

Aus dem Vivantes Klinikum Am Urban, Klinik für Innere Medizin,  
Kardiologie und Intensivmedizin

**DISSERTATION**

**Laienreanimation: Gibt es eine optimale  
Ausbildungsdauer?  
Eine prospektiv randomisierte Studie**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Roland Krämer

aus Köln

Datum der Promotion: 27.02.2015

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abkürzungsverzeichnis .....	5
Abstract .....	6
1. Der plötzliche Herztod .....	9
1.1 Definition.....	9
1.2 Epidemiologie .....	9
1.3 Ursachen und Pathogenese .....	11
1.3.2 Wer ist gefährdet? .....	12
1.4 Risikostratifizierung .....	13
1.5 Prävention.....	15
1.6 Akutmaßnahmen .....	16
1.6.1 Die Überlebenskette .....	17
2. Die Frühdefibrillation.....	19
2.1.1 „First Responder“ .....	20
2.1.2 „Public Access Defibrillation“ .....	20
2.2 Entwicklung der Frühdefibrillation und Studienlage .....	21
2.3 Erfahrungen in Deutschland .....	24
3.0 Fragestellung .....	26
4. Methoden.....	27
4.1 Aufbau der Studie.....	27
4.1.1 Auswahl der Teilnehmer .....	27
4.1.2 Randomisierung der Teilnehmer .....	27
4.1.3 Studienpopulation.....	28
4.1.4 Erhebung der Demographischen Daten.....	30
4.2 Ausbildung .....	31
4.2.1 Ausbildungsprogramm .....	31
4.2.2 Programm der drei verschiedenen Gruppen:.....	32
4.3 Theoretischer Teil der Ausbildung.....	33
4.3.1 Der automatische externe Defibrillator (AED).....	33
4.3.1.1 Funktionsweise des AED.....	34
4.3.1.2 Patientensicherheit bei Benutzung des AED.....	35
4.3.2 Algorithmus der kardiopulmonalen Reanimation .....	36

4.3.2.1 ERC Leitlinien 2000.....	36
4.3.2.2 ERC Leitlinien 2005.....	38
4.3.2.3 ERC Leitlinien 2010.....	40
4.4 Praktischer Teil.....	41
4.4.1 Basismaßnahmen.....	41
4.4.2 Bedienung des AED:.....	42
4.5 Überprüfung der Trainingsinhalte.....	42
4.5.1 Grundprüfung.....	43
4.5.2 Nachprüfungen nach 6 bzw. 12 Monaten.....	47
4.5.3 Nachschulungen.....	47
4.6 Dokumentation.....	48
4.7 Statistische Auswertung.....	48
4.7.1 Komplikationen bei der statistischen Auswertung.....	49
5. Ergebnisse:.....	50
5.1 Teilnehmer.....	50
5.1.1 Demographische Daten der Teilnehmer.....	51
5.2 Grundlehrgang:.....	53
5.2.1 Schriftlicher Test.....	53
5.2.2 Praktischer Test.....	54
5.2.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests.....	55
5.3 Verlaufsbeobachtung.....	57
5.4 Nachprüfung nach 6 Monaten.....	58
5.4.1 Schriftlicher Test.....	58
5.4.2 Praktischer Test.....	59
5.4.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests.....	60
5.5 Nachprüfung nach 12 Monaten.....	62
5.5.1 Schriftlicher Test.....	62
5.5.2 Praktischer Test.....	63
5.5.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests.....	64
5.6 Einfluss der Teilnahme bzw. Nichtteilnahme an den Nachprüfungen.....	68
6. Diskussion.....	72
6.1 Studiendesign.....	73
6.2 Teilnehmer.....	74
6.3 Ausfälle bei den Nachprüfungen.....	75

6.4 Bewertung der Grundprüfung .....	76
6.5 Bewahrung der erlernten Fähigkeiten (Langzeiterfolg) .....	77
6.5.1 Bewertung des Gesamtkollektivs .....	77
6.5.2 Einzelne Gruppen im Vergleich .....	80
6.5.3 Analyse der Ausfälle in den Nachprüfungen .....	82
6.6 Einschränkungen der Studie .....	83
7. Zusammenfassung .....	84
8. Literaturverzeichnis .....	87
9. Anhang .....	96
9.1 Anlage 1: Bewertungsbogen - Praktischer Teil .....	96
9.2 Anlage 2: Schriftliche Erfolgskontrolle – Grundlehrgang .....	97
9.3 Anlage 3: Schriftliche Erfolgskontrolle nach sechs/zwölf Monaten .....	99
9.4 Anlage 4: Auszug aus den Empfehlungen der BagEH .....	101
9.5 Anlage 5: Auszug aus dem Medizinproduktegesetz .....	102
Lebenslauf .....	103
Eidesstattliche Versicherung .....	105
Danksagung .....	106

## Abkürzungsverzeichnis

AAMI: Association for the Advancement of Medical Instrumentation

AED: Automatischer externer Defibrillator

AHA: American Heart Association

BagEH: Bundesarbeitsgemeinschaft für Erste Hilfe

BÄK: Bundesärztekammer

BLS Basic Life Support

CPR: Kardiopulmonale Reanimation

DRK: Deutsches Rotes Kreuz

EF: Ejektionsfraktion

EH: Erste Hilfe

EKG: Elektrokardiogramm

ERC: European Resuscitation Council

GEE: General Estimation Equation

h: hour (Stunde)

ICD: Internal Cardiac Defibrillator

ILCOR: International Liaison Committee of Resuscitation

Joule: J

KHK: koronare Herzkrankheit

kNP: keine Nachprüfung

L-EF: linksventrikuläre Ejektionsfraktion

LSB: Linksschenkelblock

LSM: Lebensrettende Sofortmaßnahmen

MI: Myokardinfarkt

MPG: Medizinproduktegesetz

MW: Mittelwert

NP: Nachprüfung

NYHA: New York Heart Association

PAD: Public Access Defibrillation

PHT: Plötzlicher Herztod

S.D.: Standard Deviation (Standardabweichung)

VES: Ventrikuläre Extrasystolen

VF: Vorhofflimmern

VT: Ventrikuläre Tachykardie

## Abstract

### **Public access resuscitation: A randomized trial to evaluate the optimal duration for layperson training courses**

*Roland Krämer*

Cardiac arrest is one of the most common causes of death worldwide. Especially in the out-of-hospital setting an estimated number of 0,5 to 1/1000 adults are dying every year of sudden cardiac death. A rapid begin of the “chain of survival” including cardiopulmonary resuscitation (CPR) and the use of an automated external defibrillator (AED) can improve survival chances of sudden cardiac arrest.

The aim of this study was to evaluate the influence of the duration of training courses on theoretical knowledge and practical skill retention regarding the efficacy of CPR and the use of the AED.

In this prospective randomized study 1095 laypersons were included and randomly assigned to trainings of respectively 2 hours (h) (375 persons), 4 hours (378 persons) or 7 hours (342 persons) duration. All volunteers where trained according to the European Resuscitation Council guidelines for CPR and AED use. Theoretical knowledge and practical skill-retention was tested directly after the training. After 6 months (652 participants) and 12 months (702 participants) retests were made to quantify the loss of skills over time.

The immediate test showed equal theoretical knowledge in all duration groups. The practical test demonstrated slightly higher results for the 7h-group (7h: 96,3 %, 4h: 94 %, 2h: 92 %) ( $p < 0,001$ ). After 6 months the loss of theoretical and practical skills was significant in all three groups ( $p = 0,001$ ). In the 12-months retest practical skills (mean 73%) did not decrease, if retested after 6 months. If no retest was done after 6 months the practical skills decreased significantly. The subgroup that participated on both retests did not further deteriorate practical skills after 12 months. There was no difference detected for all three duration groups (2h: 72%, 4h: 73%, 7h: 74%).

This leads to the conclusion that a 2h-training can be equally sufficient as a 7h-training if volunteers perform a short retest after 6 months. We did not examine if there is a further skill-decrease after more than one year, but our results could improve the structure and content of future training courses. Being more practical and time efficient a 2h-course could lead to a greater acceptance of layperson-reanimation in society, and have a positive impact on outcome for sudden cardiac death in the future.

## **Laienreanimation: Gibt es eine optimale Ausbildungsdauer? Eine prospektiv randomisierte Studie**

*Roland Krämer*

Der plötzliche Herztod gehört zu den häufigsten Todesursachen weltweit. Schätzungsweise 0,5-1/1000 Erwachsene sterben jedes Jahr außerhalb des Krankenhauses an einem plötzlichen Herztod. Durch ein schnelles Einleiten der Überlebenskette - eine schnelle Alarmierung des lokalen Rettungssystems, frühzeitige kardiopulmonale Reanimation einschließlich Defibrillation durch Laien – kann die Überlebensrate der Patienten entscheidend verbessert werden.

Ziel dieser Arbeit war es daher, die Beziehung zwischen der Dauer des Trainingskurses und der Wissensvermittlung sowie dem Erhalt der erworbenen praktischen Fähigkeiten in kardiopulmonaler Reanimation unter Nutzung des AED zu ermitteln.

In dieser prospektiv randomisierten Studie wurden 1095 Freiwillige rekrutiert und in Ausbildungslehrgängen mit jeweils 2 Stunden(h) (n=375), 4 Stunden (n=378 Teilnehmer) und 7 Stunden (n=342 Teilnehmer) gemäß den Leitlinien des European Resuscitation Council in der kardiopulmonalen Reanimation und der Nutzung eines automatischen externen Defibrillators ausgebildet. Das theoretische Wissen und die praktischen Fähigkeiten wurden direkt nach der Ausbildung sowie in zwei Nachprüfungen jeweils nach 6 (n=652) und 12 Monaten (n=705) erneut getestet.

In der Grundprüfung wurde ein gleicher theoretischer Wissensstand bei allen 3 Gruppen beobachtet. Bei der praktischen Prüfung war eine signifikant bessere Leistung in der 7h-Gruppe zu erkennen (7h: 96,3 %, 4h: 94 %, 2h: 92 % /  $p < 0,001$ ). Nach 6 Monaten wurde eine Abnahme des theoretischen Wissens und der praktischen Fähigkeiten beobachtet. Der Wissensverlust stieg signifikant nach 12 Monaten, sofern nach 6 Monaten keine Nachprüfung durchgeführt wurde. Bei den Gruppen, die an beiden Nachprüfungen teilnahmen, war zu beobachten, dass die erlernten Fähigkeiten bei allen Gruppen, unabhängig von der Trainingsdauer, nach einem Jahr konstant blieben (2-h: 72%, 4-h: 73%, 7-h: 74%).

Ein 2-Stunden-Training in der CPR einschließlich der Nutzung des AED mit einem Auffrischungstest nach 6 Monaten, sind unseren Ergebnissen nach einem 7-Stunden-Training gleichwertig, um die wichtigsten Inhalte auch nachhaltig zu vermitteln.

Unsere Ergebnisse sollten Einfluss auf die Ausbildungsdauer und die Inhalte von Reanimation-Kursen haben. Es ist zu hoffen, dass vor allem durch die Begrenzung der Ausbildungsdauer auf 2 Stunden die Akzeptanz in der Bevölkerung für die Teilnahme an

Reanimations-Kursen zunimmt und damit künftig mehr Patienten mit Herz-Kreislaufstillstand wiederbelebt werden.



# 1. Der plötzliche Herztod

## 1.1 Definition

Eine einheitliche Definition des plötzlichen Herztodes findet sich in der Literatur nicht. Die verwendeten Zeitspannen zwischen dem Auftreten der ersten Symptome und dem Eintritt des Todes differieren zwischen wenigen Minuten [82] und 24 Stunden [56]. Daraus ergibt sich die Schwierigkeit, einheitliche oder vergleichbare Bewertungen in den verschiedenen Studien zu schaffen.

Beispielsweise definiert Goldstein 1982 den plötzlichen Herztod als einen beobachteten Tod innerhalb einer Stunde nach Auftreten der akuten Symptome [44]. In neueren Studien [16, 22] wird die Klassifikation nach Hinkle und Thaler von 1989 [50] verwendet. In dieser Definition wird zwischen Todesfällen durch Rhythmusstörungen und denen durch Herzkreislaufversagen unterschieden.

In meiner Arbeit halte ich mich an die Definition von Myerburg et al [77].

Hier wird der plötzliche Herztod als natürlicher und unerwarteter Tod in Folge kardialer Ursache definiert, der innerhalb von ein bis zwei Stunden nach Symptombeginn, angekündigt durch plötzliche Bewusstlosigkeit, eintritt.

Die Wahrscheinlichkeit, einen Patienten mit einem Herz-Kreislauf-Zusammenbruch erfolgreich wiederzubeleben, also den plötzlichen Herztod durch eine Reanimation zu verhindern, verringert sich pro Minute nach Einsetzen des Herz-Kreislaufstillstand um 10% [33].

## 1.2 Epidemiologie

Die Inzidenz des plötzlichen Herztods liegt in der Gesamtbevölkerung bei etwa 0,1-0,2 Prozent pro Jahr [99].

Es existieren mehrere Studien aus vergleichbaren Industrieländern, die anhand von Stichproben [26] oder Schätzungen [35, 77] eine Inzidenz abgeleitet haben.

De Vreede beobachtet in ihrer Studie in den Niederlanden [26] eine jährliche Inzidenz des plötzlichen Herztods von 0,1 Prozent, allerdings wurden Menschen über 75 Jahre nicht mit erfasst.

Eine in den Vereinigten Staaten durchgeführte Analyse [35] der Todesstatistiken ergab eine Häufigkeit von zirka 250.000 Fällen des plötzlichen Herztodes für das Jahr 1986.

Überträgt man diese Ergebnisse aus den Niederlanden und den Vereinigten Staaten auf die deutsche Bevölkerung mit zirka 80 Millionen Einwohnern (Annahme einer vergleichbaren Inzidenz von 0,1-0,2 Prozent), ist davon auszugehen, dass in Deutschland 80.000 bis 160.000 Menschen pro Jahr an einem plötzlichen Herztod versterben [86, 99], welches auch durch den Schätzwert einer statistische Auswertung der zentralen Berliner Rettungsdaten bestätigt wird [3].

Das Auftreten des plötzlichen Herztodes ist altersabhängig, wobei die Maxima besonders im Säuglings- sowie auch im hohen Alter zu finden sind. Bei Säuglingen ist die Inzidenz pro Jahr besonders durch das sogenannte „Sudden infant death syndrome“ [9, 78, 63, 106] mit 0,2 Prozent aller Lebendgeborenen [9] relativ hoch. In den folgenden Lebensjahren geht die Gefährdung auf 0,01 Prozent pro Jahr bei Personen, die jünger als 20 Jahre sind, zurück [106] und steigt danach wieder bis zu einstelligen Werten pro Jahr bei Personen, die älter als 60 Jahre sind, an [77]. Auch zwischen den Geschlechtern ist ein deutlicher Unterschied zu erkennen, wobei laut der Framingham-Studie Männer deutlich häufiger betroffen sind als Frauen [57].

Die Inzidenz für einen plötzlichen Herztod ist auch tageszeitabhängig, wobei das Risiko am Morgen und am späten Nachmittag am höchsten ist. Dies lässt sich zum Teil durch eine Übereinstimmung mit der Inzidenz für einen Myokardinfarkt erklären, der seinerseits häufig Ursache für den plötzlichen Herztod ist [74, 83].

In den ersten Stunden nach Eintritt des Myokardinfarktes ist die Gefahr für einen plötzlichen Herztod besonders hoch. Nachdem in der ersten Woche nach einem Herzinfarkt das Risiko geringer ist, steigt die Gefahr des plötzlichen Herztodes danach wiederum an [5]. Überlebte Episoden von Kammerflimmern bzw. ventrikulärer Tachykardie außerhalb eines akuten Koronarsyndroms bedeuten ein erhöhtes Rezidivrisiko in den ersten Monaten nach dem Ereignis plötzlich zu versterben. In den Studien von Larsen et al. zeigt sich ein anfängliches Risiko von fünf Prozent, das später gleichmäßig auf schließlich etwa ein Prozent pro Monat abfällt [65].

Gemessen an der Gesamtmortalität der Bevölkerung macht der plötzlichen Herztod einen Anteil von etwa zehn bis 20 Prozent aus [26, 108]. Bei mehr als 50 Prozent aller Patienten, die erstmalig einen akuten Myokardinfarkt erleiden, war zuvor keine koronare Herzerkrankung (KHK) bekannt oder vermutet [5]. Geht man davon aus, dass die prähospitaler Akutmortalität eines durch Kammerflimmern verursachten Myokardinfarkts etwa 30 Prozent beträgt, ergibt sich für den plötzlichen Herztod bei einer Häufigkeit von 15 bis 20 Prozent aller Personen mit neu aufgetretener KHK. Bei Patienten, die schon einen Myokardinfarkt überlebt haben, bzw. bei denen eine KHK bekannt ist, geht man von einem PHT bei ein Sechstel aller Todesfälle aus [99].

Myerburg et al. stellen [77] in ihrer Studie fest, dass die prozentuale Inzidenz bezogen auf die Gesamtbevölkerung zwar gering ist und der Anteil an der Gesamtmortalität niedrig ist, aber aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte in den USA die absolute Zahl von Toten durch plötzlichen Herztod bei zirka 250.000 Fällen liegt.

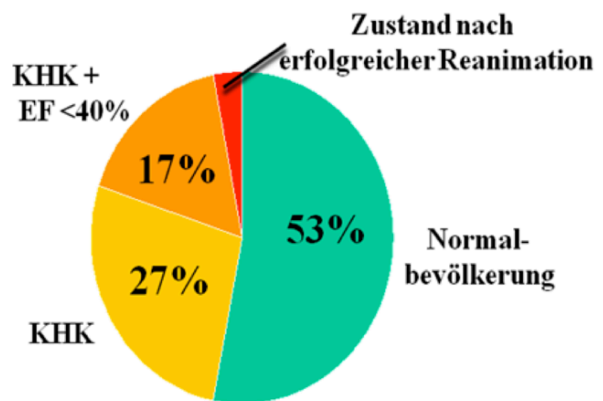


Abbildung 1: Der plötzliche Herztod in Abhängigkeit von seiner Grunderkrankung (Grafik modifiziert nach Meyerburg [77])  
\*EF: Ejektionsfraktion, KHK: Koronare Herzkrankheit

### 1.3 Ursachen und Pathogenese

Die IICOR-Guidelines von 2005 nennen als häufigste Ursache für den plötzlichen Herzkreislaufstillstand mit 82,4 Prozent ein kardiales Ereignis. Ursachen internistischer, nicht kardialer Herkunft sind bei 8,6 Prozent der Fälle beschrieben und externe Ursachen bei neun Prozent der Fälle, die zu drei Prozent traumatischer Genese und in 2,2 Prozent durch Asphyxie bedingt sind [79].

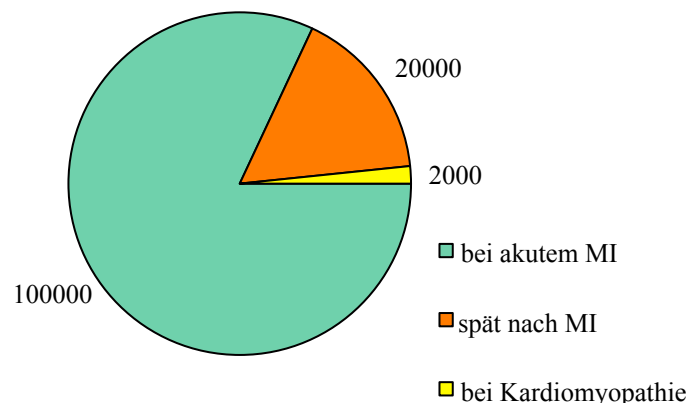
Nach Andresen gibt es eine Korrelation zwischen der Inzidenz des plötzlichen Herztodes und der Prävalenz der KHK [4]. Man nimmt an, dass zumindest bei Patienten mit einer KHK Trigger-Faktoren existieren, die eine maligne Rhythmusstörung auslösen. Sowohl durch eine akute Myokardischämie als auch bei myokardialen Strukturveränderungen, entsteht elektrophysiologisch die Grundlage für maligne Reentry-Tachykardien [4]. Bei einer koronaren Herzkrankheit, kommt es demnach häufiger zum Einsetzen von Arrhythmien.

Diese beginnen oft mit einer pulslosen ventrikulären Tachykardie, um dann in Kammerflimmern und schließlich in eine Asystolie überzugehen [11, 38].

Auch aus der Analyse von Bayes de Luna [11] geht hervor, dass in den meisten Fällen tachykarde Rhythmusstörungen die Ursache des plötzlichen Herztodes sind, wobei die größte Gruppe von Patienten an einem akuten Myokardinfarkt (akute Ischämie), der durch Kammerflimmern zum PHT führte, verstarb. Die Daten der Studie wurden durch die Analyse von Langzeit-EKG-Aufzeichnungen bei Patienten, die am PHT verstarben, gewonnenen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Zahl der Kammertachykardien die der Bradykardien übersteigt [11]. Es handelte sich in knapp zwei Drittel der Fälle um eine monomorphe ventrikuläre Tachykardie, die in Kammerflimmern degenerierte. Bei einem Viertel der Patienten wurde der finale Anfall durch eine direkte polymorphe ventrikuläre Tachykardie ausgelöst[11].

### 1.3.2 Wer ist gefährdet?

Teilt man die Herzinfarktpatienten, die an einem PHT verstarben, in Risikogruppen ein (**Abbildung 2**), besteht das größte Risiko bei akutem Myokardinfarkt innerhalb der ersten 2 Tagen nach dem Infarkt, gefolgt von den Postinfarktpatienten, deren jährliche kumulative Todesrate, im Zeitalter der Rekanalisation durch direkte Angioplastie bei etwa 5 Prozent liegt [98].



**Abbildung 2:** Ursachen des Plötzliche Herztodes  
(Grafik modifiziert nach Waldecker [99])  
\*MI: Myokardinfarkt

Auch Patienten die im Rahmen ihrer KHK eine Herzinsuffizienz entwickeln (ischämische Kardiomyopathie) besteht ein erhöhtes Risiko für den PHT [13]. Dieses wird durch Myerburg klinische Beobachtung, basierend auf Befunden post mortem gestützt [77]. Er berichtet, dass in 75 Prozent aller Fälle von PHT, bei ischämischen Kardiomyopathien ein akutes Koronarsyndrom oder eine KHK als Todesursache gefunden wurde.

Von Bedeutung sind auch andere strukturelle Herzerkrankungen, die eine systolische oder diastolische Funktionsstörung der Ventrikel verursachen. Zu nennen sind in diesem Rahmen

die dilatative und die hypertrophe Kardiomyopathie, die für etwa 15 Prozent aller PHT-Ereignisse verantwortlich sind [107]. Zu den strukturellen Herzerkrankungen zählen auch stenosierende Aortenvitien und die rechtsventrikuläre Dysplasie [107].

Schließlich können andere Grunderkrankungen wie Störungen der Ionenkanäle, QT-Zeit-Verlängerungen oder myokardiale Hypertrophien maligne Tachyarrhythmien auslösen. Zu ihnen gehören das „Long-QT-“ und das „Brugada-Syndrom“ als primäre, angeborene Repolarisationsstörungen. Hierbei handelt es sich meist um Zufallsbefunde [77].

Natürlich können auch Medikamente Repolarisationsstörungen induzieren. Unter den von Haverkamp et al. [49] aufgelisteten Substanzen findet man Klasse I und Klasse III-Antiarrhythmika, Makrolidantibiotika und Antidepressiva. Das arrhythmogene Potential dieser Medikamente in Kombination mit einer Hyperkalämie erhöht auch das Risiko eines PHT, wobei laut Waldecker Frauen mehr gefährdet sind als Männer [99].

## 1.4 Risikostratifizierung

Elektrophysiologische und strukturelle Veränderungen des Myokards sind für die Entstehung von Kammerarrhythmien, die zum plötzlichen Herztod führen können verantwortlich. Bei der Risikostratifizierung unterscheidet man morphologische, klinische (*Tabelle 1*) und elektrophysiologische Risikoparameter (*Tabelle 2*).

Laut Klein [59] ist die linksventrikuläre Auswurfraction wichtigster morphologischer Marker zur Charakterisierung der gefährdeten Patienten. Bei Risikostratifizierung des PHT ist eine eingeschränkte linksventrikuläre Funktion mit einer linksventrikulären Auswurfraction von größer oder gleich 40 Prozent die Grundvoraussetzung jeder weiteren Stratifikation. Der Schweregrad einer Herzinsuffizienz, eingestuft nach der NYHA-Klassifikation, ist laut Klein der wichtigstes klinisches Zeichen [59].

<b>Risikomarker des Plötzlichen Herztodes/ morphologische und klinische Parameter</b>
Reduzierte linksventrikuläre Auswurfraction (LV-EF ≤40%)
Vergrößerter (dilatiertes) linker Ventrikel
(Asymmetrische) Hypertrophie
Herzinsuffizienz (NYHA II–IV)
kardiale Ischämie
Linksventrikuläre Asynchronie (bei Linksschenkelblock)

**Tabelle 1:** Morphologische und klinische Risikomarker mod. nach Klein HU [64]

LV-EF: linksventrikuläre Ejektionsfraction

NYHA: Klassifikation der New York Heart Association

Unter den elektrophysiologischen Risikoparametern (*Tabelle 2*) stellen komplexe Kammerextrasystolen und überlebte Episoden von Kammertachykardie oder Kammerflimmern ein erhöhtes Risiko dar. Das Rezidivrisiko ist besonders bei unbehandelten Fällen hoch und beträgt im ersten Jahr weit über 10 Prozent [30, 65, 89]. Sowohl Störungen des autonomen Nervensystems, als auch die Reduktion der Herzfrequenzvariabilität auf unter 70ms gelten als Prädiktoren für eine erhöhte Mortalität [64, 42].

Nachteil an den hier aufgeführten Risikoparametern für elektrische Instabilität ist, dass bei hoher Sensitivität, die Spezifität und der positive prädiktive Wert nicht zufriedenstellend sind. Deswegen steht für die Risikoabschätzung bei Patienten nach einem Herzinfarkt die Quantifizierung der Auswurfraction im

Vordergrund [48]. Myerburg [77] spricht auch von familiärer Vorbelastung, die bei plötzlich auftretenden Todesfällen in der Familie in Kombination mit der hypertrophen Kardiomyopathie oder einer angeborenen Repolarisationsstörung ein erhöhtes PHT-Risiko bedeute. Auf die Allgemeinbevölkerung bezogen wurden in epidemiologischen Studien Zusammenhänge zwischen arterieller Hypertonie [55], Hypercholesterinämie [24] und Rauchen [53] nachgewiesen. Auch Diabetes mellitus [53] wurde als Risikofaktor für den PHT genannt. Allerdings bleibt hier ungeklärt, ob der Diabetes mellitus per se oder die assoziierte koronare Herzkrankheit zu den tödlichen Arrhythmien führt [100].

Im „Maastricht Circulatory Arrest-Register“ konnte gezeigt werden, dass das Risiko von Patienten mit bekannter kardialer Vorerkrankung 10-fach höher war, an einem plötzlichen Herztod zu versterben als bei Menschen ohne bekannte Herzerkrankung. Jedoch war bei 52 Prozent der im Register erfassten Männer und bei 59 Prozent der Frauen, die einen plötzlichen Herztod erlitten, zuvor noch keine koronare Herzerkrankung bekannt Die Ausführungen zeigen die großen Schwierigkeiten und Unsicherheiten bei individuellen Beurteilung des Risikos für einen PHT [45].

<b>Risikomarker des PHT: elektrophysiologische Parameter</b>
<i>Nicht anhaltende Kammertachykardie</i> (Komplexe VES im Langzeit-EKG)
<i>Leitungsverzögerung</i> QRS-Komplex-Verbreiterung (LSB) Spätpotenziale (Signalmittlungs-EKG)
<i>Störung der Repolarisation</i> QT-Dispersion T-Wellen-Alternans (TWA)
<i>Störung des autonomen Nervensystems</i> Erhöhte Ruheherzfrequenz Verminderte Herzfrequenzvariabilität Reduzierte „Heart rate turbulence“ Verminderte Barorezeptorsensitivität
<i>Elektrophysiologische Untersuchung</i> Induzierbarkeit einer VT/VF

**Tabelle 2:** elektrophysiologische Risikomarker mod. nach Klein HU [59]

*VES:* ventrikuläre Extrasystolen

*EKG:* Elektrokardiogramm

*LSB:* Linksschenkelblock

*VT:* Ventrikuläre Tachykardie

*VF:* Vorhofflimmern

## 1.5 Prävention

Die Prävention des PHT unterteilt man in Primär- und Sekundärprävention. Erstere dient dem Ziel bei einem Hochrisikopatienten das Risiko für den PHT zu minimieren. Bei der Sekundärprävention hingegen gilt es, Patienten nach überlebtem Herz- Kreislaufstillstand vor einem weiteren Ereignis zu schützen. Im Falle der Sekundärprävention wurde anhand von großen, prospektiven, randomisierten Studien nachgewiesen, dass die Implantation eines automatischen Defibrillators (ICD: Implantable Cardioverter/Defibrillator) Patienten vor einem plötzlichen Herztod schützt. Die AVID-, die CASH- und die CIDS-Studie konnten die Überlegenheit der ICD-Implantation gegenüber einer medikamentösen Behandlung nachweisen [22, 62, 90]. Eine von Ezekowitz et al. veröffentlichte Metaanalyse aus acht der größten Studien zeigte eine relative Risikoreduktion von 50 Prozent durch den implantierten ICD im Vergleich zu einem Antiarrhythmikum [41]. Der ICD war somit allen anderen Behandlungsstrategien überlegen. Patienten mit deutlich eingeschränkter, linksventrikulärer Pumpfunktion profitierten am meisten [59].

