

**Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Norbert Roewer**

**Die Untersuchung innerklinischer Herz-Kreislaufstillstände mit Gebrauch eines
AED am Beispiel eines Universitätsklinikums-
eine retrospektive Beobachtungsstudie**

Inaugural – Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät**

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

**Tina Alexandra Vollmer
aus Ludwigsburg**

Würzburg, September 2017

Referent:

Prof. Dr. Thomas Wurmb

Korreferent:

PD Dr. Dirk Weismann

Dekan:

Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

24. Juli 2018

Die Promovendin ist Ärztin

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung	1
I.1	Hintergrund	1
I.2	Der innerklinische Notfall – Definition und Bedeutung	6
I.3	Frühdefibrillation und AED	7
I.4	Zielsetzung und Fragestellung dieser Arbeit	13
II.	Materialien und Methodik	13
II.1	Studiendesign	13
II.2	Setting	13
II.3	AED-Programm	16
II.4	Einsatzerfassung	23
II.5	Datenerfassung	24
II.6	Datenanalyse	25
III.	Ergebnisse	25
III.1	Patientenzahlen, ein- und ausgeschlossene Datensätze	25
III.2	Einsatzbezogene Ergebnisse	26
III.3	Parameter der Reanimationsqualität	27
III.4	Patientenbezogene Ergebnisse	29
III.5	Outcome	32
III.6	Ergebnisse der Fragebogenauswertung	32
IV	Diskussion	33
V	Zusammenfassung	43
	Literaturverzeichnis	45
	Abbildungsverzeichnis	52
	Anhang	54

I. Einleitung

I.1 Hintergrund

Im Jahre 2015 verstarben in der Bundesrepublik Deutschland mehr als 356 000 Menschen aufgrund einer Erkrankung des Herz-Kreislaufsystems oder eines akuten Herzinfarktes. Das entspricht einem Anteil von 39 % aller Todesfälle wie in Abbildung 1 ersichtlich. Damit steht die Herz-Kreislauf-Erkrankung an erster Stelle aller Todesfälle in Deutschland gefolgt von bösartigen Neubildungen [33]. Der plötzliche Herztod (PHT) stellt hierbei die häufigste tödliche Ursache einer Herz-Kreislauf-Erkrankung dar und ist definiert als unerwarteter Tod infolge eines irreversiblen Herz-Kreislauf-Stillstandes.

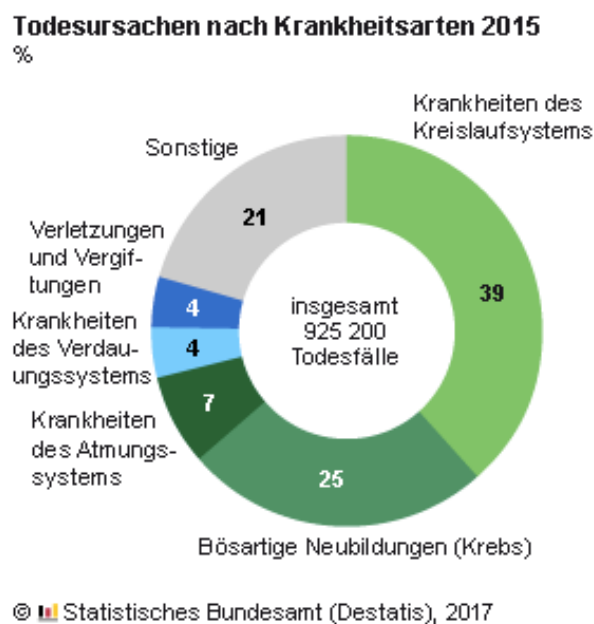


Abb. 1: Todesursachen nach Krankheitsarten 2015

Vorausgehend ist meistens eine Herzrhythmusstörung als Teil eines multifaktoriellen Geschehens. So liegt bei den meisten Patienten, die unerwartet versterben, eine koronare Herzkrankheit, und daraus folgend ein Myokardinfarkt vor. Auf eine ventrikuläre Tachykardie folgt Kammerflimmern, das dann wiederum hypoxiebedingt in eine Asystolie ohne jede Form der elektrischen Herzaktivität übergeht. In der

Mehrzahl der Fälle (90%) sind tachykarde Herzrhythmusstörungen (ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern) ursächlich für den PHT. Lediglich 5-10 % aller Ursachen des plötzlichen Herztodes sind bradykarde Herzrhythmusstörungen [64, 65]. Dabei können die malignen tachykarden Herzrhythmusstörungen viele verschiedene Ursachen haben: neben der koronaren Herzkrankheit können auch Elektrolytstörungen, QT-Zeit-Verlängerungen, Kardiomyopathien oder metabolische Faktoren in Frage kommen. Insbesondere bei Vorliegen einer Herzinsuffizienz muss das Ausmaß der linksventrikulären Pumpfunktionsstörung berücksichtigt werden [15]. Es gilt als erwiesen, dass weltweit durchschnittlich nur 5-8% aller Patienten mit einem Herz-Kreislaufstillstand durch Kammertachykardien bzw. Kammerflimmern dieses Ereignis überleben [50, 65].

Die American Heart Association (AHA) hat bereits im Jahre 2000 die frühe Defibrillation unter Zuhilfenahme eines Automatischen Externen Defibrillators (AED) als oberstes Ziel in der Therapie des plötzlichen Herztodes beschrieben [4]. So wurde die Defibrillation in den Richtlinien von ILCOR sowie AHA mit der Evidenzklasse I versehen [21]. Entscheidender Faktor ist dabei das Zeitintervall vom Auftreten des Herz-Kreislaufstillstandes bis zum Beginn der Maßnahmen wie Herz-Lungen-Wiederbelebung und Defibrillation. Dabei gilt, dass das Zeitintervall zwischen Auftreten eines Herz-Kreislaufstillstandes und dem Beginn der Maßnahmen umgekehrt proportional zur Überlebensrate ist.

Larsen et al. konnten in ihrer Untersuchung aus dem Jahre 1993 zeigen, dass die Überlebensrate nach einem außerklinischen Herz-Kreislaufstillstand pro Minute um 5,5% sinkt, sofern nicht unmittelbar nach dem Ereignis mit Wiederbelebensmaßnahmen begonnen wird [42]. Die nachfolgenden Schaubilder verdeutlichen diese These. Als suffiziente Wiederbelebensmaßnahmen bezeichnen Larsen et al. die Basismaßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung (BLS), die Defibrillation sowie die erweiterten Maßnahmen der Reanimation (ACLS). Sie konnten in ihre Studie über 1 600 Patienten mit einem Herz-Kreislaufstillstand einschließen. Erfolgten alle drei der genannten Maßnahmen unmittelbar nach erfolgtem Herz-Kreislaufstillstand lag die Überlebensrate bei 67%. Blieben jedoch die Basismaßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung aus sank die Überlebensrate um 2,3%. Bei nicht erfolgter Defibrillation sank die Überlebensrate um 1,1% und bei Ausbleiben der erweiterten Maßnahmen um 2,1%.

Folgende Schaubilder der Arbeit von Larsen et al. in Abbildung 2 verdeutlichen die Unterschiede bezüglich der Überlebensraten in Abhängigkeit der erfolgten Maßnahmen.

Figures 1-4.

Survival from cardiac arrest for 1) EMT system with response time of four minutes; 2) EMT-D system with a response time of four minutes; 3) EMT-D system with a response time of ten minutes; 4) paramedic system with a response time of four minutes.

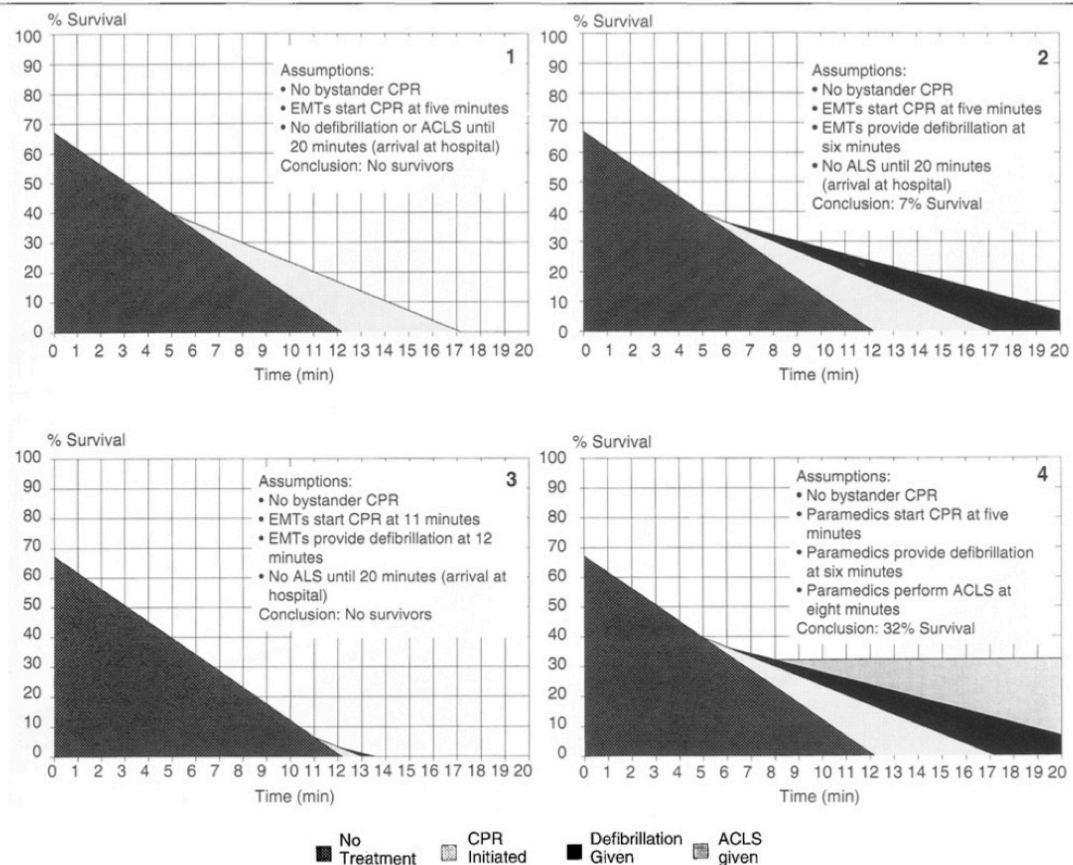


Abb. 2: Unterschiedliche Überlebensraten nach Herz-Kreislaufstillstand [42]

Unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der Überlebensraten werden bei außerklinischen („out-of-hospital cardiac arrest“, OHCA) bzw. innerklinischen („in-hospital cardiac arrest“, IHCA) Herz-Kreislaufstillständen erzielt. Atwood et al. haben Daten aus Studien zu OHCA im Zeitraum zwischen 1980 und 2004 untersucht. In 37 europäischen Städten unterschiedlicher Einwohnerzahl wurden die Überlebensraten nach OHCA analysiert [5]. Lediglich 10,7% beträgt die Überlebensrate bis zur

Krankenhausentlassung nach rettungsdienstlich behandeltem Herz-Kreislaufstillstand bezogen auf alle initial detektierten Rhythmen. Bei Kammerflimmern, das bei 25-30% aller OHCA auftritt, beträgt die Überlebensrate 21,2%. Diese Tatsache begründet sich möglicherweise darauf, dass bis zur Erfassung des initialen Rhythmus in vielen Fällen eine Ventrikuläre Tachykardie oder ein Kammerflimmern bereits in eine Asystolie übergegangen ist. Einen deutlichen Anstieg in der Überlebensrate nach OHCA konnten Fothergill et al. in einem 5-Jahres-Zeitraum nachweisen [25]. Dabei wurden die Daten des Londoner Rettungsdienstes zwischen 2007 und 2012 retrospektiv für Patienten, die die sogenannten Utstein-Kriterien erfüllten, untersucht. Die Utstein-Kriterien sind Leitlinien, erstellt im Jahre 1991 für den Rettungsdienst zur einheitlichen Erfassung von Herz-Kreislaufstillständen. Desweiteren muss der Herz-Kreislaufstillstand von einem Augenzeugen beobachtet werden. Fothergill et al. konnten insgesamt 2612 Patienten in die Untersuchung einschließen. Den deutlichen Anstieg in der Überlebensrate bis zur Krankenhausentlassung von 12% im Jahre 2007 auf 32% im Jahre 2012 führen die Autoren zum einen auf ein aufwändig gestaltetes Schulungsprogramm der Mitarbeiter des Rettungsdienstes zurück. Zudem wurden im Jahre 2010 über 30 000 Bürger im schnellen und effektiven Umgang mit einem Herz-Kreislaufstillstand geschult und weitere AEDs in London verteilt. Gerade das geschärfte öffentliche Bewusstsein über das Erkennen und den korrekten Umgang mit einem Herz-Kreislaufstillstand haben möglicherweise zu einem verbesserten Outcome beigetragen.

Ähnlich schlechte Überlebensraten wie beim OHCA finden sich in der Literatur für innerklinische Herz-Kreislaufstillstände (IHCA). Dies scheint verwunderlich in Anbetracht der vielfältigeren personellen sowie logistischen Ressourcen in einem Krankenhaus. Anhand der Utstein-Kriterien kann ein Herz-Kreislaufstillstand als innerklinisch bezeichnet werden, sofern der Patient zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme einen Puls hat. Sandroni et al. konnten im Jahre 2007 in einer Zusammenschau im Zeitraum von 1981 bis 2006 eine Inzidenz an innerklinischen Herz-Kreislaufstillständen zwischen 0,1 und 0,5 % pro 1000 Krankenhausaufnahmen feststellen. Die durchschnittliche Überlebensrate liegt dabei zwischen 15 und 20 % [57]. Das Outcome ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Maligne Tumoren, Sepsis oder Nierenversagen zählen die Autoren zu den Faktoren, die das Entstehen eines Herz-Kreislaufstillstands beeinflussen und sich ungünstig auf das Überleben auswirken. Effiziente Herzdruckmassage mit einer Frequenz von mindestens 100/min und einer Drucktiefe von mindestens 5 cm unter Zuhilfenahme eines AED korrelieren mit einer

höheren Überlebensrate [28]. Jedoch sind lediglich 25-35 % aller IHCA's defibrillierbare Rhythmen wie Kammerflimmern (KF) oder Ventrikuläre Tachykardien (VT) mit einem entsprechend besseren Outcome. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Kanoupakis et al. in ihrer Arbeit aus dem Jahre 2012 [36]. Dabei zählt auch er verschiedene Einflussfaktoren wie den initialen Rhythmus und die Zeit bis zum ersten Schock zu den entscheidenden Kriterien, welche die Überlebensrate beeinflussen. Sind bei den OHCA's die Mehrheit aller Initialrhythmen defibrillierbar, so sind es bei den IHCA's lediglich 20-35%. Kanoupakis erklärt dieses Phänomen mit der unterschiedlichen Pathophysiologie: während bei den OHCA's die Ischämie der auslösende Faktor eines Herz-Kreislaufstillstandes ist, sind es bei den IHCA's Hypoxie und Hypotonie, welche nicht defibrillierbare Rhythmen wie Pulslose Elektrische Aktivität oder Asystolie hervorrufen. Bezüglich der Zeit bis zum ersten Schock für innerklinisches KF/VT gibt Kanoupakis Überlebensraten von 38% bzw. 21% an, je nachdem ob der Schock innerhalb oder nach den ersten drei Minuten nach Eintreten des Ereignisses erfolgt. Besondere Bedeutung misst er den Faktoren bei, welche dem Intervall vor Auftreten eines Herz-Kreislaufstillstandes zuzuordnen sind. In erster Linie sind dies das Erkennen eines gefährdeten Patienten sowie vorbeugende Maßnahmen [36].

Um eine Verbesserung des Überlebens bei innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand zu erzielen, ist es essentiell, die Zeit vom Auftreten eines Herz-Kreislaufstillstandes bis zur einleitenden Therapie vor allem der Defibrillation so gering wie möglich zu halten und frühzeitig mit den Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) zu beginnen. Die sogenannte „Überlebenskette“ („chain of survival“) in Abbildung 3 veranschaulicht dies bildlich [48].



Abb. 3: Überlebenskette („Chain of Survival“) [48]

Das erste Glied verdeutlicht die Notwendigkeit einen Herz-Kreislaufstillstand zu erkennen und schnell Hilfe herbeizuholen. Die beiden mittleren Teile zeigen die sofort einzuleitenden Therapiemaßnahmen wie Thoraxkompression und Defibrillation. Das letzte Glied schließlich soll veranschaulichen, dass auch die Postreanimationsphase für die Funktion lebenswichtiger Organsysteme wie Herz und Gehirn essentiell ist, um ein erhöhtes Outcome zu erzielen.

