Defibrillator. LifePak 15; PhysioControl Inc., Redmond, WA, USA. Die für eine Defibrillation erforderlichen Bedienelemente bzw. -schritte sind herstellerseitig mit weißen Ziffern in aufsteigender Reihenfolge gekennzeichnet (Bedienpanel rechts oben).

Zunächst wurde den Studierenden mitgeteilt, dass es sich um ein einsatzbereites Gerät handelt und die Trainings-Defibrillationen daher aus Sicherheitsgründen mit einer Energiemenge von fünf Joule durchgeführt werden müssen (minimal einstellbare Defibrillationsenergie des Geräts). Danach wurde die schematische Aufteilung der bedienungsrelevanten Vorderseite erläutert. Dies schloss die Bestückung der seitlichen Taschen des Defibrillators mit EKG-Ableitungskabeln, Pulsoxymetrie-Fingerclip und Defibrillationselektroden ein. Es wurden die relevanten Tasten zum Einschalten des Defibrillators, zum Einstellen der Energiemenge sowie zum Laden und zur Schockabgabe gezeigt. Dabei wurde explizit auf die aufsteigende Nummerierung der relevanten Tasten als Orientierungshilfe hingewiesen (s. *Abbildung 5*).

Anschließend wurde anhand des Patientensimulators demonstriert, wie eine Drei-Kanal-EKG-Ableitung an einem Patienten zu etablieren ist. In diesem Zusammenhang wurde erneut gezeigt, welche Taste den Defibrillator einschaltet und darauf hingewiesen, dass zur Anzeige der EKG-Ableitung II (nach Einthoven) keine weiteren Bedienungsschritte notwendig sind. Zur Demonstration der EKG-Darstellung auf dem Monitor des Defibrillators wurde der vom Patientensimulator simulierte Sinusrhythmus verwendet. Anschließend

wurde der simulierte EKG-Rhythmus auf mittelgrobes Kammerflimmern (Rhythmus-Einstellung auf Megacode ALS Trainer: „VF medium“) verändert und den Studierenden die Schritte zum Wählen der Energiemenge und zur Schockabgabe erneut gezeigt. Im Anschluss hatten die Studierenden die Möglichkeit, Fragen zu stellen und die Bedienung des Gerätes zu üben beziehungsweise zu verinnerlichen.

2.2.1.4 Einweisung auf die Simulationsumgebung

Das Trainingsszenario fand in einem Simulations-Rettungswagen (SIMON Simulations-Notarztwagen, DocLab, Medizinische Fakultät, Universität Tübingen, Deutschland) statt. Dieser realitätsnahe Nachbau eines in Deutschland gängigen Rettungswagens (RTW) war mit voll funktionalem medizinischem Equipment und einem modernen High-Fidelity-Patientensimulator (Resusci Anne Simulator, Laerdal Medical GmbH, Puchheim, Deutschland) ausgestattet. Der Aufbau und das bereitgestellte Material war für jedes Szenario absolut identisch. Dies wurde durch die Tutoren mittels einer Checkliste vor jedem Szenario sichergestellt (s. *10.2 Checklisten Standardisierung, Seite 122*). Den Studierenden wurden in einer ca. zwanzigminütigen Unterweisung die Gerätebedienung sowie der Umgang mit dem Patientensimulator erläutert. Dabei wurden die durchführbaren medizinischen Maßnahmen (Befestigung der Defibrillationselektroden, Thoraxkompressionen, Palpation des Radialis- und Karotispulses, Blutdruckmessung, Intubation, Auskultation) direkt am Patientensimulator demonstriert und den Studierenden die Möglichkeit geboten, die Maßnahme unter Anleitung selber durchzuführen. Außerdem wurde der Umgang mit dem simulierten intravenösen Zugang und Medikamentengabe sowie dem simulierten Vitaldatenmonitor erläutert.

Abbildung 6 zeigt die Simulationsumgebung des Rettungswagens mit dem bereitgestellten medizinischen Equipment und dem zentralen Patientensimulator:

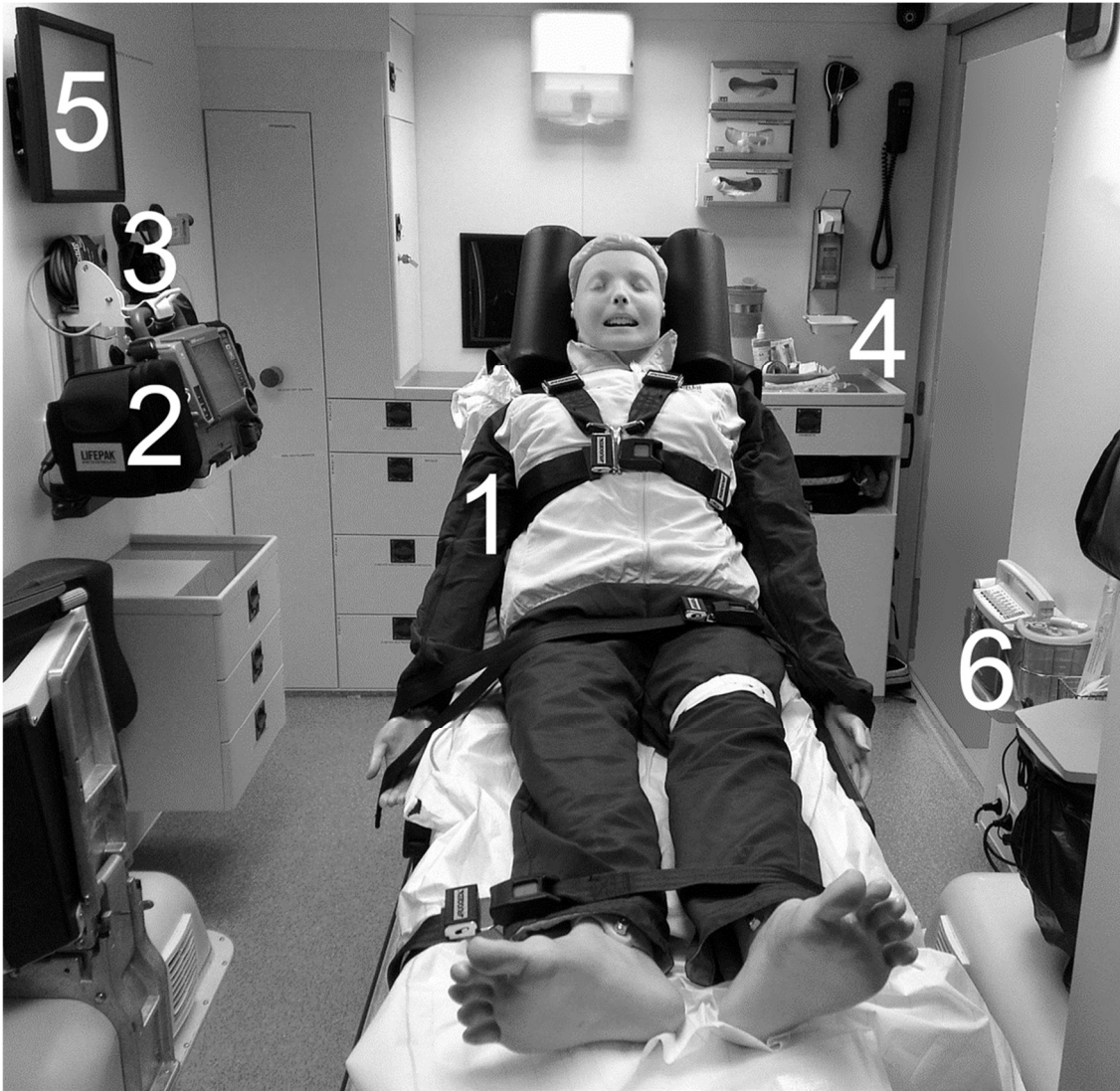


Abbildung 6: Innenansicht der Simulationsumgebung (Rettungswagen), vom Heck aus betrachtet. (1) Patientensimulator (Resusci Anne Simulator, Laerdal Medical GmbH, Puchheim, Deutschland), (2) Defibrillator (LifePak 15; PhysioControl Inc., Redmond, WA, USA), (3) Beatmungsbeutel mit Filter und Maske, (4) vorbestücktes Medikamenten- und Infusionsset, (5) Simulierter Vitaldaten-Monitor (Patient Monitor, Laerdal Medical GmbH, Puchheim, Deutschland), (6) Elektrische Absaugereinheit (AccuVac Rescue, Weinmann, Deutschland). *Abbildung modifiziert aus eigener Publikation [31].*

2.2.1.5 Trainingsszenario

Die Studierenden durchliefen das Szenario einzeln, während sich die verbleibenden Studierenden in einem akustisch und visuell abgetrennten Aufenthaltsraum aufhalten mussten. Der jeweils trainierende Studierende wurde mit einer präklinischen Notfallsituation konfrontiert. Hierzu erhielt der Studierende eine mündliche Einführung in das Szenario. Zunächst wurde dem Studierenden erklärt, dass er im anstehenden Szenario als verantwortlicher, weisungsbefugter (Not-)arzt agieren würde. Es wurde ihm zunächst der Helfer (Tutor) namentlich vorgestellt und deutlich gemacht, dass dieser ausschließlich auf explizite Anweisung hin Maßnahmen durchführen würde. Darüber hinaus wurde erklärt, dass der Helfer keinerlei Hinweise oder Hilfestellungen bei fachlichen Fragen geben könne (s. ergänzend: 2.2.3 *Standardisierter Helfer*, Seite 30). Um eine glaubwürdige Erklärung für die ausbleibende fachliche Hilfestellung seitens des Helfers zu bieten, wurde der Ausbildungsstand des Helfers als „Rettungsassistent im Praktikum“ beschrieben, der viele Maßnahmen bereits beherrsche, aber die Indikation zur Durchführung nicht stellen könne bzw. eine spezielle Maßnahme ggf. noch nicht erlernt habe.

Anschließend wurde dem Studierenden folgendes Notfallszenario beschrieben:

Der von ihm und seinem Helfer besetzte Notarztwagen wurde vom Patienten selber zu seiner Privatwohnung gerufen, da er unter Brustschmerzen und Luftnot leide. Der Patient sei von dem Helfer bereits in den Notarztwagen verbracht worden, in welchem er jetzt ansprechbar auf die Behandlung durch den Notarzt warte. Andere Personen seien nicht anwesend; der Notruf sei vom Patienten selber abgesetzt worden. Nachfragen bezüglich weiterer (persönlicher) Daten des Patienten vor Beginn des Szenarios wurden mit dem Hinweis, dass diese direkt vom Patienten erfragt werden können, beantwortet.

Mit der initialen Ansprache des Patienten durch den Probanden wurde das Szenario gestartet, welches wie in *Abbildung 7* schematisch dargestellt ablief:

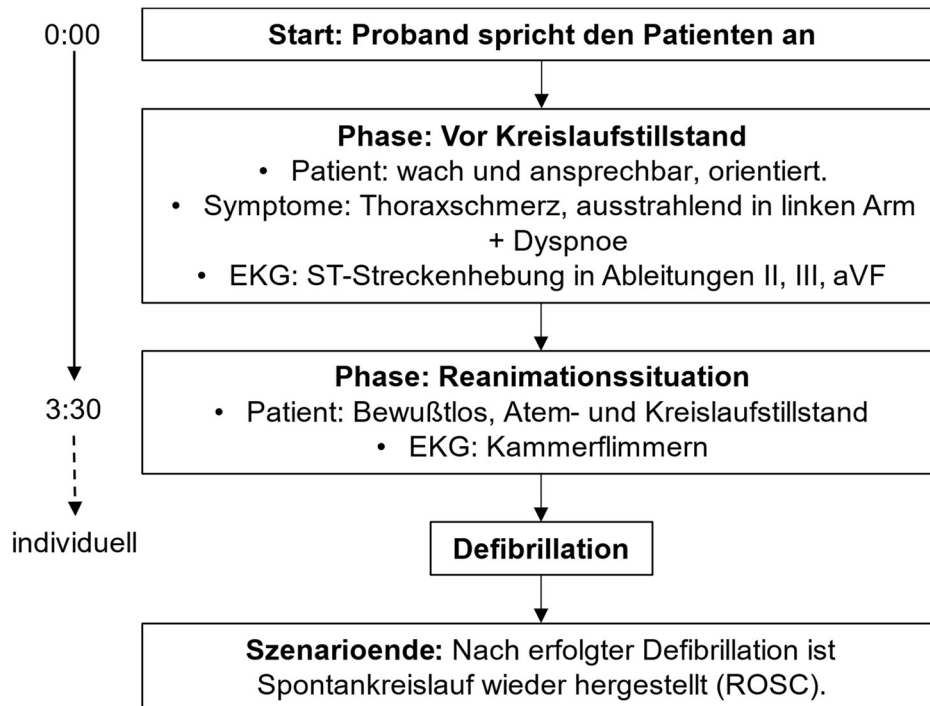


Abbildung 7: Schematischer Ablauf des Trainingszenarios. 3:30 Minuten nach erster Ansprache des Patienten verändert sich der EKG-Rhythmus automatisch bzw. unabhängig von den bis dahin ergriffenen Maßnahmen zu einem Kammerflimmern und der Patient ist nicht mehr ansprechbar. Nach der ersten Defibrillation erfolgte die Rückkehr des Spontankreislaufs (ROSC). Der restliche Ablauf des Szenarios (Postreanimationsphase) erfolgte individuell bzw. ohne weitere Datenerhebung.

Der Patient präsentierte sich initial mit den folgenden, in der Simulationsumgebung multimodal an Patientensimulator, Vitaldatenmonitor und Defibrillator zu erhebenden Vitalparametern:

Parameter	Initial	Kreislaufstillstand	Nach Defibrillation
Bewusstsein	GCS 15	GCS 3	GCS 13 - 14
Herzfrequenz	96 / min	0 / min	50 / min
EKG	Sinusrhythmus, ST-Elevation in II, III, aVF	Kammerflimmern	Sinusrhythmus, ST-Elevation in II, III, aVF, polymorphe Extrasystolen
Atemfrequenz	18 / min	0 / min	11 / min
Blutdruck	110 / 78 mmHg	Nicht messbar	83 / 59 mmHg
Puls	Zentral und peripher palpabel	Nicht tastbar	Zentral und peripher palpabel
Sauerstoffsättigung pulsoxymetrisch	92 %	Nicht messbar	93 %

Tabelle 1: Übersicht über die Vitalparameter des Patienten, initial und im Verlauf des Szenarios. Puls, Herzfrequenz und Atemfrequenz konnten direkt am Patientensimulator erhoben werden. EKG, Blutdruck und Sauerstoffsättigung mussten über den Defibrillator bzw. den Überwachungsmonitor abgelesen werden. GCS: Glasgow-Coma-Scale [32]

2.2.2 Benchmark durch erfahrene Tutoren

Um einen Referenzwert für die unter den gegebenen Bedingungen minimal erreichbare beziehungsweise schnellstmögliche Defibrillationszeit zu erhalten, wurde das Szenario durch zwei erfahrene Tutoren durchgeführt. Hierbei wurden nach zwei Durchläufen die Rollen getauscht und weitere zwei Szenariodurchläufe durchgeführt. Die erreichten Defibrillationszeiten wurden gemittelt und als "Benchmark" definiert (s. *Abbildung 15, Seite 46*).

2.2.3 Standardisierter Helfer

Die Teilnehmer wurden im Trainingsszenario von einem standardisierten Helfer unterstützt, der durch einen studentischen Tutor dargestellt wurde (s. *2.2.1.5 Trainingsszenario, Seite 28*). Insgesamt waren acht Tutoren in der Studie involviert. Das Tutorenteam bestand aus erfahrenen Mitgliedern der

Arbeitsgruppe Notfallmedizin Tübingen. Diese erhielten zusätzlich vor Beginn der Studie eine standardisierende Schulung, um sowohl fachlich als auch räumlich-logistisch das gleiche Unterstützungsniveau für alle Probanden gewährleisten zu können. Um den Einfluss sonstiger individueller Fähigkeiten oder Persönlichkeitseigenschaften der Tutoren auf das Szenario zu minimieren, wurden die Kompetenzen und die daraus resultierenden Verhaltensweisen des dargestellten Helfers vordefiniert. Darüber hinaus wurden die Tutoren instruiert, nicht eigeninitiativ zu agieren, sondern eine Maßnahme nur auf explizite Anweisung durch den Studierenden durchzuführen. Für den Fall, dass eine an den Helfer delegierte Aufgabe außerhalb seines Kompetenzkatalogs lag, wurden den Tutoren Reaktionsmöglichkeiten vorgegeben. Diese waren kontextbasiert gestaltet, so dass das entstehende Simulationsartefakt für den Teilnehmer so gering wie möglich gehalten wurde.

Erlaubte Tätigkeiten (auf Anweisung)	Untersagte Tätigkeiten
Bedienung der Patiententrage	Indikationsstellung für Maßnahmen
Sauerstoffmaske/Beatmungsbeutel vorbereiten/anschließen	
3-Kanal-/12-Kanal-EKG/Pulsoxymetrie anschließen und einschalten	EKG-Interpretation
Infusionen und Medikamente vorbereiten und verabreichen	Medikamentendosierung oder Indikation nennen
Intravenösen Zugang vorbereiten und legen	
Intubation vorbereiten und assistieren	Intubation durchführen
Maskenbeatmung des Patienten	
Thoraxkompressionen durchführen	Bedienen des Defibrillators/ Hilfestellung bei Benutzung

Tabelle 2: Übersicht über die Kompetenzen des simulierten Helfers (Tutor).

Die Tutoren führten die ihnen übertragenen erlaubten Aufgaben ohne artifizielle Fehler und in zügiger, aber realistischer Art und Weise aus.

Für eine vollständige Liste des Kompetenzkatalogs der Tutoren siehe *10.2 Checklisten Standardisierung, Seite 124*. Die beteiligten Tutoren mussten die Verinnerlichung und Einhaltung der Kompetenzvorgaben für jeden Tag der Datenerhebung schriftlich dokumentieren.

2.2.4 Randomisierung und Intervention

Nach Einteilung der Teilnehmer auf die Trainingstage wurden die Tage in Interventions- bzw. Kontrollgruppe randomisiert. Die Randomisierung fand durch den Zufallszahlengenerator von Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA) statt. Die Randomisierung wurde dem Versuchsleiter am Trainingstag erst nach Abschluss der Trainings bzw. der Messungen bekannt gegeben, um eine Beeinflussung des Versuchsleiters zu verhindern.

Je nach Randomisierung erhielten die Teilnehmer in Gruppen von maximal drei Probanden im Anschluss an den Trainingstag die Intervention.

2.2.5 Verwendete Erhebungswerkzeuge

Im Rahmen der Datenerhebung wurden verschiedene Medien und Technologien verwendet, die im Folgenden näher erläutert werden.

2.2.5.1 Fragebögen

Die Studierenden füllten zwei Fragebögen aus. Der erste Fragebogen wurde vor Beginn des Trainingstages ausgefüllt und enthielt demographische Basisdaten wie Alter, Geschlecht, Fachsemester und medizinische Vorausbildung. Außerdem wurde eine subjektive Einschätzung der eigenen Kenntnisse zur Reanimation abgefragt.

Der zweite Fragebogen wurde unmittelbar nach der Trainingsmessung ausgefüllt. In diesem wurden Szenario-spezifische Fakten und Eindrücke erfragt, sowie welche Faktoren möglicherweise Probleme verursacht haben. Außerdem wurde erneut eine subjektive Einschätzung der Reanimationsleistung erfragt.

Für die vollständige Auflistung aller Fragen in den Fragebögen siehe *10.6.2 Fragebogen 1 (Vor Beginn des Trainings), Seite 129* und *10.6.3 Fragebogen 2 (Nach dem Trainingsszenario), Seite 130*.

2.2.5.2 Aufzeichnung der Simulationsumgebung SIMON

Die Trainingsszenarien wurden mit dem Simulator-eigenen Videosystem aufgezeichnet. Das System zeichnete parallel den Innenraum aus drei Blickwinkeln, die Anzeige des Vitaldatenmonitors und sämtliche Gespräche und Geräusche aus dem Simulator sowie die Kommunikation des Szenarioleiters mit den Trainierenden auf.

2.2.5.3 Aufzeichnung mit einer am Kopf getragenen Kamera

Ergänzend trugen die Probanden der ersten Kohorte eine Kamera am Kopf. Diese entstammte dem Sport-/Freizeitbereich und wird üblicherweise zur Aufzeichnung von sportlichen Aktivitäten genutzt (sog. „Action-Cam“). In der Auswertung der Aufzeichnungen zeigte sich, dass aufgrund des großen Blickwinkels bzw. Blickfelds keine reliablen Rückschlüsse auf das tatsächliche Gesichtsfeld bzw. auf den Fokuspunkt des Probanden gezogen werden konnten. Daher wurde in den Untersuchungen der folgenden Kohorten auf diese Kamera verzichtet.

2.2.5.4 Ereignisaufzeichnung des Patientensimulators

Die Steuerungseinheit des verwendeten Patientensimulators (SimPad, Laerdal Medical GmbH, Puchheim, Deutschland) zeichnete während des laufenden Trainingsszenarios alle Zustände oder Veränderungen des Patientensimulators millisekündlich auf. Dabei konnten nur Ereignisse aufgezeichnet werden, die unmittelbar den Patientensimulator oder den simulierten Vitaldatenmonitor betrafen. Verbale Interaktion oder Maßnahmen wie Medikamentengabe wurden nicht registriert. Der Patientensimulator bot darüber hinaus prinzipiell die Möglichkeit zur Aufzeichnung der Qualität der Thoraxkompressionen und Beatmungsvolumina. Jedoch mussten die diesbezüglich aufgezeichneten Daten verworfen werden, da sich die Verlässlichkeit des Sensors aus mechanischen Gründen als unzureichend erwies. Die weiteren aus den erzeugten Protokolldateien extrahierten Daten konnten zuverlässig zur Unterstützung bzw. Verifizierung der Videoauswertung herangezogen werden.

2.2.5.5 Standardisiertes Interview

Direkt im Anschluss an das Trainingsszenario füllten die Probanden Fragebogen 2 aus (s. 2.2.5.1 Fragebögen, Seite 32). Anschließend führten die Tutoren mit dem Teilnehmer ein standardisiertes qualitatives Interview [33]. Die Tutoren lasen dem Teilnehmer dazu zunächst eine erklärende Einleitung vor, bevor sie die festgelegten Fragen verlasen. Die Fragen waren offen formuliert und der Teilnehmer hatte nach dem Vorlesen einer Frage kein festes Zeitlimit zur Beantwortung. (Zur detaillierten Interview-Vorlage siehe 10.5 Checkliste Standardisiertes Interview, Seite 127). Sobald ein Teilnehmer nach dem Ermessen des Tutors die Beantwortung der Frage beendet hatte oder dies äußerte, wurde die nächste Frage vorgelesen. Das Interview wurde mittels einer Kamera aufgezeichnet, wobei nur die Tonaufzeichnung für die inhaltliche Auswertung verwendet wurde. Zur sicheren Datensatz-Zuordnung wurde vor Beginn des Interviews der Buchstaben-Code des Teilnehmers abgefilmt.

2.2.6 Datenprozessierung

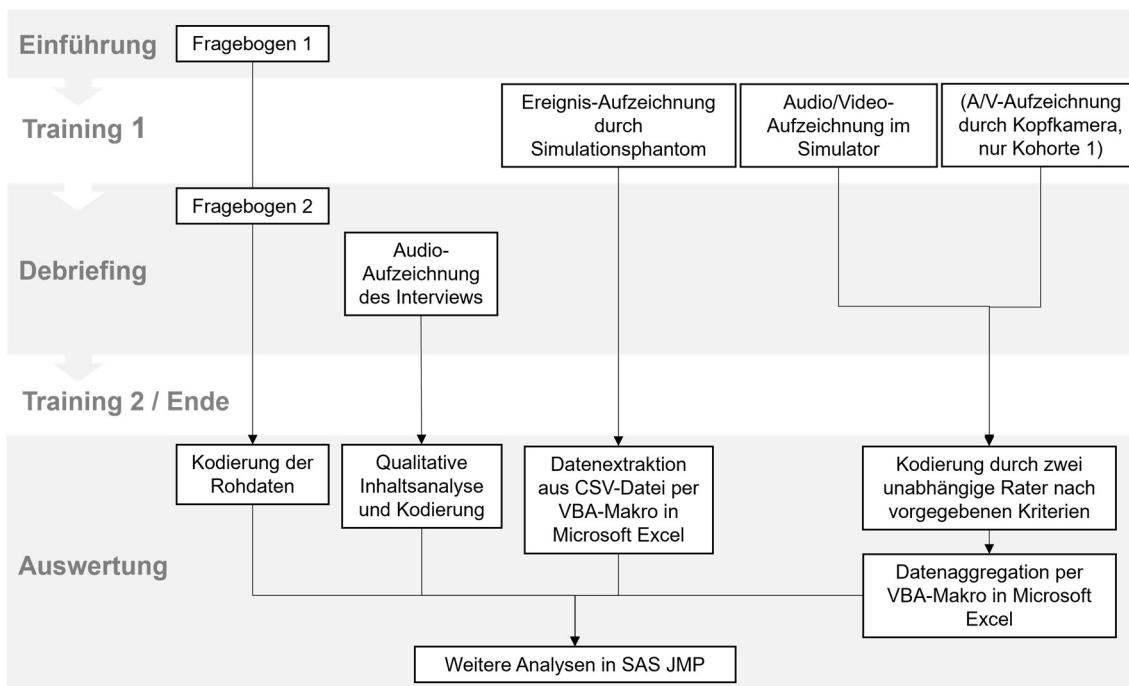


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Datenerhebung während eines Trainingstages und anschließende Datenprozessierung. SAS JMP ist ein Statistik-Programm (SAS Institute Inc, Cary, USA). Microsoft Excel ist ein Tabellenkalkulations-Programm (Microsoft Corporation, Redmond, USA). Visual Basic for Applications (VBA) ist eine Skriptsprache zur Steuerung von Microsoft-Office-Produkten (Microsoft Corporation, Redmond, USA). Das VBA-Makro wurde mit Hilfe der offiziellen Microsoft-VBA-Dokumentation für diese Arbeit selbst entwickelt.

2.2.6.1 Videorating

Die strukturierte Auswertung der Trainingsaufzeichnungen wurde durch zwei unabhängige Personen durchgeführt (im Folgenden „Videorater“ oder „Rater“), die selber nicht als Tutoren oder Teilnehmer involviert waren. Ihre Aufgabe bestand darin, definierte Ereignisse in den Videoaufzeichnungen nach festgelegten Kriterien (s. 10.4 Kriterien für Video-Rating, Seite 126) zu bewerten oder Zeitabstände bzw. Zeitmarken abzulesen und in eine vordefinierte Tabelle einzutragen. Um möglichen Störfaktoren wie Konzentration oder Motivation zu begegnen, bearbeiteten beide Rater jeweils den kompletten Datensatz unabhängig in zufälliger Reihenfolge. Bei zu stark abweichenden Bewertungen objektiver Zeitmarken wurde das entsprechende Element von beiden Ratern neu bearbeitet (Abweichung drei Sekunden oder größer).

Zum Abspielen der Aufnahmen für die Auswertung wurde der Medienplayer „VLC media player“ (VideoLan Organization, Paris, Frankreich) vorgeschrieben:

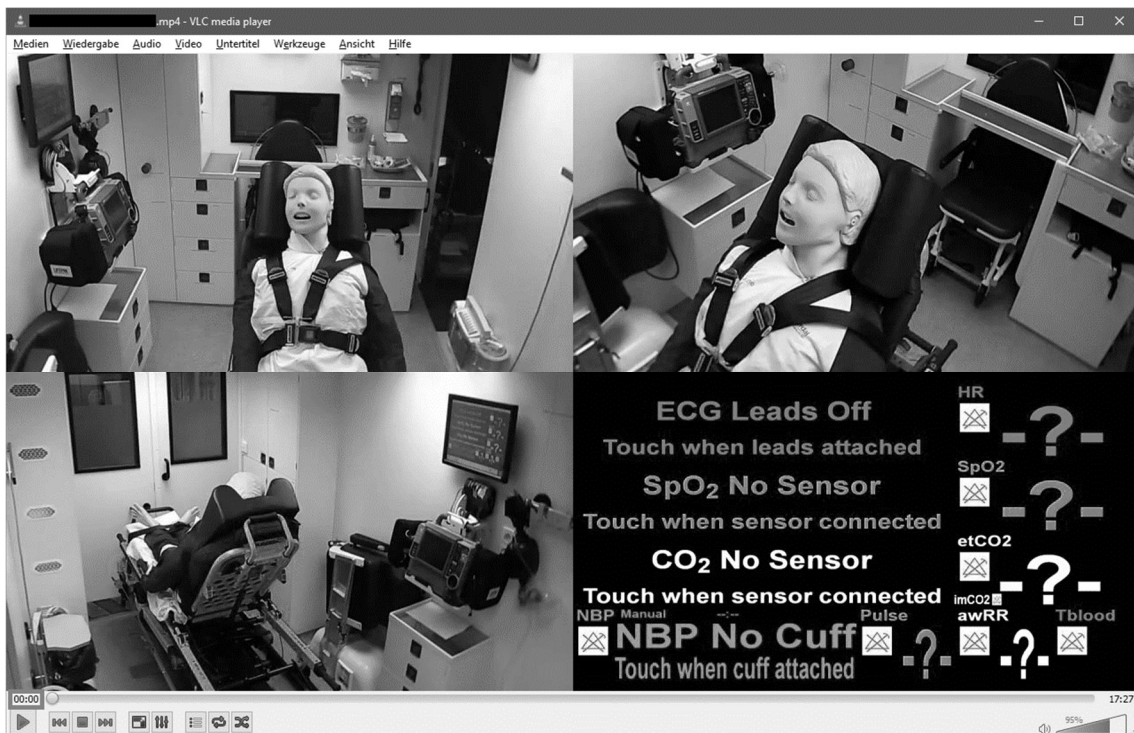


Abbildung 9: Benutzeroberfläche des zur Auswertung genutzten Medienplayers „VLC media player“. Bei der Bewertung von Zeitmarken lasen die Videorater die im Player angezeigte Zeit ab (Kästchen links unten). Die Kamerapositionen bzw. Bildausschnitte waren wie oben gezeigt derartig standardisiert, dass jede relevante Handlung der Teilnehmer sichtbar war.

Beim Bewerten von Elementen, die zeitlich erfasst werden sollten, lasen die Rater im Falle eines entsprechenden Ereignisses die im Medienplayer angezeigte Abspielzeit (Markierung links unten, *Abbildung 9, Seite 35*) ab. Der Player bietet im Benutzerinterface eine Anzeigegenauigkeit von einer Sekunde, was für die vorliegende Fragestellung als hinreichend präzise erachtet wird.

2.2.7 Datenschutz

Da bei dieser Studie neben dem Ausfüllen von Fragebögen auch Video- und Tonaufzeichnungen erfolgten, wurde das Vorgehen in Hinsicht auf den Datenschutz vor Beginn der Studie mit dem Datenschutzbeauftragten der Universität Tübingen (Hr. Siegmund Ruff) abgestimmt und in der im Folgenden erläuterten Form freigegeben.

Die Studierenden erhielten zu Beginn des Trainingstages eine ausführliche Erklärung zu den erhobenen Daten und der weiteren Verwendung. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, diese auf dem ausgehändigten Dokument nachzulesen und Fragen zu stellen (siehe dazu *10.6.1 Datenschutzerklärung und Einwilligung zur Studienteilnahme, Seite 128*).

Als Studienziel wurde ihnen die „Verbesserung des Reanimationstrainings für PJ-Studierende“ genannt.

Alle erhobenen Daten wurden pseudonymisiert. Zu diesem Zweck zogen die Studierenden zu Beginn eines Trainingstages Klebefolien mit einer zufällig generierten sechsstelligen Großbuchstabenkombination (jeweils vier gleiche Kombinationen pro Aufkleberstreifen). Diese Aufkleber bzw. Buchstabenkombinationen wurden im Verlauf des Trainings für die pseudonymisierte Beschriftung der Datenerhebungsmedien verwendet. Für die Teilnehmer, die freiwillig an dem zeitversetzten zweiten Training teilnahmen, erfolgte eine weitere Messung. Um den Datensatz der zweiten Messung dem Datensatz der ersten Messung zuverlässig zuordnen zu können, generierten die Teilnehmer ein persönliches fünfstelliges Pseudonym anhand eines vorgegebenen Schemas. Dieses persönliche Pseudonym wurde zusammen mit dem zufällig gezogenen Pseudonym erfasst, so dass die Zuordnung gewährleistet werden konnte. Durch dieses Vorgehen wurde über beide Messungen gewährleistet, dass zu keiner Zeit anhand der

Buchstabenkombination auf die Identität des Teilnehmers geschlossen werden konnte.

Da eine sofortige (automatisierte) Anonymisierung der Videoaufzeichnungen (z.B. Unkenntlichmachung des Gesichts) nur mit hohem technischem und finanziellem Aufwand möglich gewesen wäre, wurde in Absprache mit dem Datenschutzbeauftragten darauf verzichtet. Die Aufzeichnungen wurden in Folge nur dem Studienleiter und den mit der Auswertung Beauftragten zugänglich gemacht. Sowohl Studienleiter als auch alle an der Auswertung Beteiligten hatten vor Beginn der Studie eine Verschwiegenheitserklärung unterzeichnet. Die erhobenen Daten wurden verschlüsselt und zugriffsgesichert gespeichert.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Analysephase (Kohorte 1)

Teile der folgenden Ergebnisse der Analysephase wurden bereits in anderer Form veröffentlicht ([31], [34]).