Auch in Bezug auf die Primärprävention, also die Implantation eines ICD bei Hochrisikopatienten die noch keinen Herz- Kreislaufstillstand hatten, folgten große prospektive randomisierte Studien. Die Studien MADIT-I- und MADIT-II wurden an Patienten mit koronarer Herzkrankheit durchgeführt [72, 73]. Hier konnte sowohl eine Reduktion der Häufigkeit eines plötzlichen Herztodes, als auch eine Reduktion der Gesamtmortalität durch die Implantation eines ICD nachgewiesen werden.

In der DEFINITE-Studie [54] und der SCD-HeFT-Studie [10] wurde gezeigt, dass die Defibrillatortherapie die Überlebensrate der Patienten mit einer Herzinsuffizienz (ab NYHA II-III) und einer linksventrikulären Ejektionsfraktion von  $\leq 35$  Prozent verbesserte.

## 1.6 Akutmaßnahmen

Aus mehreren Untersuchungen weiß man, dass Patienten mit einem akuten Herzkreislaufstillstand durch Kammertachykardie oder Kammerflimmern eine Überlebenschance von nur etwa fünf bis acht Prozent haben [1, 69]. Um diese zu erhöhen, schreiben die American Heart Association und der European Resuscitation Council dabei der Überlebenskette mit ihren vier Teilkomponenten (Notruf-Basismaßnahmen-Defibrillation-erweiterte Maßnahmen) die entscheidende Bedeutung zu [1, 37, 39, 40]. Genauer wird hierauf in Kapitel *1.6.1* eingegangen. Als entscheidende therapeutische und letztlich einzig effektive Komponente ist hierbei die Defibrillation herauszuheben.

Langjährige Erfahrungen aus Studien in der Intensivmedizin haben gezeigt, dass sie unter optimalen Bedingungen ohne Zeitverlust in nahezu allen Fällen von Herzrhythmusstörungen effektiv ist. Im Falle einer ventrikulärer Tachykardie und bei Kammerflimmern besitzt die Defibrillation eine Konversionsrate von bis zu 98 Prozent [93].

Mit zunehmendem Zeitverlust sinkt allerdings die Wahrscheinlichkeit mit der es gelingt, ein Kammerflimmern in einen wirksamen Herzrhythmus umzuwandeln pro Minute um etwa sieben bis zehn Prozent [38, 60].

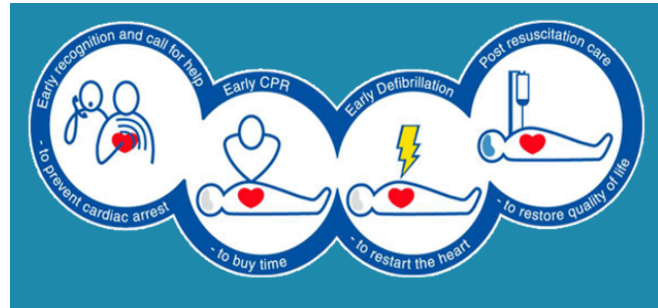
Bei der Einschätzung der Überlebenschance im Falle eines präklinischen Herzkreislaufstillstands sehen Larson et al. [66] eine hoch signifikante Abhängigkeit von drei Faktoren: von der Herz-Druck-Massage und Atemspende, von der Defibrillation und von den erweiterten Maßnahmen.



### 1.6.1 Die Überlebenskette

. Die Überlebenskette (**Abbildung 3**) zeigt die vier für den Erfolg der Reanimation entscheidenden Faktoren: [18, 27, 36, 38, 39, 40].

1. Frühes Erkennen des Notfalls und früher Notruf
2. Frühe Cardiopulmonale Reanimation (CPR)
3. Schnelle Defibrillation
4. Frühe erweiterte Maßnahmen



**Abbildung 3:** Die Überlebenskette dargestellt nach den Leitlinien des ERC 2005 [79]

Der Notruf ist essenzieller Bestandteil der Überlebenskette und Bedingung für das schnelle Eintreffen professioneller medizinischer Versorgung, die weitergehende therapeutische Maßnahmen ermöglicht. Von der rechtzeitigen und adäquaten Vermittlung der Hilfe hängt das frühzeitige Eintreffen des Rettungsdienstes mit dessen Möglichkeiten ab. Zusätzlich besteht neben der Entsendung der Rettungskräfte auch die Möglichkeit der Beratung des Anrufers bezüglich notwendiger Erstmaßnahmen bis zum Eintreffen der Rettungskräfte.

Basismaßnahmen wie Herzdruckmassage und Beatmung sind die wesentlichen Komponenten, die bei einer bewusstlosen Person mit Herzstillstand sofort eingeleitet werden sollten [79]. Sie sind überlebenswichtig, weil sich mit ihrem frühzeitigen Beginn durch Ersthelfer die Überlebenschance verdoppeln bis verdreifachen kann [47]. Bei Kammerflimmern kann durch Herzdruckmassage rechtzeitig ein Minimalkreislauf geschaffen werden, der Gehirn und Koronarien durchblutet und damit den Übergang vom Kammerflimmern in eine Asystolie entscheidend verzögert [38]. Die Konversion in den Sinusrhythmus wird jedoch kaum erreicht, weshalb der Wert der Basismaßnahmen hauptsächlich im Zeitgewinn und im Erhalt der zerebralen Funktionen liegt. Damit kann die Zeit bis zur Anwendung erweiterter medizinischer Maßnahmen überbrückt werden [38]. Eisenberg et al. beschreiben entsprechend in ihrer Studie eine Überlebensrate von 43 Prozent bei einem Beginn der Basismaßnahmen innerhalb von vier Minuten und bei zeitnahe Beginn der erweiterten Maßnahmen [31].

Die Defibrillation ist das dritte Glied in der Überlebenskette. Unter Defibrillation versteht man die Passage eines elektrischen Stroms ausreichender Stärke durch das Myokard, um dieses zu depolarisieren und die Wiederherstellung einer geordneten elektrischen Aktion zu

ermöglichen. Daraus resultiert bei erfolgreicher Defibrillation die Beendigung des Kammerflimmerns. Als erfolgreich gilt eine Defibrillation dann, wenn fünf Sekunden nach Schockabgabe keine ventrikuläre Tachykardie und kein Kammerflimmern mehr vorliegen [25].

Wie schon zuvor beschrieben, ist bei einem Patienten mit Kammerflimmern die Defibrillation der entscheidende Therapieansatz, der seit dem Jahr 2000 nach den Richtlinien des ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) und der AHA (American Heart Association) in der Behandlungsreihenfolge an erster Stelle steht und mit dem

Definition	Empfehlungsstärke
<i>Defibrillation(Def.)</i>	
Def. innerhalb von 5 min nach Alarmierung des Rettungsdienstes bei außerhalb des Krankenhauses beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand	I
Def. innerhalb von 3 min nach einem in einer medizinischen Einrichtung beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand	I
Frühdef. durch Rettungsassistenten	IIa
Frühdef. mittels AED durch trainierte Laien	IIa

**Tabelle 3:** Empfehlungsgrade zur Defibrillation [1]

Evidenzgrad I versehen ist (**Tabelle 3**) [1, 18, 38, 39, 40].

Da mit jeder verstrichenen Minute bis zur Defibrillation die Erfolgchancen für ein Überleben um etwa 10 Prozent reduziert werden [33, 38, 60], wird eine möglichst frühe Defibrillation innerhalb der ersten fünf Minuten zum entscheidenden prognostischen Faktor. Dies macht es unumgänglich, dass die zeitnahe Defibrillation durch Konzepte der Früh- oder Laiendefibrillation als entscheidendes Glied in der Rettungskette gestärkt und ausgebaut werden.

Die erweiterten Maßnahmen stehen als viertes Glied am Schluss der Überlebenskette und werden durch das eingetroffene Rettungspersonal oder den Notarzt ausgeführt. Sie schließen Maßnahmen wie die Intubation und die intravenöse Medikamentengabe ein und verbessern vor allem die Langzeitprognose und die Lebensqualität der Patienten [18, 23, 87]. Auch das Ausmaß der neurologischen und psychologischen Gesundheit des Patienten hängt von der Zugangszeit zu den erweiterten Maßnahmen ab. Durch eine lückenlose Aneinanderreihung der vier Glieder können Langzeitüberlebensraten von bis zu 30 Prozent erreicht werden [23].

Seit dem Jahr 2005 wurde die „postresuscitation care“ in die Leitlinien des European Resuscitation Council als das vierte Glied in die Überlebenskette mit einbezogen [79] und auch in den aktualisierten Leitlinien von 2010 beibehalten [40]. Darunter versteht man die intensivmedizinische Therapie in der den Patienten aufnehmenden Klinik.

## 2. Die Frühdefibrillation

Aus den vorbeschriebenen Studiendaten ergibt sich das Konzept der Frühdefibrillation, das auch die Intervention durch nichtärztliche Rettungskräfte mittels eines automatisierten, externen Defibrillators (AED) einbezieht. Es wird zwischen First-Responder Defibrillation durch trainierte Laienhelfer und der Public Access Defibrillation durch zufällig in der Nähe des AED anwesende untrainierte Laien unterschieden. Dies ist insofern eine Neuerung, als damit die Defibrillation durch nichtärztliches Personal ermöglicht wird [92].

Der Einsatz der AEDs durch nichtärztliches Personal wird dadurch möglich, dass die wichtige Entscheidung bei Kammerflimmern oder ventrikulärer Tachykardie zu defibrillieren, durch ein eingebautes EKG-Analysesystem und nicht durch den Benutzer getroffen wird [34, 39]. Damit muss der Anwender über keinerlei EKG-Kenntnisse verfügen .

„Die halbautomatischen Defibrillatoren bestehen aus dem Defibrillator und zwei Flächenelektroden, die auf den Brustkorb des Patienten aufgeklebt werden müssen. Alle Schritte, die ein Ersthelfer zu tun hat, werden über eine Sprachsteuerung („voice recorder“) mitgeteilt. Nach Aufkleben der Flächenelektroden und nach einer vollautomatischen EKG-Analyse erhält der Ersthelfer bei Kammerflimmern oder ventrikulärer Tachykardie die Aufforderung einen Elektroschock durch Knopfdruck auszulösen. Bei einigen AED-Geräten erfolgt auch dieser Schritt automatisch, was aber wegen einer potentiellen Gefährdung der Ersthelfer durchaus als kritisch zu betrachten ist. Nach der Schockabgabe wird der Benutzer angewiesen, zwei Minuten lang die kardiopulmonale Reanimation (CPR: Herzdruckmassage und Beatmung) durchzuführen bis das Gerät erneut das EKG analysiert und weitere Anleitungen zum Vorgehen gibt: Bei weiter bestehendem Kammerflimmern wird eine erneute Schockabgabe empfohlen, bei Asystolie wird die weitere CPR vorgeschlagen. AEDs arbeiten mit einer wartungsfreien Langzeitbatterie und führen automatische Selbsttests zur Funktionsprüfung durch. Die AEDs, die mittlerweile von verschiedenen Herstellern angeboten werden, wiegen etwa 2 bis 3 kg und sind damit leicht zu tragen [94].

In Deutschland wurde die Defibrillation durch Laien mit der Empfehlung der Bundesärztekammer vom 04.05.2001 an eine fachgerechte Ausbildung unter ärztlicher Aufsicht und die Dokumentation des Defibrillationsvorgangs gebunden. Diese Ausbildung ist in § 22 Abs. 1 Satz 3 des Medizinproduktegesetzes in Verbindung mit § 5 Abs. 1 der Medizinprodukte-Betreiberverordnung als Voraussetzung für die Anwendung eines halbautomatischen Defibrillators definiert: „Jede Institution, die die automatisierte externe Defibrillation durch Laien in ihrem Bereich einführt, hat die ärztliche Fachaufsicht

sicherzustellen und ein Schulungsprogramm zu implementieren.“ Dadurch erklärt sich auch, dass in der Bundesrepublik zurzeit das Konzept der „Public-Access-Defibrillation“ nicht weiter verfolgt wird [34, 94].

### **2.1.1 „First Responder“**

Als „First Responder“ bezeichnet man trainierte Laienhelfer wie Wach- oder Sicherheitspersonal, Polizisten und Feuerwehrleute, die eine Ausbildung nach den Empfehlungen der Bundesärztekammer erhalten haben [34]. Diese schließt das sachgerechte Erlernen und Ausführen von Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation und die Handhabung des halbautomatischen Defibrillators ein. Statistisch gesehen kommt es an Orten großer Menschenansammlungen häufiger zu Fällen des PHT. Somit ist die Ausbildung von Mitarbeitern besonders in Theatern, Bahnhöfen, Sportstätten, Flughäfen und Kaufhäusern wünschenswert, damit diese im Ernstfall als „First Responder“ zum Einsatz kommen können.

### **2.1.2 „Public Access Defibrillation“**

Der Ansatz der „Public-Access-Defibrillation“ ist im Vergleich zu dem Konzept der „First Responder Defibrillation“ ein anderer. Hier ist es Ziel, dass die Defibrillation von Menschen ausgeführt wird, die sich zufällig in der Nähe von installierten AEDs aufhalten, aber nicht speziell in der Handhabung der AEDs geschult wurden [93, 39].

Auch wenn erste viel versprechende Studienergebnisse aus den USA vorliegen [17, 46], wird empfohlen, dass erst „First Responder“ konsequent flächendeckend ausgebildet werden und die Handhabung von AEDs durch untrainierte Laien („Public-Access-Defibrillation“) einem späteren Schritt folgen soll. Die Form der „Public-Access-Defibrillation“ für Deutschland erscheint wegen der fehlenden Studien und wegen mangelnder Erfahrung momentan nicht geeignet [93]. Nur in den USA wurde begonnen die „Public-Access-Defibrillation“ teilweise unter begleitenden Kontrollanalysen einzuführen.

## 2.2 Entwicklung der Frühdefibrillation und Studienlage

Bereits im Jahr 1947 wurde die erste transthorakale Defibrillation in einer Klinik erfolgreich vorgenommen [75]. In der Kenntnis der sehr geringen Überlebensrate eines Kammerflimmerns oder einer ventrikulären Tachykardie mit Kreislaufstillstand, verbunden mit dem Wissen um die Defibrillation als einzige ursächliche Therapie, wurde bald versucht, die Defibrillation auch außerhalb der Klinik anzuwenden. Der erste tragbare Defibrillator mit einer Analyseautomatik und damit ein AED (automatisierter externer Defibrillator), wurde 1979 von Diack et al. [27] vorgestellt. Durch die intrapharyngeale Ableitung von Atemfrequenz und EKG wurden bei Bedarf Schrittmacherimpulse oder elektrische Schocks zur Defibrillation abgegeben. Bei 21 Patienten mit Kammerflimmern konnte Diack 35 Mal eine erfolgreiche Konversion in einen Sinusrhythmus erreichen [27]. Diese Zahlen ergeben sich durch mehrmalige Defibrillation einiger Patienten, nach erneutem Rückfall in ein Kammerflimmern.

Die Frühdefibrillation fand durch die automatische Analysefunktion eine weite Verbreitung im Rettungsdienst. Bestätigt durch die Erfolge im Rettungswesen, begannen schon 1980 Planungen, die Defibrillation in Laienhände zu geben, um eine flächendeckende und vor allem zeitnahe Versorgung zu gewährleisten und somit die Überlebenschancen im Falle eines plötzlichen Herztodes zu erhöhen.

Anfang der achtziger Jahre gab es durch Eisenberg et al. sogar erste Vorstöße auf dem Gebiet der „Public Access Defibrillation“, bei denen er AEDs in Familien von Hochrisikopatienten einsetzte [31]. In einer 1980 von ihm veröffentlichten Studie wird bei außerklinischen Herzkreislaufstillständen zwischen Reanimationen mit Defibrillation oder ausschließlich mit Basismaßnahmen verglichen. In der Gruppe der Patienten, die lediglich mit Basismaßnahmen behandelt wurden, überlebten nur vier Prozent. Im Gegensatz dazu konnte er in der Defibrillationsgruppe einen Anteil von 18 Prozent Überlebenden ( $p < 0,01$ ) verzeichnen [32].

Diese Beobachtungen wurden durch die Studie von Weaver [102] 1984 weiter untermauert. Er beobachtete nicht nur eine deutlich höhere Überlebensrate (62 Prozent im Vergleich zu 27 Prozent), sondern auch ein verbessertes neurologisches Outcome in der Frühdefibrillations-Gruppe.

In den folgenden zwei Studien aus dem Jahr 2000 zur Frühdefibrillation durch Flughafenmitarbeiter bzw. durch Sicherheitsbeamte in Kasinos konnte das Konzept der „First-

Responder“-Defibrillation durch eine im Vergleich mit dem bisherigen Kollektiv deutlich höhere Überlebensrate von Patienten mit Kammerflimmern belegt werden [81, 96].

Valenzuela et al. schulten Sicherheitsbeamte in 32 Spielkasinos in Nevada und installierten die AEDs so, dass sie innerhalb von höchstens drei Minuten erreichbar waren. In 32 Monaten wurde der AED bei 105 Patienten mit Kammerflimmern eingesetzt. 53 Prozent dieser Patienten konnten aus dem Krankenhaus entlassen werden. Die Überlebensrate für Patienten, die die erste Defibrillation innerhalb von drei Minuten nach dem Kreislaufstillstand erhalten hatten, betrug 74 Prozent und die für Patienten mit einer AED-Schockabgabe nach mehr als 3 Minuten 49 Prozent [96].

Page et al. werteten das Überleben nach Herzkreislaufstillstand in Flugzeugen aus. Vorher geschulte Flugbegleiter setzten den AED bei 200 Patienten ein, die einen dokumentierten Bewusstseinsverlust erlitten hatten. Bei 14 von 200 Patienten, zeigte der AED ein Kammerflimmern an, welches in 13 von 14 Fällen erfolgreich behandelt werden konnte. Bei den anderen 186 Patienten wurde kein Kammerflimmern nachgewiesen und dementsprechend keine Schockabgabe empfohlen [81].

In beiden Studien konnte also gezeigt werden, dass im Rahmen einer Reanimation die Hilfe durch Benutzung des AED durch trainierte Ersthelfer effektiv und die Handhabung des AED sicher ist. Es wurden in beiden Untersuchungen nie Schocks ohne das Vorhandensein von lebensbedrohlichen Rhythmusstörungen abgegeben. Somit ergab sich in diesen Studien eine Sensitivität und Spezifität von 100 Prozent für das Erkennen von Kammerflimmern bzw. eines nicht durch einen Elektroschock zu behandelnden Rhythmus [81, 96].

Cappucci et al. [22] untersuchten den Vorteil der zeitnahen Versorgung durch Einführung der Frühdefibrillation. In dieser italienischen Studie betrug die sogenannte „call-to-arrival-time“ der in der Frühdefibrillation ausgebildeten Ersthelfer im Mittel  $4,8 \pm 1,2$  Minuten und war bei den professionellen Rettungsdiensten mit  $6,2 \pm 2,3$  Minuten signifikant länger ( $p < 0,05$ ). Auf die gesamte Studienpopulation gesehen konnte das Überleben bis zur Krankenhausentlassung sowie das Langzeitüberleben bei gutem neurologischem Status verdreifacht werden. In Bezug auf die Patienten mit defibrillierbarem Rhythmus wurde ein Anstieg die Überlebensrate bis zur Krankenhausentlassung von 21,2 Prozent auf 40 Prozent beobachtet.

In einer neueren Untersuchung haben Bunch et al. [14] von 1990 bis 2001 Daten über das langfristige neurologische Outcome von Patienten, die mittels Frühdefibrillation reanimiert wurden, betrachtet. Es wurde gezeigt, dass Patienten, die mit Hilfe eines AED-Einsatzes einen Herz-Kreislauf-Stillstand durch Kammerflimmern überlebten, in den folgenden fünf Jahren

eine gleich hohe Überlebensrate (40%) hatten wie die der Kontrollgruppe, die ein ähnliches Krankheitsbild hatten, jedoch nicht außerhalb des Krankenhauses reanimiert worden waren. Des Weiteren wurde eine hohe Lebensqualität der reanimierten Patienten festgestellt, die es ihnen ermöglichte ihr normales Leben weiterzuführen [14].

Caffrey et al. führten 2002 eine große Studie zur „Public Access Defibrillation“ durch. Auf drei Chicagoer Flughäfen wurden 50 öffentlich zugängliche AEDs installiert, die innerhalb von 90 Sekunden erreichbar waren. In einem Zeitraum von etwa zwei Jahren hatten über 21 Personen einen Herzstillstand, davon 18 Patienten durch Kammerflimmern. 11 von 18 Patienten (56%) mit Kammerflimmern wurden erfolgreich defibrilliert, 6 dieser 11 Patienten lebt nach einem Jahr ohne neurologische Schäden [17]. So überzeugend Caffrey die Verbesserung der Reanimation durch frühzeitige Defibrillation mit einem AED durch ungeschulte Laien auch schildert, stand dennoch der wissenschaftliche Beleg durch eine randomisierte Studie zunächst noch aus.

Eine der ersten randomisierten Studien war der PAD-Trial [46, 91]. Dies ist die bisher größte Studie, die das Konzept der „Public Access Defibrillation“ (PAD) prüfte. Insgesamt wurden über 19.000 freiwillige Helfer ausgebildet, davon eine Gruppe in kardiopulmonaler Reanimation (Thoraxkompressionen und Beatmung) einschließlich der AED-Anwendung, die andere Gruppe ausschließlich in kardiopulmonaler Reanimation. 128 Patienten wurden in der ersten Gruppe mit Hilfe eines AED wiederbelebt. In der Gruppe, die allein mit Basismaßnahmen behandelt wurde, überlebten hingegen 107 Menschen. Die Studie ergab eine Überlebensrate von 23 Prozent in der Gruppe, die von den Ersthelfern mit AED reanimiert wurde, im Gegensatz zu 14 Prozent in der Kontrollgruppe ohne AED [46].

Die Frage der Effektivität automatisierter externer Defibrillatoren in kommunalen Bereichen wurde anhand von Studien mit Rettungssanitätern, geschulten Feuerwehrleuten bzw. Polizisten untersucht [29, 71, 76, 102]. Die AED-Anwendung durch trainierte Ersthelfer führte in den meisten Untersuchungen zu einer höheren Überlebensraten als die durch professionelle medizinische Helfer. Dies ist in den meisten Fällen darauf zurückzuführen, dass die Zeit bis zum Eintreffen und Beginn der Basismaßnahmen bei Ersthelfern wesentlich kürzer war als bei den professionellen Rettungssystemen [17, 19, 91, 97].

## 2.3 Erfahrungen in Deutschland

Den Grundstein zur Einführung der Frühdefibrillation in Deutschland legte ein Westberliner Pilotprojekt, das im Jahr 1988 gestartet wurde [6, 88]. Erstmals wurden Rettungssanitäter in der Durchführung der Defibrillation geschult. Patienten, die von geschultem Rettungspersonal vor Eintreffen des Notarztes defibrilliert wurden, hatten eine signifikant bessere Langzeitüberlebensrate als die Patienten aus der Vergleichsgruppe vor Einführung der Frühdefibrillation. Voraussetzung hierfür war allerdings, dass der Notarzt innerhalb von 14 Minuten eintraf und weiterführende Maßnahmen einleitete. Traf der Notarzt in weniger als 9 Minuten ein, konnte eine weitere Verbesserung beobachtet werden [6].

Die positiven Resultate gaben Anlass für weitere Frühdefibrillationsprojekte, wie z.B. 1989 in München [51]. 1990 erteilte die Bundesärztekammer den Auftrag für eine Deutsche Multi-Center-Studie zur Reanimation und Frühdefibrillation [28]. Diese zeigte, dass die Geräte eine ausreichend hohe Sensitivität und Spezifität zum Erkennen eines defibrillationswürdigen Rhythmus besitzen. Die Studie wurde nicht abgeschlossen, da gleich den Erkenntnissen aus Berlin [6] festgestellt wurde, dass es nicht entscheidend ist, ob Ärzte oder geschultes Rettungspersonal die Defibrillation durchführen, sondern dass vielmehr der möglichst zeitnahe Einsatz des Defibrillators für das Langzeitüberleben entscheidend ist. Infolge dieser Studie kam es zu der Gründung der Arbeitsgruppe „Frühdefibrillation“, deren Aufgabe es war, einheitliche Leitlinien zu den Themen Reanimationsablauf, Ausbildung der Ersthelfer zu „First Respondern“, organisatorische Strukturen sowie zur Gerätetechnik und zum Qualitätsmanagement zu entwickeln.

In Deutschland wurden, anders als in anderen europäischen Ländern, erst spät und zögerlich die automatischen externen Defibrillatoren in den öffentlichen Bereich eingeführt [85, 92]. Beispiele hierfür sind die Arena „Auf Schalke“ in Gelsenkirchen oder in U-Bahn-Stationen in München.

Aktuell gibt es drei größere Projekte, die versuchen das Konzept der Frühdefibrillation zu etablieren. Es wurden Orte gewählt, die von einer hohen Anzahl an Menschen frequentiert werden, wie das Freizeitbad „Lago-Therme“ mit etwa 700.000 Besuchern pro Jahr, der nordrhein-westfälische Landtag mit etwa 100.000 Besuchern und der Frankfurter Flughafen. Dort werden jährlich etwa 50 Millionen Fluggäste gezählt, die von etwa 60.000 Mitarbeitern betreut werden. 500 Mitarbeiter und 1500 Beamte des Bundesgrenzschutzes wurden in diesem Rahmen als „First Responder“ ausgebildet. Bis 2008 wurden sieben Passagiere durch



Ersthelfer mit Hilfe eines AED reanimiert, von denen sechs Personen erfolgreich und ohne neurologische Defizite wieder in ihre Heimatländer reisen konnten. [95].

Es gab in Deutschland zunächst erhebliche Bedenken und Widerstände gegen eine schnelle Verbreitung des Konzepts der Frühdefibrillation. Diese waren zum Teil rechtlichen und finanziellen Ursprungs und richteten sich vor allem gegen den Einsatz von Laien und deren Ausbildung am AED.

Aus diesem Grund beschäftigte ich mich in dieser Arbeit, mit der Gestaltung und Optimierung der Laienausbildung.

### 3. Fragestellung

In der Einleitung ist erläutert worden, welche tragende Rolle die frühzeitige Reanimation einschließlich der Defibrillation im Falle eines plötzlichen Herz- Kreislaufstillstandes hat. Hierbei ist der entscheidende Faktor die bis zur Reanimation verstreichende Zeit, weil mit jeder verlorenen Minute die Überlebenschance der Patienten um etwa 10 Prozent sinkt [33]. Da bis zum Eintreffen professioneller Rettungskräfte mehr Zeit bis zum Einleiten der Maßnahmen verstreicht als bei der Erstversorgung durch sogenannte „First Responder“ [19], gewinnt dieses Konzept immer mehr an Bedeutung. Der European Resuscitation Council empfahl bereits im Jahr 2000 [36, 38] an öffentlichen Orten mit großen Menschenansammlungen die Ausbildung potentieller Ersthelfer sowie die Installation von automatisierten externen Defibrillatoren (AED). Auch die aktuellen Leitlinien halten diese Empfehlungen aufrecht [40].

Um eine breite Akzeptanz von allgemeinen Laien-AED-Wiederbelebungsprogrammen zu erreichen, sind eine sorgfältige Planung, ein gutes Training und eine kontinuierliche Qualitätskontrolle notwendig. Auch die hierfür nicht unerheblichen Kosten müssen bei den Planungen berücksichtigt werden. Um also das Konzept der Laienreanimation einschließlich der Frühdefibrillation möglichst flächendeckend zu verbreiten und eine hohe Akzeptanz bei den Teilnehmenden zu erreichen, müssen die Trainingsprogramme effizient sein. Hierzu gehört auch die Dauer von Schulungsprogrammen.

Bisher liegen keine Untersuchungsergebnisse aus einer randomisierten Studie darüber vor, wie lange ein solches Reanimationstraining für Laienhelfer dauern soll.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die optimale Zeitdauer für die Ausbildung von Laienhelfern zu definieren.