I.2 Der innerklinische Notfall – Definition und Bedeutung

Wie das statistische Bundesamt in einer Erhebung aus dem Jahre 2015 feststellte, wird sich der demographische Wandel zugunsten der älteren Bevölkerungsgruppen in den Jahren bis 2060 vollziehen. Insbesondere die Altersgruppe der über 65-Jährigen wird mit einem Anstieg von 34,5% in den Jahren von 2009 bis ins Jahr 2030 den stärksten Zuwachs erfahren [61]. Liegt der Anteil der über 65-jährigen im Jahr 2013 noch bei einem Fünftel der Gesamtbevölkerung steigt er mutmaßlich bis ins Jahr 2060 auf über 30% [31].

Mögliche Ursachen dafür liegen im medizinischen Fortschritt der Gegenwart, der abnehmenden körperlichen Belastung und der allgemein veränderten Lebensweise. Mit zunehmendem Alter steigt jedoch auch das Risiko für Krankheiten und damit die Zahl der Krankenhausbehandlungen an. An erster Stelle der Diagnosegruppen aller Krankenhausbehandlungen steht im Jahre 2008 die Erkrankung des Herz-Kreislauf-Systems gefolgt von bösartigen Neubildungen [61]. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt sicherlich in den altersspezifischen Erkrankungen der verschiedenen Bevölkerungsgruppen. Mit der Zunahme der stationär liegenden Risikopatienten steigt auch die Zahl innerklinischer Notfälle. Als innerklinischer Notfall wird eine erhebliche Bedrohung oder der Ausfall der Vitalfunktionen eines Patienten während eines stationären Aufenthaltes bezeichnet [55]. Dabei steht die klassische Reanimationssituation als innerklinischer Notfall prozentual an erster Stelle [58].

Innerklinisch wird die Notfallversorgung meist von einem sogenannten Reanimations- oder Notfallteam gewährleistet, das sich aus Ärzten und Mitarbeitern der Pflege zusammensetzt. Die ärztlichen und pflegerischen Teammitglieder kommen zumeist aus der Intensivmedizin und sind durch spezielle Trainings auf die besonderen Situationen geschult. Bis zum Eintreffen des Notfallteams sind es innerklinisch oftmals Mitarbeiter

der Pflege, die als Erste auf einen Notfall reagieren müssen. Ihnen kommt eine tragende Rolle bei der Bewältigung des Notfalls zu.

Gerade die ersten Minuten sind entscheidend für das Outcome eines Herz-Kreislauf-Stillstandes und den Erfolg einer Reanimation. Hierfür sind Maßnahmen des Basic-Life-Support (BLS) durch das Pflegepersonal und eine gut strukturierte Notfallalarmierung entscheidend. Bleiben die Maßnahmen wie Thoraxkompression und Beatmung durch den Ersthelfer aus, sinkt die Überlebenschance mit jeder Minute zwischen Kollaps und Defibrillation um 7-10% [42, 67, 70].

Neben den Maßnahmen des BLS ist eine frühzeitige Defibrillation essentiell. Eine Defibrillation innerhalb der ersten 2 Minuten nach Kollaps ist mit einer doppelt so hohen Überlebensrate verbunden im Vergleich zu einer Schockabgabe zu einem späteren Zeitpunkt [13]. Aus diesem Grund würde eine flächendeckende Ausstattung in einem Krankenhaus mit AEDs eine deutliche Verbesserung der Versorgungsstruktur bedeuten.

I.3 Frühdefibrillation und AED

Präklinisch

Einer der wichtigsten Faktoren, die über das Überleben nach einem Herz-Kreislaufstillstand entscheiden, ist die frühzeitige Defibrillation bei Kammerflimmern (KF) bzw. einer pulslosen ventrikulären Tachykardie (PVT), was bereits im Jahre 2000 in die Leitlinien übernommen und sowohl 2005 als auch 2010 und 2015 bestätigt wurde [4, 48, 50, 66]. Dabei gilt, dass KF/PVT selbst nicht entscheidend für das Outcome sind, wohl aber die frühe Unterbrechung durch Defibrillation, um einen Herzrhythmus mit spontaner Zirkulation herbeizuführen. Hierfür stehen verschiedene Geräte mit unterschiedlicher technischer Ausstattung zur Verfügung. Im Rettungsdienst kommen Defibrillatoren mit EKG-Funktion zum Einsatz. Darüberhinaus verfügen die meisten dieser Geräte zusätzlich über Funktionen wie Kapnometrie, Messung von Blutdruck, Temperatur und Sauerstoffsättigung und Herzschrittmacherfunktion. Verständlicherweise können solche Geräte nur von dafür eigens geschultem und ausgebildetem Personal wie dem Notarzt, dem Rettungsassistenten oder dem Notfallsanitäter eingesetzt werden. Einige Studien weisen darauf hin, dass die Überlebensrate nach einem Herz-Kreislaufstillstand, präklinisch oder innerklinisch, durchaus noch verbessert werden kann [62, 65]. Dies kann allerdings nur unter der

Voraussetzung geschehen, dass Reanimationen nicht nur von professionellen Rettungssystemen, sondern auch von Laienhelfern durchgeführt werden. Die Studienlage des prä-hospitalen Notfallmanagements ist diesbezüglich eindeutig: sowohl Überlebensraten als auch das neurologische Outcome von reanimationspflichtigen Patienten kann durch unterschiedliche Maßnahmen wie z.B. die Ausrüstung von Feuerwehren und Polizei mit AEDs verbessert werden [13, 21]. Als sogenannte „Frühdefibrillation“ wird eine Intervention mittels AED durch nicht-ärztliche Rettungskräfte verstanden. Dabei wird zwischen der „Public-Access-Defibrillation“ und der „First-Responder-Defibrillation“ unterschieden. Die Public-Access-Defibrillation bezeichnet die Defibrillation durch zufällig in der Nähe von AEDs anwesende untrainierte Personen. Im Gegensatz dazu versteht man unter der First-Responder-Defibrillation den Einsatz von AEDs durch trainierte Personen wie z.B. Feuerwehren oder auch Pflegepersonal in Kliniken. Der entscheidende Vorteil der Frühdefibrillation ist das verkürzte Zeitintervall vom Beginn des Herz-Kreislaufstillstandes bis zur ersten Defibrillation. Deutschlandweit finden sich an immer mehr öffentlichen Plätzen, in U-Bahnen, Flughäfen und großen Firmen AEDs. Am Frankfurter Rhein-Main-Flughafen ist ein solches AED-Projekt bereits im Jahre 2003 gestartet worden [26]: initial wurden die Terminals 1 und 2 mit insgesamt 16 AEDs an Standorten mit besonders hohem Personenaufkommen ausgestattet. Dazu wurden 1500 Personen als „First Responder“ geschult. Im Jahre 2008 kamen weitere 28 Geräte dazu. Im Zeitraum von 2003 bis 2010 kam ein AED bei 21 Patienten zum Einsatz, davon waren 86% Männer und 14% Frauen. 14 Patienten wurden bis 2008 mithilfe eines AED reanimiert, davon überlebten 5 Patienten ohne jegliche Folgeschäden (36%), bei 3 Patienten traten Folgeschäden auf (21%). Die restlichen 6 Patienten verstarben direkt (43%). Im folgenden Zeitraum bis 2010 wurde ein AED bei weiteren 7 Patienten mit nahezu gleichem Ergebnis eingesetzt.

Ebenso finden sich die AED-Geräte zum Beispiel in verschiedenen Bundesliga-Stadien, zum Beispiel in der Arena „Auf Schalke“ sowie in der Münchner U-Bahn und im Düsseldorfer Landtag. Jedoch ist in Deutschland im Vergleich zu den USA die Einführung der Frühdefibrillation erst relativ spät erfolgt. Bereits im Oktober 2000 wurde im New England Journal of Medicine eine Studie vorgestellt, die den Erfolg der Frühdefibrillation durch Mitarbeiter in Casinos zeigen konnte und somit auch das erfolgreiche Konzept der First-Responder-Defibrillation nachweisen konnte [68]. Bei dieser Studie wurden in insgesamt 32 Casinos in Nevada/USA mehr als 1300

Sicherheitskräfte theoretisch sowie praktisch in Herz-Lungen-Wiederbelebung und dem Umgang mit einem AED geschult. Innerhalb des Beobachtungszeitraums von ca. 2,5 Jahren von März 1997 bis Oktober 1999 wiesen von 148 Patienten 105 initial Kammerflimmern auf (71%), 56 dieser Patienten (53%) überlebten bis zur Entlassung aus der Klinik. Von jenen Patienten, welche innerhalb der ersten 3 Minuten nach Kreislaufstillstand defibrilliert wurden, überlebten 74%. Erfolgte die Schockabgabe nach den ersten 3 Minuten, betrug die Überlebensrate noch 49%.

In einer japanischen Studie aus dem Jahr 2010 wurde in einem 3-Jahres-Zeitraum der Effekt von landesweit zugänglicher „Public-Access-Defibrillation“ auf die Überlebensrate nach einem prä-hospitalen Herz-Kreislaufstillstand, OHCA, untersucht [37]. Mehr als 312 000 Patienten hatten einen solchen OHCA, über 12 000 wiesen als Initialrhythmus Kammerflimmern auf. 15% hatten eine 1-Monats-Überlebensrate mit leichtem neurologischem Defizit. Wurden die Patienten dagegen von Laienhelfern mit AEDs defibrilliert, betrug die 1-Monats-Überlebensrate über 30%. Mit Zunahme der öffentlichen AEDs konnte die durchschnittliche Zeit bis zum ersten Schock von 3,7 auf 2,2 Minuten reduziert und die Überlebensrate von 2,4 auf 8,9 pro 10 Millionen Einwohnern gesteigert werden. Hier konnte also ein eindeutiger Nutzen der AEDs nachgewiesen werden.

Ziel dieser flächendeckenden Versorgung mit AEDs ist die Gewährleistung einer frühzeitigen Unterbrechung des Kammerflimmerns insbesondere durch medizinische Laien. Somit soll die Zeit bis zum Eintreffen von professionellen Helfern wie Rettungsdienst und Notarzt überbrückt werden.

Innerklinisch

Doch nicht nur präklinisch muss die Versorgung von Notfallpatienten optimiert werden. Gerade stationär in einem Krankenhaus behandelte Patienten weisen ein hohes Risiko für kardiale und respiratorische Notfälle auf. Hierauf muss eine Klinik organisatorisch, personell und medizinisch vorbereitet sein. Daten aus den USA besagen, dass jährlich etwa 370.000-750.000 Patienten während eines stationären Aufenthaltes einen Herz-Kreislaufstillstand erleiden [51, 65]. Sandroni et al. sprechen von 1-5 unerwarteten Herz-Kreislaufstillständen/ 1000 stationären Aufnahmen pro Jahr. 15-20% aller reanimierten Patienten überleben dieses Ereignis [57]. Trotz der medizinischen Ressourcen und der hohen Dichte an Fachpersonal in einer medizinischen Einrichtung sind die Überlebensraten schlecht: weniger als 30% aller Patienten, die während ihres

Aufenthaltes in der Klinik einen Herz-Kreislaufstillstand erleiden, überleben dieses Ereignis [47]. Andere Quellen beziffern die Überlebensrate nach innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand sogar nur auf 18% [3].

Chan et al. konnten in einer bundesweiten Studie in den USA Daten von über 14 000 Patienten sammeln, die einen innerklinischen Herz-Kreislaufstillstand erlitten hatten [13]. In die Untersuchung einbezogen waren 369 Kliniken der Akutversorgung über einen Zeitraum von fünfeneinhalb Jahren. Einschlusskriterien waren das Mindestalter von 18 Jahren sowie KF (69,7%) bzw. VT (30,3%) als Initialrhythmus. Letztendlich wurden die Daten von 6789 Patienten analysiert und es konnte bei 30,1% dieser Patienten eine verspätete Defibrillation verzeichnet werden. Eine verspätete Defibrillation erfolgte definitionsgemäß mehr als 2 Minuten nach der initialen Erkennung des Kreislaufstillstandes. Dies hatte wiederum Auswirkung auf die Überlebensrate. Überlebten bei zeitgerechter Defibrillation 39,3% aller Patienten bis zur Krankenhausentlassung, so lag die Rate bei verspäteter Defibrillation lediglich bei 22,2%. Chan et al. konnten mit ihrer Studie einen direkten Zusammenhang zwischen der Zeit bis zur ersten Defibrillation und dem Überleben herstellen. Erfolgte die Defibrillation innerhalb der ersten 2 Minuten betrug die Überlebensrate 75,0%, nach 3 Minuten 66,3%, nach 4 Minuten 45,0%, nach 5 Minuten 48,7% und nach 6 Minuten 36,4%.

Die Ergebnisse dieser Studie beleuchten eindrucksvoll die Reanimationsqualität in Kliniken. Es kann festgestellt werden, dass trotz vorhandener Ressourcen in einem Krankenhaus die Überlebensraten im Vergleich zu Reanimationen außerhalb des Krankenhauses genauso niedrig sind. Gründe hierfür sind vielfältig: zum einen leiden viele der stationären Patienten unter schweren Grunderkrankungen, welche die Überlebenswahrscheinlichkeit von vornherein herabsetzen. Andererseits muss erwähnt werden, dass organisatorische Mängel und lückenhafte Ausbildung seitens des ärztlichen als auch des pflegerischen Personals vorliegen [16]. Dazu kommt, dass aufgrund von baulichen Gegebenheiten es mitunter für das Notfallteam schwierig sein kann, bestimmte Teile eines großen Klinikums zeitnah zu erreichen.

Die Etablierung eines klinikinternen Notfallsystems bedarf aus diesem Grund einer guten Organisation und Führungsstruktur: bezüglich Notfallteam, Alarmierungsplänen, Ausrüstung des Notfallteams und Dokumentation sollte ein einheitliches System erstellt werden. Planung und Aufsicht sollte von einem interdisziplinären Team bestehend aus Mitarbeitern der Pflege, ärztlichen Mitarbeitern sowie der Medizintechnik übernommen

werden. Eine Studie von Sandroni et al. konnte in einem 2-Jahres-Zeitraum den Zusammenhang zwischen Überlebensrate nach innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand und Vorhandensein eines AED sowie des schnellen Eingreifens eines Notfallteams feststellen [56]. Untersucht wurde das Outcome nach Herz-Kreislaufstillstand auf einer peripheren Station, wo kein AED verfügbar war und bis zum Einschreiten des Notfallteams mehr Zeit verging im Gegensatz zu einer Überwachungs- bzw. Intensivstation. Sowohl das Vorhandensein eines AEDs als auch die Zeit bis zum Eintreffen des Notfallteams konnten die Überlebensrate positiv beeinflussen. Es gibt nur wenige Kliniken in Deutschland, die flächendeckend mit AEDs ausgestattet sind.

Auch die Studienlage über die Ausstattung einzelner Kliniken mit AEDs in Deutschland ist lückenhaft. Eine Untersuchung am Universitätsklinikum Essen aus dem Jahre 2011 konnte einen Zusammenhang zwischen Überlebenschancen nach einer lebensbedrohlichen Reanimationssituation und einem gut organisierten sowie apparativ und personell adäquat ausgestatteten Reanimationsteam herstellen. Der für diese Untersuchung auserwählte Zeitraum von 2 Jahren ergab insgesamt 132 Notfalleinsätze. Ungefähr zwei Drittel aller Einsätze waren erwartungsgemäß kardialer oder respiratorischer Ursache. In 42% aller Einsätze war eine mechanische Reanimation erforderlich. 39 Patienten, die primär erfolgreich reanimiert wurden, wurden initial intensivmedizinisch betreut. 33% dieser Patienten konnten am Ende erfolgreich entlassen werden. Das Notfallteam ist mit einem Defibrillator mit EKG-Funktion, einem Reanimationsrucksack und einem Gerät zur automatischen Thoraxkompression ausgestattet. Ein AED kam jedoch nicht zum Einsatz [40].

Es kann jedoch als sicher angesehen werden, dass mit der Einführung von Frühdefibrillationsprogrammen und Installation von AEDs insofern Vorteile entstehen, dass Kliniken gezwungen sind, Alarmpläne und Notfallteams zu bilden und das Personal sich einer Reanimationsschulung unterziehen muss. Ein Konzept zum innerklinischen Notfallmanagement wurde im Jahre 2003 in der Universitätsklinik St.-Josef-Hospital der Ruhr-Universität Bochum ins Leben gerufen [53]. Ausgangspunkt waren die schlechten Reanimationsergebnisse nach einem innerklinischen Herz-Kreislaufstillstand wie sie auch schon mehrfach in der Literatur erwähnt wurden [13]. Das Bochumer Notfallmanagement-System basiert auf vier Säulen: zum einen wurde ein Notfallteam gegründet, das aus zwei Ärzten und einer intensiverfahrenen Pflegekraft besteht. Des Weiteren wurden insgesamt 15 sogenannte Defi-Punkte ausgewiesen, die neben einem AED auch einen Notfallkoffer sowie ein Notfalltelefon enthalten.

