

H.-J. Trappe
D. Andresen
H.-R. Arntz
H.-J. Becker
K. Werdan

Positionspapier zur „Automatisierten Externen Defibrillation“

Präambel

Dieses Positionspapier ist eine wissenschaftlich und systematisch erarbeitete Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK), die den gegenwärtigen

Erkenntnisstand zum Thema wiedergibt und allen behandelnden Ärzten und ihren Patienten die Entscheidungsfindung für eine angemessene Behandlung dieser spezifischen Krankheitssituation erleichtern soll. Dieses Positionspapier ersetzt nicht die ärztliche Evaluation des individuellen Patienten und die Anpassung der Diagnostik und Therapie an die spezifische Situation des einzelnen Patienten.

Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung – in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin
Bearbeitet im Auftrag der Kommission für klinische Kardiologie (R. H. Strasser, D. Andresen, G. Ertl, F. de Haan, H. Mudra, A. Osterspey, H.-J. Trappe, K. Werdan, außerdem G. Arnold, E. Fleck, H. M. Hoffmeister)

Prof. Dr. Hans-Joachim Trappe (✉)
Medizinische Klinik II (Schwerpunkte Kardiologie und Angiologie)
Ruhr-Universität Bochum
Hölkeskampring 40
44625 Herne, Germany
Tel.: 023 23-4 99-16 00
Fax: 023 23-49 93 01
E-Mail: Hans-Joachim.Trappe@ruhr-uni-bochum.de

Dietrich Andresen
Vivantes-Kliniken Am Urban
Im Friedrichshain
Berlin, Germany

Hans-Richard Arntz
Charité
Campus Benjamin Franklin
Berlin, Germany

Hans-Jürgen Becker
Deutsche Herzstiftung e.V.
Frankfurt am Main, Germany

Karl Werdan
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg, Germany

Einleitung

Die klinische Erfahrung zeigt, dass die sofortige Defibrillation bei Eintritt von Kammerflimmern unter Beobachtung zweifellos die effektivste Form der Behandlung ist.

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die zeitgerechte Defibrillation bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand, bedingt durch Kammerflimmern, als *die* entscheidende prognostische Determinante anzusehen ist [10, 45–48]. Es ist inzwischen eindeutig belegt, dass die per se schlechte Überlebensrate (3–10%) von Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand durch Laienreanimation und zeitgerechte Defibrillation mit Einsatz automatisierter externer Defibrillatoren (AED) wesentlich verbessert werden kann [5, 35, 40, 42]. Dennoch sind in Europa Programme zum Einsatz von AED nur lückenhaft umgesetzt und eine Laienreanimation wird nur bei etwa 15% der Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand durchgeführt, obwohl bereits zum Zeitpunkt des Herz-Kreislauf-Stillstandes in etwa 50% der Fälle mögliche Ersthelfer anwesend sind [9, 20, 34]. Gründe hierfür sind fehlende Geräte in greifbarer Nähe, mangelnde Aufgeschlossenheit, Unklarheit des Verfahrens, sowie organisatorische und juristische Probleme [31]. Positionspapiere der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung – sollen zu aktuellen Fragen der

Kardiologie Stellung nehmen (38). In diesem Positionspapier soll zur automatisierten externen Defibrillation, aber auch zu den übrigen Maßnahmen der Reanimation Stellung genommen werden.

Definitionen

Kammerflimmern ist die häufigste initiale Rhythmusstörung bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand. Mit der Dauer des Kreislaufstillstands sinken die Chancen eines Reanimationserfolges zu einer „Restitutio ad integrum“ innerhalb weniger Minuten auf Null [18]. Die primäre Erfolgsrate der Defibrillation und die mittelfristige Überlebensrate der Patienten nimmt – wenn nicht Basismaßnahmen der Reanimation ergriffen werden – proportional zur Dauer des Kammerflimmerns ab. Während die „klassische“ Defibrillation durch Notärzte mittels eines Defibrillators über zwei aufgebrauchte Flächenelektroden erfolgt und seit langem etabliert ist, wird die Defibrillation durch automatisierte externe Defibrillatoren (AED) als relativ neues therapeutisches Konzept durch nicht ärztliche Rettungskräfte verstanden [1, 19, 23].

Automatisierte externe Defibrillatoren (AED)

Anders als die herkömmlichen, im Rettungsdienst eingesetzten Defibrillatoren sind AED in der Handhabung einfach und haben nur wenige Bedienelemente. Sie bestehen aus dem Defibrillator und zwei Flächenelektroden, die auf den Brustkorb aufgebracht werden müssen [19, 23]. Alle Schritte, die zu tun sind, werden über eine Sprachsteuerung per Ansage mitgeteilt. „Voice recorder“ sind eingebaute Mikrochips oder Tonbandgeräte zur Sprachaufzeichnung der Reanimierenden und können mit den entsprechenden Programmen der Hersteller zu einer besseren Rekonstruktion des Reanimationsverlaufs genutzt werden. Diese „Voice recorder“ sind leider nicht in allen Geräten vorhanden und sind von den Sprachkommandos unabhängig. Nach Aufkleben der Elektroden erfolgt bei einigen Geräten eine vollautomatische EKG-Analyse, bei anderen muss diese Analyse erst durch Knopfdruck ausgelöst werden. Nach erfolgter EKG-Analyse erhält man bei Vorliegen von Kammerflimmern die Aufforderung, durch Knopfdruck einen Stromstoß auszulösen. Nach der Schockabgabe analysiert das Gerät erneut das EKG des Patienten und gibt weitere Anleitungen zum Vorgehen: Bei weiter bestehendem Kammerflimmern wird eine erneute Schockabgabe empfohlen, bei Asystolie wird eine Herz-Druck-Massage vorgeschla-

