

Aus der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie des
Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
(Direktor: Prof. Dr. med. R. Dudziak)

**Präklinische Reanimationen
im Rettungsdienstbereich
Frankfurt am Main
im Zeitraum vom
01.01.1998 bis zum 31.03.1999**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von
Gösta Lotz
aus Hanau am Main

Frankfurt am Main
2002

Dekan: Prof. Dr. med. Josef Pfeilschifter

Referent: Prof. Dr. med. Volker Lischke

Koreferent: Prof. Dr. med. H.-G. Fieguth

Tag der mündlichen Prüfung: 03.02.2003

Für all jene, von denen ich lernen durfte
und weiterhin lernen werde

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGEN	6
1. EINLEITUNG	7
1.1. Entwicklung der Reanimation	7
1.2. Entwicklung von Rettungsdienst und präklinischer Reanimation.....	8
1.3. Ziele der Arbeit	9
2. MATERIAL UND METHODIK.....	11
2.1. Allgemeines	11
2.2. Der Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main	13
2.2.1. Einsatzgebiet	13
2.2.2. Rettungsleitstelle.....	13
2.2.3. Der zweireihige Rettungsdienst	13
2.2.4. Qualifikation der Notarztwagen- und Rettungswagenbesatzungen sowie Ausstattung der Rettungsmittel	16
2.3. Datenerfassung und Datenauswertung	17
2.3.1. Einschlusskriterien	17
2.3.2. Datenerfassung.....	17
2.3.3. Klinischer Verlauf	19
2.3.4. Berechnung der Erfolgsraten.....	19
2.3.5. Statistik und Diagramme.....	20
3. ERGEBNISSE.....	21
3.1. Anzahl der Reanimationen	21
3.2. Primärer Erfolg	21
3.3. Sekundärer Erfolg	21
3.4. Alter und Geschlecht der Patienten	23
3.5. Initialer EKG-Befund	25
3.6. Zustand bei Einlieferung ins Krankenhaus	26

Inhaltsverzeichnis

3.7.	Reanimation durch Anwesende	27
3.8.	Notfallort.....	27
3.9.	Zeitpunkt des Notfalls	28
3.10.	Beteiligte Rettungsmittel	29
3.11.	Eintreffen der Rettungsmittel.....	29
4.	DISKUSSION.....	35
4.1.	Ziele der Studie.....	35
4.2.	Gesamtergebnisse	35
4.3.	Das „Chain of Survival“-Konzept	38
4.3.1.	“Early Access”	39
4.3.2.	“Early Basic CPR”	42
4.3.3.	„Early Defibrillation“	46
4.3.4.	„Early ACLS“	56
4.4.	Weitere Faktoren, die das Überleben beeinflussen	58
4.4.1.	Alter und Geschlecht	58
4.4.2.	Tageszeit	60
4.4.3.	Häufigkeit einer Reanimation.....	60
4.5.	Limitationen der Studie.....	61
5.	ZUSAMMENFASSUNG	63
6.	SUMMARY.....	65
7.	LITERATUR.....	67
	DANKSAGUNG	83
	LEBENS LAUF	84
	SCHRIFTLICHE ERKLÄRUNG	85

Abkürzungen

ACLS	advanced cardiac life support
AED	automated external defibrillator, (halb-)automatisches Defibrillationsgerät
AHA	American Heart Association
ÄND	Ärztlicher Notdienst
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund
BÄK	Bundesärztekammer
BAND	Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V.
BF	Berufsfeuerwehr
BCLS	basic cardiac life support
CPR	cardiopulmonary resuscitation (kardiopulmonale Reanimation)
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
EKG	Elektrokardiogramm
EMD	elektromechanische Dissoziation
EMS	Emergency Medical Services (Rettungsdienst)
EMT	Emergency Medical Technician (entspricht Rettungssanitäter)
ERC	European Resuscitation Council
FMS	Funk-Melde-System
GCS	Glasgow Coma Scale
HKST	HerzKreislaufstilland
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
JUH	Johanniter-Unfall-Hilfe
KTW	Krankentransportwagen
KV	Kassenärztliche Vereinigung
MHD	Malteser-Hilfsdienst
NA	Notarzt
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
PAD	public access defibrillation
PEA	pulslose elektrische Aktivität
RA	Rettungsassistent
RBE	Rettungswache Bergen-Enkheim
ROSC	Return of spontaneous circulation, Wiederherstellung eines Spontankreislaufs
RS	Rettungssanitäter
RTH	Rettungshubschrauber
RTM	Rettungsmittel (NAW, RTH, NEF, RTW, KTW)
RTW	Rettungswagen
VF	ventrikuläre Fibrillation, Kammerflimmern
VT	ventrikuläre Tachykardie

1. Einleitung

1.1. Entwicklung der Reanimation

Die Wiederbelebung ist der Versuch, den spontanen Kreislauf eines Patienten mit Herzkreislaufstillstand wiederherzustellen. Dabei kommen je nach Bedarf verschiedene Maßnahmen und Techniken wie die Thorax-Druckmassage, Atemwegskontrolle, Beatmung, Medikamentengabe und elektrische Defibrillation zum Einsatz.

Der kombinierte Einsatz dieser Maßnahmen wurde erstmals in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts beschrieben. Einzelne Maßnahmen wurden jedoch schon deutlich früher entwickelt und angewandt.

Der Chirurg Moritz Schiff [166] beschrieb schon 1874 die interne Herzdruckmassage an mit Chloroform getöteten Hunden. Hake [94] behauptete im selben Jahr, Erfinder dieser Methode zu sein.

Die externe Herzdruckmassage wurde als Modifikation einer der ältesten Methoden der künstlichen Beatmung entwickelt. Schon 1858 beschrieb Silvester [188] eine Form der Thoraxdruckmassage. Um das Jahr 1870 versuchte Boehm [38] die Wiederbelebung von Katzen durch Thoraxdruck. Koenig [118] empfahl 1883 den Druck auf das Xiphoid als Teil der Thoraxdruckmassage. Im Jahr 1887 belebte Kraske [121] ein fünfjähriges Kind mit Herzstillstand nach Kruppanfall wieder. Eine Herzdruckfrequenz von über 120/min empfahl Maass 1892 [137]. Die Kombination der externen Herzdruckmassage mit der Gabe von Epinephrin und künstlicher Beatmung postulierten Crile und Dolley [55] im Jahr 1906. Außerhalb Deutschlands setzte sich die externe Herzdruckmassage nicht durch. Nach dem 1. Weltkrieg geriet sie zunehmend in Vergessenheit.

Mit der Entwicklung der Anästhesiologie als eigenständiges Fach gab es nach 1950 ein erhöhtes Bewusstsein für die damals hohe narkoseassoziierte Mortalität [33]. Es zeigte sich ein zunehmender Bedarf für eine Form der Wiederbelebung, die nicht erst die Öffnung des Thorax zur Voraussetzung hatte. 1960 wurde die erste präklinische externe Herzdruckmassage in Baltimore durchgeführt [164]. Kouwenhoven, Jude und Knickerbocker gelten damit als Wiederentdecker der externen Herzdruckmassage [119,146].

Prevost und Batelli [161] empfahlen schon 1900 elektrische Schocks um eine ventrikuläre Fibrillation zu beenden. Erst in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde das Kammerflimmern aber als Hauptursache des plötzlichen Herztods erkannt. Kouwenhoven entwickelte 1933 den ersten internen Defibrillator, der 1947 von Claude Beck [27] das erste Mal erfolgreich an einem Menschen angewandt wurde. Zoll führte 1956 die externe Defibrillation am geschlossenen Thorax ein. Knickerbocker belebte 1958 mittels externer Defibrillation und Thoraxkompression einen Hund wieder, Bahnson am 15. Februar 1958 mit derselben Methode ein dreijähriges Kind [120].

Schnell wurde das Management bei Herzkreislaufstillstand verbessert. Die ersten Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation wurden 1966 formuliert [1]. Die American Heart Association (AHA) überarbeitete in den Folgejahren die Leitlinien [3,6]. Ab Anfang der 90er Jahre gab das European Resuscitation Council (ERC) parallel dazu eigene Leitlinien heraus [4,5].

Die derzeit aktuellen Richtlinien zur Reanimation wurden erstmals gemeinsam von AHA und dem International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) im Jahr 2000 herausgegeben [12].

1.2. Entwicklung von Rettungsdienst und präklinischer Reanimation

Das Rettungswesen entwickelte sich aus dem Verletztentransportdienst. Der Heidelberger Chirurg Martin Kirschner [117] forderte als Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1938, dass zur Versorgung akut Unfallverletzter der Arzt zum Patienten kommen müsse. Bauer [25] führte diese Gedanken mit Einrichtung eines „Klinomobils“ 1957 in Heidelberg fort. Frowein, Hoffmann und Friedhoff [79] etablierten im gleichen Jahr in Köln einen „Notfall-Arztwagen“.

1964 wurde in Mainz [110] das erste behördlich anerkannte Notarztwagensystem eingerichtet. In Frankfurt wurde am 8. 6. 1966 der erste Notarztwagen an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik stationiert. Ein Jahr später folgte ein zweiter NAW mit Standort Universitätsklinik, 1968 kam der NAW am Städtischen Krankenhaus Höchst dazu [39].

In den vergangenen 15 Jahren steigerte sich der Anteil der Notfalleinsätze, an denen ein Notarzt beteiligt war, von 32% im Jahr 1985 auf mehr als 48% (1996/97) [24].

Pantridge [16,157,158,159] setzte in Belfast zum ersten Mal in den Jahren 1966 bis 1969 externe transportable Defibrillatoren außerhalb eines Krankenhauses ein. Der breite Einsatz von tragbaren Defibrillatoren für die präklinische Anwendung kam in Frankfurt wie in vielen anderen Rettungssystemen aber erst Anfang der 80er Jahre.

1989 bildete sich das European Resuscitation Council als multidisziplinäre Arbeitsgruppe aus Repräsentanten der European Society of Cardiology, der European Academy of Anaesthesiology, der European Society for Intensive Care Medicine und verschiedener nationaler Gesellschaften. Mitglieder von AHA, ERC sowie der kanadischen und australischen Fachgesellschaften trafen sich gemeinsam im Juni 1990 zum International Resuscitation Meeting in der historischen Utstein-Abtei in Norwegen. Während dieses Treffens und eines Nachfolgetreffens im Dezember 1990 in Surrey, England, wurden Nomenklaturprobleme und ein Mangel an standardisierten Auswertungsrichtlinien von präklinischen Reanimationen diskutiert.

Als Ergebnis wurden im so genannten „Utstein-Style“ [59] lange geforderte [12,71,73] Empfehlungen zur Auswertung von Reanimationen vorgelegt, die einen effektiveren Informationsaustausch und bessere internationale Vergleichsmöglichkeiten ermöglichen sollten.

1.3. Ziele der Arbeit

Nach Schneider [174] lässt sich die Qualität eines Rettungssystems am einheitlichen Krankheitsbild Herzkreislaufstillstand untersuchen, weil dieses Krankheitsbild durchgehend akut lebensbedrohlich ist und international anerkannte einheitliche Diagnose- und Therapierichtlinien bestehen. Durch Vergleich der Ergebnisse verschiedener Rettungssysteme lässt sich auf die Qualität und Effektivität der Systeme schließen.

Die vorliegende Studie analysiert die Notarztsysteme des Rettungsdienstbereiches Frankfurt am Main bezüglich der primären und sekundären Reanimationserfolge.

Für den Frankfurter Rettungsdienst liegt in der Vergangenheit keine umfassende Studie über Reanimationserfolge vor. Schmidt-Matthiesen und Kreuzer [170] untersuchten den Reanimationserfolg beim Notarztwagen des Universitätsklinikums im Zeitraum von 1985 bis 1990 und konnten von einer primären Erfolgsrate von 44,9% (243 von 542 Patienten) berichten.

1. Einleitung

Anhand der vorliegenden Arbeit soll erstmals eine umfassende Auswertung aller durchgeführten präklinischen Reanimationen im Untersuchungszeitraum erfolgen und dabei mögliche Faktoren identifiziert werden, die das Überleben der Patienten beeinflussen.

Durch die dem „Utstein-Style“ folgende Auswertung, ist ein Vergleich der Ergebnisse des Frankfurter Rettungsdienstes mit anderen Rettungssystemen möglich. Hierbei sollen mögliche Verbesserungen in der „Chain of Survival“ [57,58,62] diskutiert werden.

2. Material und Methodik

2.1. Allgemeines

Diese Arbeit untersucht alle präklinischen Reanimationen im Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main im Zeitraum vom 01.01.1998 bis zum 31.03.1999.

Die Studie wurde mit Zustimmung des Hessischen Datenschutzbeauftragten, des Regierungspräsidiums Darmstadt, der Stadt Frankfurt als Träger des Rettungsdienstes und des Gesundheitsamtes der Stadt Frankfurt durchgeführt. Die Auswertung personenbezogener Daten erfolgte anonymisiert.

Eine kardiopulmonale Reanimation (CPR) wurde definiert als der Versuch der Wiederherstellung eines Spontankreislaufs bei Herzkreislaufstillstand. Dabei mussten mindestens die Basismaßnahmen externe Thoraxkompression und Beatmung angewendet werden. Häufig kamen zusätzlich Maßnahmen wie Intubation, Medikamentengabe und Defibrillation zum Einsatz.

In Anlehnung an den „Utstein-Style“ [59] galt in der vorliegenden Untersuchung eine Reanimation als primär erfolgreich, wenn der Patient mit dokumentiertem kreislaufwirksamen Puls oder unter Fortführung von Reanimationsmaßnahmen in ein Krankenhaus eingeliefert wurde. Ebenfalls als primär erfolgreich gewertet wurden Reanimationen, bei denen der Zustand des Patienten bei Einlieferung unbekannt war. Im „Utstein-Style“ wurden nur die Patienten mit dokumentiertem wiederhergestelltem Spontankreislauf (ROSC) in diese Gruppe eingeschlossen. Verstarb der Patient noch am Notfallort nach erfolgloser Reanimation, dann war die Reanimation primär erfolglos. Wurde ein Patient lebend aus dem Krankenhaus entlassen, handelte es sich um eine sekundär erfolgreiche Reanimation.

2.2. Der Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main

2.2.1. Einsatzgebiet

Der Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main umfasst eine Fläche von 248,36 km² [9]. Das Stadtgebiet wird in ost-westlicher Richtung vom Fluss Main durchflossen (Abbildung 1).

Die Frankfurter Bevölkerung betrug am 31.12.1998 650.468 Einwohner. Davon waren 317.065 Einwohner männlich (48,74%) und 333.403 weiblich (51,26%) [11].

2.2.2. Rettungsleitstelle

Die Zentrale Leitstelle Frankfurt am Main wird von der Berufsfeuerwehr betrieben und koordiniert alle Einsätze des Rettungsdienstes und der Feuerwehr. Die einheitliche Notfallrufnummer lautet 112.

Bei einer Notfallmeldung wurde von der Leitstelle computerunterstützt sofort das dem Notfallort örtlich nächste Rettungsmittel alarmiert. Entsprechend dem „Indikationskatalog für die Alarmierung und den Einsatz von Notärzten in Hessen“ [8] erfolgte bei Hilfeersuchen, die eine akut lebensbedrohliche Situation vermuten ließen, die Alarmierung eines arztbesetzten Rettungsmittels, wobei zuerst parallel ein Rettungswagen (RTW) mitalarmiert wurde (Nächste-Fahrzeug-Strategie). Befand sich der Einsatzort in unmittelbarer Nähe eines NAW-Standortes oder war kein RTW verfügbar, dann rückte ein NAW alleine aus.

2.2.3. Der zweireihige Rettungsdienst

Zum Zeitpunkt der Studie waren am Rettungsdienst der Stadt Frankfurt der Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), die Berufsfeuerwehr (BF), das Deutsche Rote Kreuz (DRK), die Johanniter-Unfall-Hilfe (JUH), der Malteser-Hilfsdienst (MHD) und die Rettungswache Bergen-Enkheim (RBE) beteiligt.

Im Untersuchungszeitraum waren in einem gestaffelten System 12 Rettungs- (RTW) und 4 Notarztwagen (NAW) rund um die Uhr an der Notfallrettung beteiligt. An der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt war zusätzlich der Rettungshubschrauber (RTH) Christoph 2 stationiert, der im Bedarfsfall ebenfalls im Stadtgebiet zum Einsatz kam. Weitere RTW wurden zu bestimmten Zeiten zusätzlich vorgehal-

ten. Gemäß der Zuweisungsstrategie wurden KTW vorwiegend für Krankentransporte eingesetzt, während für Notfälle NAW und RTW eingesetzt wurden.

Die vier stationären Notarztwagensysteme waren rund um die Uhr einsatzbereit. Bei Nichtverfügbarkeit eines NAW in einem Versorgungsbereich wurde der nächste einsatzbereite NAW alarmiert.

Mit den benachbarten Rettungsdienstbereichen gab es eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit im Bedarfsfall. Ebenfalls bestand die Möglichkeit einer Zusammenarbeit mit dem Ärztlichen Notfalldienst (ÄND) der Kassenärztlichen Vereinigung (KV).

Der Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main ist in 4 Notarztversorgungsbereiche gegliedert

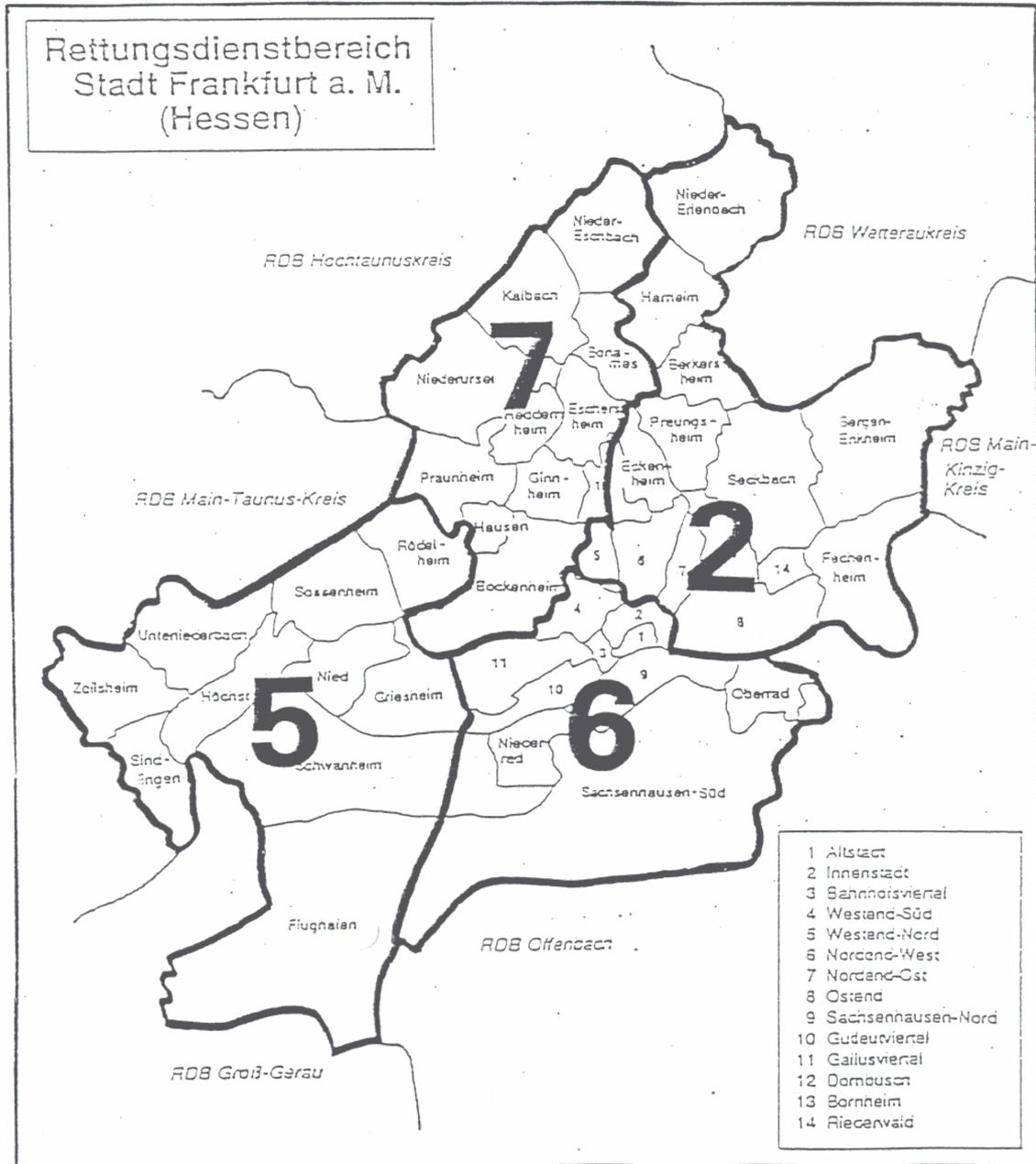


Abbildung 2: Notarztversorgungsbereiche

2.2.4. Qualifikation der Notarztwagen- und Rettungswagenbesatzungen sowie Ausstattung der Rettungsmittel

Rettungswagen waren mit Rettungsassistenten (RA) und Rettungssanitätern (RS) gemäß den Vorschriften der Rettungsdienstbetriebsverordnung [7] besetzt und mit EKG-Geräten mit Defibrillator-Einheit ausgestattet.