3.1.1 Probandeneinschluss und Demographie in der Analysephase

Die Probanden für die Analysephase dieser Studie waren Studierende im ersten Tertial des Praktischen Jahrs im Wintersemester 2014/2015 an der Universität Tübingen. Die Teilnahme an einem Reanimationstraining war im Rahmen des Curriculums verpflichtend. Während dieses Reanimationstrainings wurde die Datenerhebung durchgeführt. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Insgesamt nahmen $n = 52$ Probanden in der Analysephase an der Studie teil. Drei Datensätze mussten von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden (s. 3.1.2 *Ausgeschlossene Datensätze, Seite 40*), so dass $n = 49$ Datensätze ausgewertet werden konnten:

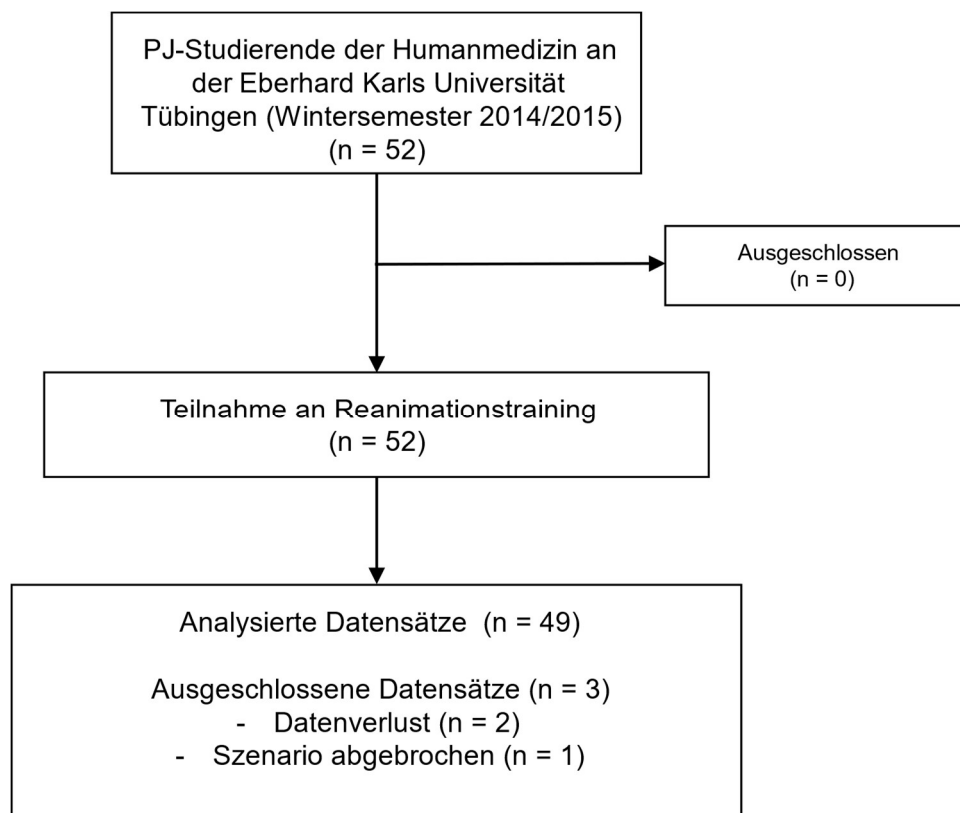


Abbildung 10: Probandeneinschluss in Kohorte 1 (Analysephase). Darstellung nach dem CONSORT-Statement [35]. *Modifiziert aus eigener Publikation [31].*

Vor Beginn des Reanimationstrainings füllten die Probanden, die in die Teilnahme an der Studie eingewilligt hatten, den ersten Fragebogen aus (s. 10.6.2 *Fragebogen 1, Seite 129*). Der Fragebogen erhob unter Anderem demographische Basisdaten. In *Tabelle 3* sind diese Basisdaten der Analysephase dargestellt:

	Analysephase (Kohorte 1)
Gesamt n	49
Alter in Jahren, median (Q ₂₅ – Q ₇₅)	26 (26 – 29.5)
– Keine Angaben gemacht	0
Weiblich n (%)	28 (57 %)
– Keine Angaben gemacht	0
Monate seit letztem Reanimationstraining, median (Q ₂₅ – Q ₇₅)	24 (12 – 30)
- Keine Angaben gemacht	7 (14 %)
Relevante vorherige Berufsausbildung n (%)	9 (18 %)
- Keine Angaben gemacht	0
Hochschulsemester, median (Q ₂₅ – Q ₇₅)	13 (12 – 13)
– Keine Angaben gemacht	7 (14 %)
Fachsemester, median (Q ₂₅ – Q ₇₅)	11 (11 – 11)
– Keine Angaben gemacht	0
Muttersprache Deutsch n (%)	In der ersten Kohorte nicht erfragt
- Andere Muttersprache, aber gute Beherrschung der deutschen Sprache n (%)	
- Keine Angaben gemacht	

Tabelle 3: Übersicht über das eingeschlossene Probandenkollektiv in der Analysephase (Kohorte 1). Alter, Fach- und Hochschulsemester als Median angegeben. Relevante Berufsausbildungen: Rettungsassistent, Rettungssanitäter, Gesundheits- und Krankenpflege. Prozentangaben mathematisch auf ganze Zahlen gerundet. *Tabelle modifiziert aus eigener Publikation [31].*

3.1.2 Ausgeschlossene Datensätze

In der ersten Kohorte wurden drei Datensätze ausgeschlossen. Ursächlich waren zweimalig technisch bedingter Datenverlust (Szenario-IDs NQNLAf, PXZOXM) und einmalig der Abbruch des Szenarios aus Sicherheitsgründen (PJRJCX).

3.1.3 Primäroutcome: Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib)

Der primäre Zielparameter der Studie war die absolute Zeit in Sekunden bis zur ersten Defibrillation nach Eintritt des Kammerflimmerns. Die Probanden absolvierten ein simuliertes Reanimationsszenario, in welchem die Zeit bis zur ersten Defibrillation gemessen wurde. Die Probanden in der Analysephase erzielten eine mediane Defibrillationszeit von $m = 158$ s (IQR 107 – 270 s, $n = 49$) [31]. In *Abbildung 11* sind die erzielten Defibrillationszeiten im Verhältnis zu dem aus der Literatur abgeleiteten Zielkorridor von 120 – 180 s [18 – 21] und der in diesem Szenario minimal möglichen Defibrillationszeit von 25 s („Benchmark“; s. 2.2.2 *Benchmark durch erfahrene Tutoren, Seite 30*) dargestellt:

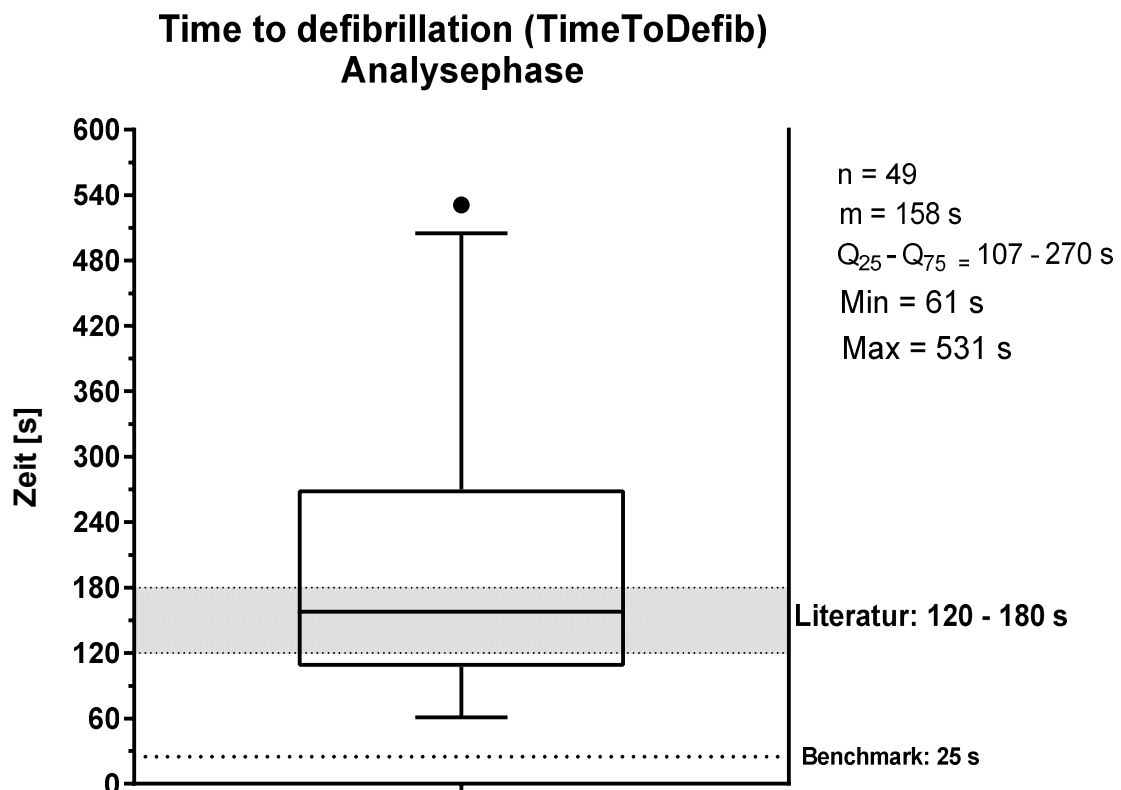


Abbildung 11: Box-Plot der erzielten Defibrillationszeiten (Analysephase). Ordinatenursprung (0 s): Beginn des Kammerflimmerns (vgl. *Abbildung 14, Seite 45*). Whisker nach Tukey skaliert. Zeitwerte ganzzahlig gerundet. m = Median. Grafik modifiziert aus eigener Publikation [31].

Die mediane Defibrillationszeit in dieser Kohorte lag mit $m = 158$ s im oberen Bereich, aber noch deutlich innerhalb des Zielkorridors. Es zeigte sich eine große Streuung der Defibrillationszeiten mit einem Interquartilabstand von 163 s (IQR 107 – 270s). Die minimal durch die Probanden erzielte Defibrillationszeit betrug 61 s, was knapp dem Zweieinhalbfachen der Benchmark von 25 s entspricht.

3.1.4 Sekundäre Zielparameter

Neben der Zeit bis zur ersten Defibrillation wurden weitere Zeitintervalle und ihr Einfluss auf den primären Zielparameter untersucht. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der vorhandenen Vorausbildung, der frühzeitigen Etablierung einer kontinuierlichen EKG-Überwachung, sowie dem zeitlichen Ablauf der Defibrillation nach Eintritt des Kammerflimmerns. Mittels eines zweiten Fragebogens und eines standardisierten Interviews nach Abschluss des Trainingsszenarios sollten Einblicke in die Gedankengänge und individuell wahrgenommene Schwierigkeiten der Probanden gewonnen und andere Einflussquellen eruiert werden. Ergänzend sollte überprüft werden, ob die involvierten Tutoren trotz weitestmöglicher Standardisierung (s. 2.2.3 *Standardisierter Helfer, Seite 30*) Einfluss auf die Defibrillationszeit ausgeübt haben.

3.1.4.1 Einfluss medizinischer Vorausbildung auf die Defibrillationszeit

Durch eine medizinische Vorausbildung erschien eine positive bzw. verkürzende Beeinflussung der erzielten Defibrillationszeiten denkbar. Es wurden daher abgeschlossene medizinische Vorausbildungen von den Probanden erfragt. Als relevante Vorausbildungen wurden Rettungsassistent, Rettungssanitäter, sowie Gesundheits- und Krankenpflege definiert. In *Abbildung 12, Seite 42* sind die Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von einer Vorausbildung dargestellt. In der Gruppe der Probanden mit Vorausbildung ($n = 9$) zeigt sich eine etwas niedrigere mediane Defibrillationszeit und eine geringere Streuung der Zeitwerte ($m = 149$ s, IQR 135 – 242 s) als in der Gruppe der Probanden ohne Vorausbildung ($n = 40$, $m = 163$ s, IQR 95 – 274 s). Die absolut niedrigsten Defibrillationszeiten wurden in der Gruppe der Probanden ohne Vorausbildung erzielt.

TimeToDefib vs. Vorausbildung Analysephase

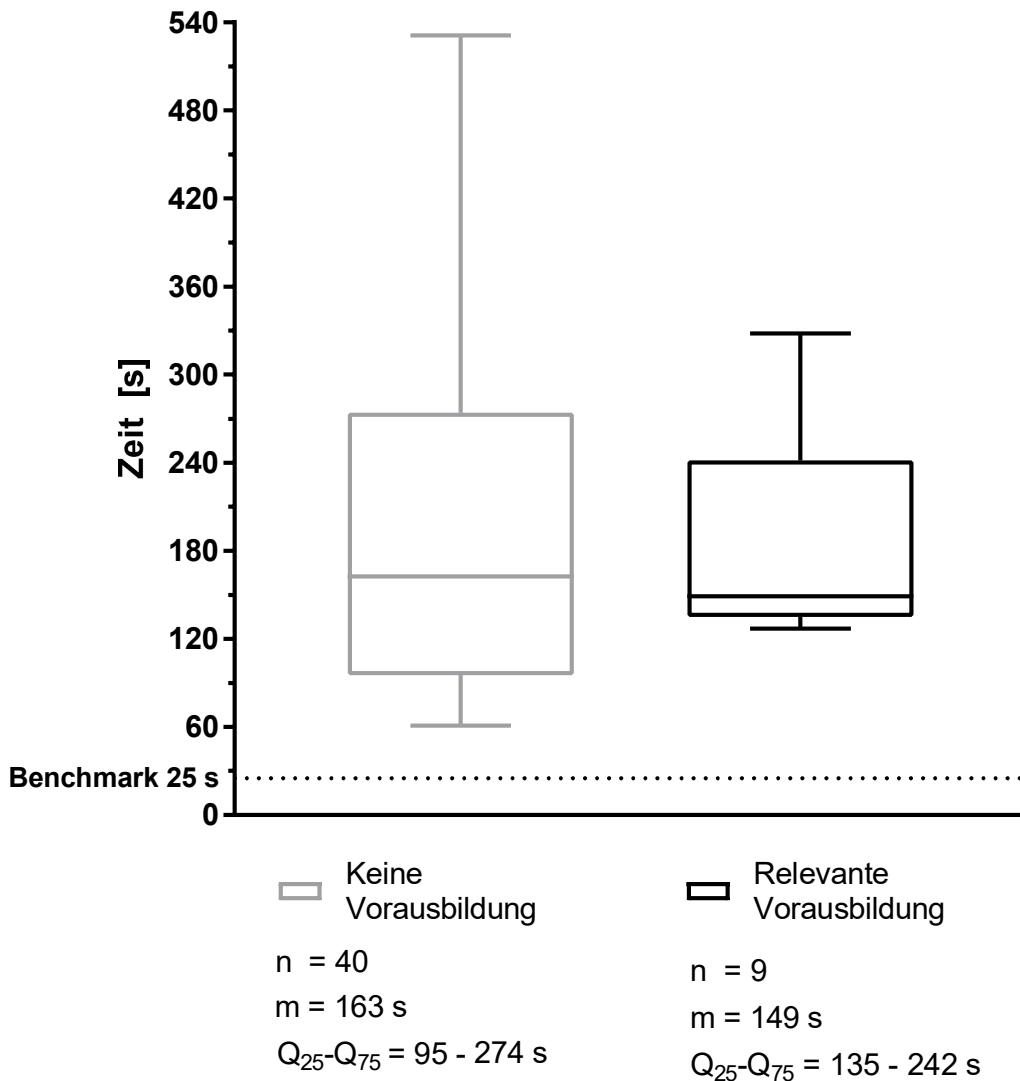


Abbildung 12: Box-Plot der Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von einer medizinischen Vorausbildung (Analysephase). Relevante Berufsausbildungen: Rettungsassistent, Rettungssanitäter, Gesundheits- und Krankenpflege. Whisker nach Tukey skaliert. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

3.1.4.2 Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung und die assoziierte Zeit bis zur ersten Defibrillation (*TimeToECG* vs. *TimeToDefib*)

Im Szenario wurde der Anschluss aller erforderlichen EKG-Elektroden an den Patientensimulator und das anschließende Aktivieren der EKG-Anzeige auf dem Vitaldatenmonitor als Zeitpunkt der vollständigen Etablierung einer EKG-Ableitung definiert. *Abbildung 13* zeigt die Defibrillationszeiten in Abhängigkeit des Zeitpunkts der ersten EKG-Ableitung:

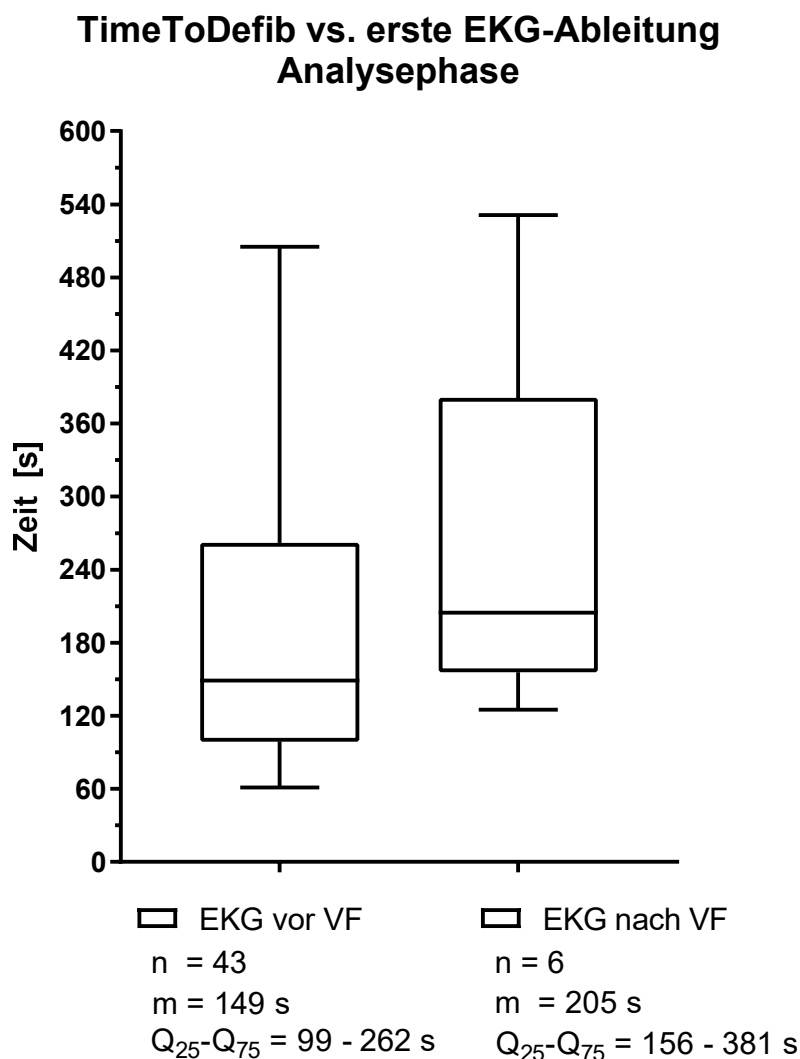


Abbildung 13: Box-Plot der Defibrillationszeiten in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung (Analysephase). VF = ventricular fibrillation, Kammerflimmern. Whisker nach Tukey skaliert. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

Von insgesamt n = 49 Probanden in der Analysephase etablierten n = 43 das EKG-Monitoring nach o.g. Kriterien rechtzeitig, d.h. vor Eintritt des

Kammerflimmerns. Sechs Probanden konnten das EKG-Monitoring erst verspätet, d.h. nach Eintritt des Kammerflimmerns etablieren. In der verspäteten Gruppe zeigte sich eine deutlich höhere mediane Defibrillationszeit von $m = 205$ s ($n = 6$, IQR 156 – 381 s) als in der Gruppe mit rechtzeitigem EKG-Monitoring ($n = 43$, $m = 149$ s, IQR 99 – 262 s).

3.1.4.3 Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation

Teile dieses Abschnitts wurden bereits veröffentlicht [31].

Das Zeitintervall zwischen Eintritt des Kammerflimmerns und erfolgter Schockabgabe (TimeToDefib) wurde weiter in Subintervalle unterteilt:

1. Wie viel Zeit vergeht, bis die Probanden beginnen, die Defibrillation vorzubereiten? (TimeToStartPrepDefib)
2. Wie lange benötigen die Probanden für die Vorbereitung der Defibrillation? (TimeForPrepDefib)
3. Wie schnell wird nach vollständiger Defibrillator-Vorbereitung der Schock abgegeben? (TimeForDoDefib)

In *Abbildung 14* ist der Szenarioablauf mit den oben genannten Subintervallen schematisch dargestellt:

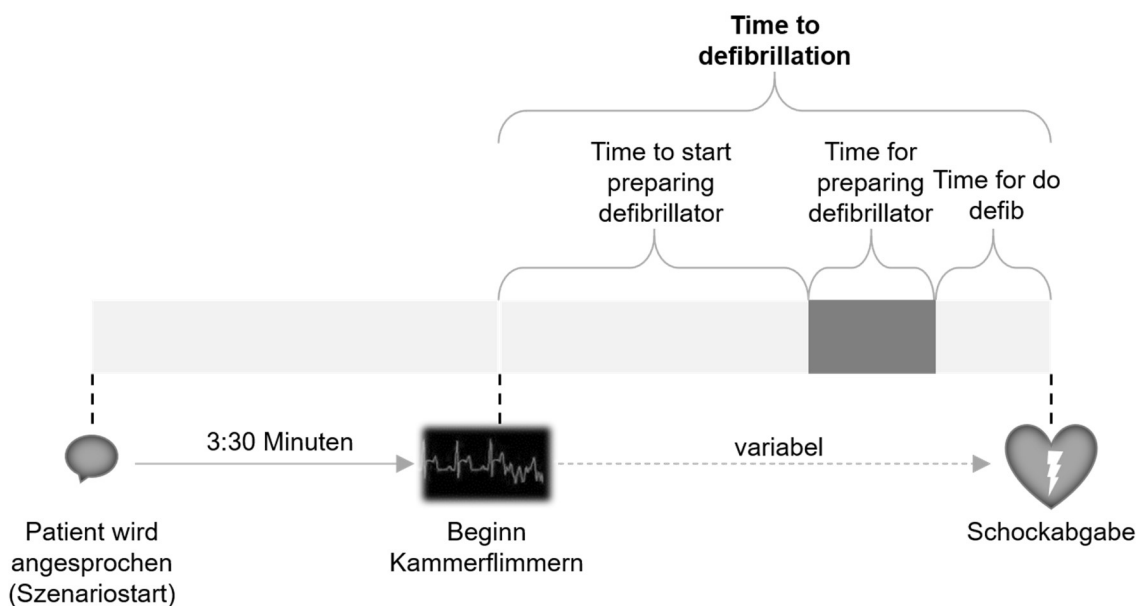


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Subintervalle der Zeit bis zur Defibrillation (TimeToDefib). Time to start preparing defibrillator: Zeitintervall, bis mit der Defibrillator-Vorbereitung begonnen wird. Time for preparing defibrillator: Benötigte Zeit für die Vorbereitung des Defibrillators. Time for do defib: Zeitintervall zwischen Fertigstellung der Defibrillatorvorbereitung und der Schockabgabe. Die Ladezeit des Defibrillators beträgt weniger als eine Sekunde und ist daher nicht aufgeführt. Größenverhältnisse der Subintervalle sind hier ohne Bedeutung, da nur zur schematischen Visualisierung. EKG-Ausschnitt entspricht tatsächlicher EKG-Darstellung im Szenario (Screenshot). *Grafik modifiziert aus eigener Publikation [31].*

Als Beginn der Defibrillatorvorbereitung war das Öffnen der rechten Defibrillatortasche durch den Probanden (enthielt Defibrillationselektroden, s. *Abbildung 5: Verwendeter Defibrillator, Seite 25*) definiert. Der Zeitpunkt der vollständigen Defibrillatorvorbereitung wurde durch die Videorater kodiert, sobald die Defibrillationselektroden auf den Kontakten des Patientensimulators befestigt und der Defibrillator eingeschaltet war. Im Zeitintervall „TimeForDoDefib“ musste die Defibrillationsenergie aus Sicherheitsgründen manuell auf 5 Joule reduziert werden, der Defibrillator geladen werden, sichere Schockbedingungen durch eine idealerweise laute verbale Warnung hergestellt werden und abschließend die Schockabgabe ausgelöst werden.

Die benötigte Ladezeit des Defibrillators wird in allen Analysen vernachlässigt, da diese aufgrund der aus Sicherheitsgründen reduzierten Defibrillationsenergie von fünf Joule weniger als eine Sekunde beträgt.

In der Analysephase ergaben sich die in *Abbildung 15* visualisierten Werte. Zur Referenz sind die Subintervalle des Benchmark-Szenarios ergänzend mit dargestellt (unterer Balken):

Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation Analysephase

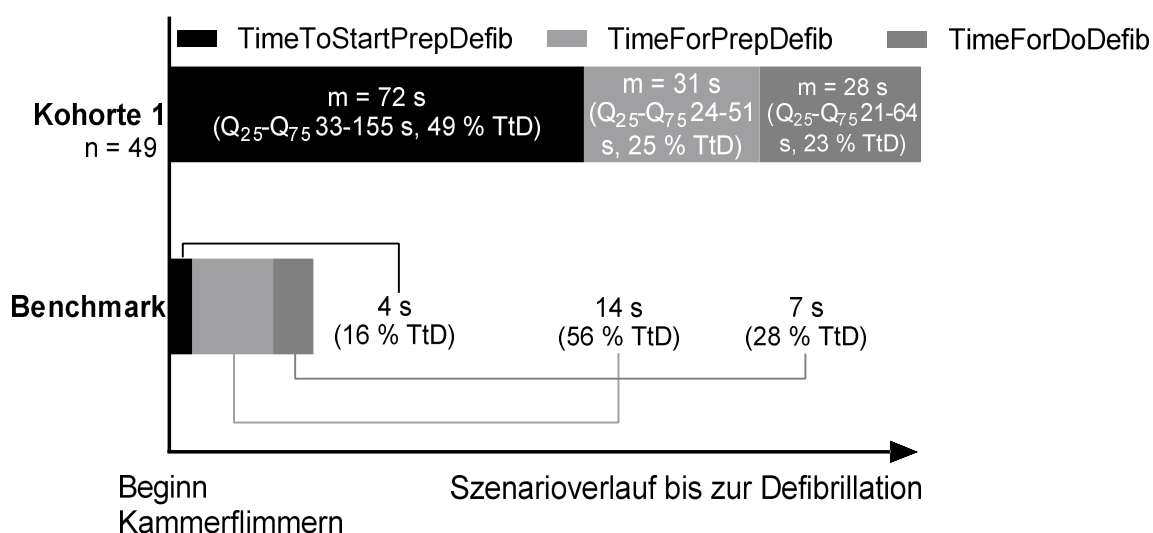


Abbildung 15: Subintervalle der Defibrillationszeit (gestapeltes Balkendiagramm). Zur detaillierten Erläuterung der einzelnen Subintervalle siehe *Abbildung 14, Seite 45*. Medianwert der Anteile an der Probanden-individuellen TimeToDefib hier als % TtD bezeichnet. m = Median. *Grafik modifiziert aus eigener Publikation [31].*

Mit $m = 72$ s ($n = 49$, IQR 33 – 155 s) bzw. $m = 49$ % TtD (Anteil des jeweiligen Intervalls an der Probanden-individuellen TimeToDefib, $n = 49$, IQR 29 – 65 %) verging etwa die Hälfte der Gesamt-TimeToDefib bis die Probanden mit der Defibrillatorvorbereitung begannen (TimeToStartPrepDefib). Im Benchmark-Szenario wurde mit der Vorbereitung nach 4 s bzw. 16 % TtD begonnen bzw. wurden in der internen Benchmark aus Gründen des Realismus zwischen Eintreten des Kammerflimmerns und dem Beginn der Defibrillatorvorbereitung 4 s definiert, um einer menschlichen Reaktionszeit Rechnung zu tragen (Überwinden des Überraschungsmoments, räumlich-organisatorische Neuordnung).

Für die Defibrillatorvorbereitung benötigten die Probanden $m = 31$ s ($n = 49$, IQR 24 – 51 s) bzw. 25 % TtD ($n = 49$, IQR 13 – 33 %). Im Benchmark-Szenario wurden für die Vorbereitung 14 s bzw. 56 % TtD benötigt.

Nach Fertigstellung der Vorbereitung vergingen $m = 28$ s ($n = 49$, IQR 21 – 64 s) bzw. 23 % TtD ($n = 49$ s, IQR 12 – 35 %), bis die Schockabgabe erfolgte. Im Benchmark-Szenario wurden hierfür 7 s bzw. 28 % TtD benötigt.

3.1.4.4 Einfluss der Tutoren auf die Zeit bis zur Defibrillation

Die Probanden wurden im Reanimationsszenario durch standardisierte Helfer unterstützt, deren Kompetenzen und Eigenständigkeit bei der Durchführung oder Indizierung von Maßnahmen beschränkt wurden, um jedweden Einfluss auf das Szenario so weit wie möglich zu unterbinden. Für eine detaillierte Darstellung der standardisierten Helfer siehe auch 2.2.3 *Standardisierter Helfer*, Seite 30.

In *Abbildung 16* sind die Defibrillationszeiten der Probanden gruppiert nach involviertem Tutor dargestellt:

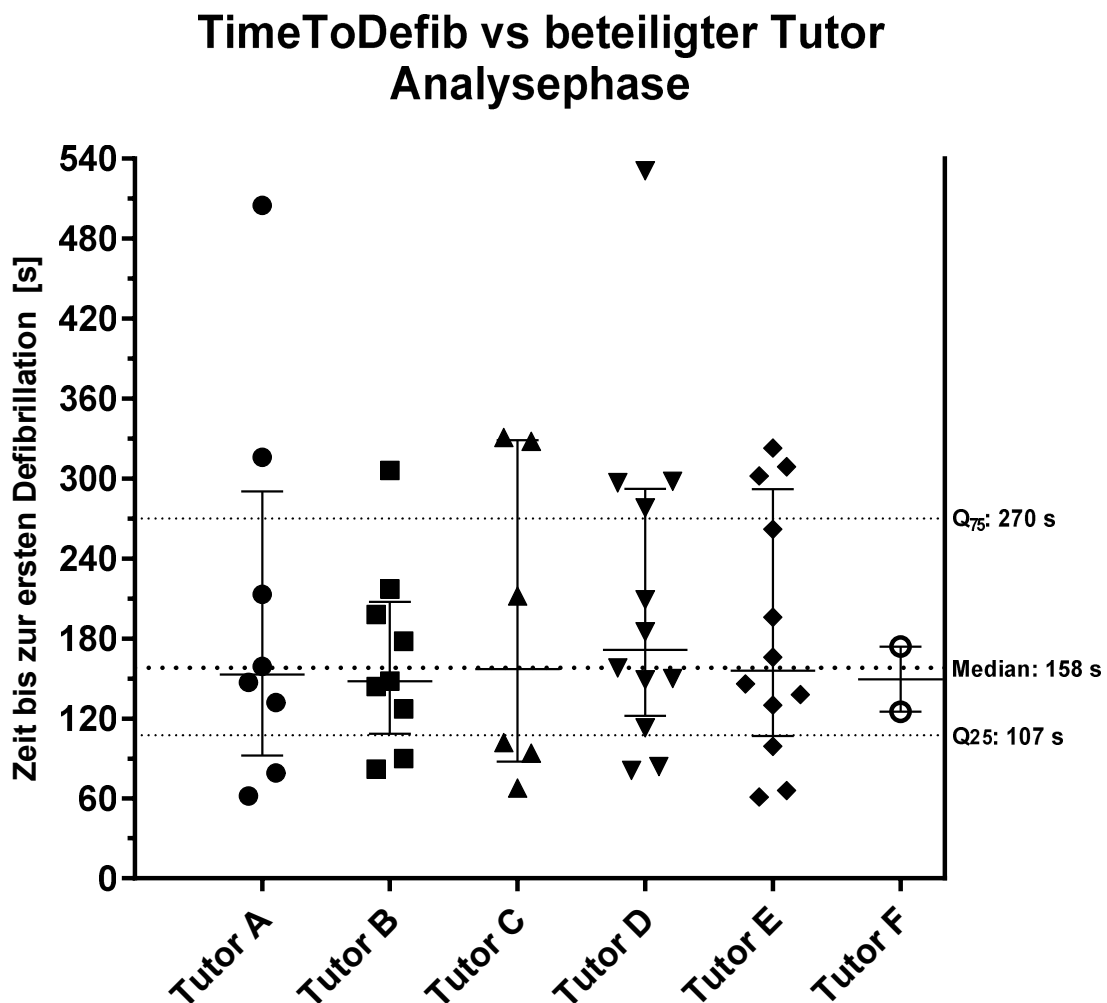


Abbildung 16: Scatter-Dot-Plot der Defibrillationszeiten (TimeToDefib) gruppiert nach Tutor in Kohorte 1. Gepunktete horizontale Linien zeigen Median-Wert bzw. Q₂₅- und Q₇₅-Quantilen der Gesamt-Kohorte 1 (n = 49, m = 158 s, IQR 107 – 270 s, vgl. *Abbildung 11*, Seite 40). Innerhalb der Tutor-bezogenen Gruppen sind die statistischen Kennzahlen durch dünne, solide Striche dargestellt (Medianwert, Q₂₅- und Q₇₅-Quantilen).

Es zeigten sich über alle involvierten Tutoren weitgehend vergleichbare mediane Defibrillationszeiten bzw. eine maximale Abweichung von 10 s vom Gesamt-Median von $m = 158$ s:

- Tutor A: $n = 8$, $m = 153$ s, IQR 92 – 290 s
- Tutor B: $n = 9$, $m = 148$ s, IQR 109 – 207 s
- Tutor C: $n = 6$, $m = 157$ s, IQR 88 – 328 s
- Tutor D: $n = 12$, $m = 172$ s, IQR 122 – 292 s
- Tutor E: $n = 12$, $m = 156$ s, IQR 107 – 292 s
- Tutor F: $n = 2$, $m = 149$ s, IQR 125 – 174 s

Eine Ausnahme stellt die Gruppe von Tutor D dar, in welcher sich eine etwas höhere mediane Defibrillationszeit von $m = 172$ s bzw. eine Abweichung von 14 s vom Gesamt-Median ($m = 158$ s) zeigte.

3.1.4.5 Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario

Zunächst wurde von den Probanden eine kontextlose, subjektive Einschätzung der zuvor erzielten Reanimationsleistung erfragt. Zur Beantwortung mussten die Probanden eine Markierung auf einer Linie setzen, die von „Schlecht“ auf der linken Seite bis „Gut“ auf der rechten Seite eine stufenlose und dimensionslose Angabe ermöglichte.