Im Rahmen einer prospektiven Studie wurden dafür medizinische Laien randomisiert in 2, 4 und 7 Stunden Gruppen unterteilt. Untersucht wurde die Relation zwischen der Dauer der Trainingskurse und dem direktem Lernerfolg, sowie die Nachhaltigkeit der erworbenen Fertigkeiten.

## 4. Methoden

### 4.1 Aufbau der Studie

#### 4.1.1 Auswahl der Teilnehmer

Da wir die Teilnehmer auch in der Anwendung des AED schulen wollten, wurden Betriebe oder Standorte ausgesucht, an denen die Stationierung eines AED gerechtfertigt erschien. Dementsprechend wurden öffentliche Orte mit großem Publikumsverkehr und Ausbildungsmöglichkeiten von Personal (Kaufhäuser, Hotels, Bahnhöfe, Stadien, Hochhäuser mit Concierge) sowie Orte mit erfahrungsgemäß höherer Wahrscheinlichkeit von Herz-Kreislauf-Stillständen (z.B. Seniorenheime und Spielbanken) ausgewählt. Auch Polizisten wurden ausgebildet, da diese häufig schneller am Einsatzort sind als die Rettungswagen der Feuerwehr.

Es wurde darauf geachtet, dass pro AED-Standort so viele Ersthelfer ausgebildet wurden wie für eine durchgängige Bereitschaft erforderlich sein würden.

Die Studie wurde in dem Zeitraum von Oktober 2002 bis in November 2005 durchgeführt, wobei innerhalb der ersten 13 Monate die Teilnehmer aus den Betrieben rekrutiert wurden. Anschließend erfolgte die in Schulung der randomisierten Teilnehmer und darauffolgende Leistungsüberprüfungen in Gruppen gestaffelt bis ins Jahr 2005, sowie die darauf folgende Auswertung der Ergebnisse.

#### 4.1.2 Randomisierung der Teilnehmer

Grundsätzlich erfolgte eine Randomisierung der einzelnen Testpersonen in die Studiengruppen mit Hilfe eines Zufallsgenerators. Durch die Vielschichtigkeit und die unterschiedliche Organisationstruktur einzelner Betriebe konnten bisweilen nicht individuelle Probanden zufällig auf Interventions- und Kontrollgruppen aufgeteilt werden. Vielmehr war es hier notwendig ganze Gruppen (Cluster) von Probanden den Studiengruppen zufällig zuzuordnen, wobei jedoch die Zielgrößen weiterhin an den individuellen Probanden erhoben wurden. Dieses Modell einer Cluster-randomisierten Studie wurde dementsprechend in der statistischen Auswertung mit berücksichtigt (4.7)

### 4.1.3 Studienpopulation

Für die Studie wurden insgesamt 1095 freiwillige Männer und Frauen als Laienhelfer gewonnen. Die Teilnehmer wurden aus 35 verschiedenen Firmen und Einrichtungen in Berlin (*Tabelle 4*) rekrutiert und anschließend in 132 Trainingsgruppen von jeweils 8 bis 10 Personen randomisiert. Hierbei gab es drei Kategorien von Trainingsgruppen, die sich durch die in 4.2.2 erklärte Schulungszeit von zwei, vier oder sieben Stunden unterschieden.

*Tabelle 4: Gruppenaufteilung der Teilnehmer der Studie an den ausgewählten Orten der Laienausbildung*

Firma	2-Stunden	4-Stunden	7-Stunden	gesamt	%
Siemens	118	88	50	256	23,2
Polizei Abschnitt 31	24	26	18	68	6,2
Bundesamt für Unterlagen der Staatsicherheit	11	41	11	63	5,7
Polizei Abschnitt 67	17	17	27	61	5,5
KaDeWe (Kaufhaus des Westens)	35	0	9	44	4
Spielbank Berlin	47	7	0	54	4,8
Bezirksamt Mitte	19	7	9	35	3,2
Bildungszentrum Buch	11	8	15	34	3,1
BVG (Berliner Verkehrsgesellschaft)	9	0	24	33	3
Karstadt Berlin	0	9	22	31	2,8
Kassenärztliche Vereinigung Berlin	0	30	0	30	2,7
Feuerwehr der Berliner Verkehrsgesellschaft	0	12	17	29	2,6
BMWA(Bundesver- band Mediation in Wirtschaft und Arbeitswelt)	0	0	28	28	2,5
Möbel Höffner Berlin	0	20	6	26	2,4
Hotel Interkonti Berlin	13	8	4	25	2,3
AVK (Auguste- Viktoria-Krankenhaus Vivantes)Gruppe A	0	20	0	20	1,8
Zoo Berlin	9	0	9	18	1,6

*Fortsetzung nächste Seite*

**Table 4:** Gruppeneinteilung der Teilnehmer der Studie an den ausgewählten Orten der Laienausbildung (Fortsetzung)

Firma	2h-Gruppe	4h-Gruppe	7h-Gruppe	gesamt	%
Landessportbund	0	12	11	23	2,1
LAGETSI (Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit)	1	8	8	17	1,5
Sportforum Hohenschönhausen	7	10	0	17	1,5
KIF (Konferenz der Informatikfachschaften)	8	8	0	16	1,4
Sony-Center	8	0	7	15	1,4
Umweltbundesamt Berlin	0	0	14	14	1,3
Deutsches Theater Berlin	0	6	6	12	1,1
KAU (Krankenhaus am Urban/ Station13)	0	12	0	12	1,1
AVK (Auguste-Viktoria-Krankenhaus Vivantes)	11	0	0	11	1
Keppler Oberschule	0	0	10	10	0,9
Kurt-Schwitters-Oberschule	0	10	0	10	0,9
Umweltbundesamt	0	0	10	10	0,9
A-L-Berufs-Bildungs-Werk	0	0	9	9	0,8
Hotel Estrel Berlin	0	9	0	9	0,8
Messe Berlin	9	0	0	9	0,8
Spandauer Arkaden	9	0	0	9	0,8
Vivantes Klinikum Prenzlauer Berg/Gruppe B	9	0	0	9	0,8
Polizei	0	8	0	8	0,7
Neuraum (Sozial- und Pflegeprojekte)	0	0	7	7	0,6
HOWOGE	0	0	5	10	0,5
Baugenossenschaft	0	0	5	10	0,5
Prima Lichtenberg(WBG)	0	2	2	6	0,4
KAU (Krankenhaus am Urban/ Station14)	0	0	4	4	0,4
Alle	375	378	342	1095	100

-

#### **4.1.4 Erhebung der Demographischen Daten**

Um mögliche Unterschiede oder Unregelmäßigkeiten zwischen den Gruppen (2,4 und 7h-Gruppe) bezüglich des sozialen Hintergrunds und des Bildungsniveaus, eventueller medizinische Vorbildung und hinsichtlich einer Geschlechts- und Altersverteilung der Teilnehmer zu erfassen, wurden von den Schulungsteilnehmern folgende Daten erfasst:

- Geschlecht: männlich/weiblich
- Alter
- Schulbildung
- Führerscheinbesitz, inklusive Ausbildung in „lebensrettenden Sofortmaßnahmen“
- Medizinische Vorbildung, bisherige Teilnahme an einem Erste-Hilfe-Training, spezielle Ausbildungen mit medizinischer Vorbildung

Die Daten wurden nach dem Grundlehrgang auf den Prüfbögen erfasst, wie in **4.5.1** in **Tabelle 9** gezeigt.

## 4.2 Ausbildung

Die Ausbildung erfolgte in Gruppen von acht bis zehn Personen pro Ausbilder. Ausbildungsorte waren die Ausbildungszentrale des Deutschen Roten Kreuzes (Bildungswerk Nord), die Berliner Feuerwehrschnle, das Klinikum Am Urban und selten auch der Ort an dem der AED aufgestellt werden sollte.

Die Ausbildung wurde von speziell ausgebildeten Lehrkräften (Sanitätsausbildern mit Lehrberechtigung) des Deutschen Roten Kreuzes und der Feuerwehrschnle Berlin vorgenommen, die unter fachlicher Supervision des Autors standen. Alle Teilnehmer wurden sowohl theoretisch als auch praktisch ausgebildet. Das Ausbildungsprogramm der drei Teilnehmergruppen war immer gleich strukturiert. Die Gruppen unterschieden sich lediglich in der Dauer der Ausbildung.

### 4.2.1 Ausbildungsprogramm

Das Ausbildungsprogramm der Grundschulung unterteilt sich in einen theoretischen und praktischen Teil. Die inhaltliche Gliederung des standardisierten Ausbildungsprogramms (*Tabelle 5*) war für alle drei Zeitgruppen (zwei, vier und sieben Stunden) gleich. Das Verhältnis von Theorie und praktischen Übungen wurde für die Studie mit einem Verhältnis von 40 zu 60 Prozent festgelegt.

Die Ausbildungsinhalte orientierten sich grundsätzlich an den Richtlinien der Bundesarbeitsgemeinschaft Erste Hilfe (BageH)[Anlage 4] der Bundesärztekammer (BÄK) 2001 zur Ausbildung im Basic Life Support (BLS) [15, 34]. Die Ausbildung zur Handhabung des AED fand gemäß des Medizinproduktegesetzes (MPG) statt, welches in *Anlage 5* aufgeführt ist [43].

#### 4.2.2 Programm der drei verschiedenen Gruppen:

Die Probanden wurden in drei Gruppen entsprechend einer Ausbildungsdauer von zwei Stunden (2h-Gruppe), vier Stunden (4h-Gruppe) oder sieben Stunden (7h-Gruppe) aufgeteilt, welche sich wie in *Tabelle 5* dargestellt gestalteten.

*Tabelle 5: Kursprogramm für die einzelnen Trainingsgruppen*

Inhalt	Dauer [Minuten] 2h-Gruppe	Dauer [Minuten] 4h-Gruppe	Dauer [Minuten] 7h-Gruppe
a) Einführung, Inhaltsübersicht, Wirkung und Sinn von BLS* und Defibrillation, Überlebenschancen	10	10	15
b) Fallbeispiel Reanimation - Wer hat schon reanimiert - Grundlagen der Reanimation			20
c) CPR*-Einhelfer-Methode - Theoretische Kurzwiederholung - Übung CPR* (ohne AED*) durch alle Teilnehmer	25	50	90
d) Einführung AED* „Physiologie“ des Herzens - Wirkung der Defibrillation - Funktion von AED*	15	20	45
e) Geräteeinweisung gem. MPG* - Voraussetzung für die Anwendung des AED* - Gebote der Frühdefibrillation		15	15
f) Algorithmus Frühdefibrillation (alle Teilnehmer üben!) - Fall 1: Erfolg nach drei Schocks (gegebenenfalls variieren)	40	90	120
Schriftliches Testat	5	5	5
Praktische Prüfung	20	20	20
g) Zusammenfassung /Abschluss	5	10	30
<b>Gesamtdauer (einschließlich Pausen)</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>420</b>
<b>Gesamtdauer (ohne Pausen)</b>	<b>120</b>	<b>220</b>	<b>360</b>

\* BLS: Basic Life Support/Grundmaßnahmen; CPR: kardiopulmonale Reanimation

AED: Automatischer externer Defibrillator; MPG: Medizinproduktegesetz

Zeitliche Unterschiede zwischen den Gruppen gibt es bei den folgenden Unterpunkten: Die Punkte *b)* „Fallbeispiel Reanimation“ und *c)* „CPR-Einhelfer Methode“ wurden in der 2h- und 4h-Gruppe zu einem Thema zusammengefasst und nur in der 7h-Gruppe getrennt behandelt. Die Punkte *d)* „Einführung AED“ und *e)* „Geräteeinweisung gem. MPG“ wurden nur in der 2h-Gruppe aufgrund der mangelnden Zeit zu einem gemeinsamen Schwerpunkt zusammengefügt. Obwohl die Unteraufgaben zusammengefasst wurden, wurde darauf geachtet, dass jedes Thema angesprochen wurde.



Insgesamt ist zu betonen, dass von der 2h-Gruppe zu der 4h-Gruppe und schließlich der 7h-Gruppe, die einzelnen Unteraufgaben jeweils mit mehr Zeit bedacht wurden, was folglich eine individuelleres Eingehen auf die einzelnen Teilnehmer sowie eine thematische Vertiefung der einzelnen Unteraufgaben ermöglichte. Die Einführung sowie schriftlicher und praktischer Test wurden immer mit der gleichen Zeit bedacht. Im Folgenden werden Inhalte und Grundlagen des theoretischen und praktischen Teils genauer erläutert.

### 4.3 Theoretischer Teil der Ausbildung

In der Einführung (*Tabelle 5 a*) wurden die Grundzüge der Anatomie und Physiologie der Herz-Kreislauf-Funktionen sowie die Pathophysiologie des Plötzlichen Herztods erklärt. Weiteres Ziel war es, die Wirkung der Grundmaßnahmen (Basic Life Support: BLS) und der Defibrillation und deren Einfluss auf die Überlebenschancen zu erläutern.

Im Weiteren (*Tabelle 5 b*) wurden anhand von Fallbeispielen und persönlichen Erfahrungen die Grundlagen der Reanimation erarbeitet.

Als nächstes (*Tabelle 5 c*) wurde die cardiopulmonale Reanimation mit den theoretischen Grundlagen der Einhelfer-Methode, wie das Erkennen von Bewusstlosigkeit und des Atemstillstandes und die Überprüfung des Kreislaufes gelehrt. Weiter erhielten die Probanden eine Einweisung in die Funktionsweise und den Gebrauch des Automatischen Externen Defibrillators (*Tabelle 5 d*). Zur Ausbildung wurde das Trainingsgerät LifePak 500 der Firma Medtronic/PhysioControl verwendet, das auch am späteren Einsatzort eingesetzt wurde.

#### 4.3.1 Der Automatische Externe Defibrillator (AED)

In der Ausbildung und am Einsatzort wurde ausschließlich das Modell LIFEPAK 500 der Firma Medtronic/PhysioControl benutzt, um die Ausbildung einheitlich zu gestalten und eine optimale Vergleichbarkeit zwischen den Gruppen zu garantieren. Hierbei handelt es sich um einen Defibrillator mit biphasischer Schockform und einer Maximalenergie von 200 Joule.[107]



Abbildung 5: Lifepack 500[107]

### 4.3.1.1 Funktionsweise des AED

Das Modell ist etwa handtaschengroß und führt den Anwender mit Sprachbefehlen durch die Bedienung, die aus zwei zu drückenden Tasten besteht.

Nach dem Einschalten, durch das Drücken der Taste 1, fordert das Gerät zum Aufkleben der 2 handflächengroßen Elektroden auf dem Brustkorb des Patienten auf. Sobald über diese Elektroden ein EKG abgeleitet werden kann, beginnt der AED mit der Analyse des Herzrhythmus. Dabei stellt er innerhalb von etwa sechs Sekunden fest, ob ein defibrillationswürdiges EKG vorliegt. Durch das Drücken der zweiten Taste kann nun die Stromabgabe ausgelöst werden, wobei das Gerät den Benutzer vorher auffordert, vom Patienten wegzutreten [107].

Die etwa 2,9 Kilogramm leichten Geräte verfügen über eine wartungsfreie Batterie, die eine Kapazität bis zu fünf Jahren ohne Schockgabe hat oder Energie für bis zu 312 Defibrillationen zur Verfügung stellt. Dabei überprüft sich das Gerät täglich selbst auf seine Funktionstüchtigkeit und zeigt diese durch eine Bereitschaftsanzeige im Tragegriff an[107]. In dem Gerät ist ein System zur EKG-Analyse eingebaut das den Bediener auf das Vorliegen eines defibrillierbaren oder nicht-defibrillierbaren Rhythmus hinweist. Es besteht aus folgenden Einzelfunktionen:

- **Bestimmung des Elektrodenkontakts**

Der LIFEPAK 500 misst die transthorakale Impedanz des Patienten über die Therapieelektroden. Liegt diese über einem erlaubten Wert, haben die Elektroden keinen ausreichenden Kontakt zum Patienten. Der Anwender wird dann optisch und akustisch zum Anschließen der Elektroden aufgefordert[107].

- **Automatische Interpretation des Elektrokardiogramms**

Der halbautomatische Modus entscheidet aufgrund bestimmter Kriterien, die allesamt zu erfüllen sind, ob eine Schockabgabe erfolgen kann oder nicht. Zu den Kriterien gehört beim Kammerflimmern eine Peak-to-Peak-Amplitude von mindestens 0,08 mV. Weiter dürfen bei der defibrillationswürdigen Kammertachykardie keine P-Wellen ersichtlich sein und der QRS-Komplex muss mindestens 0,16 Sekunden lang sein. Bei allen anderen EKG-Rhythmen wird kein Schock empfohlen[7,107].

Gefordert ist beispielsweise von der *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI) eine Untergrenze von 200  $\mu\text{V}$  zur Erkennung von VT/VF

[7]. Der Algorithmus des LIFEPAK 500 erkennt ein Flimmern bis 80  $\mu$ V. Bei der Analyse werden aufeinanderfolgende 2,7 Sekunden-Segmente der EKG-Kurve verwendet, wobei zur Entscheidungsfindung zwei von drei aufeinanderfolgenden Segmenten miteinander übereinstimmen müssen. Unter normalen Bedingungen ist der LIFEPAK 500 innerhalb von 20 Sekunden nach der Anzeige „Schock empfohlen“ defibrillationsbereit[107].

- **Bewegungserkennung**

Die patentierte Artefakterkennung von Medtronic/ PhysioControl heißt „Motion detection“ und ist ein seit Jahren bewährtes Sicherheitssystem, das nur bei LIFEPAK Defibrillatoren erhältlich ist. Damit wird vermieden, dass Patientenbewegungen (Herzdruckmassage, Eigenbewegungen, Berührungen durch Personal) zu einer Beeinflussung des Analyseergebnisses führen[107].

Steigt die transthorakale Impedanz über einen erlaubten Höchstwert, wird eine optische und akustische Artefaktwarnung ausgelöst. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, kann während dieses Alarms keine Analyse durchgeführt werden. Diese Sicherung ist notwendig, da z.B. mit der Durchführung einer Herzdruckmassage bei einem eigentlich nicht defibrillationswürdigen Herzrhythmus, die Defibrillation fälschlicherweise empfohlen werden könnte[107].

Zur Vermeidung ungewollter Patientenkontakte durch die Bediener wird dieser durch den Bewegungsalarm zum Zurücktreten aufgefordert. Klingen die Bewegungen innerhalb von 20 Sekunden ab, wird die EKG-Analyse fortgeführt[107].

#### **4.3.1.2 Patientensicherheit bei Benutzung des AED**

Die LIFEPAK 500 Serie übertrifft die Anforderungen der *Association for the Advancement of Medical Instrumentation: AAMI DF 39* [7] und die Empfehlungen der American Heart Association (AHA)[2].

### **4.3.2 Algorithmus der kardiopulmonalen Reanimation**

Die international gültige Leitlinien sind in der “International Consensus Conference on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science” des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) festgelegt, aus welchen sich wiederum die Guidelines des European Resuscitation Council (ERC) 2010 ableiten [40]. Im Untersuchungszeitraum unserer Studie erfolgte die Wiederbelebung jedoch noch nach den damals gültigen Leitlinien aus dem Jahr 2000 [36, 37, 38], welche nun im Folgenden erläutert werden. Anschließend wird noch auf die Neuerungen der heute gültigen Normen eingegangen.

#### **4.3.2.1 ERC Leitlinien 2000**

Wird eine leblose Person aufgefunden, soll als Erstes ihr Bewusstseinszustand durch Ansprechen und Anfassen festgestellt werden. Bestätigt sich der Eindruck, ist der Ersthelfer dazu angehalten, sofort einen Notruf abzusetzen.

Als Nächstes erfolgt nach Überprüfung der Freiheit der Atemwege und Überstrecken des Kopfes die Atemkontrolle. Die Überprüfung erfolgt in drei verschiedenen Modalitäten. Visuell wird auf das Heben und Senken des Thorax geachtet, sensuell der Atemstoß an der Wange gefühlt und akustisch das Vorhandensein eines Atemgeräusches überprüft.

Weist der Patient keine Spontanatmung auf, werden zwei diagnostische Beatmungen durchgeführt. Es wird dabei auf vitale Zeichen geachtet, die sich als Husten, Pressen, Abwehrbewegungen oder auch normale Atmung zeigen können. Bei Nichtvorhandensein der Zeichen eines Spontankreislaufs, kann ausgebildetes Personal als ergänzende Maßnahmen durch Tasten die Carotispulse überprüfen.

Für Laienhelfer wird die Pulskontrolle laut ERC [37] nicht mehr empfohlen, da in einer Studie die Fehlerquote insgesamt bei über 35 Prozent lag. Die Hälfte der Helfer brauchte mehr als 24 Sekunden zur Auffindung eines vorhandenen Pulses. In 10 Prozent der Fälle wurde fälschlicherweise angenommen, einen Puls zu spüren und somit keine Reanimationsmaßnahmen durchgeführt.

Angenommen, es ist kein Defibrillator vor Ort, wird im Anschluss nun sofort mit der Herzdruckmassage begonnen. Hierfür wird der Handballen der einen Hand auf der unteren Sternumhälfte gesetzt und durch Auflegen der zweiten Hand verstärkt. Um einen optimalen Druck auszuüben, ist es wichtig, dass die Ellenbogen gestreckt sind, so dass der Druck

senkrecht ausgeübt wird. Die Kompressionsfrequenz bei der Herzdruckmassage sollte etwa 100 Thoraxkompressionen pro Minute und eine Kompressionstiefe ca. vier bis fünf Zentimeter betragen. Liegt die Thoraxkompressionsfrequenz unter 96 pro Minute resultiert ein deutlich schlechteres Outcome [60].

Um den Blutfluss zum Herzen zu optimieren, sind Be- und Entlastung im Verhältnis 1:1 durchzuführen, wobei besonders auf eine vollständige Entlastung zu achten ist. So ist es durchaus möglich optimaler Weise einen systolischen Blutdruck von 60 – 80 mmHg zu erreichen, allerdings bleibt der diastolische Druck sehr niedrig, so dass ein arterieller Mitteldruck von insgesamt 40 mmHg aufrechterhalten werden kann [38].

Die Beatmung wird in den Leitlinien der ERC nach 15 Kompressionen 2 mal durchgeführt (15:2 Rhythmus). Sie kann als Mund-zu-Mund, Mund-zu-Nase, Mund-zu-Maske oder Beutel-Masken-Beatmung durchgeführt werden. Die Insufflation soll über einen Zeitraum von zwei Sekunden erfolgen und das vom ERC empfohlene Atemzugvolumen sollte ca. 10ml pro kg Körpergewicht des Patienten, also zirka 700 - 1000 ml betragen [37].

Bei möglicher zusätzlicher Sauerstoffgabe mit mehr als 40 Prozent sind 6 - 7 ml/kg Körpergewicht für das Atemzugvolumen ausreichend, welches über ein bis zwei Sekunden insuffliert wird. Auch Combitubus oder Larynxmaske können bei entsprechender Ausbildung zur Atemwegssicherung genutzt werden [38].

Im Falle einer Telefonreanimation oder wenn sich der Ersthelfer nicht in der Lage fühlt eine Mund-zu-Mund-Beatmung durchführen zu können, kann die „Compression-only CPR“, also die alleinige Herzdruckmassage angewandt werden. Studien geben sogar Hinweise, dass in den ersten 6 - 12 Minuten eine Beatmung nicht essentiell ist [37]. Es wird auf jeden Fall angenommen, dass dies besser ist als keine Reanimation durchzuführen.

Steht ein AED-Gerät zur Verfügung sollte der ausgebildete Laienhelfer dieses nach seinen Möglichkeiten nutzen. Nachdem die Elektroden in sternal-apikaler Position aufgeklebt wurden, erfolgt die erste EKG-Analyse durch den AED und bei Vorliegen eines defibrillierbaren Rhythmus die erste Defibrillation mit 200 Joule. Unmittelbar danach folgt eine zweite Analyse und bei Vorliegen von Kammerflimmern oder pulsloser Kammertachykardie die zweite Defibrillation mit 200 Joule. Hier bei ist die Rede von biphasischen Schockgaben, bei monophasischen wird der erste Schock auch mit 200 J abgegeben. Nach der Analyse ohne erfolgreiche Konversion folgt eine Defibrillation mit 200 J biphasisch oder 360 J monophasisch. Danach wird der Helfer wieder angewiesen die Herz-Lungen-Wiederbelebung im Rhythmus 15:2 eine weitere Minute durchzuführen. Wird bei der

ersten Analyse kein Schock freigegeben, erfolgen stattdessen drei Minuten Herz-Lungen-Wiederbelebung, nach der zweiten bzw. dritten Analyse eine Minute CPR [38].

Nach den drei Zyklen soll der Helfer nach Kreislaufzeichen suchen und gegebenenfalls eine Pulskontrolle durchführen um dann zur nächsten Analyse überzugehen. Ist ein defibrillierbarer Rhythmus vorhanden, beginnt nun die nächste Defibrillationsserie mit jeweils dreimal 360 J (monophasisch) oder entsprechend 200 J (biphasisch) [38].

#### **4.3.2.2 ERC Leitlinien 2005**

Der ERC veröffentlichte im November 2005 neue Leitlinien, die hier mit ihren wichtigsten Neuerungen erläutert werden [39, 79].

Da initial nach Kreislaufstillstand 40 Prozent der Patienten Schnappatmung haben, wird nun bei der Atemkontrolle nach dem Vorhandensein „normaler Atmung“ gesucht, um eine Verwirrung bei Laienhelfern zu vermeiden. Weiterhin entfallen die anfänglichen zwei diagnostischen Beatmungen, so dass sofort nach Feststellen der Bewusstlosigkeit und des Atemstillstandes mit der Herzdruckmassage begonnen wird [79].

Die wichtigste Änderung ist, dass das Verhältnis von 15 Herzdruckmassagen zu Beatmung von 15:2 auf 30:2 geändert wurde. Die ILCOR begründet dies damit, dass die Unterbrechung für die Beatmung zu einem Sistieren des aufgebauten Minimalkreislaufes führe und damit die Zeit des Kreislaufstillstands verlängert werde [47, 79]. Der sofortige Beginn mit der Herzdruckmassage nach Bewusstseins- und Atemkontrolle wird mit der möglichst schnellen Behebung des zerebralen Sauerstoffmangels im Herzkreislaufstillstand begründet [47, 79].

Die initiale Beatmung und der dadurch entstehende Zeitverlust ist nicht gerechtfertigt, da anfänglich das Gefäßsystem genug oxygeniertes Blut und die Lunge ausreichend Sauerstoff enthält. Die erste Beatmung erfolgt also erst im Wechsel mit der Herzdruckmassage. Das von der ILCOR empfohlene Atemzugvolumen beträgt jetzt 6 - 7 ml / kg Körpergewicht, also 500 - 600 ml für Erwachsene, da bei verminderter pulmonaler Durchblutung ein adäquates Perfusions-Ventilations-Verhältnis auch durch ein geringeres Atemzugvolumen erreicht werden kann. Durch höhere Beatmungsvolumina würde der intrathorakale Druck steigen, was zu einer Abnahme des Herzzeitvolumens bedingt durch den verminderten venösen Rückfluss führt. Weiter wird auch das Risiko einer Magenbeatmung und Überblähung verringert, wozu auch eine langsame Insufflation über ein bis zwei Sekunden empfohlen wird [47, 79].

Bei einer Reanimation sind die entscheidenden Punkte für einen Erfolg die myokardiale und zerebrale Perfusion. Um also in den Koronarien einen Minimalkreislauf aufzubauen und

damit das Myokard mit Sauerstoff zu versorgen, erfordert es einige Kompressionen bevor das vorherige Level erreicht wird [47, 79]. Daraus folgt, dass bei einer Herz-Lungen-Wiederbelebung mit dem 15:2 Rhythmus, nur in der Hälfte der Zeit ein ausreichender Perfusionsdruck besteht [47].

Die Umstellung bringt auch eine Vereinfachung für die Ausbildung von Laienhelfern, da der 30:2 Rhythmus einheitlich für die Reanimation von Erwachsenen und von Kindern, außer in der Neonatologie, gilt [79]. Wenn die Frühdefibrillation verzögert durchgeführt wird, weil anfänglich kein Defibrillator verfügbar war, ist erwiesen, dass bei einer Zeit zwischen Herzkreislaufstillstand und Defibrillation von mehr als fünf Minuten, eineinhalb bis drei Minuten CPR vor der Defibrillation die Chance für die Rückkehr eines Spontankreislaufes sowie für das Langzeitüberleben erhöht [47, 79]. Daher werden für den Rettungsdienst zwei Minuten CPR, entsprechend fünf Zyklen à 30:2 vor der ersten Defibrillation bei Herzkreislaufstillstand von mehr als vier bis fünf Minuten empfohlen [79].