Reanimationen durch das Rettungspersonal folgten den Richtlinien des ERC [4,5] und der AHA [6]. Eigenständig wurden durch die Rettungsassistenten Maskenbeatmung sowie Herzdruckmassage durchgeführt. Der RTW ist damit als „basic cardiac life support“ (BCLS)-Einheit zu sehen. Erweiterte Maßnahmen (ACLS) blieben dem Notarzt vorbehalten.

Alle NAW waren mit zwei RA sowie einem Notarzt (NA), der nach dem Hessischen Rettungsdienstgesetz [10] über den Fachkundenachweis Rettungsdienst verfügen musste, besetzt.

Die vier im Rettungsdienstbereich installierten Notarztsysteme waren während des Studienzeitraums stationäre Systeme. Notarzt, Rettungsdienstpersonal und Notarztwagen waren gemeinsam an einem Krankenhaus stationiert. Standorte (Abbildung 2) waren die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Frankfurt (NAW 2), die Städtischen Kliniken Frankfurt am Main Höchst (NAW 5), das Universitätsklinikum Frankfurt (NAW 6) und das Krankenhaus Nordwest (NAW 7).

Zu den erweiterten Maßnahmen im Sinne des ACLS, die nur von Notärzten durchgeführt wurden, zählten das Erstellen einer EKG-Diagnose, gegebenenfalls die Defibrillation und Kardioversion, die endobronchiale und intravenöse Medikamentengabe, die endotracheale Intubation und der Einsatz eines transkutanen Schrittmachers. Die Entscheidung über den Abbruch einer Reanimation blieb ebenfalls dem Notarzt vorbehalten.

2.3. Datenerfassung und Datenauswertung

2.3.1. Einschlusskriterien

Da Wiederbelebungsversuche bei Kindern und polytraumatisierten Patienten äußerst schlechte Erfolgsraten haben [45,213] und ein Einschluss dieser Patienten keine Vergleichbarkeit der Reanimationsergebnisse für das gesamte Patientenkollektiv erbracht hätte [66], mussten Patienten mindestens 15 Jahre alt sein und außerhalb eines Krankenhauses einen Herz-Kreislaufstillstand aus innerer, vermutlich primär kardial bedingter Ursache erlitten haben. Reanimationen aufgrund von Trauma, Suizid, Ertrinken oder Stromunfall wurden entsprechend der internationalen Literatur von der Studie ausgeschlossen. Nicht aufzuklärende Widersprüche innerhalb der vorhandenen präklinischen Dokumentation oder zwischen präklinischer und klinischer Dokumentation führten ebenfalls zum Ausschluss des jeweiligen Patienten.

2.3.2. Datenerfassung

Die einheitlichen Einsatzprotokolle (Abbildung 3) aller an den durchgeführten Reanimationen beteiligten Rettungsmittel wurden retrospektiv ausgewertet.

Berücksichtigt wurden alle bekannten Einsätze, an denen Rettungsmittel aus dem Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main beteiligt waren. In einigen Fällen waren zusätzliche Rettungsmittel (RTW, NAW, NEF, RTH) aus anderen Rettungsdienstbereichen oder der ÄND beteiligt. Soweit möglich wurden deren Einsatzprotokolle in die Auswertung aufgenommen.

Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien zu ermöglichen, folgte die Auswertung den Empfehlungen des „Utstein-Style“ [59].

Erfasst wurden Geschlecht und Alter der Patienten sowie der vom Rettungspersonal oder Notarzt festgestellte initiale EKG-Rhythmus. Zu den dokumentierten Maßnahmen gehören die Durchführung von Herzdruckmassage, Beatmung, Defibrillation, Intubation und die Gabe von Medikamenten. Es wurde erfasst, ob bereits eine Anwesendenreanimation („Laienreanimation“) stattfand.

Beim primären Ergebnis wurde zwischen Abbruch der Reanimationsmaßnahmen und Einlieferung in ein Krankenhaus unterschieden. Bei Einlieferung wurde der Zustand des Patienten bei Übergabe unterschieden.

2. Material und Methodik

Die Verarbeitung von personenbezogenen Daten darf nur zu den im § 25 HRDG genannten Zwecken erfolgen.

© 1995-1994 BCU Flm./Bald Flm.

FEUERWEHR FRANKFURT/MAIN Rettungsdienst

Fahrdaten

ENR: Wache: **Sonderrechte**
 zur E-Stelle
 ab E-Stelle

KTW/RTW-Nr.: NAW-Nr.:

Datum: Fahrtbegier/Uhr: Fahrende/Uhr:

Transport von (Abfahrtsort):

Transport nach (Zielformat):

Transport (siehe Rückseite):

Transport

 sitzend
 liegend
 Bereitstellung
 Noteinweisung

Rettungsmittel

 KTW
 RTW
 NAW
 RTH

0003 0309
h. Kessel h. Kessel

Tarifart

km-Anfang

km-Ende

Krankenhaus-Behandlung

 innere Abteilung gynäkologische Abteilung
 chirurgische Abteilung psychiatrische Abteilung
 neurologische Abteilung Kinderabteilung
 neurochirurgische Abteilung

Maßnahmen

 Stabile Seitenlage Sauerstoffinhalation
 Oberkörperhochlage Freimachen der Atemwege
 Flachlage EKG-Monitoring
 Schacklage Venöser Zugang
 Vakuummatratze Intubation
 HWS-Stützkragen Beatmung
 Extremitätenschienerung Herzdruckmassage
 Wundversorgung Defibrillation
 Gluco-Test Pulsoxymeter

Diagnostik

Vitalfunkt. Puls HDM in/Extubation Spontanatmung
 RR Defibrillation Transport assistierte Beatmung
 kontrollierte Beatmung

Pupillenreaktion re/li re li

Vitalfunktion

Zeit	
200	
180	
160	
140	
120	
100	
80	
60	

Verletzungen



ABR-Datum: ABR-NR.:

AOK	LKK	BKK	IKK	VdAK	AEV	Knapp-schaft	UV
-----	-----	-----	-----	------	-----	--------------	----

Name des Versicherten: Vorname: geb. am:

Ehegatte/Kind/Sonst. Angehörige: Vorname: geb. am:

Mitglieds-Nr.:

Postleitzahl: Wohnort:

Straße, Hausnummer:

Verordnung einer Krankbeförderung

(Übertragung eines öffentlichen Verkehrsmittels aus medizinischen Gründen nicht möglich)

 PKW Kranken-wagen Rettungs-wagen Notarztwagen
 mit Betreuung RTH

von Wohnung Arztpraxis Krankenhaus

nach kein Unfall Arbeitsunfall, Arbeitsunfall-folgen, Berufskrankheit Sonstiger Unfall, sonstige Unfallfolgen Versorgungsleiden

Transport sitzend liegend Sammeltransport

Begleitung erforderlich ja nein Wartzeit ja nein Anzahlbehandlung ja nein

FEUERWEHR FRANKFURT AM MAIN
Ausgestellt am

DER MAGISTRAT
 37 Branddirektion
NOTARZTWAGEN 6
Tel. 069 / 63 01- 58 80

Unterschrift des Arztes/der Ärztin

Allgemein-zustand	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Mäßig <input type="checkbox"/> bedrohlich	<input type="checkbox"/> Blässe <input type="checkbox"/> Kachektisch	<input type="checkbox"/> Cyanose <input type="checkbox"/> Ödem
Bewußtsein	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Somnolent	<input type="checkbox"/> Soporös <input type="checkbox"/> Komatös	
Nervensystem	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Babinski re/li	<input type="checkbox"/> Patte re/li <input type="checkbox"/> Parasetrl re/li	
Atmung	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Apnoe	<input type="checkbox"/> Dyspnoe <input type="checkbox"/> Pneumonie	<input type="checkbox"/> Keuchlaut <input type="checkbox"/> Aspiration <input type="checkbox"/> Cheyne-Stokes <input type="checkbox"/> Pneumothorax re/li
Herz	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Bradykardie	<input type="checkbox"/> Asystolie <input type="checkbox"/> Tachykardie	<input type="checkbox"/> Fibrinieren <input type="checkbox"/> Arrhythmie <input type="checkbox"/> Schrittmacher
Kreislauf	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Hypertonie	<input type="checkbox"/> Hypotonie <input type="checkbox"/> Pulsdefizit	<input type="checkbox"/> Schock <input type="checkbox"/> Holterneratze
Pupillen	rechts <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	links <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Trauma	<input type="checkbox"/> Kein <input type="checkbox"/> Thorax	<input type="checkbox"/> Schädel-Hirn <input type="checkbox"/> Becken	<input type="checkbox"/> Wirbelsäule <input type="checkbox"/> Extremitäten <input type="checkbox"/> Abdomen

Bemerkungen

Medikamente

Sanitäter/in:

Fahrer/in:

Arzt/in/Arzt:

Abbildung 3: Notfalleinsatzprotokoll des Rettungsdienstbereiches Frankfurt am Main

Die Einsatzzeiten wurden minutengenau aus dem Einsatzleitrechner der Zentralen Leitstelle Frankfurt übernommen. Zusätzlich wurden weitere einsatztaktische Informationen wie Art und Rufname der beteiligten Rettungsmittel, Eingang des Notrufs, Alarmierungszeit, Ausrückzeit, Zeit des Eintreffens am Notfallort, genauer Notfallort, Transportziel, Beginn des Transportes und Eintreffen am Transportziel abgeglichen.

Bei Notfalleinsätzen, an denen zusätzliche Rettungsmittel aus anderen Rettungsdienstbereichen oder der ÄND beteiligt waren, wurden deren einsatztaktische Daten in die Auswertung mit aufgenommen.

Als Hilfsfrist wurde der Zeitraum vom ersten Eingang des Notrufs auf der Leitstelle bis zum Zeitpunkt des Eintreffens des Rettungsmittels am Notfallort (öffentliche Straße) berechnet [168].

Als zeitliche Obergrenze für die Hilfsfristen wurde bei der Auswertung die Zeitspanne von 20 Minuten gewählt. Hilfsfristen außerhalb dieses Wertes wurden nicht berücksichtigt, da bei diesen Einsätzen häufig nicht empfangene Statusmeldungen über das Funk-Melde-System (FMS) aufgrund fehlender Übermittlung enthalten sind.

Die vom „Utstein-Style“ als Kerndaten geforderten Zeitpunkte des CPR-Beginns und der ersten Defibrillation konnten aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie und Lücken in der Dokumentation nicht erhoben werden.

2.3.3. Klinischer Verlauf

Nach Genehmigung durch die zuständigen Verwaltungsleiter und Ärztlichen Direktoren der betroffenen Krankenhäuser wurden die Akten der Patienten, bei denen die Reanimation primär erfolgreich war, in Hinsicht auf den weiteren medizinischen Verlauf in der Klinik ausgewertet. Ein Krankenhaus erlaubte keine Einsichtnahme in seine Krankenakten. Dies betraf 47 primär erfolgreich reanimierte Patienten.

2.3.4. Berechnung der Erfolgsraten

Die primäre Erfolgsrate wurde als Anteil der primär erfolgreichen Reanimationen an allen in der Studie eingeschlossenen Reanimationen berechnet.

Aufgrund der Weigerung eines Krankenhauses, Einblick in seine Krankenakten zu gewähren, wurde eine Ausgleichsrechnung durchgeführt. Hierbei wurde zuerst der Anteil der sekundär erfolgreichen Reanimationen aus den vorliegenden übrigen Akten berechnet. Es wurde dann angenommen, dass der Anteil der sekundär Überle-

benden bei den 47 primär erfolgreich reanimierten Patienten, bei denen eine Akten-einsicht verweigert wurde, genauso groß sei.

Durch Addition der bekannten sekundär erfolgreichen Fälle und dem auf ganze Zahlen gerundeten Ergebnis aus obiger Annahme wurde die absolute Zahl der sekundär erfolgreich Reanimierten berechnet. Aus den absoluten Zahlen erfolgte die Berechnung der prozentualen sekundären Erfolgsrate.

Diese Art der Ausgleichsrechnung fand Anwendung bei den Gesamtergebnissen und der Differenzierung nach Geschlecht, initialem EKG-Befund, stattgefundenen Anwesendenreanimation, Notfallort und Tageszeit. Es wurde jeweils auf ganze Zahlen gerundet, um auf Signifikanz testen zu können. Prozentanteil und absoluter Anteil können daher rechnerisch geringfügig differieren.

2.3.5. Statistik und Diagramme

Alle Daten wurden mit Hilfe eines Computers und dem Programm *Microsoft Excel* erfasst und archiviert.

Die Auswertung und Darstellung erfolgte mit *Microsoft Excel* und *Microsoft Word*.

Ein Teil der Diagramme wurde mit dem Programm *Smart Draw* erstellt. Die statistische Auswertung erfolgte mit *Microsoft Excel* und dem Statistikprogramm *GraphPad Prism version 3.02 for Windows*. Bei Einsatzzeiten und Altersangaben wurde bei Berechnungen der Median verwendet, da er weniger anfällig gegenüber Ausreißerwerten ist.

Als statistische Verfahren zur Signifikanzberechnung kamen bei diskreten Variablen der zweiseitige Fisher-Test und der Chi-Quadrat-Test sowie bei kontinuierlichen Variablen der Mann-Whitney-U-Test und der Kruskal-Wallis-Test mit α -Korrektur nach Dunn zur Anwendung. Durchgängig wurde als Signifikanzniveau 95% Wahrscheinlichkeit festgelegt ($p < 0,05$).

3. Ergebnisse

3.1. Anzahl der Reanimationen

Im Zeitraum vom 01.01.1998 bis zum 31.03.1999 wurden im Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main insgesamt 58.729 Notfalleinsätze durchgeführt. An 15.055 Einsätzen (25,6%) war ein Notarzt beteiligt.

Von etwa 8000 Todesfällen im Studienzeitraum [14] wurden 506 Patienten (6,3%) mit präklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand durch den Rettungsdienst reanimiert. Von diesen erfüllten 447 (88,3%) die Einschlusskriterien der Studie.

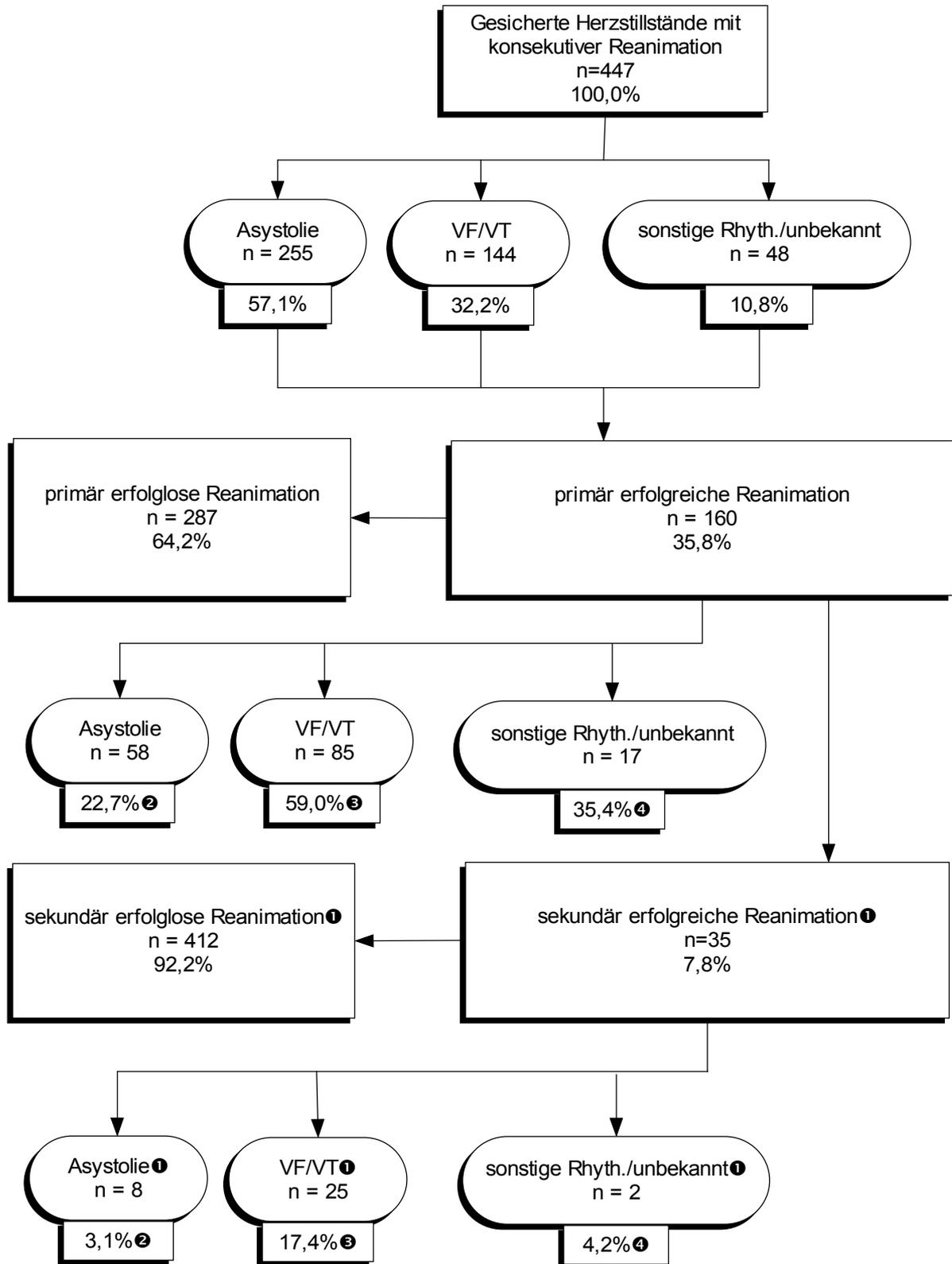
3.2. Primärer Erfolg

Bei 160 Patienten (35,8%) war die begonnene Reanimation primär erfolgreich. Noch an der Einsatzstelle wurde die Reanimation durch den Notarzt in 287 Fällen (64,2%) abgebrochen.

3.3. Sekundärer Erfolg

Nach der Ausgleichsrechnung für die sekundären Reanimationsergebnisse (siehe 2.3.4.) waren 35 (7,8%) von 447 begonnenen Reanimationen bzw. 21,9% der primär erfolgreichen Reanimationen auch sekundär erfolgreich. In der Klinik verstarben 125 (78,1%) von 160 eingelieferten Patienten (Abbildung 4).

3. Ergebnisse



① nach Ausgleichsrechnung ② bezogen auf alle Asystolien
 ③ bezogen auf alle VF/VT ④ bezogen auf alle sonstige Rhyth./unbekannt

Abbildung 4: Gesamtergebnis nach „Utstein-Style“

3.4. Alter und Geschlecht der Patienten

332 reanimierte Patienten waren männlich, 110 weiblich. Bei 5 Patienten konnte das Geschlecht nicht ermittelt werden. Das Alter der reanimierten Patienten betrug im Median 67 Jahre (Männer 65 Jahre, Frauen 73 Jahre, p: n.s.). Von den insgesamt 447 reanimierten Patienten konnte bei 13 aufgrund fehlender Dokumentation das Alter nicht geklärt werden (Tabelle 1).

Der Reanimationserfolg verhielt sich umgekehrt proportional zum Alter der Patienten. Während für primär erfolgreiche Reanimationen das Alter im Median 64 Jahre betrug, waren sekundär erfolgreich reanimierte Patienten mit 63 Jahren geringfügig jünger. Bei primär erfolglosen Reanimationen lag das Alter bei 68 Jahren (Tabelle 2).

Am höchsten waren die Reanimationserfolge in der Altersgruppe von 35 bis 44 Jahren mit einer primären Erfolgsrate von 46,9% (Tabelle 3). In der Altersgruppe der Patienten über 85 Jahre lag die primäre Erfolgsquote nur bei 22,9%.