gen. AED arbeiten mit einer wartungsfreien Langzeitbatterie und führen automatische Selbsttests zur Funktionsprüfung durch. Es ist belegt, dass die Spezifität des AED bei der Erkennung von Kammerflimmern fast 100% erreicht, während die Sensitivität bei den meisten handelsüblichen Geräten 90–95% beträgt [28]. Zum Beispiel erkennen die Geräte regelhaft Kammerflimmern nicht, wenn dieses von Schrittmacherimpulsen überlagert wird. In der Regel wird auch sehr feines Kammerflimmern mit einer Amplitude von $<0,1$ mV nicht erkannt. Es ist deshalb neben einer Verbesserung von Detektionskriterien für Kammerflimmern für o.g. Bedingungen die vollständige freie Programmierbarkeit der Geräte bezüglich Zeitintervallen, Schocksequenzen, Energiewahl und Kommandoreihe zu fordern.

Defibrillation durch Ersthelfer („First Responder“)

Die Anwendung automatisierter externer Defibrillatoren durch nichtmedizinisches, geschultes Personal (Einbeziehung von Personenkreisen, die aufgrund ihrer Aufgabenstellung als erste Retter in Frage kommen, und die aufgrund ihrer Tätigkeit selbst Augenzeuge eines plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstandes werden können, wie z. B. Rettungsdienste, Sicherheitspersonal, Polizisten, Feuerwehrleute, Begleitpersonal von Flugzeugen oder Schiffen bzw. Aufsichtspersonal in öffentlichen Einrichtungen) wird als „First responder“-Defibrillation bezeichnet. Zahlreiche Studien haben klar gezeigt, dass das Konzept der automatisierten externen Defibrillation zur Verbesserung der Überlebensrate von Patienten mit Kammerflimmern führt [7, 21, 26, 43]. Darüber hinaus ist sichergestellt, dass ausgebildete Laien automatisierte externe Defibrillatoren sicher und effizient anwenden können [37]. Alle Studien zur Defibrillation durch Ersthelfer belegen eindeutig, dass das Zeitintervall zwischen Kollaps (bedingt durch Kammerflimmern) und Defibrillation der entscheidende Parameter für das Überleben ist und die Defibrillation nach Beginn des Kammerflimmerns innerhalb von 4–5 min erfolgen sollte [14]. Wichtig für den Defibrillationserfolg ist darüber hinaus die Durchführung von Basismaßnahmen.

Defibrillation durch Laien („Public Access“-Defibrillation [PAD])

Wenn jedermann automatisierte externe Defibrillatoren bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand anwenden kann, spricht man von der „Public Access“-

Defibrillation (PAD). Dieses Konzept meint die Vorkhaltung von AED an Orten mit hohem Personenaufkommen, ohne dass für deren Anwendung die potentiellen Bediener gesondert geschult wurden. Im Fall eines Herz-Kreislauf-Stillstandes durch Kammerflimmern sollen die automatisierten externen Defibrillatoren von zufällig anwesenden Personen angewendet werden, also hauptsächlich von völlig untrainierten Laien. Obgleich auch für die PAD eindeutige Erfolge beschrieben wurden, sind wir in Deutschland von der Realisierung dieses Konzeptes weit entfernt und es scheint aufgrund mangelnder Erfahrung zur Zeit auch nicht sinnvoll zu sein [4, 37, 41]. Die Einführung von „Public Access“-Programmen ist erst dann denkbar, wenn der Rettungsdienst durchgängig über die Möglichkeit der Frühdefibrillation verfügt, wenn „First Responder“-Programme erfolgreich realisiert sind und etablierte und effiziente Laienreanimationsprogramme bereitstehen. In jüngster Zeit ist die „Public Access“-Defibrillation zunehmend Gegenstand intensiver Diskussionen. Vor einer Einführung der Defibrillation durch Laien („Public Access“-Defibrillation) sind in jedem Fall prospektive Studien auf wissenschaftlicher Basis notwendig.

Wer darf defibrillieren?

Die Bundesärztekammer hat in einer Empfehlung vom 4. Mai 2001 zur Defibrillation mit automatisierten externen Defibrillatoren durch Laien Stellung genommen [13]. In dieser Empfehlung wird ausgeführt, dass die Defibrillation durch Laien nicht die Aufgaben des Rettungsdienstes ersetzt, dass sie aber die Zeitspanne zwischen Auftreten des Kammerflimmerns und der Defibrillation verkürzen soll und dadurch die Überlebenschancen eines Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand erhöht. In dieser Empfehlung wird klar definiert, dass für die Anwendung von AED eine Ausbildung gemäß §22 Abs. 1, Satz 3 des Medizinproduktegesetzes (MPG) in Verbindung mit §5 Abs. 1 der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) notwendig ist. Es heißt dort wörtlich: „Jede Institution, die die automatisierte externe Defibrillation durch Laien in ihrem Bereich einführt, hat die ärztliche Fachaufsicht sicherzustellen und ein Schulungsprogramm zu implementieren“ [13].