Um die Zeit des fehlenden Blutflusses möglichst kurz zu halten, wird nur noch ein Schock abgegeben und anschließend sofort, ohne Rhythmus- oder Pulskontrolle, die kardiopulmonale Reanimation für zwei Minuten fortgeführt, unabhängig vom Ergebnis der Defibrillation [47, 79]. Hat die Defibrillation zu einem produktiven Rhythmus geführt, ergibt sich aus der CPR kein Schaden. Es besteht keine Gefahr, dass dadurch wieder Kammerflimmern ausgelöst wird. Liegt nach der Defibrillation jedoch Asystolie vor, besteht die Möglichkeit, dass durch die Herzdruckmassage wieder ein Kammerflimmern induziert wird. Von der Pulskontrolle nach der Defibrillation ist man abgekommen, da nach dem ersten Schock in nur 2,5 Prozent der Fälle ein Puls tastbar war, vor dem folgenden Schock jedoch in 24,5 Prozent. Studien haben ergeben, dass durch die 3-Schock-Serie ein Zeitverlust von bis zu 37 Sekunden entsteht. Da die Effizienz des ersten biphasischen Schocks bei 90 Prozent liegt ging man zur „single-shock“-Strategie über [79].

### 4.3.2.3 ERC Leitlinien 2010

Im Folgenden Absatz werde ich mich nun auf den aktuellsten Stand der Leitlinien von 2010 [40,61] beziehen.

Bezüglich der Grundmaßnahmen (Basic Life Support) ergaben sich folgende Neuerungen:

Seit 2010 muss jeder Ersthelfer, gleich welchem Ausbildungsstand, im Falle eines Kreislaufstillstands eine Herzdruckmassage durchführen. Es wird dabei die große Bedeutung der guten Ausführung der Herzdruckmassage in dem seit 2005 gültigen Verhältnis von 30:2, mit einer Kompressionstiefe 5 cm, mindestens 100 Kompressionen pro Minute, sowie die richtige Entlastung zwischen den Kompressionen betont. Auch untrainierte Helfer sollen telefonisch zur alleinigen Durchführung der Herzdruckmassage („compression-only CPR“) angewiesen werden [40].

In der Elektrotherapie mittels eines automatischen externen Defibrillators ergaben sich folgende Veränderungen: Auch hier wird die Wichtigkeit einer kontinuierlichen Herzdruckmassage besonders in der Zeit vor und auch direkt nach dem Stromstoß betont. Die Helfer sind dazu angehalten auch während des Ladevorgangs des Defibrillators weiter zu drücken, so dass maximal Pausen von 5 Sekunden entstehen. Auch die Basisreanimationszeit von 2-3 Minuten bevor die Rhythmusanalyse und der Schock folgen muss nicht mehr eingehalten werden. Steht ein AED bereit, sollte schnellstmöglich eine Rhythmusanalyse gestartet werden. Allerdings ist jederzeit

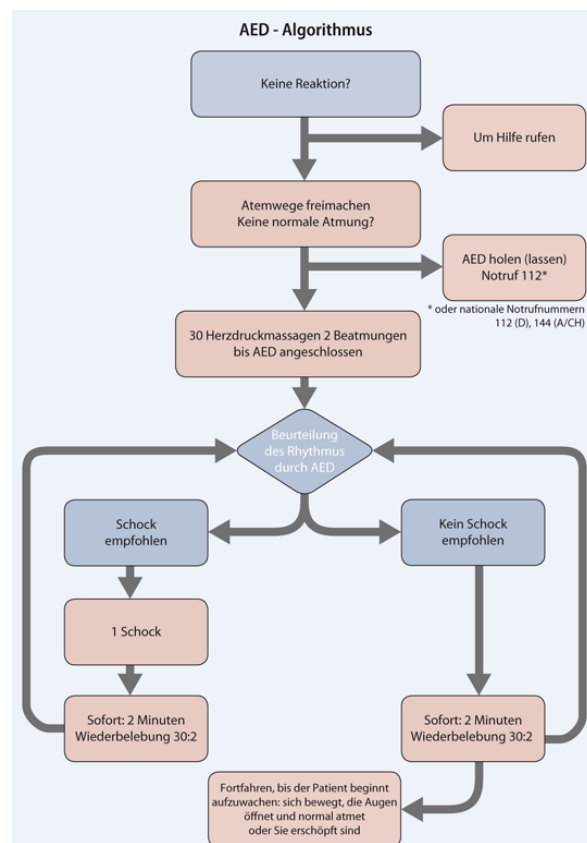


Abbildung 4: AED-Algorithmus [40]

die Sicherheit des Helfers vorrangig und wenn bereits der ältere Algorithmus gelernt wurde, kann dieser im Sinne der Kontinuität und Sicherheit beibehalten werden [40]



## 4.4 Praktischer Teil

Der praktische Kursteil beinhaltete das praktische Training der Grundmaßnahmen (Basic Life Support) sowie den praktischen Umgang mit dem AED einschließlich der Defibrillation gemäß den in 4.3.2 genannten, damals gültigen Leitlinien des ERC. Beide Themenschwerpunkte wurden nach einem für die Studie standardisiertem Programmablauf (Tabelle 5) unterrichtet.

### 4.4.1 Basismaßnahmen

Trainiert wurde die CPR-Einhelfer-Methode (*Punkt c) Tabelle 5*) mit einer Trainingspuppe. Nach einer praktischen Demonstration durch den Kursleiter waren die Teilnehmer angehalten, den zuvor besprochenen Ablauf an der Trainingspuppe unter Aufsicht durchzuführen.

Als erstes wurde das Bewusstsein der Person durch Ansprechen und Anfassen überprüft und als nächstes die Atmung visuell (Heben des Brustkorbes und sensitiv (Atemgeräusch/-hauch) an der Trainingspuppe überprüft. Nun sollten die Teilnehmer die Notrufnummer sagen und den von Ihnen abzugebenden Notruf mit komplettem Inhalt laut wiedergeben oder eine andere Person mit dem Notruf beauftragen.

Weiter wurde die Herz-Lungen-Wiederbelebung (Herzdruckmassage und Mund-zu-Mund/Nase-Beatmung) von jedem Teilnehmer an der Trainingspuppe geübt. Die Puppe ist so konstruiert, dass sie bei einer zu tiefen Thoraxkompression ein Warnsignal abgibt. Der Druckpunkt, die Kompressionstiefe und die Frequenz der Kompressionen wurde auf dem Kontrolldisplay dargestellt und wurde vom Kursleiter gegebenenfalls korrigiert. Jeder Teilnehmer hatte die Gelegenheit unter Anleitung die Mund-zu-Mund und alternativ auch die Mund-zu-Nase Beatmung zu üben. Die korrekte Durchführung der Beatmung lässt sich an den Thoraxexkursionen der Puppe bestätigen und anhand einer Kontroll-LED evaluieren. Abschließend wurde das Einhalten des korrekten Verhältnis von Kompression zu Beatmung (15:2) trainiert.

#### 4.4.2 Bedienung des AED:

Die Unterrichtung zur Ersthelfer-Defibrillation (*Tabelle 5 f*) erfolgte unter Einbeziehung der Trainingspuppe und eines Trainings-AED (Lifepak 500T, Medtronic Physio-Control). Besonders geachtet wurde auf die korrekte Elektrodenpositionierung und das Befolgen von Geräteanweisungen und Warnhinweisen vor der ersten Schockgabe. Abschließend wurde der komplette Algorithmus der Frühdefibrillation einschließlich der Basismaßnahmen von allen Teilnehmern in Beispielszenarien geübt. Die Reanimation wurde nach dem 3. Schock als erfolgreich beendet erklärt.

### 4.5 Überprüfung der Trainingsinhalte

Bei der Leistungsüberprüfung am Ende des Grundlehrgangs (Grundprüfung) sollte festgestellt werden, wie gut die Probanden die theoretischen Grundlagen und die praktische Ausführung der Basismaßnahmen der Reanimation (Atemspende und Herzdruckmassage) sowie die Benutzung des AED beherrschten.

Nach sechs und/ oder zwölf Monaten erfolgte eine erneute Überprüfung zur Einschätzung des Erhalts des erlernten Wissens und der praktischen Fertigkeiten. Der praktische Test erfolgte mit einem im Vergleich zum Grundlehrgang geringfügig modifizierten Testprotokoll. Diese Tests werden nachfolgend als 6- bzw. 12-Monats-Nachprüfung (6M-NP/12M-NP) bezeichnet (*4.5.2*).

Die Überprüfungen der Probanden wurden einzeln vorgenommen. Die jeweiligen Bewertungsbögen der Tests sind in *Anlage 1* dargestellt. Der Verlauf der Prüfung wurde durch den Prüfer dokumentiert. Der Prüfer erfasste auch die Zeitintervalle und dokumentierte den Anteil der korrekten Antworten. Die Prüfer waren hinsichtlich der unterschiedlichen Kursdauern verblindet.

### 4.5.1 Grundprüfung

Die Überprüfung am Ende der Ausbildung gliederte sich in einen fünfminütigen schriftlichen Test und eine praktische Überprüfung von 20 Minuten Dauer (*Tabelle 5*).

- **Schriftlicher Test**

Die theoretischen Inhalte des Grundlehrgangs wurden anhand von „Multiple Choice“-Fragen überprüft. Hierbei wurden dem Prüfling pro Frage (*Tabelle 6*) drei verschiedene Antwortmöglichkeiten (*Spalte 1*) gegeben, aus denen er jeweils die richtige Antwort auswählen und ankreuzen musste (*Spalte 2*).

Die Wertung in Bezug auf das Gesamtergebn der Prüfung, bei richtig beantworteter Frage, ist in *Spalte 2* oben angegeben. *Spalte 3* ist der Eintragung der erreichten Punkte durch den Prüfer vorbehalten.

**Tabelle 6:** Beispiel-Frage des schriftlichen Test der Grundprüfung (*Anlage 2*)

<i>Spalte 1</i>	<i>Spalte 2</i>	<i>Spalte 3</i>
<b>2. Ab welchem Lebensalter darf ein Mensch mit einem AED* defibriert werden?</b> (Nur eine Antwort ankreuzen)	<b>2</b>	
a) 15 Jahre	<b>X</b>	
b) 20 Jahre		
c) 8 Jahre		

\*AED: Automatischer externer Defibrillator

Für die Beantwortung einer Frage war eine durchschnittliche Zeit von einer Minute vorgesehen. Es waren maximal 20 Punkte zu erreichen. Das schriftliche Testat galt als erfolgreich abgeschlossen, wenn 50 Prozent der Fragen (10 Punkte) richtig beantwortet wurden. Eine Wiederholungsprüfung war nach einer Nachschulung (*4.5.3*) möglich.

Der komplette Test ist im Anhang (*Anlage 2*) dargestellt.

- **Praktischer Test**

Hier handelt es sich um die Überprüfung der praktischen Anwendung des AED in einem gestellten Szenario einer Herz-Lungen-Wiederbelebung mit einer Ausbildungspuppe.

Zu diesem Zweck wurden die Probanden mit einer vollständig bekleideten Puppe konfrontiert. Die Probanden sollten sich wie in einer realen Notsituation verhalten und entsprechend des erlernten Algorithmus (4.4) handeln. Bei versuchter Kontaktaufnahme mit der Trainingspuppe (Ansprechen/Anfassen) wird dem Prüfling mitgeteilt, dass keine Reaktion zu finden ist, ferner sind bei der Suche des Probanden keine Zeichen von Atmung oder Kreislauf festzustellen. Der fiktive Notruf wird vom Prüfer entgegengenommen, auf den Inhalt geprüft und es wird dem Prüfling mitgeteilt, dass er bis zum Eintreffen der Rettungskräfte Hilfe leisten soll. Es wird vom Probanden erwartet, dass er mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung beginnt und anschließend den neben der Puppe platzierte AED zum Einsatz vorbereitet, das Gerät startet, die EKG-Elektroden anbringt und den Geräteanweisungen Folge leistet. Hierbei soll er die Analysephase und Warnhinweise vor dem ersten Schock beachten. Der AED ist so programmiert, dass ein bestehendes Kammerflimmern auch durch korrektes Defibrillieren nicht in einen normalen Rhythmus (Sinusrhythmus) konvertiert. Nach der zweiten Schockabgabe fordert der AED zum Überprüfen des Pulses auf. Den Probanden wird mitgeteilt, dass kein Puls vorhanden ist. In dieser Situation der Asystolie wird erwartet, dass die Probanden mit der nun erforderlichen kardiopulmonalen Reanimation (Herzdruckmassage und Mund-zu-Mund-Beatmung) beginnen. Nach einer Minute kardiopulmonaler Reanimation wurde die Überprüfung beendet.

Gemessen wurde die Zeit bis zur ersten Schockabgabe sowie die Zeit bis zum Abschluss des ersten Zyklus der Herz-Lungen-Wiederbelebung. Um die Prüfung zu bestehen, durften bei der Anwendung des AED keine sicherheitsrelevanten Fehler gemacht werden. Insbesondere das Berühren des Patienten während der Analysephase oder während der Defibrillation und das Vergessen der Warnhinweise an Umstehende galten als solche. Der Auszubildende musste in der Lage sein, eine an der Trainingspuppe simulierte Defibrillation einschließlich eines Herz-Lungen-Wiederbelebungszyklus innerhalb von zwei Minuten durchzuführen..

Die Bewertung der ausgeführten Maßnahmen fand durch den Prüfer nach den im Folgenden aufgeführten Kriterien statt:

- 1.) **Auffinden/ Notruf:**
  - a) Ansprechen/ Anfassen
  - b) Atmung/Kreislauf überprüfen
  - c) Korrekte Notrufnummer gewählt
  - d) Inhalt des Notrufs korrekt
  
- 2.) **AED-Benutzung:**
  - a) korrekte Elektrodenpositionierung
  - b) Analysephase: Geräteanweisung beachtet
  - c) Warnhinweis vor 1. Schockgabe beachtet
  - d) Erster Schock innerhalb < 90 s abgegeben
  
- 3.) **Beatmung:**
  - a) mehrheitlich richtig beatmet
  
- 4.) **Herzdruckmassage**
  - a) Druckpunkte mehrheitlich richtig
  - b) Frequenz (90-110/min)
  - c) Drucktiefe mehrheitlich richtig

Die einzelnen Maßnahmen (*Spalte 1*) werden während der Prüfung vom Prüfer auf dem für jeden Prüfling vorgesehenen Auswertungsbogen bewertet wie im Beispiel dargestellt. In *Spalte 2* und *Spalte 3* wird die durchgeführte Maßnahme als richtig oder falsch beurteilt. Im Falle einer nicht durchgeführten Maßnahme gilt diese als falsch (*Tabelle 7*).

**Tabelle 7: Beispiel der Maßnahmenbewertung im praktischen Test (Anlage 1).**

<i>Spalte 1</i>	<i>Spalte 2</i>	<i>Spalte 3</i>	<i>Spalte 4</i>
<b>Maßnahmen</b>	<b>Korrekt</b>		<b>Punkte</b>
(1) <b>Auffinden/Notruf:</b> a) Ansprechen / Anfassen	o Ja (2 Punkte)	o Nein	

Die während der Prüfung vom Prüfer gestoppte Zeit wird unter *Punkt 2. d)* bewertet. Der Prüfer übertrug bei korrekter Durchführung die in *Spalte 2* angegebenen Punktzahlen und berechnete daraus eine Summe als Gesamtergebnis (***Tabelle 8***).

***Tabelle 8: Beispiel der Maßnahmenbewertung im praktischen Test (Anlage 1).***

<i>Spalte 1</i>	<i>Spalte 2</i>	<i>Spalte 3</i>	<i>Spalte 4</i>
<b>Maßnahmen</b>	<b>Korrekt</b>		<b>Punkte</b>
2. d) Zeit bis 1. Defibrillation	< 90 Sekunden (2 Punkte)	> 90 Sekunden	

Die maximal erreichbare Gesamtpunktzahl betrug 36 Punkte. Der praktische Test gilt als erfolgreich abgeschlossen, wenn mindestens 22 Punkte erreicht wurden. Bei nicht bestandenem Test war nach einer Nachschulung (**4.5.3**) eine Wiederholungsprüfung möglich.

Der komplette Bewertungsbogen ist im Anhang (***Anlage 1***) dargestellt.

- **Grunddaten der Teilnehmer**

Von den Probanden wurden folgende demographische Grunddaten erfasst: Name, Alter, Geschlecht und Schulbildung. Zur Dokumentation der Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Ersten Hilfe wurde zusätzlich erfasst: Das Vorhandensein eines Führerscheins, ein absolvierter Kurs in Erste Hilfe und spezielle Ausbildungen mit medizinischer Vorbildung (***Tabelle 9***).

***Tabelle 9: Beispiel der Patientendaten-Erhebung im Praxisfragebogen (Anlage 1).***

Name		Männlich		Betrieb	
Vorname		Weiblich		Alter	

<input type="checkbox"/> keine Vorkenntnisse in 1.Hilfe	<input type="checkbox"/> Führerscheinbesitz (nach 1986- inklusive LSM*)	<input type="checkbox"/> Erste-Hilfe-Ausbildung/-Training
<input type="checkbox"/> spezielle Ausbildung (z.B. Rettungshelfer, Rettungssanitäter, Rettungsassistent, Krankenschwester) <u>Bitte beschreiben</u>		

\*LSM (Lebensrettende Sofortmaßnahmen 2 Doppelstunden)

Der komplette Bewertungsbogen ist in ***Anlage 1*** dargestellt.

### 4.5.2 Nachprüfungen nach 6 bzw. 12 Monaten

Alle Ausgebildeten wurden einzeln nach 6 und 12 Monaten theoretisch und praktisch erneut geprüft. Der Prüfungsinhalt entsprach dem Ausbildungsinhalt der Grundprüfung.

Der praktische Test wurde identisch zum Praxisteil der Grundprüfung (4.5.1) übernommen.

Der schriftliche Test bestand aus einem Fragebogen, der die theoretischen Inhalte der Ausbildung in vereinfachter Form der Fragestellung abfragte. Es wurden insgesamt 20 Fragen (*Spalte 1*) gestellt, die mit richtig oder falsch in der entsprechenden *Spalte 2* oder *3* angekreuzt werden konnten. Die Auswertung erfolgte hier in *Spalte 4*, wie in **Tabelle 10** gezeigt.

**Tabelle 10:** Beispiel Schriftlicher Test der Nachprüfungen (*Anlage 3*).

<i>Spalte 1</i>	<i>Spalte 2</i>	<i>Spalte 3</i>	<i>Spalte 4</i>
<b>1. Ist die Aussage richtig oder falsch? (jeweils bitte ankreuzen)</b>	<b>Richtig</b>	<b>Falsch</b>	<b>Korrekt (1Punkt)</b>
Wenn Sie bei einem bewusstlosen Menschen als Ersthelfer eintreffen, der keine ausreichende Atemtätigkeit hat, beatmen sie als erstes zweimal den Patienten.			

Auch hier wurden die erworbenen Punkte jeweils vom Prüfer zur Gesamtpunktzahl addiert.

Die maximale erreichbare Gesamtpunktzahl betrug 20 Punkte. Das schriftliche Testat galt als erfolgreich abgeschlossen, wenn 50 Prozent der Fragen (Punkte-System=10 Punkte) richtig beantwortet waren. Eine Wiederholungsprüfung war nach einer Nachschulung (4.5.3) möglich.

Der komplette Test ist im *Anlage 3* dargestellt.

### 4.5.3 Nachschulungen

Personen, die weniger als 50 Prozent der Fragen (Punkte-System) bei einer der Prüfungen richtig beantwortet hatten oder für die Durchführung des praktischen Tests länger als fünf Minuten benötigten, wurden in der selben Sitzung nachgeschult. Die Nachschulung bezog sich ausschließlich auf die festgestellten Defizite.

## 4.6 Dokumentation

Alle Prüfungsergebnisse wurden auf den Prüfbögen dokumentiert (*Anlage 3 und 4*). Der Inhalt wurde anschließend zur Auswertung in das Datenverarbeitungsprogramm SPSS eingegeben.

## 4.7 Statistische Auswertung

Für die statistische Beschreibung der demographischen Daten der Teilnehmer wurden die absolute und relative Häufigkeiten verschiedener Merkmale der Probanden und die Testresultate zu den Teilnehmergruppen in Beziehung gesetzt. Für konstante Größen wurden das arithmetische Mittel und die Standardabweichungen ermittelt.

Für die Auswertung der Testergebnisse der drei Teilnehmergruppen (2, 4 und 7 Stunden) wurden sie paarweise mit einem zweiseitigen Mann-Whitney-U-Tests verglichen. Dabei wird das Niveau der Einzeltests nach Bonferroni-Holm so angepasst, dass ein multiples Signifikanz-Niveau von 5% eingehalten wird.

Wie schon in *4.1.2* beschrieben, wurden Teilnehmer der gleichen Firma oder Gemeinschaft in Trainingsgruppen aus logistischen Gründen zusammengefasst (die zufällige Zuordnung zu den zeitlich differenten Gruppen wurde, gemäß einer Cluster-Randomisierung trotzdem durchgeführt). Besonders die Annahme der Unabhängigkeit, die für klassische statistische Testverfahren gefordert ist, war nicht erfüllt. Damit besteht die Gefahr falscher p-Werte bei der Überprüfung der Signifikanz der Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen. Wir begegneten diesem Problem durch die Anwendung von GEE-Modellen (General Estimating Equation). Für jedes Ergebnis wurde ein eigenes Model errechnet, wobei die Trainingsgruppen als Randomeffekt und die Trainingsdauer als fixe Kovariaten verwendet wurden. Die p-Werte dieser Kovariate wurden zur Auswertung verwendet.



### **4.7.1 Komplikationen bei der statistischen Auswertung**

Die Dynamik des Arbeitsmarktes war eines der größten Probleme unserer Studie, welches in der Diskussion genauer thematisiert wird. Weil bei den 6- oder 12- Monatstests längst nicht mehr alle Teilnehmer des Basistests bei der jeweiligen Firma beschäftigt waren und wir damit keinen Zugriff mehr auf die Probanden hatten, waren erhebliche Ausfälle bei den Nachprüfungen zu verzeichnen. Obwohl nicht erwartet worden war, dass die Dynamik des Arbeitsmarkts mit den Studienergebnissen korreliert, bestand die Möglichkeit, dass die für die Nachprüfungen verlorenen Probanden zu einer Auswahl-Bias führen könnten. Um diesem Problem zu begegnen, wurden die GEE(General Estimating Equation)-Modelle ausgeweitet, indem eine Marker-Variable in die Berechnungsformel eingeführt wurde, die inkomplette Nachprüfungen anzeigen konnte. Zusätzlich gab diese Variable auch einen Hinweis auf das Ausmaß von Interaktionen mit der Dauer der Basis-Trainingskurse. Die p-Werte dieser ausgeweiteten Rechenmodelle sind als p-adj. (adjustierter P-Wert) gekennzeichnet.

## 5. Ergebnisse:

### 5.1 Teilnehmer

Über einen Zeitraum von 13 Monaten wurden in Berliner Firmen, Ämtern und Schulen insgesamt 1095 Teilnehmer in Grundschulungen an 35 unterschiedlichen Standorten (*Tabelle 4*) rekrutiert. Diese wurden gemäß des in *4.1.2* beschriebenen Randomisierungsverfahren den folgenden Trainingsgruppen zugeordnet: 2h-Gruppe (2 Stunden) 375 Teilnehmer, 4h-Gruppe (4 Stunden) 378 Teilnehmer und 7h-Gruppe (7 Stunden): 342 Teilnehmer.

Zu dem Lehrgang sowie dem schriftlichem und praktischen Test wurden 1066 von den 1095 randomisierten Laienhelfern (97,4%) mit ausreichend vollständigen Datensätzen in die Auswertung eingeschlossen. Durch diesen organisatorisch bedingten Ausfall wurden in der 2h-Gruppe 356, in der 4h Gruppe 368 und in der 7h-Gruppe 342 Teilnehmer in die weitere Auswertung eingeschlossen.

### 5.1.1 Demographische Daten der Teilnehmer

Die auf den Bewertungsbögen des praktischen Tests erfassten demographischen Daten der drei Gruppen (2-, 4-, 7-Stunden) sind in **Tabelle 11** dargestellt. Hier zeigen sich die Charakteristika aller randomisierten Laienhelfer geordnet nach der ihnen zugewiesenen Schulungsdauer.

**Tabelle 11:** Demographische Daten

Gruppe Anzahl(n)	2-Stunden n=375	4-Stunden n=378	7-Stunden n=342	gesamt n=1095	p- Wert
Durchschnittsalter (MW Alter / S.D.*)	40.7 / 9.8	41.5 / 10.7	40.9 / 10.6	41 / 10.4	0.86
Frauen (n / %)	117 / 31	143 / 37	115 / 34	375 / 34	0.75
Teilnehmer mit Führerschein(n / %)	246 / 66	286 / 76	277 / 81	809 / 74	0.809
<b>Schulabschluss</b>					
Hauptschule (n / %)	51 / 14	46 / 12	56 / 16	153 / 14	0.728
Realschule (n / %)	143 / 38	189 / 50	166 / 49	498 / 45	0.337
Gymnasium (n / %)	84 / 22	37 / 10	287 / 25	408 / 37	0.732
<b>1.Hilfe-Erfahrung</b>					
Teilnahme an einem EH*-Kurs (n / %)	320 / 85	313 / 83	299 / 87	932 / 85	0.56
Andere Medizinische Vorbildung (n / %)	46 / 12	66 / 17	23 / 7	135 / 12	0.357

\*S.D.: Standard Deviation (Standardabweichung); MW: Mittelwerte, n:Anzahl, %: Prozent

EH: Erste Hilfe

Der Altersdurchschnitt wird durch den Mittelwert (MW) des Lebensalters der Teilnehmer aus der jeweiligen Gruppe und die Standardabweichung (SD) bestimmt. Insgesamt ergibt sich ein Altersmittelwert von 41 Jahren mit einer Standardabweichung von 10,4. Der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen (2-, 4- und 7-Stunden) war nicht signifikant.

Insgesamt ergibt sich ein Frauenanteil von 34,2%. Der Unterschied zwischen den Gruppen (2-, 4- und 7-Stunden) war nicht signifikant.

Die Medizinische Vorbildung wurde mit 3 Parametern erfasst: Führerscheinbesitz, generelle Teilnahme an Erste Hilfe-Kursen und anderer medizinischer Vorbildung. 809 von 1095 (74 Prozent) Teilnehmern besaßen einen Führerschein, im Rahmen dessen Erwerb sie auch einen Lehrgang in lebensrettenden Sofortmaßnahmen besucht hatten. Von allen Teilnehmern hatten 932 (85 Prozent) schon anderweitig ein Erste-Hilfe-Training absolviert. Eine weiterreichende Medizinische Ausbildung besaßen 135 (12 Prozent) der Teilnehmer. Generell wurden bei allen Parametern keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt.

Bezüglich der unterschiedlichen Schulabschlüsse stellten wir fest, dass 153 (14 Prozent) aller Teilnehmer einen Hauptschulabschluss, 498 (45,5 Prozent) einen Realschulabschluss und 408 (37 Prozent) einen Gymnasialabschluss besaßen. Der Unterschied zwischen der 2h-, 4h- und 7h Gruppe war nicht signifikant.

## 5.2 Grundlehrgang:

Von 1095 anfänglich randomisierten Teilnehmern beendeten 1066 (97,4 Prozent) kurz nach dem Training die komplette Grundprüfung, die sich aus dem in 4.5.1 beschriebenen Wissens- und Praxistest zusammensetzt.

### 5.2.1 Schriftlicher Test

1066 der Probanden absolvierten den schriftlichen Test.

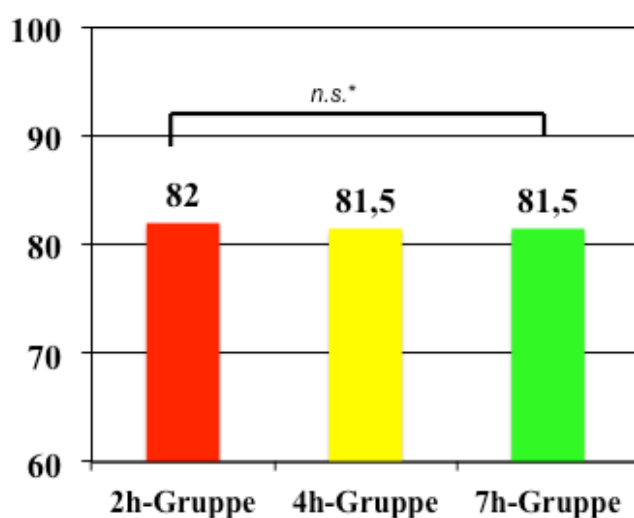
**Tabelle 12:** Schriftlicher Test nach dem Grundlehrgang

		2h-Gruppe	4h-Gruppe	7h-Gruppe	Gesamt	P
	N	356	368	342	1066	
Punkte absolut/ 20 möglichen:	MW (SE)	16.4 (0.1)	16.3 (0.1)	16.3(0.1)	16.3(0.1)	0.831
	%	82	81,5	81,5	81,5	

\*N: Anzahl der Teilnehmer; MW: Mittelwert; SE: Standardabweichung; %: Prozent

Bei dem direkt nach der Ausbildung durchgeführten schriftlichen Test, waren in allen Gruppen gleich gute Resultate zu beobachten. Die Ergebnisse (**Tabelle 12**) zeigen, dass es keine signifikanten Unterschiede gibt.