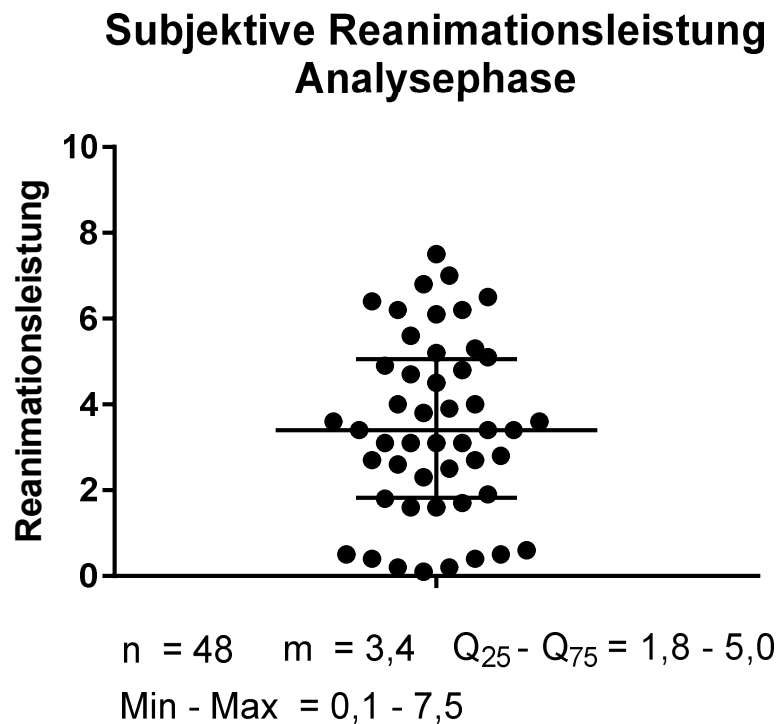


Abbildung 17: Subjektive Einschätzung der erzielten Reanimationsleistung (Analysephase): Die gesetzte Markierung auf einer zehn Zentimeter langen Linie wurde in einen Zahlenwert übertragen. Je höher der Wert, desto höher bzw. besser hat der Proband seine erzielte Reanimationsleistung eingeschätzt. Ein Proband beantwortete die Frage nicht. m = Median.

Die subjektiven Einschätzungen liegen überwiegend im unteren Teil des Spektrums bzw. schätzten die Probanden ihre Reanimationsleistung mehrheitlich eher als „Schlecht“ ein. So liegen sowohl der Medianwert mit $m = 3,4$ sowie der Interquartilabstand mit $1,8 - 5,0$ unter dem Mittelwert $5,0$, welcher eine neutrale Einschätzung der Reanimationsleistung bedeuten würde.

Anschließend bewerteten die Probanden die in *Tabelle 4* aufgeführten Aussagen mittels Likert-Skala:

Aussage	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Trifft nicht zu	Ungültig/ keine Antwort
„Ich habe während des Szenarios immer das Gefühl gehabt, die Kontrolle über das Geschehen zu haben“	1 (2 %)	12 (25 %)	20 (41 %)	12 (25 %)	3 (6 %)	1 (2 %)
„Der mir zugeteilte Helfer hat alle Anweisungen wie gewünscht ausgeführt“	39 (80 %)	10 (20 %)	0	0	0	0
„Die Kopf-Kamera hat mich abgelenkt“	0	4 (8 %)	12 (24 %)	14 (28 %)	17 (35 %)	2 (4 %)

Tabelle 4: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgtem Trainingsszenario: Mögliche Störvariablen (Analysephase). Von den Probanden (n = 49) wurde der Grad der Zustimmung zu den oben genannten Aussagen erfragt. Prozentuale Anteile an der Gesamtkohorte in Klammern auf ganze Zahlen gerundet.

Auf die Frage nach der subjektiven Kontrolle über das Geschehen im Szenario gab mit 27% (n = 13) der Probanden mehr als ein Viertel an, einem Gefühl der Kontrolle über das Geschehen „voll“ oder „eher“ zuzustimmen. Hingegen gaben 72 % bzw. n = 35 eine teilweise oder vollständig ablehnende Antwort („Stimme weniger zu“/„Stimme nicht zu“/„Trifft nicht zu“). 100 % der Probanden (n = 49) stimmten „voll“ oder „eher“ zu, dass der zugeteilte Helfer (Tutor) die Anweisungen wie gewünscht umgesetzt habe.

Des Weiteren wurde abgefragt, ob die in der Analysephase verwendete Kopfkamera eine subjektive Ablenkung erzeugt hat. Dies bejahten 8 % (n = 4) tendenziell („Stimme eher zu“). Mindestens 87 % der Probanden gaben jedoch an, einer relevanten Ablenkung durch die Kopfkamera „eher weniger“ bis „nicht“ zuzustimmen.

Im weiteren Verlauf des Fragebogens wurde das subjektive Sicherheitsgefühl bei den Einzelkomponenten bzw. -maßnahmen der Reanimation abgefragt. Die Maßnahmen und die jeweiligen Antworten sind in *Tabelle 5* aufgeführt:

Maßnahme	Unsicher	Eher unsicher	Eher sicher	Sicher	Nicht durchgeführt	Ungültig/ keine Antwort
Medikamentengabe und Dosierung	16 (33 %)	16 (33 %)	10 (20 %)	4 (8 %)	3 (6 %)	0
EKG-Interpretation	6 (12 %)	7 (14 %)	28 (57 %)	7 (14 %)	0	1 (2 %)
Beatmung	3 (6 %)	11 (22 %)	28 (57 %)	5 (10 %)	2 (4 %)	0
Defibrillation	1 (2 %)	16 (33 %)	27 (55 %)	5 (10 %)	0	0
Herzdruckmassage	1 (2 %)	3 (6 %)	26 (53 %)	12 (24 %)	7 (14 %)	0
Arbeitsumgebung RTW	12 (24 %)	19 (39 %)	14 (29 %)	4 (8 %)	0	0
Priorisierung/ Reihenfolge der Maßnahmen	15 (31 %)	25 (51 %)	9 (18 %)	0	0	0

Tabelle 5: Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario: Subjektive Sicherheit bei den Maßnahmen (Analysephase). Von den Probanden (n = 49) wurde erfragt, wie unsicher bzw. sicher sie sich bei der Durchführung der oben genannten Maßnahmen gefühlt haben. Prozentuale Anteile in Klammern auf ganze Zahlen gerundet.

Bei der Medikamentengabe und Dosierung fühlten sich 28 % (n = 14) der Probanden in der Analysephase „Sicher“ oder „Eher sicher“. Der überwiegende Anteil der Probanden mit 66 % (n = 32) fühlten sich jedoch „Eher unsicher“ und „Unsicher“. Bei der Interpretation des dargebotenen EKGs fühlte sich die Mehrheit der Probanden „Sicher“ oder „Eher sicher“ (71 %, n = 35). „Eher unsicher“ oder „Unsicher“ waren 26 % (n = 13). Bezüglich der Beatmung gaben etwas mehr als zwei Drittel der Probanden (67 %, n = 33) an, „Sicher“ oder „Eher sicher“ zu sein. „Eher unsicher“ oder „Unsicher“ waren 28 % (n = 14). Bei der

Defibrillation fühlte sich die Mehrheit der Probanden (65 %, n = 32) „Sicher“ oder „Eher sicher“. „Eher unsicher“ fühlten sich 33 % (n = 16). Vollständig „Unsicher“ war ein Proband (2 %, n = 1). Bei den Thoraxkompressionen fühlten sich mehr als drei Viertel der Probanden „Sicher“ oder „Eher sicher“ (77 %, n = 38). Weniger als ein Zehntel war „Unsicher“ oder „eher unsicher“ (8 %, n = 4).

Die Arbeitsumgebung in einem (simulierten) Rettungswagen führte zu einer diesbezüglichen Selbsteinschätzung von 63 % (n = 31) als „Unsicher“ oder „Eher unsicher“. „Sicher“ oder „Eher sicher“ in dieser Arbeitsumgebung fühlten sich 37 % (n = 18). Bei Priorisierung bzw. Reihenfolge der Maßnahmen fühlte sich kein Proband „Sicher“ (n = 0). Weniger als ein Fünftel gab an, sich „eher sicher“ zu fühlen (18 %, n = 9). 82 % (n = 40) waren „Eher unsicher“ oder „Unsicher“.

Einen weiteren wichtigen Faktor für den Verlauf des Szenarios stellt die EKG-Diagnose dar. Es wurde daher abgefragt, welche EKG-Diagnose nach Eintritt des Kreislaufstillstandes gestellt wurde. *Tabelle 6* zeigt die gebotenen Antwortmöglichkeiten mit den resultierenden Antwortzahlen:

Gruppe	VF	VT	STEMI	Nicht erkannt	PEA	Torsades-pointes	Ungültig/keine Antwort
Kohorte 1 (Analysephase) n = 49	31 (63 %)	8 (16 %)	2 (4 %)	1 (2 %)	3 (6 %)	0	4 (8 %)

Tabelle 6: Gestellte EKG-Diagnose nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. Kreislaufstillstands (Analysephase). Die Probanden mussten aus den vorgegebenen Optionen wählen, welche am ehesten der von ihnen gestellten EKG-Diagnose entsprach. Prozentuale Anteile in Klammern auf ganze Zahlen gerundet. VF: Kammerflimmern, VT: Ventrikuläre Tachykardie, STEMI: ST-Hebungsinfarkt, PEA: Pulslose elektrische Aktivität.

Die korrekte EKG-Diagnose war „Kammerflimmern“, was von 63 % (n = 31) der Probanden erkannt wurde. 16 % (n = 8) diagnostizierten das Vorliegen einer ventrikulären Tachykardie, 6 % (n = 3) sahen eine pulslose elektrische Aktivität. 4 % (n = 2) gaben die Diagnose eines ST-Hebungsinfarkts (STEMI) an. Nur ein Proband (n = 1 bzw. 2 %) gab an, den EKG-Rhythmus nicht erkannt zu haben, jedoch gaben insgesamt 8 % (n = 4) gar keine Antwort.

Um zu ermitteln, ob die Probanden über eine realistische Zeitwahrnehmung während der Reanimationssituation verfügen, wurde nach erfolgtem Trainingsszenario die subjektive Einschätzung der eigenen Defibrillationszeit abgefragt (s. 10.6.3 Fragebogen 2, Seite 130). Abbildung 18 zeigt die Differenzen der geschätzten Zeitwerte zur tatsächlichen Defibrillationszeit:

Differenz zwischen gemessener TimeToDefib und subjektiver Einschätzung Analysephase

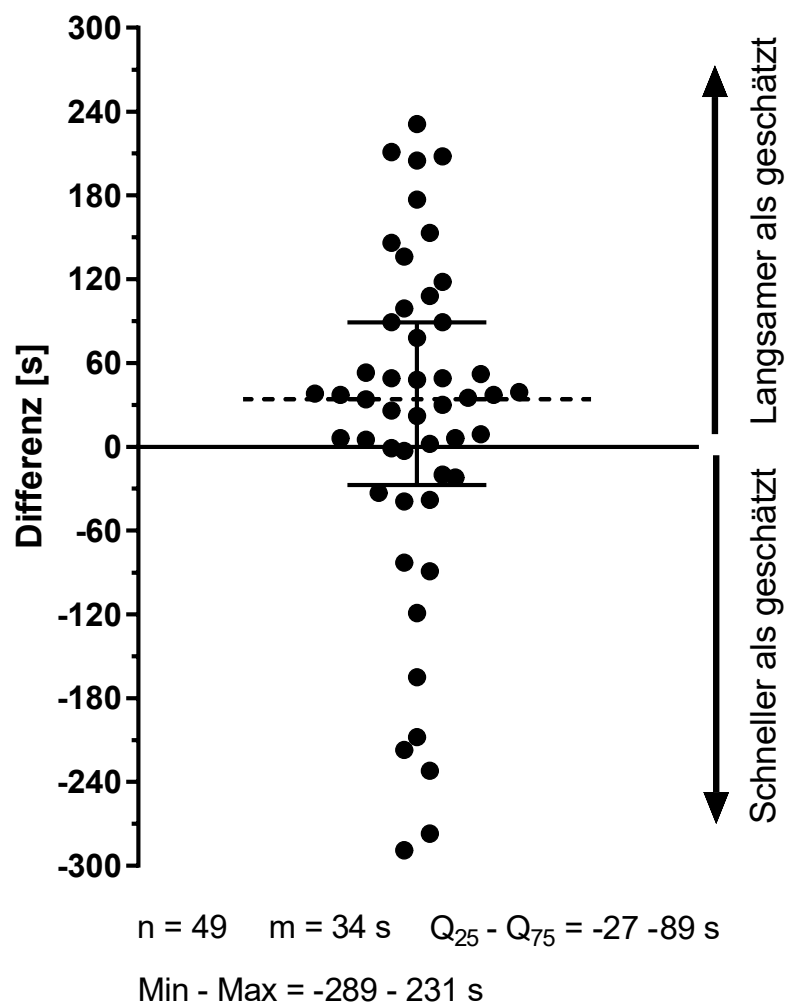


Abbildung 18: Scatter-Dot-Plot der individuellen Differenz zwischen geschätzter und gemessener Defibrillationszeit (Analysephase). Der Abstand eines jeweiligen Punktes von der Nulllinie stellt die Abweichung der subjektiven Einschätzung der verstrichenen Zeit bis zur ersten Defibrillation von der tatsächlichen Zeit dar. Punkte oberhalb der Nulllinie stellen dar, dass die Defibrillationszeit länger war, als vom Probanden geschätzt bzw. dass sich der Proband als schneller eingeschätzt hat. Gestrichelte Linie innerhalb der Punktwolke stellt mediane Differenz dar, solide Linien ober- und unterhalb stellen den Interquartilabstand $Q_{25} - Q_{75}$ dar. m = Median.

Die mediane Differenz zwischen der Selbsteinschätzung und tatsächlicher Defibrillationszeit in der Analysephase betrug $m = 34$ s ($n = 49$, IQR -27 – 89 s). Somit haben sich die Probanden mehrheitlich zu schnell eingeschätzt bzw. waren objektiv langsamer als geschätzt.

Abschließend sollten die Probanden ihre vorgenommene bzw. bevorzugte Priorisierung der Maßnahmen und die Zuweisung der Aufgabe zu einem bestimmten Helfer während der Reanimation angeben. Hierzu wurde im Fragebogen nach der ersten und gegebenenfalls zweiten Maßnahmenpriorität für Helfer 1 (Proband, Teamleader) und Helfer 2 (Tutor bzw. Rettungsassistent) direkt nach Eintreten des Kreislaufstillstandes bzw. Auftreten des Kammerflimmerns gefragt. Die Antworten zur Verteilung der priorisierten Maßnahme für Helfer 1 und 2 sind in den folgenden Abbildungen dargestellt:

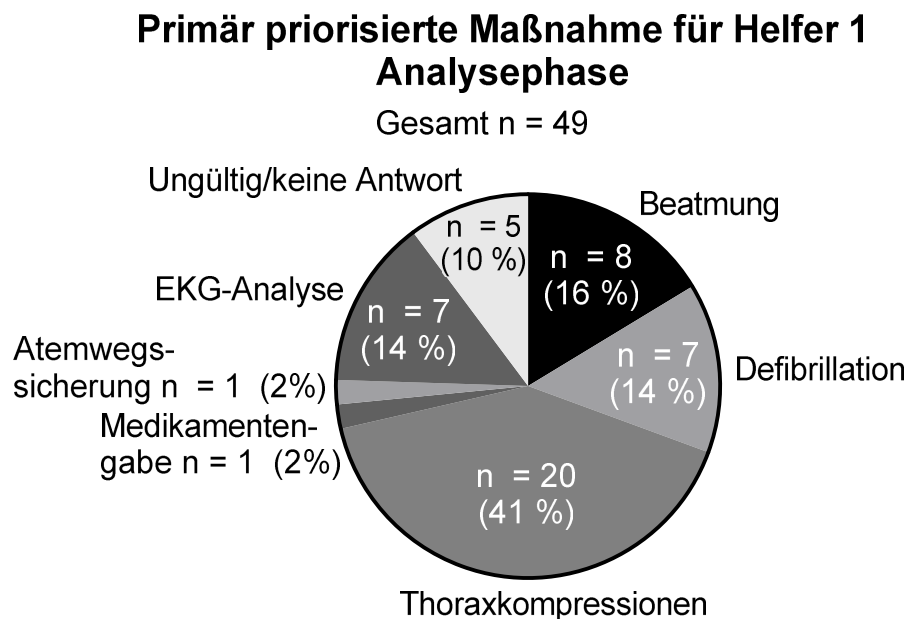


Abbildung 19: Primär priorisierte Maßnahme für Helfer 1 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).

Primär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 Analysephase

Gesamt n = 49

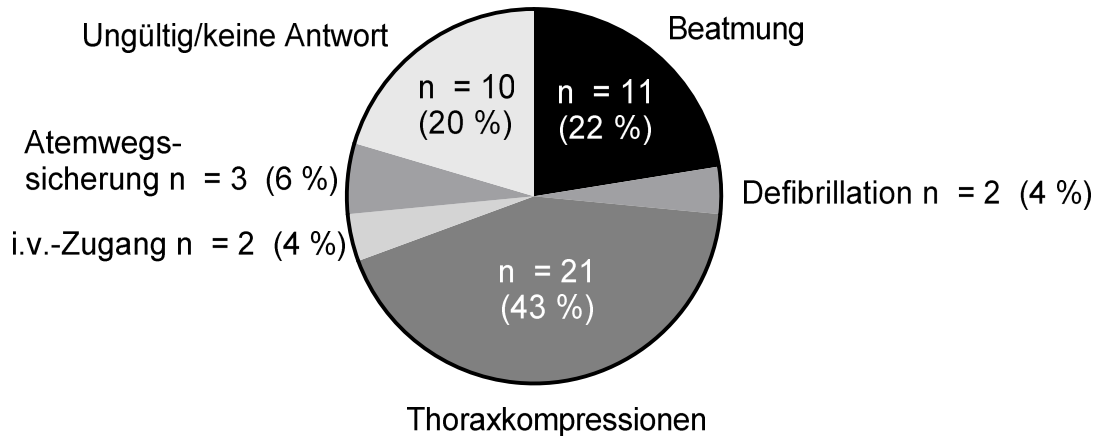


Abbildung 20: Primär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).

Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 1 Analysephase

Gesamt n = 49

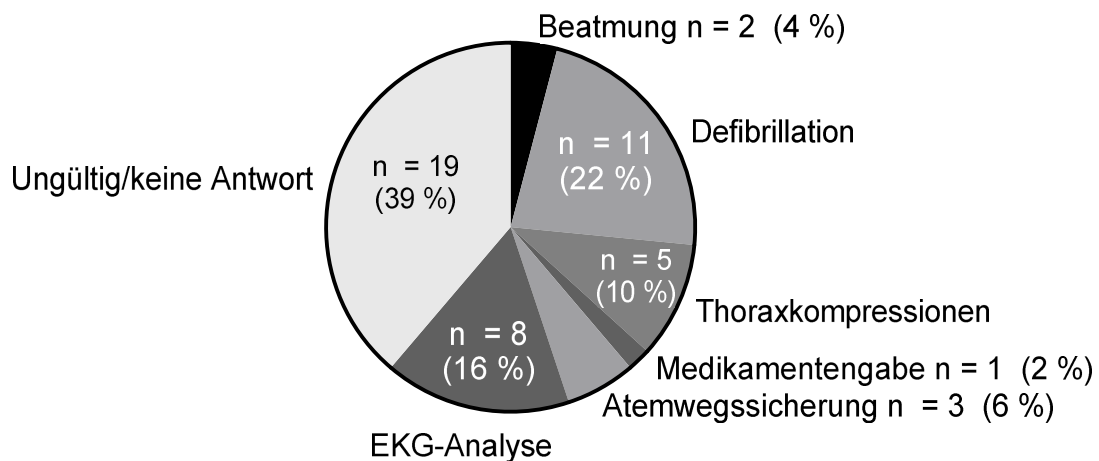


Abbildung 21: Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 1 nach Eintritt des Kammerflimmerns bzw. des Kreislaufstillstandes (Analysephase).

Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 Analysephase

Gesamt n = 49

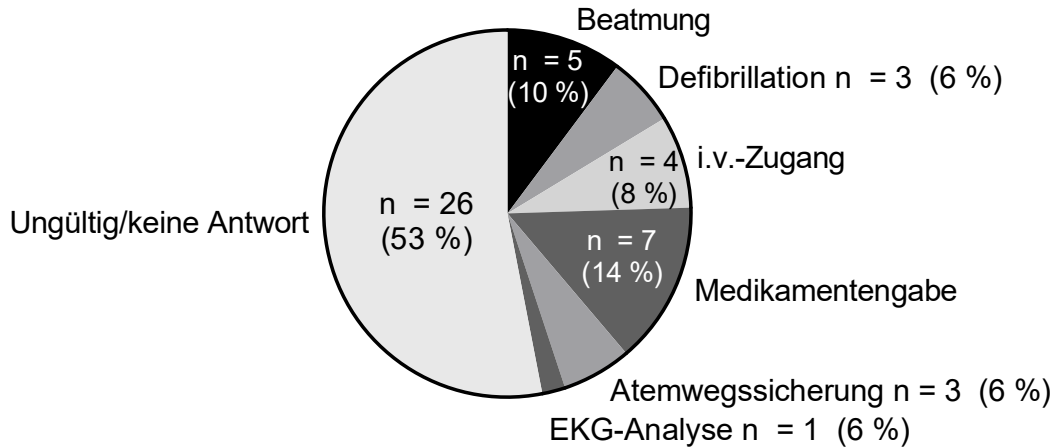


Abbildung 22: Sekundär priorisierte Maßnahme für Helfer 2 nach Eintritt des Kammerflimmerns/Kreislaufstillstandes (Analysephase).

Von 41 % bzw. n = 20 Probanden wurden die Thoraxkompressionen als Hauptpriorität von Helfer 1 (= des Probanden bzw. des Teamleaders) genannt. Weitere 43 % bzw. n = 21 Probanden gaben die Thoraxkompressionen hingegen als primäre Priorität von Helfer 2 an. Insgesamt wurde die Durchführung der Thoraxkompressionen somit von 84 % der Probanden als primäre Priorität (unabhängig von der Helferzuteilung) angesehen. Die Beatmung wurde von 16 % am zweithäufigsten als zu priorisierende Maßnahme für Helfer 1 angesehen. Alle derartig priorisierenden Probanden wiesen dem Helfer 2 gleichzeitig die Thoraxkompressionen als primäre Priorität zu. Gleichsinnig wiesen neun von zehn Probanden, die die Beatmung als primäre Priorität von Helfer 2 sahen, die Thoraxkompressionen dem Helfer 1 zu. Insgesamt wurde die Beatmung von 38 % der Probanden als helferunabhängig primäre Priorität bei begleitender Durchführung der Thoraxkompressionen eingeordnet. Die Defibrillation wurden von insgesamt 16 % als helferunabhängig primär priorisierte Maßnahme angegeben. Noch als Maßnahme sekundärer Priorität wurde die Defibrillation von insgesamt 28 % der Probanden eingeschätzt. Beatmung, Medikamentengabe und erweiterte Atemwegssicherung wurden mit jeweils 4 %,

2 % und 6 % weniger häufig sekundär priorisiert, waren jedoch bereits auch in der primären Priorität geringer vertreten (s. *Abbildung 19, Seite 55*).

3.1.4.6 Ergebnisse der standardisierten Interviews

Teile dieses Abschnitts wurden bereits veröffentlicht [31].

Nach absolviertem Trainingsszenario füllten die Probanden zunächst den Fragebogen 2 aus (für Ergebnisse des Fragebogen 2 s. 3.1.4.5, Seite 50). Anschließend führten die Tutoren ein standardisiertes Interview mit den Probanden (s. 2.2.5.5 Standardisiertes Interview, Seite 34).

Aus den Transkripten der Interviews wurden mittels Inhaltsanalyse mehrfach erwähnte Themen extrahiert und in Kategorien eingeordnet:

Kategorie	Thema/Problem	Genannt von (% von n = 49)
Organisation	Unsicherheit/Verwirrung/Überforderung	26 (53 %)
	Wahl des passenden Algorithmus	17 (35 %)
	Nächster Schritt unklar	36 (74 %)
Medizinisch/fachlich	Unsicherheit mit der Diagnose	17 (35 %)
	Medikamente/Dosierungen	11 (22 %)
	Intubation/Beatmung	7 (14 %)
Simulation	(Vital-)Daten erheben	2 (4 %)
	Puppe/Szenario unrealistisch	4 (8 %)
	Wagen eng, Kabelsalat	6 (12 %)
	Arbeitsumfeld ungewohnt	8 (16 %)
CRM	Aufgabenaufteilung mit Helfer	11 (22 %)
	Zu wenig Helfer	5 (10 %)
Manuell/technisch	Gerätebedienung problematisch	7 (14 %)
	Probleme mit Anbringen der Defi-Patches	12 (24 %)

Tabelle 7: Kategorisierte Übersicht über die im Interview spontan von den Probanden erwähnten subjektiven Probleme während des Reanimationsszenarios (Analysephase).
Tabelle modifiziert aus eigener Publikation [31].

Die am häufigsten geäußerten Aussagen ließen sich als “Unsicherheit/Verwirrung/Überforderung” subsumieren (genannt von 53 %

bzw. n = 26). Die Wahl des passenden Algorithmus (35 %, n = 17) sowie eine Unklarheit bezüglich des nächsten Schritts (74 %, n = 36) waren weitere häufige Themen.

Als Themen mit spezifisch medizinischem bzw. fachlichem Bezug konnten eine Unsicherheit mit der Diagnose (35 %, n = 17), Medikamente bzw. deren Dosierungen (22 %, n = 11) und die Intubation bzw. Beatmung (14 %, n = 7) isoliert werden.

Die Aufgabenaufteilung mit dem Helfer beschäftigte etwas mehr als ein Fünftel aller Probanden (22 %, n = 11), einen Mangel an zur Verfügung stehenden Hilfskräften gaben 10 % (n = 10) an.

Die Bedienung der zur Verfügung stehenden medizinischen Geräte bereitete 14 % (n = 7) Schwierigkeiten, das Anbringen der Defibrillator-Patches (am Patientensimulator) wurde jedoch insgesamt häufiger als problematisch angesprochen (24 %, n = 12).

Bezüglich möglicher Simulations-assoziierter Probleme zeigte sich führend ein ungewohntes Arbeitsumfeld (16 %, n = 8). Zusätzlich thematisierten 12 % (n = 6) eine räumliche Enge des Rettungswagens sowie Schwierigkeiten durch die multiplen Monitoring-Kabel ("Kabelsalat"). Probleme beim Erheben der Vitaldaten wurden jedoch selten verbalisiert (4 %, n = 2). Auch ein unrealistisches Szenario oder ein unrealistischer Patientensimulator wurde von weniger als einem Zehntel (8 %, n = 4) geäußert.

3.2 Entwicklung der Intervention

Die in der Analysephase generierten Daten bzw. Ergebnisse legten nahe, dass die Probanden nicht durch einen Mangel an medizinischem Faktenwissen eingeschränkt wurden, sondern hauptsächlich durch Schwierigkeiten bei der Priorisierung der verfügbaren und indizierten Maßnahmen.

Es wurde daher eine Lehrintervention auf kognitiver Ebene mit dem Ziel entwickelt, den Teilnehmern ein langzeitbeständiges, universelles bzw. abstraktes Denkmodell für Notfallsituationen an die Hand zu geben. Dieses Modell sollte helfen, in Notfallsituationen mit mehreren parallel auftretenden behandlungsbedürftigen Symptomen bzw. Problemen das priorisierende Denken zu unterstützen.

Gedankliche Grundlage des Modells war die aus der Polytrauma-Versorgung bekannte Maxime „treat first what kills first“ [36]. Um eine abstrakte Hilfestellung zu geben, welches Problem das vital bedrohlichste ist, wurde das Märchen „Schneewittchen und die sieben Zwerge“ gewählt. Für das Modell wurde der Teil herausgegriffen, in welchem die Stiefmutter versucht, Schneewittchen mit einem vergifteten Apfel zu töten. Analog zu einer Notfallsituation mit mehreren Problemen wurden der vergiftete Apfel und die Stiefmutter als parallele Hauptprobleme dargestellt. Im Folgenden wurde dann erläutert, dass als lebensrettende Maßnahme zuerst die Entfernung des vergifteten Apfels durchgeführt werden sollte und erst in nachgeschalteter Priorität der Einfluss der Stiefmutter unterbunden werden sollte. Zur Unterstützung der Formung des Denkmodells wurde diese Analogie beispielhaft auf drei Krankheitsbilder (Kreislaufschock bei Anaphylaxie, Kammerflimmern bei Herzinfarkt, Hämorrhagie bei Beckenfraktur) übertragen. Dabei wurde die Vermittlung von zusätzlichen fachlichen Informationen auf das für das Verständnis nötige Minimum beschränkt, da explizit keine inhaltliche Intervention erfolgen sollte.

3.3 Ergebnisse der Prüfphase (Kohorten 2 und 3)

3.3.1 Probandeneinschluss und Demographie in der Prüfphase

Die Probanden für die Prüfphase dieser Studie waren erneut Studierende im ersten Tertial des Praktischen Jahrs an der Universität Tübingen, in diesem Fall im Sommersemester 2015 und Wintersemester 2015/2016. Auch in diesen Semestern war die Teilnahme an einem Reanimationstraining im Rahmen des Curriculums verpflichtend. Während dieses Reanimationstrainings wurde die Datenerhebung durchgeführt. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Insgesamt willigten $n = 95$ Probanden in der Prüfphase in die Studienteilnahme ein. Nach Teilnahme am Reanimationstraining mit Erhebung der Baseline-Daten erfolgte die Randomisierung in Interventions- und Kontrollgruppe. Der Interventionsgruppe wurden $n = 50$ Probanden randomisiert zugeteilt, der Kontrollgruppe $n = 45$ Probanden. Die Teilnahme an einem zweiten Reanimationstraining (follow-up-Training mit Retentionsmessung) erfolgte auf freiwilliger Basis, da curricular nur ein Reanimationstraining verpflichtend war und eine Änderung des Curriculums allein zu Studienzwecken nicht umsetzbar war. Insgesamt nahmen $n = 19$ Probanden der Interventionsgruppe am follow-up-Training teil ($n = 31$ Probanden Lost to follow-up) und $n = 18$ Probanden der Kontrollgruppe ($n = 27$ Lost to follow-up).

Der mediane Abstand zwischen Baseline- und Retentionsmessung betrug in der Interventionsgruppe $m = 70$ Tage ($n = 19$, IQR 63 – 76 Tage) und in der Kontrollgruppe $m = 70$ Tage ($n = 16$, IQR 56 – 77 Tage).

Zwei Datensätze der Kontrollgruppe mussten von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden (s. 3.3.2 *Ausgeschlossene Datensätze*, Seite 65).

Abbildung 23 zeigt den schematischen Probandeneinschluss in der Prüfphase:

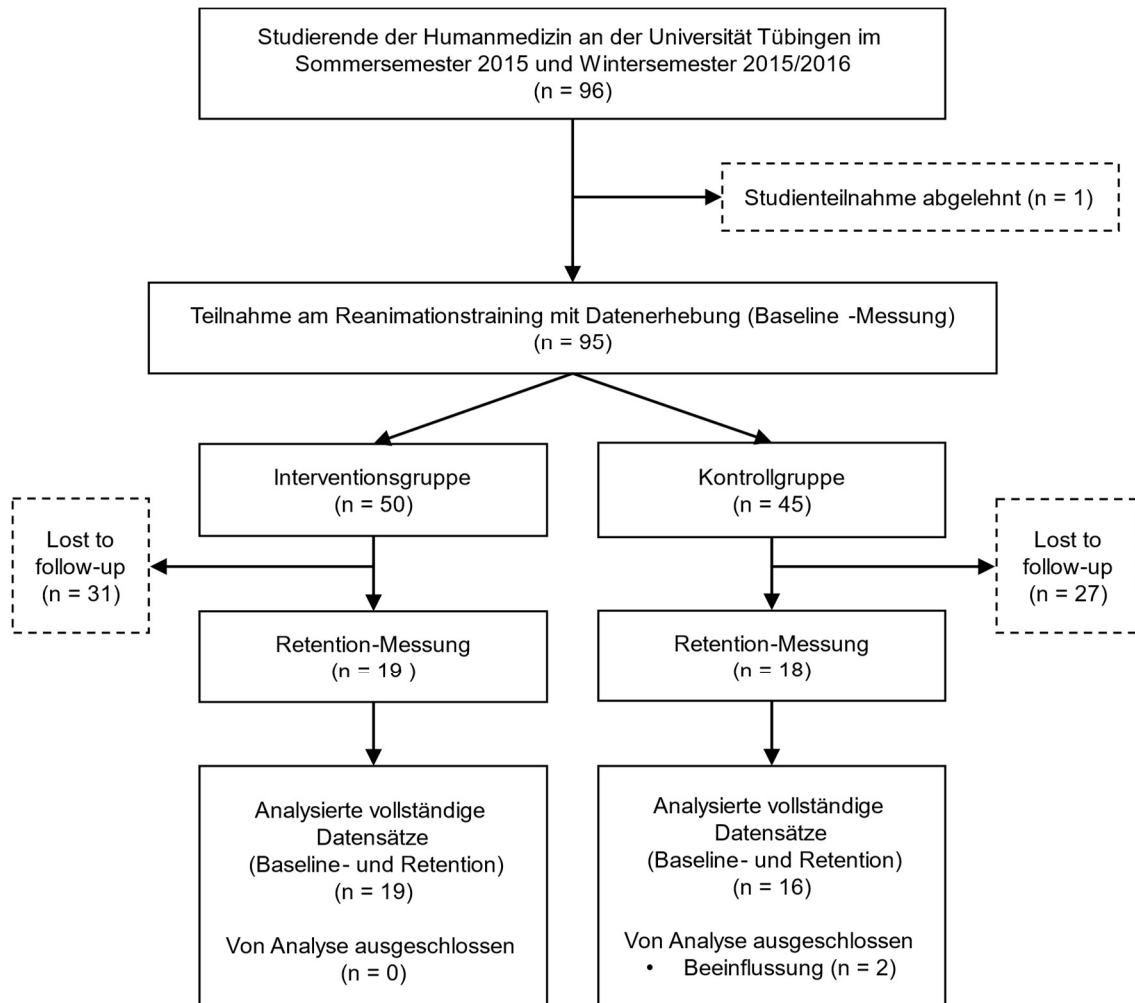


Abbildung 23: Probandeneinschluss in Kohorten 2 und 3 (Prüfphase). Modifiziert nach dem CONSORT-Statement [35]. Die hier dargestellten Probandenzahlen sind die Summe aus den Kohorten 2 und 3, welche hier zugunsten der Übersichtlichkeit gemeinsam dargestellt sind. Zeitlich durchliefen die Kohorten die Studie nacheinander, da es sich um verschiedene Hochschuljahrgänge bzw. -semester handelte.