Ausbildung

■ Allgemeine Stellungnahme

Die Bundesärztekammer hat sich zur ärztlichen Verantwortung für die Aus- und Fortbildung von Nicht-

ärzten in der Frühdefibrillation am 4. Mai 2001 eindeutig geäußert [13]: In dieser Stellungnahme muss eine Ausbildung gemäß §22 Abs. 1 Satz 3 des Medizinproduktegesetzes (MPG) neben den Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation die Gewähr für eine sachgerechte Handhabung des automatisierten externen Defibrillators bieten. Der Ersthelfer muss gemäß §5 Abs. 1 Medizinprodukte-Verordnung (MPBetreibV) durch den Hersteller des Gerätes oder durch eine vom Betreiber beauftragte Person unter Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung in die sachgerechte Handhabung des automatisierten externen Defibrillators eingewiesen worden sein.

■ Dauer

Eines der am meisten diskutierten Themen im Zusammenhang mit der Einrichtung von AED-Programmen ist die Frage nach der Intensität der Qualifikation und damit der Dauer eines Ausbildungskurses [31]. Die Ausbildungsniveaus sind in Europa vollkommen unterschiedlich und reichen von der ausschließlichen Geräteeinweisung bis hin zu mehrtägigen Schulungen [30]. Es ist unbestritten, dass Dauer und Effektivität einer Ausbildung bei AED-Programmen vor allem von Vorkenntnissen der Teilnehmer und der Qualität des Unterrichts abhängig sind. Bei der Diskussion um Dauer, Inhalt und Qualität einer Ausbildung ist es wichtig, unterschiedliche Zielgruppen zu definieren: Ärzte und medizinisches Fachpersonal, Rettungspersonal und medizinische Laien. Das European Resuscitation Council (ERC) unterscheidet bei den medizinischen Laien drei Gruppen [3]: Im „Level 1“ finden sich Menschen ohne Bezug zur Medizin, die aber aufgrund ihrer Tätigkeit mit dem Management von Notfallsituationen vertraut sind (z. B. Feuerwehrleute, Polizisten, Skiwacht). „Level 2“ repräsentiert geschulte Personen, die als Angestellte ihren Arbeitsplatz an zentralen Positionen haben und dort als Verantwortliche tätig sind, und im „Level 3“ werden Familienangehörige oder Freunde von Hochrisikopatienten, die für die Anwendung von AED ausgebildet werden, zusammengefasst. Bereits 1998 schlug das European Resuscitation Council (ERC) vor, dass ein AED-Training mindestens 3 Stunden dauern soll, abhängig von den Vorkenntnissen und Erfahrungen des Kursteilnehmers, aber *nur* in Kombination mit der Unterweisung von Basismaßnahmen („Initial training in resuscitation involving AEDs“) [3].

■ AED und Basismaßnahmen

Seit der zunehmenden Verbreitung von AED-Programmen wird die Frage der zusätzlichen Ausbildung

in Basismaßnahmen („basic life support“ [BLS]) diskutiert [30]. Einige Studien weisen darauf hin, dass die Überlebensrate von Patienten, die wegen Kammerflimmerns mit einem AED auch ohne Basismaßnahmen reanimiert wurden, verbessert werden kann [7], während andere Untersuchungen zeigten, dass die Überlebensraten bei BLS *und* frühzeitiger Defibrillation signifikant gesteigert werden konnten [37, 50]. In Deutschland haben die Hilfsorganisationen im Konsens beschlossen, keine reine AED-Ausbildung anzubieten, da nur die Kombination von BLS und Defibrillation als wirkungsvolles Konzept angesehen wird. Diese Ansicht steht in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des ERC, die anlässlich der ESC-ERC-Policy Conference im Dezember 2002 verabschiedet wurden und ausdrücklich die Kombination von BLS- und AED-Training fordern [30]. Hinsichtlich der Mindestanforderungen an die Aus- und Fortbildung von Ersthelfern hat sich der Ausschuss „Notfall-/Katastrophenmedizin und Sanitätswesen“ der Bundesärztekammer von Beginn an für die Vorgaben des European Resuscitation Council ausgesprochen, die eine Erstausbildung von acht Stunden und ein „Refresher training“ von zwei Stunden wenigstens alle sechs Monate vorsehen. Die Bundesarbeitsgemeinschaft Erste Hilfe hat demgegenüber etwas modifizierte Mindestanforderungen formuliert: Initial 7 Stunden Ausbildung, „Auffrischung“ einmal jährlich 4 Stunden. Davon weichen deutlich „Kurzurse“ ab, wie sie bisweilen öffentlichkeitswirksam propagiert werden. Diese Kurse sind als unzureichend abzulehnen, da aus Zeitgründen weder eine vernünftige Ausbildung für eine sachgerechte Handhabung der AED-Geräte noch eine ausreichende Unterweisung in kardiopulmonalen Reanimationsmaßnahmen stattfinden kann. Zur Zeit ist die Definition der Ausbildungszeit Gegenstand intensiver Beratungen. In jedem Fall muss die Basisreanimation ein Teil der Unterrichtung bei Ausbildung von „First responders“ sein.

Wo sollen AED installiert werden?