Korrekte  
Antworten (%)

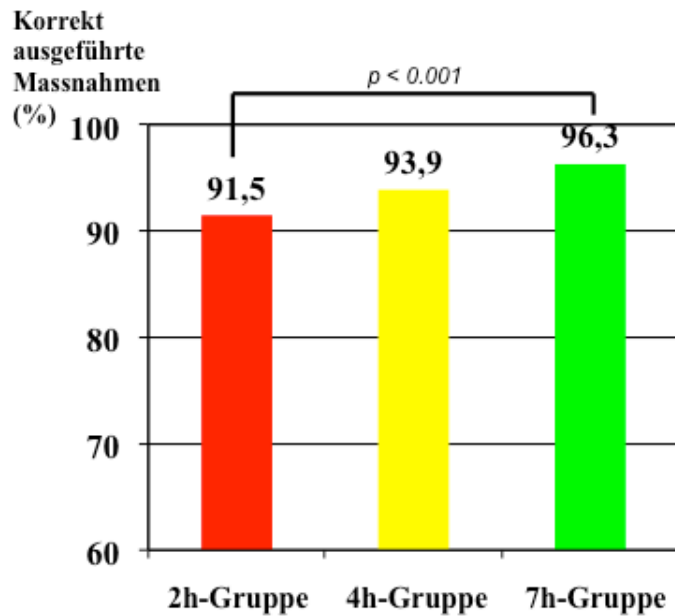


**Abbildung 5:** Ergebnisse des schriftlichen Tests nach der Grundschulung in Abhängigkeit zur Schulungsdauer (1066 Teilnehmer).

\*n.s. : nicht signifikant

## 5.2.2 Praktischer Test

Im praktischen Test ließ sich ein größerer Schulungserfolg mit zunehmender Schulungsdauer erkennen. In der 7-Stunden-Gruppe war die Rate der korrekt ausgeführten Maßnahmen signifikant höher ( $p < 0.001$ ) als in den anderen Gruppen. Die genauen Ergebnisse sind in **Abbildung 6** dargestellt und in **Tabelle 13** einzeln aufgeführt.



*Abbildung 6: Ergebnisse des praktischen Tests nach der Grundschulung in Abhängigkeit zur Schulungsdauer (1066 Teilnehmer).*

### 5.2.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests

Die Unterschiede zwischen den Gruppen bei den einzelnen in der Prüfung zu erbringenden Leistungen werden in diesem Kapitel in **Tabelle 13** sowie dem anschließenden erklärenden Text ausführlich dargestellt.

**Tabelle 13: Praktischer Test nach Abschluss des Trainings**

Gruppe Teilnehmer (n)	2h- Gruppe n= 356	4h- Gruppe n= 368	7h- Gruppe n= 342	gesamt n= 1066	p
<b>1. Auffinden/ Notruf:</b>					
a) Ansprechen/ Anfassen (%)	99	98	99	98	0.972
b) Atmung überprüfen (%)	91	87	85	88	0.45
c) Korrekte Notrufnummer gewählt(%)	61	70	79	70	0,007
d) Inhalt des Notrufs korrekt ( %)	66	80	94	80	<0.001
<b>2.) AED-Benutzung:</b>					
a) korrekte Elektrodenpositionierung (%)	91	93	97	94	0,024
b) Analysephase: Geräteanweisung beachten ( %)	100	100	100	100	0.396
c) Warnhinweis vor 1. Schockgabe beachten ( %)	92	98	97	96	0.102
d) Erster Schock nach < 90 sec abgegeben (%)	97	97	99	98	0.194
<b>3.) Beatmung:</b>					
a) mehrheitlich richtig beatmet ( %)	89	93	97	93	<0.001
<b>4.) Herzdruckmassage:</b>					
a) Druckpunkte mehrheitlich richtig ( %)	94	95	98	96	0,007
b) Frequenz (90-110/min) ( %)	86	91	97	91	0,001
c) Drucktiefe mehrheitlich richtig (%)	91	92	96	93	0.108

\*AED: Automatischer externer Defibrillator; p (p-Wert): Vergleicht zwischen den Gruppen (2,4,7Stunden)

Bei der Analyse der Unterpunkte des praktischen Tests (**Tabelle 13**) ergaben sich bei der Hälfte der zu bewältigenden Unteraufgaben signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Zeitgruppen, wie im Folgenden beschrieben.

#### ***AED-Fertigkeiten:***

- *Kontrolle der Vitalzeichen:* Keine signifikanten Unterschiede bestanden zwischen den Gruppen beim Ansprechen der verunglückten Person (*1.a*) und beim Überprüfen der Atmung (*1.b*).
- *Absetzen eines Notrufs:* In der 7h-Gruppe wurde signifikant häufiger (79%) die richtige Notrufnummer (*1.c*) als in der 4h-Gruppe (70%) und in der 2h-Gruppe (61%) angerufen ( $p=0,007$ ).  
Außerdem wurde in dieser Gruppe häufiger (94%) der korrekte Inhalt im Rahmen des Notrufs wiedergegeben (*1.d*) als in der 4h-Gruppe (80%) und in der 2h-Gruppe (66%). Der Unterschied zwischen den Gruppen war hochsignifikant ( $p<0,001$ ).
- *AED-Bedienung:* Die AED-Elektroden wurden in der 7h-Gruppe häufiger korrekt platziert (*2.a*), der Unterschied zwischen den Gruppen war signifikant ( $p<0,05$ ). Die Gerätehinweise (*2.b*) wurden von allen Gruppen gleich gut beachtet. Bei der Warnung vor der Abgabe des Elektroschocks (*2.c*) und auch bei der Zeit bis zur ersten Abgabe eines Schocks (*2.d*) waren keine signifikanten Unterschiede zu beobachten.

#### ***Herz-Lungen-Wiederbelebung:***

- *Beatmung:* Die besten Ergebnisse wurden in den 7h-Gruppen erzielt. Bei der Beatmung (*3.a*) erzielten 97 Prozent der Teilnehmer der 7h-Gruppe, gefolgt von 93 Prozent der Teilnehmer in der 4h-Gruppe und von 89 Prozent der Teilnehmer in der 2h-Gruppe korrekte Ergebnisse. Der Unterschied war hochsignifikant ( $p<0,001$ ).
- *Herzdruckmassage:* Eine korrekte Handposition (*4.a*) wurde am häufigsten durch Teilnehmer der 7h-Trainingsgruppen realisiert (98% /  $p=0,007$ ). Auch bezüglich der richtigen Kompressionsfrequenz (*4.b*) schnitten die Teilnehmer der 7h-Gruppen mit 97 Prozent am besten ab ( $p=0,001$ ). Hinsichtlich der richtigen Drucktiefe bei der Herzdruckmassage (*4.c*) waren nur marginale Unterschiede zu beobachten.



### 5.3 Verlaufsbeobachtung

Die Nachprüfungen fanden nach 6 und 12 Monaten nach dem Grundlehrgang statt, wie in (4.5.2) beschrieben.

Nach 6 Monaten nahmen insgesamt 652/1095 (60 Prozent) der Laienhelfer teil. Für die Nachprüfungen nach 12 Monaten konnten 705/1095 der Teilnehmer (64 Prozent) gewonnen werden.

Bei 479 Teilnehmern (44 Prozent) fanden sowohl nach 6 Monaten, als auch nach 12 Monaten die Nachprüfungen statt (**Tabelle 14**).

Insgesamt 217 Probanden war es nicht möglich, eine Nachprüfung im Anschluss an die Grundschulung zu besuchen (**Tabelle 14**).

**Tabelle 14:** Teilnahme an den Nachprüfungen nach 6 und 12 Monaten

		Teilnahme an der 6-Monats-Nachprüfung		
		Ja	nein	Gesamt
Teilnahme an der 12-Monats-Nachprüfung	ja	479	226	705
	nein	173	217	390
	gesamt	652	443	1095

\*n=Anzahl der Teilnehmer;

In der folgenden Auswertung werde ich mich zuerst hauptsächlich auf die 479 Teilnehmer beziehen, die beide Nachprüfungen durchlaufen haben. Anschließend werde ich in Kapitel 5.6 das Abschneiden der Teilnehmer, die nicht an beiden Überprüfungen teilgenommen haben mit denen der anderen vergleichen.

## 5.4 Nachprüfung nach 6 Monaten

### 5.4.1 Schriftlicher Test

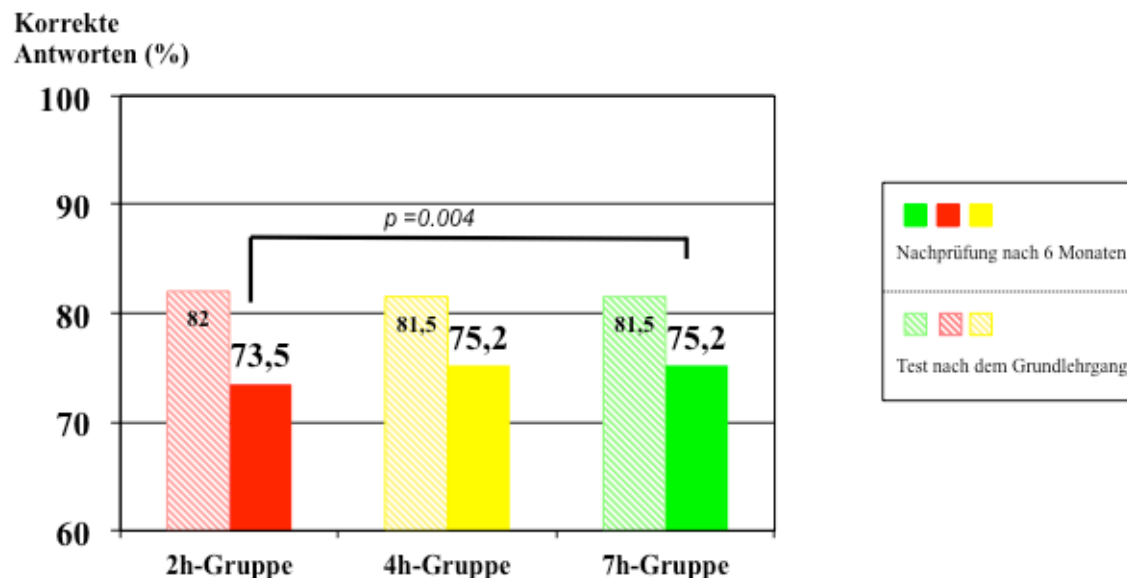
Wie in Kapitel 5.3 (*Tabelle 14*) beschrieben, nahmen nach 6 Monaten 652 von 1066 Teilnehmern (61,2%) an der Nachprüfung teil.

**Tabelle 15: Schriftlicher Test nach 6 Monaten**

		2h-Gruppe	4h-Gruppe	7h-Gruppe	Gesamt	p
	N	215	214	223	652	
Punkte absolut/ 23 möglichen:	MW (SD)	16,9(0,1)	17,3(0,1)	17,3(0,1)	17,2(0,1)	0,004
	%	73,5	75,2	75,2	74,4	

\*N: Anzahl der Teilnehmer; MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung; %: Prozent

Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren signifikant ( $p=0,004$ ). Die 2-Stunden-Gruppe hatte mit 73,5 Prozent richtiger Antworten ein schlechteres Ergebnis als die Gruppen mit 4 und 7 Stunden Grundausbildung (beide 75,2% richtige Antworten)(*Abbildung 7*). Verglichen mit den Teilnehmern, die die Prüfung am Ende des Grundlehrgangs ablegten, erreichten die Teilnehmer der 6-Monats-Nachprüfung eine schlechteres Ergebnis.

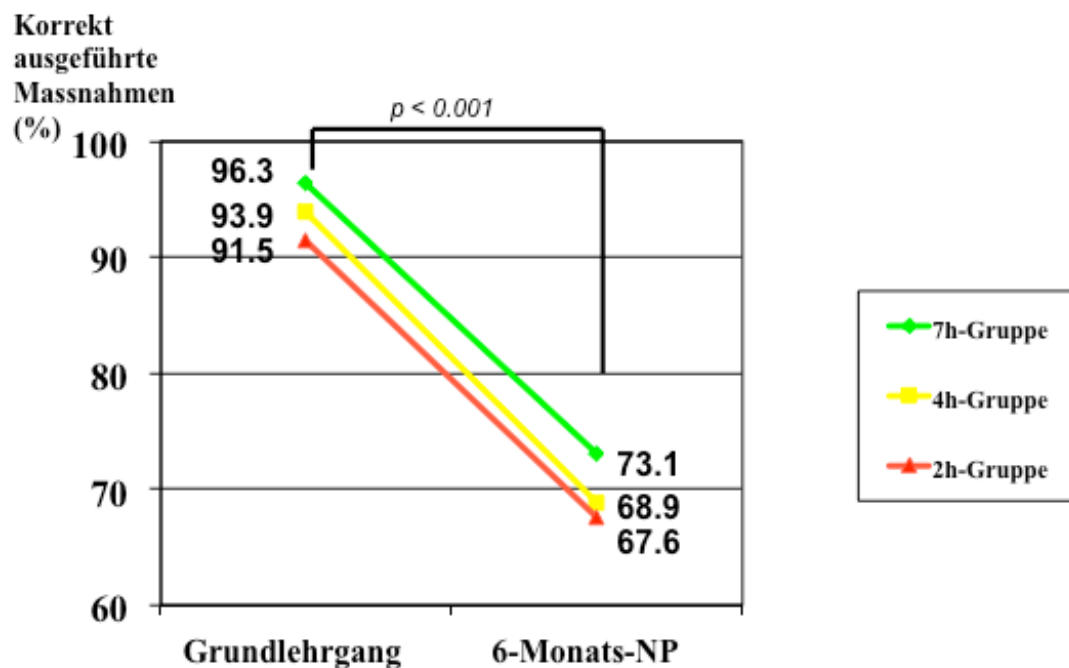


**Abbildung 7: Ergebnisse des schriftlichen Tests nach 6 Monaten in Abhängigkeit zur Schulungsdauer (652 Teilnehmer).**

### 5.4.2 Praktischer Test

Der praktische Test wurde von 652 Probanden absolviert. Die Rate der korrekten Antworten im Vergleich zur Grundprüfung war in allen Gruppen hochsignifikant niedriger ( $p < 0,001$  als Trend). Die 7-Stunden-Gruppe hatte den höchsten Anteil korrekt ausgeführter Maßnahmen (73,1 %), gefolgt von der 4-Stunden-Gruppe (68,9%) und der 2-Stunden-Gruppe mit (67,6%), der Unterschied zwischen den Gruppen war signifikant ( $p < 0,001$ )

(Abbildung 8).



**Abbildung 8:** Prüfungsergebnisse nach der Grundschulung und bei der Überprüfung nach 6 Monaten in Abhängigkeit zur Schulungsdauer (652 Teilnehmer).

\*NP: Nachprüfung

### 5.4.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests

Die Unterschiede zwischen den Gruppen bei den einzelnen in der Prüfung zu erbringenden Leistungen werden in diesem Kapitel in **Tabelle 16** sowie dem anschließenden erklärenden Text ausführlich dargestellt.

**Tabelle 16: 6-Monats Nachprüfung**

	2 Stunden gesamt n= 215	4 Stunden n= 214	7 Stunden n= 223	gesamt n= 652	p
<b>1. Auffinden/ Notruf:</b>					
a) Ansprechen/ Anfassen (%)	80,5	74,3	77,6	77,5	0,582
b) Atmung überprüfen (%)	27	38,3	35	33,4	0,166
c) Korrekte Notrufnummer gewählt (%)	14	14	25,6	17,9	0,004
d) Inhalt des Notrufs korrekt (%)	15,3	16,4	18,4	16,7	0,484
<b>2.) AED-Benutzung:</b>					
a) korrekte Elektrodenpositionierung (%)	39,1	41,3	53,4	46	0,005
b) Analysephase: Geräteanweisung beachten (%)	99,1	93	98,7	96,9	0,977
c) Warnhinweis vor 1. Schockgabe beachten (%)	78,1	79,4	88,3	82,1	0,014
d) Erster Schock nach < 90 sec (%) abgegeben	20,9	20,6	13,5	18,3	0,265
<b>3.) Beatmung:</b>					
a) mehrheitlich richtig beatmet	50,2	58,9	68,6	59,4	0,001
<b>4.) Herzdruckmassage:</b>					
a) Druckpunkte mehrheitlich richtig (%)	67,4	65,9	72,2	68,6	0,413
b) Frequenz (90-110/min) (%)	64,2	65,9	78,5	69,6	0,012
c) Drucktiefe mehrheitlich richtig (%)	77,2	78	80,3	78,5	0,702

\* NP: Nachprüfung, n: Anzahl der Teilnehmer; p (p-Wert): Vergleich zwischen den Gruppen (2,4,7Stunden)

**AED-Fertigkeiten:**

- *Kontrolle der Vitalzeichen:* Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden beim Ansprechen der verunglückten Person (1.a) und dem Überprüfen der Lebenszeichen (1.b).
- *Absetzen eines Notrufs:* Eine signifikant höhere Zahl von Probanden der 7h-Gruppe (25,6%) wählte die korrekte Notrufnummer (1.c), verglichen mit der 4h- und 2h-Gruppe mit jeweils 14 Prozent ( $p < 0,05$ ). Der Inhalt des Notrufs wurde in allen 3 Gruppen gleich gut wiedergegeben (1.d).
- *AED-Bedienung:* Ebenso wurden die Elektroden (2.a) in der 7h-Gruppe (53,4%) häufiger als in der 4h- (45,3%) und 2h-Gruppe (39,1%) korrekt platziert. Der Unterschied war signifikant ( $p < 0,05$ ). Auch bei der Maßnahme „Warnen vor der ersten Schockabgabe“ (2.c) bestanden signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ). Bei den Punkten „Gerätehinweise beachten“ (2.b) und bei der Zeitmessung bis zum Abgeben des ersten Schocks (2.d) waren keine signifikanten Unterschiede erkennbar.

**Herz-Lungen-Wiederbelebung**

- *Beatmung:* Eine richtig durchgeführte Beatmung (Mund-zu-Mund/ Mund-zu-Nase; Maßnahme 3.a) wurde mit 68,6 Prozent am häufigsten in der 7h-Gruppe gefolgt von 58,9 Prozent in der 4h-Gruppe und 50,2 Prozent in der 2h -Gruppe attestiert. Diese Unterschiede sind mit  $p < 0,05$  signifikant.
- *Herzdruckmassage:* Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden bei der richtigen Kompressionsrate ( $p < 0,05$ ; Maßnahme 4.b). Sie wurde von 78,5 Prozent der Teilnehmer in der 7h-Gruppe gefolgt von 65,9 Prozent in der 4h -Gruppe und 64,2 Prozent in der 2h-Gruppe korrekt ausgeführt. Bei der richtigen Positionierung der Hände (4.a) und der Drucktiefe der Kompressionen (4.c) gab es keine signifikanten Unterschiede.

## 5.5 Nachprüfung nach 12 Monaten

Wie in 5.3 beschrieben und aus *Tabelle 14* ersichtlich, waren nach 12 Monaten 705 Teilnehmer bei der Nachprüfung, von denen allerdings nur 479 (43.7%) auch zuvor an der Nachprüfung nach 6 Monaten teilgenommen hatten.

### 5.5.1 Schriftlicher Test

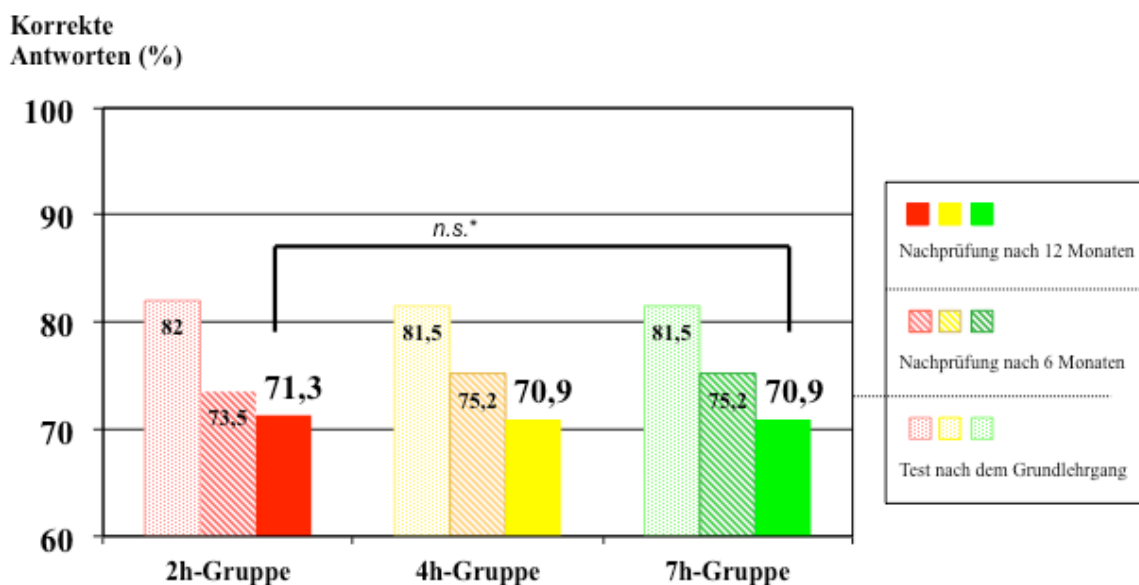
*Tabelle 17: Schriftlicher Test nach der 12 Monaten*

		2-Stunden	4-Stunden	7-Stunden	Gesamt	p
	N	160	164	155	479	
Punkte	MW (SE)	16,4 (0,1)	16,3 (0,1)	16,3 (0,1)	16,3 (0,1)	0,484
(von 23 möglichen):	%	71,3	70,9	70,9	70,9	

\*N: Anzahl der Teilnehmer; MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung; %: Prozent

Im Test nach 12 Monaten hat die 7-Stunden und 4-Stunden-Gruppe mit jeweils 70,9 Prozent korrekter Antworten eine geringfügig niedrigere Punktzahl als die 2-Stunden-Gruppe (71,3%) (*Tabelle 17*). Die Unterschiede sind nicht signifikant ( $p=0,484$ ).

Vergleicht man die Ergebnisse mit denen der 6-Monats-Prüfung (2h: 16,9 ; 4h:17,3 ; 7h: 17,3 /*Tabelle 15*) so entscheiden sich die Resultate nur geringfügig.



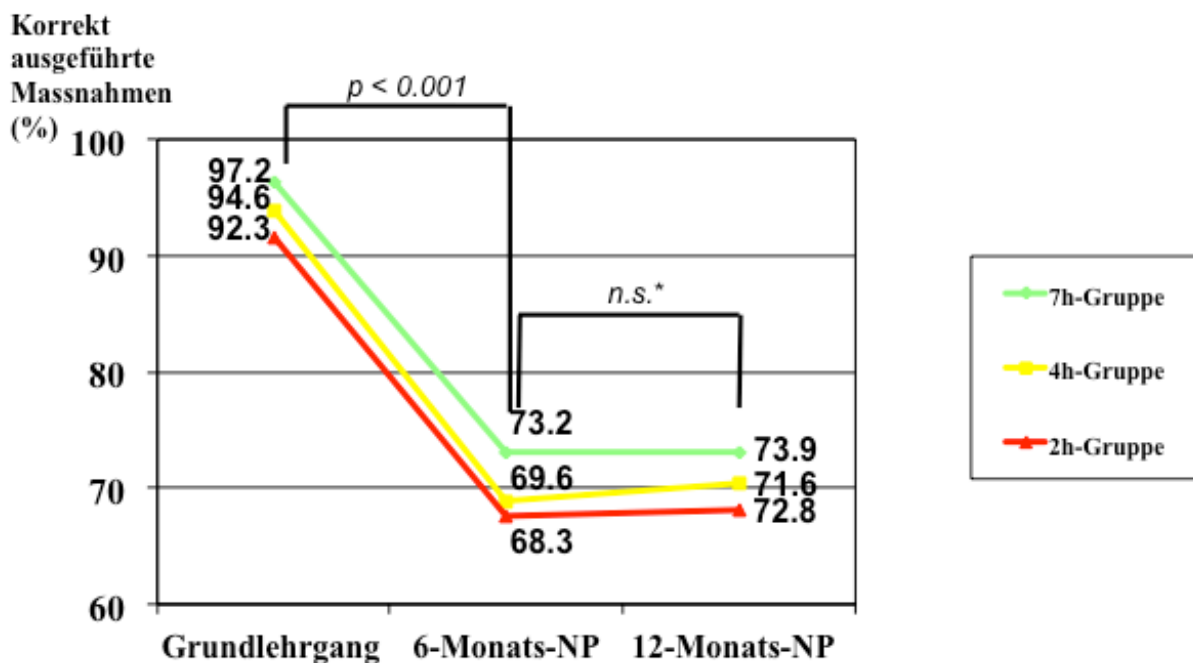
*Abbildung 9: Ergebnisse des Schriftlichen Tests nach 12 Monaten in Abhängigkeit zur Schulungsdauer (479 Teilnehmer).*

\*n.s. :nicht signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen

### 5.5.2 Praktischer Test

Nach 12 Monaten wurden bei 479 Probanden, die vollständig alle Tests absolviert haben die Ergebnisse der Drei Tests miteinander verglichen (*Abbildung 10*). Im Verlauf gesehen waren ihre Ergebnisse nicht signifikant unterschiedlich zu denen nach 6 Monaten.

Die 7-Stunden-Gruppe hatte mit 73,9 Prozent (73,2% nach 6 Monaten) die meisten Maßnahmen korrekt ausgeführt, gefolgt von der 4-Stunden-Gruppe mit 71,6 Prozent (69,1% nach 6 Monaten) und der 2-Stunden-Gruppe mit 71 Prozent (68,3% nach 6 Monaten). Der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen war nicht signifikant ( $p=0,157$ ).



*Abbildung 10: Prüfungsergebnisse nach der Grundschulung sowie bei der Überprüfung nach 6 Monaten und 12 Monaten in Abhängigkeit der Schulungsdauer (479 Teilnehmer).*

\*n.s. nicht signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen; NP: Nachprüfung

### 5.5.3 Einzelergebnisse der praktischen Tests

Hier werden die einzelnen Ergebnisse der Unterpunkte des praktischen Tests (*Tabelle 18*) genauer betrachtet und die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen (2h-, 4h- und 7h-Gruppe) anschließend ausführlich dargestellt.

Des Weiteren sind die Ergebnisse, je nachdem ob der Teilnehmer an der 6-Monats-Nachprüfung teilgenommen hat oder nicht, aufgeschlüsselt. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Kollektiven zeigen die in Klammern genannten p-Werte.