Patienten bis 70 Jahre hatten eine signifikant höhere primäre Überlebensrate von 40,3% gegenüber 31,6% für Patienten über 70 Jahren sowie mit 9,1% ebenfalls eine bessere sekundäre Überlebensrate (> 70 Jahre: 6,8%, p: n.s.).

Nur einer von 48 Patienten über 85 Jahren konnte in Frankfurt sekundär erfolgreich reanimiert werden. Die sekundäre Erfolgsrate für alle Patienten jünger als 85 Jahre lag bei 8,5%.

Primär erfolgreich waren bei Männern 116 von 332 Reanimationen (34,9%), von ihnen konnten 28 (8,4%) aus dem Krankenhaus entlassen werden. Von 110 Frauen konnten 43 (39,1%) primär und 7 (6,0%) sekundär erfolgreich wieder belebt werden. Geschlechtszugehörigkeit erwies sich als statistisch nicht signifikanter Faktor für primäres und sekundäres Überleben.

3. Ergebnisse

Altersgruppe	alle	männlich	weiblich	unbekannt
15-24 Jahre	2	2	0	0
25-34 Jahre	10	7	3	0
35-44 Jahre	32	25	7	0
45-54 Jahre	57	50	7	0
55-64 Jahre	93	77	16	0
65-74 Jahre	103	79	24	0
75-84 Jahre	89	60	29	0
über 85 Jahre	48	25	23	0
Alter unbekannt	13	7	1	5
alle	447	332	110	5

Tabelle 1: Altersverteilung nach Geschlecht unterschieden

Alter in Jahren	alle	prim. erfolgreich	prim. erfolglos	sek. erfolgreich
Anzahl Patienten	434	160	287	25
Minimum	20	26	20	26
25% Perzentile	55,5	55	54	56
Median	67	64	68	63
75% Perzentile	76	75	77	74,5
Maximum	99	97	99	90

Tabelle 2: Altersverteilung nach Reanimationserfolg unterschieden

Alter Kategorie	Patienten	primär erfolgreich	sekundär erfolgreich
15-24 Jahre	2	0	0,0%
25-34 Jahre	10	3	30,0%
35-44 Jahre	32	15	46,9%
45-54 Jahre	57	16	28,1%
55-64 Jahre	93	43	46,2%
65-74 Jahre	103	36	35,0%
75-84 Jahre	89	32	36,0%
> 85 Jahre	48	11	22,9%
unbekannt	13	4	30,9%
alle	447	160	35,8%
< 70 Jahre	48	11	40,3%
≥ 70 Jahre	48	11	31,6%%

*: wegen fehlender Daten nicht ermittelbar **nach Ausgleichsrechnung

Tabelle 3: Reanimationserfolg nach Altersgruppen unterschieden

3.5. Initialer EKG-Befund

Der initiale EKG-Befund wurde jeweils aus dem Einsatzprotokoll des ersten Rettungsmittels erhoben. Aufgrund von Dokumentationsproblemen wurden abweichend vom „Utstein-Style“ Kammerflimmern (ventrikuläre Fibrillation, VF) und ventrikuläre Tachykardie (VT) zusammengefasst. Unter „sonstige Rhythmen“ fielen neben Patienten mit unbekanntem initialen EKG-Befunden solche mit einem EKG-Befund, der vielfach als „elektromechanische Dissoziation“ (EMD) oder „weak action“ bezeichnet wird. Andere Autoren sprechen von „pulsloser elektrischer Aktivität“ (PAE) oder „non-VF/VT“ [93].

Bei 255 Patienten (57,1%) lag eine Asystolie vor, wovon 58 (22,7%) primär erfolgreich reanimiert wurden. Die sekundäre Erfolgsrate lag bei 3,1% (n=8). 144 Patienten hatten zu Beginn der Reanimation VF oder VT. Von diesen konnten 85 Patienten (59,0%) erfolgreich wiederbelebt werden. 25 Patienten überlebten sekundär (17,4%). 48 von 447 Patienten (10,8%) hatten initial einen anderen oder unbekanntem EKG-Befund, von denen 17 (35,4%) in ein Krankenhaus eingeliefert und 2 (4,2%) sekundär erfolgreich reanimiert wurden (Abbildung 5).

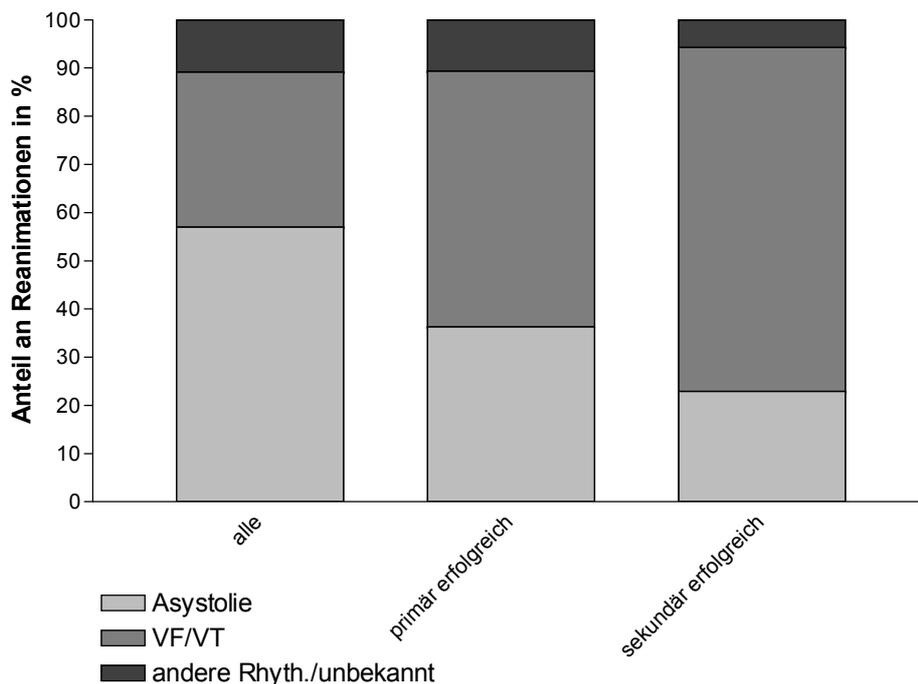


Abbildung 5: Initialer EKG-Befund

3. Ergebnisse

Sowohl primär als auch sekundär lag die Überlebensrate nach VF/VT statistisch signifikant höher als bei Asystolie oder den sonstigen Rhythmen. Die Unterschiede in den Überlebensraten bei Patienten mit sonstigen Rhythmen und mit Asystolie unterschieden sich nicht signifikant.

3.6. Zustand bei Einlieferung ins Krankenhaus

Von den primär erfolgreichen Reanimationen wurden 112 Patienten (25,1%) mit kreislaufwirksamen Puls (ROSC) ins Krankenhaus eingeliefert, bei 31 Patienten wurde die Reanimation fortgeführt (6,9%). Bei 17 Patienten (3,8%) war der Zustand bei Übergabe des Patienten im Krankenhaus aus der Dokumentation nicht nachzuvollziehen.

Nur bei 111 von 160 primär ins Krankenhaus eingelieferten Patienten waren sowohl initialer Herzrhythmus als auch sekundäres Reanimationsergebnis bekannt. Von diesen wurden 77 Patienten mit ROSC in ein Krankenhaus eingeliefert. 22 der 77 Patienten überlebten sekundär. Nur einer von 24 Patienten, die unter fortgeführter Reanimation die Klinik erreichten, konnte lebend entlassen werden (Tabelle 4).

Die Entlassungsrate der Patienten mit ROSC lag damit signifikant höher als bei Patienten, die unter Reanimation eingeliefert wurden.

	CPR sekundär erfolgreich	CPR sekundär erfolglos	Signifikanz
eingeliefert mit ROSC	22 28,6%	55 71,4%	p<0,05
eingeliefert unter CPR	1 4,2%	23 95,8%	
unbekannt (n=59)			

Tabelle 4: Zustand bei Übergabe im KH und sekundärer Erfolg

3.7. Reanimation durch Anwesende

Anwesender gemäß „Utstein-Style“ ist jede Person, die nicht Bestandteil des offiziellen Rettungssystems ist. Meist handelt es sich um Personen, die Zeuge des Herzstillstandes wurden. Diese können auch Ärzte, Pflegekräfte oder andere medizinische Fachpersonen sein, die in der Notfallsituation als professionelle Ersthelfer agieren.

Als Anwesendenreanimation wurde die dokumentierte Durchführung von Beatmung und/oder Thoraxkompression vor Eintreffen des organisierten Rettungsdienstes gewertet. Nicht erfasst wurde die Qualität und Dauer dieser Maßnahmen.

In 47 Fällen (10,5%) wurde gemäß Einsatzprotokoll mit der Reanimation durch Anwesende begonnen. 23 von 47 Reanimationen (48,9%), bei denen durch Anwesende eine Wiederbelebung begonnen wurde, waren primär erfolgreich. Von den 400 Reanimationen, bei denen durch Anwesende keine Wiederbelebungsmaßnahmen eingeleitet wurden, überlebten primär 137 Patienten (34,2%, p: n.s.).

Von 10 Patienten mit Kammerflimmern, bei denen sofort eine Anwesendenreanimation begonnen wurde, überlebten 4 (40%) bis zur Krankenhauseinlieferung. 2 Patienten (20%) wurden lebend entlassen.

Sekundär erfolgreich waren 5 von 47 Reanimationen nach begonnener Laienreanimation (11,5%). Von den 400 Reanimationen, bei denen keine Reanimationsmaßnahmen von Anwesenden ergriffen wurden, waren 30 (7,5%, p: n.s.) sekundär erfolgreich.

3.8. Notfallort

Es wurde unterschieden zwischen Reanimationen in der Öffentlichkeit (Strasse, Arbeitsplatz, Versammlung, Arztpraxis, Rettungsfahrzeug) sowie in der häuslichen Umgebung (Wohnung).

Von den 447 untersuchten Reanimationen ereigneten sich 301 (67,3%) in einer Wohnung. Das Alter der Patienten betrug im Median 70 Jahre. Von diesen wurden 21 Patienten (7,0%) durch Anwesende reanimiert.

In der Öffentlichkeit wurden 78 Patienten (17,4%, Median: 58 Jahre) reanimiert. In 21 Fällen (26,9%) wurde die Reanimation durch Anwesende begonnen. Der Anteil der

3. Ergebnisse

Anwesendenreanimationen lag damit in der Öffentlichkeit signifikant höher als in einer Wohnung.

In 68 Fällen (15,2%) war die Art des Einsatzortes unbekannt oder nicht einzuordnen, wobei in 5 Fällen eine Anwesendenreanimation stattfand.

Primär erfolgreich waren 43 Reanimationen (55,1%) in der Öffentlichkeit, während von den in einer Wohnung begonnenen Reanimation nur 90 (29,9%) primär erfolgreich waren ($p < 0,05$). Auch für den sekundären Reanimationserfolg zeigt sich eine in der Öffentlichkeit signifikant höhere Überlebenswahrscheinlichkeit ($n=14$ (17,6%) vs. $n=20$ (6,8%), $p < 0,05$).

3.9. Zeitpunkt des Notfalls

Der Zeitraum von 8 bis 20 Uhr wurde als „Tag“ definiert, von 20 bis 8 Uhr wurden die Einsätze der Kategorie „Nacht“ zugeordnet [225]. Maßgeblich war jeweils die Alarmerungszeit des ersten am Einsatz beteiligten Rettungsmittels. Von allen 447 Reanimationen begannen 303 (67,8%) tagsüber und 144 (32,2%) nachts (Abbildung 6).

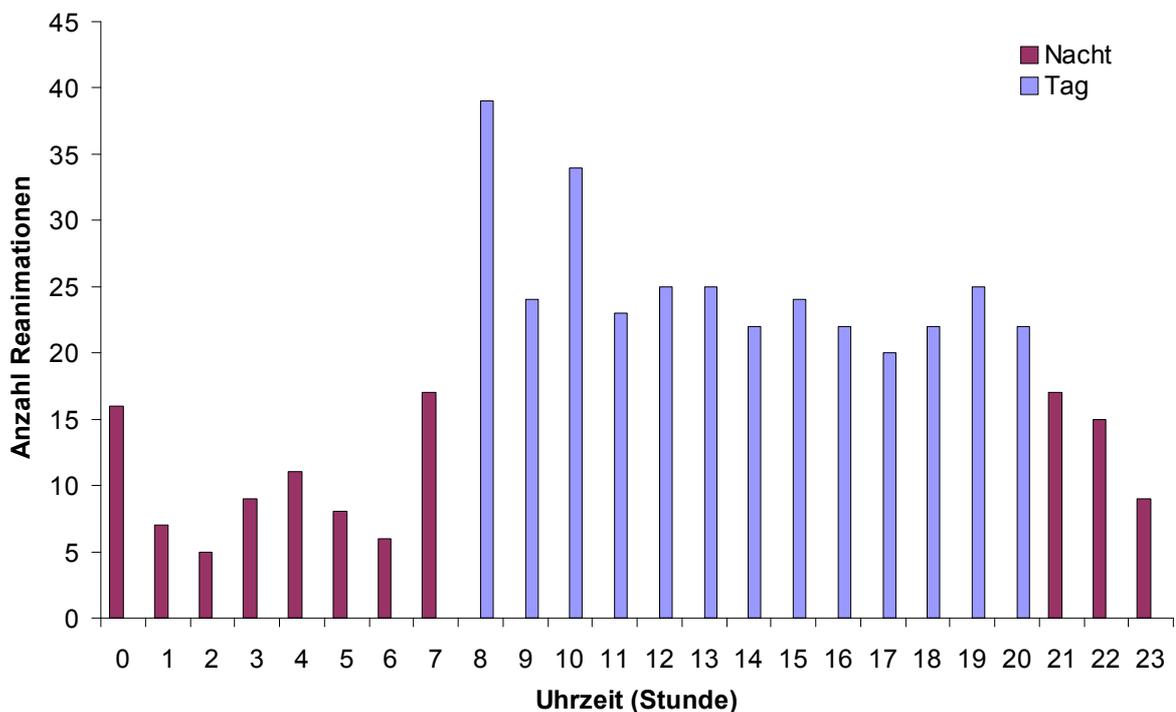


Abbildung 6: Zeitpunkt des Notfalls

Die primäre Erfolgsrate lag tagsüber mit 38,9% signifikant höher als nachts mit 29,2% ($p < 0,05$), während sich der sekundäre Erfolg nicht signifikant unterschied (tagsüber 9,2% vs. nachts 4,9%, p : n.s.).

3.10. *Beteiligte Rettungsmittel*

Bei 351 der 447 in der Studie eingeschlossenen Reanimationen waren sowohl RTW als auch NAW an der Reanimation beteiligt. In 88 Fällen war ein NAW einziges Rettungsmittel. Bei 8 Wiederbelebungen arbeiteten ein RTW und ein Arzt des ÄND zusammen. Dabei wurde kein NAW alarmiert.

Bei Einsätzen mit Beteiligung von RTW und NAW waren 126 von 351 Reanimationen (35,9%) primär erfolgreich. Sekundär erfolgreich waren 16 von 315 Reanimationen (5,1%, sekundär unbekannt n=36). Von den Einsätzen mit ausschließlicher NAW-Beteiligung waren 29 Reanimationen primär erfolgreich (33,0%, primär erfolglos n=59) und 7 sekundär erfolgreich (8,9%, sekundär unbekannt n=9). Von 8 Einsätzen mit RTW und ÄND waren 5 primär und 2 sekundär erfolgreich (sekundär unbekannt n=2).

Es gab für primären und sekundären Reanimationserfolg keinen signifikanten Unterschied zwischen Einsätzen, an denen ein RTW und ein NAW beteiligt waren, und Einsätzen, bei denen ein NAW das einzige Rettungsmittel war, sowie dem Einsätzen mit RTW und ÄND.

3.11. *Eintreffen der Rettungsmittel*

Das erste Rettungsmittel (Abbildung 7) traf im Median nach 6 Minuten ein (tagsüber 5 Minuten, nachts 7 Minuten). Mit 5 Minuten lag der Median der Hilfsfrist bei sekundär erfolgreichen Reanimationen geringfügig niedriger als bei primär erfolglosen Reanimationen (6 Minuten, p: n.s.). Bei Asystolien und VF/VT lagen die Mediane der Hilfsfristen jeweils bei 6 Minuten (p: n.s.).

Für Einsätze, bei denen das erste Rettungsmittel innerhalb von 8 Minuten am Einsatzort eintraf, lag die primäre Überlebensrate bei 37,6% und die sekundäre Überlebensrate bei 7,5%. Bei den Einsätzen, bei denen das erste Rettungsmittel später eintraf, waren primäres Überleben mit 28,9% und sekundäres Überleben mit 1,4% statistisch nicht signifikant niedriger (p: n.s.).

Bei 288 Einsätzen, in denen ein RTW als erstes Rettungsmittel eintraf (Abbildung 8), lag der Median bei 5 Minuten (sekundär erfolgreiche CPR: 4,5 Minuten, primär erfolglose CPR: 5 Minuten, p: n.s.).

3. Ergebnisse

Der erste NA (Abbildung 9) traf im Median (n=374) nach 10 Minuten (tagsüber 10 Minuten, nachts 11 Minuten, p: n.s.) ein. Für sekundär erfolgreiche Reanimationen lag der Median bei 8 Minuten, bei primär erfolglosen Reanimationen bei 11 Minuten (p: n.s.). Bei VF/VT war ein NA im Median nach 9 Minuten am Einsatzort, bei Asystolien brauchte er 11 Minuten (p: n.s.).

Von 430 Einsätzen, in denen die Hilfsfristen unter der Grenze von 20 Minuten lagen (vergleiche 2.3.2), traf bei 288 Reanimationen ein RTW vor einem NAW ein und begann mit der Reanimation. Von 242 dieser Einsätze lagen vollständige Daten vor (Abbildung 10). Dabei traf der RTW im Median 7 Minuten früher als der NA an der Einsatzstelle ein (primär erfolgreiche CPR: 7, primär erfolglose CPR: 7 Minuten, sekundär erfolgreiche CPR 8 Minuten, p: n.s.).

In 50 Fällen war ein NAW schneller oder zeitgleich mit einem RTW an der Einsatzstelle. 85 Mal rückte ein NAW alleine aus. Bei 17 Einsätzen waren die Eintreffzeiten nicht zu erheben.