	Prüfphase Kontrollgruppe	Prüfphase Interventionsgruppe
Gesamt n	16	19
Alter in Jahren, median (Q ₂₅ - Q ₇₅)	26 (26 – 30)	30 (25 - 33)
– Keine Angaben gemacht	0	1 (5 %)
Weiblich n (%)	6 (38 %)	8 (42 %)
– Keine Angaben gemacht	0	0
Wochen seit letztem Reanimationstraining, median (Q ₂₅ - Q ₇₅)	24 (12 - 24) 1 (6 %)	22 (18 - 24) 3 (16 %)
- Keine Angaben gemacht		
Relevante vorherige Berufsausbildung n (%)	5 (31 %)	5 (26 %)
- Keine Angaben gemacht	0	0
Hochschulsemester, median (Q ₂₅ - Q ₇₅)	12 (12 - 13)	13 (11 - 16)
– Keine Angaben gemacht	1 (6 %)	2 (11 %)
Fachsemester, median (Q ₂₅ - Q ₇₅)	11(11 - 11)	11 (11 - 11)
– Keine Angaben gemacht	0	0
Muttersprache Deutsch n (%)	14 (88 %)	15 (79 %)
- Andere Muttersprache, aber gute Beherrschung der deutschen Sprache n (%)	1 (6 %) 1 (6 %)	4 (21 %) 0
- Keine Angaben gemacht		

Tabelle 8: Übersicht über das eingeschlossene Probandenkollektiv der Prüfphase.
Relevante Berufsausbildungen: Rettungsassistent, Rettungssanitäter, Gesundheits- und Krankenpflege. Prozentangaben ganzzahlig gerundet.

3.3.2 Ausgeschlossene Datensätze

In der Prüfphase (Kohorten 2 + 3) wurden zwei Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen. Ursächlich waren jeweils eine unzulässige Beeinflussung des Szenarios durch den Tutor (Szenario-IDs KDUJEB, LR22U).

3.3.3 Primäroucome: Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib)

Der primäre Zielparameter war auch in der Prüfphase die absolute Zeit bis zur ersten Defibrillation nach Eintritt des Kammerflimmerns (TimeToDefib). Insgesamt absolvierten in dieser Phase $n = 35$ Probanden (Interventionsgruppe $n = 19$, Kontrollgruppe $n = 16$) das simulierte Reanimationsszenario, in welchem die Zeit bis zur ersten Defibrillation gemessen wurde. Nach der ersten Messung (sog. „Baseline-Messung“) mit Randomisierung in Interventions- und Kontrollgruppe konnten die Probanden auf freiwilliger Basis zu einem zweiten Training mit erneuter Messung (sog. „Retentionsmessung“) kommen. In *Abbildung 24* sind die erzielten Defibrillationszeiten im Verhältnis zu dem aus der Literatur abgeleiteten Zielkorridor von 120 – 180 s [18-21] und der in diesem Szenario minimal möglichen Defibrillationszeit von 25 s („Benchmark“; ermittelt durch erfahrene ALS-Tutoren) dargestellt. Auf der linken Seite des Box-Plots sind die Zeiten der Interventionsgruppe vor („I:Baseline“) und nach der Lehrintervention („I:Retention“) visualisiert. Es zeigte sich in dieser Gruppe eine mediane Baseline-Defibrillationszeit von $m = 185$ s ($n = 19$, IQR 150 – 246 s). Nach erfolgter Intervention zeigte sich in der Retentionsmessung eine nahezu identische mediane Defibrillationszeit von $m = 184$ s ($n = 19$, IQR 116 – 231 s). Anhand des niedrigeren IQR lässt sich insgesamt jedoch eine leichte Beschleunigung der Defibrillationen in der Retentionsmessung erkennen. In der Kontrollgruppe (rechte Seite des Box-Plots) zeigte sich in der Baseline-Messung („K:Baseline“) eine mediane Defibrillationszeit von $m = 163$ s ($n = 16$, IQR 98 – 256 s) mit größerer Streuung im Vergleich zu den Baseline-Defibrillationszeiten der Interventionsgruppe (s.o.). In den Retentionsmessungen der Kontrollgruppe („K:Retention“) zeigte sich nicht nur eine um 28 s reduzierte mediane Defibrillationszeit von $m = 135$ s ($n = 16$, IQR 78 – 206 s), sondern auch deutlich gesunkene Quantilen-Zeiten (IQR 98 – 256 s vs. IQR 78 – 206 s). Zusammenfassend konnten also in beiden Gruppen tendenziell sinkende Defibrillationszeiten beobachtet werden, am deutlichsten jedoch in der Kontrollgruppe.

Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib) Prüfphase

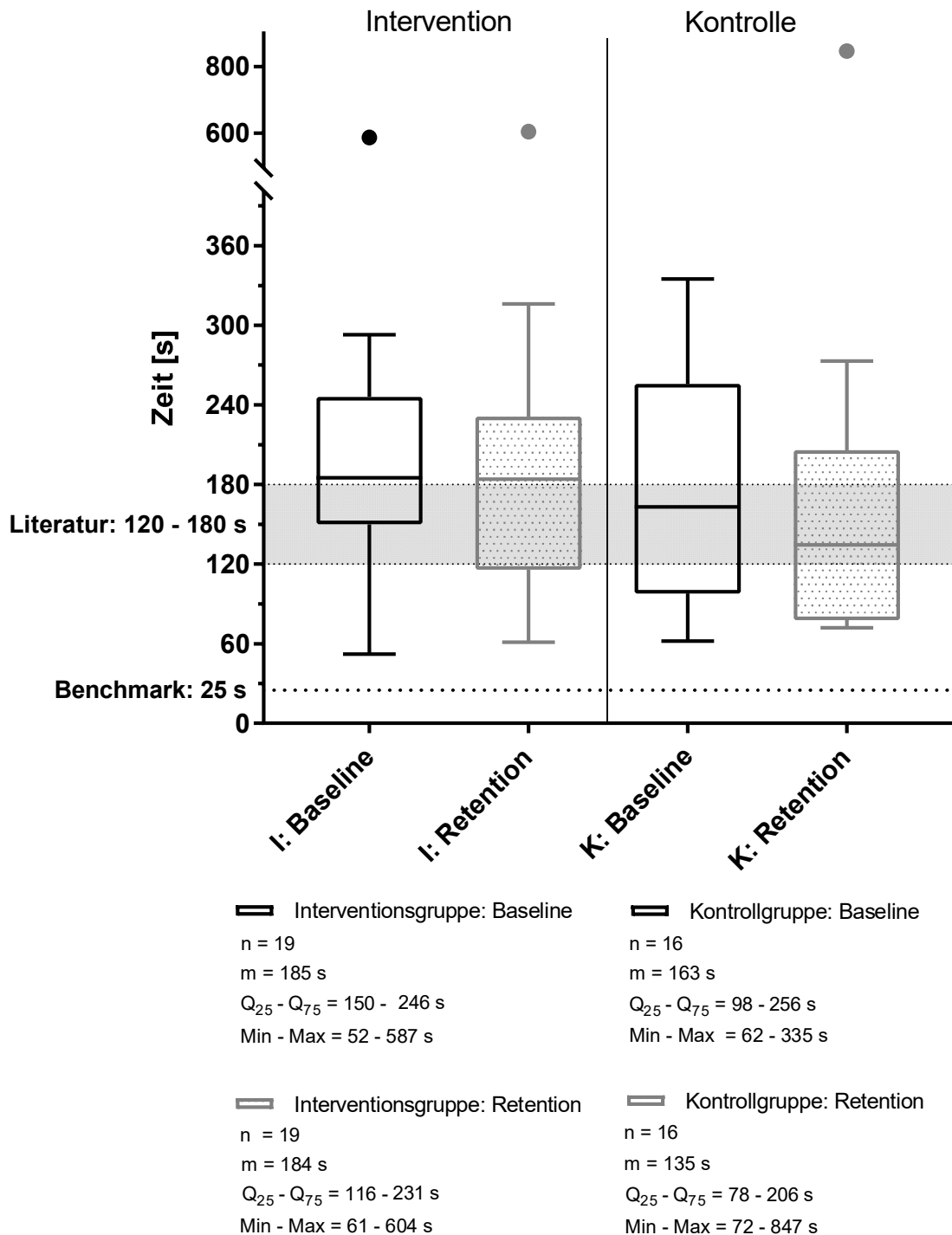


Abbildung 24: Box-Plot der erzielten Defibrillationszeiten der Kohorten 2+3 (Prüfphase). Whisker nach Tukey skaliert. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

3.3.4 Effekt der Intervention auf die Zeit bis zur Defibrillation

Die durchgeführte Intervention zielte darauf ab, die Defibrillationszeit zu beschleunigen. In der Gesamtbetrachtung von Interventions- und Kontrollgruppe zeigte sich, dass prozentual geringfügig mehr Probanden in der Kontrollgruppe ihre Defibrillationszeit verkürzen konnten. So konnten 53 % (n = 10) der Probanden in der Interventionsgruppe eine Verkürzung bzw. Beschleunigung erreichen, wohingegen dies 56 % (n = 9) der Kontrollgruppe erzielten. Gleichzeitig wurden 47 % (n = 9) der Probanden in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Baseline-Messung langsamer. In der Kontrollgruppe wurde mit 38 % (n = 6) ein etwas geringerer Anteil langsamer. n = 1 Proband (6 %) der Kontrollgruppe blieb mit der Defibrillationszeit exakt konstant.

Veränderung der Zeit bis zur Defibrillation (TimeToDefib)

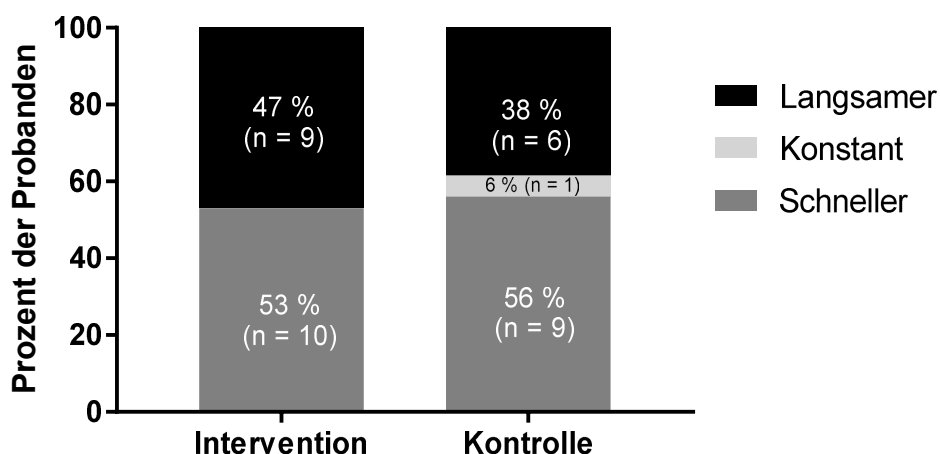


Abbildung 25: Balkendiagramm der Veränderung der Defibrillationszeit zwischen Baseline- und Retentionsmessung (Prüfphase). Dargestellt ist die Anzahl der Probanden, bei denen sich die Defibrillationszeit zwischen Baseline- und Retentionsmessung verändert hat. Ist die Zeit bis zur Defibrillation in der Retention-Messung kürzer als in der Baseline-Messung, so wird der Proband zur Kategorie „Schneller“ gezählt.

3.3.5 Sekundäre Zielparameter

Neben der Zeit bis zur ersten Defibrillation wurden auch in der Prüfphase weitere Zeitintervalle und ihr Einfluss auf den primären Zielparameter untersucht. Zwecks Vergleichbarkeit wurden auch hier der Einfluss einer medizinische Vorausbildung, der Zeitpunkt der ersten EKG-Überwachung, der zeitliche Ablauf der Defibrillation sowie ein möglicher Einfluss der involvierten Tutoren auf die Reanimationsleistung untersucht. Ebenfalls wurde den Probanden nach Abschluss des Trainingsszenarios ein Fragebogen vorgelegt und ein standardisiertes Interview geführt.

3.3.5.1 Einfluss medizinischer Vorausbildung auf die Defibrillationszeit

Auch in der Prüfphase nahmen Probanden teil, die eine medizinische Vorausbildung besaßen. Da eine Vorausbildung einen positiven bzw. beschleunigenden Effekt auf die Defibrillationszeit vermuten lässt, soll auch hier wieder ein möglicher Zusammenhang zwischen einer Vorausbildung und der Defibrillationszeit überprüft werden. Analog der Analysephase wurden als relevante Vorausbildungen Rettungsassistent, Rettungssanitäter, sowie Gesundheits- und Krankenpflege definiert. In *Abbildung 26, Seite 70* sind die Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von einer Vorausbildung dargestellt. Die linke Seite der Abbildung zeigt die Box-Plots jeweils der Baseline- sowie Retentionsmessung der Interventions- und Kontrollgruppe ohne Vorausbildung. Auf der rechten Seite sind die entsprechenden Box-Plots der Probanden mit einer relevanten medizinischen Vorausbildung (s.o.) dargestellt.

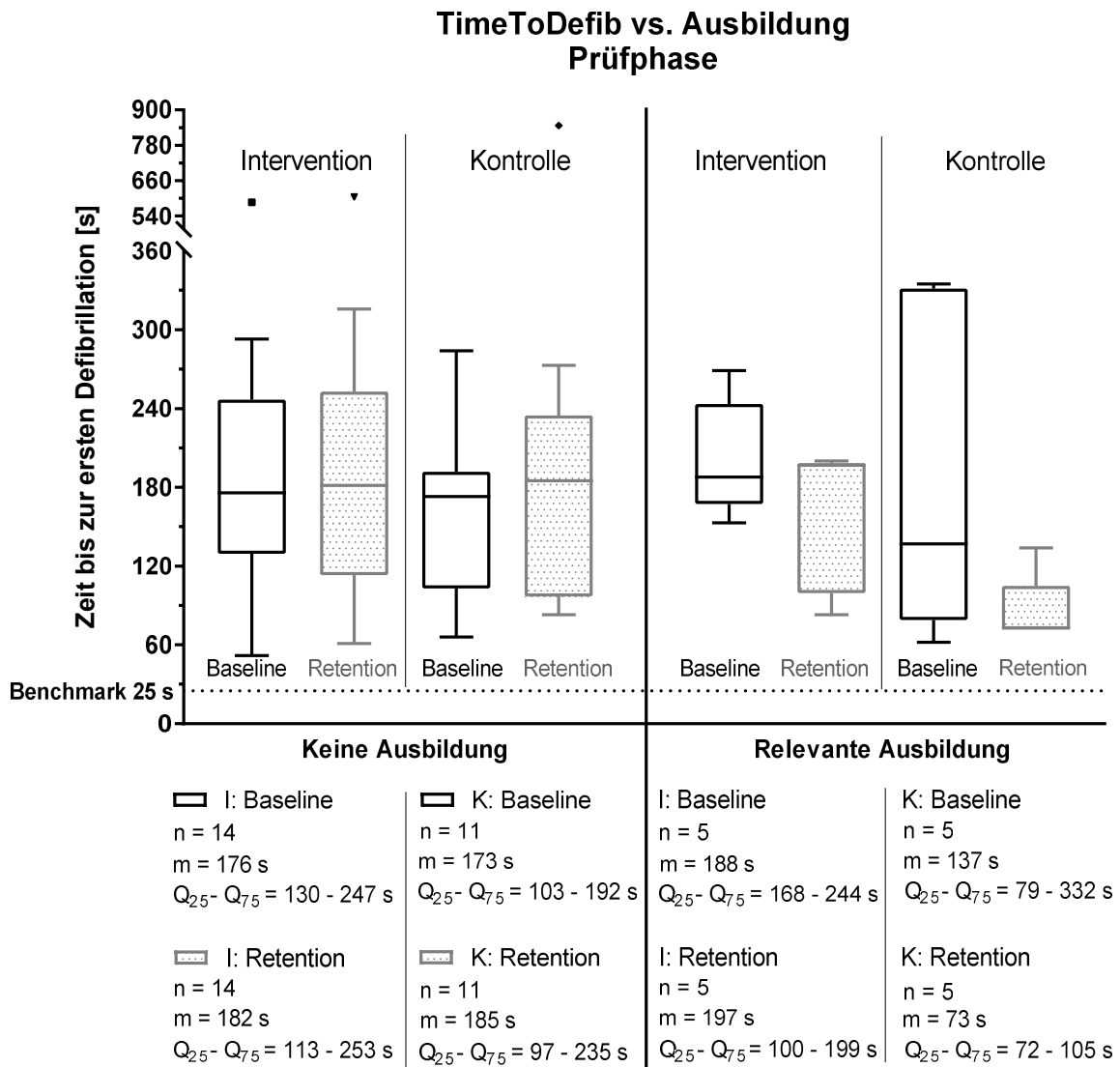


Abbildung 26: Defibrillationszeiten in Abhängigkeit von medizinischer Vorausbildung (Prüfphase). Relevante Berufsausbildungen: Rettungsassistent, Rettungssanitäter, Gesundheits- und Krankenpflege. Whisker nach Tukey skaliert. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

In der Gruppe der Probanden ohne Vorausbildung (n = 25) zeigten sich mit m = 176 s (n = 14, IQR 130 – 247 s) in der Interventionsgruppe und m = 173 s (n = 11, IQR 103 – 192 s) in der Kontrollgruppe vergleichbare mediane Baseline-Defibrillationszeiten. In der Probandengruppe mit relevanter Vorausbildung (n = 10) unterschieden sich die medianen Baseline-Defibrillationszeiten deutlich voneinander: In der Interventionsgruppe betrug die mediane Baseline-Defibrillationszeit m = 188 s (n = 5, IQR 168 – 244 s), während diese in der Kontrollgruppe m = 137 s (n = 5, IQR 79 – 332 s) betrug.

Beim Vergleich der medianen Zeiten in den Retentionsmessungen zeigte sich in den Gruppen ohne Vorausbildung nur geringe Unterschiede. So betrug die mediane Defibrillationszeit in der Interventionsgruppe $m = 182$ s ($n = 14$, IQR 113 – 253 s) und in der Kontrollgruppe $m = 185$ s ($n = 11$, IQR 97 – 235 s). Auf der Seite der Probanden mit Vorausbildung bestanden hingegen auch in der Retentionsmessung deutliche Unterschiede: Einer medianen Defibrillationszeit in der Interventionsgruppe von $m = 197$ s ($n = 5$, IQR 100 – 199 s) stand eine mediane Defibrillationszeit von $m = 73$ s ($n = 5$, IQR 72 – 105 s) in der Kontrollgruppe gegenüber.

3.3.5.2 Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung und die assoziierte Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToECG vs. TimeToDefib)

Im Szenario wurde der Anschluss aller erforderlichen EKG-Elektroden am Patientensimulator und das Aktivieren der EKG-Anzeige auf dem Vitaldatenmonitor als Zeitpunkt der vollständigen Etablierung einer EKG-Ableitung definiert.

In *Abbildung 27* sind die erzielten Zeiten bis zur ersten EKG-Ableitung (TimeToECG) dargestellt. Auf der linken Hälfte des Box-Plots sind die Zeiten der Interventionsgruppe vor („I:Baseline“) und nach der Lehrintervention („I:Retention“) dargestellt. Es zeigte sich in dieser Gruppe eine mediane Baseline-TimeToECG von $m = 93$ s ($n = 19$, IQR 57 – 136 s). Nach erfolgter Intervention zeigte sich in der Retentionsmessung ein Anstieg des Medianwerts auf $m = 109$ s sowie ein höher gelegener Interquartilabstand ($n = 19$, IQR 70 – 170 s).

In der Kontrollgruppe (rechte Seite des Box-Plots) zeigte sich in der Baseline-Messung („K:Baseline“) eine mediane TimeToECG von $m = 72$ s ($n = 16$, IQR 55 – 88 s). In den Retentionsmessungen der Kontrollgruppe („K:Retention“) zeigte sich eine ebenfalls verlängerte mediane TimeToECG von $m = 106$ s sowie ein höherer IQR ($n = 16$, IQR 72 – 142 s).

Zusammenfassend ist in beiden Gruppen in den Retentionsmessungen eine gestiegene Zeitdauer bis zur ersten EKG-Ableitung zu beobachten.

Zeit bis zur ersten EKG-Ableitung (TimeToECG) Prüfphase

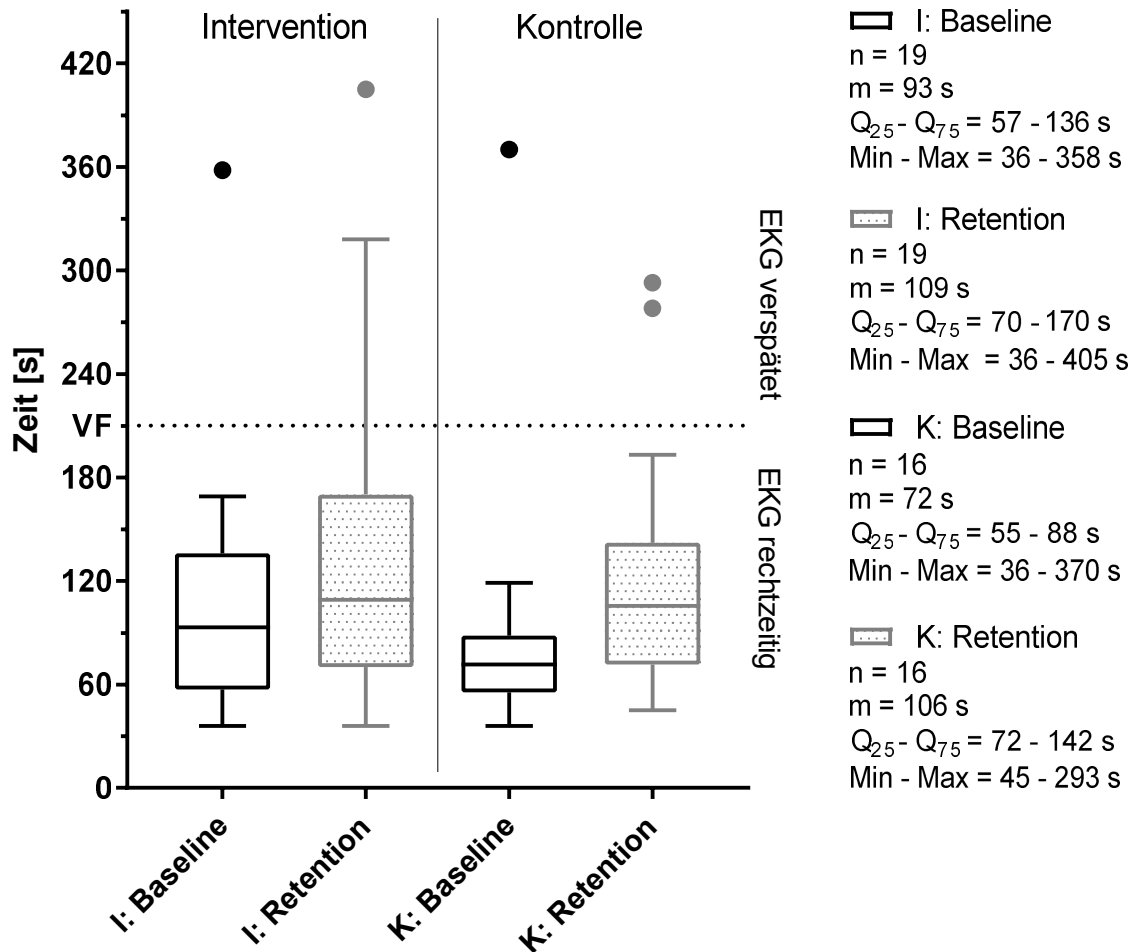


Abbildung 27: Box-Plot der Zeitwerte bis zur vollständigen Etablierung einer EKG-Ableitung (Prüfphase). Der Ursprung der Ordinatenachse bei 0 s markiert den Beginn des Szenarios bzw. die erste Kontaktaufnahme mit dem Patienten. Im Szenario setzte nach 3:30 Minuten bzw. 210 s das Kammerflimmern ein, hier als „VF“ bezeichnet und durch gepunktete Querlinie referenziert. Eine vollständig etablierte EKG-Ableitung vor Einsetzen des Kammerflimmerns wird als „rechtzeitig“, nach Einsetzen des Kammerflimmerns als „verspätet“ gewertet. Whisker nach Tukey skaliert. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

Auch in der Prüfphase wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen der Rechtzeitigkeit der EKG-Ableitung und der Defibrillationszeit untersucht. In *Abbildung 28, Seite 74* sind auf der linken Seite die Defibrillationszeiten der Probanden dargestellt, die rechtzeitig bzw. vor Einsetzen des Kammerflimmerns die erste EKG-Ableitung etabliert hatten; auf der rechten Seite der Abbildung die Defibrillationszeiten der Probanden, die bei Eintritt des Kammerflimmerns noch keine vollständige EKG-Ableitung etabliert hatten. Zu beachten ist hierbei, dass ein Proband zwischen Baseline- und Retentionsmessung je nach Zeitpunkt seiner ersten EKG-Ableitung von der Gruppe der rechtzeitigen Etablierungen in die Gruppe der zu späten Etablierungen (bzw. von der linken Seite der Abbildung auf die rechte Seite) und andersherum wechseln kann, während die Zuordnung zur Interventions- oder Kontrollgruppe persistiert.

Zunächst sollen die Defibrillationszeiten der Probanden mit rechtzeitiger EKG-Ableitung besprochen werden:

In der Interventionsgruppe ergab sich eine mediane Baseline-Defibrillationszeit von $m = 184$ s ($n = 18$, IQR 149 – 230 s). In der Kontrollgruppe zeigte sich hingegen eine deutlich niedrigere mediane Baseline-Defibrillationszeit von $m = 153$ s und ein niedriger gelegener Interquartilabstand ($n = 15$, IQR 96 – 192 s).

In den Retentionsmessungen zeigte sich in der Interventionsgruppe eine gegenüber der Baseline-Messung reduzierte mediane Defibrillationszeit von $m = 153$ s und ein gesunkener Interquartilabstand ($n = 15$, IQR 99 – 200 s), jedoch etablierten nun $n = 4$ Probanden die EKG-Ableitung erst verspätet. Die Retentionsmessungen in der Kontrollgruppe zeigten ebenfalls eine reduzierte mediane Defibrillationszeit von $m = 116$ s ($n = 14$, IQR 75 – 198 s). Während in der Baseline-Messung dieser Gruppe noch ein Proband das EKG-Monitoring verspätet etablierten, waren es in der Retentionsmessung nun zwei Probanden.

In beiden Baseline-Gruppen etablierte nur jeweils ein Proband das EKG-Monitoring nach Eintritt des Kammerflimmerns. Diese beiden Probanden leiteten das erste EKG auch in den Retentionsmessungen weiterhin zu spät ab. Die Defibrillationszeiten der Probanden mit verspäteter EKG-Erstableitung sind

im Vergleich zur Gruppe mit rechtzeitiger Etablierung höher: In der Interventionsgruppe fand sich eine Baseline-Defibrillationszeit von 249 s (n = 1) und in der Kontrollgruppe von 277 s (n = 1). In den Retentionsmessungen zeigten sich in der Interventionsgruppe weiterhin hohe Defibrillationszeiten (m = 262 s, n = 4, IQR 199 – 523 s), während in der Kontrollgruppe niedrigere Zeiten anfielen (m = 204 s, n = 2, IQR 199 – 208 s).

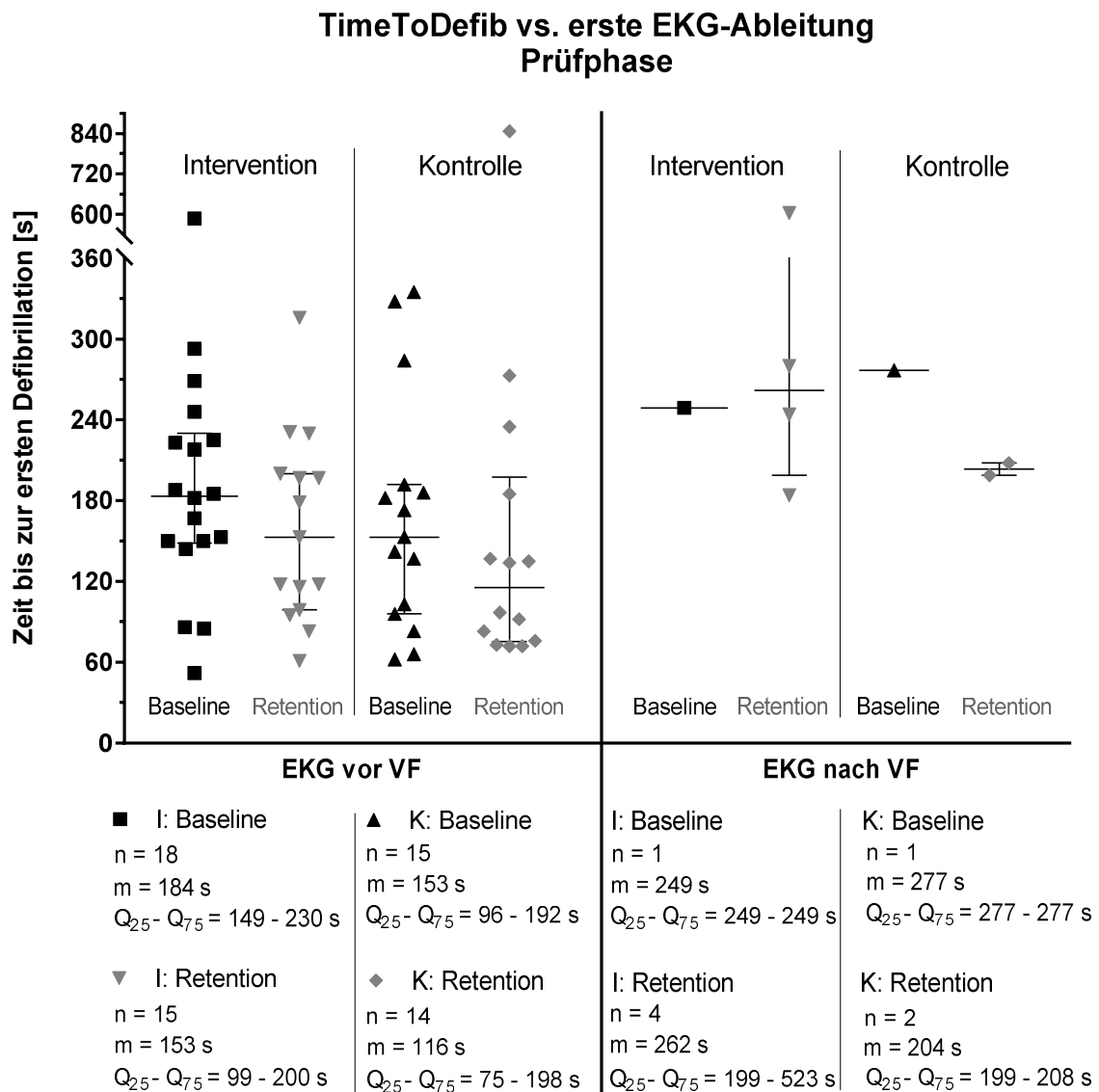


Abbildung 28: Abhängigkeit der Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib) vom Zeitpunkt der ersten EKG-Ableitung (TimeToECG) in der Prüfphase. VF = ventricular fibrillation, Kammerflimmern. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

3.3.5.3 Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation

Das Zeitintervall zwischen Eintritt des Kammerflimmerns und erfolgter Schockabgabe (TimeToDefib) wurde analog zum Vorgehen in der Analysephase in Subintervalle unterteilt (für Details s. 3.1.4.3 *Subintervalle der Zeit bis zur ersten Defibrillation*, Seite 45):

In *Abbildung 29* ist der Szenarioablauf mit den oben genannten Subintervallen schematisch dargestellt. Zu Referenzzwecken sind zusätzlich die intern ermittelten Benchmark-Werte mit dargestellt (unterster Balken):

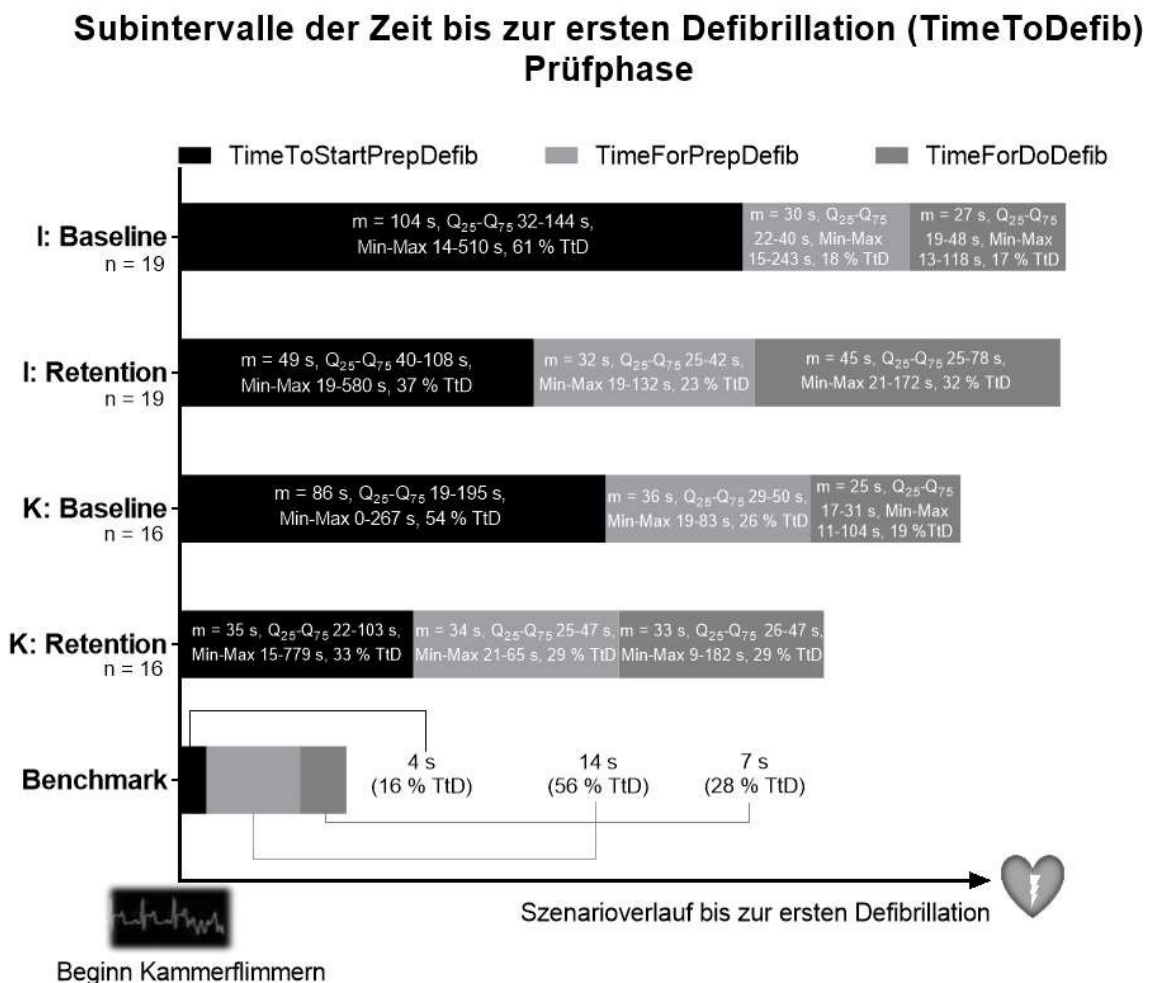


Abbildung 29: Gestapeltes Balkendiagramm der zeitlichen Subintervalle bis zur ersten Defibrillation (Prüfphase). Die kumulativen Längen der Balkenstapel stellen die Verhältnisse der medianen Defibrillationszeit der Gruppen zueinander dar, die Subintervallanteile sind daher aus Darstellungsgründen ggf. entsprechend ihrer medianen Anteile an der Probandenindividuellen TimeToDefib (hier als % TtD bezeichnet) gestreckt oder gestaucht. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

Das im Szenarioablauf nach Eintritt des Kammerflimmerns zuerst beginnende Subintervall war TimeToStartPrepDefib. In den Baseline-Messungen zeigte sich für dieses Intervall eine mediane Zeit von $m = 104$ s ($n = 19$ s, IQR 32 – 144 s) in der Interventionsgruppe, während die Kontrollgruppe hierfür $m = 82$ s ($n = 16$, IQR 19 – 195 s) benötigte. In den Retentionsmessungen war dieses Intervall sowohl in der Interventionsgruppe mit $m = 49$ s ($n = 19$, IQR 40 – 108 s), als auch in der Kontrollgruppe mit $m = 35$ s ($n = 16$, IQR 22 – 103 s) jeweils mehr als halbiert.