■ Allgemeine Überlegungen

Das Ziel jedes AED-Programms muss sein, bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand durch Kammerflimmern innerhalb von höchstens 4–5 Minuten eine Defibrillation durchzuführen [2]. Die Häufigkeit eines Herz-Kreislauf-Stillstandes ist abhängig von Geschlecht, Alter und dem Vorhandensein einer Herzkrankheit. In der Maastricht-Studie wurde nachgewiesen, dass bei 1:1000 Einwohner pro Jahr mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand zu rechnen ist, der

sich bei 80% der Betroffenen zu Hause und nur bei 15% an öffentlichen Plätzen ereignete [8]. Während Patienten mit durchgemachtem Infarkt, eingeschränkter linksventrikulärer Pumpfunktion und spontanen ventrikulären Tachyarrhythmien als Risikokandidaten für einen plötzlichen Tod identifiziert werden können, ist bei relativ vielen, offensichtlich gesunden Menschen, ein Herz-Kreislauf-Stillstand durch Kammerflimmern oft das erste Zeichen einer kardialen Erkrankung und im Vorfeld nicht zu erkennen [25]. Diese Beobachtungen machen deutlich, dass für ein Überleben dieser Patienten die Verfügbarkeit eines automatisierten externen Defibrillators möglichst groß sein sollte, nach Möglichkeit an jedem Ort und zu jeder Zeit. Dieses ist jedoch nicht umsetzbar, und die Frage, wo AED installiert werden sollen, ist bisher nicht eindeutig zu beantworten und Gegenstand intensiver Diskussionen [4].

■ AED-Programme in medizinischen Einrichtungen

Die American Heart Association (AHA) sieht an Orten, an denen sich 1000 Menschen pro Jahr aufhalten und von denen mindestens ein Patient ein Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten hat, eine Berechtigung für die Stationierung von AED [2]. Das sind vor allem Einrichtungen, an denen sich per definitionem schwer herzkrankte Personen aufhalten, wie z. B. in Krankenhäusern [31]. Nach den Empfehlungen der amerikanischen Gesellschaft AHA und des International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) ist die Defibrillation innerhalb von 3 Minuten nach beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand für medizinische Einrichtungen ein unumstrittenes Ziel mit dem Empfehlungsgrad I (Tab. 1) [2]. In der überwiegenden Mehrzahl deutscher Krankenhäuser dürften diese Anforderungen derzeit außerhalb von Intensivstationen oder Intermediate-Care-Einheiten kaum zu erfüllen sein. Insbesondere auf den Normalstationen sind die Voraussetzungen für eine schnelle Defibril-

Tab. 1 Empfehlungsgrade zur Defibrillation (nach AHA und ILCOR [2])

Definition	Empfehlungsgrad
Defibrillation	
Defibrillation innerhalb von 5 Minuten nach Alarmierung I des Rettungsdienstes bei außerhalb des Krankenhauses beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand	I
Defibrillation von innerhalb 3 Minuten nach einem in I einer medizinischen Einrichtung beobachtetem Herz- Kreislauf-Stillstand	I
Frühdefibrillation durch Rettungsassistenten	IIa
Frühdefibrillation mittels AED durch trainierte Laien	IIa

Abkürzungen: AED = Automatisierter externer Defibrillator, AHA = American Heart Association, ILCOR = International Liaison Committee on Resuscitation

lation häufig nicht gegeben. Es ist deshalb anzustreben, Krankenhäuser adäquat mit Defibrillatoren auszustatten und mit allen im Krankenhaus tätigen Mitarbeiter, einschließlich der Mitarbeiter des Krankentransportdienstes und der Verwaltung Reanimationsübungen einschließlich AED-Training vorzunehmen (Empfehlungsgrad IIa nach AHA und ILCOR [2, 29, 30] (Tab. 1). Größere prospektive Studien, die das Konzept von AED-Programmen in Kliniken untersuchten, liegen bisher leider nicht vor.

■ „Kommunale-AED-Programme“

Erste größere Studien zur Effektivität automatisierter externer Defibrillatoren in kommunalen Bereichen wurden mit Hilfe von geschulten Feuerwehrleuten bzw. Polizisten durchgeführt [11, 21, 24, 26, 43]. In den meisten dieser Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass die AED-Anwendung durch trainierte Ersthelfer zu höheren Überlebensraten führte als beim Einsatz professioneller Helfer (Tab. 2). Dieses wurde damit begründet, dass die „call-to-arrival-time“ bei Ersthelfern wesentlich kürzer war als bei den professionellen Rettungssystemen: In einer Untersuchung

von Capucci und Mitarbeitern [7], die in der Region Pienza/Italien durchgeführt wurde, betrug die „call-to-arrival-time“ der Ersthelfer im Mittel $4,8 \pm 1,2$ min, bei den professionellen Rettungsdiensten dagegen $6,2 \pm 2,3$ min ($p < 0,05$). Ähnliche Beobachtungen, dass die Erfolge der automatisierten externen Defibrillation vor allem in der kürzeren „call-to arrival-time“ der Ersthelfer begründet waren, wurde auch von anderen Autoren gemacht [21, 22, 26, 45, 49].