3. Ergebnisse

	CPR primär erfolgreich	CPR primär erfolglos	Signifikanz
Gesamtzahl	160 35,8%	287 64,2%	
Geschlecht			nicht signifikant
weiblich	43 39,1%	67 60,9%	
männlich	116 34,9%	216 65,1%	
unbekannt (n=5)			
Alter			p<0,05
≤ 70 Jahre	102 40,3%	151 59,7%	
> 70 Jahre	54 31,6%	127 68,4%	
unbekannt (n=13)			
Initialer EKG-Befund			p<0,05
Kammerflimmern	85 59,0%	59 41,0%	
Asystolie	58 22,7%	197 77,3%	
andere (n=48)			
Anwesendenreanimation			nicht signifikant p=0,054
durchgeführt	23 48,9%	24 51,1%	
nicht durchgeführt	137 34,2%	263 65,8%	
Notfallort			p<0,05
Öffentlichkeit	43 55,1%	35 44,9%	
Wohnung	90 29,9%	211 70,1%	
unbekannt (n=68)			
Tageszeit			p<0,05
8-20 Uhr	118 38,9%	185 61,1%	
20-8 Uhr	42 29,2%	102 70,8%	
Beteiligte Rettungsmittel			nicht signifikant
RTW und NAW	126 35,9%	225 64,1%	
nur NAW	29 33,0%	59 67,0%	
andere (n=8)			
Hilfsfrist erstes Rettungsmittel			nicht signifikant
≤ 8 min	136 37,6%	226 63,4%	
> 8 min	22 28,9%	54 71,1%	
unbekannt (n=9)			

Tabelle 5: Einflussfaktoren für primären Reanimationserfolg

3. Ergebnisse

	CPR sekundär erfolgreich	CPR sekundär erfolglos	Signifikanz
Gesamtzahl	35 7,8%	412 92,2%	
Geschlecht			nicht signifikant
weiblich	7 6,0%	103 94%	
männlich	28 8,4%	304 91,6%	
Alter			nicht signifikant
≤ 70 Jahre	23 9,1%	230 90,9%	
> 70 Jahre	12 6,8%	169 93,2%	
unbekannt (n=13)			
Initialer EKG-Befund			p<0,05
Kammerflimmern	25 17,4%	119 82,6%	
Asystolie	8 3,1%	247 96,9%	
andere/unbekannt (n=48)			
Anwesendenreanimation			nicht signifikant
durchgeführt	5 11,5%	42 88,5%	
nicht durchgeführt	30 7,5%	370 92,5%	
Notfallort			p<0,05
Öffentlichkeit	14 17,6%	64 83,4%	
Wohnung	20 6,8%	281 93,2%	
unbekannt (n=68)			
Tageszeit			nicht signifikant
8-20 Uhr	28 9,2%	275 90,8%	
20-8 Uhr	7 4,9%	137 95,1%	
Beteiligte Rettungsmittel			nicht signifikant
RTW und NAW	16 5,1%	299 94,9%	
nur NAW	7 8,9%	72 91,1%	
unbekannt (n=47); andere (n=8)			
Hilfsfrist erstes Rettungsmittel			nicht signifikant
≤ 8 min	24 7,5%	296 92,5%	
> 8 min	1 1,4%	71 98,6%	
unbekannt (n=55)			

Tabelle 6: Einflussfaktoren für sekundären Reanimationserfolg (nach Ausgleichsrechnung)

3. Ergebnisse

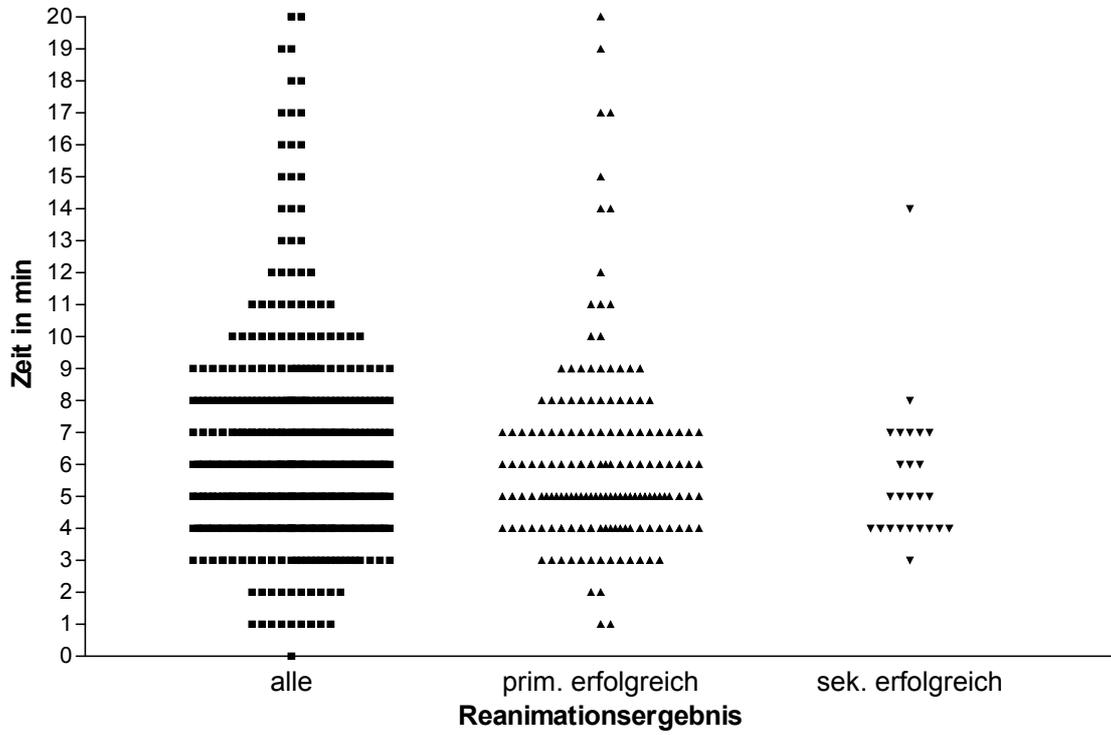


Abbildung 7: Hilfsfristen für erstes Rettungsmittel (n=438)

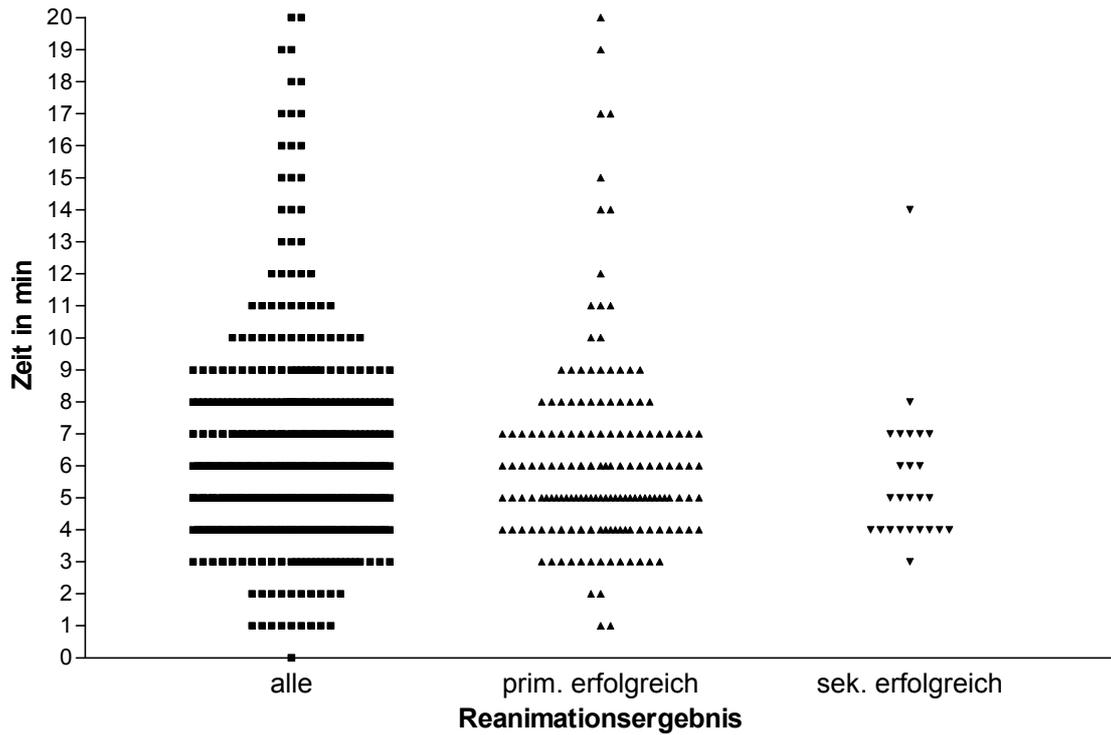


Abbildung 8: Hilfsfrist für RTW als erstes Rettungsmittel (n=288)

3. Ergebnisse

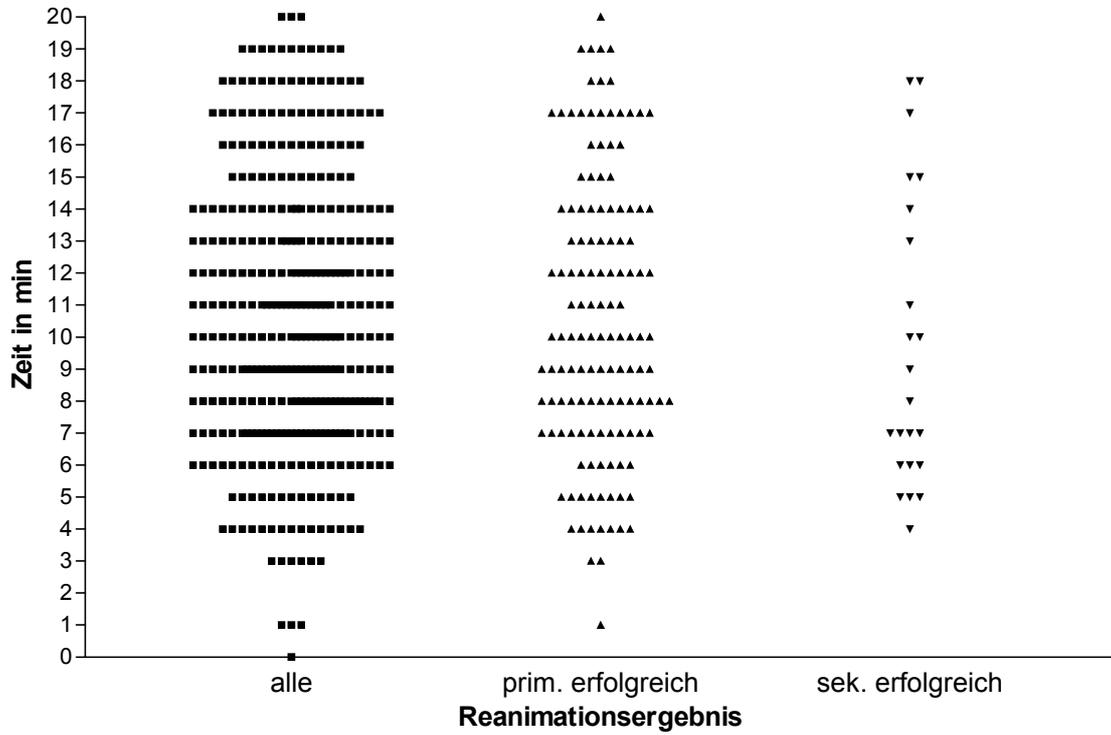


Abbildung 9: Hilfsfristen für ersten NA (n=374)

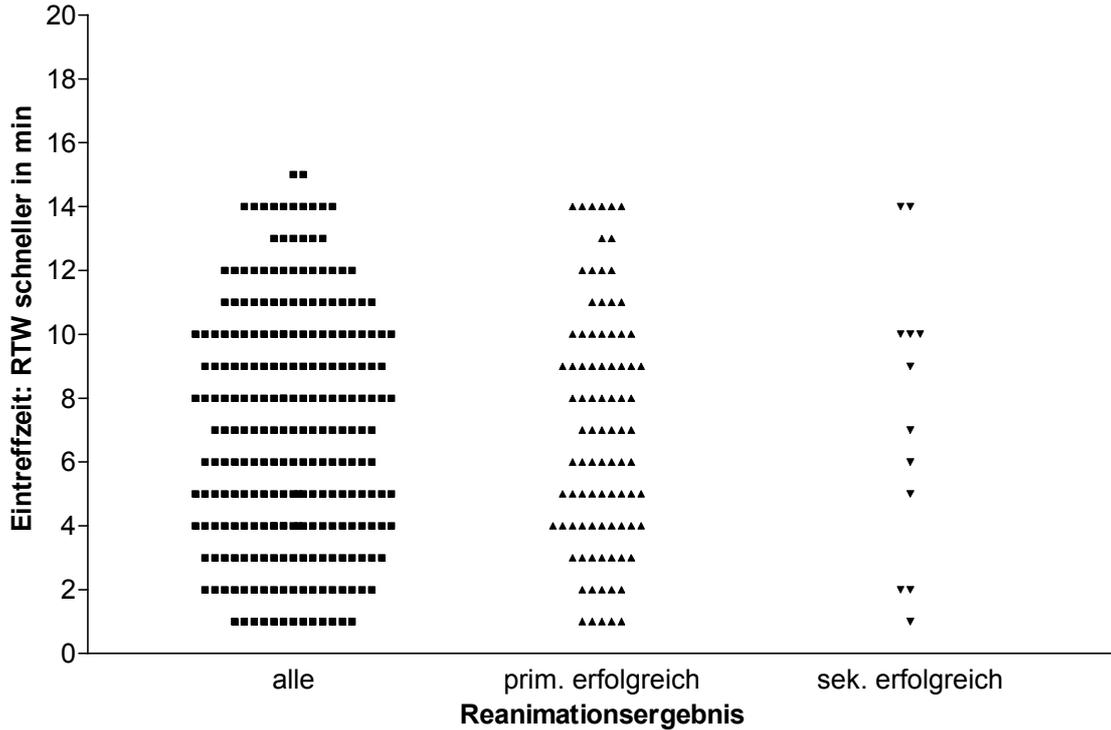


Abbildung 10: Zeitdifferenz wenn RTW schneller als NA (n=288)

4. Diskussion

4.1. Ziele der Studie

Die vorliegende Studie erfasst die Effektivität des Frankfurter Rettungssystems anhand der präklinischen Reanimationsergebnisse.

Nach Abschluss der Studie wurde das stationäre Notarzt-System (NAW) durch ein Rendezvous-System (NEF) abgelöst. Ein Frühdefibrillationsprojekt für Rettungsdienstpersonal wurde eingeführt. Die in dieser Studie gewonnenen Daten und Ergebnisse beschreiben den Ist-Zustand des Rettungssystems vor diesen Systemveränderungen. In einer nachfolgenden Studie werden sich durch Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen die Auswirkungen dieser Modifikationen auf die Reanimationserfolge innerhalb des untersuchten Rettungsdienstbereiches beurteilen lassen.

4.2. Gesamtergebnisse

Die Entlassung aus dem Krankenhaus nach stattgefundener präklinischer Reanimation stellt in der Literatur gegenwärtig den „Goldstandard“ zur Beurteilung der Effektivität eines Rettungssystems dar.

Als Vergleichsparameter dient üblicherweise der präklinische Herzkreislaufstillstand aus innerer Ursache, da es sich hierbei um ein einheitliches Krankheitsbild handelt, für das standardisierte und weltweit identische Behandlungskonzepte etabliert sind. In der Literatur findet sich daher eine Vielzahl von Reanimationsstudien.

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erreichen, erfolgte 1991 die Einführung des „Utstein-Style“, mit dem feste Zielkriterien für die Durchführung derartiger Untersuchungen festgelegt wurden. Die Diskussion unserer Ergebnisse erfolgt daher anhand früherer Studien, die sich ebenfalls am „Utstein-Style“ orientieren.

Dennoch wird selbst nach Einführung dieser standardisierten Auswertungsrichtlinien in einem erheblichen Teil der präklinischen Reanimationsstudien der „Utstein-Style“ auch heute noch nicht oder nur teilweise angewendet [53]. Eine Vergleichbarkeit von Studienergebnissen wird hierdurch erheblich erschwert. Auch findet nicht in allen Kollektiven eine standardisierte Therapie statt.

Weitere Probleme liegen im Studiendesign der Untersuchungen – sowohl national als auch international – begründet. Hierzu zählen national unterschiedliche Rettungssysteme, die sich vor allem dadurch unterscheiden, ob ein Notarzt in die präklinische Versorgung des Patienten eingebunden ist und über welche Kompetenz und Fähigkeiten das nichtärztliche Rettungspersonal zur selbständigen Durchführung ärztlicher Maßnahmen bei präklinischem Herzkreislaufstillstand im Sinne des ACLS verfügt.

Der Einfluss der weiteren klinischen Therapie nach erfolgter präklinischer Reanimation findet im „Utstein-Style“ keinen Eingang in die Bewertung der sekundären Reanimationserfolge.

Studien, die zum Vergleich unserer Ergebnisse herangezogen wurden, mussten folgende Kriterien erfüllen:

1. Orientierung am „Utstein-Style“
2. Reanimation nach Herzkreislaufstillstand aus alleiniger innerer Ursache
3. Darstellung von Daten für primäres und sekundäres Überleben.

Legt man diese Kriterien zugrunde, so finden sich zwischen 1976 und 2001 insgesamt 21 Untersuchungen an einem Gesamtkollektiv von mehr als 15.000 Patienten (Tabelle 7). 33,1% der Patienten konnten primär erfolgreich reanimiert werden, wobei die Ergebnisse bei den einzelnen Studien zwischen 12,4% und 63,0% lagen. Verglichen mit den eigenen Ergebnissen zeigte sich hierbei kein signifikanter Unterschied (Tabelle 8). Deutlich schlechter war im eigenen Patientenkollektiv jedoch der sekundäre Reanimationserfolg (7,8% vs. 13,9%).

Sefrin beschrieb 1992 in einer Literaturanalyse [183], dass es seit längerer Zeit eine Stagnation bei den Erfolgsraten für Reanimationen gäbe. Auffällig sei, dass neuere Studien keine besseren Reanimationsergebnisse als ältere Studien haben. Dies lässt sich für unsere Metaanalyse bestätigen. Es ist kein genereller Trend zu einem besseren Outcome bei neueren Studien erkennbar.

4. Diskussion

Studie	Jahr	Patienten		primär erfolgreich		sekundär erfolgreich	
		n	n	%	n	%	
Lund [136]	1976	631	255	40,4	70	11,1	
Eisenberg [69]	1979	1035	307	29,7	160	15,5	
Thompson [200]	1979	316	199	63,0	93	29,4	
Eisenberg [75]	1982	1567	557	35,5	302	19,3	
Myerburg [149]	1982	352	117	33,2	66	18,8	
Halbritter [95]	1988	89	38	42,7	12	13,5	
Schneider [172]	1990	50	21	42,0	6	12,0	
Schinnerl [167]	1990	221	45	20,4	9	4,1	
Schüttler [176]	1990	909	563	61,9	170	18,7	
Sefrin [181]	1991	97	30	30,9	11	11,3	
Rossi [163]	1991	412	194	47,1	39	9,5	
Giraud [88]	1996	113	22	19,5	8	7,1	
Schneider [174]	1997	171	51	29,8	24	14,0	
Weston [220]	1997	712	88	12,4	45	6,3	
Fischer [81]	1997	464	185	39,9	74	15,9	
Tadel [197]	1998	337	78	23,1	19	5,6	
Wolthoff [225]	1998	881	365	41,4	108	12,3	
Waalewijn [211]	1998	1046	299	28,6	134	12,8	
Böttiger [44]	1999	338	164	48,5	48	14,2	
Schmidbauer [169]	2000	369	91	24,7	34	9,2	
Eisenberg [77]	2001	5213	1398	26,8	646	12,4	
Gesamt		15323	5067	33,1	2126	13,9	
Frankfurt	1998/99	447	160	35,8	35	7,8	

Tabelle 7: Übersicht: Reanimationen nach Herzkreislaufstillstand nichttraumatischer Ursache

Studien	CPR erfolgreich	CPR erfolglos	Signifikanz (Fisher-Test)
Primärer Reanimationserfolg			nicht signifikant
Frankfurt 1998/99	160 35,8%	287 64,2%	
Zusammenstellung anderer Studien 1976-2001	5067 33,1%	10256 66,9%	
Sekundärer Reanimationserfolg			p<0,05
Frankfurt 1998/99	35 7,8%	412 92,2%	
Zusammenstellung anderer Studien 1976-2001	2126 13,9%	13197 86,1%	

Tabelle 8: Vergleich: Frankfurt und andere Studien aus Literatur

4.3. Das „Chain of Survival“-Konzept

Bereits in den frühen 1960er Jahren entwickelte Ahnefeld für den Rettungsdienst das Konzept der „Rettungskette“ [89]. Er postulierte, dass sich die Versorgung von Notfallpatienten vom Notfallort bis zur Klinik in klar definierte Bereiche mit jeweils eigenen Aufgabenstellungen zerlegen lasse. Die fünf Glieder dieser Kette sind:

1. die Erste Hilfe am Notfallort durch Laienhelfer
2. das Melde-, Alarm- und Koordinierungssystem
3. der Rettungsdienst
4. die Klinik mit zentraler Notaufnahme
5. die Intensiveinheit in der Klinik

Die Effizienz des Gesamtsystems hänge dabei von der Stärke der einzelnen Glieder ab.

Die AHA verwendet ebenfalls die Metapher der Glieder einer Kette in ihrem „Chain of Survival“-Konzept [57,58,62]. Die Kette besteht aus den folgenden für das Überleben bei einer Reanimation wichtigen Gliedern:

1. frühzeitige Alarmierung und Eintreffen des Rettungsdienstes („early access“).
2. frühzeitig eingeleitete Basisreanimationsmaßnahmen („early basic CPR“)
3. frühzeitige Defibrillation („early defibrillation“)
4. frühzeitig eingeleitete erweiterte Reanimationsmaßnahmen („early ACLS“)

Die Schwäche eines Gliedes der Kette führt zu einem schlechteren Ergebnis am Ende der Kette.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Stärke der Glieder der „Chain of Survival“ im Frankfurter Rettungssystem.

4.3.1. “Early Access”

Die Zeitdauer vom Kollaps des Patienten bis zum Beginn der Reanimation erwies sich in früheren Studien neben der Dauer von Kollaps bis zur ersten Defibrillation als eine der zwei Hauptvariablen, die das Überleben bestimmen [127,204].

Die frühe und schnelle Alarmierung des Rettungsdienstes ist ein wichtiger Faktor in der Verkürzung der Zeitdauer bis zum Eintreffen der Rettungsteams am Patienten. In Frankfurt gibt es die einheitliche Notrufnummer 112. Unbekannt blieb, wie oft Notfallmeldungen über die Polizei oder den Ärztlichen Notfalldienst an die Rettungsleitstelle weitergeleitet wurden und somit zeitliche Verzögerungen auftraten.