Die benötigte Zeit für die vollständige Defibrillatorvorbereitung (TimeForPrepDefib) betrug in den Baselinemessungen $m = 30$ s ($n = 19$, IQR 22 – 40 s) in der Interventions- und $m = 36$ s ($n = 16$, IQR 29 – 50 s) in der Kontrollgruppe. In den Retentionsmessungen blieb sowohl die median benötigte Zeit für die Defibrillatorvorbereitung mit $m = 32$ s ($n = 19$, IQR 25 – 42 s) in der Interventionsgruppe und $m = 34$ s ($n = 16$, IQR 25 – 47 s) in der Kontrollgruppe als auch die Streuung bzw. die Interquartilabstände nahezu gleich zur Baselinemessung.

Nach Fertigstellung der Defibrillatorvorbereitung benötigten die Probanden der Interventionsgruppe in der Baselinemessung $m = 27$ s ($n = 19$, IQR 19 – 48 s) für die Abgabe des Schocks, in der Retentionsmessung war die hierfür benötigte Zeit mit $m = 45$ s ($n = 19$, IQR 25 – 78 s) nun nicht ganz verdoppelt. Die Kontrollgruppe zeigte in der Baselinemessung einen vergleichbaren Zeitbedarf für die Schockabgabe von $m = 25$ s ($n = 16$, IQR 17 – 31 s). Auch in dieser Gruppe zeigte sich in der Retentionsmessung eine Zunahme der TimeForDoDefib auf $m = 33$ s ($n = 16$, IQR 26 – 47 s).

3.3.5.4 Einfluss der Tutoren auf die Zeit bis zur Defibrillation

Während der Trainingsszenarien in der Prüfphase wurden die Probanden von sieben verschiedenen Tutoren i. S. eines standardisierten Helfers unterstützt (s. hierzu auch 2.2.3 *Standardisierter Helfer, Seite 30*). Aus organisatorischen Gründen ergab sich eine zufällige und ungleichmäßige Verteilung der Trainingstermine auf die Tutoren. Daher soll in diesem Abschnitt überprüft werden, ob sich trotz der Standardisierungsmaßnahmen eine Einflussnahme eines Tutors auf die Defibrillationszeiten erkennen lässt.

In *Abbildung 30* sind zu diesem Zweck die Defibrillationszeiten von Interventions- und Kontrollgruppe mit Differenzierung nach beteiligtem Tutor dargestellt:

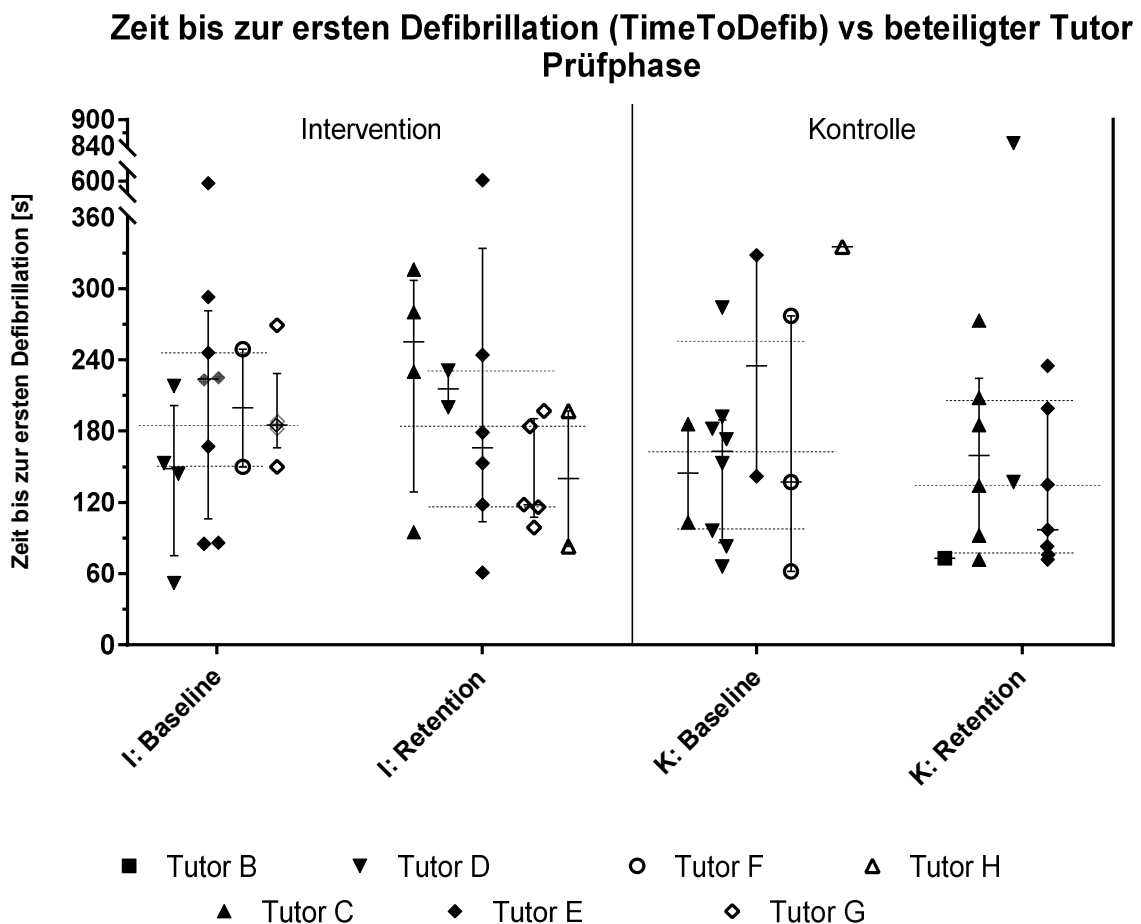


Abbildung 30: Scatter-Dot-Plot der Defibrillationszeiten gruppiert nach im Szenario beteiligtem Tutor. Die Tutoren sind im Scatter-Dot-Plot durch verschiedene Symbole (Kästchen, Kreis, Dreieck etc) differenziert. Solide Linien innerhalb der Punktwolken zeigen Median und Q_{25} - und Q_{75} -Quantilen bezogen auf den Tutor. Gestrichelte Linien zeigen Median sowie Q_{25} - und Q_{75} -Quantilen der gesamten Gruppe. Einzelne Punkte wegen Überlappungen transparent dargestellt.

Im Vergleich der Tutoren lässt sich kein einzelner Tutor identifizieren, der über alle Gruppen hinweg eindeutig mit kürzeren oder langsameren Defibrillationszeiten assoziiert ist. Anhand der Streuung der Werte bzw. des Interquartilabstands lässt sich ebenfalls kein Schema ableiten. Bei den zwei auffällig hohen Werten in der Interventionsgruppe, welche Tutor E (Rautensymbol) zugeordnet sind, handelt es sich um verschiedene Probanden. Da die restlichen Defibrillationszeiten dieses Tutors nicht auffällig von den Werten der Gesamtgruppe abweichen, werden diese beiden hohen Werte als Ausreißer angesehen. Insgesamt lässt sich kein systematischer Einfluss eines Tutors erkennen.

3.3.5.5 Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario

Wie in der Analysephase wurde den Probanden auch in der Prüfphase nach Absolvierung des Trainingsszenarios ein Fragebogen vorgelegt (s. 10.6.3 Fragebogen 2 (Nach dem Trainingsszenario), Seite 130). Hiermit wurde zunächst erneut die subjektive Einschätzung der persönlichen Reanimationsleistung abgefragt. Die Angabe erfolgte mittels Markierung auf einer stufenlosen Skala zwischen „Schlecht“ und „Gut“.

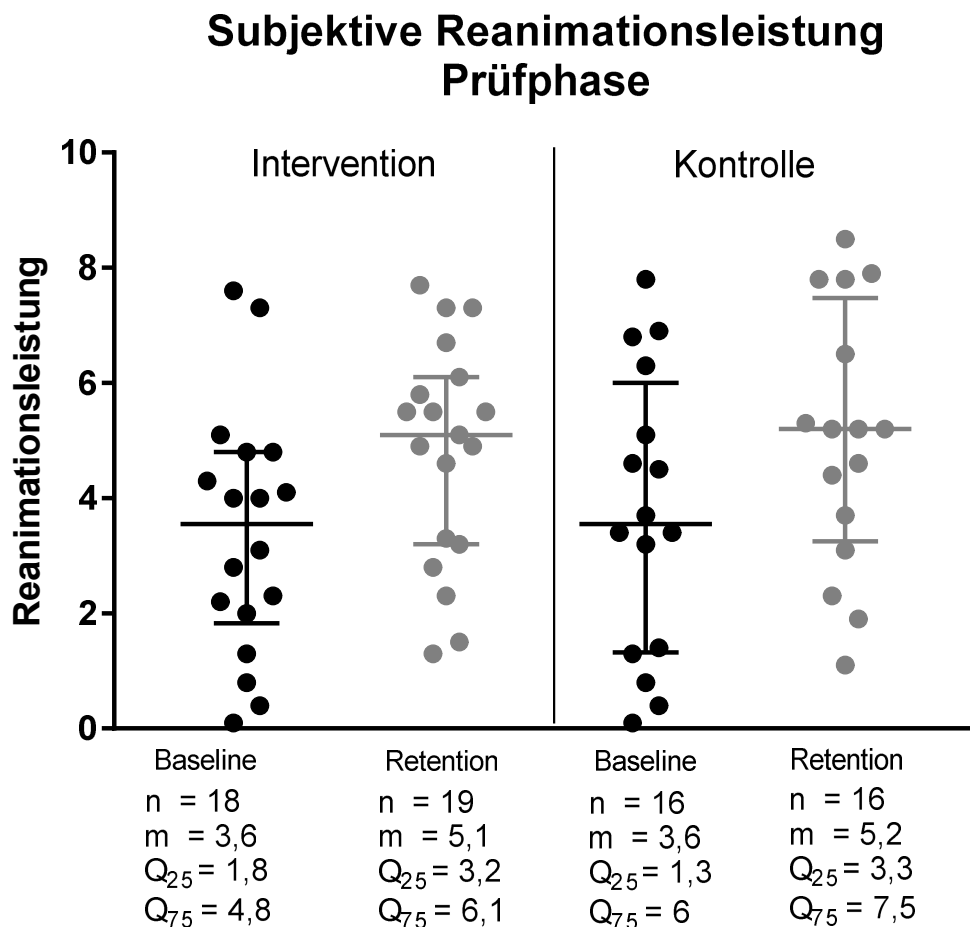


Abbildung 31: Scatter-Dot-Plot der subjektiven Reanimationsleistung (Prüfphase). Solide Querlinien in den Punktwolken stellen Medianwerte bzw. Q₂₅ – und Q₇₅-Werte dar. m = Median.

Die Baseline-Einschätzung beider Gruppen zeigte einen identischen Medianwert von $m = 3,6$. In der Kontrollgruppe war jedoch die Streuung der Werte bzw. der Interquartilabstand größer (Interventionsgruppe $n = 18$ IQR $1,8 - 4,8$, Kontrollgruppe $n = 16$ IQR $1,3 - 6$).

In den Retentionsmessungen zeigten sich in beiden Gruppen jeweils gestiegene

Werte für die geschätzte Reanimationsleistung, wobei der Medianwert weiterhin nahezu identisch und die Streuung in der Kontrollgruppe weiterhin größer war (Interventionsgruppe $n = 19$ $m = 5,1$ IQR 3,2 – 6,1, Kontrollgruppe $n = 16$ $m = 5,2$ IQR 3,3 – 7,5).

Im weiteren Verlauf des Fragebogens wurden die Probanden gebeten, die in *Tabelle 9, Seite 81* aufgelisteten Aussagen mittels Auswahl auf einer Likert-Skala zu bewerten. Eine neutrale Antwortmöglichkeit wurde den Probanden gezielt nicht angeboten, um eine Tendenz zu erzwingen.

Die erste Frage zielte auf das allgemeine Gefühl von Kontrolle im Szenario ab. Ein volles Gefühl von Kontrolle über das Geschehen gab in den Baseline-Messungen außer einem Proband der Kontrollgruppe ($n = 1$ (6 %)) kein weiterer Proband an. Etwas mehr als ein Fünftel der Interventions- und ein Viertel der Kontrollgruppe fühlten noch eine gewisse Kontrolle (“Stimme eher zu”: Interventionsgruppe $n = 4$ (21 %), Kontrollgruppe $n = 4$ (25 %)). Eine Tendenz zur Verneinung eines Kontrollgefühls (“Stimme weniger zu”) gaben $n = 8$ (42 %) der Interventionsgruppe und $n = 5$ (31 %) der Kontrollgruppe an. Kein Gefühl von Kontrolle (“Stimme nicht zu”/“Trifft nicht zu”) bestand bei $n = 7$ (37 %) Probanden in der Interventionsgruppe und bei $n = 5$ (30 %) in der Kontrollgruppe.

In den Retentionsmessungen zeigte sich eine Verschiebung hin zu mehr Kontrollgefühl. So stieg die Zahl der Probanden in der Kontrollgruppe auf $n = 3$ (19 %), die einem Gefühl von Kontrolle über das Geschehen “voll” zustimmten. Des Weiteren verdoppelte sich die Anzahl der Zustimmungen zu einem gewissen Kontrollgefühl (“Stimme eher zu”) in der Interventionsgruppe auf $n = 9$ (47 %). Gleichsinnig sank die Zahl der vollständigen Ablehnung (“Stimme nicht zu”/“Trifft nicht zu”) auf $n = 5$ (26 %) in der Interventions- und $n = 2$ (12 %) in der Kontrollgruppe.

Die Probanden sollten außerdem bewerten, ob der simulierte Helfer (Tutor) alle Anweisungen wie gewünscht ausgeführt hat. Es zeigte sich insgesamt eine breite Zufriedenheit der Probanden mit der Arbeit der Helfer; der weitaus größte Anteil der Probanden stimmte “voll” und einzelne “eher” zu, dass der Helfer alle

Anweisungen wie gewünscht ausgeführt hat. Negierende oder tendenziell negierende Antworten wurden nicht gegeben.

Aussage	Gruppe	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Trifft nicht zu	Ungültig/ keine Antwort
„Ich habe während des Szenarios immer das Gefühl gehabt, die Kontrolle über das Geschehen zu haben“	I: Baseline n = 19	0	4 (21 %)	8 (42 %)	7 (37 %)	0	0
	I: Retention n = 19	0	9 (47 %)	6 (32 %)	4 (21 %)	1 (5 %)	0
	K: Baseline n = 16	1 (6 %)	4 (25 %)	5 (31 %)	3 (19 %)	2 (11 %)	1 (6 %)
	K: Retention n = 16	3 (19 %)	4 (25 %)	7 (44 %)	1 (6 %)	1 (6 %)	0
„Der mir zugewiesene Helfer hat alle Anweisungen wie gewünscht ausgeführt“	I: Baseline n = 19	18 (95 %)	1 (5 %)	0	0	0	0
	I: Retention n = 19	19 (100 %)	0	0	0	0	0
	K: Baseline n = 16	13 (81 %)	3 (19 %)	0	0	0	0
	K: Retention n = 16	14 (88 %)	2 (11 %)	0	0	0	0

Tabelle 9: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgreichem Trainingsszenario: Mögliche Störvariablen (Prüfphase). Von den Probanden wurde der Grad der Zustimmung zu den oben genannten Aussagen erfragt. Prozentuale Anteile in Klammern auf ganze Zahlen gerundet.

Als Nächstes wurde von den Probanden die subjektive Sicherheit bei der Durchführung verschiedener Maßnahmen erfragt. Auch hier erfolgte die Beantwortung mittels Ankreuzens auf einer Likert-Skala von „Unsicher“ bis „Sicher“ (s. *Tabelle 10, Seite 86*).

Eine der zentralen Maßnahmen im Rahmen der erweiterten kardiopulmonalen Reanimation ist die Pharmakotherapie. Bei den Probanden zeigten sich hohe Zustimmungswerte zu Unsicherheit bezüglich dieser Maßnahme: In den Baseline-Fragebögen gaben 84 % (n = 16) der Interventionsgruppe und 94 % (n = 15) der Kontrollgruppe an, sich dabei „Unsicher“ oder „Eher unsicher“ zu fühlen. „Sicher“ oder „Eher sicher“ fühlten sich 16 % (n = 3) der Interventionsgruppe und 6 % (n = 1) der Kontrollgruppe. In den Retention-Messungen sank die Angabe von Unsicherheit in der Kontrollgruppe stärker als in der Interventionsgruppe: Es antworteten nun 74 % (n = 14) der Interventionsgruppe und 63 % (n = 10) der Kontrollgruppe, sich bei der Pharmakotherapie „Unsicher“ oder „Eher unsicher“ zu fühlen. „Sicher“ oder „Eher sicher“ fühlten sich in den Retention-Messungen 11 % (n = 2) der Interventionsgruppe und 31 % (n = 5) der Kontrollgruppe, womit in der Kontrollgruppe eine Verfünffachung der Angabe einer subjektiven Sicherheit erfolgte.

Ebenfalls von zentraler Bedeutung ist die zügige und korrekte EKG-Interpretation. Von Baseline- zu Retention-Messung sank die Angabe von Unsicherheit („Unsicher“ oder „Eher unsicher“) in der Interventionsgruppe von 37 % (n = 7) auf 32 % (n = 6). In der Kontrollgruppe hingegen wurde mehr als eine Verdoppelung bzw. ein Anstieg der Unsicherheit von 25 % (n = 4) auf 57 % (n = 9) beobachtet. Bei der Angabe von subjektiver Sicherheit („Sicher“ oder „Eher sicher“) zeigte sich in der Interventionsgruppe ein Anstieg von 58 % (n = 11) auf 63 % (n = 12), während sie in der Kontrollgruppe von 75 % (n = 12) auf 44 % (n = 7) sank.

Bezüglich der subjektiven Sicherheit bei der Durchführung der Beatmung zeigte sich von Baseline- zu Retention-Messung in der Interventionsgruppe ein Rückgang der Unsicherheit („Unsicher“ und „Eher unsicher“) von 37 % (n = 7) auf 31 % (n = 6), während es in der Kontrollgruppe zu einer Zunahme der

Unsicherheit von 26 % (n = 4) auf 37 % (n = 6) kam. Gleichsinnig wurde in der Interventionsgruppe eine Zunahme der subjektiven Beatmungssicherheit („Sicher“ und „Eher sicher“) von 58 % (n = 11) auf 69 % (n = 13) beobachtet, während in der Kontrollgruppe eine Abnahme von 63 % (n = 10) auf 50 % (n = 8) angegeben wurde.

Die Probanden wurden zur Sicherheit bei der Durchführung der Defibrillation befragt. Hier zeigte sich von Baseline- zu Retention-Messung in der Interventionsgruppe eine Zunahme der Angabe von Unsicherheit („Unsicher“ oder „Eher unsicher“) von 21 % (n = 4) auf 26 % (n = 5), während sie sich in der Kontrollgruppe von 37 % (n = 6) auf 19 % (n = 3) halbierte. Entsprechend zeigte sich in der Kontrollgruppe ein Anstieg der subjektiven Sicherheit („Sicher“ oder „Eher sicher“) von 63 % (n = 10) auf 76 % (n = 12) und ein Rückgang von 79 % (n = 15) auf 74 % (n = 14) in der Interventionsgruppe.

Als grundlegendes Element der Reanimation war die Thoraxkompression und das Sicherheitsgefühl der Probanden bei der Durchführung von besonderer Bedeutung. Der überwiegende Anteil der Probanden gab bereits in der Baseline-Messung an, sich „Sicher“ oder „Eher sicher“ zu fühlen (79 %, n = 15 der Interventionsgruppe und 69 %, n = 11 der Kontrollgruppe). In den Retention-Messungen sank die Angabe von Sicherheit in der Interventionsgruppe auf 73 % (n = 14) und stieg in der Kontrollgruppe auf 75 % (n = 12). Zur Retention-Messung zeigte sich eine Abnahme der Unsicherheit („Eher unsicher“) von 11 % (n = 2) auf 5 % (n = 1) in der Interventionsgruppe und von 6 % (n = 1) auf 0 % (n = 0) in der Kontrollgruppe. Bei diesen Zahlen ist zu berücksichtigen, dass in der Interventionsgruppe nun mehr Probanden und in der Kontrollgruppe weniger Probanden angaben, selber keine Thoraxkompressionen durchgeführt zu haben und somit keine Angabe zur subjektiven Sicherheit bzw. Unsicherheit machten. Die Probanden wurden zur subjektiven Sicherheit in Bezug auf das neue bzw. ungewohnte Arbeitsumfeld des Simulationsrettungswagens befragt. Von Baseline- zu Retention-Messung stieg die Angabe von Unsicherheit („Unsicher“ oder „Eher unsicher“) in der Interventionsgruppe von 69 % (n = 13) auf 84 % (n = 16). In der Kontrollgruppe hingegen konnte ein Rückgang der Unsicherheit von 75 % (n = 12) auf 50 % (n = 8) beobachtet werden. Die Angabe von

subjektiver Sicherheit („Sicher“ oder „Eher sicher“) zeigte in der Kontrollgruppe umgekehrt einen Anstieg von 26 % (n = 4) auf 50 % (n = 8), während sie in der Interventionsgruppe von 32 % (n = 6) auf 16 % (n = 3) sank.

Die letzte Frage in diesem Abschnitt des Fragebogens bezog sich auf die subjektive Sicherheit bei der Priorisierung der Maßnahmen. Hier gab in den Baseline-Messungen die Mehrheit der Probanden beider Gruppen an, sich „Unsicher“ oder „Eher unsicher“ zu fühlen. In den Retention-Messungen zeigte sich in beiden Gruppen ein deutlicher Rückgang der Unsicherheit bzw. eine Zunahme der subjektiven Sicherheit bei der Maßnahmenpriorisierung. So sank von Baseline- zu Retention-Messung die Angabe von Unsicherheit in der Interventionsgruppe von 100 % (n = 19) um mehr als die Hälfte auf 48 % (n = 9) und in der Kontrollgruppe von 75 % (n = 12) auf 44 % (n = 7). „Sicher“ oder „Eher sicher“ fühlten sich nun in beiden Gruppen mehr als die Hälfte der Probanden (53 %, n = 10 der Interventionsgruppe und 56 %, n = 9 der Kontrollgruppe).

In *Tabelle 10* sind die o.g. Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst:

Maßnahme	Gruppe	Unsicher	Eher un-sicher	Eher sicher	Sicher	Nicht durchgeführt	Ungültig/ keine Antwort
Medikamenten-gabe und Dosierung	I: Baseline n = 19	5 (26 %)	11 (58 %)	3 (16 %)	0	0	0
	I: Retention n = 19	8 (42 %)	6 (32 %)	2 (11 %)	0	3 (16 %)	0
	K: Baseline n = 16	10 (63 %)	5 (31 %)	0	1 (6 %)	0	0
	K: Retention n = 16	3 (19 %)	7 (44 %)	4 (25 %)	1 (6 %)	1 (6 %)	0

EKG- Interpretation	I: Baseline n = 19	1 (5 %)	6 (32 %)	9 (47 %)	2 (11 %)	0	1 (5 %)
	I: Retention n = 19	2 (11 %)	4 (21 %)	11 (58 %)	1 (5 %)	0	1 (5 %)
	K: Baseline n = 16	0	4 (25 %)	7 (44 %)	5 (31 %)	0	0
	K: Retention n = 16	2 (13 %)	7 (44 %)	4 (25 %)	3 (19 %)	0	0
Beatmung	I: Baseline n = 19	1 (5 %)	6 (32 %)	9 (47 %)	2 (11 %)	0	1 (5 %)
	I: Retention n = 19	1 (5 %)	5 (26 %)	10 (53 %)	3 (16 %)	0	0
	K: Baseline n = 16	2 (13 %)	2 (13 %)	10 (63 %)	0	1 (6 %)	1 (6 %)
	K: Retention n = 16	1 (6 %)	5 (31 %)	3 (19 %)	5 (31 %)	2 (13 %)	0
Defibrillation	I: Baseline n = 19	0	4 (21 %)	12 (63 %)	3 (16 %)	0	0
	I: Retention n = 19	0	5 (26 %)	11 (58 %)	3 (16 %)	0	0
	K: Baseline n = 16	1 (6 %)	5 (31 %)	4 (25 %)	6 (38 %)	0	0
	K: Retention n = 16	1 (6 %)	2 (13 %)	6 (38 %)	6 (38 %)	0	1 (6 %)
Herzdruck- massage	I: Baseline n = 19	0	2 (11 %)	7 (37 %)	8 (42 %)	1 (5 %)	1 (5 %)
	I: Retention n = 19	0	1 (5 %)	9 (47 %)	5 (26 %)	4 (21 %)	0
	K: Baseline n = 16	0	1 (6 %)	8 (50 %)	3 (19 %)	4 (25 %)	0
	K: Retention n = 16	0	0	8 (50 %)	4 (25 %)	3 (19 %)	1 (6 %)

Arbeits- umgebung RTW	I: Baseline n = 19	3 (16 %)	10 (53 %)	6 (32 %)	0	0	0
	I: Retention n = 19	3 (16 %)	13 (68 %)	3 (16 %)	0	0	0
	K: Baseline n = 16	5 (31 %)	7 (44 %)	2 (13 %)	2 (13 %)	0	0
	K: Retention n = 16	3 (19 %)	5 (31 %)	7 (44 %)	1 (6 %)	0	0
Priorisierung/ Reihenfolge der Maßnahmen	I: Baseline n = 19	7 (37 %)	12 (63 %)	0	0	0	0
	I: Retention n = 19	3 (16 %)	6 (32 %)	10 (53 %)	0	0	0
	K: Baseline n = 16	4 (25 %)	8 (50 %)	3 (19 %)	1 (6 %)	0	0
	K: Retention n = 16	1 (6 %)	6 (38 %)	8 (50 %)	1 (6 %)	0	0

Tabelle 10: Ergebnisse der Fragebögen nach dem Trainingsszenario: Subjektive Sicherheit bei den Maßnahmen (Prüfphase). Von den Probanden (Kohorten 2+3, Prüfphase) wurde erfragt, wie unsicher bzw. sicher sie sich bei oben genannten Einzelmaßnahmen gefühlt haben. Prozentuale Anteile in Klammern auf ganze Zahlen gerundet.

Um zu eruieren, ob falsche EKG-Diagnosen eine mögliche Ursache für Verzögerungen des Reanimationsalgorithmus sind, wurde von den Probanden erfragt, welche EKG-Diagnose sie nach Eintreten des Kreislaufstillstandes gestellt haben. Den Probanden wurden hierfür die Antwortmöglichkeiten wie in *Tabelle 11* aufgelistet vorgegeben.

In den Baselinemessungen gaben in der Interventionsgruppe 68 % (n = 13) die korrekte Antwort „Kammerflimmern“, in der Kontrollgruppe 75 % (n = 12). Eine ventrikuläre Tachykardie sahen 21 % (n = 4) in der Interventionsgruppe. Einen STEMI diagnostizierten 5 % (n = 1) der Interventionsgruppe und 25 % (n = 4) der Kontrollgruppe.

In den späteren Retentionsmessungen erkannten noch 63 % (n = 12) der Interventionsgruppe und 88 % (n = 14) der Kontrollgruppe das Kammerflimmern korrekt. Die Zahl der VT-Diagnosen blieb mit 21 % (n = 4) in der Interventionsgruppe konstant, während nun ein Proband (6 %, n = 1) der Kontrollgruppe angab, das EKG-Bild als VT interpretiert zu haben. Den EKG-Rhythmus gar nicht erkannt zu haben, gaben sowohl in Interventions- als auch in der Kontrollgruppe jeweils n = 1 Proband an (5 % bzw. 6 %).

Gruppe	VF	VT	STEMI	Nicht erkannt	PEA	Torsades-pointes	Ungültig/keine Antwort
I: Baseline n = 19	13 (68 %)	4 (21 %)	1 (5 %)	1 (5 %)	0	0	0
I: Retention n = 19	12 (63 %)	4 (21 %)	0	1 (5 %)	0	0	2 (11 %)
K: Baseline n = 16	12 (75 %)	0	4 (25 %)	0	0	0	0
K: Retention n = 16	14 (88 %)	1 (6 %)	0	1 (6 %)	0	0	0

Tabelle 11: Ergebnisse der Fragebögen nach erfolgreichem Trainingsszenario: Gestellte EKG-Diagnose (Prüfphase). (Kohorten 2+3, Prüfphase) Prozentuale Anteile in Klammern auf ganze Zahlen gerundet. VF: Kammerflimmern, VT: Ventrikuläre Tachykardie, STEMI: ST-Hebungsinfarkt, PEA: Pulslose elektrische Aktivität.

Des Weiteren wurde eine subjektive Einschätzung der erzielten Defibrillationszeit erfragt, um zu ermitteln, ob sich etwas an der Zeitwahrnehmung bzw. Selbsteinschätzung geändert hat. In *Abbildung 32* ist die Abweichung der eigenen Einschätzung zur tatsächlich gemessenen Zeit bis zur ersten Defibrillation dargestellt:

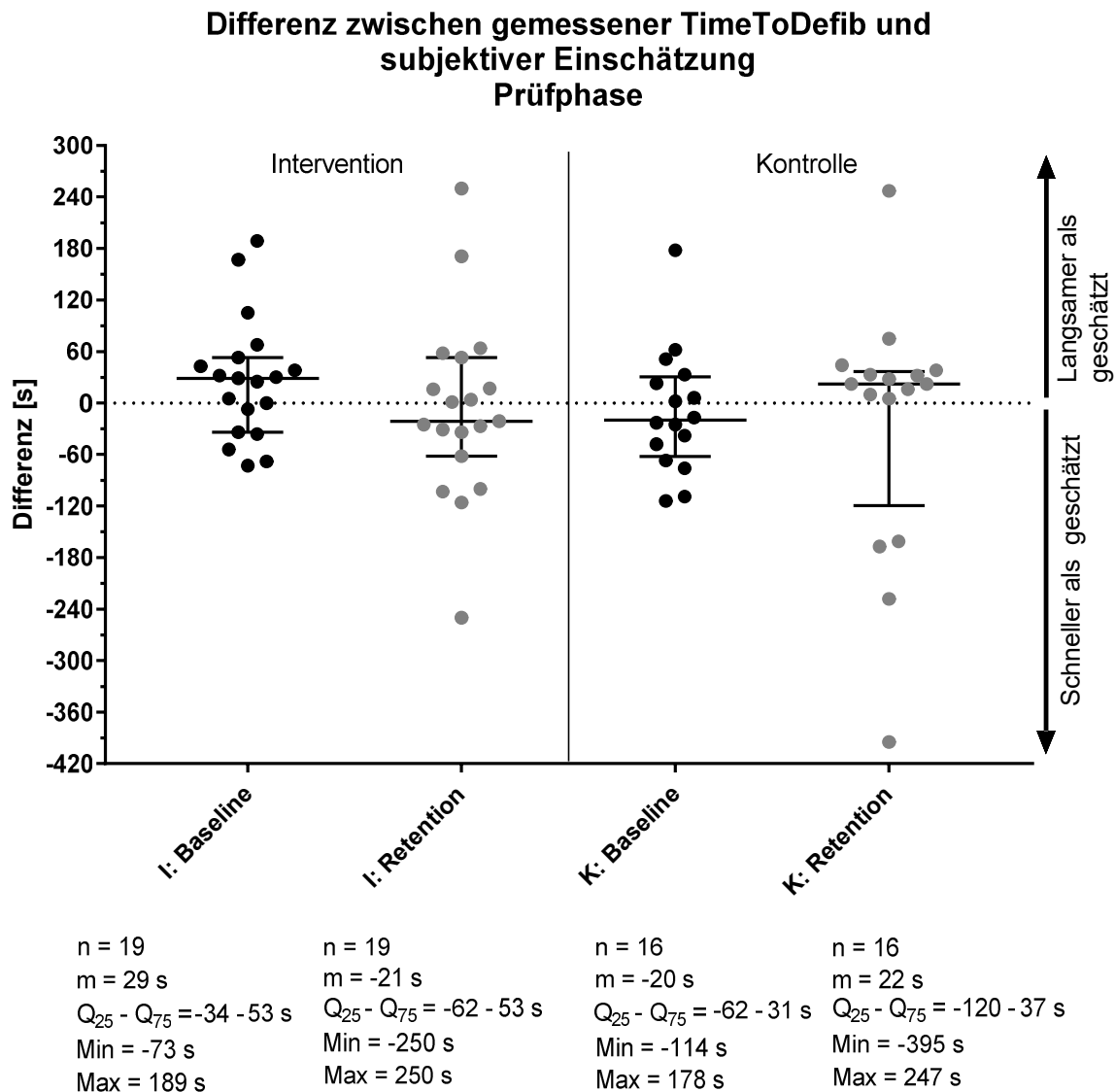


Abbildung 32: Scatter-Dot-Plot der individuellen Differenz zwischen geschätzter und gemessener Defibrillationszeit (Prüfphase). Der Abstand eines jeweiligen Punktes von der Nulllinie stellt die Abweichung der post-hoc erfragten subjektiven Einschätzung der verstrichenen Zeit bis zur ersten Defibrillation von der objektiv gemessenen Zeit dar. Punkte oberhalb der Nulllinie stellen dar, dass die Defibrillationszeit länger war, als vom Probanden geschätzt bzw. dass sich der Proband als schneller eingeschätzt hat. Die subjektive Einschätzung war umso akkurater, je näher ein Punkt an der Nulllinie liegt. m = Median. Zeitwerte ganzzahlig gerundet.