■ AED-Programme an öffentlichen Plätzen

Seit der Einführung der automatisierten externen Defibrillation führten Überlegungen dazu, AED vorzugsweise in großen öffentlichen Gebäuden zu installieren, in denen sich allerdings nur etwa 5% aller plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstände ereignen [23]. Inzwischen liegen einige Studien vor, die nachgewiesen haben, dass an öffentlichen Orten mit vielen Menschen wie Spielcasinos oder Flughäfen der Einsatz von AED zu einer signifikanten Verbesserung der Überlebensrate von Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand und Kammerflimmern führte (Tab. 3). In der „Casino-Studie“ von Venezuela und Mitarbeitern, wurden 105 Patienten mit Kammerflimmern durch geschulte Casino-Mitarbeiter mit Hilfe von AED reanimiert, was zu einer Überlebensrate von 53% führte bei einem mittleren Zeitintervall Kollaps-Defibrillation von $4,4 \pm 2,9$ min [41]. Der professionelle Rettungsdienst traf demgegenüber im Mittel erst nach $9,8 \pm 4,3$ min am Einsatzort ein! Waren die Ersthelfer innerhalb von 3 Minuten vor Ort, betrug die Überlebensrate 74%, fand die Defibrillation erst nach >3 Minuten statt, sank sie auf 49% [41]. Auch andere große prospektive Studien, die auf Flughäfen durchgeführt wurden, zeigten, dass durch AED-Einsatz durch ausgebildete Ersthelfer die Überlebensrate von Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand wesentlich verbessert werden konnte [6, 27, 28]. Im Gegensatz dazu gibt es Berichte, dass die Installation von AED an jedem öffentlichen Platz zu überdenken ist: In Paris wurden AED an wenigen öffentlichen Plätzen vorgehalten und Feuerwehr-First-Responderteams ausgebildet. Bei einem Vergleich der Anwendungshäufigkeit zeigte sich eine Spanne von 0,14/100 000 Personen/Jahr an öffentlichen Plätzen im Vergleich 49/100 000 Personen/Jahr im häuslichen Bereich [29]. Die Autoren folgerten, dass 70% der Herz-Kreislauf-Stillstände im häuslichen Bereich auftraten, und dass das Vorhalten von AED an öffentlichen Plätzen wenig sinnvoll ist. Auch in der Pienza-Studie kam keiner der 12 AED an öffentlichen Plätzen zum Einsatz [7]. Die Frage, ob und in welchen öffentlichen Gebäuden AED-Programme vorgehalten werden sollen, ist deshalb zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu entscheiden und wird Gegenstand weiterer Diskus-

Tab. 2 Kommunale-AED-Programme

Autor	Studien-Design	Patienten	ÜR	p
Eisenberg [11]	Paramedics+BLS vs BLS+AED	179 mit HKS	18% 38%	<0,05
Kellermann [21]	Paramedics vs FW+AED	610337 EW	10% 14%	*
Myerburg [26]	Polizei-AED vs Paramedics-AED	1181612 EW	17% 9%	0,047
Capucci [7]	EH+AED vs NAW	173114 EW	11% 3%	0,006
Weaver [43]	FW+BLS vs FW+AED	1287 EW	19% 30%	*
Mosesso [24]	Polizei+AED vs NAW	7 Städtische Gemeinden	26% 3%	0,01
PAD Trial [37]	BLS vs BLS+AED	993 Gemeinden in 24 Regionen Nordamerikas	14% 23%	0,03
Van Alem [40]	FW+Polizei vs NAW	469 HKS	25% 21%	ns

Abkürzungen: AED = automatisierter externer Defibrillator, BLS = „Basic life support“ [Basismaßnahmen], EH = Ersthelfer, EW = Einwohner, FW = Feuerwehr, HKS = Herz-Kreislauf-Stillstand, NAW = Notarztwagenteam, ns = nicht signifikant, ÜR = Überlebensrate, * = keine Angabe

Tab. 3 AED-Programme an öffentlichen Plätzen

Autor	Anzahl Personen AED-Lokalisation	AED- Anwender	Patienten	ÜR
Venezuela [41]	Spielcasinos	EH	105 Pt mit KF	53%
Caffrey [6]	100 Mill Pass, FH O'Hare, Midway, Meig Field (pro Jahr)	EH Paramedics	18 Pt mit HKS	56%
Page [28]	70801874 Pass 727956 Flüge American Airlines (pro Jahr)	EH	14 Pt mit KF	40%
O'Rourke [27]	31 Mill Pass 203191 Flüge Quantas (pro Jahr)	EH	46 Pt mit HKS	26%

Abkürzungen: AED=automatisierter externer Defibrillator, EH=Ersthelfer, FH=Flughäfen, HKS=Herz-Kreislauf-Stillstand, KF=Kammerflimmern, Mill=Millionen, Pass=Passagiere, ÜR=Überlebensrate

sionen sein. Auch die Einführung von AED-Programmen in Schulen ist zur Zeit Gegenstand intensiver Beratungen, ebenso wie Überlegungen, große Fußballstadien und Sportstätten mit AED zu versorgen [17].

■ AED-Programme für zu Hause?