Durch die zunehmende Verbreitung von Mobiltelefonen bleibt zu hoffen, dass die Zeitdauer vom Kollaps des Patienten bis zur Notfallmeldung verkürzt werden kann.

Die Qualität der Notfallmeldung hat ebenfalls Einfluss auf das Eintreffen der Rettungsmittel. Liegt eine Meldung vor, bei der nur ein RTW alarmiert wurde, der aber einen Notarzt nachfordern muss, dann geht Zeit verloren. Eine frühe Defibrillation und frühe ACLS-Maßnahmen sind nicht mehr möglich. Ebenso kann es vorkommen, dass aufgrund der Einsatzmeldung nicht sofort die notwendige Rettungsausrüstung zum Patienten mitgenommen wird.

In Bonn [81], Würzburg [184], Berlin [225] und Helsinki [187] waren die RTW (BCLS-Einheiten) im Durchschnitt nach 5,4 bis 6,5 Minuten am Einsatzort. Die Hilfsfristen für NAW (ACLS-Einheiten) lagen in diesen Städten zwischen 8,6 und 11 Minuten.

In unserer Studie war im Median 6 Minuten nach Eingang der Notrufmeldung ein RTW an der Einsatzstelle. Die Zeitdauer von Notrufeingang bis zum Eintreffen eines Notarztes betrug im Median 10 Minuten. Damit bewegten sich die Hilfsfristen für BCLS- und ACLS-Einheiten in Frankfurt in ähnlichen Zeitrahmen wie in den anderen europäischen Rettungssystemen.

In Studien aus den USA [61,191,194,206] liegen die Hilfsfristen meist, mit Ausnahme von New York [134], etwas niedriger. Die Dichte der stationierten Rettungsmittel ist dabei häufig höher. Die ACLS-Einheiten sind in der Regel mit Paramedics anstatt Notärzten besetzt. Das sekundäre Überleben ist aber nicht signifikant anders als in den europäischen Systemen (Tabelle 9).

4. Diskussion

Rettungssystem	Jahr	Gebiet	Hilfsfristen in min		sekundär erfolgreich
			BCLS	ACLS	
King County [61] (beobachtete HKST)	1985	mittelgroß, städtisch	4,4	9,2	26,5% 344/1297
Milwaukee [194]	1986	mittelgroß, städtisch	2,0	5,0	14,6% 220/1500
Tucson [191]	1990	mittelgroß, städtisch	3,0	5,0	8,4% 25/298
Tucson [206]	1992	mittelgroß, städtisch	4,1	5,1	5,9% 22/372
New York City [134]	1994	Großstadt	9,4	13,0	1,4% 30/2071
Helsinki, P I [187]	1996	mittelgroß, städtisch	5,4	11	14,6% 41/279
Helsinki, P II [187]	1996	mittelgroß, städtisch	6,5	11,7	10,2% 33/323
Bonn [81]	1996	mittelgroß, städtisch	5,5	8,6	15,9% 74/464
Würzburg [184] (nur VF)	1997	mittelgroß, städtisch	5,5	9,0	16,3% 7/43
Berlin [225]	1998	Großstadt	5	11	12,3% 108/881
Frankfurt	1998/99	Großstadt	6	10	7,8% 35/447

Tabelle 9: Hilfsfristen in zweigliedrigen Rettungssystemen (BCLS+ACLS)

Wie in den meisten Studien, wurde auch in der vorliegenden Arbeit als Hilfsfrist nur der Zeitraum von Eingang des Notrufs bis zum Anhalten der Rettungsmittel an der Straßenadresse des Patienten erfasst [50]. Der Zeitpunkt des Kollapses und die tatsächliche Zeitdauer bis zum Eintreffen beim Patienten sowie der Zeitpunkt des Beginns der Reanimation konnten bei den untersuchten Einsätzen nicht bestimmt werden.

Schneider et al. [174] berichten aus Mainz von einem durchschnittlichen Intervall vom Verlassen des Rettungsfahrzeuges bis zum Erreichen des Patienten von 0,83 Minuten. In der New Yorker PHASE-Studie [134] lag die Differenz zwischen Anhalten des Rettungsfahrzeuges und Beginn der Reanimation im Median bei 1,5 Minuten.

Becker et al. [31] stellten 1991 fest, dass in Chicago das Rettungspersonal in einem Drittel aller Fälle mit für Großstädte charakteristischen, unvorhergesehenen Hindernissen konfrontiert wurde, die trotz kurzen Entfernungen zu deutlich längeren Zeiten bis zum Eintreffen am Patienten führten. Aufgrund der hohen Verkehrsdichte bedeuten kurze Wege nicht zwangsläufig eine kürzere Anfahrtsdauer. In Großstädten mit Hochhäusern sind zudem lange Fußwege innerhalb der Gebäude zurückzulegen.

Die Zeit bis zum Eintreffen am Patienten und damit auch bis zur möglichen Defibrillation verlängert sich.

Auf diese Rahmenbedingungen führte Becker zum Teil die niedrigen Raten für primären (9%) und sekundären Reanimationserfolg (2%) in Chicago zurück. Lombardi vermutete, dass außer den Eintreffzeiten noch andere, beispielsweise soziokulturelle Faktoren einen negativen Einfluss auf das Überleben bei Herz-Kreislaufstillstand innerhalb einer Großstadt haben könnten [134]. Becker und Cowie zeigten ein signifikant höheres Risiko für Schwarze an einem Herz-Kreislaufstillstand zu versterben [30,54]. Hallstrom fand für Patienten mit niedrigerem sozioökonomischem Status eine erhöhte Mortalität bei präklinischem Herz-Kreislaufstillstand [96].

Frankfurt hat – anders als kleinere Städte - eine ähnliche Infrastruktur wie Chicago. Zudem ist der Anteil der Reanimationen im häuslichen Umfeld relativ hoch. Dies lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass das Intervall vom Verlassen des Rettungsfahrzeuges bis zum Erreichen des Patienten teilweise ebenfalls deutlich länger ist als in Rettungssystemen mit günstigerer Infrastruktur und mehr Kreislaufstillständen in der Öffentlichkeit.

Lackner et al. [125] beobachteten in 14% der Reanimationen ihrer Studie eine durch einsatztaktische Probleme im Median um 3,8 Minuten verlängerte Zeitdauer bis zum Eintreffen des Notarztes am Patienten. Zu Verzögerungen führten falsche Alarmierungswege, Zeitverzögerungen innerhalb der Leitstellen, Umdisponierung des alarmierten Notarztes und verspätetes Auffinden der Einsatzstelle durch falsche Hausnummer. Bei keinem der sekundär erfolgreich reanimierten Patienten trat ein solches Problem auf.

4.3.2. “Early Basic CPR”

Jeder Augenzeuge eines Herzkreislaufstillstandes und jede Person, die einen Notruf absetzt, ist potentieller Ersthelfer im Sinne einer Anwesendenreanimation.

Der häufig verwendete Begriff der Laienreanimation ist ungenau, da die anwesenden Personen, die vor Eintreffen des Rettungsdienstes mit Reanimationsmaßnahmen beginnen, nicht zwangsläufig medizinische Laien sind. Häufig werden Anwesendenreanimationen durch zufällig am Notfallort anwesende Ärzte oder Mitglieder anderer medizinischer Fachberufe eingeleitet. Schneider et al. [174] sowie Bossaert et al. [43] berichteten, dass etwa die Hälfte der Anwesenden, die eine Reanimation durchführten, Angehörige eines medizinischen Berufes waren.

Die Effektivität der Anwesendenreanimation ist von mehreren Faktoren abhängig, zu denen die Zeitdauer bis Beginn der Laienreanimation, die Zeitdauer bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes, das Alter des Patienten, der Ort des Herzkreislaufstillstandes und die Qualifikation der Anwesenden zählen [105].

Die Qualität und das Ausmaß der Reanimationsmaßnahmen, die von anwesenden Laien durchgeführt wurden, konnten in unserer retrospektiven Studie nicht genauer differenziert werden. In einem Teil der Fälle wurden nur Thoraxkompressionen ohne Beatmung durchgeführt. Es ist auch möglich, dass in einem Teil der Fälle eine stattgefundenen Anwesendenreanimation nicht dokumentiert wurde.

In der vorliegenden retrospektiven Studie war der Anteil der dokumentierten Anwesendenreanimationen mit 10,5% vergleichsweise niedrig. In Göttingen lag der Anteil der Anwesendenreanimationen bei 23,3%, in Brügge bei 36,6% [140], in Belgien bei 26,8% [209] und in Schweden bei 32,3% [106]. In Amsterdam wurde sogar in mehr als der Hälfte der Fälle (54%) vor Eintreffen des Rettungsdienstes mit der Reanimation begonnen [211]. Sefrin berichtete aus Würzburg und Regensburg von 9,3% durch Notfallzeugen begonnenen Reanimation [181].

Verschiedene Studien zeigten eine ungefähr doppelt so hohe Überlebenschance, wenn Anwesende schon vor Eintreffen des Rettungsdienstes mit Reanimationsmaßnahmen begannen [81,88,122,123,127,134,177,220]. Kettler und Mitarbeiter zeigten sogar eine 7,5fache Steigerung des sekundären Erfolgs [21]. Grund für die Steigerung der Erfolgsraten bei früher Reanimation durch Anwesende scheint eine Verlängerung der Dauer des Kammerflimmerns unter Reanimation zu sein [15].

Untersucher in King County, Stockholm und Antwerpen fanden signifikant höhere Raten von Kammerflimmern bei Patienten, die schon vor Eintreffen des Rettungsdienstes reanimiert wurden [42,61,108].

In Frankfurt lagen primäre und sekundäre Erfolgsraten nach Anwesendenreanimation höher als ohne begonnene Anwesendenreanimation. Der Unterschied erreichte eventuell auch wegen der relativ kleinen Fallzahl jedoch keine statistische Signifikanz.

Nur bei 21 von 301 Herzkreislaufstillständen (7,0%) in einer Wohnung wurde von Anwesenden reanimiert. Von 78 Patienten, die in der Öffentlichkeit einen Herzkreislaufstillstand erlitten, wurden 21 (26,9%) bereits vor Eintreffen des Rettungsdienstes reanimiert. Der Anteil der Anwesendenreanimationen lag in der Öffentlichkeit damit signifikant höher als in einer Wohnung.

Dies erklärt zum Teil die statistisch signifikant höhere sekundäre Überlebensrate von 17,6% bei Reanimationen in der Öffentlichkeit verglichen mit 6,8% bei Reanimationen in einer Wohnung. Litwin et al. ermittelten bei Kollaps außerhalb der Wohnung eine sekundäre Erfolgsrate von 27% gegenüber nur 13% bei Reanimationen in einer Wohnung [132].

Patienten, die in der Öffentlichkeit kollabierten, sind häufig für den Rettungsdienst schneller erreichbar, als Patienten, die in Wohngebäuden kollabierten. Die in Frankfurt in der Öffentlichkeit reanimierten Patienten waren außerdem im Median deutlich jünger, als jene, die in einer Wohnung bzw. einem Alten- oder Pflegeheim reanimiert wurden.

Der höhere Anteil der pflegebedürftigen und terminal kranken Patienten, die in einer Wohnung oder einem Alten- oder Pflegeheim reanimiert wurden, trägt möglicherweise zu den niedrigeren Erfolgsraten bei.

In Wohnungen wurden Patienten häufig von ihren Angehörigen aufgefunden, ohne dass bekannt war, wie lange der Herzkreislaufstillstand vorlag. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass viele Patienten, die in den Morgenstunden reanimiert wurden, schon im Laufe der Nacht verstorben waren.

Die Angehörigen der reanimierten Patienten sind häufig Lebensgefährten und Ehepartner, die zur gleichen Altersgruppe gehören. Diese Personen könnten potentiell eine Anwesendenreanimation einleiten.

Die Herz-Lungen-Wiederbelebung ist mittlerweile Teil des für den Führerschein notwendigen Kurses „Sofortmaßnahmen am Unfallort“. Durch diese Schulung werden ältere Angehörige allerdings nicht erreicht. Ein Ansatz dies zu verbessern, sind spezielle Reanimationsschulungen für Angehörige von kardialen Risikopatienten bzw. in Senioreneinrichtungen.

Die Anzahl von Anwesendenreanimationen ließe sich auch durch die so genannte Telefonreanimation erhöhen. Dabei werden Anrufer, die einen Herzkreislaufstillstand melden, von den Disponenten der Leitstelle angeleitet, Basismaßnahmen der Reanimation durchzuführen. Dies überbrückt die Zeit bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. Untersuchungen aus den USA haben die Wirksamkeit telefonischer Anweisungen bei Personen, die über keinerlei Erste-Hilfe-Kenntnisse verfügen, gezeigt [51,74,111]. Culley [56] und Cummins [62] zeigten, dass sich in King County durch Laienreanimationsprogramme und telefonische Reanimationsanleitung die Anwesendenreanimationsquote von 30% auf fast 60% verdoppelte, ohne allerdings zu signifikant höheren Überlebensraten zu führen. Rea et al. [162] berichteten 2001 von einer durch telefoninstruierte Laienreanimation signifikant erhöhten Überlebenschance im Vergleich zu Patienten, die keine Laienreanimation erhalten hatten.

In Frankfurt gab es keine Schulung für Leitstellenpersonal, um Anrufer zur Reanimation anzuleiten. Leitstellendisponenten gaben nur in Einzelfällen Anrufern Hilfestellungen und Tipps mit Reanimationsmaßnahmen zu beginnen. Es ist fraglich, ob Telefonreanimationen in Frankfurt zu einer Verbesserung der Reanimationserfolge führen könnten. Auf Grund des hohen Ausländeranteils von 29% in Frankfurt [14] und der daraus häufig resultierenden Sprachbarriere ist bereits das Absetzen eines verständlichen Notrufes nicht immer gewährleistet. Damit fällt ein Teil der Anrufer als potentielle Laienhelfer im Rahmen der Telefonreanimation aus.

Eine Vereinfachung der Reanimation für medizinische Laien könnte der Ansatz bedeuten, eine alleinige Druckmassage des Thorax ohne Mund-zu-Mund-Beatmung durchzuführen. Es ist vorstellbar, dass ein größerer Anteil von Anwesenden eine Reanimation beginnen würde, wenn die Unsicherheit bei der Beatmung wegfallen würde. Ekel und Angst vor Infektionen [46,47,48,49,133,143] sind häufige Gründe, warum keine Beatmung und in Folge dessen überhaupt keine Reanimation durchgeführt wird. Auch die Anleitung per Telefon ist bei alleiniger Thoraxkompression verkürzt und vereinfacht.

Berg und Kern fanden in Tierversuchen gleiche Überlebensraten für sofort nach Kammerflimmern begonnene Reanimationen, unabhängig davon, ob innerhalb der ersten 10 bzw. 12 Minuten eine Beatmung durchgeführt wurde oder nicht [34,35,36,37]. Auch am Menschen fanden sie keinen Unterschied im 24-Stunden-Überleben von Patientengruppen, die innerhalb der ersten 6 Minuten mit oder ohne Beatmung reanimiert wurden [115]. Hallstrom [97,98] fand eine höhere sekundäre Überlebensrate für Patienten, die von Anwesenden nur mit Thoraxkompressionen reanimiert wurden, verglichen mit Patienten, die von Anwesenden mit Thoraxkompression und Mund-zu-Mund-Beatmung reanimiert wurden. Der Unterschied erreichte allerdings keine statistische Signifikanz. Becker et al. diskutierten schon 1997, ob nach Kammerflimmern initial die Beatmung weniger wichtig als die Zirkulation sei [29]. Bei Durchführung einer Reanimation nach aktuellen Richtlinien als Kombination von Thoraxkompression und Beatmung wird nur selten eine Kompressionsfrequenz von mehr als 80 pro Minute erreicht [82,103,144,199,218,219]. Thoraxkompressionen alleine seien eventuell besser kreislaufwirksam [29]. Dies könnte für zukünftige Richtlinien die Infragestellung der initialen Beatmung beim Herzkreislaufstillstand bedeuten [114].

Safar et al. sprachen sich jedoch klar gegen diese Absicht aus [165]. Dick widersprach ebenfalls der Argumentation von Becker et al. in den meisten Punkten und plädierte stattdessen für eine bessere Ausbildung, um die Effektivität der Anwesendenreanimation zu verbessern [63].

4.3.3. „Early Defibrillation“

Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einem Herzkreislaufstillstand initial meist ein Kammerflimmern vorliegt [26,178]. Die einzige Maßnahme, die unbestritten diesen Zustand beseitigt, ist die möglichst frühe Defibrillation [127].

In Frankfurt betrug der Anteil der Patienten mit VF/VT an allen Reanimationen nur 32,2%. Sefrin [183] fand dagegen 1992 in seiner Literaturübersicht eine Häufigkeit des Kammerflimmerns von 59,1%. Ähnliche Zahlen berichten Killien aus San Juan [116], Kuisma aus Helsinki [123], und Fischer aus Bonn [81]. Bei Wolthoff in Berlin [225] lag der Anteil der Patienten mit VF bei 48%, bei Eisenberg in King County [77] bei 45,9%, bei Holmberg in Schweden bei 43,3% [106] und bei Tadel in Ljubljana bei 38% [197]. Bei Lombardi in New York City [134] lag der Anteil ähnlich wie in Frankfurt nur bei 34%.

Eisenberg et al. [76] beschrieben, dass vor allem bei schnell reagierenden Rettungssystemen der Anteil von Patienten mit Kammerflimmern hoch sei. Eine Steigerung des Anteils der Patienten mit VF/VT durch kürzere Eintreffzeiten ist nur in gewissem Maße erreichbar. Die Installation zusätzlicher Rettungsmittel scheint angesichts zunehmender Kostenzwänge nur sehr begrenzt möglich.

Ein größeres Problem scheint die geringe Anzahl der beobachteten Kreislaufstillstände und der direkt danach begonnenen Anwesendenreanimationen zu sein.

Basis für eine erfolgreiche Defibrillation ist ein früher Beginn der Reanimation. Zu jedem Zeitpunkt nach Kollaps kann durch Durchführung einer Anwesendenreanimation die Wahrscheinlichkeit für ein noch defibrillierbares Kammerflimmern erhöht werden [42,61]. Reanimationsmaßnahmen können die Dauer von Kammerflimmern und damit die Zeit bis zur möglichen Defibrillation verlängern. Es wird auch diskutiert, ob eine kurzzeitige Herzdruckmassage vor einer Defibrillation den Defibrillationserfolg erhöhen kann [52].

Der Zeitpunkt der Defibrillation bei Patienten mit Kammerflimmern ist der Faktor mit dem größten Einfluss auf den Reanimationserfolg. Die Überlebensrate nach Kammerflimmern nimmt pro Minute, um die sich die Defibrillation verzögert um etwa 7-10% ab [127,154]. Bei einer Defibrillation innerhalb der ersten Minute nach aufgetretenem Kammerflimmern werden Überlebensraten von bis zu 90% berichtet [83,100,107,208].

4. Diskussion

Studie	Jahr	Patienten		primär erfolgreich		sekundär erfolgreich	
		n	n	%	n	%	
Eisenberg [69]	1979	283	154	54,5	68	24,0	
Myerburg [149]	1982	220	87	40,0	51	23,0	
Hofgärtner [104]	1985	50	37	74,0	13	26,0	
Schneider [172]	1990	20	12	60,0	6	30,0	
Rossi [163]	1991	181	108	59,6	26	14,4	
Sefrin [181]	1991	51	14	27,5	5	9,8	
Thompson [200]	1979	316	117	37,0	93	29,0	
Giraud [88]	1996	45	16	35,6	8	17,8	
Weston [220]	1997	264	65	24,6	43	16,3	
Wolthoff [225]	1998	426	240	56,3	88	20,7	
Tadel [197]	1998	121	45	37,2	15	12,4	
Waalewijn [211]	1998	581	191	32,9	81	13,9	
Gesamt		2558	1086	42,5	497	19,4	
Frankfurt	1998/99	144	85	59,0	25	17,4	

Tabelle 10: Reanimationen nach Herzkreislaufstillstand bei VF/VT

VF/VT	CPR erfolgreich	CPR erfolglos	Signifikanz
primärer Reanimationserfolg			p<0,05
Frankfurt 1998/99	85 59,0%	59 41,0%	
Zusammenstellung andere Studien 1976-2001	1086 42,5%	1472 57,5%	
sekundärer Reanimationserfolg			nicht signifikant
Frankfurt 1998/99	25 17,4%	119 82,6%	
Zusammenstellung andere Studien 1976-2001	497 19,4%	2061 80,6%	

Tabelle 11: Reanimationserfolge bei VF/VT: Vergleich mit der Literatur

Bei Reanimationen nach Kammerflimmern und ventrikulärer Tachykardie liegen die primären Erfolgsraten in der Literatur zwischen 27,5% und 74,0%. Eine Zusammenstellung mehrerer vergleichbarer Studien führt zu einem primären Erfolg in 42,5% der Fälle. Sekundär erfolgreich wurden nach Kammerflimmern 19,4% (9,8-30,0%) der Patienten reanimiert (Tabelle 10).