Zusätzlich wurde das Personal praktisch und theoretisch mit der Pathophysiologie des Herz-Kreislaufstillstandes und dem Umgang mit dem AED unterrichtet. Nach erfolgter Umsetzung des Gesamtkonzepts wurden sämtliche protokollierte Daten ausgewertet. Robert et al. betrachten ihr Konzept der „First-Responder-Defibrillation“ durchaus positiv: die Zahl an Patienten, die defibrillierbare Herz-Kreislaufstillstände aufweisen, ist innerklinisch zwar geringer als präklinisch, jedoch profitiert diese Patientengruppe durchaus von einer frühen Defibrillation [29, 53]. Auch die Gesamtüberlebensrate mit 29,2 % ist im Vergleich zu anderen Kliniken durchaus gut [57].

Das Universitätsklinikum Würzburg hat als eine der ersten Universitätskliniken in Deutschland den flächendeckenden Einsatz von AEDs als Pilotprojekt im Jahre 2007 gestartet. Das AED-Programm am Universitätsklinikum Würzburg (UKW) ist in Abbildung 4 dargestellt.

So wurden im Jahr 2007 am Universitätsklinikum Würzburg über 120 AEDs flächendeckend installiert, um die Zeit zwischen Beobachtung oder Meldung eines Herz-Kreislaufstillstandes und der ersten Schockabgabe möglichst gering zu halten. Die AEDs befinden sich auf Notfallwagen, die im gesamten Klinikum einheitlich ausgestattet sind. Das klinikinterne Notfallteam, das sich aus ärztlichem und nichtärztlichem Personal zusammensetzt, wird bei lebensbedrohlichen Notfällen, die sich auf dem Gelände des Universitätsklinikums ereignen, alarmiert.

Darüberhinaus wurde insbesondere das nichtärztliche Personal in der Erkennung und dem Umgang mit einem Herz-Kreislaufstillstand und dem AED geschult.

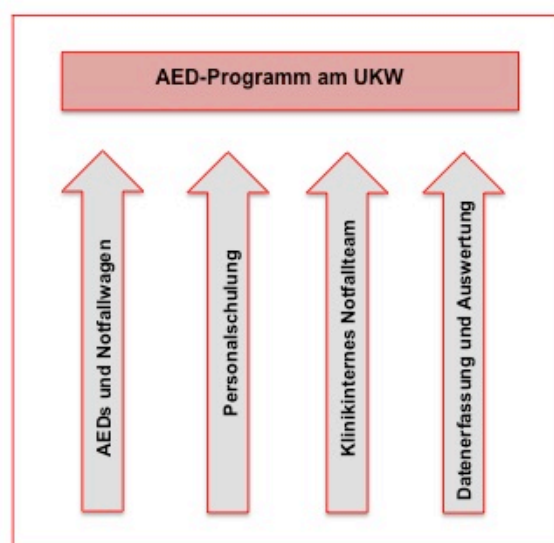


Abb. 4: AED-Programm am Universitätsklinikum Würzburg

I.4 Zielsetzung und Fragestellung dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Evaluation des Frühdefibrillationsprogramms nach Einführung am Universitätsklinikum Würzburg. Die Evaluation beinhaltet die Analyse von Qualitätsparametern der kardiopulmonalen Reanimation, das primäre Outcome, einsatzbezogene Daten, allgemeine und spezielle Daten zum Umgang mit dem AED sowie die Anwenderzufriedenheit mit dem AED und dem Notfallwagen.

II. Materialien und Methodik

II.1 Studiendesign

Bei der Untersuchung handelt es sich um eine retrospektive Datenanalyse. Die Datenerfassung erfolgte routinemäßig im Rahmen der qualitätssichernden Maßnahmen im Rahmen des AED-Programms. Personenidentifizierende Daten wurden nicht erfasst. Die Untersuchung wurde von der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät von einer Antragstellung befreit.

II.2 Setting

Die Untersuchung wurde im Zeitraum von 2010-2012 am Universitätsklinikum Würzburg durchgeführt. Das Universitätsklinikum Würzburg ist ein Klinikum der Maximalversorgung mit derzeit über 1400 Betten, verteilt auf 19 Kliniken und Polikliniken und versorgt jährlich mehr als 58 000 Patienten vollstationär, 11 000 teilstationär und weitere 258 000 ambulant (Stand 2016). Die Kliniken des UKW sind über einen großen Campus im Pavillonstil verteilt wie folgende Abbildung zeigt:

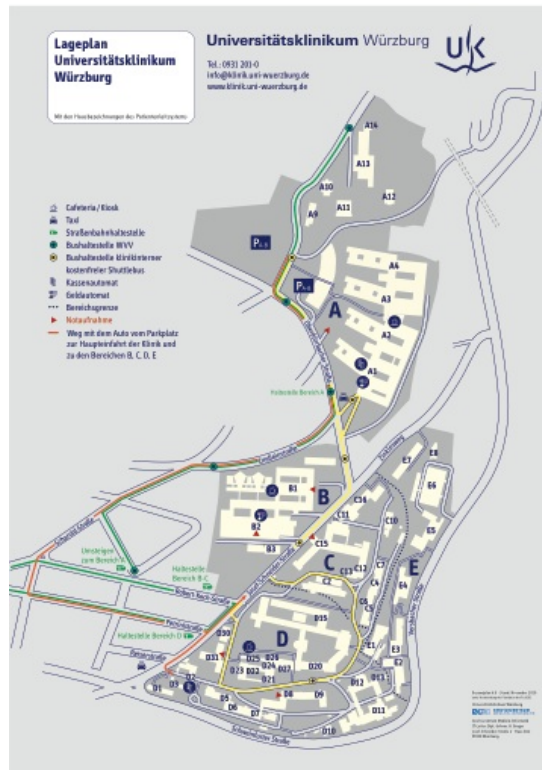


Abb. 5: Lageplan des Universitätsklinikums Würzburg

Analysiert wurden alle erfassten Einsätze des Notfallteams des UKW im oben genannten Zeitraum, bei denen ein AED zum Einsatz kam. Das Notfall-Team des Universitätsklinikums Würzburg besteht aus einem intensivmedizinisch tätigen Arzt im 4.-5. Weiterbildungsjahr mit Zusatzbezeichnung Notfallmedizin und einem Facharzt für Anästhesie und Intensivmedizin sowie einer Fachpflegekraft für Anästhesie und Intensivmedizin. Das Notfallteam ist für die Notfallversorgung auf dem gesamten Campus des UKW mit Ausnahme der Außenstandorte Psychiatrie und den Zahnkliniken zuständig. Diese Außenstandorte werden von Notarzt und Rettungsdienst versorgt. Über eine zentrale Notrufnummer (22222), die 24 Stunden ärztlich auf der anästhesiologischen Intensivstation besetzt ist, kann das Notfallteam angefordert werden. Befindet sich der Notfall in einem dezentralen Bereich, wird das Notfallteam samt Ausrüstung seit dem Jahre 2004 mit einem mit Sondersignal ausgestatteten Fahrzeug zum Einsatzort gefahren. Das Fahrzeug zeigt Abbildung 6.



Abb. 6: Einsatzfahrzeug Notfallteam UKW

Einsatzdokumentation

Alle Einsätze des Notfallteams werden schon während des Notrufes auf einem vorgefertigten Formular dokumentiert. Erfasst werden Datum, Uhrzeit, Notfallort und die Art des gemeldeten Notfalls.

Die Dokumentation und die Entgegennahme des Anrufes werden vom Stationsarzt der Anästhesiologischen Intensivstation durchgeführt. Die Dokumentationsbögen werden archiviert.

Die medizinische Versorgung der Patienten wurde nach dem im Untersuchungszeitraum geltenden Klinikstandard als Konsil im Krankenhausinformationssystem (SAP, SAP Deutschland SE+Co. KG, Walldorf, Deutschland) dokumentiert. Diese medizinischen Daten wurden für die Analyse nicht erfasst und waren nicht Teil der Fragestellung. Das Ausfüllen der Fragebögen (s.u.) wurde von den Pflegekräften der Station, auf der die Notfallversorgung stattgefunden hat, vorgenommen.

Mittels des Administrationsprogramms der Firma Zoll (Zoll Medical Deutschland GmbH, Köln, Deutschland) ist es möglich, die aufgezeichneten Daten kabellos über eine IrDA-Schnittstelle vom AED auf einen PC zu übertragen. Sowohl die Datenaufzeichnung des AED während einer Reanimation als auch die Auswertung des Fragebogens erfolgen anonym. Die Zuordnung zu einem bestimmten Patienten ist nicht möglich.

II.3 AED-Programm

Sefrin et al. haben bereits im Jahre 2004 unter anderem die Einführung von AEDs am Würzburger Universitätsklinikum zur Optimierung des Notfallmanagements gefordert [58].

2007 wurden zur weiteren Verbesserung der Versorgung vitaler innerklinischer Notfälle folgende übergeordnete Strukturen etabliert:

Einführung eines Frühdefibrillationsprogramms mit

- Flächendeckender Bereitstellung von Frühdefibrillationsgeräten (AED)
- Einheitlichen Notfallwagen mit verbindlicher Mindestausstattung
- Schulungskonzepten (AED+BLS) und einer
- umfassender Qualitätssicherung

Einführung des Frühdefibrillationsprogramms

Nach der American Heart Association (AHA) und ILCOR ist es das Ziel (Evidenzgrad 1) die Defibrillation innerhalb der ersten 3 Minuten nach beobachtetem Herz-Kreislaufstillstand erfolgen zu lassen. Betrachtet man den dezentralen Pavillon-Stil des Würzburger Universitätsklinikums leuchtet umso mehr die Notwendigkeit eines Frühdefibrillationsprogramms ein. Im Falle einer Reanimation in einem peripheren Bereich des Klinikums kann unmittelbar nach Feststellen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes durch anwesendes Pflegepersonal mit der kardiopulmonalen Reanimation unter Zuhilfenahme des AED begonnen werden und somit die Zeit bis zum Eintreffen des Notfallteams überbrückt werden. Eine Anforderung an die AED-Geräte war die Kompatibilität der Elektrodensysteme mit den vorhandenen Volldefibrillatoren, zusätzlich einfache Bedienbarkeit, Wartungsfreundlichkeit und ein EKG-Sichtfenster.

Bereitstellung von AEDs

Im Jahre 2007 wurde dieses umfassende Projekt realisiert. Es wurden 124 AED-Geräte angeschafft und auf die 87 Stationen und 22 Ambulanzen des Universitätsklinikums verteilt.

Am UKW kommt als AED das Modell AED Plus® Defibrillator (Firma Zoll Medical, Köln, Abb. 7) zum Einsatz. Als Volldefibrillatoren werden Geräte der M-Serie der Firma Zoll im gesamten Klinikum verwendet.



Abb. 7: AED Plus®, Zoll Medical Deutschland GmbH

Die Zoll CPR-D-padz® Elektrode, die Abbildung 8 zeigt, ist einteilig und entspricht in ihrer Größe dem Großteil der Brustkorbanatomie der Bevölkerung. Zur Orientierung dient ein rotes Fadenkreuz das zwischen der imaginären Linie der beiden Mamillen aufgeklebt werden soll. So bleiben die Elektroden auch im Verlauf der Reanimation stets in der richtigen Position.



Abb. 8: einteilige Elektrode mit rotem Fadenkreuz, Zoll Medical Deutschland GmbH

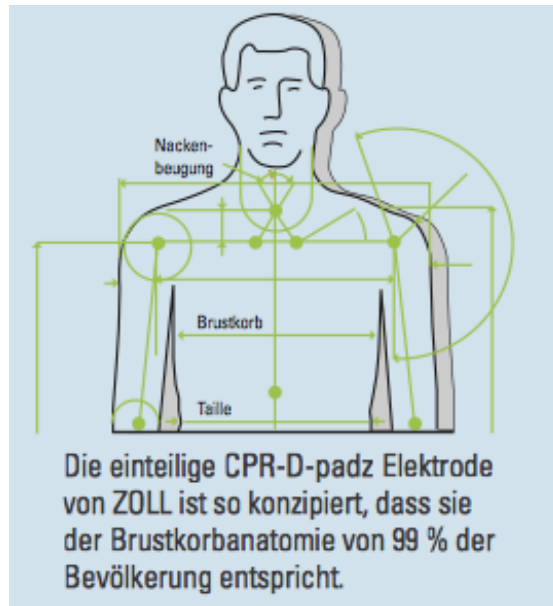


Abb. 9: CPR-D-padz® Elektrode, Zoll Medical Deutschland GmbH

Dies ermöglicht auch unerfahrenen Ersthelfern die korrekte Positionierung auf dem entblößten Thorax des Patienten (Abbildungen 9 und 10).



Abb. 10: Korrekte Positionierung der einteiligen CPR-D-padz® Elektrode, Zoll Medical Deutschland GmbH

Für Kinder stehen pädiatrische Defibrillationselektroden (Pedi-padz® II) zur Verfügung, die die für Kinder angemessene Energie bei der Defibrillation abgeben. Zudem verfügt das AED Plus®- Modell über die Real CPR Help Technologie®, dargestellt in Abbildung 11. Die Real CPR Help Technologie® gibt dem Anwender über den integrierten Elektrodensensor in Echtzeit Rückmeldung über Tiefe und Frequenz der Thoraxkompression.

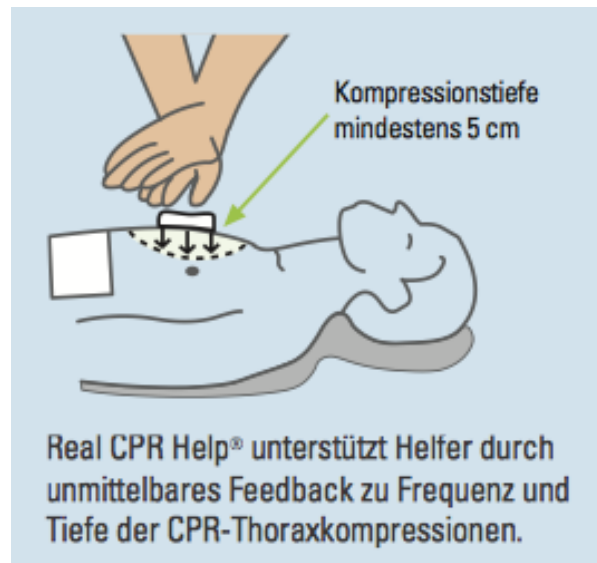


Abb. 11: Real CPR Help® Technologie, Zoll Medical Deutschland GmbH

Zur idealen Kompressionsfrequenz ist der AED Plus® mit einer Taktvorgabefunktion ausgestattet, die dem Helfer den korrekten Rhythmus vorgibt. Der Takt entspricht der von AHA und ERC empfohlenen Frequenz von mindestens 100 Thoraxkompressionen pro Minute.

Des Weiteren gibt der AED Plus audiovisuelle Unterstützung gemäß der ERC Rettungskette wie „Bewusstsein prüfen“ und „Notruf veranlassen“.

Entscheidend für die Qualität der Thoraxkompressionen ist jedoch nicht die aufgewendete Kraft, sondern die korrekte Drucktiefe, die nach den aktuellen ERC-Leitlinien mindestens 5 cm betragen soll. Über einen integrierten Beschleunigungssensor erkennt der AED Plus® die Drucktiefe des Helfers und kann gegebenenfalls korrigierende Anweisungen zur Optimierung der Thoraxkompression geben.

Der auf dem Display mitlaufende Balken zeigt in Echtzeit die Kompressionstiefe und über das Metronom wird der Helfer zu einer Kompressionsfrequenz von 100/ Minute angeleitet.

In der folgenden Abbildung ist rechts der mitlaufende Balken zu erkennen, der die Drucktiefe des Helfers anzeigt. Der Helfer drückt in diesem Fall nicht ausreichend und bekommt vom AED die Anweisung fester zu drücken („push harder“).

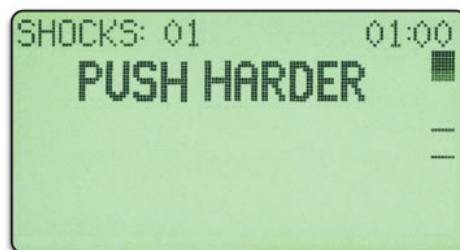


Abb. 12: Audiovisuelle Anweisung „Fester Drücken“, Zoll Medical Deutschland GmbH

Die Anweisung wird umgesetzt und die Thoraxkompressionen sind nun ausreichend tief wie Abbildung 13 zeigt. Der AED gibt die Rückmeldung „Kompressionen gut“ („good compressions“).



Abb. 13: Audiovisuelle Anweisung „Kompressionen gut“, Zoll Medical Deutschland GmbH

Durch die Kombination eines hochviskösen Polymer-Hydrogels mit einer Schaumstoffverstärkung wird die Hautkopplung der CPR-D-padz® Elektroden mit dem Patienten verstärkt. Dies führt zu einer geringeren Rate an Post-Schock-Hauteffekten wie z.B. Rötungen oder Hautschäden. Der Elektrodenkontakt der CPR-D-padz® Elektroden besteht aus Zinn, wodurch eine längere Haltbarkeit von 5 Jahren erzielt werden kann. Dadurch wird eine erhöhte Einsatzbereitschaft und eine vereinfachte Wartung des AED erreicht und somit eine Kostenreduktion ermöglicht.