Es zeigt sich in den Baselinewerten eine mediane Abweichung der Einschätzung um $m = 29$ s ($n = 19$, IQR $-34 - 53$ s) in der Interventionsgruppe, wohingegen sich die Kontrollgruppe mit $m = -20$ s ($n = 16$, IQR $-62 - 31$ s) im Median unterschätzte bzw. schneller war als subjektiv geschätzt.

In den Retentionsmessungen invertierten sich die Ergebnisse nahezu. In der Interventionsgruppe schätzen sich die Probanden nun mit einer medianen Abweichung von $m = -21$ s ($n = 19$, IQR $-62 - 53$ s) langsamer ein als tatsächlich erzielt. Die Kontrollgruppe schätze sich im Median $m = 22$ s ($n = 16$, IQR $-120 - 37$ s) schneller ein als tatsächlich für die Defibrillation benötigt. In beiden Gruppen zeigte sich in den Retentionsmessungen eine etwas größere Streuung der Werte bzw. ein vergrößerter Interquartilabstand, wobei die Zunahme in der Kontrollgruppe etwas größer war als in der Interventionsgruppe.

Abschließend sollten die Probanden ihre vorgenommene bzw. bevorzugte Priorisierung der Maßnahmen und die Zuweisung der Aufgaben zu einem bestimmten Helfer während der Reanimation angeben. Hierzu wurde im Fragebogen nach der ersten und gegebenenfalls zweiten Maßnahmenpriorität für Helfer 1 (Proband, Teamleader) und Helfer 2 (Tutor bzw. simulierter Rettungsassistent) direkt nach Eintreten des Kreislaufstillstandes bzw. Auftreten des Kammerflimmerns gefragt.

Die Durchführung der Thoraxkompressionen (TXK) war über alle Gruppen betrachtet die am häufigsten in erster Priorität genannte Maßnahme sowohl für Helfer 1 als auch für Helfer 2. Von jeweils ca. einem Drittel der Probanden aus der Interventionsgruppe, die die TXK als erste bzw. primäre Priorität für den Helfer 1 (Teamleader) sahen, wurden die Defibrillation und die Beatmung als primäre (und somit parallele) Priorität von Helfer 2 gesehen. In der Kontrollgruppe sah die Hälfte der Probanden, die die TXK als erste Priorität des Teamleaders angaben, die Defibrillation als primäre Priorität von Helfer 2.

Über alle Gruppen hinweg zeigte sich die Defibrillation überwiegend als am zweithäufigsten gewählte Maßnahme, unabhängig von der zugewiesenen Priorität. Ausschließlich in der Retention-Messung der Kontrollgruppe war die Defibrillation mit einem Drittel der Nennungen die am häufigsten genannte primäre Priorität (für Helfer 2).

Konsistent über alle Gruppen wurde die Etablierung eines intravenösen Zugangs am häufigsten als sekundäre Priorität des Helfer 2 angegeben.

Tabelle 12 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse:

	I: Baseline n = 19	I: Retention n = 19	K: Baseline n = 16	K: Retention n = 16
Primäre Priorität Helfer 1	TXK 10 (53 %)	TXK 11 (58 %)	TXK/EKG jw. 6 (38 %)	TXK 11 (69 %)
	Beatmung 3 (16 %)	Beatmung 4 (21 %)	Defibrillation 2 (13 %)	Defibrillation 4 (25 %)
	EKG 2 (11 %)	Defib./EKG jw. 2 (11 %)	Beat./Zugang jw. 1 (6 %)	EKG 1 (6 %)
Sekund. Priorität Helfer 1	Defibrillation 6 (32 %)	Beat./Defib. jw. 4 (27 %)	Beatmung 4 (25 %)	EKG 2 (50 %)
	EKG 4 (21 %)	Zugang/EKG jw. 3 (20 %)	Defib./Medik./ Airway/EKG jw. 2 (13 %)	Defib./Beat. jw. 1 (25 %)
	Beatmung 2 (11 %)	TXK 1 (7 %)	keine weiteren Nennungen	keine weiteren Nennungen
Primäre Priorität Helfer 2	TXK 7 (37 %)	TXK 6 (33 %)	TXK 10 (63 %)	TXK/Defib. jw. 5 (33 %)
	Beat./Defib. jw. 3 (16 %)	Beat./Zugang jw. 4 (22 %)	Defibrillation 3 (19 %)	Beat./Medik. jw. 2 (13 %)
	EKG 2 (11 %)	Defib./EKG jw. 2 (11 %)	EKG 2 (13 %)	EKG 1 (7 %)
Sekund. Priorität Helfer 2	Zugang/Medik. jw. 3 (16 %)	Beat./Zugang jw. 3 (25 %)	Zugang 4 (25 %)	Zugang 3 (38 %)
	Beat./EKG jw. 2 (11 %)	Defib./TXK jw. 2 (17 %)	Defib./Medik. 2 (13 %)	Beat./Defib. jw. 2 (25 %)
	Defib./Airway jw. 1 (5 %)	Medik./Airway jw. 1 (8 %)	TXK/Beat. jw. 1 (6 %)	Medikamente 1 (13 %)

Tabelle 12: Übersicht über die individuelle Maßnahmenpriorisierung der Probanden (Prüfphase). Helfer 1 = Teamleader/Proband. Helfer 2 = simulierter Rettungsassistenten/ Tutor. Pro Kategorie sind die drei am häufigsten genannten Maßnahmen aufgelistet. Bei gleich häufiger Nennung werden die Maßnahmen in einem Feld zusammengefasst. Prozentangaben bezogen auf Rücklaufquote pro Feld, nicht auf die gesamte Stichprobengröße. Prozentangaben ganzzahlig gerundet. TXK = Thoraxkompressionen.

3.3.5.6 Ergebnisse der standardisierten Interviews

Nach erfolgreichem Trainingsszenario führten die Tutoren mit den Probanden ein standardisiertes Interview durch (s. hierzu auch 2.2.5.5 *Standardisiertes Interview, Seite 34*). Die hierbei erhaltenen Antworten bzw. angesprochenen Themen wurden in inhaltliche Kategorien eingeteilt und die Häufigkeit der Nennung gezählt. Die sich ergebenden Kategorien und die Nennungshäufigkeiten sind im Folgenden dargestellt:

Kategorie	Problem	Genannt von (%)							
		I: Baseline n = 19		I: Retention n = 19		K: Baseline n = 16		K: Retention n = 16	
Organisation	Unsicherheit/Verwirrung/ Überforderung	9	47 %	6	32 %	4	25 %	6	38 %
	Wahl des passenden Algorithmus	9	47 %	8	42 %	7	44 %	9	56 %
	Nächster Schritt unklar	9	47 %	9	47 %	13	81 %	5	31 %
Medizinisch/ fachlich	Fehler gemacht / zu langsam	7	37 %	3	16 %	2	13 %	3	19 %
	Unsicherheit mit der Diagnose	3	16 %	3	16 %	3	19 %	8	50 %
	EKG-Interpretation	9	47 %	5	26 %	3	19 %	6	38 %
	Medikamente/Dosierungen	7	37 %	8	42 %	7	44 %	5	31 %
	Intubation/Beatmung	4	21 %	2	11 %	1	6 %	4	25 %
Simulation	(Vital-)Daten erheben	5	26 %	3	16 %	3	19 %	1	6 %
	Puppe/Szenario unrealistisch	3	16 %	1	5 %	4	25 %	2	13 %
	Wagen eng, Kabelsalat	0	0 %	3	16 %	2	13 %	4	25 %
	Arbeitsumfeld ungewohnt	2	11 %	6	32 %	0	0 %	3	19 %
CRM	Aufgabenaufteilung mit Helfer	5	26 %	3	16 %	1	6 %	2	13 %
	Zu wenig Helfer	2	11 %	3	16 %	1	6 %	0	0 %
Manuell/ technisch	Gerätebedienung	6	32 %	13	68 %	5	31 %	8	50 %
	Probleme Verkabelung zu befestigen/rechtzeitig verkabeln	3	16 %	1	5 %	2	13 %	0	0 %
	Probleme mit Anbringen der Defibrillator-Patches	7	37 %	4	21 %	4	25 %	6	38 %

Tabelle 13: Kategorisierte Übersicht über die im Interview spontan von den Probanden erwähnten subjektiven Probleme während des Reanimationsszenarios (Prüfphase).

Aus den Interviews ergab sich das wiederkehrende Thema einer unspezifischen Unsicherheit, Verwirrung oder Überforderung. In den Baseline-Interviews wurde dies von 47 % (n = 9) der Interventionsgruppe und 25 % (n = 4) der Kontrollgruppe spontan angesprochen. In den Retention-Interviews sank die Nennungsanzahl in der Interventionsgruppe auf 32 % (n = 6), wohingegen in der Kontrollgruppe mit 38 % (n = 6) nun mehr Probanden als zuvor das Thema ansprachen.

Die Wahl des passenden bzw. anzuwendenden Algorithmus stellte in den

Baseline-Interviews für knapp die Hälfte der Probanden von Interventions- und Kontrollgruppe ein subjektives Problem dar (47 %, n = 9 bzw. 44 %, n = 7). In den Retention-Interviews verringerte sich die Häufigkeit der Nennungen in der Interventionsgruppe auf 42 % (n = 8), während in der Kontrollgruppe die Nennungshäufigkeit von Algorithmus-Problemen auf 56 % (n = 9) zunahm. Wiederholt geäußert wurde, dass der nächste Schritt unklar sei. In den Baseline-Interviews gaben dies 47 % (n = 9) der Interventions- und 81 % (n = 13) der Kontrollgruppe an. In den Retention-Interviews blieben die Nennungen von Unklarheiten über den nächsten Schritt in der Interventionsgruppe konstant, während sie in der Kontrollgruppe auf 31 % (n = 5) sanken.

Bei einigen Probanden entstand der subjektive Eindruck, Fehler gemacht zu haben oder insgesamt zu langsam gewesen zu sein. In den Baseline-Interviews äußerten dies 37 % (n = 7) der Interventionsgruppe und 13 % (n = 2) der Kontrollgruppe. In der Interventionsgruppe sank die Nennungshäufigkeit in den Retention-Interviews um mehr als die Hälfte auf 16 % (n = 3), während sie in der Kontrollgruppe auf 19 % (n = 3) anstieg.

Probleme bei der Stellung der richtigen Diagnose äußerten in den Baseline-Interviews 16 % (n = 3) der Interventionsgruppe und 19 % (n = 3) der Kontrollgruppe. In der Interventionsgruppe blieb die Nennungshäufigkeit in den Retention-Interviews konstant, während sie sich in der Kontrollgruppe auf 50 % (n = 8) mehr als verdoppelte.

Als spezifische medizinische Maßnahme wurde wiederholt die EKG-Interpretation thematisiert. In den Baseline-Interviews sprachen 47 % (n = 9) der Interventionsgruppe und 19 % (n = 3) der Kontrollgruppe die EKG-Interpretation an. In den späteren Retention-Interviews sank die Nennungshäufigkeit in der Interventionsgruppe auf 26 % (n = 5), während sie sich in der Kontrollgruppe auf 38 % (n = 6) verdoppelte.

Auch die Pharmakotherapie war ein häufig angesprochenes Thema. So erwähnten dies in den Baseline-Interviews 37 % (n = 7) der Interventionsgruppe und 44 % (n = 7) als problematisch. In den Retention-Interviews der Interventionsgruppe stieg die Quote der Nennungen auf 42 % (n = 8). In der Kontrollgruppe sanken die Nennungen hingegen auf 31 % (n = 5).

Bei der Sicherung der Atemwege bzw. bei der Durchführung der Beatmung gaben in den Baseline-Interviews 21 % (n = 4) der Interventionsgruppe und 6 % (n = 1) der Kontrollgruppe Schwierigkeiten an. In den Retention-Interviews sank die Anzahl der Nennungen in der Interventionsgruppe auf die Hälfte (11 %, n = 2). In der Kontrollgruppe hingegen vervierfachte sich die Anzahl der Nennungen auf 25 % (n = 4).

In den Interviews wurden die Probanden explizit nach Problemen mit der Simulation bzw. dem Simulator befragt, um Simulationsartefakte als möglichen Einflussfaktor auf die Reanimationsleistung zu erkennen. Mehrfach wurden daraufhin in den Interviews Schwierigkeiten bei der Vitaldatenerhebung genannt. So gaben in den Baseline-Interviews 26 % (n = 5) der Interventionsgruppe und 19 % (n = 3) der Kontrollgruppe Schwierigkeiten damit an. In den Retention-Interviews sank die Nennungshäufigkeit in beiden Gruppen, in der Interventionsgruppe auf 16 % (n = 3) und auf 6 % (n = 1) in der Kontrollgruppe. Die Simulation oder die Puppe (Patientensimulator) generell als unrealistisch empfunden zu haben, äußerten in den Baseline-Interviews 16 % (n = 3) und 25 % (n = 4) in der Kontrollgruppe. In den Retention-Interviews sank die Nennungshäufigkeit auf 5 % (n = 1, Interventionsgruppe) und 13 % (n = 2, Kontrollgruppe).

Das beengte Arbeitsumfeld des Rettungswagens und die multiplen Kabel zum Patientenmonitoring benannten in den Baseline-Interviews 13 % (n = 2) der Kontrollgruppe als subjektiv erschwerenden Faktor in der Reanimationssituation. In den Retention-Interviews stieg die Nennungshäufigkeit in beiden Gruppen: In der Interventionsgruppe auf 16 % (n = 3) und in der Kontrollgruppe auf 25 % (n = 4).

Ein generell ungewohntes Arbeitsumfeld wurde in den Baseline-Interviews von 11 % (n = 2) der Interventionsgruppe verbalisiert. In den Retention-Interviews stiegen die Nennungen in der Interventionsgruppe auf 32 % (n = 6), in der Kontrollgruppe auf 19 % (n = 3).

Die Aufteilung der anfallenden Aufgaben zwischen Proband und Helfer empfanden in den Baseline-Interviews der Interventionsgruppe 26 % (n = 5) und 6 % (n = 1) in der Kontrollgruppe als schwierig. In den Retention-Interviews

empfanden dies noch 16 % (n = 3, Interventionsgruppe) und 13 % (n = 2, Kontrollgruppe) als schwierig.

Einen Mangel an zur Verfügung stehenden Helfern äußerten in den Baseline-Interviews 11 % (n = 2) der Interventionsgruppe und 6 % (n = 1) der Kontrollgruppe. In den Retention-Interviews gab es in der Interventionsgruppe mit 16 % bzw. n = 3 eine Nennung mehr, während der Helfermangel in der Kontrollgruppe nun nicht mehr angesprochen wurde.

Die Gerätebedienung war ebenfalls ein vermehrt angesprochenes Thema. So verbalisierten in den Baseline-Interviews der Interventionsgruppe 32 % (n = 6) und 31 % (n = 5) der Kontrollgruppe Schwierigkeiten damit. In den Retention-Interviews stieg die Anzahl der Nennungen in beiden Gruppen. In der Interventionsgruppe wurden Schwierigkeiten mit der Gerätebedienung nun von 68 % (n = 13) und 50 % (n = 8) in der Kontrollgruppe genannt.

Auch der Umgang mit den multiplen Kabeln zum kontinuierlichen Patientenmonitoring wurde teils als schwierig empfunden. So gaben in den Baseline-Interviews der Interventionsgruppe 16 % (n = 3) und 13 % (n = 2) der Kontrollgruppe hierbei Schwierigkeiten an. In den Retention-Interviews sank die Anzahl der Nennungen in der Interventionsgruppe auf 5 % (n = 1) und in der Kontrollgruppe auf 0 % (n = 0).

Nach Auftreten des Kammerflimmerns mussten die Defibrillations-Klebelektroden unter Reanimationsbedingungen auf speziellen Steckkontakten des Patientensimulators befestigt werden. Schwierigkeiten hiermit äußerten in den Baseline-Interviews 37 % (n = 7) der Interventionsgruppe und 25 % (n = 4) der Kontrollgruppe. In den Retention-Interviews gaben noch 21 % (n = 4) der Interventionsgruppe und 38 % (n = 6) in der Kontrollgruppe an, mit der Platzierung Schwierigkeiten zu haben.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse der Analysephase und Literaturvergleich

In der Analyse-Kohorte (Kohorte 1) zeigte sich eine mediane Baseline-Zeit bis zur ersten Defibrillation (TimeToDefib) von $m = 158$ s (IQR 107 – 270 s, $n = 49$) [31]. Der Median lag somit zwar innerhalb des aus der Literatur abgeleiteten Zielkorridors von 120 – 180 s ([18 - 21]), betrug jedoch mehr als das Sechsfache der intern ermittelten Benchmarkzeit von 25 s [31].

Andere Autoren beschäftigten sich ebenfalls mit der Reanimationsleistung von Studierenden. Grzeskowiak et al. ermittelten in ihrer Studie eine deutlich geringere Defibrillationszeit von 50 s durch Studierende im dritten Jahr unter Verwendung eines manuellen Defibrillators [25]. Im Gegensatz zu der vorgelegten Arbeit kam bei Grzeskowiak et al. jedoch ein Team von vier Helfern mit jeweils fest zugewiesenen Aufgaben zum Einsatz [25], weshalb von einer im Vergleich niedrigeren individuellen Arbeitslast der Helfer auszugehen ist.

Ebenfalls ein Vier-Helfer-Szenario mit manuellem Defibrillator beschrieben Lüscher et al. und ermittelten eine Defibrillationszeit von 168 s durch Studierende zum Zeitpunkt des Examens [28]. Warum bei Lüscher et al. trotz deutlich höherem Ausbildungsstand die Defibrillationszeit im Vergleich zur Arbeit von Grzeskowiak et al. mehr als das Dreifache betrug [25, 28], ist unklar.

Langdorf et al. beschrieben eine Defibrillationszeit von 180 s, wobei dieser Wert anscheinend im Rahmen einer Einzeltestung ohne Helfer bzw. ohne die Möglichkeit zur Delegation von Aufgaben zustande kam [26]. Der Ausbildungsstand der untersuchten Probanden wurde als „late 4th year“ angegeben [26].

Nacca et al. ermittelten in einem Drei-Helfer-Szenario einen Zeitbedarf bis zur ersten Defibrillation von 150 s durch Studierende im dritten Jahr, die im Gegensatz zur Vergleichsgruppe vor der Messung keine spezifische Vorbereitung in Form eines Online-Selbstlernmoduls erhielten [27].

Busch et al. beschrieben in ihrer Studie zum Einsatz eines Ventilator-Defibrillator-Kombinationsgerätes mit elektronischer Leitungsfunktion des ALS-Algorithmus eine mittlere Defibrillationszeit von 78 s, auch unabhängig vom Einsatz des

neuartigen Geräts [37]. Jedoch wurde diese Defibrillationszeit nach mehrstündigem Training und wiederholten Durchgängen des ALS-Algorithmus gemessen [37] und ist somit als Optimalwert anzusehen.

Durch die verschiedenen Nationalitäten bzw. international unterschiedlichen Curricula sowie im Detail unterschiedlichen Messbedingungen bzw. -szenarien ist die Vergleichbarkeit der o.g. ermittelten Werte untereinander, aber auch mit der hier vorgelegten Arbeit schwierig. Trotzdem können die Werte im Kontext ihrer Entstehung als Anhalt interpretiert werden. Insgesamt sind die in der Analysephase dieser Arbeit ermittelten Defibrillationszeiten als vergleichbar zu denen der o.g. Autoren anzusehen.

Da sich die erzielte Defibrillationszeit in dieser Arbeit mehr als sechsmal länger erwies, als im verwendeten Szenario bzw. Kontext praktisch möglich gewesen wäre [31], ist eine tiefergehende Analyse der Gesamt-Defibrillationszeit erforderlich:

Mit 72 s (median, n = 49, IQR 33 – 155 s) bzw. 49 % TtD (median, n = 49, IQR 29 – 65%) verging der längste Anteil der Defibrillationszeit, bis die Probanden begannen, den Defibrillator einsatzbereit zu machen (TimeToStartPrepDefib) [31]. Der mediane Zeitbedarf für die eigentliche Vorbereitung (TimeForPrepDefib) war dann mit 31 s (n = 49, IQR 24 – 51 s) zwar im Vergleich mit der Benchmark (14 s) [31] mehr als doppelt so lang, machte aber damit nur einen medianen Anteil von 25 % (median, n = 49, IQR 13 – 33%) an der Defibrillationszeit aus. Überraschenderweise benötigten die Probanden der Analysephase nach vollständiger Vorbereitung des Defibrillators mit 28 s (n = 49, IQR 21 – 64 s) [31] viermal länger für die Schockabgabe (TimeForDoDefib) als prinzipiell nötig.

Die verlängerte Vorbereitungszeit sowie die Verzögerung der Schockabgabe könnten einer fehlenden Routine im Umgang mit dem verwendeten Defibrillator zugeschrieben werden, da sich nur knapp zwei Drittel der Probanden (65 %) bei der Defibrillation „eher sicher“ bis „sicher“ fühlten. Warum jedoch die Vorbereitung der Defibrillation im hiesigen Szenario derartig verspätet begonnen wurde, ist damit noch nicht erklärbar. Die vorliegenden Daten zeigen keine durch

die Probanden bewusst wahrgenommene externe (negative) Beeinflussung der Reanimationsleistung. Bezüglich der zentralen Maßnahmen des Advance-Life-Supports zeigte sich in der Mehrheit subjektive Sicherheit bei Thoraxkompressionen, Beatmung und EKG-Interpretation (77 %, 67 % und 71 % „sicher“ oder „eher sicher“). Die Rate der korrekten EKG-Diagnose (Kammerflimmern) lag mit 63 % etwas niedriger, jedoch diagnostizierten weitere 16 % eine ventrikuläre Tachykardie. Da sowohl Kammerflimmern als auch eine pulslose ventrikuläre Tachykardie eine Defibrillationsindikation darstellen und damit für den unmittelbaren weiteren Verlauf des Szenarios prinzipiell als äquivalent zu sehen sind, lag der Anteil der potentiell Konsequenz-behafteten falschen oder fehlenden EKG-Diagnosen in der Analysephase somit bei 21 %. Trotz der mehrheitlichen subjektiven Sicherheit bei den Einzelmaßnahmen (s.o.) gaben 72 % der Probanden an, subjektiv wenig bis keine Kontrolle über das Szenario gehabt zu haben. Da die mit Abstand ausgeprägteste subjektive Unsicherheit bei Priorisierung bzw. Reihenfolge der Maßnahmen (82 % „eher unsicher“ bis „unsicher“) angegeben wurde, erscheint es wahrscheinlich, dass der subjektive Kontrollverlust mindestens anteilig hierauf basiert. Kongruent zu diesem Ergebnis äußerten 74 % der Probanden der Analysephase im Interview spontan Unklarheit über den nächsten durchzuführenden Schritt (s. *Tabelle 7, Seite 59*) [31]. Lediglich 18 % gaben an sich „eher sicher“ zu fühlen. Von den letztgenannten Probanden besaßen allerdings etwas mehr als die Hälfte (56 %) eine medizinische Vorausbildung.

4.2 Fazit der Analysephase und Hinleitung zur Intervention

In Summe der Ergebnisse der Analysephase ergab sich das Bild von prinzipiell weitgehend beherrschten Einzelmaßnahmen. Die Koordination bzw. Priorisierung dieser Maßnahmen schienen jedoch einem Großteil der Probanden Schwierigkeiten zu bereiten [31]. Dies war zunächst ein unerwartetes Ergebnis, da mit dem ALS-Algorithmus (s. *Abbildung 1: Basis-Flussschema des ALS-Algorithmus für erwachsene Patienten., Seite 18*) eine priorisierende (Be-)Handlungsreihenfolge zur Verfügung steht.

Warum die Probanden die Priorisierung der Maßnahmen nicht anhand des etablierten Algorithmus vornahmen, kann aus den erhobenen Daten bzw. verwendeten Erhebungswerkzeugen nicht direkt abgeleitet werden. Bei 35 % (n = 17) der Probanden konnten in den Interviews jedoch Antworten abgegrenzt werden, die in die thematische Kategorie „Problem bei Wahl des passenden Algorithmus“ sowie „Unsicherheit mit der Diagnose“ fielen (s. *Tabelle 7, Seite 59*) [31]. Denkbar erscheint, dass dies durch die akute Änderung der Therapiesituation (zuerst Therapie des akuten ST-Hebungsinfarkts, dann sofortiger Wechsel in den Reanimationsalgorithmus) bedingt war. Somit könnte sich auch die erhöhte Angabe von Schwierigkeiten bei der Medikation (s.o.) auf die medikamentöse Therapie des STEMI beziehen, welche im Gegensatz zur Pharmakotherapie im Rahmen der Reanimation nicht Teil der Refresher-Vorlesung war. Auch eine unvollständige bzw. lückenhafte Kenntnis bzw. Abrufbarkeit des ALS-Algorithmus könnte zu den beobachteten Abweichungen führen. Durch die durchgeführte Refresher-Vorlesung zu Beginn des Trainingstages (s. *2.2.1.1 Theoretische Vorbereitung, Seite 24*) sollte dieser Effekt prinzipiell gemindert worden sein, eine gesonderte Prüfung der Algorithmus-Kenntnisse erfolgte jedoch in dieser Studie nicht.

Ein weiterer bzw. zusätzlicher Erklärungsansatz [31] findet sich auf kognitiver Ebene im Kompetenzstufen-Modell von Dreyfus [38], welches fünf Stufen des Fähigkeiten-Erwerbs (*engl. skill acquisition*) beschreibt:

Auf der ersten Stufe (Novice oder Anfänger) des Modells befolgen die Anfänger Dreyfus zufolge vorab festgelegte Regeln oder Abläufe und orientieren sich dabei an einzelnen kontextfreien Indikatoren; eine Situations-bezogene bzw. kontextuelle Bewertung erfolgt auf dieser Stufe nicht und führt daher vermehrt zu ungünstigen Entscheidungen [38].

Die zweite Stufe des Modells (Advanced Beginner bzw. fortgeschrittener Anfänger) ist geprägt von grundlegend vorhandener Erfahrung und zunehmender Wahrnehmung zusätzlicher situativer Aspekte bei gleichzeitiger Veränderung weg von einem Regel-basierten Handeln hin zu einem Maximen-orientierten Handeln [38].

In der dritten Stufe (Competence) kann der Lernende durch die gesammelte Erfahrung viele relevante Probleme erkennen und aus verfügbaren Maßnahmen wählen, besitzt jedoch noch keine intuitive Diskriminierung, welches Problem oder welche Maßnahme in der jeweiligen Situation priorisiert behandelt werden muss [38]. Zusätzlich können nicht für jede komplexe Situation a priori passende Regeln und Verhaltensvorgaben erstellt werden, so dass der Lernende sich auf dieser Entwicklungsstufe in seiner Entscheidungsfindung nicht mehr auf vorgegebene Regeln berufen kann [38]. Während eine erfolgreiche Bewältigung dieser Situation daher im Nachhinein ein neues Hochgefühl erzeugen kann, kann durch das erhöhte Risiko von selbst zu verantwortenden Fehlern eine starke emotionale Belastung entstehen, welche wiederum das Einnehmen einer distanzierten, Maximen-geleiteten Haltung (wie in Stufe 2) erschwert [38].

In Hinblick auf die Probandengesamtheit der ersten Kohorte ist eine klare Einordnung in das Stufenmodell nicht trivial: Nach einem circa sechsjährigen Studium der Humanmedizin kann schwerlich argumentiert werden, dass die algorithmischen Vorgaben des Reanimationsalgorithmus für die Probanden ohne Kontext seien. Trotzdem ist eine sehr realitätsnah simulierte Reanimation eine hochkomplexe Situation, in der ein Rückfall auf die (weitgehend) kritiklose Befolgung des Algorithmus durchaus eine legitime Option darstellen könnte. Unter der Annahme einer korrekten Befolgung des Algorithmus hätten daraus jedoch deutlich kürzere Defibrillationszeiten resultieren müssen. Insgesamt zeigten die Probanden der Analysephase [31] auch Merkmale der dritten Stufe (Competence, s.o.) [38]: Die Interpretation und Bewertung der zur Verfügung stehenden Informationen sowie die im Rahmen einer Reanimation durchzuführenden Maßnahmen war den Probanden grundsätzlich geläufig (überwiegend Selbsteinschätzung als „eher sicher“ bis „sicher“ bei den relevanten Maßnahmen sowie weitgehend korrekte EKG-Diagnosen; s.o.). Es zeigte sich jedoch eine ausgeprägte subjektive Unsicherheit bei der Priorisierung der Maßnahmen sowie eine vermehrte Angabe von Gefühlen der Unsicherheit, Verwirrung und Überforderung (s.o.). Dreyfus beschreibt hierzu passend in seinem Kompetenzstufen-Modell eine auf dieser dritten Stufe zunehmende emotionale Belastung der Probanden [38].

Wie bereits Dreyfus in seinem Kompetenzstufen-Modell schreibt, ist es praktisch nicht möglich, jede mögliche Situation und Konstellation vorherzusehen und dafür exakt passende Regeln bzw. Verhaltensanweisungen zu erstellen [38]. Als Konsequenz der obigen Ergebnisse und Überlegungen wurde eine Lehrintervention auf kognitiver Ebene entwickelt, um gezielt das Prioritätenorientierte Denken bzw. Strukturierung und Fokussierung in unübersichtlichen Situationen zu fördern (s. 3.2 *Entwicklung der Intervention, Seite 61*) ohne dabei zusätzliche fachliche Inhalte zu vermitteln.

4.3 Diskussion der Ergebnisse der Prüfphase

Mit den Kohorten K2 und K3 (s. 2.1 *Studiendesign und Probanden, Seite 21*) wurde die erarbeitete Intervention in der sog. Prüfphase angewendet und der Effekt der Intervention ermittelt.

In der Kontrollgruppe zeigte sich eine mediane Baseline-Defibrillationszeit von 163 s (IQR 98 – 256 s, n = 16) beziehungsweise vom Sechseinhalbfachen der Benchmark-Zeit, was mit den Ergebnissen der Analyse-Kohorte vergleichbar ist. In der Interventionsgruppe zeigte sich hingegen eine deutlich höhere mediane Baseline-Defibrillationszeit knapp oberhalb des Zielkorridors (185 s, IQR 150 – 246 s, n = 19) mit dem beinahe Siebeneinhalbfachen der Benchmark-Zeit.

In der Retention-Messung konnte die Kontrollgruppe sowohl eine deutliche Reduktion der Defibrillationszeit auf $m = 135$ s als auch eine Reduktion des IQR (IQR 78 – 206 s, n = 16) erzielen. Hingegen zeigte sich in der Interventionsgruppe keine relevante Veränderung der medianen Defibrillationszeit, jedoch sank auch hier der IQR ($m = 184$ s, IQR 116 – 231 s, n = 19).

Bei den Defibrillationszeit-Subintervallen zeigte sich eine positive Entwicklung: Sowohl in Interventions- als auch in der Kontrollgruppe reduzierte sich die absolute Zeit bis zum Beginn der Defibrillatorvorbereitung auf etwa die Hälfte des Baseline-Wertes. Der mediane Zeitbedarf für die Defibrillatorvorbereitung betrug in allen Gruppen bzw. Messungen konstant etwa eine halbe Minute.

Dass die Gesamtdefibrillationszeit in der Interventionsgruppe trotzdem nicht gesunken ist, lässt sich numerisch durch das letzte Subintervall erklären: Die benötigte mediane Zeit für die erfolgreiche Schockabgabe verlängerte sich in dieser Gruppe deutlich von $m = 27$ s (IQR 19 – 48 s, $n = 19$) auf $m = 45$ s (IQR 25 – 78 s, $n = 19$). Auch in der Kontrollgruppe verlängerte sich dieses Subintervall, jedoch insgesamt geringer von $m = 25$ s (IQR 17 – 31 s, $n = 16$) auf $m = 33$ s (IQR 26 – 47 s, $n = 16$).

Es ließ sich in beiden Gruppen keine relevante Verschlechterung der EKG-Interpretationsfähigkeiten objektivieren und bietet somit keinen Erklärungsansatz für die verlängerte TimeForDoDefib in der Interventionsgruppe.

Ein Erklärungsansatz besteht in Bedienungsschwierigkeiten des Defibrillators. So stieg die Quote der Nennung von Problemen mit der Gerätebedienung in der Interventionsgruppe von 32 % ($n = 6$) auf 68 % ($n = 13$) in den Retention-Interviews. In der Kontrollgruppe ließ sich ein etwas geringerer Anstieg von 31 % ($n = 5$) auf 50 % ($n = 8$) beobachten. Gegen eine relevante Verschlechterung der Bedienungsfähigkeiten spricht in dieser Studie jedoch, dass die Vorbereitungszeit des Defibrillators (welche das Bedienen des Geräts beinhaltet) in beiden Gruppen konstant war. Diskrepanz zur vorliegenden Studie beschrieben Saad et al. im Jahr 2019, dass der Zeitpunkt der Schockabgabe nach Verfügbarkeit des AED trotz Verschlechterung der sonstigen Reanimationsfähigkeiten über die Nachbeobachtungszeit nahezu konstant blieb [39]. Der möglicherweise entscheidende Unterschied ist, dass in der vorliegenden Studie die manuelle Defibrillation zur Anwendung kam und somit keine audiovisuelle Führung durch einen AED erfolgte. Auch in der Studie von Grzeskowiak et al. wurden Bedienprobleme des verwendeten manuellen Defibrillators als das häufigste Problem beschrieben [25]. Aktuelle AED führen nach Erkennen der Elektrodenplatzierung automatisch eine Rhythmusanalyse und erforderlichenfalls eine Aufforderung zur Schockabgabe mit automatisch korrekt gewählter Defibrillationsenergie durch. Eine verzögerte Schockabgabe durch „Vergessen“ des weiteren Ablaufs oder Bedienungsprobleme wird so verhindert.

4.4 Abschließende Überlegungen

Zusammenfassend ließ sich eine effektive Verbesserung der Reanimationsleistung im Sinne einer kürzeren Defibrillationszeit nur in der Kontrollgruppe beobachten. In der Interventionsgruppe zeigten sich zwar partiell auch positive Entwicklungen (Verkürzung der TimeToStartPrepDefib, teils höhere subjektive Sicherheit bei den Maßnahmen), der schnellere Beginn der Defibrillatorvorbereitung war jedoch auch in der Kontrollgruppe zu beobachten und kann daher nicht auf die Intervention zurückgeführt werden, sondern ist eher als normaler Trainings- bzw. Wiederholungseffekt zu werten. Insgesamt deuten die vorhandenen Daten auf eine trotz Randomisierung per se bereits leistungsstärkere Kontrollgruppe hin, da diese bereits in den Baseline-Messungen, also vor etwaigem Einfluss der Intervention, in mehreren Leistungsparametern besser abschnitten. In der Betrachtung der erhobenen Parameter, insbesondere der demographischen Daten, ließ sich jedoch keine schlüssige Erklärung für diesen fraglich präexistenten Leistungsunterschied herausarbeiten.