**Tabelle 18:** 12-Monats-Nachprüfung

	2 Stunden	4 Stunden	7 Stunden	gesamt	
gesamt	n= 236	n= 253	n= 216	n= 705	p
ohne 6-Monats NP*	n= 76	n= 89	n= 61	n= 226	/
mit 6-Monats NP	n= 160	n= 164	n= 155	n= 479	(p-adj.)
<b>1. Auffinden/ Notruf:</b>					
a) Ansprechen/ Anfassen (%)	75	68,4	78,2	73,6	0.313
ohne 6-Monats-NP (%)	66,7	61,8	75,4	67,1	
mit 6-Monats-NP (%)	78,9	72	79,4	76,7	
b) Atmung überprüfen (%)	33,9	40,3	37,5	37,3	0,464
ohne 6-Monats-NP (%)	20	28,1	41	28,9	
mit 6-Monats-NP (%)	40,4	47	36,1	41,3	
c) Korrekte Notrufnummer gewählt (%)	21,6	25,3	24,5	23,8	0,467
ohne 6-Monats-NP (%)	13,3	19,1	27,9	19,6	
mit 6-Monats-NP (%)	25,5	28,7	23,2	25,8	
d) Inhalt des Notrufs korrekt (%)	16,1	18,6	20,4	18,3	0.45
ohne 6-Monats-NP (%)	10,7	9	11,5	10,2	(0.019)
mit 6-Monats-NP (%)	18,6	23,8	23,9	22,1	

\*\* NP: Nachprüfung, n: Anzahl der Teilnehmer; p (p-Wert): Vergleicht zwischen den Gruppen (2,4,7Stunden); p-adj.(adjustierter p-Wert): Vergleicht Ergebnisse der Teilnehmer mit/ohne Teilnahme an der Nachprüfung(Wert in Klammern)

Fortsetzung nächste Seite



**Tabelle 18: 12-Monats-Nachprüfung (Fortsetzung)**

	2 Stunden	4 Stunden	7 Stunden	gesamt	p
gesamt	n= 236	n= 253	n= 216	n= 705	
ohne 6-Monats NP*	n= 76	n= 89	n= 61	n= 226	/
mit 6-Monats NP	n= 160	n= 164	n= 155	n= 479	(p-adj.)
<b>2.) AED-Benutzung:</b>					
a) korrekte Elektrodenpositionierung (%)	45,3	55,3	60,2	53,5	0,025
ohne 6-Monats-NP (%)	38,7	55,1	63,9	52	
mit 6-Monats-NP (%)	48,4	55,5	58,7	54,2	
b) Analysephase: Geräteanweisung beachten (%)	96,6	96,4	98,1	97	0,398
ohne 6-Monats-NP (%)	92	94,4	96,7	94,2	(0.012)
mit 6-Monats-NP (%)	98,8	97,6	98,7	98,3	
c) Warnhinweis vor 1. Schockgabe beachten (%)	80,5	85,8	87,0	84,4	0,014
ohne 6-Monats NP (%)	69,3	82,2	82,0	82,0	(0,001)
mit 6-Monats NP (%)	85,7	87,7	89,0	89,0	
d) Erster Schock nach < 90 sec abgegeben(%)	4,2	3,6	3,7	3,8	0,845
ohne 6-Monats-NP (%)	5,3	4,5	4,9	4,9	
mit 6-Monats-NP (%)	3,7	3	3,2	3,3	
<b>3.) Beatmung:</b>					
a) mehrheitlich richtig beatmet (%)	67,4	57,1	64,4	62,8	0,794
ohne 6-Monats-NP (%)	53,3	47,7	55,7	51,8	(0.002)
mit 6-Monats-NP (%)	73,9	62,2	67,7	67,9	

\* NP: Nachprüfung, n: Anzahl der Teilnehmer; p (p-Wert): Vergleicht zwischen den Gruppen (2,4,7Stunden) p-adj.(adjustierter p-Wert): Vergleicht Ergebnisse der Teilnehmer mit/ohne Teilnahme an der Nachprüfung(Wert in Klammern)

*Fortsetzung nächste Seite*

**Tabelle 18: 12-Monats-Nachprüfung (Fortsetzung)**

	2 Stunden	4 Stunden	7 Stunden	gesamt	p
gesamt	n= 236	n= 253	n= 216	n= 705	
ohne 6-Monats NP*	n= 76	n= 89	n= 61	n= 226	/
mit 6-Monats NP	n= 160	n= 164	n= 155	n= 479	(p-adj.)
<b>4.) Herzdruckmassage:</b>					
a) Druckpunkte mehrheitlich richtig ( %)	69,5	69,4	72,7	70,5	0,564
ohne 6-Monats-NP (%)	61,3	68,2	67,2	65,6	
mit 6-Monats-NP (%)	73,3	70,1	74,8	72,7	
b) Frequenz (90-110/min) ( %)	64	67,1	73,1	67,9	0,132
ohne 6-Monats-NP (%)	46,7	59,1	57,4	54,5	(<0.001)
mit 6-Monats-NP (%)	72	71,3	79,4	74,2	
c) Drucktiefe mehrheitlich richtig (%)	69,1	73	74,5	72,2	0,281
ohne 6-Monats-NP (%)	65,3	71,6	63,9	67,4	
mit 6-Monats-NP (%)	70,8	73,8	78,7	74,4	

\* NP: Nachprüfung, n: Anzahl der Teilnehmer; p (p-Wert): Vergleicht zwischen den Gruppen (2,4,7Stunden); p-adj.(adjustierter p-Wert): Vergleicht Ergebnisse der Teilnehmer mit/ohne Teilnahme an der Nachprüfung(Wert in Klammern)

**AED-Fertigkeiten:**

- *Kontrolle der Vitalzeichen:* Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beim Ansprechen der verunglückten Person (I.a) und beim Überprüfen der Lebenszeichen beobachten (I.b)..
- *Absetzen eines Notrufs:* Bei der korrekten Wahl der Notrufnummer (I.c) sowie dem Inhalt des Notrufs (I.d), ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen. Auffällig war, dass die Probanden, die nicht am 6-Monats-Follow-Up teilgenommen hatten mit 10,2 Prozent korrekt ausgeführter Maßnahmen schlechter abschnitten als jene, die daran teilgenommen hatten (18% gesamt).

- *AED-Bedienung*: Die Elektroden wurden (2.a) in der 7-Stunden-Gruppe (60,2%) häufiger als in der 4-Stunden-Gruppe (55,3%) und der 2-Stunden-Gruppe (45,3%) korrekt platziert ( $p=0,025$ ).

Bei der Maßnahme „Warnen vor der ersten Schockabgabe“ (2.c) konnte ein geringfügig, jedoch nicht signifikant besseres Abschneiden der Teilnehmer mit höherer Ausbildungsdauer beobachtet werden ( $p=0,014$ ). Auch bei den Punkten „Gerätehinweise beachten“ (2.b) und bei der Zeitmessung bis zum Abgeben des ersten Schocks (2.d) waren keine signifikanten Unterschiede erkennbar.

### ***Herz-Lungen-Wiederbelebung:***

- *Beatmung*: Die richtige Durchführung der Beatmung (3.a) wurde von den unterschiedlichen Gruppen ohne signifikante Unterschiede bewältigt.
- *Herzdruckmassage*: Auch bei der richtigen Positionierung der Hände (4.a), der richtigen Kompressionsrate (4.b) und Drucktiefe (4.c) der Herzdruckmassage konnte ein ähnliches Abschneiden der verschiedenen Gruppen beobachtet werden.

Insgesamt lässt sich beobachten, dass bei der Überprüfung nach 12 Monaten die Unterschiede bei einzelnen Maßnahmen weniger deutlich erkennbar sind als nach 6 Monaten.

Es fällt aber auf, dass die Teilnehmer, die nur an der 12-Monats-Nachprüfung teilnahmen, bei den Maßnahmen Notruf korrekt ( $p = 0,019$ ), Geräteanweisung beachten ( $p = 0,012$ ) und richtige Beatmung ( $p = 0,002$ ), signifikante Unterschiede zwischen den Trainingszeiten (2h, 4h, 7h) und ein schlechteres Abschneiden zeigten, als diejenigen die, die Prüfungen nach 6 und 12 Monaten abgelegt hatten ( ***Tabelle 18***, p-Werte in Klammern).

Auch bei den Unterpunkten „Hinweise vor der ersten Schockgabe“ ( $p = 0,001$ ) und „Kompressionsfrequenz“ ( $p < 0,001$ ) wurden bei der Gruppe, die nur die 6-Monats-Nachprüfung bestritt signifikante Unterschiede bei unterschiedlichen Trainingsgruppen festgestellt. Hingegen gab es bei den Teilnehmern, die an beiden Nachprüfungen teilnahmen keinen signifikanten Unterschied.

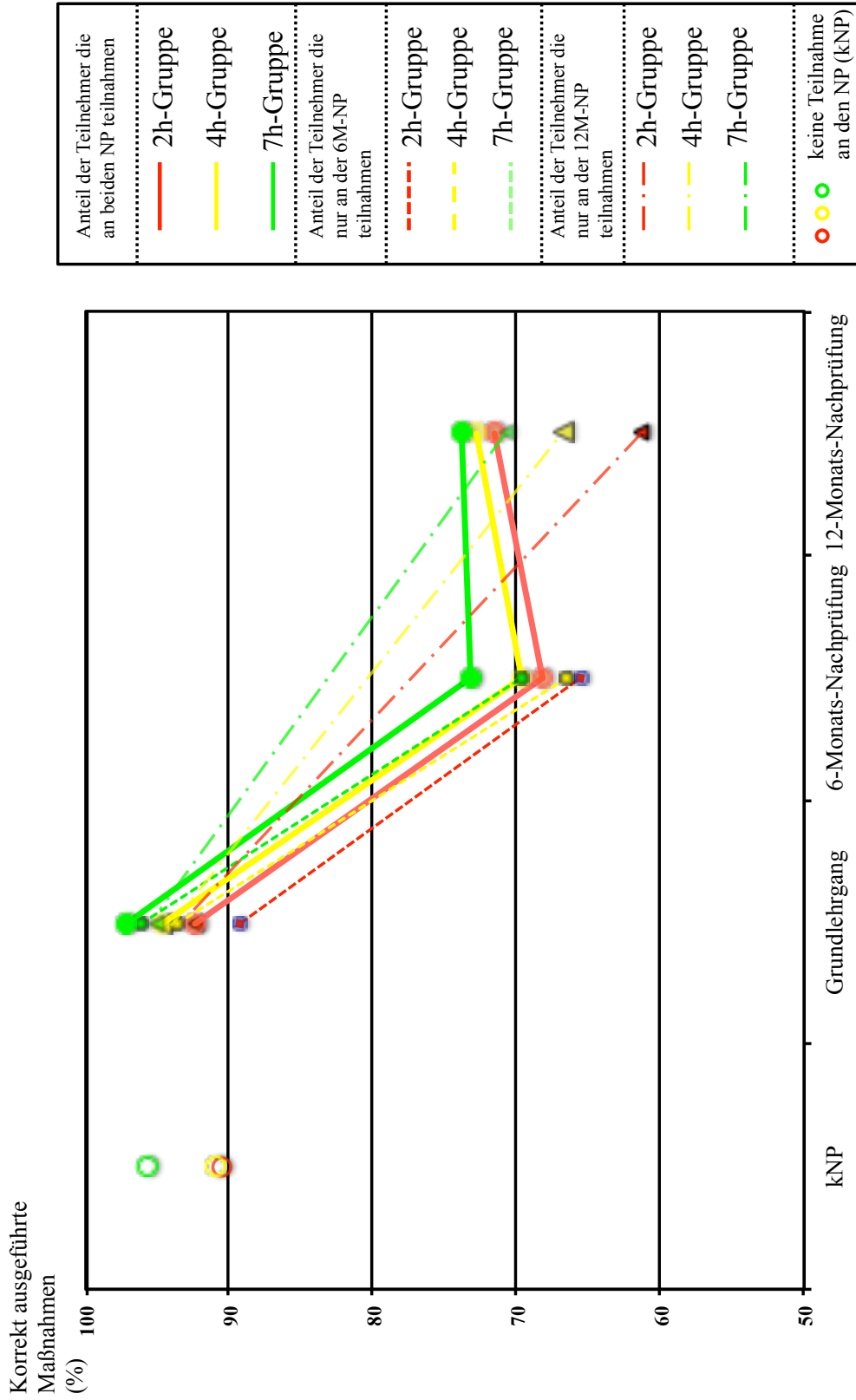
## 5.6 Einfluss der Teilnahme bzw. Nichtteilnahme an den Nachprüfungen

Die gesamten Ergebnisse der Prüfung nach der Grundschulung und in den 6- und 12-Monate-Nachprüfungen sind in der *Abbildung 11* wiedergegeben. Dieses Diagramm unterscheidet sich von den vorgehenden Abbildungen insofern, dass hier alle Teilnehmer (n=1095) der Studie, auch die nicht vollständig an den Leistungsüberprüfungen teilgenommen haben, eingeschlossen sind. Dies macht es möglich, die Konstanz des Lernerfolgs über die gesamte Zeit zu bewerten und die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu analysieren.

Ausgewertet wurde das prozentuale Verhältnis der in den Prüfungen erreichten Punkte zu der erreichbaren Gesamtpunktzahl. Die ursprünglichen Gruppen sind wie auch in den anderen Abbildungen durch die Farben Rot (2h-Gruppe), Gelb (4h-Gruppe) und Grün (7h-Gruppe) dargestellt.

Neu ist, dass diese Gruppen jeweils bezüglich der Teilnahme an den einzelnen Überprüfungen (Grundlehrgang, 6-Monats-Nachprüfung, 12-Monats-Nachprüfung) in 4 Untergruppen eingeteilt sind. Die Gruppe, die den Grundlehrgang sowie beide Nachprüfungen absolviert hat (n=479), ist durch eine durchgezogene Linie gekennzeichnet. Bei den zwei Gruppen mit nur einer Nachprüfung sind die Prüfungsergebnisse durch eine gepunktete Linie von 0 bis 6 Monaten (nur Teilnahme an der 6-Monats-Nachprüfung (n=173)) beziehungsweise durch eine gestrichelte Linie von 0 bis 12 Monaten (nur Teilnahme an der 12-Monats-Nachprüfung (n=226)) gekennzeichnet.

Die Gruppe der Teilnehmer, die an überhaupt keiner Nachprüfung teilgenommen (n=217) haben, sind mit einem einfachen Punkt von den Anderen abgesetzt dargestellt und mit kNP (keine Nachprüfung) auf der x-Achse gekennzeichnet worden.



**Abbildung 11:** Vergleich der Prüfungsergebnisse im Bezug auf die Konstanz des Lernerfolgs und die Teilnahme an den jeweiligen Follow-Up Untersuchungen.

\*NP: Nachprüfung; kNP: keine Nachprüfung; 6M/12M: 6 bzw. 12 Monate

Die *in Abbildung 11* sichtbaren Unterschiede im praktischen Test zwischen der 2h-, 4h-, und 7h-Gruppe innerhalb der jeweiligen Teilnehmerkollektive (mit/ ohne Nachprüfungen) wurden anhand der berechneten p-Werte auf ihre Signifikanz hin geprüft und in *Tabelle 19* dargestellt.

**Tabelle 19: Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Zeitgruppen in Relation zu der Teilnahme an den Nachprüfungen**

Zeit		0 Monate	6 Monate	12 Monate
p-Werte	ohne NP ( $n=217$ )	0,002		
	nur mit 6M-NP ( $n=173$ )	<0,001	0,009	
	nur mit 12M-NP ( $n=226$ )	0,177		0,001
	mit 6- und 12M-NP ( $n=479$ )	<0,001	0,002	0,157

\*NP: Nachprüfung; 6M/12M: 6-bzw. 12 Monate

Wie in *Tabelle 19* zu erkennen ist, gibt es in dem Kollektiv von Teilnehmern ( $n=479$ ), die an beiden Nachprüfungen teilgenommen haben, signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Gruppen (2, 4 und 7 Stunden) bezüglich ihrer Prüfungsergebnisse in der Grundschulung ( $p<0.001$ ) und in der 6-Monats-Nachprüfung ( $p<0,001$ ). Die Gruppen mit längerem Grundlehrgang schnitten besser ab (*Abbildung 11*). Bei der 12-Monats-Nachprüfung jedoch war zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied mehr zu erkennen ( $p=0.157$ ).

Bei den Probanden mit nur einer Nachprüfung nach sechs Monaten findet sich ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen sowohl nach dem Grundlehrgang ( $p<0.001$ ), als auch etwas geringer bei der 6-Monats-Nachprüfung ( $p<0,05$ ). Auch hier gilt - je länger die Ausbildung, desto besser und nachhaltiger das Prüfungsergebnis. Verglichen mit den Teilnehmern, die beide Nachprüfungen durchlaufen haben, lässt sich generell ein schlechteres Abschneiden in beiden Tests beobachten.

Bei den Probanden mit nur einer Nachprüfung nach sechs Monaten findet sich ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen sowohl nach der Grundschulung ( $p<0.001$ ), als auch etwas geringer bei der 6-Monats-Nachprüfung ( $p<0,05$ ). Auch hier gilt: je länger die Ausbildung, desto besser und nachhaltiger das Prüfungsergebnis. Verglichen mit den Teilnehmern, die beide Nachprüfungen durchlaufen haben, lässt sich generell ein schlechteres Abschneiden in beiden Tests beobachten.

Bei den Probanden, die ausschließlich an der 12-Monats-Nachprüfung teilgenommen haben, unterscheiden sich die Gruppen (2, 4 und 7 Stunden) in der Grundprüfung nicht signifikant in ihren Prüfungsergebnissen ( $p=0.117$ ). Allerdings zeigt sich in der Nachprüfung nach 12 Monaten ein signifikanter Unterschied der Prüfungsergebnisse der einzelnen Zeitgruppen ( $p=0.001$ ). Im Vergleich ist bei dem zuerst beschriebenen Kollektiv mit 6- und 12-Monats-Nachprüfung ( $p=0,157$ ) kein signifikanter Unterschied nachweisbar.

Die Gruppe an Probanden, die nur die Grundschulung absolvierte, zeigt einen signifikanten Unterschied ( $p<0,05$ ) zwischen den Gruppen und ein positiveres Abschneiden bei längerer Schulungszeit, ähnlich den anderen beiden Gruppen.

## 6. Diskussion

Die Zeit vom Auftreten eines plötzlichen Herzstillstandes bis zum Anwenden der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) ist der ausschlaggebende Faktor für das Überleben.

Professionelle Hilfe kommt oft zu spät, daher ist Laienhilfe unabdingbar zur Überbrückung der Zeit bis zum Eintreffen der Rettungskräfte. Bisherige Laienkurse waren in Deutschland mit Schulungszeiten von mindestens 8 Stunden immer sehr aufwendig, weshalb das Konzept der Laienreanimation noch geringe Akzeptanz in der Bevölkerung genießt. Eine weitreichende Integration von Trainingskursen für Laien könnte zu einer Verbesserung der Laienreanimation und somit einer Erhöhung der Überlebensrate bei plötzlichem Herztod führen.

Dies führte uns zu der Frage, ob auch kürzere Kurse ähnlich effektiv wie längere sein könnten. Um das zu untersuchen, organisierten wir die erste prospektive, randomisierte Studie in der die Teilnehmer unterschiedlichen Trainingszeiten von jeweils 2, 4 oder 7 Stunden zugeteilt wurden. Sie wurden in der CPR sowie in der Anwendung des automatischen externen Defibrillators (AED) geschult und direkt im Anschluss sowie nach 6 und 12 Monaten auf den Erhalt des Wissens und der praktischen Fähigkeiten überprüft.

Insgesamt wurden 1095 Freiwillige randomisiert auf 3 Trainingsgruppen mit einer Dauer von je zwei Stunden (375 Teilnehmer), vier Stunden (378 Teilnehmer) oder sieben Stunden (342 Teilnehmer) aufgeteilt und nach den gültigen Leitlinien unterrichtet. 1066 Teilnehmer durchliefen eine Grundprüfung direkt nach dem Training, sowie Nachprüfungen (NP) nach 6 und 12 Monaten. 479 Teilnehmer konnten an allen drei Überprüfungen teilnehmen. Bei der Grundprüfung zeigten die Teilnehmer geringfügig bessere Ergebnisse (7h-Gruppe: 96%, 4h-Gruppe: 94%, 2h-Gruppe: 92%) ( $p < 0,001$ ). Der Erhalt der Fähigkeiten verschlechterte sich signifikant im Verlauf der Zeit und war am schlechtesten nach 12 Monaten, bei den Teilnehmern, die nicht an der Nachprüfung nach 6 Monaten teilgenommen hatten. Teilnehmer, die an einer Nachprüfung nach 6 Monaten partizipierten, zeigten keine signifikante Verschlechterung der Ergebnisse nach 12 Monaten. Es konnten keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den unterschiedlichen Trainingszeiten (2h-Gruppe: 72%, 4h-Gruppe: 73%, 7h-Gruppe: 74%) festgestellt werden. Ein zweistündiges Training ist also ausreichend um das Wissen und die Fähigkeiten der kardiopulmonalen Reanimation sowie die Fähigkeiten zur Anwendung des AED über einen längeren Zeitraum zu erhalten, wenn ein Wiederholungstest nach 6 Monaten stattfindet.



## 6.1 Studiendesign

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde erstmals in einem randomisierten Studiendesign die Effektivität von unterschiedlich langen Trainingskursen für Laienreanimation (2, 4 und 7 Stunden) bezüglich der Wissensvermittlung und des Wissenserhalts untersucht.

In Deutschland wurden sehr lange durch die Hilfsorganisationen Kurse von acht Stunden Dauer mit einem Standardkurriculum angeboten. Ziel dieser Studie war es, diese willkürlich festgelegte Ausbildungsdauer zu hinterfragen und zu überprüfen, wie viel Zeitaufwand nötig ist, um einen Erhalt der erlernten Fähigkeiten zu gewährleisten. Die Ausbildungsdauer in früheren Studien war willkürlich auf eine bestimmte Zeit festgelegt worden [96, 105, 22].

In der im Jahr 2002 in Italien von Capuccini veröffentlichten Studie, in der er zwischen der Reanimation von professionellen Ersthelfern und Laienhelfern vergleicht, setzt er für die Laien eine Ausbildungszeit mit 4 Stunden Ausbildungsdauer fest [19]. Auch in der viel zitierten Casino-Studie, die Valenzuela et al. in Las Vegas durchführten, wurde ein 4-Stunden-Programm für die Ausbildung der Sicherheitskräfte festgelegt [96].

Andere Autoren nehmen an, dass die Dauer von vier Stunden noch zu lang ist und damit eine Barriere für eine weite Verbreitung der Laienwiederbelebung darstellt. Deshalb empfiehlt Assar eine Dauer von 2 Stunden [8]. Lynch et al. untersuchten die Effektivität der Ausbildung für eine CPR mit 285 40- bis 70-jährigen Probanden und beobachteten, dass eine halbe Stunde Video-Training ausreicht, um eine signifikant bessere Laienreanimation als untrainierte Laien durchzuführen ( $p < 0,05$ ) [67].

Abgesehen von dem zeitlichen Aspekt der publizierten Trainingsprogramme, sind diese meist auf die alleinige Nutzung des AED [19, 68] oder der kardiopulmonalen Reanimation [20, 67] ausgelegt. Dies macht einen direkten Vergleich mit den Ergebnissen unserer Studie schwierig. Hinzu kommt, dass für eine gute Soforthilfe Kenntnisse in beiden Bereichen notwendig sind. Dementsprechend gestalteten wir unsere Kurse so, dass sie durch ein umfassendes Training theoretischer und praktischer Fähigkeiten beide Bereiche abdeckten. Für die Kurse wählten wir, gemäß der Empfehlung des European Resuscitation Councils von 1998 [8], eine minimale Kursdauer von 2 Stunden, um diese dann mit der Effektivität von 4 und 7 Stunden langen Schulungskursen zu vergleichen. Hierbei wurde besonders Wert auf die Beobachtung des Langzeiterfolgs der Schulungen mittels 6- und 12-Monats-Nachprüfungen gelegt.

## 6.2 Teilnehmer

Anhand der erhobenen demographischen Daten der Teilnehmer ließen sich gewisse Inhomogenitäten im Bezug auf vorangegangene medizinische Erfahrungen in den unterschiedlichen Betrieben erkennen, was auf die Art der Berufsausbildung zurückzuführen ist. Es ist zu vermuten, dass z.B. ein Polizist, während seiner Ausbildungs- und Berufslaufbahn schon mehr Kontakt mit dem Themengebiet „Erste Hilfe“ hatte als ein Spielbankangestellter. Statistisch waren die Unterschiede bezüglich Alter ( $p=0,846$ ), Geschlecht ( $p=0,757$ ), Schulbildung (Hauptschule:  $p=0,728$ ; Realschule:  $p=0,337$ ; Gymnasium:  $p=0,732$ ), Führerscheinbesitz ( $p=0,809$ ) und auch der medizinischen Vorbildung ( $p=0,357$ ) zwischen der 2h-, 4h- und der 7h-Gruppe nicht signifikant.

Es ist somit festzustellen, dass der unterschiedliche Grad an Vorbildung der Teilnehmer sich homogen über die Gruppen verteilt und es bezüglich keines der genannten Kriterien signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gibt.

Weiterhin sind die aufgrund der Cluster-Randomisierung entstandenen Inhomogenitäten bei der Gruppeneinteilung in **Tabelle 11** aufgeführt und wurden in der statistischen Analyse durch Anwendung von individuellen GEE-Modellen berücksichtigt (4.7). Auch der Ausfall von Probanden bei den Nachprüfungen wurde durch die Einführung einer zusätzlichen Marker-Variable (p-Trend) (4.7) in der Auswertung berücksichtigt.

### 6.3 Ausfälle bei den Nachprüfungen

Bei den dargestellten Teilnehmerzahlen und deren Entwicklung in den Nachprüfungen, fällt ein zunächst sehr hoch erscheinender Anteil an Ausfällen in den Prüfungen auf (*Tabelle 14*). Leider war eine Teilnahme aller Probanden an beiden Nachprüfungen nicht zu ermöglichen.

In vielen Studien ähnlicher Art wird dieses Problem der Probandenausfälle beschrieben und diskutiert, wie z.B. auch in der prospektiven Studie zur Laienreanimation von Woollard [105]. Eine Ursache der beruflich und organisatorisch bedingte Ausfälle könnte die Vielschichtigkeit der zur Rekrutierung ausgewählten Betriebe sein.

Wie dargestellt, erfolgte die Rekrutierung der Probanden in unserer Studie aus Einrichtungen mit unterschiedlichen Organisationsstrukturen in Mitarbeiterführung und Arbeitszeitplanung (Schichtdienst, Urlaube, Entlassungen). Diese Vielschichtigkeit stellte für die Terminplanung der Nachprüfungen eine große Schwierigkeit dar, welche die Umsetzung der Prüfungen, nicht in allen Fällen ermöglichte.

Um den Probanden weitere Anfahrtswege und damit Zeitverluste zu ersparen, wurde versucht, die Schulungen und Prüfungen in Teilnehmernähe durchzuführen. Dies wurde auch insofern entschieden, als sonst nicht mit einer breiten Akzeptanz der beteiligten Unternehmer zu rechnen gewesen wäre, die ja ihre Mitarbeiter für die Studie frei stellten. Mit diesem Vorteil für die Probanden handelten wir uns aber gleichzeitig die Nachteile einer komplizierten Terminplanung ein. Die ständigen Ortswechsel bedeuteten einen erheblichen Mehraufwand für Ausbilder und Prüfer und waren der limitierender Faktor für die Anzahl der eingerichteten Prüfungstermine.

Eine kleinere Anzahl von Probanden führte andere persönliche Gründe an, aus denen sie für die Studie nicht weiter zur Verfügung standen.

Trotz der Ausfälle bei den Nachprüfungen, ist gerade die differenzierte Analyse der zwischen den Gruppen, die an allen Prüfungen teilnahmen und denen, die einzelne Prüfungen nicht absolvierten, sehr aufschlussreich. Es ergeben sich dadurch retrospektiv interessante Untergruppen, die es ermöglichten den Wert der Nachschulungen zu prüfen.

## 6.4 Bewertung der Grundprüfung

In den direkt nach den Trainingskursen durchgeführten schriftlichen Tests gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Allerdings schnitten die Probanden, die einen 7-Stunden-Kurs absolviert hatten, beim praktischen Test signifikant besser ab, als die Probanden der 2- und 4-Stunden-Kurse. Man kann jedoch annehmen, dass diese Unterschiede keine hohe praktische Relevanz haben, da alle Gruppen ca. 90 Prozent der Maßnahmen korrekt ausführten (*Abbildung 6*) Die Mund-zu-Mund-Beatmung wurde von 89 Prozent und die Herzdruckmassage von fast allen Teilnehmern richtig ausgeführt. Auch die richtige Platzierung der AED-Elektroden wurde durch 91 Prozent der Teilnehmer aus der Gruppe mit der geringsten Kursdauer absolviert. Die übrigen Schritte der AED-Bedienung waren zwischen den Gruppen sogar nahezu identisch und wurden von mehr als 90 Prozent der Teilnehmer richtig ausgeführt (*Tabelle 13*).

Die einzigen beiden deutlich erkennbaren Unterschiede sind bei der Wahl der richtigen Notrufnummer und der Wiedergabe des korrekten Inhalts eines Notrufs zu bemerken. In beiden Fällen war es die Zwei-Stunden-Gruppe, die entsprechend mit 61 Prozent und 66 Prozent richtiger Durchführung beider Maßnahmen unter dem Gesamtdurchschnitt (jeweils 70 bzw. 80 Prozent) aller Teilnehmer lag. Dies könnte vielleicht auf ein Defizit in den Lehrgängen beim Vermitteln dieser Inhalte schließen lassen, welches sich jedoch bei zukünftigen Lehrgängen leicht korrigieren ließe.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit anderen Studien [105, 80], entsteht der Eindruck, dass unsere Lehrgänge mit ihrer Struktur die Teilnehmer gut auf die überprüften Kriterien vorbereiteten. Woolard et al. beispielsweise gelang es durch ein Grundtraining die Zeit bis zum ersten Schock um 57s zu verringern und eine akzeptable Positionierung der Elektroden bei allen Teilnehmer zu erreichen. In seiner Studie wurden allerdings die Ergebnisse der Absolventen nach der Schulung mit einem zusätzlichen Test vor der Ausbildung verglichen [105]. Die Fragestellung unserer Studie, bezog sich jedoch nicht primär auf den Bezug der einzelnen im Lehrgang vermittelten Fähigkeiten vor und nach dem Lehrgang, sondern um den Vergleich der Effektivität des Trainings zwischen den verschiedenen Trainingszeiten (2, 4 und 7 Stunden).