Es ist bekannt, dass sich die meisten Herz-Kreislauf-Stillstände zu Hause ereignen, und dass eine Defibrillation durch geschulte Angehörige („Home-AED-Programm“) sicher und schnell defibriert werden kann [36]. Besonders für Risikopatienten nach Myokardinfarkt, bei denen keine ICD-Indikation gegeben ist, bei Patienten auf der Warteliste zur Herztransplantation oder bei Patienten mit angeborenen arrhythmogenen Erkrankungen (ARVC/D, Brugada-Syndrom), erscheint ein „Home-AED-Programm“ per se attraktiv. Das Konzept von „Home-AED-Programmen“ ist nicht neu, deren Effektivität durch prospektive Studien ist aber nie bewiesen worden. Eine von Eisenberg [12] vorgelegte Studie zur häuslichen AED-Anwendung zeigte keinen Benefit, während Snyder [32] darauf hinwies, dass 6 von 8 Patienten (75%), die zu Hause mit einem AED reanimiert wurden, überlebten. Obgleich „Home-AED-Programme“ durch die Möglichkeit unmittelbarer Defibrillation prinzipiell sinnvoll erscheinen, ist unklar, ob Angehörige tatsächlich unverzüglich handeln können (und im Notfall auch handeln werden), oder ob psychologische Momente zu einer Verzögerung der Reanimation führen und somit den Erfolg einer schnellen Defibrillation in Frage stellen. Es sollte deshalb durch prospektive Studien geklärt werden, ob ein „AED-Programm für zu Hause“ tatsächlich zu einer Verbesserung der Überlebensrate

führt, bevor eine entsprechende Empfehlung ausgesprochen wird. Zum jetzigen Zeitpunkt sind AED-Programme für „zu Hause“ nicht zu empfehlen.

Juristische Aspekte bei AED-Programmen

Einer der häufigsten Gründe, AED-Programme nicht oder nur zögerlich einzurichten, sind Hinweise auf rechtliche Grundlagen zur Anwendung automatisierter externer Defibrillatoren. Die juristische Absicherung der Anwendung von AED durch Ersthelfer ist in Europa völlig inhomogen: Während es in einigen Ländern keine gesetzliche Absicherung für die Anwendung von AED gibt, wurde in anderen Ländern durch Änderung von Gesetzen eine solche Möglichkeit geschaffen [31]. In Deutschland erwächst die Rechtssicherheit des Helfers in der Not daraus, dass zur Rechtfertigung der Rettungsmaßnahme eine mindestens mutmaßliche Einwilligung des Opfers in die mit einer Defibrillation tatbestandlich vorliegende Körperverletzung angenommen werden kann. Rechtswidrig bleibt die Handlung nur dann, wenn die helfende Person riskante, insbesondere grob sorgfaltswidrige Handlungen vornimmt. Eine Verletzung bzw. ein Schaden wäre dann nicht mehr die Folge der Einwilligung in ein gerechtfertigtes Risiko, sondern Folge einer Sorgfaltsverletzung. Welche Sorgfalt in der Versorgungssituation erwartet wird, richtet sich danach, was unter Beachtung des Qualitätsmaßstabes standardmäßig geboten war, um dem Patienten zu helfen [39]. Das Bundesjustizministerium führt dazu aus: „Entscheidend ist immer, ob das Risiko bei Einsatz der Geräte in der konkreten Rettungssituation in einem angemessenen Verhältnis zu den Rettungschancen steht und der Einsatz sorgfältig durchgeführt wurde. Bei der Beurteilung der anzuwendenden Sorgfalt durch medizinische Laien ist auch die von der Bundesärztekammer aufgestellte Empfehlung zur Aus- und Fortbildung von Laien mit zu berücksichtigen“ [16]. Es ist unzweifelhaft, dass jeder adäquat Geschulte bei ordnungsgemäßer Anwendung eines AED bei einem Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand Rechtssicherheit hat.

AED-Programme und ökonomische Überlegungen

Die Effektivität von AED-Programmen hängt neben der Aufklärung und der Ausbildung der Bevölkerung im Wesentlichen von Standorten automatisierter externer Defibrillatoren und deren Verteilungsmuster ab. Selbst wenn eine flächendeckende Ausstattung von AED in Deutschland prinzipiell sinnvoll wäre,

ist ein solches Konzept nicht umzusetzen und nicht zu finanzieren. Die Einführung von AED-Programmen kann daher, neben der Interpretation wissenschaftlicher und klinischer Studienergebnisse, nicht ohne Berücksichtigung der Kosteneffizienz erfolgen [44]. In den USA wurden die Kosten für ein gerettetes Leben nach Herz-Kreislauf-Stillstand pro Jahr durch Einrichtung eines AED-Programms mit 46 900 \$ berechnet und die jährlichen Folgekosten für die „Unterhaltung“ eines AED-Programms mit 2400 \$ festgelegt [36]. In der Piazenza-Studie wurden insgesamt 270 000 \$ für die Anschaffung von 39 AED und das Training von 1285 Freiwilligen über einen Zeitraum von 22 Monaten ausgegeben [7]. Forrer und Mitarbeiter [15] berichteten, dass die Kosten für ein 7-jähriges AED-Programm mit Polizisten zur Rettung eines Lebens pro Jahr mit 16 060 \$ anzunehmen seien, bei jährlichen Gesamtkosten für das „Polizisten-AED-Programm“ von 70 342 \$. Das European Resuscitation Council (ERC) empfiehlt deshalb für jedes AED-Programm, das gestartet werden soll, die Kosten für Geräte, Personal, Ausbildung und Überwachung der Programme von vornherein zu kalkulieren [30].