Einheitlicher Notfallwagen

Mit Beginn des Frühdefibrillationsprogramms im Jahr 2007 wurden auf allen Normalstationen und Funktionsbereichen des UKW einheitliche Notfallwagen eingeführt. Dies sollte die vielen unterschiedlich bestückten Notfallwagen der verschiedenen Kliniken auf einen einheitlichen Standard bringen. Jeder Notfallwagen ist mit einem AED, einer Absaugeinheit, einer 5-Liter-Sauerstoffflasche, verschiedenen Materialien zur Sicherung des Atemwegs sowie Notfallmedikamenten ausgestattet. Abbildung 14 zeigt einen solchen Notfallwagen einer Normalstation im UKW.

Zur Sicherstellung des Atemwegs stehen verschiedene Endotrachealtuben, Larynxmasken und ein Beatmungsbeutel zur Verfügung. Die Notfallmedikamente umfassen im Wesentlichen Substanzen zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs, zur Sedierung/ Narkose und diverse Infusionslösungen. Darüberhinaus kann der Notfallwagen in leeren Fächern funktionsspezifisch bestückt werden.

Zur Qualitätssicherung muss der Inhalt des Notfallwagens in regelmäßigen Zeitintervallen auf Vollständigkeit und die Geräte wie AED und Absaugeinheit auf Funktionstüchtigkeit kontrolliert werden. Kontrolliert werden sollen täglich der AED auf Funktionstüchtigkeit und der Notfallwagen auf äußerliche Unversehrtheit, einmal im Monat die Absaugeinheit auf Funktionstüchtigkeit und einmal monatlich sowie nach jedem Gebrauch das Inventar des Notfallwagens auf Vollständigkeit. Der Mitarbeiter, der die Kontrolle durchführt, muss diese auf einer Liste per Unterschrift dokumentieren (Anhang I: Nachweisliste zur Kontrolle des Notfallwagens, Verfahrensanweisung zum Umgang mit dem Notfallwagen).



Abb. 14: Notfallwagen mit AED

Schulungsprogramm

Mit Beginn des Frühdefibrillationsprogramms wurden in zertifizierten Schulungen Instruktoren für die AED-Anwendung und den BLS ausgebildet. Diese Instruktoren sorgten in einem Schneeballsystem im Weiteren für eine weitestgehend vollständige Ausbildung des Pflegepersonals in der AED-Anwendung und des BLS. Darüber hinaus wurde eine Pflegekraft als Schulungsassistentin permanent mit der Schulung des Pflegepersonals betraut. Die Mitarbeiter der Pflege werden 1-2 Mal pro Jahr theoretisch sowie praktisch in Grundlagen der Reanimation und im Umgang mit dem AED geschult und auf entsprechende Notfallsituationen vorbereitet.

Eine ärztliche Schulung war in der ursprünglichen Konzeption nicht vorgesehen und hatte im Zeitraum der Untersuchung nicht stattgefunden.

Qualitätssicherung

Verschiedene Maßnahmen zur Qualitätssicherung wurden zu Beginn des Frühdefibrillationsprogramms eingeführt und kontinuierlich weiterentwickelt. Gleich zu

Beginn des Frühdefibrillationsprogramms wurde eine ärztliche Leitung etabliert, die die Bereitstellung der AEDs, die Schulungsprogramme der Mitarbeiter und die Sammlung und Auswertung der Daten koordiniert.

Sobald ein AED-Gerät im Einsatz war informiert die an der Reanimation beteiligte Pflegekraft den medizinischen Leiter des AED-Programms via E-Mail (aed@ukw.de) und füllt einen Fragebogen aus, der ebenfalls dem medizinischen Leiter zukommt.

Der Fragebogen soll Auskunft über Ort und Datum der Reanimation sowie über das Alter des Patienten geben.

Wesentliche Inhalte des Fragebogens (Anhang II) sind außerdem zum einen Aspekte bezüglich der Frühphase der Reanimation (primäre Auffindesituation, Anzahl der Ersthelfer), dem weiteren Verlauf der Reanimation (Zustand des Patienten bei Eintreffen des Notfallteams, Verlegung des Patienten) und der Zufriedenheit der Ersthelfer mit AED und Notfallwagen (Beurteilung nach dem Schulnotensystem: 1= sehr gut; 6= ungenügend).

II.4 Einsatzerfassung

Über einen Zeitraum von 2 Jahren (2010-2012) wurden die Daten von innerklinischen Notfällen für diese Arbeit erfasst. Alle Einsätze, die via E-mail an AED@ukw.de gemeldet wurden, wurden in die Analyse aufgenommen. Ausschlusskriterien waren unvollständige Analysedaten sowie Reanimationen ohne Gebrauch eines AED. Die Gesamtzahl der Einsätze des Notfallteams wurde durch die Einsatzdokumentation auf der Anästhesiologischen Intensivstation erfasst.

Notfälle auf Intensivstationen und im OP-Bereich wurden ebenso nicht erfasst, da in diesen Bereichen speziell geschultes Personal tätig ist und das Notfallteam hier nicht zu Einsatz kommt. Einsätze mit dem AED, die nicht über E-mail gemeldet wurden, konnten als solche durch das retrospektive Design der Untersuchung nicht mehr identifiziert werden und entziehen sich damit der Datenanalyse.

II.5 Datenerfassung

Einsatzbezogene Daten/ Daten zur Reanimationsqualität

Folgende Schlüsselindikatoren zur Beschreibung der Reanimationsqualität wurden erfasst:

- Kompressionstiefe (5-6 cm korrekt, <5 cm zu flach, >6 cm zu tief)
- Kompressionsfrequenz (100-120/min korrekt, <100/min zu langsam, >120/min zu schnell)
- No-Flow-Fraktion (NFF)
- Dauer bis zur ersten Thoraxkompression (in Sekunden, ab Einschalten des AED)
- Dauer bis zur ersten Defibrillation (in Sekunden, ab Einschalten des AED)
- Dauer bis zur ersten Kompression nach Defibrillation (in Sekunden)

Mittels des Zoll Administrationsprogramms ist es möglich, die aufgezeichneten Daten kabellos über eine IrDA-Schnittstelle vom AED auf einen PC zu übertragen.

Zudem lieferte der Fragebogen Aufschluss über folgende einsatzbezogene Fragen:

- primäre Auffindesituation
- initiales Management, Anzahl der Helfer
- Zustand des Patienten bei Eintreffen des Notfallteams
- Elektrodenmanagement an der Schnittstelle „First Responder“ – Notfallteam
- Zustand des Patienten im weiteren Verlauf der Maßnahmen
- Zufriedenheit mit dem AED (Handhabung, audiovisuelle Unterstützung)
Beurteilung nach dem Schulnotensystem: 1= sehr gut; 6= ungenügend
- Zufriedenheit mit dem Notfallwagen (Ausstattung, Anordnung des Inhalts, Erreichbarkeit) Beurteilung nach dem Schulnotensystem: 1= sehr gut; 6= ungenügend

Sowohl die Datenaufzeichnung des AED während einer Reanimation als auch die Auswertung des Fragebogens erfolgten anonym. Die Zuordnung zu einem bestimmten Patienten ist nicht möglich. Sämtliche Daten wurden zur weiteren Auswertung in eine Excel-Tabelle übertragen. Auch hier wurden keine patientenspezifischen Daten verwendet.

II.6 Datenanalyse

Die Daten wurden mit Microsoft Windows Enterprise erfasst und ausgewertet.

Die Analyse aller Daten erfolgte mit der Code Net Ventral Software (Firma Zoll Medical GmbH, Köln).

III. Ergebnisse

III.1 Patientenzahlen, ein- und ausgeschlossene Datensätze

Von Januar 2010 bis Mai 2012 wurde das Reanimationsteam des Universitätsklinikums zu 359 Notfällen gerufen. Davon waren 53 Herz-Kreislaufstillstände mit Gebrauch eines AED. Insgesamt konnten 46 vollständige Datensätze ausgewertet werden (Abb. 15).

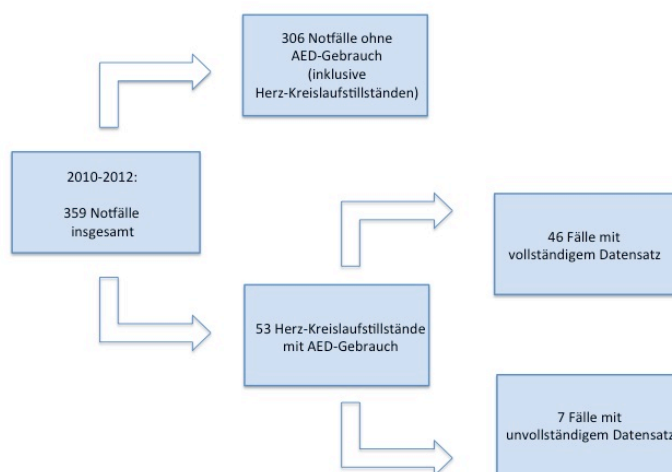


Abb. 15: Ausschlussprinzip der Datensätze

III.2 Einsatzbezogene Ergebnisse

Anhand der Fragebögen konnte gezeigt werden, dass in 28 Fällen (61%) der Herz-Kreislaufstillstand beobachtet wurde, davon wurden 6 Herz-Kreislaufstillstände durch einen Überwachungsmonitor detektiert. In 16 Fällen (35%) war der Herz-Kreislaufstillstand unbeobachtet und in weiteren 2 Fällen (4%) war die primäre Situation unklar.

Das Notfall-Team wurde zu insgesamt 16 Einsätzen (35%) auf Stationen der Medizinischen Klinik I gerufen, 11 Einsätze (24%) waren auf Stationen der Medizinischen Klinik II, 5 Einsätze (11%) waren auf den beiden Stationen der Herz-Thorax-Chirurgie. In die Neurologische Klinik wurde das Notfall-Team zu 4 Einsätzen (9%) gerufen, 3 Einsätze (7%) waren in der Chirurgischen Klinik I, jeweils 2 Einsätze (4%) waren in der Klinik für Strahlentherapie sowie in der Klinik für Augenheilkunde und jeweils 1 Einsatz (2%) waren in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, der Hautklinik sowie in der Klinik für Neurochirurgie. Eine Übersicht aller Einsätze zeigt Abbildung 16.

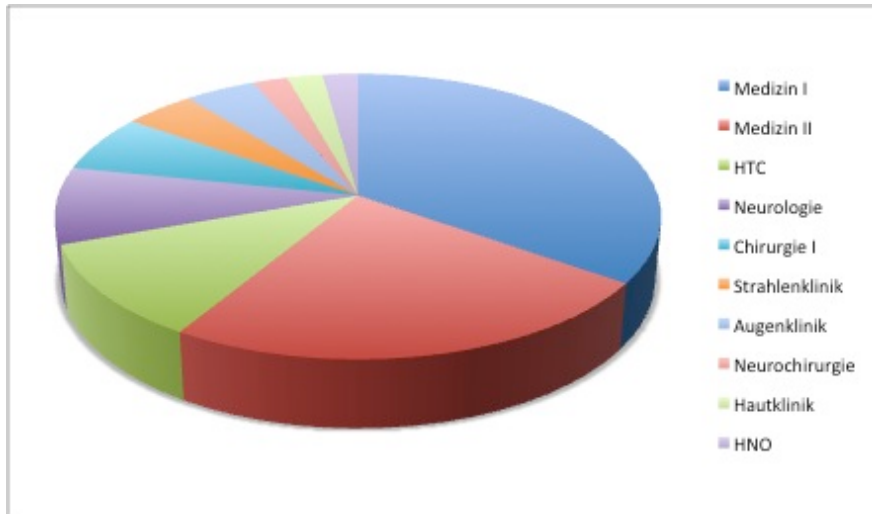


Abb. 16: Übersicht der Kliniken mit Einsatz eines AED

15 Patienten (32%) wurden auf die Medizinische Intensivstation verlegt, 5 Patienten (11%) wurden auf die Neurologische Intensivstation verlegt, jeweils 4 Patienten (9%) wurden auf die HNO-Intensivstation bzw auf die Herz-Thorax-Intensivstation verlegt, 1 Patient (2%) wurde auf die Chirurgische Intensivstation verlegt.

6 Patienten (13%) sind vor Ort verstorben. In 11 Fällen (24%) wurden keine Angaben bezüglich der Zielstation gemacht.

In allen Fällen (100%) konnten die Ersthelfer den Notruf absetzen ohne dabei die laufende Reanimation unterbrechen zu müssen.

In 29 Fällen (63%) wurde bei Eintreffen des Notfall-Teams vom AED auf einen Voll-Defibrillator gewechselt. In 17 Fällen (37%) wurde der AED belassen.

In 6 Fällen wurden die Klebeelektroden des AED durch solche des Voll-Defibrillators ersetzt, obwohl dies aufgrund der Kompatibilität nicht notwendig gewesen wäre.

Die ROSC-Rate bei den Patienten mit unbeobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand lag bei 46% während die ROSC-Rate bei den Patienten mit beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand bei 44% lag.

III.3 Parameter der Reanimationsqualität

Die Zeit bis zur ersten Kompression nach Einschalten des AED (Median und IQR) betrug 34 (32-52) Sekunden. Die Zeit bis zum ersten Schock nach Einschalten des AED (Median und IQR) betrug 30 (28-32) Sekunden. Die Zeit bis zur ersten Kompression nach abgegebenem Schock (Median und IQR) lag bei 4 (3-6) Sekunden.

Die mittlere Kompressionstiefe (Mittelwert + Standardabweichung) betrug 5,5 cm +/- 1 cm, die mittlere Kompressionsfrequenz (Mittelwert + Standardabweichung) lag bei 107 +/- 11/min. Die No-flow-Fraktion betrug 41%.

Die genauen Fallzahlen für die einzelnen Parameter zeigt Tabelle 1.

Mittlere Kompressionstiefe (n=40) (Mittelwert und Standardabweichung)	5,5 cm +/- 1 cm
Kompressionsfrequenz (n=40) (Mittelwert und Standardabweichung)	107 +/- 11/min
Zeitintervall: Anschalten AED bis zur ersten Kompression (Median und IQR)	34 (32-52) sec
No flow fraction (NFF) (n=40)	41%
Zeitintervall: Anschalten AED bis zum ersten Schock (n=10) (Median und IQR)	30 (28-32) sec
Zeitintervall: Ende Schock bis zur Wiederaufnahme der Herz-Druck- (n=10) (Median und IQR)	4 (3-6) sec

Tab. 1: Daten zur Reanimationsqualität mit Angaben der Fallzahlen

In 6 von 46 Fällen (13%) wurden die Daten zur Reanimationsqualität (Kompressionstiefe, Kompressionsfrequenz) von der Analyse ausgeschlossen.

In 3 dieser Fälle wurde erfolgreich defibrilliert mit ROSC (Return of spontaneous circulation = Rückkehr zum Spontankreislauf) nach der ersten Defibrillation und einer entsprechend kurzen Dauer der Thoraxkompressionen.

In 3 weiteren Fällen wurde die Herz-Druck-Massage weniger als 2 Zyklen lang durchgeführt.

Im folgenden Beispiel (Abb. 17) war der initiale Rhythmus Kammerflimmern. Der AED erkennt dies und gibt die audiovisuelle Anweisung: blinkende Schocktaste drücken. Der Helfer drückt die blinkende Schocktaste, ein Schock mit 120 Joule wird abgegeben. Die Defibrillation war erfolgreich und der Patient hat einen ROSC bereits nach der ersten Defibrillation.