Da das Ausbildungsprogramm bei allen Gruppen gleich strukturiert war lassen die Testergebnissen der Grundprüfung den Schluss zu, dass ein 2-Stunden-Kurs zum Erreichen der Lernziele ausreicht. Auf den ersten Blick würden die Vorteile des vom zeitlichen und

finanziellen Aufwand her günstigeren 2-Stunden-Kurses unterstrichen. Es sollte jedoch nicht der unmittelbar nach Kursende ermittelte Lernerfolg, sondern der Langzeiterfolg ein Maß für den Erfolg eines Trainings sein.

## 6.5 Bewahrung der erlernten Fähigkeiten (Langzeiterfolg)

### 6.5.1 Bewertung des Gesamtkollektiv

In unserer Bewertung wollten wir überprüfen, inwiefern es unseren Teilnehmern möglich war, schriftliches und praktisches Wissen langfristig zu bewahren oder ob, wie auch in anderen Studien [68, 80, 101, 105], die in den Trainingskursen erworbenen Fertigkeiten in kardiopulmonaler Reanimation und im Umgang mit dem AED im Laufe der Zeit wieder verloren gehen.

Bei der Grundprüfung zeigten sich im Verlauf der Auswertung des schriftlichen Tests keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen (*Tabelle 12*). Insgesamt lässt sich feststellen, dass die schriftliche Leistung von 80 Prozent richtigen Antworten in der Grundprüfung auf etwa 70 Prozent nach sechs Monaten abfällt und dann nach einem Jahr weiter konstant bleibt (*Abbildung 9*).

Offenbar kann ein einfacher schriftlicher Test nicht als prädiktives Mittel zum Erkennen praktischer Defizite verwendet werden. Bei den im Rahmen unsere Studie durchgeführten schriftlichen Tests waren die Ergebnisse aller Gruppen homogen. Im Gegensatz dazu zeigten sich erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen im praktischen Test.

Bei der praktischen Überprüfung sechs Monate nach den Trainingskursen zeigten sich schon große Defizite beim Absetzen des Notrufs. Zum Beispiel waren insgesamt 82,1 Prozent der Probanden nicht in der Lage eine korrekte Notrufnummer zu wählen und 87,3 Prozent schafften es nicht mehr den Inhalt des Notrufs korrekt zu vermitteln (*Tabelle 16*).

Auch bei der Bedienung des Automatischen Externen Defibrillators waren nach sechs Monaten Fertigungs-Verluste zu beobachten. Es war nur noch 18,3 Prozent der Teilnehmer möglich, den ersten AED-Schock innerhalb von 90 Sekunden abzugeben und 60,6 Prozent konnten keine korrekt ausgeführte Mund-zu-Mund-Beatmung demonstrieren.

Auch Studien anderer Arbeitsgruppen mit Krankenpflegern und Rettungssanitätern berichten über einen Verlust von Fertigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit [80, 101]. In einer

Studie von Ornato et al. [80] führten Rettungssanitäter, die häufiger (in kürzeren Zeitabständen) eine AED anwendeten, eine deutlich effektivere Defibrillation durch als weniger trainierte Probanden.

Bei 76 Mitarbeitern des National Health System Englands untersuchten Woollard et al. 6 Monate nach einem 4-Stunden-Training die kardiopulmonale Reanimation und den AED-Gebrauch im Rahmen eines „Refresher-Trainings“. Der Verlust spezieller Fertigkeiten nach 6 Monaten war signifikant ( $p < 0.05$ ). Bei der Überprüfung waren nur 44% der Teilnehmer fähig eine Defibrillation durchzuführen. Durch das erneute Training erlangten alle Teilnehmer wieder die Fähigkeit und die Durchschnittszeit bis zum Schock konnte um 57 Sekunden reduziert werden [105].

Analog zu den Ergebnissen von Ornato und Woollard zeigten wir in unserer Arbeit, dass der Parameter „Dauer bis zur ersten Defibrillation“ am meisten im zeitlichen Verlauf variierte: Bei den unmittelbar nach dem Training stattfindenden Tests waren 98 Prozent der Teilnehmer in der Lage, die erste Defibrillation innerhalb von 90 Sekunden nach Beginn der Reanimation durchzuführen. Im Gegensatz dazu gelang dieses nach 6 Monaten nur noch 18 Prozent und nach 12 Monaten nur noch 4 Prozent der Probanden. In der Studie von Woollard et al. [105] finden sich mit einem Verlust von 10 Prozent der Fähigkeit „erste Schockabgabe“ weniger gravierende Ergebnisse. Es ist also festzustellen, dass im Vergleich mit den zuvor zitierten Studien [105, 80, 101], die Wissensverluste im Bezug auf die praktischen Fähigkeiten in unserer Studie deutlich größer sind.

Kayne et al. zeigen in ihrer Studie, dass Krankenpfleger keine Probleme haben, die Fähigkeiten über 6 oder 9 Monate zu erhalten, auch wenn sie keine Intensiv-Pflege-Erfahrung haben [58]. Möglicherweise liegt die Begründung für diese deutlicheren Unterschiede beim Verlust der Fertigkeiten darin, dass in unserer Studie nur mit Laien gearbeitet wurde. Diese hatten während der 6 Monate bis zum Test keinerlei Kontakt mit professionellen medizinischer Tätigkeiten sowie der Herz-Lungen-Wiederbelebung.

Darüber hinaus fällt auf, dass von allen Fertigkeiten die kardiopulmonale Reanimation am längsten beherrscht wird. Sogar ein Jahr nach dem Training konnten noch über 70 Prozent der Probanden eine korrekte Herzdruckmassage durchführen. Der Druckpunkt wurde von 70,5 Prozent, die Druckfrequenz von 67,9 Prozent und die korrekte Drucktiefe von 72,2 Prozent der Teilnehmer richtig ausgeführt. Ferner beherrschten sie auch die Beatmung und die Überprüfung des Kreislaufs gut (*Tabelle 18*).

Die Wichtigkeit der exakten Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation (CPR) (ob nun mit oder ohne Anwendung eines automatisierten externen Defibrillators) kann nicht

oft genug betont werden. Auch der European Resuscitation Council (ERC) unterstreicht kontinuierlich in seinen Richtlinien von 2000, 2005 und auch 2010 die Bedeutung der CPR, um einen Minimalkreislauf aufrecht zu erhalten und um die zerebrale Perfusion zu garantieren [37, 39, 40]. Verschiedene Studien haben klar das signifikant bessere klinische Ergebnis durch eine effiziente Herzdruckmassage bei Patienten belegt [103].

Die zentrale Bedeutung der Herz-Druck-Massage und somit des Minimalkreislaufes in der CPR führte dazu, dass seit 2005 in den Richtlinien des ERC sogar das Verhältnis der Kompressionen gegenüber der Beatmung von 15:2 auf 30:2 erhöht wurde [39, 40]. Da diese Neuerung der Leitlinien im Zeitraum der Durchführung unserer Studie stattfanden und Änderungen bei großen Rettungsorganisationen wie dem DRK und der Feuerwehr langsam Umsetzung finden, behielten wir im Unterricht unserer Teilnehmer das ursprüngliche Verhältnis von 15:2 bei. Die Änderung der Leitlinien hat somit keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie, da alle Teilnehmer nach den Richtlinien des ERC 2000 [37, 38] unterrichtet und auch geprüft wurden.

Die CPR gewinnt laut neueren Erkenntnissen zunehmend an Bedeutung, da, wie schon in der Einleitung erwähnt, in vielen Fällen des plötzlichen Herztodes außerhalb des Krankenhauses auch Rhythmusstörungen wie Asystolie und pulslos-elektrische Aktivität eine Rolle spielen. Cobb et al. beobachten sogar bei Männern eine leichte Abnahme des Kammerflimmerns als Ursache für den plötzlichen Herztod, sowie ein gehäuftes Auftreten von eben genannten anderen Rhythmusstörungen. Diese sind selbstverständlich einer elektrischen Therapie nicht zugänglich, sondern benötigen eine "klassische" CPR als einzige effektive Therapie [21].

In anderen älteren Studien war der initiale Erwerb und Erhalt von Fertigkeiten in der CPR der Probanden gering [12, 70, 103, 104]. Wilson et al. berichten, dass 60 Prozent der geschulten Teilnehmer, die kardiopulmonale Reanimation in einer unangekündigten Nachprüfung nach mindestens einem Jahr nicht mehr suffizient ausführen konnten [104]. Die Tatsache, dass wir von diesen Ergebnissen in der Planungsphase unserer Studie wussten und deshalb im Kurrikulum dem Erwerb von Fertigkeiten in der CPR einen größeren Platz einräumten, könnte den deutlich besseren Langzeit-Erhalt von Fertigkeiten in der CPR erklären.

Weiter fällt bei der Betrachtung der demographischen Teilnehmerdaten auf, dass ein großer Anteil der Probanden einen Führerschein besitzt. Da für den Erwerb des Führerscheins in Deutschland die Teilnahme an einem intensiven Erste-Hilfe-Lehrgang mit CPR-Kurs

notwendig ist, könnte auch dies mit zur Erklärung des besseren Abschneidens beitragen. Es unterstreicht möglicherweise die Wichtigkeit Lehrinhalte zur besseren Festigung zu wiederholen, besonders wenn die Teilnehmer normalerweise nicht in ihrem täglichen Leben mit den praktischen Inhalten konfrontiert sind.

### **6.5.2 Einzelne Gruppen im Vergleich**

Im Vergleich der einzelnen Gruppen (2-, 4- und 7-Stunden) sollten die Vor- und Nachteile der verschiedenen Trainingszeiten bewertet werden.

In der Studie zeigt der Vergleich der drei Gruppen, dass die Gruppen mit der geringsten Trainingszeit auch den größten Verlust an Fertigkeiten aufweisen. Bei uns zeigte so die 2-Stunden-Trainingsgruppe, auf alle 15 Unterpunkte der praktischen Überprüfung bezogen, einen Verlust von nahezu einem Drittel der Fertigkeiten nach sechs Monaten. Besonders schlecht (signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen) schnitt die Gruppe in den Kategorien "Korrekte Notrufnummer" und "Platzierung der AED-Pads" ab. Auch die Beatmung wurde von knapp 50 Prozent der Beteiligten nicht korrekt durchgeführt und die Druckfrequenz war nur bei 64 Prozent der Teilnehmer effektiv.

Auch Chamberlain et al. konnten in der im Jahr 2002 veröffentlichten Studie einen beträchtlichen Verlust der trainierten Fähigkeiten in der kardiopulmonalen Reanimation beobachten. Ähnlich wie in unserer Studie unterzogen sie die Teilnehmer (Laien) direkt nach einem CPR-Lehrgang einem Test und einem Folgetest nach 6 bis 9 Monaten. Auch wenn in Chamberlains Studie bereits anfänglich ein schlechtes ein schlechtes Abschneiden in den überprüften Kategorien Notruf (46%), Beatmung (18%) sowie Thorax-Kompressionen (54%) zu beobachten war, so wurde auch nach 6 Monaten ein weiterer signifikanter Verlust ( $p < 0,05$ ) der Fähigkeiten beobachtet. Die Teilnehmer erhielten alle die gleiche Grundausbildung, waren jedoch bezüglich der Teilnahme an einem Auffrischungstrainings vor dem 6-Monats-Test randomisiert. Es konnte keine signifikante Verbesserung durch die Teilnahme beobachtet werden. Anzunehmen ist, dass die Aussagekraft auch durch die sehr geringe Teilnehmerzahl (39 von 127 eingeladenen Teilnehmern) eingeschränkt war [20].

In unser Studie erzielte die 7-Stunden-Gruppe tendenziell deutlich bessere Ergebnisse als die 4- und 2-Stunden-Gruppe. Die Differenzen zwischen der 2- und 4- Stunden-Gruppe waren vergleichsweise gering. Diese Ergebnisse während der Initialphase der Reanimation sind allerdings etwas zu relativieren. In einer realen Situation wäre eine Supervision durch die Rettungsleitstelle, die denn Notruf entgegen nimmt, möglich. In unserem Testszenario gaben



die Probanden nur einen fiktiven Notruf ab, ohne mit einer realen Person zu kommunizieren. Die Mitarbeiter der Rettungsleitstelle sind darin geschult, Laien über die Entgegennahme des Notrufs hinaus, in ihrem Handeln zu koordinieren und anzuleiten. Da dieser Fakt in dem Aufbau der Prüfungssituation nicht berücksichtigt wurde, könnte es sein, dass mit einer gewissen Anleitung oder Hilfestellung ein besseres Resultat der Teilnehmer zu erwarten gewesen wäre.

Das signifikant bessere Abschneiden der 7-Stunden-Gruppe nach 6 Monaten ( $p=0,002$ ) für den Unterschied zwischen den Gruppen, das in der *Abbildung 8, 11 / Tabelle 19* zu beobachten ist, muss allerdings gegen den finanziellen und zeitlichen Mehraufwand abgewogen und auf die weitere Beständigkeit des Wissens nach 12 Monaten bewertet werden.

Die alleinige Betrachtung der Ergebnisse der Probanden, die an beiden Nachprüfungen teilgenommen haben zeigt zunächst keine signifikanten Unterschiede zwischen der 2-, 4- und der 7-Stunden-Gruppe nach 12 Monaten.

Genauere Rückschlüsse und Bewertungen diesbezüglich, lassen sich aber durch die Unterteilung der Zeitgruppen hinsichtlich der Teilnahme bzw. Nichtteilnahme an der Nachprüfung nach 6 Monaten erzielen (**6.5.3**).

### 6.5.3 Analyse der Ausfälle in den Nachprüfungen

Aufgrund der vorher beschriebenen Ausfälle vieler Probanden im Verlauf der Studie wurden bei der Auswertung verschiedene Probandenkollektive mit jeweils unterschiedlicher Teilnahme an den Nachprüfungen betrachtet. Hieraus ergaben sich einige Hinweise, die wichtige zusätzliche Erkenntnisse für die Studie brachten.

Die genauere Betrachtung zeigt, dass ein Jahr nach dem initialen Kurs der Erhalt von Fertigkeiten nach einem 2-Stunden-Kurs nicht signifikant unterschiedlich zum Erhalt der Fertigkeiten nach einem 7-Stunden-Kurs ist ( $p=0,157$ ), vorausgesetzt es hat ein Auffrischungstraining nach sechs Monaten stattgefunden. Es lässt sich also annehmen, dass die Prüfung nach 6 Monaten einen positiven Lerneffekt auf die Teilnehmer hatte. Diese Annahme bestätigt sich durch die Betrachtung der Untergruppe von Teilnehmern, die nur an einer Nachprüfung nach 12 Monaten teilnahm. Die Teilnehmer der verschiedenen Gruppen (2, 4 und 7 Stunden) unterscheiden sich signifikant ( $p=0,001$ ) in ihren Prüfungsergebnissen bezüglich Fähigkeiten bei Notruf, Handhabung des AED und CPR, während dieser Unterschied bei der Gruppe mit beiden Nachprüfungen nicht besteht.

Ein wirklicher Auffrischkurs, wie er in anderen Studien vorgeschlagen wird [20, 105], scheint nicht unbedingt notwendig zu sein. In der Studie von Woollard et al. wird in einem 4-Stunden-Grundkurs eine Gruppe mit „Refresher-Training“ mit einer Gruppe ohne verglichen. Die Gruppe mit Wiederholungstraining zeigte bessere Fähigkeiten bei CPR und Schockabgabe. Es gab allerdings andere Mängel bei Notruf, Kreislaufüberprüfung und Einhalten der Sicherheitsvorkehrungen, die nicht verbessert werden konnten [105]. Betrachtet man unsere Studie, so lässt sich auch hier in der 12-Monats-Nachprüfung ein positiver Effekt auf den Wissenserhalt in der Gruppe mit Nachprüfung nach sechs Monaten erkennen.

Es lässt sich annehmen, dass einige Minuten einer neuerlichen Überprüfung von Wissen und Fertigkeiten in der Prüfungssituation und das nachfolgende Besprechen der Fehler ausreichen, um das Erlernte wieder ins Gedächtnis zu rufen. Ein wirklicher Auffrischkurs vor der 6-Monats-Überprüfung wie in Woollards Programm, hätte vermutlich zu einem besseren Wissens- und Fertigniveau in der 12-Monats-Überprüfung geführt. Allerdings wäre ein solcher Auffrischkurs deutlich zeitintensiver und würde auch die schon diskutierten organisatorischen Probleme, die in unserer Studie zum Ausfall zahlreicher Teilnehmer führten, verstärken.

Ein zweites Gegenargument sind die mit einem zusätzlichen Kurs verbundenen Mehrkosten. Ein Videoinstruktionskurs, wie er von Meischke et al. [68] angewandt wird, wäre zwar weniger kostenintensiv, allerdings ist der Langzeiterfolg auch nicht besser als der

unserer Studie.

## 6.6 Einschränkungen der Studie

Unsere Studie vergleicht den Einfluss eines 2-, 4- oder 7-Stunden-Trainings auf den Erhalt der Fertigkeiten und des Wissens von Laienhelfern. Ob eine weitere Verkürzung der Trainingszeit möglich ist, kann nur spekuliert werden.

Wir überprüften unsere Teilnehmer nach 6 und nach 12 Monaten. Da die Studie nach dem 12-Monats-Test abgeschlossen wurde, lassen sich keine weiteren Aussagen über den Langzeiterhalt der Fähigkeiten machen. Es wird angenommen, dass Fertigkeiten bei fehlender Praxis (mangels Gebrauchs) verloren gehen. Deshalb sollten Menschen, die in „Basic life support“ (BLS) und der Anwendung eines AED geschult wurden, regelmäßig Wiederholungsprüfungen unterzogen werden.

In unserer Studie lehrten wir ein Beatmungsverhältnis von 15:2. Die heute aktuellen Leitlinien schreiben ein Verhältnis von 30:2 vor [40]. Dies hat für unsere Fragestellung keinen Einfluss, da der Schulungsinhalt, sowie der Prüfungsinhalt identisch ist. Interessant wäre es aber zu wissen, ob durch eine Verknappung der Schulungsinhalte (z.B. nur die Herz-Druck-Massage) die Unterschiede akut aber auch im Verlauf anders wären. Ganz sicher anders wären die Ergebnisse, wenn die Reanimation unter Leitung der Feuerwehrleitwarte ablaufen würde.

In dieser Studie konnten wir zeigen, wie ein einfacher, wenige Minuten dauernder Auffrischungstest den Erhalt von Reanimationsfertigkeiten beeinflusst. Dass ein Wiederauffrischungstest zum Erhalt des erworbenen Wissens beiträgt, ist logisch. Dennoch waren diese Detailergebnisse in unserer Studie nur retrospektiv erkennbar. Ob dies auch prospektiv geht, kann nur vermutet werden.

## 7. Zusammenfassung

Der plötzliche Herztod ist eine der häufigsten Todesursachen weltweit. Es wird geschätzt, dass in der westlichen Welt 0,5-1/1000 Erwachsener jedes Jahr an einem plötzlichen Herztod außerhalb des Krankenhauses stirbt [1, 84]. Durch ein schnelles Einleiten der Überlebenskette - eine schnelle Alarmierung des lokalen Rettungssystems, frühzeitige kardiopulmonale Reanimation einschließlich Defibrillation durch Laien – kann die Überlebensrate der Patienten entscheidend verbessert werden [52]. Seit vielen Jahren haben AHA (American Heart Association) und ERC (European Resuscitation Council) die Entwicklung von Laien-Reanimationsprogrammen mit einer Nutzung automatisierter externer Defibrillatoren (AED) unterstützt [1, 40]. Es wurde gezeigt, dass trainierte Laienhelfer die Herz-Druck-Massage einschließlich Mund-zu-Mund-Beatmung sowie der Handhabung des AED sicher und effektiv beherrschen können [91]. Wie lange die Laienhelfer darin ausgebildet werden sollten, ist unklar. In den bisherigen Studien wurde die Zeit willkürlich festgelegt [80, 96, 105].

Ziel dieser Arbeit war es daher, in einer randomisierten Studie die Beziehung zwischen der Dauer des Trainingskurses und der Wissensvermittlung sowie dem Erhalt der erworbenen Fähigkeiten in kardiopulmonaler Reanimation unter Nutzung des AED zu ermitteln.

Dazu wurden in einem Zeitraum von 3 Jahren 1095 Freiwillige aus 23 verschiedenen Betrieben in Berlin rekrutiert und ausgebildet. Es wurden 132 Trainingsgruppen mit durchschnittlich acht Teilnehmern gebildet und randomisiert den Ausbildungslehrgängen mit jeweils 2 Stunden (375 Teilnehmer), 4 Stunden (378 Teilnehmer) und 7 Stunden (342 Teilnehmer) zugeordnet. Alle Teilnehmer wurden in kardiopulmonaler Reanimation und in der Benutzung des AED nach den Leitlinien des ERC [36, 37, 38] ausgebildet. Der Ausbildungsinhalt war für alle drei Gruppen identisch proportioniert und beinhaltete 40% Theorie und 60% Praxis. Der Ausbildungsinhalt wurde in den 2- und 4-Stunden-Kursen nur jeweils entsprechend weniger ausführlich als in dem 7-Stunden-Kurs dargestellt. Das theoretische Wissen sowie die praktischen Fähigkeiten wurden direkt nach der Ausbildung (Grundtest) und in zwei Nachprüfungen nach 6 und 12 Monaten erneut getestet. Das Testszenario für die praktische Prüfung beinhaltete die Nutzung einer Übungspuppe zur kardiopulmonalen Reanimation sowie zur Anwendung des AED. Die Prüfer waren nicht mit den Unterrichtenden identisch. Entsprechend wussten sie nicht, wie lange der jeweilige Prüfling unterrichtet worden war.

An der Grundprüfung nach den Lehrgängen nahmen 1066 Teilnehmer (97,4%) teil. Entsprechend der Randomisierung einer großen Gruppe gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der 2-Stunden-Gruppe mit 356, der 4-Stunden-Gruppe mit 368 und in der 7-Stunden-Gruppe mit 342 Teilnehmern hinsichtlich Alter, Geschlecht, Bildungsstand oder Erfahrung in der Ersten Hilfe. Im schriftlichen Test wurden von der Gesamtgruppe 82 % aller Fragen richtig beantwortet. Alle 3 Untergruppen erzielten gleiche Ergebnisse. Bei der praktischen Prüfung war eine signifikant bessere Leistung in der 7-Stunden-Gruppe zu beobachten: 96,3 % der Maßnahmen wurden korrekt durchgeführt. In der 4-Stunden-Gruppe lediglich 94 % und der 2-Stunden-Gruppe 92 % ( $p < 0,001$  für den Unterschied zwischen den Gruppen).

An der Nachprüfung nach 6 Monaten nahmen 652 Probanden teil. Auffallend war unabhängig von der Schulungsdauer der allgemeine große Wissensverlust sowohl beim schriftlichen als auch beim praktischen Test. In der Gesamtgruppe wurden im schriftlichen Test lediglich 74 % der Fragen korrekt beantwortet. Gleiches ergab sich beim praktischen Test: Nach 6 Monaten wurden lediglich noch 69,8 % der Testschritte korrekt vorgenommen ( $p < 0,001$ ). Dies geschah in den 3 Untergruppen jedoch auf unterschiedlichem Niveau, betrachtet man die korrekt durchgeführten praktische Testmaßnahmen: 7-Stunden-Gruppe 73,1 %, 4-Stunden-Gruppe 68,9 %, 2-Stunden-Gruppe 67,6 % ( $p > 0,001$ ). und den schriftlichen Test mit: 7-Stunden-Gruppe 75,2 %, 4-Stunden-Gruppe 75,3 %, 2-Stunden-Gruppe 73,5 % ( $p = 0,004$ ).

An der Nachprüfung nach 12 Monaten nahmen insgesamt 705 Probanden teil. Gegenüber den 6-Monats-Nachprüfungen zeigt sich ein weiterer allgemeiner Rückgang des theoretischen Wissens. Lediglich 70,9 % der Fragen werden korrekt beantwortet. Beim praktischen Test wurde ein weiterer Abfall der praktischen Fähigkeiten nicht beobachtet. Aufgrund der selektiven Auswertung der Teilnehmer, die sowohl einen 6-Monats- als auch 12-Monats-Tests hatten im Vergleich zu denen, die lediglich einen 6-Monats-Test hatten, kann geschlossen werden, dass der 6-Monats-Test einen Trainingseffekt im Hinblick auf den Leistungserhalt auch nach 12 Monaten hat. Dieser Trainingseffekt ist auch bei den Teilnehmern in der 2-Stunden-Gruppe so ausgeprägt, dass sich zwischen der 7-Stunden-, 4-Stunden- und 2-Stunden-Gruppe, die an beiden Prüfungen teilnahmen, kein signifikanter Unterschied in der Wissensvermittlung mehr zeigte ( $p = 0,154$ ) (*Abbildung 11*).

Unsere prospektiv, randomisiert angelegte Studie lässt daher die Schlussfolgerung zu, dass ein 2-Stunden-Training in der kardiopulmonalen Reanimation einschließlich Einweisung in den AED einem 7-Stunden-Training gleichwertig erscheint, um die wichtigsten Inhalte auch

längerfristig zu vermitteln. Voraussetzung für den Wissenserhalt über einen Zeitraum von einem Jahr ist allerdings ein Auffrischungstraining von nur wenigen Minuten nach einem halben Jahr. Ob theoretischer Wissensstand und Reanimationsfertigkeiten auch über einen längeren Zeitraum erhalten bleiben, kann aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden, da die Studie nach einem Jahr beendet wurde.

Unsere Ergebnisse sollten Einfluss auf die Ausbildungsdauer und die Inhalte von Reanimation-Kursen haben. Es ist zu hoffen, dass vor allem durch die Begrenzung der Ausbildungsdauer auf 2 Stunden die Akzeptanz in der Bevölkerung für die Teilnahme an Reanimations-Kursen zunimmt und damit in Zukunft mehr Patienten mit Herzkreislaufstillstand wiederbelebt werden.