Die Frankfurter Reanimationsergebnisse nach Kammerflimmern liegen beim primären Ergebnis mit 59,0% signifikant über den Ergebnissen aus der Literatur, beim sekundären Ergebnis sind die Frankfurter Ergebnisse mit 17,4% jedoch etwas niedriger als die 19,4% für die Literatur. Statistisch erreichen die Unterschiede zwischen Frankfurt und der Literaturlauswertung beim sekundären Reanimationserfolg nach VF/VT keine Signifikanz (Tabelle 11).

Der höhere primäre Erfolg in Frankfurt bei gleichem sekundärem Erfolg lässt sich zum Teil dadurch erklären, dass relativ häufig Patienten ohne ROSC unter Fortführung der Reanimation ins Krankenhaus eingeliefert wurden. Dies war bei 17 Patienten mit VF/VT der Fall. Keiner von diesen überlebte sekundär. Ohne diese Patienten läge der primäre Reanimationserfolg bei 47,2% und damit im Bereich der meisten anderen Studien.

Die sekundäre Überlebensrate für Patienten mit beobachtetem Kammerflimmern liegt in der Literatur zwischen 5,3% in New York [134] und 34% in Stavanger [102].

In Frankfurt lag die Überlebensrate in der relativ kleinen Untergruppe der Reanimationen bei beobachtetem Kammerflimmern bei 20% (2/10).

Primäre und sekundäre Reanimationserfolge lassen sich demnach am ehesten durch eine frühestmögliche Defibrillation steigern.

Eisenberg et al. fanden 1990 beim Vergleich von 39 Studien in 29 verschiedenen Rettungssystemen heraus, dass der Reanimationserfolg in zweireihigen Rettungssystemen am höchsten war [76]. Zweireihige Systeme mit Frühdefibrillation durch BCLS-Einheiten hatten dabei wiederum bessere Erfolgsraten als Systeme, in denen keine Frühdefibrillation durchgeführt wurde. Eisenberg fand einen Plateauwert für sekundäres Überleben bei beobachtetem Herzkreislaufstillstand mit Kammerflimmern von 25-30%.

Soo zeigte 1999, dass die Einbeziehung eines Arztes in die Reanimationsmaßnahmen durch Paramedics zu einem besseren Reanimationserfolg führte [190]. Nichols

et al. fanden in einer Metaanalyse die höchsten Überlebensraten in zweireihigen Rettungssystemen (ACLS+BCLS), in denen die BCLS-Einheit frühdefibrillierte [152].

In Deutschland gibt es ein zweireihiges notärztlich begleitetes Rettungssystem. Die BCLS-Maßnahmen werden durch Rettungssanitäter und Rettungsassistenten durchgeführt. Die ACLS-Maßnahmen werden bisher in der Regel nur von Notärzten ausgeübt.

In den USA existiert meist ein zweireihiges Rettungssystem. Die Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation (BCLS) werden zumeist von Emergency Medical Technicians (EMT) durchgeführt. Deren Ausbildungsstand ist mit dem des Rettungssanitäters in Deutschland vergleichbar.

Die weitergehenden Maßnahmen (ACLS), zu denen die Intubation und intravenöse Medikamentengabe zählen, werden in der Regel von so genannten Paramedics durchgeführt. Die Paramedics folgen präzise vorgeschriebenen Algorithmen in der Ausübung der ACLS-Maßnahmen. Häufig besteht Funk- oder Telefonkontakt zu einem Arzt in einer Klinik.

In einigen amerikanischen Rettungssystemen - die Vorreiter waren Seattle und King County – wird schon seit Ende der 70er Jahre durch BCLS-Einheiten frühdefibrilliert [60,67,68,69,70,72]. Frühdefibrillationsprogramme erwiesen sich als effektiv und sicher [20,152,153,179,195,210]. Seit 1992 empfiehlt die AHA die Defibrillation als Maßnahme für ersteintreffende Rettungskräfte [6], inzwischen wird sie den BCLS-Maßnahmen zugerechnet.

Schon 1987 wurde in Berlin von Storch [193] in einer Pilotstudie die Übertragbarkeit der positiven Erfahrungen der amerikanischen Frühdefibrillationsprogramme auf das deutsche Rettungssystem gezeigt. 1989 konnte eine signifikante Verbesserung der Überlebensrate bei durch Rettungsdienstpersonal frühdefibrillierten Patienten mit initialem Kammerflimmern gezeigt werden, sofern innerhalb von 14 Minuten nach Notrufeingang ein Notarzt am Einsatzort eintraf um erweiterte Maßnahmen fortzuführen [19,192]. Der primäre und sekundäre Reanimationserfolg verbesserte sich während der Fortführung des Berliner Frühdefibrillationsprogrammes von 1989 bis 1991 weiter [225].

Den Standards der AHA [6,62] folgte 1993 die „Arbeitsgemeinschaft Frühdefibrillation Deutschland“ in ihren Empfehlungen [18]. Sie definierte Bedingungen, unter denen in

Deutschland die Einführung eines Frühdefibrillationsprogrammes sinnvoll ist. Dazu gehören folgende logistische Voraussetzungen: ein gestaffeltes Rettungssystem, eine adäquate Anzahl an Patienten mit Kammerflimmern, ein Zeitintervall von Kollaps bis zum Beginn der BCLS-Maßnahmen unter 8 Minuten und ein Zeitintervall von Kollaps bis zum Eintreffen des Notarztes unter 14 Minuten.

Die Aus- und Fortbildung des Rettungspersonals muss unter ärztlicher Kontrolle stattfinden. Es sollen ausschließlich (halb-)automatische Defibrillatoren mit einer Sensitivität von mehr als 95% und einer Spezifität von mehr als 98% in Bezug auf VF/VT verwendet werden. EKG- und Echtzeitdokumentation, die dem „Utstein-Style“ entspricht, sind zwingend.

Diese Empfehlungen sind im wesentlichen konform mit den Richtlinien des ERC und des ILCOR [40,41].

Die Empfehlungen wurden zuerst in mehreren deutschen Großstädten erfolgreich umgesetzt, darunter Berlin [192,193,225], Mainz [175], München [126] und Rostock [128]. Auch für kleinere Städte mit ländlichem Umfeld konnte ein Nutzen nachgewiesen werden [139].

Im Land Berlin wird seit 1993 routinemäßig durch alle RTW frühdefibrilliert. Das Bundesland Bayern hat eine offizielle Empfehlung zur Frühdefibrillation ausgesprochen [17].

Eine prospektive deutsche Multicenterstudie bestätigte 1994, dass die Defibrillation durch Rettungsassistenten mittels halbautomatischer Geräte eine sicher durchführbare Maßnahme ist [64,142]. Durch Rettungsassistenten defibrillierte Patienten wurden in 14 von 57 Fällen (25%) aus dem Krankenhaus entlassen, von den 102 durch Notärzte defibrillierten Patienten überlebten 24 (24%, p: n.s.).

In Österreich wurde in der Steiermark 1998 der Reanimationserfolg mit Einführung eines Frühdefibrillationsprojektes deutlich gesteigert [99,147].

Diese Ergebnisse ließen sich nicht überall reproduzieren. So konnten Sweeney et al. in Charlotte (USA) in einem zweireihigen Rettungssystem keine Verbesserung der Reanimationserfolge durch die Freigabe der Frühdefibrillation für BCLS-Einheiten nachweisen [196].

In Frankfurt wurde bis zum Erfassungszeitraum der Studie kein Frühdefibrillationsprogramm eingeführt. Die Möglichkeit, auch ohne ein Frühdefibrillati-

onsprogramm als Rettungsassistent eine Defibrillation durchzuführen [129,202], wurde vom beteiligten Rettungspersonal im Studienzeitraum nicht wahrgenommen bzw. nicht dokumentiert.

Die von der Arbeitsgemeinschaft Frühdefibrillation geforderten Bedingungen [18] sind in Frankfurt erfüllt. Es existiert ein gestaffeltes Rettungssystem. Die absolute Zahl der Patienten mit Kammerflimmern lag im Studienzeitraum bei 144 Patienten, der Anteil an allen Reanimationen bei 32,2%. Die Hilfsfrist der RTW (BCLS-Einheiten) lag im Median bei 6 Minuten, für den Notarzt (ACLS-Einheit) bei 10 Minuten. Bei Einsätzen an denen an denen ein RTW vor einem NAW eintraf, war der RTW im Median 7 Minuten schneller als der NAW. Innerhalb dieses Zeitraumes sinkt die Überlebenschance bei Kammerflimmern nach Larsen et al. [127] etwa 49-70%. Bisher wurde eine Defibrillation erst vom Notarzt durchgeführt, der zumeist nach dem RTW eintraf. Eine Frühdefibrillation durch das RTW-Personal könnte die Zeitdauer bis zur ersten Defibrillation deutlich verkürzen.

Nach Abschluss dieser Studie soll in Frankfurt ein Frühdefibrillationsprogramm mit Zertifizierung eingeführt werden. Es ist eine einheitliche Ausstattung aller Rettungswagen durchgesetzt worden. Die Rettungsmittel wurden mit halbautomatischen Defibrillatoren ausgerüstet, die die biphasische Technik beherrschen. Bessere Effizienz bei geringerer benötigter Energiemenge und geringere mögliche strominduzierte Myokardschäden sprechen für den Einsatz dieser Technik [156]. Die geringere benötigte Energie erlaubt eine weitere Miniaturisierung von Defibrillatoren. Dies findet mittlerweile Anwendung in halb- und vollautomatischen Defibrillatoren [131,175].

Eine internationale Multicenterstudie über biphasische Defibrillation zeigte 2000 im Vergleich zur herkömmlichen Defibrillation einen höheren Anteil von Patienten mit ROSC, bei insgesamt gleichen Überlebensraten. Die entlassenen Patienten scheinen allerdings eine bessere Chance auf ein gutes neurologisches Outcome zu haben [173].

Mit der Einführung eines breit angelegten Frühdefibrillationsprogrammes wird die Defibrillation zu einem wichtigen Bestandteil des „Basic Life Support“ (BCLS). Damit besteht die Möglichkeit einer frühestmöglichen Defibrillation vor Eintreffen eines Notarztes.

Es bleibt zu untersuchen, ob und wie sich nach der Einführung der Frühdefibrillation in Frankfurt die Reanimationsergebnisse verändern.

4.3.3.1. „First responder“ und PAD

In den USA unterstützen häufig so genannte „First responder“ zusätzlich den Rettungsdienst. Dabei handelt es sich meist um auf AEDs geschulte Feuerwehrkräfte, die bei einem Notfall parallel alarmiert werden. Sie sind mit einem automatischen Defibrillator (AED) ausgerüstet und tragen dazu bei, das Intervall bis zur ersten Defibrillation zu verkürzen. Die Städte Pittsburgh [145] und Rochester [221,222,223] statteten zusätzlich ihre Polizeikräfte mit AEDs aus und konnten von signifikant höheren Reanimationserfolgen berichten. Auch in Deutschland gibt es inzwischen in München ein Laiendefibrillationsprojekt für Polizisten [150].

Kellermann et al. zeigten dagegen, dass, obwohl „First responder“ in städtischer Umgebung im Median 2,5 Minuten schneller an der Einsatzstelle waren, die Überlebensraten nicht anstiegen [112].

Kontrovers wird noch in Deutschland der Einsatz von „First respondern“ diskutiert. Sefrin betont, dass sie nur eine Ergänzung und kein Ersatz für ein lückenhaft organisiertes Rettungssystem darstellen können [180]. Seliger fordert eine Überarbeitung der gesetzlichen Regelungen in Deutschland, um potenzielle Ersthelfer vor Schadensersatzansprüchen und strafrechtlichen Konsequenzen bei durchgeführter Frühdefibrillation zu schützen [185,186]. Weinlich sieht dagegen keine rechtlichen Probleme in der Anwendung von AEDs durch geschulte Laien [214].

Ein Teil der Reanimationen finden an öffentlichen Orten statt, in Frankfurt waren dies mindestens 78 Patienten (17,4% aller Reanimationen). Becker et al. [28] berichteten 1998 von einem Anteil von 16%. An bestimmten öffentlichen Orten wie Flughäfen liegt eine erhöhte Inzidenz von Herzkreislaufstillständen vor [28,90].

Die Schulung beispielsweise von Sicherheitspersonal an Flughäfen und das gleichzeitige Platzieren von öffentlich zugänglichen automatischen Defibrillatoren („public access defibrillation“ PAD) kann entscheidend die Zeitspanne bis zur Defibrillation noch vor Eintreffen des Rettungsdienstes verkürzen. Die AHA empfiehlt die PAD seit 1995 [215,216,217]. Das ERC hat 1998 ähnliche Empfehlungen herausgegeben [41].

Öffentlich zugängliche AEDs werden häufig nicht nur von geschultem Personal, sondern auch von zufällig beim Notfall anwesenden Personen, die häufig einen medizinischen Fachberuf ausüben, eingesetzt [224].

Am Flughafen von Boston lag nach Einführung eines „First responder“-Programmes zur Frühdefibrillation die sekundäre Überlebensrate bei 21,1% (8/38, [138]). Nach Einführung der PAD am Flughafen von Chicago [224] lag dagegen die sekundäre Überlebensrate bei Herzkreislaufstillständen nach Kammerflimmern bei 75% (9/12), insgesamt bei 64% (9/14). In 9 von 14 Fällen (64%) wurde der AED von Fluggästen benutzt.

In Casinos in Nevada und Mississippi mit PAD [205] wurden nach Kammerflimmern 53% der Patienten (56/105) aus dem Krankenhaus entlassen. Am Melbourne Cricket Ground [212] überlebten 71% der Patienten (20/28) bis zur Krankenhausentlassung.

Auch Fluglinien rüsten ihre Flugzeuge zunehmend mit Defibrillatoren aus. Page et al. berichteten dabei von einer sekundären Überlebensrate nach Kammerflimmern von 40% [155]. Lufthansa wurde sogar schon haftbar gemacht, weil sie keine angemessene Behandlungsmöglichkeiten für einen Patienten mit Myokardinfarkt bereitstellten [189].

Die BÄK [22] empfiehlt die Defibrillation mit AED durch Laien, da sie im Rahmen einer Reanimation bei Kammerflimmern die einzig wirksame Behandlung darstellt. Die BÄK schließt sich der Auffassung an, dass auch medizinische Laien nach Unterweisung sicher und erfolgreich defibrillieren können [84]. Die Ausbildung, Kontrolle und Nachbereitung soll unter ärztlicher Leitung stattfinden [23]. Diesen Empfehlungen schlossen sich die in der „Bundesarbeitsgemeinschaft Erste Hilfe“ vertretenen Hilfsorganisationen an [13].

Gundry et al. [92] zeigten, dass Schüler der sechsten Klasse AEDs ähnlich schnell und sicher bedienen können wie Rettungspersonal. Page et al. [155] zeigten zudem, dass AEDs, obwohl dafür nicht vorgesehen, sicher als normaler EKG-Monitor zu benutzen sind.

Die positiven amerikanischen Ergebnisse lassen sich sicherlich nicht einfach auf eine deutsche Großstadt wie Frankfurt übertragen. Die AHA empfiehlt die Platzierung eines AED an Orten, an denen sie wahrscheinlich innerhalb von 5 Jahren mindestens einmal benötigt werden [12]. In München wurden AEDs bereits im Bereich von U-Bahn-Stationen installiert [78]. Kumpch et al. [124] identifizierten in ihrem Notarztbereich keinen Ort mit einer derart gehäuften Inzidenz von Herzkreislaufstillständen. In Frankfurt ist vorstellbar, dass an belebten Plätzen wie Flughafen, Bahnhöfen und Einkaufszentren öffentlich zugängliche AEDs platziert werden. Am Frankfurter Flug-

hafen soll baldmöglichst ein PAD-Projekt gestartet werden [87]. Gerade in Hochhäusern und anderen schwer zugänglichen Bürogebäuden könnte eine Defibrillation durch Laien weit vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes stattfinden. Die genauen AED-Standorte für ein PAD-Programm müssten in einer epidemiologischen Analyse noch identifiziert werden.

4.3.3.2. Nicht defibrillierbare Rhythmen

Die nicht defibrillierbaren Rhythmen beinhalten die EMD und Asystolie. EMD und unbekannte Rhythmen machten jedoch nur einen kleinen Teil der initial vorliegenden Rhythmen aus.

Bei Reanimationen nach Asystolie liegen die primären Erfolgsraten in der Literatur zwischen 3,8% und 32,2%. Eine Zusammenstellung mehrerer vergleichbarer Studien führt zu einem primären Erfolg in 13,4% der Fälle. Sekundär erfolgreich wurden nach Asystolie 1,8% der Patienten reanimiert (Tabelle 12).

Die Frankfurter Reanimationsergebnisse nach Asystolie liegen beim primären Ergebnis mit 22,70% über dem Durchschnitt der vergleichbaren Studien, beim sekundären Ergebnis sind sie mit 3,1% im Bereich der Erfolgsrate der anderen Studien (Tabelle 13).

Für das primäre Ergebnis nach Reanimation bei initialem Rhythmus Asystolie hat Frankfurt eine statistisch signifikant höhere Erfolgsrate als die Literatur aufzuweisen. Grund dafür kann neben Mängeln in der Dokumentation die in dieser Studie verwendete Definition einer primär erfolgreichen Reanimation sein. Jeder in das Krankenhaus eingelieferte Patient wurde als primär erfolgreich reanimiert gewertet. Andere Studien halten sich da zum Teil genauer an den „Utstein-Style“ und zählen nur Patienten mit spontanem Eigenkreislauf bei Einlieferung.

Im endgültigen Reanimationserfolg zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen der vorliegenden Studie und der Literaturlauswertung.

Der relativ hohe Anteil von Patienten mit Asystolie in Frankfurt trägt bei der bekannt schlechten Prognose für diese Patienten [61] in höherem Maße zu den Gesamtergebnissen bei als in Patientenkollektiven mit einem geringeren Anteil von Patienten mit Asystolie.

4. Diskussion

In anderen Rettungssystemen wird zum Teil bei Asystolie keine Reanimation begonnen oder die Reanimation frühzeitig präklinisch abgebrochen [80]. In Frankfurt wurde auch bei asystolen Patienten oft die Indikation zur Reanimation gestellt.

Da häufig ein RTW vor dem Notarzt am Einsatzort eintraf und der Abbruch der Reanimation eine ärztliche Entscheidung ist, wurden Reanimationen begonnen, die ein zuerst eintreffender Notarzt eventuell nicht begonnen hätte.

Studie	Jahr	Patienten		primär erfolgreich		sekundär erfolgreich	
		n	n	%	n	%	
Myerburg [149]	1982	108	9	9,0	0	0,0	
Cummins [61]	1985	141	6	4,2	0	0,0	
Hofgärtner [104]	1985	86	22	26,7	1	1,2	
Rossi [163]	1991	167	54	32,2	11	6,6	
Sefrin [181]	1991	43	6	14,0	2	4,6	
Giraud [88]	1996	51	4	7,8	0	0,0	
Weston [220]	1997	313	12	3,8	0	0,0	
Wolthoff [225]	1998	269	53	19,7	9	3,3	
Tadel [197]	1998	187	27	14,4	4	2,1	
Waalewijn [211]	1998	184	14	7,6	1	0,5	
Gesamt		1549	207	13,4	28	1,8	
Frankfurt	1998/99	255	58	22,7	8	3,1	

Tabelle 12: Reanimationen nach Herzkreislaufstillstand bei Asystolie

Asystolie	CPR erfolgreich	CPR erfolglos	Signifikanz
Primärer Reanimationserfolg			p<0,05
Frankfurt 1998/99	58 22,7%	197 76,3%	
Zusammenstellung andere Studien 1976-2001	207 13,4%	1342 86,6%	
Sekundärer Reanimationserfolg			nicht signifikant
Frankfurt 1998/99	8 3,1%	247 96,9%	
Zusammenstellung andere Studien 1976-2001	28 1,8%	1521 98,2%	

Tabelle 13: Reanimationserfolge bei Asystolie: Vergleich mit der Literatur

4.3.4. „Early ACLS“

Das Eintreffen des Notarztes war der Zeitpunkt, an dem im Untersuchungszeitraum im Frankfurter Rettungssystem die erweiterten Maßnahmen begonnen wurden. Dazu gehörte die Defibrillation, die Intubation und die Gabe von Medikamenten. Ein schnelles Eintreffen des Notarztes ist damit essentiell für das Überleben des Patienten.