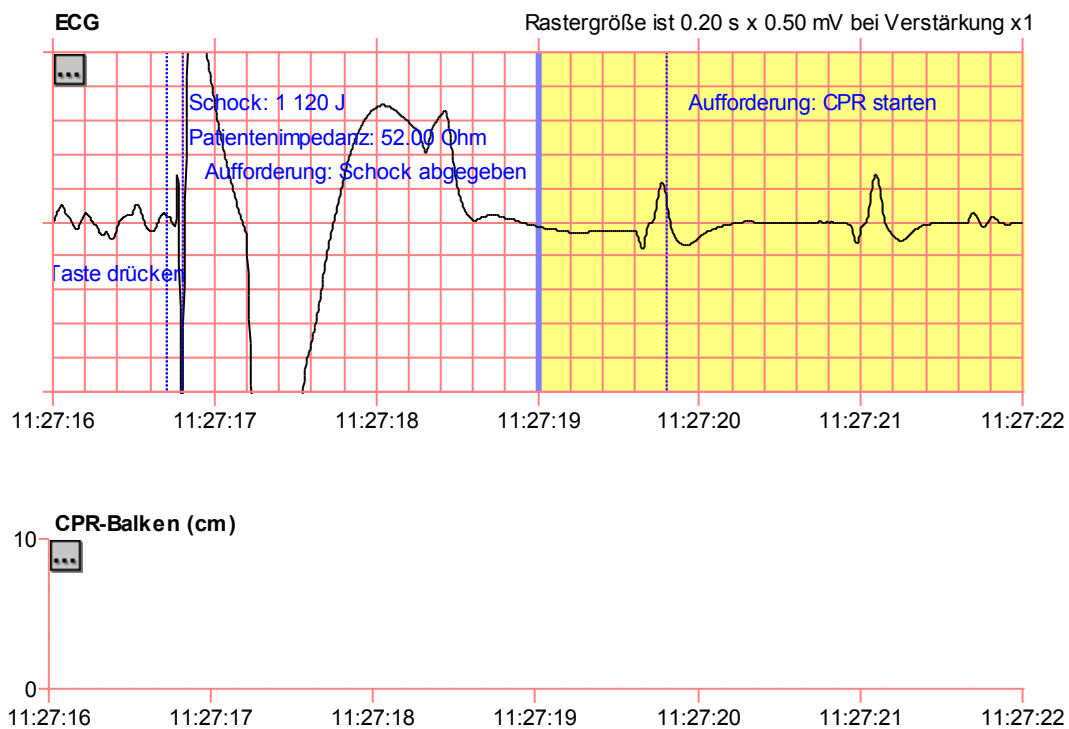


Abb. 17: ROSC nach der ersten Defibrillation

III.4 Patientenbezogene Ergebnisse

Die Analyse der initialen Herzrhythmen nach Aufkleben des AED waren wie folgt verteilt: Asystolie (35%) und Bradykardie (17%) waren die häufigsten initialen Herzrhythmen gefolgt von Kammerflimmern mit 15%. 11% der Patienten wiesen eine Tachykardie auf, jeweils 7% aller Patienten hatten initial eine Ventrikuläre Tachykardie bzw. eine Elektromechanische Dissoziation. In 8% der Fälle konnte keiner der bereits genannten Rhythmen als initialer Rhythmus festgelegt werden (Abb. 18).

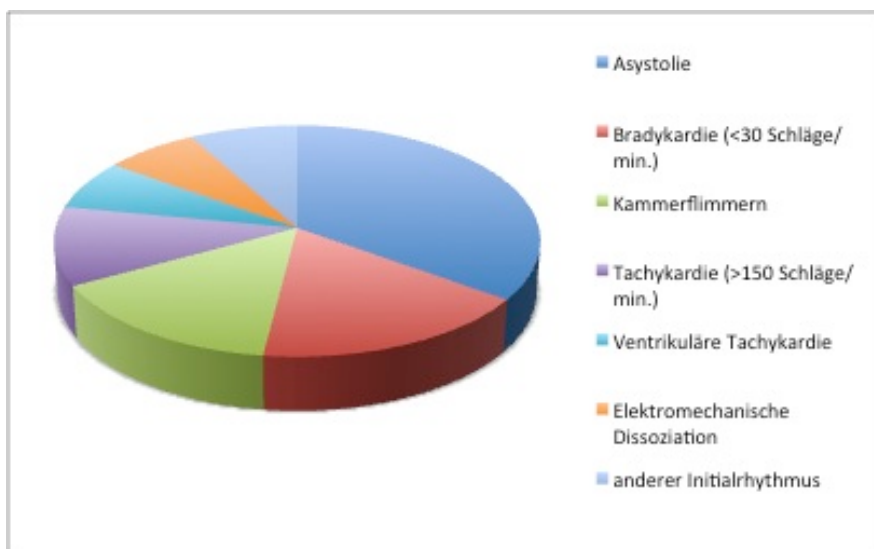


Abb. 18: Darstellung der initialen Herzrhythmen nach Anschließen des AED

Insgesamt wurde in 15 Fällen (33%) ein Schock abgegeben. Bei 5 dieser 15 Fälle war der Initialrhythmus zunächst ein nicht defibrillationswürdiger Rhythmus und erst im späteren Verlauf kam es zu einer defibrillationswürdigen Herz-Rhythmusstörung, in deren Therapie ein Schock abgegeben wurde.

Im folgenden Beispiel (Abb. 19 und 20) hat der Patient Kammerflimmern. Der Helfer wird aufgefordert die blinkende Schocktaste zu drücken. Ein Schock mit 120 Joule wird abgegeben. Direkt im Anschluss wird der Helfer aufgefordert die CPR zu starten. Nach 5 Sekunden beginnt der Helfer mit der CPR.

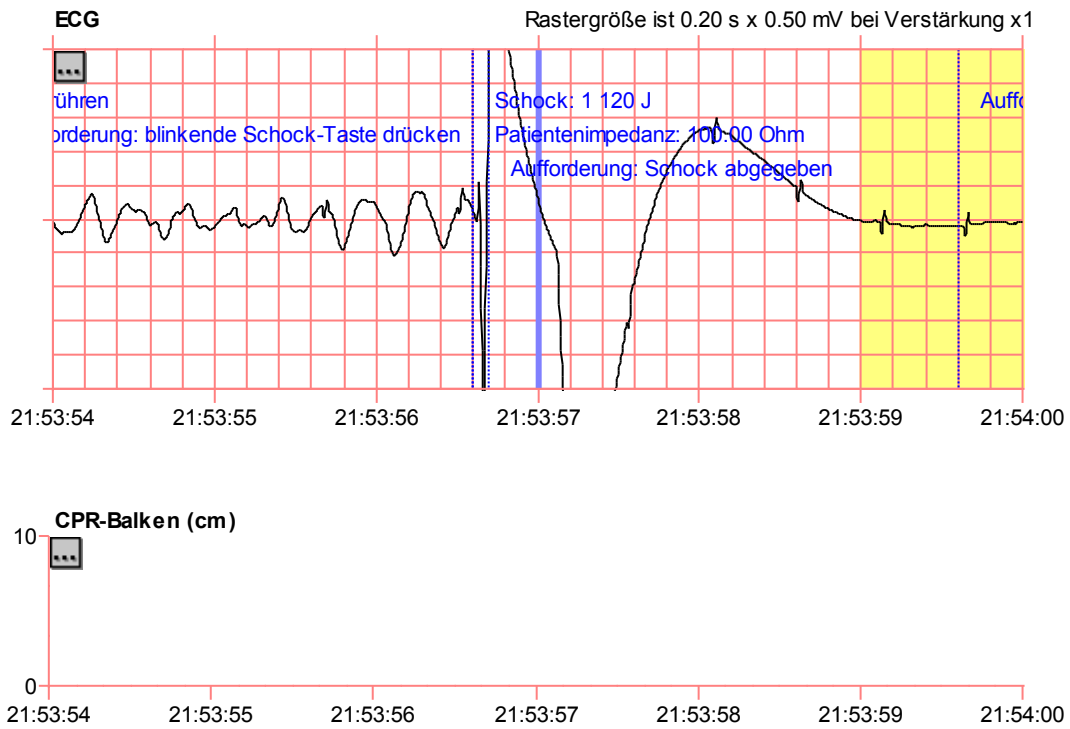
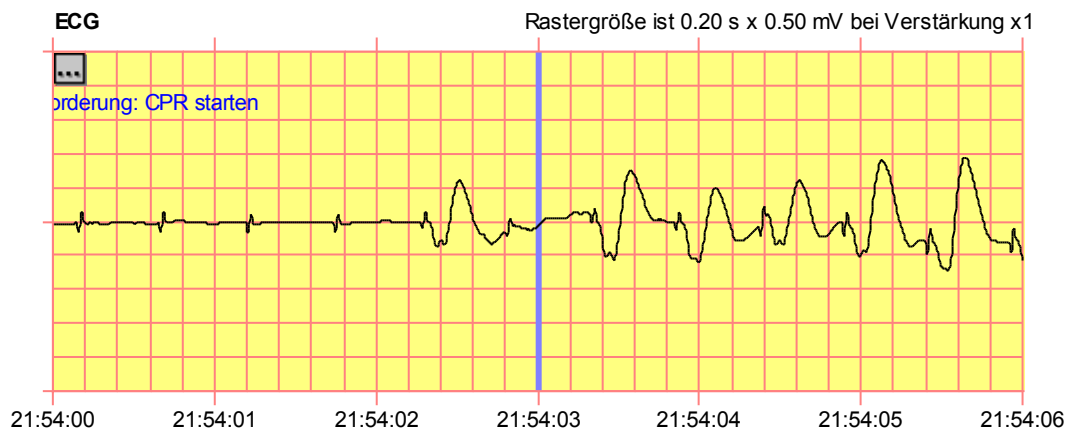


Abb. 19: Schock mit 120 Joule

Um 21:53:56 Uhr wird ein Schock mit 120 Joule abgegeben. Um 21:53:59 Uhr erfolgt die Aufforderung mit der CPR zu starten



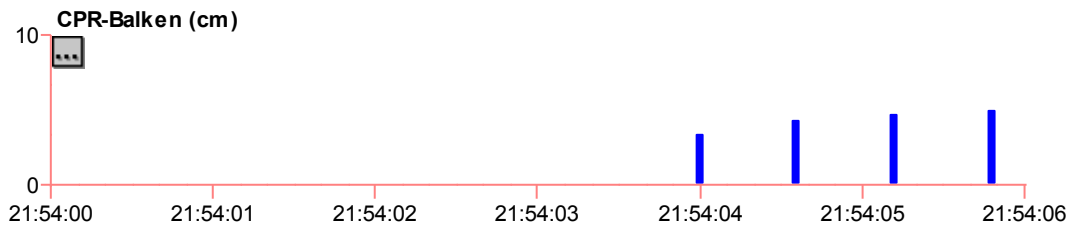


Abb. 20: Start der Thoraxkompressionen

Um 21:54:04 Uhr beginnt der Helfer mit der CPR. Die Thoraxkompressionen werden durch die blauen senkrecht verlaufenden Balken dargestellt.

Das folgende Beispiel (Abb. 21) zeigt den initialen Rhythmus einer Ventrikulären Tachykardie. Der AED hat auch dies als defibrillationswürdigen Rhythmus erkannt und erteilt die Anweisung, die blinkende Schocktaste zu drücken. Nach der Schockabgabe werden die Helfer aufgefordert, mit der Herzdruckmassage zu beginnen.

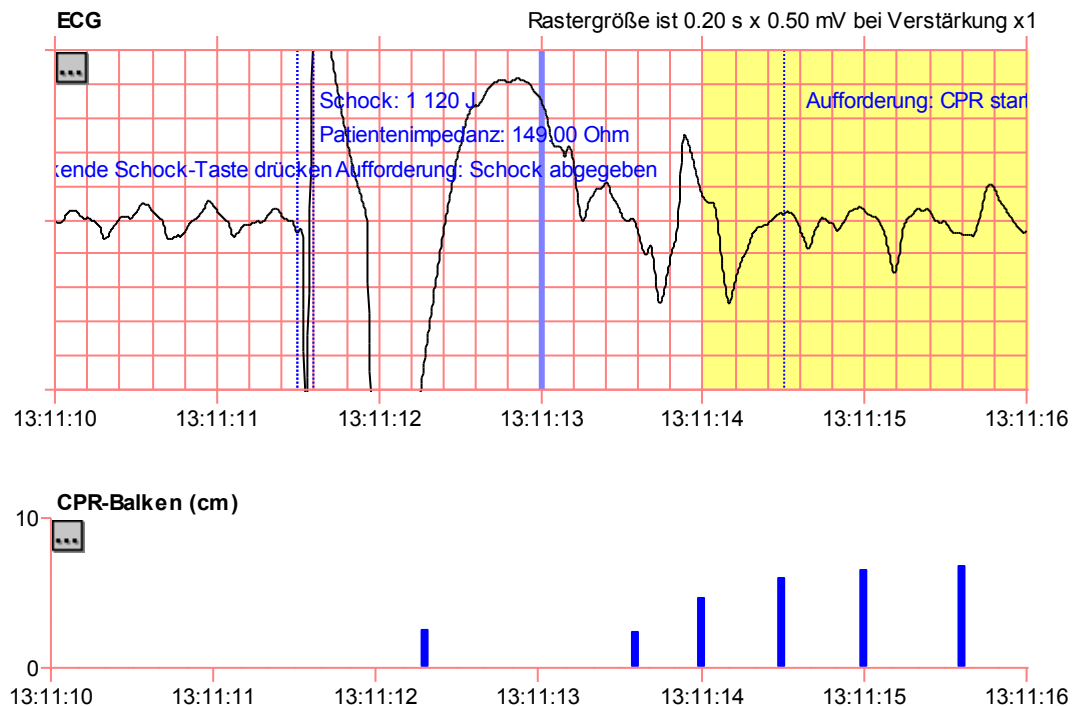


Abb. 21: Aufforderung CPR starten

Der Helfer drückt um 13:11:11 Uhr die blinkende Schocktaste, ein Schock mit 120 Joule wird abgegeben. Nach 3 Sekunden, um 13:11:14 Uhr gibt der AED die

Anweisung mit der CPR zu starten. Der Helfer beginnt unmittelbar nach Schockabgabe mit der CPR.

III.5 Outcome

Bei 9 Patienten (20%) wurde ein ROSC bereits vor Eintreffen des Reanimationsteams erreicht. Davon hatten 3 Patienten Kammerflimmern, so dass ein Schock abgegeben wurde, der unmittelbar zu einem ROSC führte.

37 Patienten (80%) traf das Reanimationsteam unter laufender Reanimation an. Davon konnte bei 21 Patienten (45%) ein ROSC erzielt werden, 17 (37%) konnten unter laufender Reanimation auf eine Intensivstation verlegt werden. Lediglich 8 Patienten (17%) verstarben vor Ort.

III.6 Ergebnisse der Fragebogenauswertung

Anhand der Auswertung der Fragebögen konnten folgende Ergebnisse (nach Schulnoten 1= sehr gut; 6=ungenügend, Abbildung 22 und 23) erreicht werden: die Handhabung des AED wurde mit 1,8 +/- 0,8 bewertet, die Sprachsteuerung mit 1,54 +/- 0,8. Der allgemeine Nutzen des AED während einer Reanimation wurde mit 1,6 +/- 0,9 bewertet.

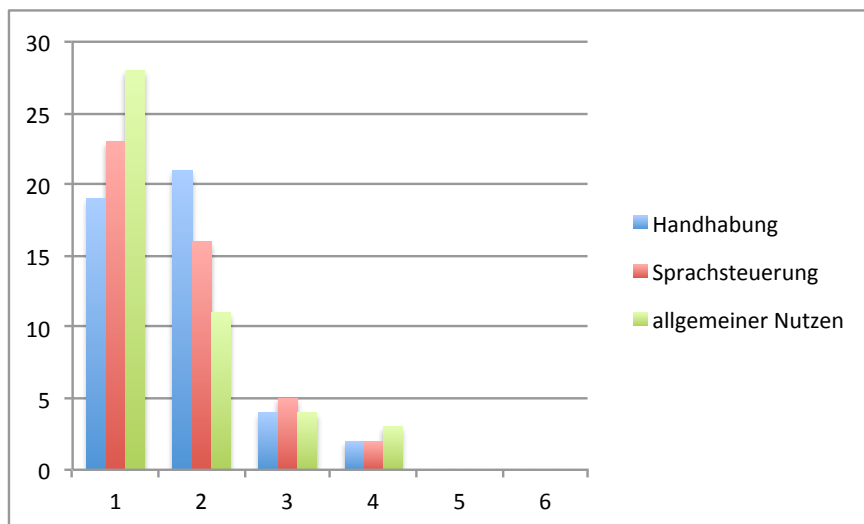


Abb. 22: Zufriedenheit mit dem AED

Die Ausstattung des Notfallwagens wurde mit 1,6 +/- 0,9 beurteilt, dessen Ordnung mit 1,7 +/- 0,9. Bei der Frage nach der Erreichbarkeit des Notfallwagens konnte die Note 1,3 +/- 0,6 erzielt werden.

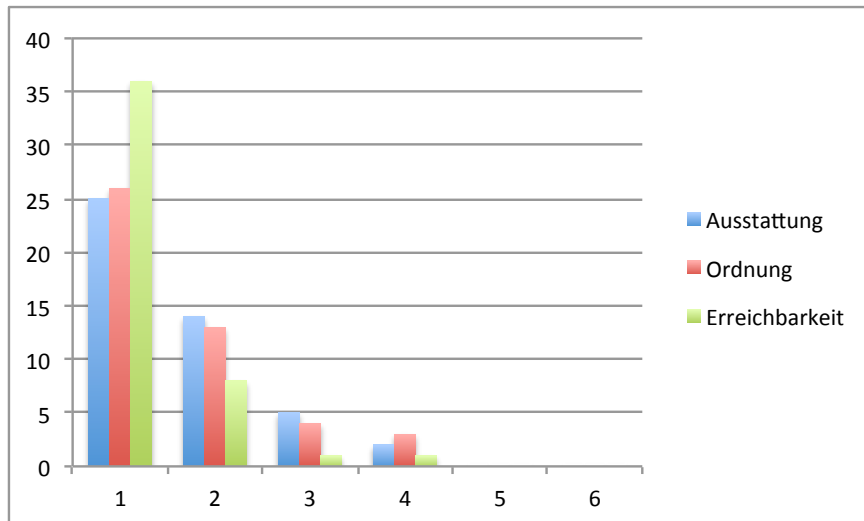


Abb. 23: Zufriedenheit mit dem Notfallwagen

IV Diskussion

Diese Arbeit zeigt anhand der AED-Aufzeichnungen und der ausgewerteten Fragebogen die Qualität der Reanimationsmaßnahmen nach Einführung des Würzburger Frühdefibrillations-Programms.