Letztlich ist zu diskutieren, ob die durchgeführte Intervention nicht nur ineffektiv, sondern durch eine Erhöhung der kognitiven Belastung in der Interventionsgruppe möglicherweise sogar kontraproduktiv gewesen sein könnte [40, 41]. Ob die Probanden der Interventionsgruppe während der Retentionsmessungen allerdings überhaupt an das Denkmodell dachten, ist nicht erfragt worden und daher unbekannt. In jedem Fall fand sich keine aktive Erwähnung der Intervention beziehungsweise des Denkmodells in den Interviews. Der tatsächliche Einfluss – sofern vorhanden – auf die Denkmodelle der Probanden, ob positiv oder negativ, bleibt somit unklar. Die erfolgte Intervention ist jedoch der einzige konstant erkennbare Unterschied zwischen den beiden Gruppen und muss daher als hauptverantwortlich für die relative Verschlechterung der Reanimationsleistung in der Interventionsgruppe vermutet werden.

Somit scheint die hier erarbeitete und getestete Intervention vor dem Hintergrund des an sich bereits kognitiv-mental hochintensiven Settings einer Reanimationssituation für Berufsanfänger [23, 24] eher einen ungünstigen

Einfluss zu haben. Während es Hinweise darauf gibt, dass eine zu niedrige kognitive Beanspruchung ebenfalls zur Verschlechterung der Leistung führen kann [42], scheint eine adäquate, nicht-überlastende kognitive Beanspruchung mit einer Leistungsverbesserung assoziiert zu sein [43, 44]. Eine mehrfache praktische Wiederholung der Abläufe könnte allein schon in deutlich geringeren Defibrillationszeiten resultieren, dies wurde in dieser Arbeit jedoch nicht untersucht.

Des Weiteren gibt es in der vorgelegten Studie Hinweise darauf, dass Schwierigkeiten mit der Bedienung des manuellen Defibrillators einen relevanten negativen Einfluss auf die Defibrillationsleistung ausgeübt haben (Zunahme der TimeForDoDefib in beiden Gruppen, s.o.). Für zukünftige Trainings könnte daher zunächst auf einen simpleren, Laien-bedienbaren AED zurückgegriffen werden, die Reanimationsabläufe damit unter der expliziten Zielsetzung einer schnellstmöglichen Defibrillation trainiert werden und erst in einem zweiten Schritt die Komplexität durch Einbindung eines professionellen bzw. manuellen Geräts erhöht werden.

Als Ergänzung hierzu bietet sich eine vergleichende Studie an, in der überprüft wird, wieviel Beschleunigung durch die explizite Nennung des Ziels einer schnellstmöglichen Defibrillation gegenüber einer nicht dahingehend instruierten Gruppe erreicht werden kann (jeweils für AED und manuelle Defibrillation).

Generell sollten auch zukünftige Reanimationstrainings als möglichst realitätsnahe Simulationstrainings erfolgen, da diese effektiver zu sein scheinen als konventionelle Trainingsformen [45 - 47]. Durch den im Rahmen einer realistischen Simulation artifiziell erzeugten Stress könnte die Langzeit-Gedächtnisbildung begünstigt werden [48, 49]. Mundell et al. führen des Weiteren unter anderem Trainingseinheiten zum Thema Team- bzw. Gruppendynamik als nutzbringende Ergänzung zum Reanimationstraining an [45]. Hierzu passend konnten Haffner et al. zeigen, wie eine gezielte Lehrintervention zum Thema Teamführung und CRM (Crew Resource Management) die Reanimationsqualität verbessern kann [50]. Insbesondere zur

vorbereitenden Auffrischung des theoretischen Wissens könnte im Gegensatz zum in dieser Arbeit erfolgten klassischen Frontalunterricht ein Web-basiertes Selbstlern-Modul implementiert werden, da die Nutzung eines solchen Moduls vor einem Simulationstraining die Reanimationsleistung signifikant steigern kann [27]. Insbesondere individuelle Lerngeschwindigkeiten können auf diese asynchrone Art des Lernens vermutlich besser adressiert werden.

4.5 Limitationen

Als Hauptschwäche dieser Arbeit muss die hohe Zahl der Studierenden gesehen werden, die aufgrund der Freiwilligkeit der Teilnahme für die Retention-Messung verloren gingen. Dadurch ergaben sich nur kleine verbundene Stichproben und eine deutlich limitierte Aussagekraft.

Die individuellen Gründe dafür, am zweiten Training teilzunehmen oder dieses nicht wahrzunehmen wurden nicht erfragt. Somit waren keine Erkenntnisse über einen möglichen Selektionsbias möglich: Kamen etwa besonders motivierte, leistungsorientierte oder besonders unsichere, trainingsbedürftige Studierende zum zweiten Training? Auch wurde nicht erfragt, in welchen Fachabteilungen die Studierenden in der Zeit zwischen den Trainings das Praktische Jahr absolvierten und welche spätere Fachrichtung angestrebt wird.

Durch eine lediglich einmalige Wiederholung des Trainings wurde es erschwert, den Einfluss des Wiederholungseffekts vom möglichen Effekt der Intervention abzugrenzen.

Im hier dargestellten Reanimationsszenario wurde der Advanced Life Support in einer Zweihelfer-Situation durchgeführt. Dies ist in der klinischen Praxis keine übliche Situation und in den zum Vergleich herangezogenen Studien wurde der ALS mit drei oder sogar vier Helfern durchgeführt.

Die Fragestellungen der standardisierten Interviews waren nicht geeignet, um tieferen Einblick in die Gedankenvorgänge der Teilnehmer bzw. in die Ursachen der Verzögerung zu bekommen. Auch wurden die individuellen Feedbackgespräche der Tutoren nicht aufgezeichnet, so dass sich erst später ergebende Gedanken nicht dokumentiert wurden. Hier wären eventuell weitere Einsichten möglich gewesen.

In den Retention-Messungen der Interventionsgruppe wurde nicht abgefragt, ob die Studierenden aktiv an das Märchen als Denkstruktur gedacht haben. Es ist auch nicht erhoben worden, ob sich die Teilnehmer überhaupt an die Intervention erinnerten.

5 Zusammenfassung

Im Falle eines Herz-Kreislaufstillstands ist der schnellstmögliche Beginn einer kardiopulmonalen Reanimation und – sofern indiziert – eine schnellstmögliche Defibrillation von erheblicher Bedeutung für die Überlebenschancen des betroffenen Patienten [6 - 9]. Viele Autoren empfehlen eine Defibrillation innerhalb von zwei bis drei Minuten nach Eintritt des defibrillierbaren Rhythmus [18 - 21].

In dieser Arbeit wurde untersucht, welche Defibrillationszeiten Studierende der Humanmedizin an der Eberhard Karls Universität Tübingen zu Beginn des Praktischen Jahres in einem realistisch simulierten Reanimationsszenario mit Unterstützung eines standardisierten Helfers erzielen. Es zeigte sich eine mediane Defibrillationszeit von 158 s, welche somit im empfohlenen Korridor lag, wenn auch im oberen Bereich; aber ein Mehrfaches über dem Benchmark (minimal durchführbare Defibrillationszeit, 25 s). Mittels Fragebögen und Interviews wurde angestrebt, spezifische Schwierigkeiten zu identifizieren. Es ergab sich dabei insgesamt das Bild eines Priorisierungsproblems bei prinzipiell beherrschten Einzelmaßnahmen.

Es wurde daher versucht, durch eine gezielt entwickelte Lehrintervention das strukturierte und Prioritäten-orientierte Denken zu fördern. Der Effekt dieser Intervention auf die Reanimationsleistung wurde in einem randomisiert-kontrollierten Studiendesign in einem erneuten simulierten Reanimationsszenario überprüft. Eine Verbesserung der Defibrillationszeit auf $m = 135$ s zeigte nur die Kontrollgruppe, die jedoch keine Lehrintervention erhalten hatte. In der Interventionsgruppe blieb die mediane Defibrillationszeit quasi unverändert. Die Verbesserung der Reanimationsleistung in der Kontrollgruppe musste als Trainings- beziehungsweise Wiederholungseffekt angesehen werden, welcher jedoch in der Interventionsgruppe weitgehend ausblieb. Eine sichere Erklärung für die somit relative Verschlechterung der Interventionsgruppe ließ sich aus den vorliegenden Daten nicht herausarbeiten. Hauptschwäche der Arbeit ist die kleine verbliebene Stichprobe. Zuletzt verblieb die Vermutung, dass die durchgeführte Intervention durch eine zusätzliche kognitive Belastung hauptsächlich für die ausbleibende Verbesserung der

Defibrillationszeit in der Interventionsgruppe gewesen sein könnte.

Insgesamt konnten in der vorgelegten Arbeit trotz der ineffektiven oder eventuell sogar kontraproduktiven Lehrintervention detaillierte Daten und Erkenntnisse bezüglich der Reanimationsleistung von PJ-Studierenden gewonnen werden, auf die weitere Untersuchungen aufbauen können. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass zusätzliche theoretische Lehre für Medizinstudierende im Praktischen Jahr in Bezug auf die kardiopulmonale Reanimation keinen entscheidend fördernden Effekt haben könnte, sondern durch eine reine Wiederholung der Abläufe bereits eine deutliche Verbesserung der Defibrillationszeit eintreten könnte.

Zusätzlich könnte es für den Übungsprozess hilfreich sein, den Advanced Life Support zunächst mit einem AED zu trainieren und erst nach mehreren Durchläufen des Algorithmus auf einen manuellen Defibrillator umzustellen. Ob sich dadurch eine raschere Verbesserung der Defibrillationszeit gegenüber einem direkten Training mit manuellem Defibrillator erreichen lässt, müsste gesondert untersucht werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Fischer, M., Wnent, J., Gräsner, J.-T., Seewald, S., Brenner, S., Jantzen, T., B. Bein, Bohn, A., Ristau, P., & die teilnehmenden Rettungsdienste am, and D. Reanimationsregister, *Öffentlicher Jahresbericht 2019 des Deutschen Reanimationsregisters: Außerklinische Reanimation 2019*. 2020.
2. Fischer M, W.J., Gräsner J T, Seewald S, Rück L, Hoffmann H et al, *Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters: Außerklinische Reanimation im Notarzt und Rettungsdienst 2023*. Anästh Intensivmed, 2024. **65**.
3. Fischer M, W.J., Gräsner J-T, Seewald S, Brenner S, Bein B et al, *Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters: Außerklinische Reanimation im Notarzt- und Rettungsdienst 2022*. Anästh Intensivmed, 2023. **64**.
4. Fischer M, W.J., Gräsner J-T, Seewald St, Brenner S, Bein B et al, *Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters: Außerklinische Reanimation 2021*. Anästh Intensivmed 2022. **63**.
5. Fischer M, W.J., Gräsner JT, Seewald S, Brenner S, Bein B, Ristau P, Bohn A, *Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters – Außerklinische Reanimation 2020*. Anästh Intensivmed, 2021. **62**.
6. Deakin, C.D., et al., *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support*. Resuscitation, 2010. **81**(10): p. 1305-52.
7. Soar, J., et al., *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support*. Resuscitation, 2015. **95**: p. 100-47.
8. Blom, M.T., et al., *Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators*. Circulation, 2014. **130**(21): p. 1868-75.
9. Burger, A., et al., *The Effect of Ambulance Response Time on Survival Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest*. Dtsch Arztebl Int, 2018. **115**(33-34): p. 541-548.
10. Hulleman, M., et al., *Implantable cardioverter-defibrillators have reduced the incidence of resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest caused by lethal arrhythmias*. Circulation, 2012. **126**(7): p. 815-21.
11. Hulleman, M., et al., *Causes for the declining proportion of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest*. Resuscitation, 2015. **96**: p. 23-9.

12. Weisfeldt, M.L., et al., *Survival After Application of Automatic External Defibrillators Before Arrival of the Emergency Medical System: Evaluation in the Resuscitation Outcomes Consortium Population of 21 Million*. Journal of the American College of Cardiology, 2010. **55**(16): p. 1713-1720.
13. Berdowski, J., et al., *Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest*. Circulation, 2011. **124**(20): p. 2225-32.
14. Ofoma, U.R., et al., *Trends in Survival After In-Hospital Cardiac Arrest During Nights and Weekends*. J Am Coll Cardiol, 2018. **71**(4): p. 402-411.
15. Herlitz, J., et al., *Very high survival among patients defibrillated at an early stage after in-hospital ventricular fibrillation on wards with and without monitoring facilities*. Resuscitation, 2005. **66**(2): p. 159-166.
16. Panchal, A.R., et al., *Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. Circulation, 2020. **142**(16_suppl_2): p. S366-S468.
17. Spearpoint, K.G., C.P. McLean, and D.A. Zideman, *Early defibrillation and the chain of survival in 'in-hospital' adult cardiac arrest; minutes count*. Resuscitation, 2000. **44**(3): p. 165-9.
18. Hessulf, F., et al., *Adherence to guidelines is associated with improved survival following in-hospital cardiac arrest*. Resuscitation, 2020. **155**: p. 13-21.
19. Kang, J.-Y., et al., *Association Between Time to Defibrillation and Neurologic Outcome in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest*. The American Journal of the Medical Sciences, 2019. **358**(2): p. 143-148.
20. Chan, P.S., et al., *Delayed Time to Defibrillation after In-Hospital Cardiac Arrest*. New England Journal of Medicine, 2008. **358**(1): p. 9-17.
21. Bircher, N.G., et al., *Delays in Cardiopulmonary Resuscitation, Defibrillation, and Epinephrine Administration All Decrease Survival in In-hospital Cardiac Arrest*. Anesthesiology, 2019. **130**(3): p. 414-422.
22. Schluep, M., et al., *One-year survival after in-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis*. Resuscitation, 2018. **132**: p. 90-100.
23. Scott, G., E. Mulgrew, and T. Smith, *Cardiopulmonary resuscitation: attitudes and perceptions of junior doctors*. Hosp Med, 2003. **64**(7): p. 425-8.

24. Hayes, C.W., et al., *Residents feel unprepared and unsupervised as leaders of cardiac arrest teams in teaching hospitals: a survey of internal medicine residents*. Crit Care Med, 2007. **35**(7): p. 1668-72.
25. Grzeskowiak, M., W. Plotek, and R. Podlewski, *The quality of defibrillation performance among students of the University of Medical Sciences*. Journal of Anesthesia, 2011. **25**(4): p. 627-629.
26. Langdorf, M.I., et al., *High-fidelity simulation enhances ACLS training*. Teach Learn Med, 2014. **26**(3): p. 266-73.
27. Nacca, N., J. Holliday, and P.Y. Ko, *Randomized trial of a novel ACLS teaching tool: does it improve student performance?* West J Emerg Med, 2014. **15**(7): p. 913-8.
28. Lüscher, F., et al., *Proficiency in cardiopulmonary resuscitation of medical students at graduation: a simulator-based comparison with general practitioners*. Swiss Med Wkly, 2010. **140**(3-4): p. 57-61.
29. Mahling, M., et al., *Building an audio/video-feedback system for simulation training in medical education*. Bio-Algorithms and Med-Systems, 2015. **11**: p. 89-99.
30. Soar, J., et al., *European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support*. Resuscitation, 2021. **161**: p. 115-151.
31. Castan, C., et al., *Factors associated with delayed defibrillation in cardiopulmonary resuscitation: A prospective simulation study*. PLoS One, 2017. **12**(6): p. e0178794.
32. Teasdale, G., et al., *The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time*. The Lancet Neurology, 2014. **13**(8): p. 844-854.
33. Lamnek, S., *Qualitative Sozialforschung*. 2010, Beltz Verlag. p. 301-366.
34. Castan, C., et al., *[Causes for delayed defibrillation : A simulation study]*. Med Klin Intensivmed Notfmed, 2018. **113**(6): p. 494-496.
35. Schulz, K.F., et al., *CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials*. BMJ, 2010. **340**: p. c332.
36. Bouillon, B., et al., *[The importance of Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room]*. Unfallchirurg, 2004. **107**(10): p. 844-50.
37. Busch, C.W., et al., *Providers with Limited Experience Perform Better in Advanced Life Support with Assistance Using an Interactive Device with an Automated External Defibrillator Linked to a Ventilator*. J Emerg Med, 2015. **49**(4): p. 455-63.

38. Dreyfus, S.E., *The Five-Stage Model of Adult Skill Acquisition*. Bulletin of Science, Technology & Society, 2004. **24**(3): p. 177-181.
39. Saad, R., et al., *Medical Student Skill Retention After Cardiopulmonary Resuscitation Training: A Cross-Sectional Simulation Study*. Simul Healthc, 2019. **14**(6): p. 351-358.
40. Heer, S.V., et al., *Shaken and stirred: emotional state, cognitive load, and performance of junior residents in simulated resuscitation*. Can Med Educ J, 2021. **12**(5): p. 24-33.
41. Young, J.Q., et al., *Cognitive Load Theory: implications for medical education: AMEE Guide No. 86*. Med Teach, 2014. **36**(5): p. 371-84.
42. Jackson, S.A., S. Kleitman, and E. Aidman, *Low cognitive load and reduced arousal impede practice effects on executive functioning, metacognitive confidence and decision making*. PLoS One, 2014. **9**(12): p. e115689.
43. Wielgopalan, A. and K.K. Imbir, *Cognitive Load and Deception Detection Performance*. Cogn Sci, 2023. **47**(7): p. e13321.
44. Sankaranarayanan, G., et al., *Training with cognitive load improves performance under similar conditions in a real surgical task*. Am J Surg, 2020. **220**(3): p. 620-629.
45. Mundell, W.C., et al., *Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis*. Resuscitation, 2013. **84**(9): p. 1174-83.
46. Wayne, D.B., et al., *Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study*. Chest, 2008. **133**(1): p. 56-61.
47. Coelho, D.L., et al., *Realistic simulation and medical students' performance in the Advanced Cardiac Life Support course: a comparative study*. Adv Physiol Educ, 2024. **48**(1): p. 61-68.
48. Cahill, L. and J.L. McGaugh, *Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory*. Trends Neurosci, 1998. **21**(7): p. 294-9.
49. Demaria, S., Jr., et al., *Adding emotional stressors to training in simulated cardiopulmonary arrest enhances participant performance*. Med Educ, 2010. **44**(10): p. 1006-15.
50. Haffner, L., et al., *Improved recognition of ineffective chest compressions after a brief Crew Resource Management (CRM) training: a prospective, randomised simulation study*. BMC Emerg Med, 2017. **17**(1): p. 7.

7 Erklärungen

Die Konzeption des grundlegenden Studiendesigns erfolgte in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Nora Celebi und Prof. Dr. Reimer Riessen in Zusammenarbeit mit Dr. med. Alexander Münch (Betreuer), Christoph Castan (Doktorand), sowie den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Dr. med. Moritz Mahling und Dr. med. Leopold Haffner. Die Studienorganisation, Durchführung der Trainingstage zur Datenerhebung, Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit anfänglicher Unterstützung von Prof. Dr. Nora Celebi, Dr. med. Alexander Münch und Dr. med. Moritz Mahling größtenteils und eigenständig durch mich. In dieser Gruppe erfolgte auch die abschließende Interpretation der Ergebnisse.

Als Tutoren während der Datenerhebung waren Maren Castan, Stefanie Decker, Marie Katz, Katharina Mästle-Goer, Jana Schulze, Andreas Homoet, Martin Breitkopf und Leopold Sannwald tätig. Das Videorating erfolgte durch Lukas Bleier und Mathias Kuthan.

Teile der Daten aus der ersten Kohorte, der Methodik sowie der Schlussfolgerungen wurden vor Einreichen dieser Dissertationsschrift veröffentlicht (vollständige Auflistung der Publikationen und Koautoren unter 8 Veröffentlichungen und Auszeichnungen, *Seite 114*). Dies ist an den entsprechenden Stellen dieser Arbeit deklariert.

Ich versichere hiermit, dass ich das vorliegende Manuskript unter Anleitung durch Prof. Dr. Nora Celebi selbstständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen verwendet habe. Alle Grafiken, Tabellen und Abbildungen wurden von mir selbst angefertigt.

Darüber hinaus erkläre ich, bisher in keinem Promotionsverfahren abgelehnt worden oder beteiligt gewesen zu sein. Ich versichere, dass die vorliegende Arbeit nicht in gleicher oder ähnlicher Form an anderer Stelle eingereicht wurde.

Esslingen a. N., den 11.02.2025

Christoph Castan

8 Veröffentlichungen und Auszeichnungen

Teile der vorliegenden Dissertationsschrift wurden bereits in den folgenden Publikationen veröffentlicht:

Christoph Castan, Alexander Münch, Moritz Mahling, Leopold Haffner, Jan Griewatz, Anne Hermann-Werner, Reimer Riessen, Jörg Reutershan, Nora Celebi

Factors associated with delayed defibrillation in cardiopulmonary resuscitation: A prospective simulation study

PLoS ONE 12(6): e0178794

Christoph Castan, Alexander Münch, Moritz Mahling, Leopold Haffner, Jan Griewatz, Anne Hermann-Werner, Reimer Riessen, Jörg Reutershan, Nora Celebi

Gründe für eine verzögerte Defibrillation

Eine Simulationsstudie

Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin 2018 Vol. 113

Issue 6 Pages 494-496

*(Veröffentlichung im Rahmen der Auszeichnung mit dem **Forschungspreis für Notfallmedizin der DGIIN 2018**)*

Postervortrag durch Christoph Castan

Koautoren: Alexander Münch, Moritz Mahling, Leopold Haffner, Jan Griewatz, Anne Hermann-Werner, Reimer Riessen, Joerg Reutershan, Nora Celebi

Defibrillations-verzögernde Faktoren: Eine prospektive Simulationsstudie

Tagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) September 2017 Münster

9 Danksagung

Mein großer Dank gilt meiner Doktormutter Prof. Dr. Nora Celebi für die Übernahme dieses Projekts, die fachliche Beratung, die Unterstützung bei der Vorbereitung, Auswertung und insbesondere für ihre intensive Anleitung und vielen motivierenden Worte in der Abschlussphase.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Prof. Dr. Reimer Riessen, der dieses Projekt initial annahm und damit möglich machte.

Bei meinen Betreuern Dr. med. Alexander Münch und Dr. med. Moritz Mahling bedanke ich mich für die akribische Vorbereitung und Durchführung dieser Studie sowie die unzähligen Ideen und Ansätze während der Auswertungsphase.

Frau Aline Naumann vom Biometrischen Institut hat mich zu Beginn der Studie ausgezeichnet zu statistischen Methoden und Möglichkeiten beraten, wofür ich mich ausdrücklich bedanke.

Dr. med. Leopold Haffner möchte ich neben seiner fachlichen Mitarbeit und aktiven Unterstützung bei dieser Arbeit insbesondere dafür danken, dass er mir sowohl in menschlicher als auch fachlicher Sicht Vorbild und Motivation war.

Nils Claasen danke ich für unsere lange Freundschaft und sein stets offenes Ohr.

Abschließend möchte ich meinen Eltern Friderike und Gerhard, meiner Großmutter Ursula, meinen Geschwistern Stephanie und Constantin und meiner Frau Maren meine tiefe Dankbarkeit aussprechen, da sie mich auf meinem bisherigen Lebensweg immer begleitet, unzählige Male unterstützt und motiviert haben und ich in meiner Familie jederzeit Ruhe und Rückhalt finde.

10 Anlagen

10.1 Lehrmaterialien Unterrichtseinheit (Präsentationsfolien)

EBERHARD KARLS
**UNIVERSITÄT
TÜBINGEN**



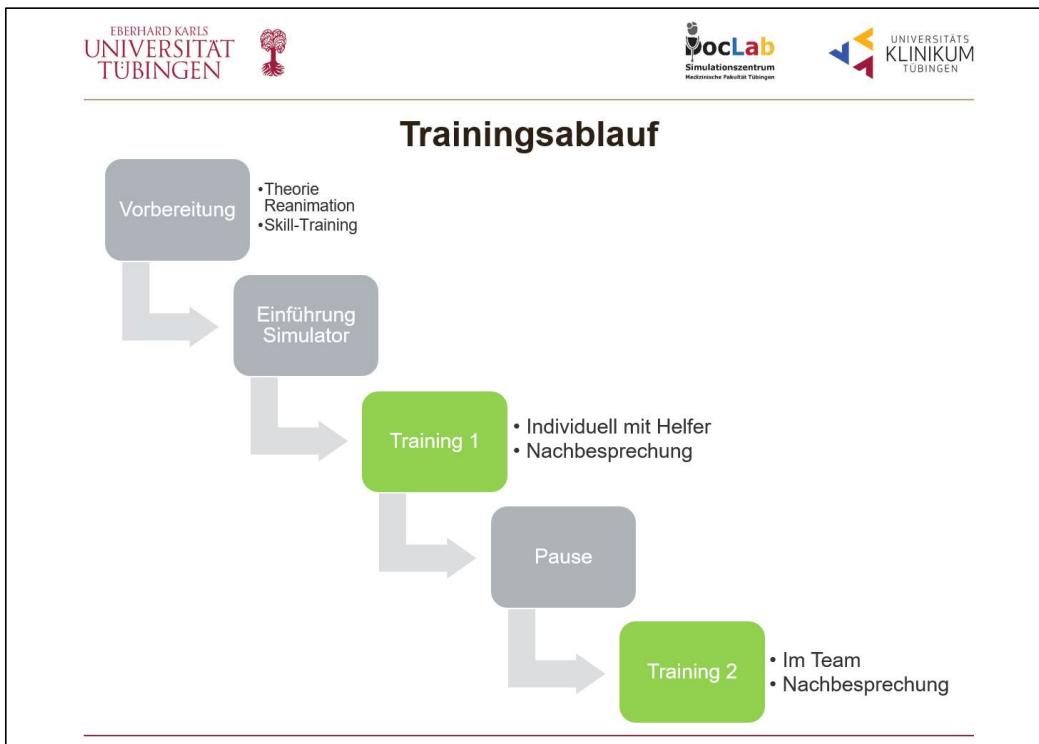
DocLab
Simulationszentrum
Medizinische Fakultät Tübingen

UNIVERSITÄTS
**KLINIKUM
TÜBINGEN**
Universitätsklinik für Anästhesie
und Intensivmedizin



PJ-Reanimationstraining 2014/15

Christoph Castan

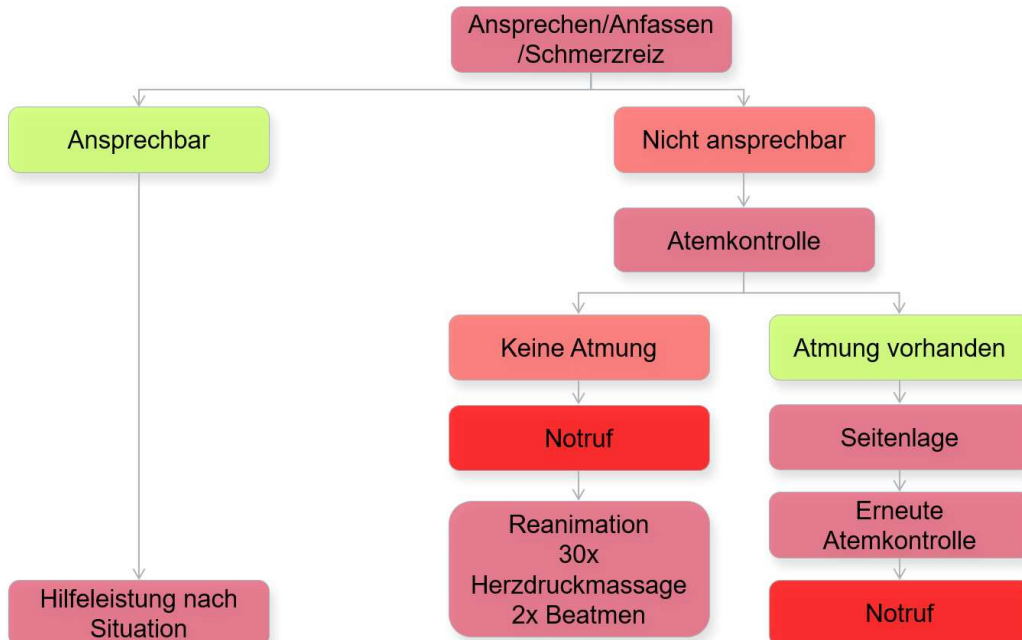
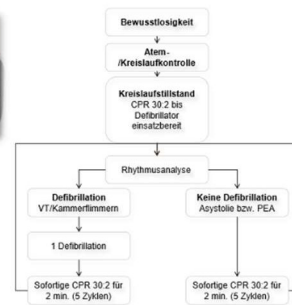


Advanced Life Support

BLS

Material

**Algorithmus /
Teamwork**





Basic Life Support BLS



Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) / CPR

- Rhythmus: 30 : 2
 - 30 Herzdruckmassagen
 - 2 Beatmungsversuche
- Frequenz: 100-120/ min
- Drucktiefe: 5 – 6 cm
- Druckpunkt: Untere Hälfte des Sternums, median
- Minimalkreislauf zur O₂-Versorgung





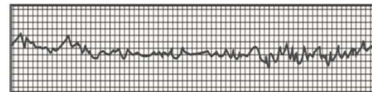
Beatmung

- **Generell:**
 - Beatmung mit reinem O₂ (Ziel-SpO₂ 94-98%)
 - Absaugebereitschaft herstellen
 - Alternativen zur gewählten Atemwegssicherung kennen und vorbereiten
- **Beutel-Maske**
 - 1-2 Sek. pro Beatmung
 - Herzdruckmassage so kurz wie möglich unterbrechen
 - Guedeltubus erwägen
- **Endotracheale Intubation**
 - Routiniertem Personal vorbehalten
 - Goldstandard
 - Kontinuierliche CPR mit asynchroner Beatmung (10 Beatmungen/min)
- **Supraglottische Atemwegssicherung**
 - Larynxtubus
 - Larynxmaske

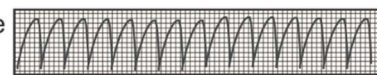


EKG

- **Defibrillierbar**
 - Kammerflimmern (VF)



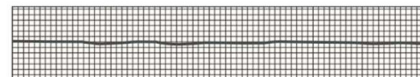
- **pulslose** ventrikuläre Tachykardie (pVT)



- **NICHT defibrillierbar:**
 - Pulslose elektrische Aktivität (PEA) = Elektromechanische Dissoziation (EMD)



- Asystolie





Defibrillation

- **Erwachsene**
 - Biphasisch
 - Initial: 150 – 200 J
 - Alle folgenden:
Maximalenergie
 - Monophasisch
 - Jeder Schock: 360 J
bzw. Maximalenergie
 - Veraltete Technologie,
nur noch selten
anzutreffen



Abb. 1: Monophasische Defibrillation

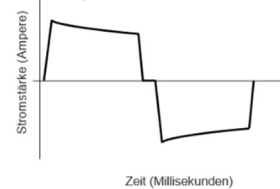


Abb. 2: Biphasische Defibrillation



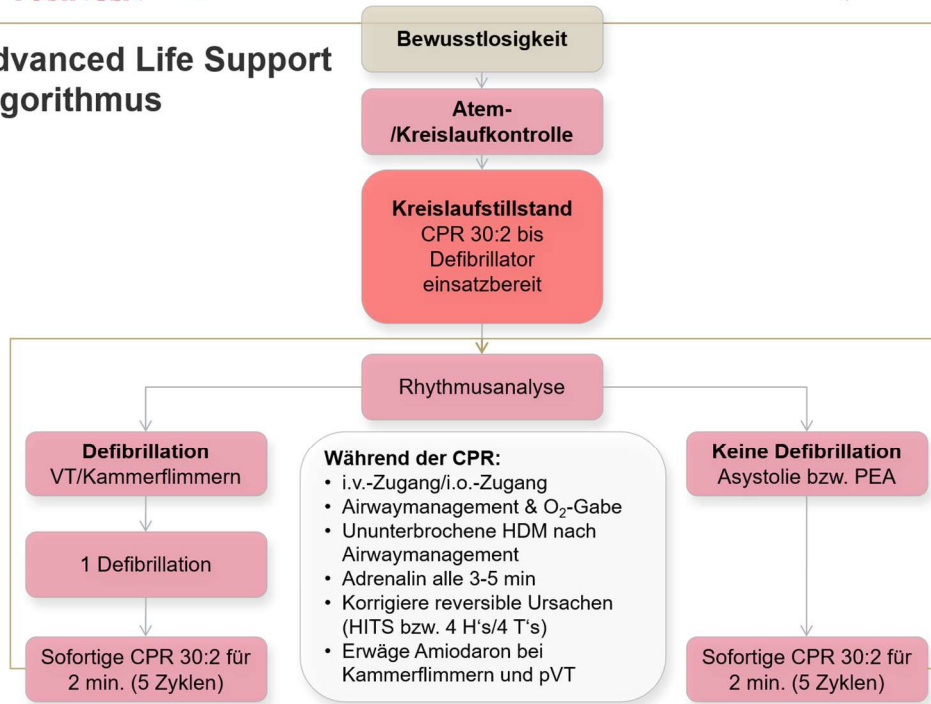
Medikamente

- Adrenalin (Suprarenin)
 - 1mg 1:10 verdünnt (1ml + 9ml NaCl)
 - Ggf. Wiederholung alle 3-5 min
- Amiodaron (Cordarex)
 - 300mg (2 Ampullen) mit Glucose 5% auf 20ml verdünnt
 - nach 3. erfolglosem Schock
 - Ggf. Wiederholung 150mg





Advanced Life Support Algorithmus



Fragen

10.2 Checklisten Standardisierung

Checkliste SIMON

Der SIMON-Aufbau muss für jedes Training exakt gleich sein. Bitte gehe daher folgende Checkliste vor jedem Training gewissenhaft durch und richte den Simulator wie gezeigt ein:

- Alle Schränke und Schubladen geschlossen
- Trage in 45°-Position
- Manschette wie gezeigt verstaut
- 12-Kanal EKG liegt umgedreht bereit
- Stuhl hochgeklappt
- Medi/Zugangssset liegt bereit
 - 2x 10ml Spritze
 - 1x 20ml Spritze
 - 2x NaCl 10ml
 - 2x Glucose 5% 10ml
 - 2x Supra 1mg
 - 2x Cordarex 150mg
 - 4x Kanüle
 - 2x pVK
 - 1x fertige Infusion (NaCl)
 - 1x Desinfektionsml. (H₂O₂)
 - Stauschlauch
 - Fixierpflaster
 - Tupfer
- Absaugpumpe sauber aufgerollt
- Gurte + Kleidung geschlossen, Arme locker mit Beckengurt fixiert, Handläufe heruntergeklappt

Bitte achte besonders darauf, den Defibrillator wie gezeigt aufzuräumen:

- linke Tasche aufgeräumt wie gezeigt
- Taschen geschlossen, Zipper an gezeigten Positionen
- Defi abgeschaltet
- Beutel+Maske+Schlauch hängen an Halterung
- Patches in Tüte, Kabel in Netz

Reanimationstraining für PJ-Studenten

Checkliste SIMON II

Der SIMON-Aufbau muss für jedes Training exakt gleich sein. Bitte gehe daher folgende Checkliste vor jedem Training gewissenhaft durch und richte den Simulator wie gezeigt ein: -> Vergleiche „Checkliste SIMON“

- SimPad: Szenario „PJ-Training“ auswählen (-> Damit Reset Monitor und Alarmel)

Bitte
abhaken

- Alle Schränke und Schubladen geschlossen
- Trage in 45°-Position
- Manschette wie in Abbildung („SIMON-Checkliste“) verstaut
- 12-Kanal EKG liegt umgedreht auf Ablage unter LP15 bereit
- Stuhl hochgeklappt
- Gurte + Kleidung geschlossen, Arme locker mit Beckengurt fixiert
- Defibrillator (LP 15):
 - LP15 ausgeschaltet
 - Diagnostik-Tasche (links) Kabel ordentlich verstaut
 - Patches auf Vorlage aufgeklebt und in Tüte, Patch-Kabel ordentlich in Netztasche
 - Taschen geschlossen, Zipper an definierten Positionen (unten)
- Beutel + Maske + Schlauch hängen an Halterung
- Absaugpumpe sauber aufgerollt
- Medi/Zugangssset liegt bereit
 - 2x 10ml Spritze
 - 1x 20ml Spritze
 - 2x NaCl 10ml
 - 2x Glucose 5% 10ml
 - 2x Supra 1mg
 - 2x Cordarex 150mg
 - 4x Kanüle
 - 2x pVK
 - 1x fertige Infusion (NaCl)
 - 1x Desinfektionsmi. (H2O!)
 - Stauschlauch
 - Fixierpflaster
 - Tupfer

Datum, Uhrzeit

Unterschrift

Tutoren

Verhalten im RTW / während des Trainings

Es werden Situationen auftreten, in denen Teilnehmer euch Aufgaben übertragen, die ihr ablehnen müsst. Ein paar Beispiele, wie ihr reagieren könnt, findet ihr hier:

Situation	Antwort/Reaktion (beispielsweise)
Ihr sollt Defi-Patches aufkleben	„Ich habe noch keine Einweisung auf das Gerät“
Ihr sollt das EKG analysieren	„EKG-Analyse habe ich noch nicht gelernt“
Ihr sollt intubieren	„Ich habe noch nie intubiert“
Teilnehmer führt HDM durch, ihr sollt defibrillieren	„Ich habe keine Einweisung auf das Gerät, ich löse dich lieber beim Drücken ab“
Teilnehmer aktiviert AED-Modus	Modus beenden (Energiewahl → Home-Taste), „AED funktioniert im Simulator leider nicht“
Defi ist geladen, Teilnehmer warnt euch nicht	LAUTE ANSAGE „STOP!!“
Teilnehmer fragt nach Medi-Dosierung, Maßnahmenreihenfolge, -indikation oder -durchführung	„Das musst du mir sagen, ich weiß das leider nicht“ oder „Ich war leider noch nie bei einer Reanimation dabei“
Teilnehmer fragt nach 12-Kanal-EKG	Nicht kleben, ausgedruckte Version liegt auf Intubationstisch

Kompetenzen

- Trage/tisch bedienen
- Sauerstoffmaske/Beutel anschließen
- EKG aufkleben / SpO2 anschließen
- Medis aufziehen (inkl. Infusion, liegt bereit, daher „realistische Fertigungszeit“)
- Zugang legen bzw. vorbereiten
- Intubation vorbereiten/anreichen
- Maskenbeatmung

Gelesen und verinnerlicht:

Tübingen, den	Unterschrift	

10.3 Verschwiegenheitserklärung

Verschwiegenheitserklärung Tutoren

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Vorl. Studientitel: Verbesserung des Reanimationstrainings für PJ-Studierende

Studienleitung: Prof. Dr. med. Reimer Riessen
Facharzt für Innere Medizin, Kardiologie und Internistische Intensivmedizin
Telefon: 8 34 69
E-Mail: reimer.riessen@med.uni-tuebingen.de

Studienbetreuung: Christoph Castan, cand. med.
Telefon: 0176 / 780 076 83
E-Mail: christoph.castan@student.uni-tuebingen.de

Verschwiegenheitserklärung

Ich versichere mit meiner Unterschrift, über Namen, Ereignisse oder andere während der Studie gewonnenen Informationen absolute Verschwiegenheit zu wahren. Ich versichere, keinem Unbeteiligten Informationen, Bilder, Aufnahmen, Fragebögen oder andere identifizierende Dokumente zugänglich zu machen.