Die Eintreffzeit für alle Notarzteinsätze lag im Median in Frankfurt bei 10 Minuten. Dies entspricht dem bundesdeutschen Durchschnitt 1998/99 [171]. In 75% der Frankfurter Einsätze war 14 Minuten nach Notrufeingang ein Notarzt an der Einsatzstelle. Dieser Wert entspricht dem von der „Arbeitsgemeinschaft Frühdefibrillation Deutschland“ [18] geforderten Zeitintervall von Kollaps bis Eintreffen des Notarztes, innerhalb dessen eine Frühdefibrillation sinnvoll ist.

Die Frankfurter Ergebnisse unterscheiden sich nicht signifikant von denen der deutschsprachigen Literatur. Wolthoff [225] ermittelte in Berlin eine mittlere Eintreffzeit für den Notarzt von 11 Minuten. Lischke et al. [130] berichten von Hilfsfristen für die von ihnen untersuchten Notarztsysteme zwischen 9,1 und 11,0 Minuten. Bei Sefrin [184] war in einem Rendezvoussystem ein Notarzt im Durchschnitt nach 9,0 Minuten am Einsatzort. Lackner et al. [125] berichten von einem Intervall von Kollapszeitpunkt bis zum Eintreffen des Notarztes von 11,3 Minuten im Median.

Im Rendezvoussystem muss außer dem NEF prinzipiell ein RTW mitalarmiert werden. Fuß et al. beschrieben 1999 nach einer Systemumstellung von stationärem NAW-System auf ein Rendezvous-System (NEF) für eine ländliche Region eine Verbesserung der ärztlichen Versorgung, die sich auch in verbesserten Reanimationsergebnissen zeigte [86]. Die Eintreffzeiten verbesserten sich, außerdem war der Notarzt bei Bedarf wieder abkömmlich und konnte direkt einen Folgeeinsatz übernehmen.

Lischke et al. [130] fanden dagegen bei der Umstellung eines Notarztsystems vom Stationssystem zum Rendezvoussystem keinen signifikanten Einfluss auf die primären und sekundären Reanimationserfolge. Es gab im rein städtischen Rettungsdienstbereich keine signifikante Verkürzung der Hilfsfristen. Das NEF erwies sich nicht als wendiger oder schneller als ein NAW. Die hohe Verkehrsdichte und Ver-

kehrregelungen in der Stadt führten bei beiden Systemvarianten zu ähnlichen zeitlichen Verzögerungen.

Nach Abschluss der vorliegenden Studie wurde in Frankfurt das Stationssystem (NAW) durch ein Rendezvoussystem (NEF) ersetzt. Es bleibt zu untersuchen, ob und wie sich Hilfsfristen in einer Stadt wie Frankfurt am Main nach dieser Systemumstellung ändern. Im Studienzeitraum waren am überwiegenden Teil der Einsätze (78,5%) jeweils ein NAW und ein RTW beteiligt. Nicht immer jedoch wurden beide Rettungsmittel gleichzeitig alarmiert. Damit entsprach die Einsatzstrategie auch beim stationären System in einem Teil der Einsätze der des Rendezvoussystems.

Wegen zusätzlicher Änderungen im Rettungssystem wie beispielsweise der Freigabe der Frühdefibrillation wird eine mögliche Veränderung der Reanimationserfolge nicht alleine als Folge einer Systemumstellung von NAW zu NEF zu interpretieren sein.

4.4. Weitere Faktoren, die das Überleben beeinflussen

4.4.1. Alter und Geschlecht

Wie in den meisten anderen Studien ist der Anteil der Männer an der Gesamtzahl der Herzkreislaufstillstände etwa dreimal so hoch wie der der Frauen [77,91,140,160,169,211]. Obwohl der Anteil der Männer bei den sekundär Überlebenden etwas ansteigt, ließ sich in der vorliegenden Studie kein signifikanter Unterschied in den Überlebensraten für Männer und Frauen nachweisen.

Aufgrund der Probleme bei der Auswertung der sekundären Ergebnisse und der kleinen Fallzahlen lässt sich der Faktor „Alter des Patienten“ nur für das primäre Überleben diskutieren, da sich 10 sekundär überlebende Patienten nicht zweifelsfrei einer Altersgruppe zuordnen ließen.

Frauen waren in Frankfurt zum Zeitpunkt der Reanimation im Median 8 Jahre älter als Männer. Dennoch gab es, wie schon festgestellt, keinen signifikanten Unterschied in der Überlebenschance.

In Frankfurt scheinen sehr alte Patienten (>85 Jahre) die schlechtesten Chancen zu haben, lebend in ein Krankenhaus gebracht zu werden. In den Altersgruppen mit den schlechtesten primären Erfolgen ist der Anteil der Patienten mit Kammerflimmern am geringsten. Die Unterschiede im primären Überleben erreichen für Patienten bis 70 Jahren, wohl auch auf Grund der kleinen Fallzahlen, nur für den primären Erfolg Signifikanz. Verschiedene Studien [113,135,201] beschrieben eine geringere Überlebenschance bei alten Patienten. Dies deckt sich zumindest mit unseren Ergebnissen für das primäre Überleben.

Meist ist nicht bekannt, ob ein alter Mensch im Falle eines Herzkreislaufstillstandes überhaupt wiederbelebt werden möchte. Nach BGB § 677 [141] wird im Sinne einer Geschäftsführung ohne Auftrag davon ausgegangen, dass der Patient eine Reanimation wünscht. Der Abbruch der Reanimation ist prinzipiell eine ärztliche Maßnahme. Die BCLS-Einheit (RTW) ist somit verpflichtet, eine Reanimation einzuleiten, sofern nicht sichere Todeszeichen wie Fäulnis, Leichenstarre, Totenflecken oder mit dem Leben nicht vereinbare Verletzungen vorliegen.

Es kann vermutet werden, dass obwohl die Prognose für einen Reanimationserfolg bei vorliegender Asystolie gering ist, häufig noch eine Reanimation begonnen wird,

weil keine Anweisungen des Patienten, wie im Falle eines Herz-Kreislaufstillstandes verfahren werden soll, vorliegen.

Murphy et al. [148] fanden heraus, dass die meisten Patienten nach Kenntnis der Überlebenschancen keine Reanimation wünschen würden. Nur 6% der Patienten über 85 Jahre hätten eine Reanimation gewünscht. Für Frankfurt würde das theoretisch bedeuten, dass nur 3 von 48 Patienten über 85 Jahren eine Reanimation gewünscht hätten. Weniger reanimierte Patienten in einer Gruppe mit geringerer sekundärer Überlebensrate bedeuten eine höhere sekundäre Überlebensrate für die Gesamtheit.

Es bleibt zu wünschen, dass eine größere persönlichere Auseinandersetzung mit der Möglichkeit eines plötzlichen Herz-Kreislaufstillstandes, besonders bei Risikopatienten mit kardialen Erkrankungen, stattfindet. Im Idealfall kann eine solche Entscheidung gegen eine Reanimation schriftlich fixiert werden. In der Klinik muss vor allem bei Patienten mit chronischen lebensverkürzenden Erkrankungen der Wunsch des Patienten gehört werden. Präklinisch ist dies wegen rechtlicher Unsicherheiten und der Tatsache, dass der Notarzt den schon bewusstlosen oder pulslosen Patienten meist erstmalig behandelt, noch nicht Standard.

Füsgen et al. [85] fanden in ihrer Studie für Patienten über 70 Jahren mit primärer Asystolie praktisch keine Überlebenschance. Tresch et al. [201] fanden heraus, dass ältere Patienten (> 70 Jahre) häufiger als jüngere Patienten (<70 Jahre) während des Krankenhausaufenthaltes nach primär erfolgreicher Reanimation verstarben. Bei den sekundär Überlebenden waren in beiden Altersgruppen die Kosten und Dauer des Krankenhausaufenthaltes, das neurologische Outcome sowie das Langzeitüberleben aber vergleichbar.

Hazzard [101] wies 1989 darauf hin, dass mit dem Fortschritt der Medizin und der damit verbundenen Abnahme der Prävalenz und Inzidenz von atherosklerotischen kardiovaskulären Erkrankungen der Gesundheitszustand älterer Patienten der Zukunft vergleichsweise besser als der heutiger Patienten sein könne.

Sefrin und Heinrich [182] betonten 1991, dass nicht das chronologische Alter des Patienten sondern der elektrische Zustand des Herzens bei Eintritt des Stillstandes entscheidend sei.

4.4.2. Tageszeit

Sowohl primäre als auch sekundäre Erfolgsraten waren in Frankfurt tagsüber höher als nachts, ohne allerdings statistische Signifikanz zu erreichen.

Die längeren Hilfsfristen nachts erreichten keine Signifikanz. Freie Strassen sollten eher kürzere Hilfsfristen begünstigen. Längere Ausrückzeiten, eine schlechtere Orientierung im Dunkeln mit schlecht ausgeschilderte Strassen und Häusern sowie eine geringere Anzahl von Rettungswagen scheinen diesen Vorteil aber zu mindern.

4.4.3. Häufigkeit einer Reanimation

Becker et al. [32] wiesen 1993 auf den Zusammenhang zwischen der relativen Anzahl der Reanimationsversuchen pro Anzahl Einwohner und dem Reanimationserfolg hin. Die Inzidenzraten in den Studien, die er untersuchte, lagen zwischen 35 und 128 pro 100.000 Einwohner/Jahr. In Chicago überlebten bei einer Inzidenzrate von 107 Reanimationen pro 100.000 Einwohner/Jahr nur 2% der Patienten (Becker 1991). In King County lag die Überlebenschance bei 12,4%. Die Inzidenzrate lag allerdings auch nur bei 50 pro 100.000 Einwohner/Jahr [77].

Niedrige Inzidenzraten bei der Reanimation deuten darauf hin, dass Reanimationsmaßnahmen nur dann eingeleitet werden, wenn gute Aussichten auf Erfolg bestehen.

Die Inzidenz der Reanimationsversuche lag in Frankfurt am Main während des Erfassungszeitraums dieser Studie bei 55 Reanimationsversuchen pro 100.000 Einwohner/Jahr (447 Reanimationsversuche, versorgte Bevölkerung 650.468, Studiedauer 15 Monate).

Vergleichbar strukturierte Rettungssysteme wie Frankfurt berichten über höhere sekundäre Erfolgsraten bei ähnlichen Inzidenzraten [102]. In Bonn lag die Inzidenzrate 1989-1994 bei 64 (sekundärer Erfolg 18%), in Göttingen von 1985-1990 bei 55 (sekundärer Erfolg 15%).

Einen weiteren Anhalt zur Beurteilung des Reanimationserfolges gibt die Rate der aus dem Krankenhaus nach sekundär erfolgreicher Reanimation entlassenen Patienten pro 100.000 Einwohner/Jahr. In Frankfurt lag diese Rate bei 4,3. Im innerdeutschen Vergleich liegt Frankfurt damit deutlich hinter Mainz (14,5), Berlin (10,3), Bonn (9,2) und Göttingen (8,2).

4.5. Limitationen der Studie

Die vorliegende Studie war retrospektiv angelegt. Es wurden die vorhandenen Einsatzprotokolle von NAW, NEF, RTH, RTW und KTW, die an Reanimationen beteiligt waren, ausgewertet.

Die Qualität der Dokumentation war sehr heterogen. Teilweise wurde auf Protokollen nur „CPR“ dokumentiert. In einem kleineren Teil der Einsätze wurden zeitlich genauestens Medikamentengaben und durchgeführte Maßnahmen dokumentiert. Unleserliche Handschriften erschwerten die Auswertung zusätzlich.

Ebenfalls wurde im Notfallprotokoll meist nicht die Klassifizierung des Ortes des Herzstillstandes eingetragen, die auch aus den einsatztaktischen Daten der Leitstelle nicht immer eindeutig war. Daher wurde nur zwischen den Kategorien Öffentlichkeit und Wohnung unterschieden.

Nicht vorgesehen in der präklinischen Dokumentation war eine Evaluierung des neurologischen Status der Patienten, beispielsweise anhand der „Glasgow Coma Scale“ [198,203]. Auf Grund von Problemen in der Dokumentation konnten im „Utstein-Style“ geforderte Kernzeitpunkte wie der Beginn der Reanimation und der Zeitpunkt der ersten Defibrillation nur in Einzelfällen erhoben werden. Ebenso wenig konnte der aussagekräftige Intervall von Kollaps des Patienten bis zum Beginn der Reanimationsmaßnahmen erfasst werden [207].

Eine genaue klinische Verlaufskontrolle fand nicht statt. Es wurde nur eine Entlassung aus dem Krankenhaus oder der Tod des Patienten im Krankenhaus registriert.

Die nach dem „Utstein-Style“ empfohlene Beurteilung der Lebensqualität [65,151] der überlebenden Patienten, zum Beispiel nach den Glasgow-Pittsburgh Outcome Kategorien [2,109], war nicht möglich. Es lagen keine Daten über die Patienten vor der Reanimation vor. Auch eine Nachuntersuchung ein Jahr nach der Reanimation fand nicht statt. Über das Langzeitüberleben sind keine Daten erhoben worden.

Primär erfolgreich reanimierte Patienten wurden in verschiedene Krankenhäuser transportiert. Im Sinne der Ausgleichsrechnung für die sekundären Erfolge (siehe 2.3.4) wurde ein ähnlicher Standard der Intensivtherapie angenommen. Dies muss jedoch nicht zwangsläufig der Fall sein. Außerdem könnten sich die Patientenkollektive für die verschiedenen Krankenhäuser unterscheiden.

4. Diskussion

Der innerklinische Verlauf und mögliche Qualitätsunterschiede zwischen verschiedenen Aufnahmekliniken ließen sich als unkontrollierbare Variable auf das sekundäre Überleben nicht erfassen und bewerten.

Die Zahl der in die Studie aufgenommenen Reanimationen lag mit 447 im Bereich anderer Studien. In der Auswertung einzelner Untergruppen zeigte sich dennoch, dass die Fallzahlen teilweise zu niedrig sind, um statistische signifikante Unterschiede zu erreichen.

5. Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurde die Ergebnisqualität des Rettungsdienstbereiches Frankfurt am Main bei präklinischen Reanimationen untersucht. Das untersuchte System versorgt etwa 650.000 Einwohner auf einer Fläche von 248,36 km². In einem gestaffelten System waren 12 Rettungs- (RTW) und 4 Notarztwagen (NAW) rund um die Uhr an der Notfallrettung beteiligt. Weitere RTW und KTW waren zu bestimmten Tageszeiten im Einsatz.

Im Erfassungszeitraum wurden insgesamt 506 Reanimationen registriert, an dem der Rettungsdienst beteiligt war, von denen 447 die Einschlusskriterien (kardial bedingter Herz Kreislaufstillstand, Alter \geq 15 Jahre) erfüllten.

160 Patienten wurden nach Herz Kreislaufstillstand (35,8%) in ein Krankenhaus transportiert, 112 Patienten (25,1%) hatten dabei nachweislich einen Spontankreislauf. 35 Patienten (7,8% von n=447) wurden aus dem Krankenhaus entlassen.

Der primäre Reanimationserfolg war signifikant abhängig vom Alter der Patienten, dem EKG-Befund bei Reanimationsbeginn, dem Notfallort und der Tageszeit. Signifikant in Bezug auf das sekundäre Überleben erwiesen sich nur der initiale EKG-Befund und der Notfallort. Patienten mit Kammerflimmern und Patienten, die in der Öffentlichkeit einen Herz Kreislaufstillstand erlitten, hatten eine signifikant höhere Überlebenschance.

Das Geschlecht der Patienten und der Beginn einer Reanimation durch Anwesende hatten keinen signifikanten Einfluss auf primärem und sekundärem Reanimationserfolg.

Die Zeit bis zum Eintreffen des ersten Rettungsmittels betrug im Median 6 Minuten. Ein Notarzt traf im Median nach 10 Minuten ein.

Die Frankfurter Erfolge sind im Vergleich zur Literatur bezogen auf den sekundären Reanimationserfolg signifikant niedriger. Mögliche Gründe dafür sind:

- der hohe Anteil von Patienten mit Asystolie
- keine Frühdefibrillation durch RTW im Studienzeitraum
- geringer Anteil von Anwesendenreanimationen
- Infrastruktur der Großstadt Frankfurt

Folgende Veränderungen könnten Schwachstellen ausgleichen und die Effektivität des Rettungssystems verbessern:

- Umstellung von stationärem Notarztsystem (NAW) auf Rendezvousystem (NEF)
- Frühdefibrillation mit AED
- „First responder“
- „Public access defibrillation“
- strengere Indikationsstellung zur Reanimation
- bessere und intensivierete Breitenausbildung in Wiederbelebensmaßnahmen
- Anleitung zur Telefonreanimation durch Rettungsleitstelle

6. Summary

In this retrospective study we analyzed the quality of the Frankfurt emergency medical services (EMS) in regard to resuscitations. The evaluated program served some 650,000 people living within an area of 248,36 km². The two tiered EMS system consisted of 12 BCLS and 4 physician manned ACLS units available 24 hours per day. Additional BCLS units were available during certain hours of day.

During the acquisition period there were 506 registered attempted resuscitations with participation of the EMS. 447 met the inclusion criteria (cardiac arrest due to cardiac etiology, age \geq 15 years).

160 patients suffering from cardiac arrest were transported to a hospital (35,8%), 112 patients out of those (25,1%) had a return of spontaneous circulation. 35 patients (7,8%) survived to discharge from hospital.

Survival to admission to hospital was significantly dependent on patients' age, the initial cardiac rhythm, the location of the cardiac arrest and the daytime of the arrest. Survival to discharge alive was related to the initial cardiac rhythm and the location of the cardiac arrest. Patients with ventricular fibrillation and patients with a cardiac arrest in a public place had a significantly higher survival rate.

The gender of the patients and the presence of bystander CPR had no influence on both primary and secondary outcome of CPR.

The interval between the time of call receipt and the time first emergency vehicle stopped was 6 min in the median. The interval between the time the call was received and the time the emergency physician arrived was 10 min in the median.

The survival to discharge rates in Frankfurt are lower than the results published in the literature. Possible reasons are:

- large proportion of patients with initial rhythm asystole
- no early defibrillation by BCLS units during acquisition period
- small number of bystander CPR
- infrastructure of a large metropolitan area

The following modifications could correct weaknesses and improve the efficiency of the EMS program:

6. Summary

- change from „stationary system“ to „rendezvous system“
- early defibrillation program with AEDs
- „first responders“
- „public access defibrillation“
- more rigid criteria for resuscitation and withholding treatment
- improved and intensified efforts in the teaching of the fundamentals of CPR to lay rescuers
- instructions for „telephone resuscitation“ by dispatch personnel

7. Literatur

1. Cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1966;198:372-9.
2. A randomized clinical study of cardiopulmonary-cerebral resuscitation: design, methods, and patient characteristics. Brain Resuscitation Clinical Trial I Study Group. Am J Emerg Med 1986;4:72-86.
3. Standards and guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiac Care (ECC). National Academy of Sciences - National Research Council. JAMA 1986;255:2905-89.
4. Guidelines for advanced life support. A statement by the Advanced Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992. Resuscitation 1992;24:111-21.
5. Guidelines for basic life support. A statement by the Basic Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992. Resuscitation 1992;24:103-10.
6. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. JAMA 1992;268:2171-295.
7. Rettungsdienstbetriebsverordnung vom 17.08.1992. GVBl 1992;I:393.
8. Verordnung zur Ausführung des § 6 des Hessischen Rettungsdienstgesetzes (Zentrale Leitstellen) vom 22. August 1994. GVBl 1994;I:418.
9. Bereichsplan gemäß §9 Abs. 2 Hessisches Rettungsdienstgesetz für den Rettungsdienstbereich Stadt Frankfurt am Main, Stand: 13. Juli 1998. Branddirektion Stadt Frankfurt am Main, 1998.
10. Gesetz zur Neuordnung des Rettungsdienstes in Hessen (Hessisches Rettungsdienstgesetz 1998–HRDG) vom 24.11.1998. GVBl 1998;I:499.
11. Die Bevölkerung von Frankfurt am Main nach Geburtsjahren, Staatsangehörigkeit und Geschlecht am 31.12.1998. Amt für Statistik, Wahlen und Einwohnerwesen Frankfurt am Main, 1999.
12. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care - An International Consensus on Science. Resuscitation 2000;46:1-448.
13. Gemeinsame Grundsätze zur Frühdefibrillation durch Laien. Bundesarbeitsgemeinschaft Erste Hilfe 2001;1-6.
14. Statistisches Jahrbuch Frankfurt am Main 2001. Amt für Statistik, Wahlen und Einwohnerwesen Frankfurt a. M., 2001.