Untersucht wurden dabei einsatzbezogene Daten (Auffindsituation des Patienten, Stationsverteilung der Einsätze), Parameter der Reanimationsqualität (Kompressionstiefe, Kompressionsfrequenz, das Zeitintervall vom Anschalten des AED bis zur ersten Kompression, die No-Flow-Fraction, das Zeitintervall vom Anschalten des AED bis zum ersten Schock sowie das Zeitintervall zwischen abgegebenem Schock und Wiederaufnahme der Herz-Druckmassage), patientenbezogene Daten (Initialrhythmus), Outcome und die Ergebnisse aus den Fragebogenauswertungen (Zufriedenheit der Anwender mit AED und Notfallwagen). Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Frage, inwiefern der Gebrauch eines AED während einer Reanimation die NFF beeinflusst hat.

Einsatzbezogene Daten

Auffindsituation

In unserer Untersuchung fanden wir in 61% der Fälle einen beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand. Der Rest der dokumentierten Fälle war unbeobachtet.

Ganz ähnliche Zahlen haben Brindley und Mitarbeiter beschrieben [11]. Die Autoren fanden einen beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand in 57,9 % der Fälle, während 42,1% der Fälle unbeobachtet war. Ziel dieser Studie war es frühe Prädiktoren für ein schlechtes Outcome nach innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand zu identifizieren. Die Autoren fanden eine positive Korrelation zwischen der Tatsache, ob ein Herz-Kreislauf-Stillstand beobachtet war und dem Outcome der Patienten. So lag die ROSC-Rate bei beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand bei 48,3% während diese bei unbeobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand nur bei 21,2% lag. Dieser Unterschied war signifikant. In unseren Daten konnten wir eine solche Korrelation nicht feststellen. Die ROSC-Rate bei den Patienten mit unbeobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand lag bei 46% während die ROSC-Rate bei den Patienten mit beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand bei 44% lag.

Roberts und Mitarbeiter fanden in einer retrospektiven Untersuchung ebenfalls eine signifikante Korrelation zwischen der Beobachtung eines Herz-Kreislauf-Stillstandes und dem Outcome. Die Verteilung war ähnlich zu den von uns gefundenen Daten. Die Autoren fanden in 71% der Fälle einen beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand, während 29% der Herz-Kreislauf-Stillstände sich unbeobachtet ereigneten [54].

Stationsverteilung

Unsere Patienten befanden sich überwiegend auf Stationen der Inneren Medizin. Der Anteil an reanimationspflichtigen Patienten auf internistischen Normalstationen lag in unserer Untersuchung bei nahezu 60%. Nolan und Mitarbeiter kamen in einer retrospektiven Untersuchung über einen 2-Jahreszeitraum mit über 22 000 Patienten zu einem ähnlichen Ergebnis: der Anteil internistischer Patienten, die einen innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand aufwiesen, lag bei über 80% [49]. Weitere Vergleiche sind an dieser Stelle nicht möglich, da der überwiegende Anteil an Literatur Herz-Kreislauf-Stillstände auf Überwachungsstationen mit denen in Funktionsbereichen wie z. B. der Notaufnahme oder dem Herzkatheterlabor vergleicht. In unserer Arbeit wurden nur AED-Einsätze auf Normalstationen untersucht.

Unterbrechung der CPR für den Notruf

Ein wichtiges Ziel bei der kardio-pulmonalen Reanimation ist es Unterbrechungen möglichst zu minimieren und die Thoraxkompressionen in hoher Qualität durchzuführen. Das Absetzen des Notrufes konnte bei den von uns analysierten Einsätzen zu 100 % ohne Unterbrechung der Reanimationsmaßnahmen durchgeführt werden. Dies ist ein sehr gutes Ergebnis, wird dieser Punkt in der aktuellen Leitlinie zur kardiopulmonalen Reanimation doch besonders hervorgehoben [38].

Übergabe Notfallteam

Wir konnten zeigen, dass nach Eintreffen des Notfallteams in 63% der Fälle vom AED auf einen Volldefibrillator gewechselt wurde. In 6 Fällen wurde sogar die Z-Elektrode des AED entfernt und die Elektroden des Volldefibrillators aufgeklebt. Die Übergabephase zwischen Ersthelfern und Notfallteam ist ein wichtiger Teil bei der kardio-pulmonalen Reanimation. Hier werden durch den Teamwechsel möglicherweise die Abläufe in der Weise gestört, dass wesentliche Maßnahmen mit Verzögerung erfolgen. So konnten Berdowski und Mitarbeiter zeigen, dass durch die Übergabephase und den Wechsel des AEDs auf eine Volldefibrillator eine signifikante Verzögerung der nächsten Defibrillation verursacht wurde. Diese Tatsache war mit einem schlechteren Outcome assoziiert [7]. Unsere Daten zeigen, dass kein einheitliches Vorgehen bei Übernahme durch das Notfallteam existiert. Eine wichtige Erkenntnis aus unseren Daten ist die Notwendigkeit eine „best practice“ zu definieren und diese dann in die Schulungsinhalte für das klinikinterne Reanimationstraining zu integrieren. Für die Festlegung einer „best-practice“ sind weitere Studien nötig, um verschiedene Herangehensweisen zu vergleichen und daraus die potentiell Beste zu definieren.

Parameter der Reanimationsqualität

Kompressionstiefe, Kompressionsfrequenz

Die aktuellen Leitlinien für die kardio-pulmonale Reanimation des ERC und der AHA betonen die Wichtigkeit der ununterbrochenen Thoraxkompressionen mit einer Kompressionstiefe von mindestens 5cm und einer Kompressionsfrequenz von mindestens 100/min [38]. In unserer Untersuchung wurde eine durchschnittliche Kompressionstiefe von 5,5 +/- 1cm und eine durchschnittliche Kompressionsfrequenz von 107 +/- 11/min. erzielt.

Einige Studien [18, 41] kommen zu dem Ergebnis, dass eine Kompressionstiefe von 5cm und mehr einen ROSC begünstigt und möglicherweise mit einer höheren Überlebensrate einhergeht. Wu et al konnten im Tiermodell nachweisen dass qualitativ hochwertig durchgeführte Thoraxkompressionen mit einer höheren Rate an ROSC, einem besseren neurologischen Outcome sowie verbesserten histopathologischen Korrelationen verbunden waren [71]. In einer anderen Arbeit, die sich mit innerklinischen Herz-Kreislaufstillständen beschäftigte, konnten Abella et al eine signifikante Korrelation zwischen korrekt durchgeführten Thoraxkompressionen und nachfolgendem ROSC herstellen [2]. Dabei wurden 97 Herz-Kreislaufstillstände mit einer Gesamtdauer an Thoraxkompressionen von 813 Minuten, eingeteilt in Segmenten von jeweils 30 Sekunden, untersucht. In 36,9% aller Segmente lag die Anzahl an Thoraxkompressionen unter 80/min, in 21,7% aller Segmente unter 70/min. Eine höhere Anzahl an Thoraxkompressionen pro Minute ging mit einer höheren Rate an ROSC einher: bei primär Überlebenden lag die mittlere Kompressionsfrequenz bei 90 +/- 17/min, in der Vergleichsgruppe bei 79+/-18/min, P=0,0033.

Eine Obergrenze sowohl bei der Kompressionstiefe als auch bei der Kompressionsfrequenz wird nach den Leitlinien des ERC und der AHA nicht ausgesprochen. Hierzu gibt es keine ausreichende Evidenz [38]. Eine klare Aussage ist jedoch, dass Pausen während der Thoraxkompression so gering wie möglich sein sollten um eine hohe Anzahl an Kompressionen pro Minute zu ermöglichen.

Zeitintervalle, No-flow fraction

Eine Untersuchung des Universitätsklinikums Dresden untersuchte die Rate an ROSC und die NFF in Zusammenhang mit regelmäßigen Schulungen der Mitarbeiter [46]. Über einen Zeitraum von 5 Jahren (2008-2012) wurden sämtliche Mitarbeiter des medizinischen Bereichs einmal jährlich nach den geltenden ERC-Leitlinien in BLS und im Umgang mit dem AED geschult. Müller et al konnten einen Anstieg der Rate an ROSC von 40% (2008) auf 72% (2012) zeigen. Im Gegensatz dazu konnte die Überlebensrate bis zur Entlassung aus der Klinik nicht gesteigert werden. Der Rückgang der NFF war jedoch signifikant: von durchschnittlich 55% im Jahr 2008 auf 30% im Jahr 2012.

Dass es Unterschiede in der NFF, der Zeit bis zum ersten Schock und der Zeit bis zur ersten Thoraxkompression nach Schockabgabe gibt zeigten Müller und Mitarbeiter in einer Arbeit aus dem Jahr 2015 [45]: In einer Beobachtungsstudie wurden 8

verschiedene handelsübliche AEDs in 3 verschiedenen Szenarien untersucht. Erstens wurden die Anweisungen des AED streng befolgt, zweitens wurden die Anweisungen des AED zugunsten eines optimierten Handlungsablaufs unterbrochen. Zur Kontrolle diente ein drittes Szenario ohne den Gebrauch eines AED. Wurden die Anweisungen des AED streng befolgt lag die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression zwischen 50+/- 3 und 148+/-13 Sekunden je nach verwendetem AED-Modell. Wurden die Anweisungen zugunsten eines optimierten Handlungsablaufs unterbrochen lag die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression zwischen 16+/- 2 und 41+/- 1 Sekunden. Wurde hingegen kein AED verwendet betrug die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression bei 25+/- 2 Sekunden. Die Zeit zwischen letzter Thoraxkompression vor einem Schock und erster Thoraxkompression nach erfolgtem Schock (Perischockpause) lag zwischen 12+/-0 und 46+/-0 Sekunden sofern die Anweisungen des AED nicht unterbrochen wurden. Bei einem optimierten Handlungsablauf konnte diese Pause auf zwischen 1+/-1 und 19+/-1 Sekunden deutlich verkürzt werden.

In der Arbeit von Müller und Mitarbeitern lag die NFF ohne Gebrauch eines AED bei durchschnittlich 26% [45]. Wurde ein AED verwendet und wurden die Anweisungen streng befolgt so lag die NFF zwischen 37 und 72% je nach AED-Modell. Unter einem optimierten Handlungsablauf konnte die NFF auf 32 bis 37% gesenkt werden.

Die in unserer Untersuchung ermittelte durchschnittliche NFF lag bei 41% und ist somit mit der NFF anderer Studien vergleichbar [45, 46].

In unserer Studie untersuchten wir die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression und die Zeit bis zur ersten Schockabgabe ab dem Zeitpunkt des Einschaltens des AED. Die Zeitspanne bis zur ersten Thoraxkompression betrug durchschnittlich 34 (32-52) Sekunden, die Zeit bis zur ersten Schockabgabe lag bei 30 (32-52) Sekunden. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die lange Phase mit Anweisungen, die der AED dem Anwender bezüglich Ansprechen des Patienten, Veranlassen des Notrufs, Kontrolle der Atmung sowie Anbringen der Paddles auf dem entblößten Thorax des Patienten gibt. Sobald die Elektroden auf den Thorax kleben werden die Anweisungen unterbrochen und der AED schaltet unmittelbar in den Analysemodus. Die wichtigste Erkenntnis aus unserer Untersuchung ist, dass diese Tatsache den Anwendern nicht in ausreichendem Maße bekannt war. Dies hat zu einer entsprechend gezielten Anpassung der Schulungsinhalte unseres klinikweiten Reanimationstrainings geführt.

Berg et al veröffentlichten 2003 eine tierexperimentelle Studie zum Thema Outcome nach Kammerflimmern [9]. Untersucht wurde in dieser Studie ob der verzögerte Beginn

der Thoraxkompression beim Gebrauch eines AED Auswirkungen auf das 24-Stunden-Überleben und das neurologische Outcome hat. Die Zeitspanne zwischen Einschalten des Defibrillators und der ersten Thoraxkompression betrug in der AED-Gruppe 98 +/- 18 Sekunden, in der Gruppe der manuellen Defibrillation lediglich 68 +/- 15 Sekunden. Die Zeit zwischen Schockabgabe und erster Thoraxkompression nach Schockabgabe lag bei 46 +/- 18 Sekunden bzw. bei 22 +/- 16 Sekunden. Als Ergebnis ihrer Studie konnten Berg et al festhalten, dass keines der Tiere der AED-Gruppe die ersten 24 Stunden nach Ereignis überlebt hatte, wohingegen ca. 62% der Tiere der manuellen Defibrillations-Gruppe überlebt hatten. Es konnte somit gezeigt werden, dass ein verzögerter Beginn der Thoraxkompression beim Gebrauch eines AED das Outcome und die Überlebensrate verschlechtert.

Dass die manuelle Defibrillation im Vergleich zur halbautomatischen mit kürzeren Unterbrechungen der Thoraxkompression und mit einer niedrigeren NFF einhergeht, konnten auch Pytte et al beweisen [52]. Müller et al forderten bei der innerklinischen Reanimation sogar die manuelle Defibrillation durch einen Arzt –sofern anwesend-, um die Unterbrechungen der Thoraxkompression möglichst gering zu halten [44]. Dies setzt jedoch voraus, dass manuelle Defibrillatoren flächendeckend vorgehalten werden und das ärztliche Personal mit deren Umgang vertraut ist. Zudem muss sicherlich auch der finanzielle Aufwand kritisch hinterfragt werden. Professionelle Teams sind im Umgang mit manuellen Defibrillatoren vertraut und können somit gemäß den Anforderungen der aktuellen Reanimationsrichtlinien adäquate Thoraxkompressionen mit einer geringen NFF von 24% erreichen [1].

Berg und Mitarbeiter untersuchten in ihrer Arbeit den Zusammenhang zwischen der verzögerten Defibrillation mit einem AED und der manuellen Defibrillation in Bezug auf das Outcome nach Kammerflimmern [8]. Unterbrechungen und ein verzögerter Beginn der Thoraxkompressionen aufgrund der Rhythmusanalyse des AED und der Schockabgabe waren für das schlechte Outcome verantwortlich. Das Zeitintervall zwischen erster Schockabgabe und Wiederaufnahme der Thoraxkompressionen nach Schockabgabe betrug bei Berg und Mitarbeitern durchschnittlich 38 Sekunden (IQR 15,61 Sekunden). Verantwortlich dafür waren jeweils etwa zur Hälfte mechanische bzw. elektronische Faktoren sowie menschliche Faktoren. In unserer Untersuchung konnten wir ein Zeitintervall zwischen Ende eines Schocks und Wiederaufnahme der Thoraxkompressionen von durchschnittlich 4 (3-6) Sekunden feststellen. Die hier

gefundenen sehr positiven Ergebnisse legen nahe, dass die Sprachanweisungen des AED durchaus genau befolgt wurden.

Patientenbezogene Daten

Initialrhythmus

Viele Studien kommen zu dem Ergebnis, dass nur ein geringer Anteil aller Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand initial einen defibrillationswürdigen Rhythmus aufweist. So konnten Girotra et al über einen 10-Jahreszeitraum bei über 84 000 stationären Patienten nur bei etwa 20% der Patienten mit innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand Kammerflimmern oder eine pulslose ventrikuläre Tachykardie beobachten [27]. Eine weitere US-amerikanische Studie unter Chan et al hat mehr als 11 000 stationäre Patienten mit einem Herz-Kreislaufstillstand untersucht. Knapp 18% dieser Patienten hatten initial Kammerflimmern oder eine pulslose ventrikuläre Tachykardie [14].

Diese Zahlen entsprechen ungefähr auch den Ergebnissen unserer Untersuchung:

von 46 gemeldeten Einsätzen eines AED hatten 7 Patienten Kammerflimmern, 3 Patienten hatten eine pulslose ventrikuläre Tachykardie, was einer Rate von insgesamt rund 22% initial defibrillierbaren Rhythmen entspricht.

9 Patienten (20%) hatten in unserer Untersuchung bereits vor Eintreffen des Notfallteams einen ROSC. Davon hatten 3 Patienten (7%) Kammerflimmern, die schließlich erfolgreich durch einen AED defibrilliert wurden. Diese Tatsache zeigt, dass der AED in diesen Fällen lebensrettend war.