## 8. Literaturverzeichnis

1. American Heart Association (2010) Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 1: executive summary. *Circulation* 122: 640 - 656
2. American Heart Association (2010) Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 6: Electrical Therapies: Automated External Defibrillators. *Circulation* 122: 706- 719
3. Andresen D, Behrens S, Arntz R, Brüggemann T (1993) Prävention des plötzlichen rhythmusbedingten Herztodes. *Internist* 34:423 - 435
4. Andresen D (2005) Epidemiologie des akuten Herz-Kreislaufstillstandes. *Herzschrittmacher und Elektrophysiologie* 16 (2):73-77
5. Antman E, Braunwald E (1997) Acute myocardial infarction. In: Braunwald E (ed) *Heart disease*. Saunders, Philadelphia: 1114 - 1219
6. Arntz HR, Oeff M, Willich SN, Storch WH, Schröder R (1993) Establishment and results of an EMT-D program in a two-tiered physician-escorted rescue system. The experience in Berlin, Germany. *Resuscitation* 26: 39 - 46
7. Association for the Advancement of Medical Instrumentation (1993) ANSI/AAMI DF39-93 Automatic, External Defibrillators and Remote Control Defibrillators Edition 1
8. Assar D, Chamberlain D, Colquhoun M (1998) A rationale for teaching staged basic life support. *Resuscitation* 39:137 - 143
9. Baba N, Quattrochi JJ, Reiner CB (1983) Possible role of the brain stem in sudden infant death syndrome. *JAMA* 249(20): 2789 -2791
10. Bardy GH, Lee KL, Mark DB et al. (2005) Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators: Amiodarone or an implantable Cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med* 352: 225 - 237
11. Bayes de Luna A, Coumel P, Leclercq F (1989) Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 117: 151 - 159
12. Berden HJ, Bierens JJ, Willems FF, Hendrick JM, Pijls NH, Knape JT (1994) Resuscitation skills of lay public after recent training. *Ann Emerg Med*: 1003 - 1008

13. Bigger JT, Fleiss JL, Kleiger R et al. (1984) The relationships among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in the 2 years after myocardial infarction. *Circulation* 69: 250
14. Bunch TJ, White RD, Gersh BJ, Meverden RA, Hodge DO, Ballman KV, Hammill SC, Shen WK, Packer DL (2003) Long-term outcomes of out-of-hospital cardiac arrest after successful early defibrillation. *N Engl J Med* 348:2626 - 2633
15. Bundesarbeitsgemeinschaft für Erste Hilfe (Bag EH) (2001). Gemeinsame Grundsätze zur Frühdefibrillation durch Laien.
16. Buxton AE, Lee KL, Fisher JD, Josephson ME, Prystowsky EN, Hafley G (1999) A randomized study of the prevention of sudden death in patients with coronary artery disease. Multicenter Unsustained Tachycardia Trial Investigators. *N Engl J Med* 341:1882 - 1890
17. Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB (2002) Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 347:1242 - 1247
18. Callans DJ (2004) Out-of-Hospital Cardiac Arrest - The solution is shocking. *N Engl J Med* 351: 632-634
19. Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF et al (2002) Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 106:1065 - 1070
20. Chamberlain D, Smith A, Woollard M, Colquhoun M, Handley AJ, Leaves S, Kern KB (2002) Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. *Resuscitation* 53(2):179 – 187
21. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK (2002) Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980 - 2000. *JAMA* 288: 2008 - 3013
22. Connolly SJ, Gent M, Roberts S et al. (2000) Canadian implantable defibrillator study (CIDS): A randomized trial of the implantable cardioverter defibrillator against amiodarone. *Circulation* 101: 1297 - 1302
23. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE (1991) Improving survival from sudden cardiac arrest: the “chain of survival” concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee. *Am Heart Association .Circulation* 83:1832-1847
24. Cupples LA, Gagnon DR, Kannel WB (1992) Long- and short-term risk of sudden coronary death. *Circulation* 85(Suppl 1):I11 - I18



25. Deakin CD, Nolan JP (2005) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation Section 3. Electrical therapies: Automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 67(S1): 25- 37
26. DeVreede Swagemakers J, Gorgels A, Dubois W, van Ree J, Daemen M, Houben L, Wellens H (1997) Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990's: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. *J Am Coll Cardiol* 30: 1500 - 1505
27. Diack A., Welborn WS, Rullman RG, Walter CW, Wayne MA (1979) An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest. *Med Instrum* 13 (2): 78-83
28. Diehl Ph, Schneider T, Mauer D, Dick W (1994) Frühdefibrillation durch Rettungsassistenten, Verbesserte Überlebenschancen in einem stationären Notarztsystem? *Notfallmedizin* 20:362–371
29. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Copass MK, Bergner L, Short F, Pierce J (1984) Treatment of ventricular fibrillation. Emergency medical technician defibrillation and paramedic services. *JAMA* 251:1723 - 1726
30. Eisenberg MS, Hallstrom A, Bergner L (1982) Long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 306: 1340 - 1343
31. Eisenberg MS., Bergner L., Hallstrom A. (1979) Cardiac resuscitation in the community. Importance of rapid provision and implications for program planning. *JAMA* 241:1905 - 1907
32. Eisenberg MS., Copass MK., Hallstrom AP., Blake B., Bergner L., Short F.A., Cobb LA. (1980) Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with rapid defibrillation by emergency medical technicians. *N Eng J Med* 302 (25): 1379-1383
33. Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO, Reynolds-Heartle R., Hearne TR (1990) Cardiac arrest and resuscitation- A tale of 29 cities. *Ann Emerg Med* 19: 179–186
34. Empfehlungen der Bundesärztekammer zur Defibrillation mit automatisierten externen Defibrillatoren (AED) durch Laien (2001). *Deutsches Ärzteblatt* 98:A1211
35. Escobedo LG, Zack MM (1996) Comparison of sudden and nonsudden coronary deaths in the United States. *Circulation* 93: 2033 - 2036
36. European Resuscitation Council - Guidelines 2000 Part 12: From Science to Survival Strengthening the Chain of Survival in Every Community. *Resuscitation* 46: 417-430
37. European Resuscitation Council - Guidelines 2000 Part 3: Adult Basic Life Support. *Resuscitation* 46: 29 - 71

38. European Resuscitation Council - Guidelines 2000 Part 4: The Automated External Defibrillator: Key Link in the Chain of Survival. *Resuscitation* 46: 73 - 91
39. European Resuscitation Council (2005). Guidelines for resuscitation 2005. *Resuscitation* 67 (Suppl 1): 1 - 189
40. European Resuscitation Council (2010). Guidelines for Resuscitation. *Resuscitation* 81 (Suppl 1): 1219 - 1276
41. Ezekowitz JA, Armstrong PW, McAllister FA (2003) Implantable cardioverter defibrillators in primary and secondary prevention: a systematic review of randomised, controlled trials. *Ann Intern Med* 138: 445 - 452
42. Farrell T, Bashir Y, Cripps T et al. (1991) Risk stratification for arrhythmic events in postinfarction patients based on heart rate variability, ambulatory electrocardiographic variables, ambulatory electrocardiographic variables and the signal-averaged electrocardiogram. *J Am Coll Cardiol* 18: 687 - 697
43. Gesetz über Medizinprodukte (Medizinproduktegesetz - MPG) (1994) modifiziert durch das Erste Gesetz zur Änderung des Medizinproduktegesetzes (1.MPG-ÄndG) (1998)
44. Goldstein S (1982) The necessity of a uniform definition of sudden coronary death: Witnessed death within 1 hour of the onset of acute symptoms. *Am Heart J* 103:156 - 159
45. Gorgels APM, Gijssbers C, DeVreede-Swagemakers J et al (2003) Out-of-hospital cardiac arrest - the relevance of heart failure. The Maastricht Circulatory Arrest Registry. *Eur Heart J* 24: 1204 - 1209
46. Hallstrom A, Ornato JP (2004) Public Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 352 (7): 637-646
47. Handley AJ, Koste R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L (2005) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 67S1; 7 - 23
48. Hauer RNW, Lie KI, Liem KL, Durrer DL (1982) Long-term prognosis in patients with bundle branch block complicating acute anteroseptal infarction. *Am J Cardiol* 49(7): 1581 - 1585
49. Haverkamp W, Haverkamp F, Breithardt G (2002) Medikamentenbedingte QT-Verlängerung und Torsade de pointes. *Dtsch Arztebl* 99: 1972 - 1979

50. Hinkle LE, Thaler HAT (1982) Clinical classification of cardiac deaths. *Circulation* 65:457 - 464
51. Hoffmann G., Ruppert M., Lackner CK., Anding K (2004). Die Entwicklung der frühen Defibrillation in Bayern. *Notfall- und Rettungsmedizin* 7: 7 - 11
52. Jacobs I, Callanan V, Nichol G (2001) The chain of survival. *Ann Emerg Med* 37: 5 - 16
53. Jouven X, Desnos M, Guerot C, Ducimetiere P (1999) Predicting sudden death in the population: the Paris Prospective Study I. *Circulation* 99:1978 - 1983
54. Kadish A, Dyer A, Daubert JP et al. (2004) Prophylactic defibrillator implantation in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *N Engl J Med.* 351: 2151 - 2158
55. Kannel WB, Cupples LA, D'Agostino RB, Stokes J (1988) Hypertension, antihypertensive treatment, and sudden coronary death. The Framingham Study. *Hypertension* 11:II45 - II50
56. Kannel WB, Schatzkin A (1985) Sudden death: lessons from subsets in population studies. *J Am Coll Cardiol* 5:141B - 149B
57. Kannel WB, Wilson PW, D'Agostino RB, Cobb J (1998) Sudden coronary death in women. *Am Heart J* 136: 205 - 212
58. Kaye W, Mancini ME, Giuliano KK (1995) Strengthening the in-hospital chain of survival with rapid defibrillation by first responders using automated external defibrillators: training and retention issues. *Ann Emerg Med.* 25: 163 - 168
59. Klein HU (2006) Prävention des plötzlichen Herztodes. *Internist* 47:1040 - 1050
60. Klingenberg T (2005) Reanimation bei Kammerflimmern: Worauf kommt es an? *Herzschrittmacher und Elektrophysiologie* 16 (2):78-83;
61. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castrén M, Granja C · , Handley AJ, Monsieurs KG, Perkins GD, Raffay V, Sandroni C (2010). Basismaßnahmen („basic life support“, BLS) Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren (AED). *Notfall Rettungsmed* 13:523–542
62. Kuck KH, Cappato R, Siebels J et al. (2000) Randomized comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from cardiac arrest: The Cardiac Arrest Study Hamburg (CASH). *Circulation* 102: 748 - 754
63. Kuisma M, Souminen P, Korpela R (1995) Paediatric outof-hospital cardiac arrests: Epidemiology and outcome. *Resuscitation* 30(2): 141-150

64. La Rovere M, Bigger J, Marcus F, Mortara A, Schwartz P (1998) Baroreflex sensitivity and heart rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI Investigators. *Lancet* 351: 478 - 484
65. Larsen G, Stupey M, Walance C, Griffith K, Cutler J, McAnulty J (1994) Recurrent cardiac events in survivors of ventricular fibrillation or tachycardia. Implications for driving restrictions. *JAMA* 271: 1335 - 1339
66. Larsen MP, Eisenberg MS., Cummins RO., Hallstrom AP. (1993) Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: A graphic model. *Ann of Emerg Med.* 22 (11): 1652-1658
67. Lynch B, Einspruch EL, Nichol G, Becker LB, Aufderheide TP, Idris A. (2005) Effectiveness of a 30-min CPR self-instruction program for lay responders: a controlled randomized study. *Resuscitation* 67: 31 - 43
68. Meischke HW, Rea T, Eisenberg MS, Schaeffer SM, Kudenchuk P (2001) Training Seniors in the Operation of an Automated External Defibrillator: A Randomized Trial Comparing Two Training Methods. *Ann Emerg Med.* 38:216 - 222
69. MERIT-HF-Study Group (1999) Effect of metoprolol CR/XL in chronic heart failure: Metoprolol CR/XL randomised intervention trial in congestive heart failure. *Lancet* 353: 2001 - 2007
70. Moser DK, Coleman S. (1992) Recommendation for improving cardiopulmonary resuscitation skills retention. *Heart Lung* 21:372 - 380
71. Mosesso VN, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM (1998) Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of outof- hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 32:200 - 207
72. Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS et al. (1996) Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial Investigators. *N Engl J Med* 335: 1933 - 1940
73. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ et al. (2002) The Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators: prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 346: 877 - 883
74. Müller J, Ludmer P, Willich S, Tofler G (1987) Circadian variation in the frequency of sudden cardiac death. *Circulation* 75: 131 - 138

75. Muggenthaler KH., Vergeiner G., Furtwängler W. (2000) Plötzlicher Herztod - Überleben durch Frühdefibrillation Notfall- und Rettungsmedizin; 3: 357 - 359
76. Myerburg R, Fenster J, Velez M, Rosenberg D, Lai S, Kurlansky P, Newton S, Knox M, Castellanos A (2002) Impact of community-wide police car deployment of automated external defibrillators on survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 106:1058 - 1064
77. Myerburg R, Castellanos A (1997) Cardiac arrest and sudden death. In: Braunwald E (ed) *Heart disease*. Saunders, Philadelphia: 742 - 779
78. Neuspiel D, Kuller L (1985) Sudden and unexpected natural death in childhood and adolescence. *JAMA* 254: 1321 - 1325
79. Nolan JP (2005) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 1. Introduction Resuscitation 67S1; S3-S6;
80. Ornato JP, McNeill SE, Craren EJ, Nelson NM (1984) Limitation on effectiveness of rapid defibrillation by emergency medical technicians in a rural setting. *Ann Emerg Med*. 13: 1096 - 1099
81. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, Barbera SJ, Hamdan MH, McKenas DK (2000) Use of automated external defibrillators by a US airline. *N Engl J Med* 343:1210 - 1216
82. Paul O, Schatz M (1971) On a sudden death. *Circulation* 43:7 - 10
83. Peckova M, Fahrenbruch C, Cobb L, Hallstrom A (1998) Circadian variations in the occurrence of cardiac arrests: initial and repeat episodes. *Circulation* 98: 31 - 39
84. Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD (2004). Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* 63:17-24
85. Sefrin P (2004). Frühdefibrillation in Europa. *Intensivmed* 41:609 – 615
86. Statistisches Bundesamt (2004) Todeursachen in Deutschland. Fachserie 12/ Reihe 4 - Gesundheitswesen
87. Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio V, Nichol G, Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, Nichol G, Cousineau D, Blackburn J, Munkley D, Luinstra-Toohey L, Campeau T, Dagnone E, Lyver M (2004) Advanced Cardiac Life Support in Out-of-Hospital Cardiac Arrest *New England Journal of Medicine* 351 (7): 647-656
88. Storch WH, Gieselmann U, Haux R (1989) Ist Frühdefibrillation im Notarztsystem sinnvoll? *Dtsch Med. Wochenschau* 114:975 - 979

89. Swerdlow C, Winkle R, Mason J (1983) Determination of survival in patients with ventricular tachyarrhythmias. *N Engl J Med* 308: 1436 - 1442
90. The Antiarrhythmics versus Implantable defibrillators (AVID) investigators (1997) A comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from nearfatal ventricular arrhythmia. *N Engl J Med* 337: 1576 - 1583
91. The Public Access Defibrillation Trial Investigators (2004) Public-Access-Defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 351:637 - 646
92. Trappe HJ (2005) Frühdefibrillation: Wo stehen wir? *Dtsch Med Wschr* 130:685 - 688
93. Trappe HJ (2005) Frühdefibrillation in USA, Europa und Deutschland. Voraussetzungen, Erfahrungen, Perspektiven. *Herzschr Elektrophys* 16: 94 - 102
94. Trappe HJ (2007) Plötzlicher Herztod. *Kardiologe* 1:261 - 271
95. Trappe HJ. (2008) Weltweite Strategien zur Vermeidung des plötzlichen Herztodes durch automatisierte externe Defibrillatoren. *Clin Res Cardiol Suppl* 3:I/124 - I/131
96. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG (2000) Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 343:1206 - 1209
97. Van Alem AP, Vrenken RH, Tijssen JGP, Koster RW (2003) Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trials. *Brit J Med* 327:1312 - 1317
98. Waldecker B, Waas W, Haberbosch W, Voss R, Tillmanns H (1998) Cardiac morbidity and reinterventions during long-term follow-up after direct ptca for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 32: 1320 - 1325
99. Waldecker B (2003) Der Plötzliche Herztod. *Notfall & Rettungsmedizin* 6:313 - 317
100. Wannamethee G, Shaper AG, Macfarlane PW, Walker M (1995) Risk factors for sudden cardiac death in middle-aged British men. *Circulation* 91:1749 - 1756
101. Warwick JP, Mackie M, Spencer I. (1995) Towards early defibrillation - a nurse training programme in the use of automated external defibrillators. *Resuscitation*; 30:231 - 235
102. Weaver WD., Copass MK., Bufe D., Hallstrom AP., Cobb LA. (1984) Improved neurologic recovery and survival after early defibrillation. *Circulation* 69 (5): 943 - 948
103. Wik L, Dorph E, Auestad B, Stehen PA (2003) Evaluation of a defibrillator-basic cardiopulmonary resuscitation programme for non medical personnel. *Resuscitation* 56: 167 - 172

104. Wilson E, Brooks B, Tweed WA (1983) CPR skill retention of lay basic rescuers. *Ann Emerg Med* 12:482 - 484
105. Woollard M, Whitfield R, Smith A, Colquhoun M, Newcombe RG, Vetter N, Chamberlain D (2004) Skill acquisition and retention in automated external defibrillator (AED) use and CPR by lay responders: a prospective study. *Resuscitation* 60: 17 - 28
106. Wren C, O'Sullivan J, Wright C (2000) Sudden death in children and adolescents. *Heart* 83: 410 – 413
107. Zulage Englisch: Medtronic Emergency Response Systems (2006) LIFEPAK 500 Automated External Defibrillator Operating Instructions. MIN 3005338-011 / CAT. 26500-002364
108. Zipes D, Wellens H (1998) Sudden cardiac death. *Circulation* 98: 2334 - 2351

## 9. Anhang

### 9.1 Anlage 1: Bewertungsbogen - Praktischer Teil

Name		Männlich		Betrieb	
Vorname		Weiblich		Alter	

<input type="checkbox"/> keine Vorkenntnisse in 1.Hilfe	<input type="checkbox"/> Führerscheinbesitz (nach 1986- inklusive LSM*)	<input type="checkbox"/> Erste-Hilfe-Ausbildung/-Training
<input type="checkbox"/> spezielle Ausbildung (z.B. Rettungshelfer, Rettungssanitäter, Rettungsassistent, Krankenschwester) <u>Bitte beschreiben</u>		

\*LSM (Lebensrettende Sofortmaßnahmen 2 Doppelstunden)

Maßnahmen	Korrekt		Punkte
(1) Diagnostik - Ansprechen / Anfassen - Prüfung weiterer Lebenszeichen	<input type="checkbox"/> Ja (2 Punkt) <input type="checkbox"/> Ja (2 Punkt)	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nein	
(2) Notruf veranlassen - korrekte Notrufnummer gewählt - Inhalt des Notrufs korrekt	<input type="checkbox"/> Ja (2 Punkt) <input type="checkbox"/> Ja (2 Punkt)	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nein	
(3) korrekte Elektrodenplatzierung	<input type="checkbox"/> Richtig (5 Punkte)	<input type="checkbox"/> Falsch	
(4) Analysephase 1 „Patienten nicht berühren“	<input type="checkbox"/> Pat. nicht berührt (5 Pkt.)	<input type="checkbox"/> Pat. berührt	
(5) Warnhinweis vor 1. Schockabgabe	<input type="checkbox"/> Gegeben (5 Pkt.)	<input type="checkbox"/> Nicht gegeben	
(6) Zeit bis 1. Defibrillation	<input type="checkbox"/> < 90 Sekunden (2 Punkte)	<input type="checkbox"/> > 90 Sekunden	
(7) Atemspende (über Zeitraum 1 Minute) 10 – 16 Atemspenden bei sichtbarem Heben und Senken des Brustkorbs	<input type="checkbox"/> Ja (5 Pkt.)	<input type="checkbox"/> Nein	
(8) Herzdruckmassage (über Zeitraum 1 Min.) - Druckpunkt mehrheitlich richtig - Frequenz zwischen 90 und 110 / Minute - Drucktiefe mehrheitlich richtig	<input type="checkbox"/> Ja (2 Punkte) <input type="checkbox"/> Ja (2 Punkte) <input type="checkbox"/> Ja (2 Punkte)	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nein	
<b>Gesamtpunkte (max. 36 Punkte)</b>			
Prüfung bestanden? <input type="checkbox"/> Ja (mindestens 22 Punkte) <input type="checkbox"/> Nein	Name und Unterschrift des Prüfers		Datum



## 9.2 Anlage 2: Schriftliche Erfolgskontrolle – Grundlehrgang

Name, Vorname	Betrieb/Firma	Datum

	Erreichbare Punkte	Ergebnis
<b>1. Welche Aussage ist richtig?</b> (Nur eine Antwort ankreuzen)	<b>3</b>	
a) Halbautomatische Defibrillatoren (AED-Geräte) dürfen nur bei Menschen eingesetzt werden, die bewusstlos sind und einen Atem- und Kreislaufstillstand haben.		
b) Halbautomatische Defibrillatoren (AED-Geräte) dürfen auch auf nassem Untergrund eingesetzt werden.		
c) Halbautomatische Defibrillatoren (AED-Geräte) dürfen auch von Personen eingesetzt werden, die keine entsprechende Geräteeinweisung erhalten haben.		
<b>2. Ab welchem Lebensalter darf ein Mensch mit einem AED defibrilliert werden?</b> (Nur eine Antwort ankreuzen)	<b>2</b>	
a) 15 Jahre		
b) 20 Jahre		
c) 8 Jahre		
<b>3. Ab welchem Körpergewicht darf ein Mensch mit einem AED <u>nicht</u> defibrilliert werden?</b> (Nur eine Antwort ankreuzen)	<b>2</b>	
a) Körpergewicht unter 50 Kilogramm		
b) Körpergewicht unter 35 Kilogramm		
c) Die Anwendung ist gewichtsunabhängig		

Fortsetzung nächste Seite

<b>4. Welche der Aussage(n) ist richtig?</b> (Mehrere Antworten sind richtig)	<b>6</b>	
a) Der Helfer, der das Frühdefibrillationsgerät (AED) bedient ist Chef und gibt den Ablauf der Maßnahmen vor.		
b) Während der Analyse und der Durchführung der Defibrillation darf der Patient nicht berührt, auch nicht beatmet werden.		
c) Unmittelbar vor der Defibrillation ist <u>nochmals</u> der Puls zu prüfen.		
<b>5) Sie werden zu einem Notfall in einer Abteilung gerufen und führen den halbautomatischen Defibrillator (AED) mit sich. Ein Mann liegt regungslos am Boden. Sie stellen einen Atem- und Kreislaufstillstand fest. Welche Maßnahmen führen Sie <u>sofort</u> durch?</b> (Nur eine Antwort ist richtig)	<b>3</b>	
a) Abteilungsleiter und Sicherheitsdienst verständigen.		
b) Halbautomatischen Defibrillator (AED-Gerät) bereitstellen und einschalten.		
c) Oberkörper des Patienten freimachen und Durchführung der Herzdruckmassage.		

**6. Wie verhalten Sie sich bei einer Funktionsstörung des AED?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Bis zu 4**

**Gesamtpunkte**

**Von max. 20**

<b>Schriftliche Erfolgskontrolle erfolgreich absolviert</b> (erfolgreich = 10 Punkte und mehr)		
---	--	--

<b>Name des Arztes/Ausbilders</b>
-----------------------------------

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## 9.3 Anlage 3: Schriftliche Erfolgskontrolle nach sechs/zwölf Monaten

Name	Betrieb/Firma	Datum

Ist die Aussage richtig oder falsch? (jeweils bitte ankreuzen)	Richtig	Falsch	Korrekt (1Punkt)
Wenn Sie bei einem bewusstlosen Menschen als Ersthelfer eintreffen, der keine ausreichende Atemtätigkeit hat, beatmen sie zweimal den Patienten.			
Bei einem Patienten mit einem Herz-Kreislaufstillstand warten mit der Herz-Lungen- Wiederbelebung (HLW), bis Sie einen automatisierten Defibrillator (AED) zur Verfügung haben.			
Bei einem Patienten mit heftigen Brustschmerzen (Verdacht auf Herzinfarkt) und vollem Bewusstsein darf trotzdem der AED eingesetzt werden.			
Das Anlegen der Elektroden erfolgt immer erst, nachdem keine Lebenszeichen festgestellt wurden.			
Die Elektroden können zur Not auch auf den bekleideten Oberkörper des Patienten geklebt werden.			
Die Elektroden müssen spätestens nach der zweiten Defibrillation ausgetauscht werden.			
Das Anlegen der Elektroden darf nur von Personen durchgeführt werden, die eine Geräteinweisung erhalten haben.			
Bei stark schweißigen Patienten sollte der Oberkörper vor dem Festkleben der Elektroden abgetrocknet werden.			
Das Verhältnis der Beatmung zur Herzdruckmassage beträgt 2:15.			

Fortsetzung nächste Seite

<b>Bevor Sie die Schock-Taste betätigen, müssen sie:</b>	<b>Richtig</b>	<b>Falsch</b>	<b>Korrekt (1Punkt)</b>
noch einmal den festen Sitz der Elektroden überprüfen.			
darauf achten, dass niemand den Patienten berührt.			
bei Kindern und Jugendlichen, die Angehörigen fragen, ob sie mit dieser Maßnahme einverstanden sind.			

<b>Sie werden zu einem Notfall gerufen und führen einen AED mit sich. Dort angekommen, finden Sie ein ca. 4 Jahre altes bewusstloses Kind vor. Was machen Sie?</b>	<b>Richtig</b>	<b>Falsch</b>	<b>Korrekt (1Punkt)</b>
Den AED bereitstellen und einschalten.			
Sie vergewissern sich, dass ein Notruf erfolgt ist.			
Atmung und Lebenszeichen bei dem Kind überprüfen.			
<b>Wenn der AED keine Schockabgabe empfiehlt und der Patient offensichtlich nicht atmet, müssen Sie:</b>	<b>Richtig</b>	<b>Falsch</b>	<b>Korrekt (1 Punkt)</b>
Die Maßnahmen komplett abbrechen und auf den Rettungsdienst warten.			
Mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) beginnen.			
Die Elektroden neu fixieren.			

<b>Bevor Sie die Schock-erneut Taste betätigen, müssen Sie:</b>	<b>Richtig</b>	<b>Falsch</b>	<b>Korrekt (1 Punkt)</b>
Den AED zunächst aus- und wieder einschalten.			
Den Umstehenden mitteilen, dass sie zurücktreten sollen.			

<b>Gesamtpunkte max. 20</b>	<b>Es müssen 10 Punkte erreicht werden</b>	
-----------------------------	--	--

<b>Schriftliche Erfolgskontrolle erfolgreich absolviert (erfolgreich =10 Punkte und mehr)</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
<b>Name des Arztes/Ausbilders</b>	<b>Unterschrift</b>	

## 9.4 Anlage 4: Auszug aus den Empfehlungen der Bundesgemeinschaft für erste Hilfe der Bundesärztekammer

[Bag EH: Gemeinsame Grundsätze zur Frühdefibrillation durch Laien. 18.06.2001]

### 2. Aus- und Fortbildung von Ersthelfern in Frühdefibrillation

Die Ausbildung muss (gemäß § 22 Abs. 1 Satz 3 Medizinproduktegesetz) neben den Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation die Gewähr für eine sachgerechte Handhabung des automatischen externen Defibrillators bieten. Der Ersthelfer muss durch den Hersteller des Gerätes oder durch eine nach § 5 Abs. 1, Medizinproduktebetreiberverordnung vom Betreiber beauftragte Person unter Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung in die sachgerechte Handhabung des automatisierten externen Defibrillators eingewiesen sein.

#### ***Teilnahmevoraussetzung:***

- Teilnahme an einem Erste-Hilfe-Lehrgang und/oder Erste-Hilfe-Training innerhalb der letzten 12 Monate.
- Mindestalter: 18 Jahre

#### ***Teilnehmerzahl:***

- 8 - 10 Personen

#### ***Umfang:***

- Mindestens sieben Unterrichtsstunden

#### ***Inhalt:***

- Diagnostik / Indikation
- Algorithmen
- Reanimationstraining ohne Hilfsmittel
- Geräteeinweisung nach MPG
- Training mit halbautomatischen externen Defibrillatoren (AED)
- Auswertung und Dokumentation von Einsätzen
- Lernzielkontrolle

#### ***Auffrischung:***

- vier Unterrichtsstunden
- mindestens einmal jährlich

## 9.5 Anlage 5: Auszug aus dem Medizinproduktegesetz

### *Gesetz über Medizinprodukte*

*(Medizinproduktegesetz - MPG) vom 2. August 1994 (BGBl. I S. 1963), geändert durch das Erste Gesetz zur Änderung des Medizinproduktegesetzes (1.MPG-ÄndG) vom 6. August 1998 (BGBl. I S. 2005)*

#### - A U S Z U G -

§ 22 Vorschriften für das Errichten, Betreiben und Anwenden aktiver Medizinprodukte

(1) Aktive Medizinprodukte dürfen nur ihrer Zweckbestimmung entsprechend, nach den Vorschriften dieses Gesetzes und hierzu erlassener Rechtsverordnungen, den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften errichtet, betrieben und angewendet werden. Sie dürfen nicht betrieben und angewendet werden, wenn sie Mängel aufweisen, durch die Patienten, Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können. Aktive Medizinprodukte dürfen nur von Personen angewendet werden, die auf Grund ihrer Ausbildung oder ihrer Kenntnisse und praktischen Erfahrungen die Gewähr für eine sachgerechte Handhabung bieten.

### *Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten*

*(Medizinprodukte-Betreiberverordnung - MPBetreibV -)*

*vom 29. Juni 1998 (BGBl. I S. 1762)*

#### - A U S Z U G -

§ 5 Betreiben und Anwenden

(1) Der Betreiber darf ein in der **Anlage 1** aufgeführtes Medizinprodukt nur betreiben, wenn zuvor der Hersteller oder eine dazu befugte Person, die im Einvernehmen mit dem Hersteller handelt,

1. dieses Medizinprodukt am Betriebsort einer Funktionsprüfung unterzogen hat und
2. die vom Betreiber beauftragte Person anhand der Gebrauchsanweisung sowie beigefügter sicherheitsbezogener Informationen und Instandhaltungshinweise in die sachgerechte Handhabung, Anwendung und den Betrieb des Medizinproduktes sowie in die zulässige Verbindung mit anderen Medizinprodukten, Gegenständen und Zubehör eingewiesen hat.

Eine Einweisung nach Nummer 2 ist nicht erforderlich, sofern diese für ein baugleiches Medizinprodukt bereits erfolgt ist.

## **Lebenslauf**

"Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht."

"Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht."



## Eidesstattliche Versicherung

Ich, Roland Krämer, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

„Laienreanimation: Gibt es eine optimale Ausbildungsdauer?

Eine prospektiv randomisierte Studie“

selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -[www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum 22.03.2014

Unterschrift

## **Danksagung**

Hiermit geht ein großer Dank an  
meine Eltern,  
Freunde und Lehrer,  
die mich während dieser Arbeit  
unterstützt haben.