Die mir anvertrauten Informationen werde ich vertraulich behandeln und keinem Dritten weitergeben.

Tübingen, den	Unterschrift	Name des Tutors in Blockschrift

10.4 Kriterien für Video-Rating

Kategorie	Kürzel	Erklärung	Beispiel (gültig)	Beispiel (ungültig)	Kodierung	Einheit
Ansprache	firstpatientaddress	Zeitpunkt: Erstes Wortes der Patientenbegrüßung bzw. erstes an den Patienten gerichtetes Wort (durch Teilnehmer)	„Hallo Herr...“, „So, hallo...“, „Guten Tag Herr...“ oä	„Kann ich anfangen?“, „Geht es los?“ oä		hh:mm:ss
	ecgready	Zeitpunkt: EKG-Ableitung ist etabliert (Kabel vollständig angeschlossen, EKG-Ableitung am Monitor muss eingeschaltet sein)		Kabel sind korrekt angeschlossen, aber EKG-Ableitung am Monitor ist nicht angeschlossen („Touch when leads attached“ noch sichtbar)	false = nicht durchgeführt	hh:mm:ss
Atemkontrolle	breathcheck	Ja/Nein: Atemkontrolle vor Herzdruckmassage durchgeführt?	Teilnehmer prüft Atmung (nähert sein Ohr dem Mund des Patienten/prüft Thoraxexkursionen) und ordnet danach Herzdruckmassage an / beginnt mit der Herzdruckmassage	Teilnehmer prüft Atmung nicht / diagnostiziert ohne Prüfung (s. gültiges Beispiel) Apnoe	0 = Keine Atemkontrolle 1 = Atemkontrolle durchgeführt	
Kammerflimmern	vf	Zeitpunkt: Auftreten erster Flimmernmuster. Zeitmarke = Referenzbild:			false = nicht bewertbar	hh:mm:ss
	consequence	Kodieren: Was ist die unmittelbare Handlung nach Äußerung der (EKG-)Diagnose? Zweimal ausfüllen, einmal für Teilnehmer und einmal für Helfer (Tutor)	Teilnehmer nennt Diagnose und beginnt selber mit der Beatmung / weist Herzdruckmassage an / ordnet Medikamentengabe an / weist Abbruch einer delegierten Handlung an und gibt neue Anweisung	Teilnehmer nennt Diagnose und ordnet an, den bereits begonnenen Zugang zu vollenden	false = trifft nicht zu / nicht bewertbar 1 = HDM 2 = Beatmung 3 = Defibrillationsvorbereitung 4 = Defibrillation 5 = Zugang legen 6 = Medikamente aufziehen 7 = Medikamentengabe 8 = Atemkontrolle Sonstiges = In Zelle ausfüllen (Freitext)	
Vorbereitung Defibrillation	preparedefib	Zeitpunkt: Beginn Vorbereitung des Defibrillators durch den Teilnehmer. Zeitmarke Start = Öffnen der rechten Defi-Tasche bzw. Griff an/in die rechte Tasche (enthält die Patches)			false = nicht durchgeführt	hh:mm:ss
	defibready	Zeitpunkt: Defibrillationsbereit (Patches müssen korrekt aufgeklebt (Elektrodenposition) und Defibrillator eingeschaltet sein.)				hh:mm:ss
Defibrillation	charge	Zeitpunkt: Beginn Laden (bzw. erster Ladeversuch). Falls Elektrodenprobleme auftreten (Laden des Defibrillators nicht möglich) zusätzlich Zeitmarken error und chargesuccess ausfüllen! Zeitmarke = Ladebildschirm erscheint auf Defi-Monitor (wenn nicht bewertbar, Orientierung an Ladesound des Defis.)		Äußerung des Teilnehmers: "Achtung ich lade"		hh:mm:ss
	defib	Zeitpunkt: Auslösen der Defibrillation Zeitmarke = Monitor des Defibrillators schaltet ab (wenn nicht sichtbar: Orientierung an beendetem Warnton des Defis. Wenn auch so nicht bewertbar, Orientierung an EKG-Bild. Ansonsten = false)				hh:mm:ss
	error	Zeitpunkt: Anzeige der Elektroden-Fehlermeldung, ggf. gleicher Zeitpunkt wie charge (s.o)! Zeitmarke = Elektrodenfehlermeldung erscheint auf Defibildschirm			false = trifft nicht zu	hh:mm:ss
	chargesuccess	Zeitpunkt: Beginn des erfolgreichen Ladens (Mehrere misslungene Ladeversuche vorher sind möglich! --> Versuch werten, wenn anschließend Schock erfolgt.) Zeitmarke = Ladebildschirm erscheint auf Defi-Monitor			false = trifft nicht zu	hh:mm:ss
Beatmung	bagventilation	Ja/Nein: Masken-Beutel-Beatmung vor Defibrillation generell durchgeführt?	Maske wird vor Defibrillation mindestens einmal aufgesetzt und Beutel ausgedrückt	Maske wird aufgesetzt, es wird aber nicht beatmet und die Maske anschließend wieder heruntergenommen	0 = Nein 1 = Ja	
	intubation	Ja/Nein: Intubation (egal ob LT oder ET) vor Defibrillation durchgeführt?	Vollständige Intubation wird vor Defibrillation durchgeführt (Tubus in endgültiger Position)	Teilnehmer laryngoskopiert, legt Laryngoskop weg und beatmet mit Beutel-Maske	0 = Nein 1 = Ja	
Herzdruckmassage (CPR)	cpr	Zeitpunkt: Erste Thoraxkompression nach Eintritt des Kammerflimmerns Zeitmarke Start = Thorax wird das erste Mal sichtbar komprimiert (egal ob durch Teilnehmer oder Helfer, entsprechend "Who" ausfüllen.)	Thorax ist deutlich unter normales Brustniveau komprimiert	Hände liegen nur auf Thorax auf, aber es wird keine Kompression durchgeführt	false = nicht durchgeführt	hh:mm:ss
i.v.-Zugang / Medikamente	ivaccess	Anlage eines peripheren Zugangs Zeitmarke Start = erste Zugangs-assoziierte Handlung (Stauschlauch anlegen, Desinfektionsmittel aufsprühen, Pflasterpackung aufreißen oä) Zeitmarke End = Infusion wurde angeschlossen		Zugangssatz wird auf Trage abgelegt und Zugang teilweise vorbereitet, dann aber andere Handlung begonnen		hh:mm:ss
	preparedrugs	Vorbereitung der i.v.-Medikamente Zeitmarke Start = Öffnen des Medikamentenschrankes/Greifen des Zugangssets				hh:mm:ss
	drugadmin	Gabe von Medikamenten über den peripheren Zugang Zeitmarke Start = Aufsetzen der Spritze auf den Zugang Zeitmarke End = Hand verlässt Spritze bzw. Spritze wird abgezogen				hh:mm:ss

10.5 Checkliste Standardisiertes Interview

Feedbackstation (ca. 15-20 min)

Ablauf:

1. Timer auf 20 Minuten stellen und starten
2. Kurze Einführung in die Station geben (Ablauf erklären)
3. IDs aushändigen lassen
4. Fragebogen ausfüllen lassen (**ID aufkleben!**, Sichtschutz aufstellen), währenddessen vorgemerkte Szenen anschauen (ohne Ton bzw mit Kopfhörer!) und Feedback vorbereiten. Fragebogen nach Fertigstellung in bereitgelegten Umschlag stecken.
5. Interview
 - a. **Aufnahme an der Kamera starten**
 - b. **ID kurz vor die Kamera halten** (Lesbarkeit auf Display prüfen!)
 - c. Interview s.u. mit Teilnehmer führen
6. Feedback für das Training geben
7. Aufnahme an Kamera beenden
8. Rea-Kärtchen austeilen, wenn gewünscht

Interview

Die hier aufgelisteten Fragen werden dem Teilnehmer als offene Fragen gestellt. Es ist darauf zu achten, den unten genannten Wortlaut zu verwenden. Bei Unklarheit darf die Fragestellung erklärt werden, fachliche Auskunft zu eventuell auftauchenden Fragen sollte aus Zeitgründen vermieden werden. Zunächst wird dem Probanden folgende Erklärung vorgelesen:



(Nimmt die Kamera auf?)

„Wir werden nun ein standardisiertes Interview führen. Ich werde dir nacheinander drei Fragen stellen, die du bitte jeweils mit ein paar Sätzen beantwortest. Sollte dir die Fragestellung nicht klar sein, frage bitte nach. Ich werde dir die Fragestellung dann ggf. erläutern.“

FRAGE 1 (Antwortzeit ca. 1 Minute)

„Gab es Probleme im Simulator oder mit der Simulation?“

(Erklärung: Sind dem Probanden Dinge aufgefallen, die für ihn die Simulation gestört haben? Nicht funktionierende Geräte, Probleme mit der Bedienung, nicht-realistische Durchführung von Maßnahmen,...)

FRAGE 2 (Antwortzeit ca. 4 Minuten)


„Was hast du während der Reanimation gedacht?“

FRAGE 3 (Antwortzeit ca. 4 Minuten)


„Welche Schwierigkeiten oder Probleme haben dir die Durchführung der Defibrillation erschwert?“

10.6 Probanden-Dokumente


10.6.1 Datenschutzerklärung und Einwilligung zur Studienteilnahme

<h1>Aufklärung & Einwilligung zur Studienteilnahme</h1>								
Vorl. Studientitel:	Verbesserung des Reanimationstrainings für PJ-Studierende							
Studienleitung:	Prof. Dr. med. Reimer Riessen Facharzt für Innere Medizin, Kardiologie und Internistische Intensivmedizin Telefon: 07071 / 29 8 34 69 E-Mail: reimer.riessen@med.uni-tuebingen.de							
Studienbetreuung:	Christoph Castan, cand. med. Telefon: 0176 / 780 076 83 E-Mail: christoph.castan@student.uni-tuebingen.de							
Liebe Studierende,								
vielen Dank für Ihre Bereitschaft, bei dieser Studie mitzuwirken.								
Die Teilnahme ist freiwillig. Durch die Zustimmung und Teilnahme entsteht für Sie kein Nachteil. Diese Einwilligung zur Teilnahme können Sie <u>jederzeit ohne Angabe von Gründen</u> widerrufen. Mit Ihrer Teilnahme helfen Sie dabei, die Lehre mit wissenschaftlichen Grundlagen zu stützen und eine hohe Qualität aufrecht zu erhalten.								
Im Rahmen der Studie werden Ton- und Videoaufzeichnungen von Ihnen mit mehreren Kameras angefertigt. Es wird Ihnen die Möglichkeit geboten, durch Tragen einer Gesichtsmaske bzw. gestellter Kleidung die Identifizierbarkeit auf den Aufnahmen zu minimieren.								
Es ist außerdem vorgesehen, Ihre Blickrichtung während der Studie durch eine am Kopf getragene Kamera aufzuzeichnen und auszuwerten. Zu diesem Zweck wird das Gerät vor Beginn der Studie auf Ihre Blickrichtung kalibriert.								
Die genannten Aufzeichnungen werden passwortgesichert und verschlüsselt ausschließlich dem zur Auswertung benötigten Personenkreis zugänglich gemacht. Eine Weitergabe darüber hinaus ist ausgeschlossen. Alle an der Auswertung beteiligten Personen haben eine Verschwiegenheitserklärung abgegeben. Sämtliche Aufzeichnungen werden nach Abschluss der Studie ausnahmslos vernichtet.								
Sie erhalten für die Studie eine Zufalls-ID. Diese dient ausschließlich der Datenzuordnung während der Auswertung. Eine Zuordnung der Zufalls-ID zu Ihrem Namen ist nicht möglich (Anonymisierung).								
Im Rahmen dieser Studie erhalten Sie keine Benachteiligung der Lehre und keine Note. Sollten Sie im Anschluss an die Studie noch offene Fragen haben stehen wir Ihnen gerne zu individuellem Unterricht zur Verfügung.								
Einwilligungserklärung								
Ich erkläre mein Einverständnis zur anonymisierten Datenerhebung, -auswertung und -veröffentlichung im Rahmen der Studie „Verbesserung des Reanimationstrainings für PJ-Studierende“ in der oben beschriebenen Form. Ich kann meiner Teilnahme an der Studie jederzeit und formlos widersprechen oder meine Zustimmung widerrufen und meine Daten löschen lassen.								
<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td>Tübingen, den</td><td>Unterschrift</td><td>Name des Studienteilnehmers in Blockschrift</td></tr></table>						Tübingen, den	Unterschrift	Name des Studienteilnehmers in Blockschrift
Tübingen, den	Unterschrift	Name des Studienteilnehmers in Blockschrift						
Version 1	Aufklärung & Einwilligung zur Studienteilnahme	Seite 1 von 1						

10.6.2 Fragebogen 1 (Vor Beginn des Trainings)

Ihre Teilnehmer-ID «Aufkleber»	<h1>Fragebogen</h1> <h2>1</h2>	<p>EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN</p> 
<p>1. Bitte geben Sie Ihr Alter ____ (Jahre), Ihr Fachsemester ____ und Ihr Hochschulse semester an: ____</p>		
<p>2. Sie sind <input type="checkbox"/> Weiblich <input type="checkbox"/> Männlich</p>		
<p>3. Haben Sie am curriculären QB8-Notfallmedizin-Kurs teilgenommen?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, an der Universität Tübingen. FS: ____</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, an einer anderen Universität. FS: ____</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, nicht teilgenommen/trifft nicht zu. Begründung: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, Ersatz-Veranstaltung besucht bei: _____ FS: ____</p>		
<p>4. Haben Sie eine medizinische Berufsausbildung?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, Rettungsassistent <input type="checkbox"/> Ja, Rettungssanitäter</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, folgende: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, keine Berufsausbildung</p>		
<p>5. Haben Sie schon einmal einen Patienten reanimiert, wenn ja: wann zuletzt?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, vor ____ Monaten <input type="checkbox"/> Nein</p>		
<p>6. Haben Sie schon einmal in einem Rettungswagen gearbeitet?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p>		
<p>7. Nehmen Sie regelmäßig an Reanimationstrainings teil oder führen Sie aufgrund Ihres Berufs häufig Reanimationen durch?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, regelmäßige Trainings, ca. ____ mal / Jahr</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>		
<p>8. Wann fand Ihr letztes Reanimationstraining statt?</p> <p>Vor ca. ____ Monaten</p>		
<p>9. Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse zur kardiopulmonalen Reanimation derzeit ein? (Bitte per X auf der Linie markieren)</p> <p>Schlecht <input style="width: 150px; border: 1px dashed black;" type="text"/> Gut</p>		
<p>10. Denken Sie, dass ein Reanimationstraining zu Beginn des Praktischen Jahrs sinnvoll ist?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p>		
<p>11. Was erwarten Sie sich von diesem Training?</p> <p><input type="checkbox"/> Freistellung von PJ-Pflichten</p> <p><input type="checkbox"/> Auffrischung der Reanimationskenntnisse</p> <p><input type="checkbox"/> Gar kein Nutzen</p> <p><input type="checkbox"/> Keine spezielle Erwartung</p>		
Version 1	Fragebogen 1	Seite 1 von 1

10.6.3 Fragebogen 2 (Nach dem Trainingsszenario)

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Ihre Teilnehmer-ID «Aufkleber» </div>	<h2 style="margin: 0;">Fragebogen 2</h2>	EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN	
---	--	---	---

1. Wie schätzen Sie Ihre Reanimationsleistung im zurückliegenden Szenario ein?
(Bitte per **X** auf der Linie markieren)

Schlecht Gut

2. Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen:

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme nicht zu	Trifft nicht zu
Ich habe während des Szenarios immer das Gefühl gehabt, die Kontrolle über das Geschehen zu haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der mir zugeteilte Helfer hat alle Anweisungen wie gewünscht ausgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Kopf-Kamera hat mich abgelenkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bei folgenden Maßnahmen habe ich mich sicher/unsicher gefühlt:	unsicher	Eher unsicher	Eher sicher	sicher	Nicht durchgeführt
Medikamentengabe und Dosierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EKG-Interpretation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beatmung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Defibrillation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herzdruckmassage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsumgebung im Rettungswagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Priorisierung/Reihenfolge der Maßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Was hat Ihre Auswertung des EKG-Rhythmus nach Bewusstseinsverlust des Patienten ergeben?

<input type="checkbox"/> Rhythmus nicht erkannt	<input type="checkbox"/> Torsade-de-pointes-Tachykardie	<input type="checkbox"/> Sinusrhythmus	<input type="checkbox"/> Ventrikuläre Tachykardie
<input type="checkbox"/> Kammerflimmern	<input type="checkbox"/> ST-Hebungs-Infarkt	<input type="checkbox"/> Pulslose elektrische Aktivität	<input type="checkbox"/> Asystolie

4. Wie lange schätzen Sie die Zeitspanne zwischen Auftreten des Herzstillstands und Ihrer ersten Defibrillation ein?

ca. ____ Minuten ____ Sekunden

Version 1
Fragebogen 2
Seite 1 von 2

5. Welche Prioritäten hatten für Sie die folgenden Maßnahmen nach Eintritt der Bewusstlosigkeit im vorherigen 2-Helfer-Szenario?

- Beatmung
- Defibrillation
- Herzdruckmassage
- i.v.-Zugang legen
- Medikamentengabe
- erweiterte Atemwegssicherung
- EKG-Analyse

	1. Priorität (eine Antwort)	2. Priorität (optional, wenn zeitgleich ausführbar, eine Antwort)
Helfer 1		
Helfer 2		

10.7 VBA-Code

10.7.1 Extrahieren und Übertragen der SimPad-Dateien

```
Sub EventDateneXtrahieren()
    Dim count As Long
    Dim vftime As Long
    Dim shocktime As Long
    Dim tdefib As Long
    Dim ws As Worksheet

    For Each ws In ThisWorkbook.Worksheets
        If ws.Name <> "Daten" Then
            idcolumn = ws.Cells.Find(What:="Description").Column 'Holt die Spalte der Video-ID
            vidd = ws.Cells(2, idcolumn) 'Liest Video-ID aus
            ws.Name = vidd 'Benennt Tabellenblatt nach Video-ID

            '-----Zeilen- und Spaltensuche-----
            timecolumn = ws.Cells.Find(What:="When_msec").Column 'Holt die Spalte des Zeitstempels
            vrow = ws.Cells.Find(What:="VF", MatchCase:=True).Row 'Holt die Zeile des VF-Eintritts
            shockrow = ws.Cells.Find(What:="Laerdal.Event.Deliver shock", MatchCase:=True).Row 'Holt die Zeile der Defibrillation
            ecgrow = ws.Cells.Find(What:="Laerdal.Event.Atech 3-lead SCG", MatchCase:=True).Row 'Holt die Zeile der EKG-Aktivierung
            firstpatientadressrow = ws.Cells.Find(What:="Custom.Event.Ansprechen", MatchCase:=True).Row 'Holt die Zeile der ersten Ansprache

            '-----Zeitpunkte-----
            vftime = ws.Cells(vrow, timecolumn) 'Liest Zeitstempel des VF-Eintritts aus
            shocktime = ws.Cells(shockrow, timecolumn) 'Liest Zeitstempel der Defibrillation aus
            ecgtime = ws.Cells(ecgrow, timecolumn) 'Liest Zeitstempel der EKG-Aktivierung aus
            firstpatientadressstime = ws.Cells(firstpatientadressrow, timecolumn) 'Liest Zeitstempel der ersten Ansprache aus

            '-----Zeitberechnungen-----
            ttecg = ((ecgtime - firstpatientadressstime) / 1000)
            tdefib = ((shocktime - vftime) / 1000) 'Berechnet Zeitabstand zwischen Eintritt VF und Schockabgabe

            'MsgBox "Der Teilnehmer " & vidd & " hat " & tdefib & " Sekunden bis zur Schockabgabe gebraucht."

            '-----Übertragung in Datenblatt-----
            datarow = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:=vidd).Row
            tdcolum = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:="TimeToDefib_simpad").Column
            vfcolum = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:="vf_simpad").Column
            egcolum = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:="TimeToECG_simpad").Column
            firstpatientadressscolum = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:="firstpatientadress_simpad").Column
            defibcolumn = Worksheets("Daten").Cells.Find(What:="defib_simpad").Column
            Worksheets("Daten").Cells(datarow, tdcolum).Value = tdefib 'Trägt Daten ein
            Worksheets("Daten").Cells(datarow, egcolum).Value = ttecg 'Trägt Daten ein
            Worksheets("Daten").Cells(datarow, vfcolum).Value = vftime / 1000 'Trägt Daten ein
            Worksheets("Daten").Cells(datarow, defibcolumn).Value = shocktime / 1000 'Trägt Daten ein

            Worksheets(Activsheet.Index + 1).Select 'Wechselt auf das nächste Tabellenblatt
            'count = count + 1 'Erhöht Zähler
        Else
            MsgBox "Datenblatt erwischt"
        End If
    Next ws
    MsgBox "Fertig!"
End Sub
```

10.7.2 Datenzusammenführung und weitere Berechnungen

```

Sub GetKarteIData()
Dim cellCount As Long
Dim shockline As Date
Dim vftime As Date
Dim chargecount As Date
Dim errorline As Date
Dim errorlatency As Date
Dim errortime As Date
Dim firstpatientadresssttime As Date
Dim noticeime As Date
Dim diagnosissttime As Date
Dim prepdefibtime As Date
Dim indicatedefibtime As Date
Dim defibperiod As Date

Sheets("Daten").Select
vldtbl = 1
Count = 0
rightcolumn = 5
startcolumn = 3
cellcount = ThisWorkbook.Worksheets("Daten").[CONTA].(2:270)
'MsgBox cellcount

While Count < cellcount
vldid = Cells(1, vldtbl) 'Liest Value-ID aus
Cells(1, vldtbl).Select
'-----Sortieren der Items nach startzeitpunkt-----
'Ränge(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Select
' Selection.Sort Key1:=Range(Cells(3, startcolumn), Cells(60, startcolumn)), Order1:=xlAscending, OrderOnStom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTransposed, _
' DataOptions:=xlSortNormal
' Anzeichen der Einzelwerte

If Not Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="VF", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
vrow = Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="VF", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole).Row
' Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(vrow, startcolumn), Cells(vrow, rightcolumn)).Find(What:="falsch", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
vftime = 0
Else
vftime = Cells(vrow, startcolumn)
'vtf = (vftime - firstpatientadresssttime) * 1440
End If
'nd If

If Not Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="notice", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
noticevrow = Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="notice", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole).Row
' Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(noticevrow, startcolumn), Cells(noticevrow, rightcolumn)).Find(What:="falsch", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
noticeime = 0
Else
noticeime = Cells(noticevrow, startcolumn)
End If

If Not Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="prepdefib", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
prepdefibvrow = Range(Cells(3, vldtbl), Cells(60, vldtbl)).Find(What:="prepdefib", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LookAt:=xlWhole).Row
' Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(prepdefibvrow, startcolumn), Cells(prepdefibvrow, rightcolumn)).Find(What:="falsch", MatchCase:=True, LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole) Is Nothing Then
'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
prepdefibtime = 0
Else
prepdefibtime = Cells(prepdefibvrow, startcolumn)
End If

```

```

Else
  prepdefibrtime = 0
End If

If Not Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="defibready", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
  defibreadyrow = Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="defibready", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole).Row
  If Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(defibreadyrow, startcolumn), Cells(defibreadyrow, rightcolumn)).Find(What:="false", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
    'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
    defibreadytime = 0
  Else
    defibreadytime = Cells(defibreadyrow, startcolumn)
  End If
Else
  defibreadytime = 0
End If

If Not Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="indicatedefib", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
  indicatedefibrow = Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="indicatedefib", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole).Row
  If Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(indicatedefibrow, startcolumn), Cells(indicatedefibrow, rightcolumn)).Find(What:="false", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
    'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
    indicatedefibrtime = 0
  Else
    indicatedefibrtime = Cells(indicatedefibrow, startcolumn)
  End If
Else
  indicatedefibrtime = 0
End If

If Not Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="diagnosis", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole) Is Nothing And Not vrlime = 0 Then
  diagnosisrow = Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="diagnosis", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole).Row
  If Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(diagnosisrow, startcolumn), Cells(diagnosisrow, rightcolumn)).Find(What:="false", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
    'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
    diagnosisstime = 0
  Else
    diagnosisstime = Cells(diagnosisrow, startcolumn)
  End If
Else
  diagnosisstime = 0
End If

set adr = ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(3, viddicol), Cells(60, viddicol))
diagnosisstime = Application.WorksheetFunction.CountIf(adr, "diagnosis")
If diagnosisstime < vrlime And diagnosisstime > 0 And diagnosiscount = 1 Then
  diagnosisstime = 0
End If
If diagnosisstime < vrlime And diagnosisstime > 0 And diagnosiscount > 1 Then
  oldrow = diagnosisrow + 1
  diagnosisrow = Range(Cells(oldrow, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="diagnosis", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole).Row
  If Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(diagnosisrow, startcolumn), Cells(diagnosisrow, rightcolumn)).Find(What:="false", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
    'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
    diagnosisstime = 0
  Else
    diagnosisstime = Cells(diagnosisrow, startcolumn)
  End If
  'MsgBox "diagnosisstir für " & vrlid & " korrigiert: " & diagnosisstime & " neue Row ist: " & diagnosisrow & "!"
End If
If diagnosisstime < vrlime And diagnosisstime > 0 And diagnosiscount > 1 Then
  oldrow = diagnosisrow + 1
  diagnosisrow = Range(Cells(oldrow, viddicol), Cells(60, viddicol)).Find(What:="diagnosis", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, SearchOrder:=xlByRows, LockAt:=xlWhole).Row
  If Not ThisWorkbook.Worksheets("Daten").Range(Cells(diagnosisrow, startcolumn), Cells(diagnosisrow, rightcolumn)).Find(What:="false", MatchCase:=True, LockIn:=xlValues, LockAt:=xlWhole) Is Nothing Then
    'MsgBox "ungültiger Start-Wert"
    diagnosisstime = 0
  Else
    diagnosisstime = Cells(diagnosisrow, startcolumn)
  End If
  'MsgBox "diagnosisstir für " & vrlid & " korrigiert: " & diagnosisstime & " neue Row ist: " & diagnosisrow & "!"
End If
End If
End If

```



```

End If

If ttecg > ttvf Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ecglatecolumn).Value = "Verspätet"
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ecglatecolumn).Value = "Rechtzeitig"
End If

If ttdefib < 3 Or vftime = 0 Then 'Trägt Daten nur ein, wenn ttdefib über 3 Sekunden groß ist (Realitätsprüfung)
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttdcolumn).Value = "9999"
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttdcolumn).Value = ttdefib
End If

If Not noticetime = 0 And Not diagnosistime = 0 Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ecgdiagnosiscolumn).Value = (diagnosistime - noticetime) * 1440
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ecgdiagnosiscolumn).Value = "9999"
End If

If Not vftime = 0 And Not diagnosistime = 0 And diagnosistime > vftime Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttdiagnosiscolumn).Value = (diagnosistime - vftime) * 1440
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttdiagnosiscolumn).Value = "9999"
End If

If Not noticetime = 0 And Not vftime = 0 And noticetime >= vftime Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, noticecolumn).Value = (noticetime - vftime) * 1440
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, noticecolumn).Value = "9999"
End If

If Not prepdefibtime = 0 And Not defibreadytime = 0 Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, prepdefibcolumn).Value = (defibreadytime - prepdefibtime) * 1440
    If Not errortime = Empty Then
        Worksheets("Daten2").Cells(datarow, dodefibcolumn).Value = ((shocktime - defibreadytime) - errorlatency) * 1440
    Else
        Worksheets("Daten2").Cells(datarow, dodefibcolumn).Value = (shocktime - defibreadytime) * 1440
    End If
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, prepdefibcolumn).Value = "9999"
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, dodefibcolumn).Value = "9999"
End If

If defibperiod = 0 Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, defibperiodcolumn).Value = "9999"
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, defibperiodcolumn).Value = defibperiod
End If

If Not indicatedefibtime = Empty And Not prepdefibtime = Empty And prepdefibtime >= indicatedefibtime Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttactcolumn).Value = (prepdefibtime - indicatedefibtime) * 1440
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttactcolumn).Value = "9999"
End If

If Not errorlatency = Empty Then
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, latencycolumn).Value = errorlatency * 1440
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, latencycolumn).Value = "0"
End If

If Not vftime = 0 And Not prepdefibtime = 0 Then
    If prepdefibtime <= vftime Then

```

```

        Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttstartprepdefibcolumn).Value = "0"
    Else
        Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttstartprepdefibcolumn).Value = (prepdefibtime - vftime) * 1440
    End If
End If
Else
    Worksheets("Daten2").Cells(datarow, ttstartprepdefibcolumn).Value = "9999"
End If
'-----Schleifenabschluss-----
vfrow = Empty
vftime = Empty
noticerow = Empty
noticetime = Empty
diagnosisrow = Empty
diagnostime = Empty
oldrow = Empty
firstpatientadresstime = Empty
ecgrow = Empty
ecgtime = Empty
shockrow = Empty
shocktime = Empty
chargesuccrow = Empty
chargesucctime = Empty
errorrow = Empty
errortime = Empty
errorlatency = Empty
ttdefib = Empty
prepdefibrow = Empty
defibreadyrow = Empty
indicatedefibrow = Empty
prepdefibtime = Empty
defibreadytime = Empty
indicatedefibtime = Empty
defibperiod = Empty

vidIDcol = vidIDcol + 5
Count = Count + 1
rightcolumn = rightcolumn + 5
startcolumn = startcolumn + 5
MsgBox "Nächstes Video"
Wend
Sheets("Daten2").Select
End Sub

```