Smith und Mitarbeiter untersuchten in ihrer Arbeit den Einfluss eines AED auf ROSC und Überlebensrate bei Patienten mit innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand [60]. Über einen Zeitraum von jeweils 3 Jahren vor und nach Einführung eines AED-Programms kamen sie zu dem Ergebnis, dass 54% der Patienten nach Gebrauch eines AED einen ROSC aufwiesen, wohingegen nur 35% der Patienten ohne Gebrauch eines AED einen ROSC hatten. Bezüglich der Überlebensrate bis zur Entlassung aus der Klinik war der Unterschied jedoch gering: 22% der Patienten, die mit Hilfe eines AED reanimiert wurden, überlebten bis nach Entlassung aus der Klinik. In der Kontrollgruppe waren es 19%. Dieses Ergebnis führen die Autoren hauptsächlich auf die erhebliche NFF zurück, die beim Gebrauch von AEDs durch Befolgen der Anweisungen entsteht.

In Anbetracht dieser Ergebnisse muss die standardisierte Anwendung eines AED kritisch hinterfragt werden. Außer Diskussion steht sicherlich die Tatsache, dass eine verspätete Defibrillation (Defibrillation mehr als 2 Minuten nach beobachtetem Herz-Kreislaufstillstand) zu einer geringeren Überlebensrate führt [13]. Jedoch ist eine Defibrillation innerhalb der ersten 2 Minuten nur bei einer flächendeckenden Ausstattung mit AEDs überhaupt möglich.

Das Herbeiholen eines AED darf nicht zu einem verspäteten Beginn der Thoraxkompressionen führen. Wurde in den Reanimationsrichtlinien aus dem Jahre 2005 die Bedeutung der qualitativ hochwertig durchzuführenden Thoraxkompressionen ohne Unterbrechungen betont, wurde diese Aussage in den Richtlinien aus dem Jahre 2010 um den Stellenwert einer geringen NFF ergänzt.

Dies setzt voraus, dass der Ersthelfer die Maßnahmen des Basic Life Support (BLS) ohne größere Zeitverzögerung durch Absetzen des Notrufs oder durch Heranschaffen des AED durchführen kann, um letztendlich die NFF gering zu halten.

Mit dem Ziel das Überleben nach innerklinischer Reanimation zu verbessern und Daten über das Outcome zu erlangen starteten Kloppe und Mitarbeiter ein innerklinisches First-responder-Programm [39]. Es wurden 15 AEDs installiert und die Mitarbeiter wurden einmal jährlich in BLS-Training sowie im Umgang mit einem AED geschult. Über einen 5-Jahreszeitraum wurden 443 Notrufe registriert. Davon waren 126 beobachtete Herz-Kreislaufstillstände, von denen 56 (44%) einen defibrillationswürdigen Rhythmus aufwiesen. Ein ROSC wurde bei 44 Patienten (79%) erreicht, davon konnten 23 Patienten (41%) aus der Klinik entlassen werden. In nahezu der Hälfte aller defibrillationswürdigen Rhythmen wurde der Schock bereits vor Eintreffen des Notfallteams mit einem AED durch das First-responder-Team abgegeben. Somit konnten Kloppe und Mitarbeiter zeigen, dass das First-responder-Programm erfolgreich war und daraus eine höhere Überlebensrate nach innerklinischem Herz-Kreislaufstillstand resultierte. Insgesamt kann man schließen, dass die erfolgreiche Anwendung eines AED trotz seiner einfachen Bedienbarkeit eine intensive Schulung voraussetzt und die Schulungsinhalte ständig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden müssen. Dies konnten wir durch diese Arbeit erfolgreich umsetzen.

Outcome

Ziel unserer Arbeit war die Bewertung der Reanimationsqualität nach Einführung des Würzburger Frühdefibrillationsprogramms. Anhand der Auswertungen der AEDs und der Fragebögen war es uns möglich, die verschiedenen Parameter der Reanimation sowie die Anwenderzufriedenheit mit dem AED zu messen und zu beurteilen.

Aussagen zu einem langfristigen Überleben bis nach Entlassung aus der Klinik und dem neurologischem Outcome lassen sich in unserer Arbeit allerdings nicht treffen. Zum einen waren die Fragebögen anonymisiert, eine Zuordnung zu einem bestimmten Patienten war daher nicht möglich. Zum anderen gab es in unserer Arbeit keine Kontrollgruppe.

Herz-Kreislaufstillstände ohne AED-Anwendung wurden in unserer Arbeit ebenso wenig erfasst wie Herz-Kreislaufstillstände, bei denen ein AED zum Einsatz hätte kommen sollen, dies aber aus unterschiedlichen Gründen nicht der Fall war.

Ergebnisse der Fragebogenauswertung, Anwenderzufriedenheit

Bestandteil unserer Arbeit war die Erstellung eines Fragebogens zur Erfassung der Zufriedenheit der Mitarbeiter mit dem AED und dem Notfallwagen. Dieser Fragebogen wurde den beteiligten Mitarbeitern nach jedem Einsatz eines AEDs ausgehändigt. Die Bestnote von durchschnittlich 1,3 erzielte die Erreichbarkeit des Notfallwagens. Dies erscheint offensichtlich, da der Notfallwagen auf jeder Station zentral erreichbar für jeden Mitarbeiter in direkter Nähe zum Pflegestützpunkt steht. Diese Erkenntnis war besonders wichtig in Bezug auf die Bestätigung der gewählten Standorte und hat künftig Relevanz bei Neuanschaffung und Platzierung von weiteren Notfallwagen. In Bezug auf Ausstattung und Ordnung wurde jeweils ein Notendurchschnitt von 1,7 erreicht. Eine Erklärung hierfür liegt sicherlich in der standardisierten Ausstattung des Notfallwagens. Lediglich geringe stationsspezifische Abweichungen unterscheiden die Notfallwagen der verschiedenen Abteilungen. Für die Ordnung des Inhaltes sind die einzelnen Stationen selbst verantwortlich. Sobald ein Notfallwagen in Gebrauch war, sind die Stationsmitarbeiter dafür verantwortlich, das fehlende Material zu ersetzen und so für eine vollständige Ausstattung Sorge zu tragen. Dies setzt ein gewisses Maß an Verantwortung und Sorgfalt voraus, die jeder einzelne Mitarbeiter haben sollte.

In der Bewertung des AED gab es ähnlich gute Ergebnisse: die Handhabung des AED wurde von den Mitarbeitern mit der Note 1,8 bewertet, die Sprachsteuerung erzielte eine 1,7 und bezüglich des allgemeinen Nutzens konnte die Bestnote von 1,6 erreicht werden. Dies sind auf den ersten Blick zufriedenstellende Bewertungen. Doch in Anbetracht unserer Ergebnisse von Anschalten des AED bis zur ersten Thoraxkompression bzw. bis zur ersten Schockabgabe, die mit 34 bzw. 30 Sekunden viel Zeit beanspruchten, kann vermutet werden, dass das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer kurzen NFF fehlt. Viele Studien untersuchten den Nutzen eines AED im Rahmen einer Reanimation. So fanden Forcina et al. keinen Benefit durch den innerklinischen Einsatz von AEDs [24]. Hinsichtlich der ROSC-Rate, der 24-Stunden-Überlebensrate sowie hinsichtlich der Überlebensrate bis zur Entlassung aus der Klinik konnten Forcina und Mitarbeiter durch den Einsatz eines AED keinen günstigen Effekt erkennen. Kritisch anmerken lässt sich an dieser Stelle sicherlich, dass mit der klinikweiten Ausstattung mit AEDs kein Trainingsprogramm für die Mitarbeiter im Umgang mit einem AED initiiert wurde.

Diesbezüglich ähnlicher Meinung sind Huschak und Mitarbeiter. Sie untersuchten den Unterschied in Bezug auf die Überlebensrate nach innerklinischer Reanimation mit und ohne AED [34]. 484 Patienten erlitten einen Herz-Kreislaufstillstand und wurden reanimiert. Nur 8% aller Patienten wiesen initial einen defibrillationswürdigen Rhythmus auf. In 3 Fällen wurde ein AED benutzt. Hinsichtlich der Überlebensrate konnten Huschak und Mitarbeiter keinen Unterschied zwischen Reanimation mit und ohne AED verzeichnen.

Diese Ergebnis sollte ebenso kritisch hinterfragt werden, da eine höhere Überlebensrate sicher nur dann erzielt werden kann, wenn mit der Einführung von Frühdefibrillationsprogrammen auch entsprechende Schulungen im Umgang mit AEDs durchgeführt werden.

Im Universitätsklinikum Würzburg existiert deshalb seit 2014 ein spezielles Schulungsprogramm für das ärztliche Personal einschließlich des Notfallteams. Die Mitarbeiter der Pflege werden ein bis zwei Mal jährlich theoretisch sowie praktisch von geschulten Praxisanleitern und Tutoren in Grundlagen der Reanimation sowie im Umgang mit dem AED geschult und auf entsprechende Notfallsituationen vorbereitet. Dies in die klinische Praxis umzusetzen war Resultat dieser hier vorgestellten Untersuchung.

V Zusammenfassung

Jährlich erleiden in der Bundesrepublik Deutschland 123/100 000 Menschen pro Jahr einen akuten Herz-Kreislaufstillstand mit Todesfolge [32], bei ca. der Hälfte der Fälle wird mit Reanimationsmaßnahmen begonnen. Aus diesem Grund ist das Thema „Reanimation“ stets von großer Aktualität und absoluter Wichtigkeit.

Laut dem Deutschen Reanimationsregister [32] werden pro Jahr nur ca. 5 000 dieser Patienten mit gut erhaltener neurologischer Funktion aus der Klinik nach Hause entlassen. Entscheidend für das Outcome und das Langzeitüberleben dieser Patienten sind die ersten Minuten nach einem Herz-Kreislaufstillstand. Umso wichtiger ist deshalb der Bereich der Laienreanimation, um die Zeit bis zum Eintreffen professioneller Hilfe zu überbrücken. Die aktuellen Reanimationsrichtlinien betonen die Wichtigkeit einer frühzeitig begonnenen Reanimation erneut. Dies gilt sowohl für den präklinischen Bereich als auch für Reanimationen, die innerklinisch stattfinden. Das Universitätsklinikum Würzburg hat aus diesem Grund seit vielen Jahren ein Frühdefibrillationsprogramm eingeführt. Ziel dieses Programms ist es, ähnlich wie im präklinischen Setting, die wertvolle Zeit bis zum Eintreffen des innerklinischen Notfallteams durch in Notfallmaßnahmen ausgebildetes Pflegepersonal zu überbrücken. Ein wichtiger Aspekt war die klinikweite Ausstattung mit AEDs in Kombination mit einem stufenweise aufbauenden Trainingsprogramm für die Mitarbeiter des Universitätsklinikums. Die eigens dafür entwickelten Fragebögen sollten Aufschluss über die Notfallsituation, den Umgang mit dem AED und die Zufriedenheit der Mitarbeiter mit der Notfallausrüstung liefern.

Die Ergebnisse dieser Arbeit konnten in einer renommierten englischsprachigen Zeitschrift für Notfallmedizin (Wurmb T et al 2015, Monitoring of in-hospital cardiac arrest events with the focus on Automated External Defibrillators – a retrospective observational study. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 23: 87) veröffentlicht werden.

Nach Abschluss dieser Arbeit lässt sich feststellen, dass die Einführung des Würzburger Frühdefibrillationsprogramms ein wichtiger Schritt im Management innerklinischer Notfälle darstellt. Die Erkenntnisse dieser Arbeit haben insgesamt die wichtige Rolle der AED-Anwendung bei der Behandlung eines innerklinischen Herz-Kreislaufstillstandes dokumentiert. Eine Verlängerung der NFF durch das Abwarten der Sprachanweisungen kann durch Modifizieren der Schulungsinhalte korrigiert werden.

Weitere Schulungsmaßnahmen im Umgang mit dem AED sind notwendig um den Fokus auf die Notwendigkeit einer möglichst ununterbrochenen Thoraxkompression zu lenken.

Literaturverzeichnis

1. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Sørebo H, Svensson L, Fellows B et al (2005)
Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest.
JAMA 293: 305-310
2. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, Hoffman P, Tynus K, Vanden Hoek TL, Becker LB (2005)
Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal:
A prospective study during in-hospital cardiac arrest.
Circulation 111: 428-434
3. Aghababian RV, Mears G, Ornato JP et al. (2001)
Cardiac arrest management.
Prehosp Emerg Care 5: 237-246
4. AHA in collaboration with ILCOR Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, Part 6 (2000)
Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation.
Circulation 102: I-90-I-94
5. Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD (2005)
Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe.
Resuscitation 67: 75-80
6. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW (2010)
Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates:
Systematic review of 67 prospective studies.
Resuscitation 11: 1479-1487
7. Berdowski J, Schulten RJ, Tijssen JG, van Alem AP, Koster RW (2010)
Delaying a shock after takeover from the automated external defibrillator by
paramedics is associated with decreased survival.
Resuscitation 81: 287-92
8. Berg MD, Clark LL, Valenzuela TD, Kern KB, Berg RA (2005)
Post-shock chest compression delays with automated defibrillator use.
Resuscitation 64: 287-291
9. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Sanders AB, Xavier LC, Ewy GA (2009)
Automated external defibrillation versus manual defibrillation for prolonged
ventricular fibrillation: lethal delays of chest compressions before and after
countershocks.
Ann Emerg Med 42: 458-467
10. Bickenbach J, Fries M, Beckers S, Rossaint R, Kuhlen R (2004)
Voraussetzungen zur Anwendung von automatisierten externen Defibrillatoren in
deutschen Krankenhäusern.
Anästhesist 53: 555-559

11. Brindley PG, Markland DM, Mayers I, Kutsogiannis DJ (2002)
Predictors of survival following in-hospital adult cardiopulmonary resuscitation.
CMAJ 167: 343–348
12. Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, Bardy GH, Iconomu E, Arvedi M (2002)
Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation.
Circulation 106: 1065- 70
13. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK (2008)
Delayed time to Defibrillation after In-Hospital Cardiac Arrest.
N Engl J Med 358: 9-17
14. Chan PS, Krumholz HM, Spertus JA et al (2010)
Automated external defibrillators and survival after in-hospital cardiac arrest.
JAMA 304: 2129-2136
15. Cleland JGF, Daubert JC, Erdmann E et al (2005)
The Effect of Cardiac Resynchronisation on Morbidity and Mortality in Heart Failure.
N Engl J Med 352: 1539-1549
16. Cohn AC, Wilson WM, Yan B et al. (2004)
Analysis of clinical outcomes following in-hospital adult cardiac arrest.
Intern Med J 34: 398-402
17. Dane FC, Russell-Lindgren KS, Parish DC, Durham MD, Brown TD (2000)
In-hospital resuscitation: association between ACLS training and survival to discharge.
Resuscitation 47: 83-87
18. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, Wik L, Myklebust H, Barry AM, Merchant RM, Hoek TL, Steen PA, Becker LB (2006)
Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest.
Resuscitation 71: 137–145
19. European Resuscitation Council (2005)
Guidelines for resuscitation.
Resuscitation 67: 1-189
20. European Resuscitation Council (2000)
Part 4: The Automated External Defibrillator: Key Link in the Chain of Survival.
Resuscitation 46: 73-91
21. European Resuscitation Council (2000)
Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation.
Resuscitation 46: 109-113

22. Fischer M, Messelken M, Wnent J, Seewald S, Bohn A, Jantzen T, Gräsner J (2013)
Deutsches Reanimationsregister der DGAI.
Notfall und Rettungsmedizin 16: 251-259
23. Fleischhackl R, Losert H, Haugk M, Eisenburger P, Sterz F, Laggner AN, Herkner H (2004)
Differing operational outcomes with six commercially available automated external defibrillators.
Resuscitation 62: 167-174
24. Forcina MS, Farhat AY, O'Neill WW, Haines DE (2009)
Cardiac arrest survival after implementation of automated external defibrillator technology in the in-hospital setting.
Crit Care Med. 37: 1229-36
25. Fothergill RT, Watson LR, Chamberlain D, Viridi GK, Moore FP, Whitbread M (2013)
Increases in survival from out-of-hospital cardiac arrest: A five year study.
Resuscitation 84: 1089- 92
26. Gaber W, Trappe HJ (2011)
Frühdefibrillation am Flughafen Frankfurt. Erfahrungen 2003 bis 2010.
Kardiologie 5: 436-442
27. Girotra S, Nallamothu BK, Spertus JA et al (2012)
Trends in survival after in-hospital cardiac arrest.
N Engl J Med 367:1912-1920
28. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L (2005)
European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. II. Adult basic life support and use of automated external defibrillators.
Resuscitation 67(Suppl 1): S7–S23
29. Hanefeld C, Lichte C, Laubenthal H, Hanke E, Mugge A (2006)
In-hospital resuscitation. Concept of first-responder resuscitation using semi-automated external defibrillators (AED).
Dtsch Med Wochenschr 131: 2139-42
30. Hendrik JM, Pijls NH, van der Werf T, Crul JF (1990)
Cardiopulmonary resuscitation on the general ward: no category of patient should be excluded in advance.
Resuscitation 20: 163-171
31. <http://www.destatis.de> - Bevölkerung Deutschlands bis 2060
13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung.
Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2015
32. <http://www.reanimationsregister.de>
33. <http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Todesursachen/Todesursachen.html>