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Trotz unbestrittener Erfolge der automatisierten externen Defibrillation sind weiterhin viele Fragen offen und müssen durch prospektive Studien geklärt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt erscheinen folgende Schlussfolgerungen sinnvoll:

Qualifikation der Ersthelfer

- Für die Anwendung von AED ist eine Ausbildung gemäß §22 Abs. 1, Satz 3 des Medizinproduktegesetzes (MPG) in Verbindung mit §5 Abs. 1 der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) notwendig.
- Der Ersthelfer muss gemäß §5 Abs. 1 der Medizinprodukte-Vertreiberverordnung (MPBetreibV) durch den Hersteller des Gerätes oder durch eine vom Betreiber beauftragte Person unter Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung in die sachgerechte Handhabung des automatisierten externen Defibrillators eingewiesen sein.
- Alle im Krankenhaus tätigen Mitarbeiter, einschließlich der Mitarbeiter des Krankentransportdienstes und der Verwaltung, sollten in der Anwendung von AED und Basismaßnahmen ausgebildet werden.
- Für die Aus- und Fortbildung von Ersthelfern ist eine Erstausbildung von acht Stunden und ein „Refresher training“ von zwei Stunden wenigstens alle sechs Monate vorgesehen.
- Innerhalb der AED/BLS („basic life support“)-Ausbildung sollte nach den Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) ein AED-Training mindestens 3 Stunden dauern.
- Eine alleinige AED-Ausbildung ist nicht sinnvoll. Nur die Kombination der Ausbildung von Basismaßnahmen (BLS) und Defibrillation wird zur Zeit als wirkungsvolles Konzept zur Behandlung von Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand angesehen.
- AED können durch Ersthelfer ohne juristische Probleme angewendet werden. Rechtswidrig bleibt die Handlung nur dann, wenn die helfende Person riskante, insbesondere grob sorgfaltswidrige Handlungen vornimmt.
- AED-Programme sollten in Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen umgesetzt werden.

AED-Orte

- Alle Rettungs- und Krankenwagen, in denen Patienten ohne Arzt mit manuellem Defibrillator transportiert werden, sollten mit einem automatisierten externen Defibrillator ausgestattet sein und über trainiertes Personal verfügen.
- Die Installation von AED erscheint an *den* Orten sinnvoll, an denen sich viele Menschen aufhalten und an denen mindestens ein Herz-Kreislauf-Stillstand pro Jahr durch Kammerflimmern beobachtet wurde.
- Die Frage, ob und in welchen öffentlichen Gebäuden AED-Programme vorgehalten werden sollen, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu entscheiden und wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Die Bestückung *aller* öffentlichen Gebäude mit AED ist sinnlos.
- Zum jetzigen Zeitpunkt sind AED-Programme für „zu Hause“ *nicht* zu empfehlen.