34. Huschak G, Dünnebier A, Kaisers UX, Huschens B, Bercker S (2016)
Automated external defibrillation use for in-hospital emergency management.
Anaesth Intensive Care 44: 353-358
35. Idris AH, Becker LB et al. (1996)
Utstein-Style Guidelines for Uniform Reporting of Laboratory CPR Research.
Circulation 94: 2324-36
36. Kanoupakis EM (2012)
In-hospital Cardiac Arrest.
Hospital chronicles 7: 77-80
37. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A (2010)
Nationwide Public-Access Defibrillation in Japan.
N Engl J Med 362: 994-1004
38. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, Gazmuri RJ, Travers AH, Rea T (2015)
International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations, Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality.
Circulation 132: 414-435
39. Kloppe C, Jeromin A, Kloppe A, Ernst M, Mügge A, Hanefeld C (2013)
First responder for in-hospital resuscitation: 5-year experience with an automated external defibrillator-based programm.
Journal of Emergency Medicine 44: 1077-1082
40. Kordelas L, Jánosi RA, Böse D, Neumann T, Mummel P, Erbel R (2011)
Erfolgreicher Einsatz eines „In-hospital Reanimationsteams“ in einem Universitätsklinikum.
Dtsch Med Wochenschr 136: 1359-64
41. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, Fellows B, Svensson L, Sorebo H, Steen PA (2006)
Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: A prospective interventional study.
Resuscitation 71: 283–292
42. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP (1993)
Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: A graphic model.
Ann Emerg Med 22: 1652- 1658
43. Leitfaden für die Tätigkeit örtlicher Einrichtungen organisierter Erster Hilfe (Ersthelfergruppen) in Bayern,
Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministerium des Innern vom 27. April 2011
Az.: ID3-2281.10-111
44. Mueller MP, Jantzen T, Brenner S, Gräsner J, Preiß K, Wnent J (2015)
Innerklinische Reanimation – Entscheidende Maßnahmen für das Outcome.
Anästhesist 64: 261-27

45. Mueller MP, Poenicke C, Kurth M, Richter T, Koch T, Eisold C, Pfältzer A, Heller AR (2015)
Quality of basic life support when using different commercially available public access defibrillators.
Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 23: 48
46. Mueller MP, Richter T, Papkalla N, Poenicke C, Herkner C, Osmers A, Brenner S, Koch T, Schwanebeck U, Heller AR (2014)
Effects of a mandatory basic life support training programme on the no-flow fraction during in-hospital cardiac resuscitation: An observational study.
Resuscitation 85: 874-878
47. Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA et al. (2006)
First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults.
JAMA 295: 50–5
48. Nolan J et al (2005)
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005.
Section 1. Introduction.
Resuscitation 67 S1: S3-6
49. Nolan JP, Soar J, Smith GB, Gwinnutt C, Parrott F, Power S, Harrison DA, Nixon E, Rowan K (2014)
Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit.
Resuscitation 85: 987-92
50. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, Koster RW, Wyllie J, Böttiger B (2010)
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010.
Resuscitation 81: 1219-1276
51. Peberdy MA, Kaye W, Ornato JP et al (2003)
Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the national registry of cardiopulmonary resuscitation.
Resuscitation 58: 297–308
52. Pytte M, Pedersen TE, Ottem J, Rokvam AS, Sunde K (2007)
Comparison of hands-off time during CPR with manual and semi-automatic defibrillation in a manikin model.
Resuscitation 73: 131-136
53. Robert N, Kloppe C, Mügge A, Hanefeld C (2010)
Innerklinisches Notfallmanagement mit „First-Responder“-Reanimation.
Med Klin 105: 469-74
54. Roberts D, Landolfo K, Light RB, Dobson K (1990)
Early predictors of mortality for hospitalized patients suffering cardiopulmonary arrest.
Chest 97: 413-19

55. Sablotzki A, Dehne MG, Prondzinsky R, Friedrich J, Radke J (2000)
Management von Notfallsituationen im Krankenhaus.
Intensiv Notfallbeh 25: 152-160
56. Sandroni C, Ferro G, Santangelo S et al. (2004)
In-hospital cardiac arrest: survival depends mainly on the effectiveness of the emergency response.
Resuscitation 62: 291-297
57. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M (2007)
In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival.
Intensive Care Med 33: 237-245
58. Sefrin P, Wurmb T (2006)
Notfall im Krankenhaus - Rechtliche, medizinische und organisatorische Aspekte.
Anästh Intensivmed 47: 570-574
59. Siebig S, Kues S, Klebl F, Brännler T, Rockmann F, Schölmerich J, Langgartner J (2009)
Cardiac arrest: composition of resuscitation teams and training techniques: results of a hospital survey in German-speaking countries.
Dtsch Arztebl Int 106: 65-70
60. Smith RJ, Hickey BB, Santamaria JD (2011)
Automated external defibrillators and in-hospital cardiac arrest: patient survival and device performance at an Australian teaching hospital.
Resuscitation 82: 1537-42
61. Statistische Ämter des Bundes und der Länder
Demographischer Wandel in Deutschland Heft 2, Ausgabe 2010
62. Stiell IG, Wells GA, Field B et al. (2004)
Advanced Cardiac Life Support in Out-of-Hospital Cardiac Arrest.
N Engl J Med 351: 647-656
63. Tortolani AJ, Risucci DA, Rosati RJ, Dixon R (1990)
In hospital cardiopulmonary resuscitation: patient, arrest and resuscitation factors associated with survival.
Resuscitation 20: 115-118
64. Trappe HJ (2012)
Plötzlicher Herztod und automatisierte Defibrillatoren. Wo stehen wir 2012?
Herz 37: 416-423
65. Trappe HJ (2009)
Prä- oder intrahospitaler Herz-Kreislaufstillstand. Häufigkeit, Ergebnisse, Perspektiven.
Kardiologie 3: 37-46

66. Travers AH, Perkins GD, Berg RA et al (2015)
2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations, Part 3: Adult Basic Life Support and Automated External Defibrillation.
Circulation 132 (16 Suppl 1): 51-83
67. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP (1997)
Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model.
Circulation 96: 3308-13
68. 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
69. Vasold A, Brännler T, Rockmann F, Langgartner J, Mandraka F (2004)
Tot oder lebendig? – Ergebnisse einer Reanimationsübung.
Med Klin 99(A): 120-121
70. Waalewijn RA, De Vos R, Tijssen JGP, Koster RW (2001)
Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder and the paramedic.
Resuscitation 51: 113-122
71. Wu JY, Li CS, Liu ZX, Wu CJ, Zhang GC (2009)
A comparison of 2 types of chest compressions in a porcine model of cardiac arrest.
Am J Emerg Med 27: 823–829

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Todesursachen nach Krankheitsarten 2015	1
Abb. 2: Unterschiedliche Überlebensraten nach Herz-Kreislaufstillstand [42]	3
Abb. 3: Überlebenskette („Chain of Survival“) [48]	5
Abb. 4: AED-Programm am Universitätsklinikum Würzburg	12
Abb. 5: Lageplan des Universitätsklinikums Würzburg	14
Abb. 6: Einsatzfahrzeug Notfallteam UKW	15
Abb. 7: AED Plus®, Zoll Medical Deutschland GmbH	17
Abb. 8: einteilige Elektrode mit rotem Fadenkreuz, Zoll Medical Deutschland GmbH	17
Abb. 9: CPR-D-padz® Elektrode, Zoll Medical Deutschland GmbH	18
Abb. 10: Korrekte Positionierung der einteiligen CPR-D-padz® Elektrode, Zoll Medical Deutschland GmbH	18
Abb. 11: Real CPR Help® Technologie, Zoll Medical Deutschland GmbH	19
Abb. 12: Audiovisuelle Anweisung „Fester Drücken“, Zoll Medical Deutschland GmbH	20
Abb. 13: Audiovisuelle Anweisung „Kompressionen gut“, Zoll Medical Deutschland GmbH	20
Abb. 14: Notfallwagen mit AED	22
Abb. 15: Ausschlussprinzip der Datensätze	25
Abb. 16: Übersicht der Kliniken mit Einsatz eines AED	26
Abb. 17: ROSC nach der ersten Defibrillation	28
Abb. 18: Darstellung der initialen Herzrhythmen nach Anschließen des AED	29
Abb. 19: Schock mit 120 Joule	30
Abb. 20: Start der Thoraxkompressionen	31
Abb. 21: Aufforderung CPR starten	31
Abb. 22: Zufriedenheit mit dem AED	32
Abb. 23: Zufriedenheit mit dem Notfallwagen	33

Abdruckgenehmigungen für verwendete Abbildungen

Für alle in der vorliegenden Arbeit verwendeten Abbildungen, die nicht selbst erstellt wurden, liegt eine Abdruckgenehmigung vor.

Der Abdruck erfolgte mit freundlicher Genehmigung von

1) Statistisches Bundesamt (Destatis)

Abbildung 1

2) Elsevier, Copyright Clearance Center RightsLink®

Abbildung 2

Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP (1993)
Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: A graphic model.
Ann Emerg Med 22: 1652- 1658

Abbildung 3

Nolan J et al (2005)
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 1. Introduction.
Resuscitation 67 S1: S3-6

3) Zoll Medical Deutschland GmbH

Abbildungen 7-13



Fragebogen zur Frühdefibrillation:

Station:.....

Datum:.....

Alter des Patienten:.....

Wie wurden Sie auf den Notfall aufmerksam?

- Der Notfall wurde gemeldet
- Patient selbst
- Mitpatient
- Angehörige
- Sonstige:
- Monitorüberwachung
- Beobachtet, im Beisein (bei Visite, Pflege)
- Zufällig

Wie wurde der Patient aufgefunden?

- bewusstlos
- pulslos
- apnoeisch
- zyanotisch

Wie schnell konnte der Notruf abgesetzt werden?

- parallel zu den Erstmaßnahmen durch weitere Mitarbeiter
- Erstmaßnahmen mussten für Notruf unterbrochen werden

Wie viele und welche Mitarbeiter konnten gleich in der Anfangsphase (<3 min) hinzugezogen werden?

- keine
- 1 Personen
- > 1 Personen
- sonstige.....
- Pflegekraft
- ärztliches Personal
- Student

Welches Rea-Team wurde alarmiert:

- Zentrales Rea-Team
- Med INT
- Rettungsdienst/ Notarzt
- andere:

Eintreffen des Reanimation –Teams:

- Patient atmete spontan
- Puls vorhanden
- Patient war wieder bei Bewusstsein
- Reanimation wurde fortgeführt
- AED blieb angeschlossen
- Elektroden wurden auf Voll-Defibrillator des Rea-Teams umgesteckt

War die Reanimation primär erfolgreich?

- Ja, der Patient wurde nach Rückkehr des Spontankreislaufs auf
.....verlegt
- Der Patient wurde unter Fortführen der Herz-Druck-Massage auf
.....verlegt
- Nein, Patient ist vor Ort verstorben

Zufriedenheit mit AED

(Bewertung nach Schulnoten)	1	2	3	4	5	6
Handhabung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sprachinstruktionen/ Führung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lautstärke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insgesamt hilfreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zufriedenheit mit Notfallwagen:

Ausstattung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ordnung/ System	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreichbarkeit des Notfallwagens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen:

.....

.....

.....

Anhang II

Universitätsklinikum Würzburg

Pflegedirektion

Bronchoskopie (BAL) intubierter Patient_ST

Autor: Buczko, Ragnhild
Version: 2

Prüfer: Leimberger, Günter
Freigabe: 12.11.2016

Freigeber: Leimberger, Günter
Seite 1 von 2




Standardbezeichnung: Notfallwagen: Kontrollbogen

<p>1x täglich: A</p> <p>AED: grüner Haken? Gerät einsatzbereit?</p> <p>Notfallwagen: Verplombung, äußerlich unversehrt, sauber,</p>	<p>1x monatlich: B</p> <p>Absauger: Absauger <u>ohne</u> Netzanschluss 30 Min.. laufen lassen</p>	<p>1x monatlich + nach Gebrauch: C</p> <p>Notfallwagen Inventar + Wagen: Verfallsdatum, intakt, beschädigt, Reinigung</p> <p>Klinik: Station: </p>
--	---	---

20__	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.		
Jan																																	
Feb																																	
Mär																																	
Apr																																	


<p>1x täglich: A</p> <p>AED: grüner Haken? Gerät einsatzbereit?</p> <p>Notfallwagen: Verplombung, äußerlich unversehrt, sauber,</p>	<p>1x monatlich: B</p> <p>Absauger: Absauger <u>ohne</u> Netzanschluss 30 Min. laufen lassen</p>	<p>1x Monatlich + nach Gebrauch: C</p> <p>Notfallwagen Inventar + Wagen: Reinigung, Verfallsdatum, intakt, Unversehrt</p> <p>Klinik: Station: </p>
--	--	---

20__	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.		
Mai																																	
Jun																																	
Jul																																	
Aug																																	
Sep																																	
Okt																																	
Nov																																	
Dez																																	

3W_Pflege_VA_02 Revision:3.0 Datum: 03.2017 Seite 1	VA - Verfahrensanweisung Verfahrensanweisung zum Umgang mit dem Notfallwagen	
--	---	---

Damit ein reibungsloser Ablauf bei einer Reanimation gewährleistet ist, muss für einen stets einsatzbereiten Notfallwagen gesorgt werden.

- Die Kontrolle und Auffüllen des Notfallwagens wird durchgeführt:
 - einmal im Monat durch eine hauptverantwortliche Pflegekraft. Im Wechsel soll mindestens eine weitere Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter bei der Überprüfung anwesend sein, damit der Inhalt des Wagens bekannt ist.
 - im Anschluss nach jedem Notfall, bei dem der Notfallwagen in Gebrauch war.
 - wenn der Wagen geöffnet vorgefunden wird
- Der Notfallwagen ist nach den aktuellen Vorgaben im Intranet zu bestücken und stets zu verplomben.
- Materialien mit Verfallsdatum werden auf Ablauf überprüft. AED-Elektrode nicht vergessen
- Damit im Notfall der Überblick gewährleistet ist, müssen mehrfach Bestückungen zusätzlich zur Vorgabe vermieden werden. Der Inhalt laut der Einheitlichen Mindestausstattung Notfallwagen ist einzuhalten.
- Klinikspezifische zusätzliche Materialien dürfen die Übersicht nicht mindern.
- Um ein einfaches Handling des Beatmungsbeutels zu gewährleisten wird der gelistete komplette Einmal-Beatmungsbeutel mit Maske, Reservoir und Sauerstoffschlauch benutzt.
- Das Absauggerät wird einmal im Monat für 30 Minuten ohne Netzkontakt eingeschaltet.
- Der AED wird einmal am Tag auf Einsatzbereitschaft kontrolliert. Bei einem roten X wird die Medizintechnik per Telefon verständigt. Den AED nicht zur Medizintechnik verschicken!
- Neue Elektroden sind über die Pforte ZOM Telefon 55777 zu bestellen.
(Info: Vorgehen nach einer Reanimation mit Einsatz des AED)
- Nach einem Notfall mit Einsatz des AED muss eine Meldung per E-mail an "AED@ukw.de" erfolgen.
Inhalte: Datum und Uhrzeit des Einsatzes, Name der meldenden Pflegekraft, Klinik, Station und Telefonnummer.
- Die Hygiene empfiehlt eine desinfizierende Reinigung der Notfallwagen mit Incidin Plus 0,5%: 1. Außenflächen: 1x wöchentlich 2. Innenflächen: 4-wöchentlich.
- Der Notfallwagen wird nach jedem Einsatz zeitnah ausgewaschen und nach der Vorgabe aufgefüllt.
- Um ein Öffnen des verplombten Reanimationswagens außerhalb eines Notfalls zu erschweren Wird empfohlen diesen mit der Schubladenseite in Richtung Wand zu drehen.

<u>Name:</u> <u>Unterschrift:</u> <u>Datum:</u>	erstellt von: Frau Buczko Praxisanleiterin _____	freigegeben von: Herr Leimberger Pflegedirektor _____	
---	---	--	---

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Thomas Wurmb bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Mit seiner hervorragenden Betreuung, den vielen wertvollen Anregungen und seiner mühevollen Arbeit des Korrekturlesens hat er wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. Martin Kraus, der insbesondere in der Anfangsphase des Frühdefibrillationsprogramms mit großem Engagement das Projekt begleitet hat und mir besonders bei technischen Fragen eine große Hilfe war.

Bei meiner Familie möchte ich mich ganz besonders herzlich für die uneingeschränkte vielseitige Unterstützung und Motivation während des gesamten Studiums bedanken.

„Wir alle leben geistig von dem, was uns Menschen in bedeutungsvollen Stunden unseres Lebens gegeben haben.“

*Albert Schweitzer (1875-1965)
deutsch-französischer Arzt*