Literatur

1. Adult advanced cardiac life support (1992) *JAMA* 19:179-186
2. American Heart Association, International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR (2000) Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care – An international consensus on science. *Circulation* 102 (Suppl.):1-384
3. Basic Life Support Working Group of the European Resuscitation Council (1998) The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult single rescuer basic life support. *Resuscitation* 37:67-80
4. Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L (1998) Public locations of cardiac arrest. Implication for public access defibrillation. *Circulation* 97: 2106-2109
5. Bunch TJ, White RD, Gersh BJ, Meverden RA, Hodge DO, Ballman KV, Hammill SC, Shen WK, Packer DL (2004) Long-term outcomes of out-of-hospital cardiac arrest after successful early defibrillation. *N Engl J Med* 348:2626-2633
6. Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB (2002) Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 347:1242-1247
7. Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, et al (2002) Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 106:1065-1070
8. DeVreede-Swagemakers JJM, Gorgels APM, Dubois-Arbouw WI, et al (1997) Out-of-hospital cardiac arrest in the 1990s: a population-based study in the Maastricht area on incidence, characteristics and survival. *J Am Coll Cardiol* 30:1500-1505
9. Diak AW, Welborn WS, Rullmann RG, Walter CW, Wayne MA (1979) An automatic cardiac resuscitator for emergency treatment of cardiac arrest. *Med Instrumentation* 13:78-83
10. Eisenberg MS, Mengert TJ (2001) Cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 344:1304-1313
11. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Copass MK, Bergner L, Short F, Pierce J (1984) Treatment of ventricular fibrillation. Emergency medical technician defibrillation and paramedic services. *JAMA* 251:1723-1726
12. Eisenberg MS, Moore J, Cammins RO, Andresen E, Litwin PE, Hallstrom AP, Hearne T (1989) Use of the automatic external defibrillator in homes of survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Am J Cardiol* 63:443-446
13. Empfehlungen der Bundesärztekammer zur Defibrillation mit automatisierten externen Defibrillatoren (AED) durch Laien (2001). *Dtsch Ärzteblatt*:98:A1211
14. European Resuscitation Council (2000) Part 4: the automated external defibrillator: key link in the chain of survival. *European Resuscitation Council. Resuscitation* 46:73-91
15. Forrer CS, Swor RA, Jackson RE, Pascual RG, Compton S, McEachin C (2002) Estimated cost effectiveness of a police automated external defibrillator program in a suburban community: 7 years experience. *Resuscitation* 52:23-29
16. Frühdefibrillation durch medizinische Laien (2002) *Dtsch Ärzteblatt* 99:361
17. Hazinski MF, Markenson D, Neish S, Gerardi M, Hootman J, Nichol G, Taras H, Hickey R, O'Connor R, Potts J, Van der Jagt E, Berger S, Schexnayder S, Garson A Jr, Doherty A, Smith S (2004) Response to cardiac arrest and selected life-threatening medical emergencies. The Medical Emergency Response Plan for Schools. *Circulation* 109:278-291
18. Herlitz J, Ekstrom L, Wennerbloom B, Axelsson A, Bang A, Holmberg S (1994) Predictors of early and late survival after out-of-hospital cardiac arrest in which asystole was the first recorded arrhythmia on scene. *Resuscitation* 28:27-36
19. International guidelines 2000 for CPR and ECC (2000) A Consensus Scene. Part 4 - The automated external defibrillator: Key link in the chain of survival. *Resuscitation* 46:73-91
20. Jaggaro NS, Heber M, Grainger R, et al (1982) Use of an automated external defibrillator-pacemaker by ambulance staff. *Lancet* 2:73-75
21. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G, Kreth TK, Nail L, Dobyns P (1993) Predicting the outcome of unsuccessful prehospital advanced cardiac life support. *JAMA* 270:1433-1436
22. Koster RW (2002) Automatic external defibrillator: key link in the chain of survival. *J Cardiovasc Electrophysiol* 13:S92-S95
23. Maio VJ, Stiell IG, Wells GA (2001) Potential impact of public access defibrillation based upon cardiac arrest locations. *Acad Emerg Med* 8:415-416
24. Mosesso VN, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM (1998) Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 32:200-207
25. Myerburg RJ, Kessler KM, Castellanos A (1992) Sudden cardiac death. Structure, function, and time-dependence of risk. *Circulation* 85:12-20
26. Myerburg RJ, Fenster J, Velez M, Rosenberg D, Lai S, Kurlansky P, Newton S, Knox M, Castellanos A (2002) Impact of community-wide police car deployment of automated external defibrillators on survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 106:1058-1064
27. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS (1997) An airline cardiac arrest program. *Circulation* 96:2849-2853
28. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, Barbera SJ, Hamdan MH, McKenas DK (2000) Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 343:1210-1216
29. Peduzzi F, Jost, LePogann A, De-grange H, Rüttimann M (2003) Interest of automated external defibrillations implemented in public areas receiving crowd in an urban area. Conference abstract of ERC Symposium on Early Defibrillation, 28.-29. 11. 2003
30. Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA, Napolitano C, Arntz HR, Koster RW, Monsieurs KG, Capucci A, Wellens HJJ (2004) ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Eur Heart J* 25:437-445
31. Sefrin P (2004) Frühdefibrillation in Europa. *Intensivmed* 41:609-615
32. Snyder DE, Uhrbrock K, Jorgenson DB, Skarr T (2002) Outcomes of AED use in businesses and homes. *Circulation* 106 (Suppl. II):664
33. Spearpoint KG, McLean CP, Zideman DA (2000) Early defibrillation and the chain of survival in „in-hospital“ adult cardiac arrest; minutes count. *Resuscitation* 44:165-169
34. Stiell IG, Wells GA, DeMaio VJ (1999) Modifiable factors associated with improved cardiac arrest survival in multicenter basic life support/defibrillation system: OPAL Study Phase I results. *Ontario Prehospital Advanced Life Support. Ann Emerg Med* 33:44-50
35. Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio V, Nichol G, Cousineau D, Blackburn J, Munkley D, Luinstra-Toohey L, Campeau T, Dagnone E, Lyver M, for the Ontario Prehospital Advance Life Support Study Group (2004) Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 351:647-656

36. Stiell JG, Wells GA, Field BJ (1999) Improved out-of-hospital cardiac arrest survival through the inexpensive optimization of an existing defibrillation program: OPALS study phase II. Ontario Prehospital Advanced Life Support. *JAMA* 281:1175–1181
37. The Public Access Defibrillation Trial Investigators (2004) Public-Access-Defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest (PAD trial). *N Engl J Med* 351:637–646
38. Trappe HJ (2003) Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung. *Z Kardiol* 93:689–693
39. Tries R (1999) Frühdefibrillation aus juristischer Sicht. *Rettungsdienst* 22: 18–25
40. Van Alem AP, Vrenken RH, Tijssen JGP, Koster RW (2003) Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trials. *Brit J Med* 327:1312–1317
41. Venezuela 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
42. Weaver WD, Copass MK, Hill DL, et al (1986) Cardiac arrest treated with a new automatic external defibrillator by out-of-hospital first responders. *Am J Cardiol* 57:1017–1021
43. Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA, Hallstrom AP (1988) Use of the automatic external defibrillator in the management of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 319:661–666
44. Weaver WD, Peberdy MA (2002) Defibrillators in public places – one step closer to home. *N Engl J Med* 347: 1223–1224
45. White RD, Asplin BR, Bugliosi TF, Hankins DG (1996) High discharge survival rate after out-of-hospital ventricular fibrillation with rapid defibrillation by police and paramedics. *Ann Emerg Med* 28:480–485
46. White RD, Hankins DG, Atkinson EJ (2001) Patient outcomes following defibrillation with a low energy biphasic truncated exponential waveform in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 49:9–14
47. White RD, Hankins DG, Bugliosi TF (1998) Seven years' experience with early defibrillation by police and paramedics in an emergency medical services system. *Resuscitation* 39: 145–151
48. White RD (2001) Technological advances and program initiatives in public access defibrillation using automated external defibrillators. *Curr Opin Crit Care* 7:145–151
49. White RD, Vokov LF, Bugliosi TF (1994) Early defibrillation by police: initial experience with measurement of critical time intervals and patient outcome. *Ann Emerg Med* 23:1009–1013
50. Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al (2003) Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomised trial. *JAMA* 19:1389–1395