15. Achleitner U, Wenzel V, Strohmenger HU, et al. The beneficial effect of basic life support on ventricular fibrillation mean frequency and coronary perfusion pressure. *Resuscitation* 2001;51:151-8.
16. Adgey AA, Scott ME, Allen JD, et al. Management of ventricular fibrillation outside hospital. *Lancet* 1969;1:1169-71.
17. Arntz HR. Arbeitsgemeinschaft Frühdefibrillation. Defibrillation durch qualifiziertes nichtärztliches Personal: Voraussetzungen für ein erfolgreiches Reanimationsprogramm. *Dt Arztebl* 1996;93:A813-A814.
18. Arntz HR, Dick W, Diehl P. Arbeitsgemeinschaft Frühdefibrillation. Empfehlungen zur Einführung eines Frühdefibrillationsprogrammes für qualifiziertes nichtärztliches Personal. *Notfallmed* 1993;19:229-31.
19. Arntz HR, Oeff M, Willich SN, et al. Establishment and results of an EMT-D program in a two-tiered physician-escorted rescue system. The experience in Berlin, Germany. *Resuscitation* 1993;26:39-46.
20. Bachman JW, McDonald GS, O'Brien PC. A study of out-of-hospital cardiac arrests in northeastern Minnesota. *JAMA* 1986;256:477-83.
21. Bahr J, Busse C, Kettler D. Herz-Lungen-Wiederbelebung durch Ersthelfer. *Notfallmed* 1989;15:53-62.
22. BÄK. Empfehlung der Bundesärztekammer zur Defibrillation mit automatisierten externen Defibrillatoren (AED) durch Laien. *Dt Arztebl* 2001;98:A1211.
23. BÄK. Stellungnahme der Bundesärztekammer zur ärztlichen Verantwortung für die Aus- und Fortbildung von Nichtärzten in der Frühdefibrillation. *Dt Arztebl* 2001;98:A1211.
24. BAND. Ärzte im Rettungsdienst. *Notarzt* 2000;16:A49-A52.
25. Bauer KH. Erste chirurgische Hilfe am Notfallort. *Hefte Unfallheilkunde* 1958;56:9-24.
26. Bayes de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 1989;117:151-9.
27. Beck CS, Pritchard WH, Feil HS. Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock. *JAMA* 1947;135:985-92.
28. Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L. Public locations of cardiac arrest. Implications for public access defibrillation. *Circulation* 1998;97:2106-9.
29. Becker LB, Berg RA, Pepe PE, et al. A reappraisal of mouth-to-mouth ventilation during bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation. A statement for healthcare professionals from the Ventilation Working Group of the Basic Life Support and Pediatric Life Support Subcommittees, American Heart Association. *Resuscitation* 1997;35:189-201.

30. Becker LB, Han BH, Meyer PM, et al. Racial differences in the incidence of cardiac arrest and subsequent survival. The CPR Chicago Project. *N Engl J Med* 1993;329:600-6.
31. Becker LB, Ostrander MP, Barrett J, Kondos GT. Outcome of CPR in a large metropolitan area--where are the survivors? *Ann Emerg Med* 1991;20:355-61.
32. Becker LB, Smith DW, Rhodes KV. Incidence of cardiac arrest: a neglected factor in evaluating survival rates. *Ann Emerg Med* 1993;22:86-91.
33. Beecher HK, Todd DP. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery. *Ann Surg* 1954;140:2-34.
34. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1997;95:1635-41.
35. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA. Assisted ventilation during 'bystander' CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. *Circulation* 1997;96:4364-71.
36. Berg RA, Kern KB, Sanders AB, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation. Is ventilation necessary? *Circulation* 1993;88:1907-15.
37. Berg RA, Wilcoxson D, Hilwig RW, et al. The need for ventilatory support during bystander CPR. *Ann Emerg Med* 1995;26:342-50.
38. Boehm R. Arbeiten aus dem pharmakologischen Institut der Universität Dorpat. 13. Ueber Wiederbelebung nach Vergiftungen und Asphyxie. *Arch für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 1878;8:68-101.
39. Börner M, Soldner E. Statistische Auswertung der Einsätze der 3 Notarztwagen im Rettungsdienst der Stadt Frankfurt vom 8. 6. 1966 bis 31. 12. 1984. *Notarzt* 1986;2:73-8.
40. Bossaert L, Callanan V, Cummins RO. Early defibrillation. An advisory statement by the Advanced Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation* 1997;34:113-4.
41. Bossaert L, Handley A, Marsden A, et al. European Resuscitation Council guidelines for the use of automated external defibrillators by EMS providers and first responders: A statement from the Early Defibrillation Task Force, with contributions from the Working Groups on Basic and Advanced Life Support, and approved by the Executive Committee. *Resuscitation* 1998;37:91-4.
42. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR) in out-of-hospital cardiac arrest. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1989;17 Suppl:S55-S69.
43. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Evaluation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1989;17 Suppl:S99-109.

44. Böttiger BW, Grabner C, Bauer H, et al. Long term outcome after out-of-hospital cardiac arrest with physician staffed emergency medical services: the Utstein style applied to a midsized urban/suburban area. *Heart* 1999;82:674-9.
45. Bouillon B, Walther T, Kramer M, Neugebauer E. Trauma und Herzkreislaufstillstand - 224 präklinische Reanimationen in Köln von 1987-1990. *Anaesthesist* 1994;43:786-90.
46. Brenner B, Kauffman J, Sachter JJ. Comparison of the reluctance of house staff of metropolitan and suburban hospitals to perform mouth-to-mouth resuscitation. *Resuscitation* 1996;32:5-12.
47. Brenner B, Stark B, Kauffman J. The reluctance of house staff to perform mouth-to-mouth resuscitation in the inpatient setting: what are the considerations? *Resuscitation* 1994;28:185-93.
48. Brenner BE, Kauffman J. Reluctance of internists and medical nurses to perform mouth-to-mouth resuscitation. *Arch Intern Med* 1993;153:1763-9.
49. Brenner BE, Van DC, Lazar EJ, Camargo CAJ. Determinants of physician reluctance to perform mouth-to-mouth resuscitation. *J Clin Epidemiol* 2000;53:1054-61.
50. Campbell JC, Gratton MC, Robinson WA. Meaningful response time interval: is it an elusive dream? *Ann Emerg Med* 1991;20:433.
51. Carter WB, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Schaeffer S. Development and implementation of emergency CPR instruction via telephone. *Ann Emerg Med* 1984;13:695-700.
52. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-8.
53. Cone DC, Jaslow DS, Brabson TA. Now that we have the Utstein style, are we using it? *Acad Emerg Med* 1999;6:923-8.
54. Cowie MR, Fahrenbruch CE, Cobb LA, Hallstrom AP. Out-of-hospital cardiac arrest: racial differences in outcome in Seattle. *Am J Public Health* 1993;83:955-9.
55. Crile G, Dolley DH. An experimental research into the resuscitation of dogs killed by anaesthetics and asphyxia. *J Exp Med* 1906;8:713-25.
56. Culley LL, Clark JJ, Eisenberg MS, Larsen MP. Dispatcher-assisted telephone CPR: common delays and time standards for delivery. *Ann Emerg Med* 1991;20:362-6.
57. Cummins RO. The "chain of survival" concept: how it can save lives. *Heart Dis Stroke* 1992;1:43-5.
58. Cummins RO. Emergency medical services and sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. *Annu Rev Public Health* 1993;14:313-33.

59. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation* 1991;84:960-75.
60. Cummins RO, Eisenberg MS, Bergner L, et al. Automatic external defibrillation: evaluations of its role in the home and in emergency medical services. *Ann Emerg Med* 1984;13:798-801.
61. Cummins RO, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Litwin PE. Survival of out-of-hospital cardiac arrest with early initiation of cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 1985;3:114-9.
62. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 1991;83:1832-47.
63. Dick WF, Brambrink AM, Kern T. Kardiopulmonale Reanimation „oben ohne“? *Anaesthesist* 1999;48:290-300.
64. Diehl P, Schneider T, Mauer D, Dick W. Frühdefibrillation durch Rettungsassistenten. Verbesserte Überlebenschancen in einem stationären Notarztsystem? *Intensivmed* 1994;20:362-71.
65. Donabedian A. The quality of care. How can it be assessed? *JAMA* 1988;260:1743-8.
66. Eberle B, Kynast MDW. Reanimation in der Prähospitalphase. *Notfallmed* 1986;12:928-44.
67. Eisenberg MS, Bergner L. Paramedic programs and cardiac mortality: description of a controlled experiment. *Public Health Rep* 1979;94:80-4.
68. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Cardiac resuscitation in the community. Importance of rapid provision and implications for program planning. *JAMA* 1979;241:1905-7.
69. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Paramedic programs and out-of-hospital cardiac arrest: I. Factors associated with successful resuscitation. *Am J Public Health* 1979;69:30-8.
70. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Out-of-hospital cardiac arrest: improved survival with paramedic services. *Lancet* 1980;1:812-5.
71. Eisenberg MS, Bergner L, Hearne T. Out-of-hospital cardiac arrest: a review of major studies and a proposed uniform reporting system. *Am J Public Health* 1980;70:236-40.

72. Eisenberg MS, Copass MK, Hallstrom AP, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrests with rapid defibrillation by emergency medical technicians. *N Engl J Med* 1980;302:1379-83.
73. Eisenberg MS, Cummins RO, Damon S, et al. Survival rates from out-of-hospital cardiac arrest: recommendations for uniform definitions and data to report. *Ann Emerg Med* 1990;19:1249-59.
74. Eisenberg MS, Cummins RO, Litwin P, et al. Dispatcher cardiopulmonary resuscitation instruction via telephone. *Crit Care Med* 1985;13:923-4.
75. Eisenberg MS, Hallstrom A, Bergner L. Long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1982;306:1340-3.
76. Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO, et al. Cardiac arrest and resuscitation: a tale of 29 cities. *Ann Emerg Med* 1990;19:179-86.
77. Eisenberg MS, Mengert TJ. Cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 2001;344:1304-13.
78. Erbe RD. Frühdefibrillation in Berlin: Schritt für Schritt geht es voran. *Rettungsdienst* 2002;25:(1):48.
79. Ewerwahn GJ. Grenzen der ersten ärztlichen Hilfe am Unfallort. *Hefte Unfallheilkunde* 1958;56:16-24.
80. Faine PG, Willoughby PJ, Koenigsberg M, et al. Implementation of an out-of-hospital termination of resuscitation policy. *Prehosp Emerg Care* 1997;1:246-52.
81. Fischer M, Fischer NJ, Schuttler J. One-year survival after out-of-hospital cardiac arrest in Bonn city: outcome report according to the 'Utstein style'. *Resuscitation* 1997;33:233-43.
82. Flesche CW, Noetges P, Schlack W, et al. Quality of lay public cardiopulmonary resuscitation after standard first aid training courses. *Resuscitation* 1994;28:S25.
83. Fletcher GF, Cantwell JD. Ventricular fibrillation in a medically supervised cardiac exercise program. Clinical, angiographic, and surgical correlations. *JAMA* 1977;238:2627-9.
84. Fromm RE, Jr., Varon J. Automated external versus blind manual defibrillation by untrained lay rescuers. *Resuscitation* 1997;33:219-21.
85. Füsgen J, Summa JD. Reanimation im Alter. *Inn Med* 1976;3:95.
86. Fuß F, Dietz A, Sefrin P. Verbesserung der notärztlichen Versorgung durch das Rendezvousystem in einer ländlichen Region. *Notarzt* 1999;15:74-7.
87. Gaber W. PAD am Fraport. Persönliches Gespräch am 30.07.2002.

88. Giraud F, Rasclé C, Guignand M. Out-of-hospital cardiac arrest. Evaluation of one year of activity in Saint-Etienne's emergency medical system using the Utstein style. *Resuscitation* 1996;33:19-27.
89. Gorgass B, Ahnefeld FW. *Rettungsassistent und Rettungssanitäter*. Berlin: Springer Verlag, 1993.
90. Gratton M, Lindholm DJ, Campbell JP. Public-access defibrillation: where do we place the AEDs? *Prehosp Emerg Care* 1999;3:303-5.
91. Graves JR, Herlitz J, Bang A, et al. Survivors of out of hospital cardiac arrest: their prognosis, longevity and functional status. *Resuscitation* 1997;35:117-21.
92. Gundry JW, Comess KA, DeRook FA, et al. Comparison of naive sixth-grade children with trained professionals in the use of an automated external defibrillator. *Circulation* 1999;100:1703-7.
93. Gwinnutt CL, Columb M, Harris R. Outcome after cardiac arrest in adults in UK hospitals: effect of the 1997 guidelines. *Resuscitation* 2000;47:125-35.
94. Hake TG. Studies on ether and chloroform, from Prof. Schiff's physiological laboratory. *The Practitioner* 1874;12:241-50.
95. Halbritter R, Dränert E, Haider M, Jahrmärker H. Kurz- und Langzeitergebnisse der Reanimation. *Intensivmed* 1988;25:409-19.
96. Hallstrom A, Boutin P, Cobb L, Johnson E. Socioeconomic status and prediction of ventricular fibrillation survival. *Am J Public Health* 1993;83:245-8.
97. Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 2000;342:1546-53.
98. Hallstrom AP. Dispatcher-assisted "phone" cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:N190-N192.
99. Hansak P, Petutschnigg B. Blickpunkt Österreich: Frühdefibrillation Steiermark. *Rettungsdienst* 2000;23:256-60.
100. Haskell WL. Cardiovascular complications during exercise training of cardiac patients. *Circulation* 1978;57:920-4.
101. Hazzard WR. Should the elderly be resuscitated following out-of-hospital cardiac arrest? Why not? *Am J Med* 1989;86:143-4.
102. Herlitz J, Bahr J, Fischer M, et al. Resuscitation in Europe: a tale of five European regions. *Resuscitation* 1999;41:121-31.
103. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, et al. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 1995;26:300-3.

104. Hofgärtner F. Außerklinische Reanimation durch den Notarzt. *Notarzt* 1985;1:62-4.
105. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 2001;22:511-9.
106. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gardelov B. Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. *Swedish Cardiac Arrest Registry. Resuscitation* 1998;36:29-36.
107. Hossack KF, Hartwig R. Cardiac arrest associated with supervised cardiac rehabilitation. *J Cardiac Rehab* 1982;2:402-8.
108. Jakobsson J, Nyquist O, Rehnqvist N. Cardiac arrest in Stockholm with special reference to the ambulance organization. *Acta Med Scand* 1987;222:117-22.
109. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975;1:480-4.
110. Kändler W, Nolte H. Erfahrungen mit dem Mainzer Notarztwagen. *Anaesthetist* 1968;17:19-23.
111. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. Validation of efficacy. *Circulation* 1989;80:1231-9.
112. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G, et al. Impact of first-responder defibrillation in an urban emergency medical services system. *JAMA* 1993;270:1708-13.
113. Kentsch M, Stendel M, Berkel H, Mueller-Esch G. Early prediction of prognosis in out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med* 1990;16:378-83.
114. Kern KB. Cardiopulmonary resuscitation without ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:N186-N189.
115. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA. Efficacy of chest compression-only BLS CPR in the presence of an occluded airway. *Resuscitation* 1998;39:179-88.
116. Killien SY, Geyman JP, Gossom JB, Gimlett D. Out-of-hospital cardiac arrest in a rural area: a 16-year experience with lessons learned and national comparisons. *Ann Emerg Med* 1996;28:294-300.
117. Kirschner M. Die fahrbare chirurgische Klinik. *Chirurg* 1938;10:713-7.
118. Koenig F. *Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie, Erste Abtheilung*. Berlin: August Hirschwald, 1883:64.
119. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Landmark article July 9, 1960: Closed-chest cardiac massage. By W. B. Kouwenhoven, James R. Jude, and G. Guy Knickerbocker. *JAMA* 1984;251:3133-6.

120. Kouwenhoven WB, Langworthy OR. Cardiopulmonary resuscitation. An account of forty-five years of research. *Johns Hopkins Med J* 1973;132:186-93.
121. Kraske P. Über künstliche Athmung und künstliche Herzbewegung. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. XVI Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1887;2:279-80.
122. Kuisma M, Jaara K. Unwitnessed out-of-hospital cardiac arrest: is resuscitation worthwhile? *Ann Emerg Med* 1997;30:69-75.
123. Kuisma M, Maatta T. Out-of-hospital cardiac arrests in Helsinki: Utstein style reporting. *Heart* 1996;76:18-23.
124. Kumpch M, Luiz T, Lichtenstern C, et al. Public Access Defibrillation - eine sinnvolle Maßnahme an einem bundesdeutschen Notarztstandort? Abstractband des Deutschen Anästhesiekongresses Juni 2002. Nürnberg: Diomed, 2002:152.
125. Lackner CK, Ruppert M, Uhl M, et al. Analyse von Verzögerungen und Unterbrechungen bei außerklinischer CPR. *Notfall&Rettungsmed* 1999;2:274-84.
126. Ladwig KH, Schoefinius A, Danner R, et al. Effects of early defibrillation by ambulance personnel on short- and long-term outcome of cardiac arrest survival: the Munich experiment. *Chest* 1997;112:1584-91.
127. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1652-8.
128. Lippay C, Schaarschmidt G. Projekt „Erstdefibrillation“ in Rostock: Ergebnisse. *Rettungsdienst* 1999;22:882-6.
129. Lippert HD. Die Defibrillation – delegierte ärztliche Aufgabe oder eine eigene Aufgabe des Rettungsassistenten? *Medizinrecht* 1995;235.
130. Lischke V, Schwieder J, Lotz G, et al. Verbessert das Rendezvousystem die rettungsdienstliche Versorgungsqualität? *Intensivmed* 2002;39:448-56.
131. Lischke V, Wilke HJ, Kessler P, et al. Zur Technik der biphasischen und monophasischen Defibrillation. *Notarzt* 1999;15:149-52.
132. Litwin PE, Eisenberg MS, Hallstrom AP, Cummins RO. The location of collapse and its effect on survival from cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1987;16:787-91.
133. Locke CJ, Berg RA, Sanders AB, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation. Concerns about mouth-to-mouth contact. *Arch Intern Med* 1995;155:938-43.
134. Lombardi G, Gallagher J, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City. The Pre-Hospital Arrest Survival Evaluation (PHASE) Study. *JAMA* 1994;271:678-83.

135. Longstreth WT, Jr., Cobb LA, Fahrenbruch CE, Copass MK. Does age affect outcomes of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation? *JAMA* 1990;264:2109-10.
136. Lund I, Skulberg A. Cardiopulmonary resuscitation by lay people. *Lancet* 1976;2:702-4.
137. Maass F. Die Methode der Wiederbelebung bei herztoten nach Chloroformeinathmung. *Berlin Klein Wochenschr* 1892;29:265-8.
138. MacDonald RD, Mottley JL, Weinstein C. Impact of prompt defibrillation on cardiac arrest at a major international airport. *Prehosp Emerg Care* 2002;6:1-5.
139. Marrouche N, Medau HJ, Brachmann J. Erfolge der Frühdefibrillation in einer mittelgrossen Stadt. *Intensivmed* 1999;36:353.
140. Martens PR, Bahr J. A comparison of two different European EMS centers (Brugge and Gottingen) using the same electronic 'cardiopulmonary-cerebral-resuscitation' registration program: a preliminary report. *Resuscitation* 1994;28:259-60.
141. Martinek M, Reuter D, Werner O, Wittmann R. J. von Staudingers Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch mit Einführungsgesetz und Nebengesetzen. Zweites Buch. Recht der Schuldverhältnisse. Berlin: Sellier de Gruyter, 1995.
142. Mauer D, Schneider T, Diehl P, et al. Erstdefibrillation durch Notärzte oder Rettungsassistenten? Eine prospektive, vergleichende Multicenterstudie bei außerklinisch aufgetretenem Kammerflimmern. *Anaesthesist* 1994;43:36-49.
143. Michael AD, Forrester JS. Mouth-to-mouth ventilation: the dying art. *Am J Emerg Med* 1992;10:156-61.
144. Milander MM, Hiscok PS, Sanders AB, et al. Chest compression and ventilation rates during cardiopulmonary resuscitation: the effects of audible tone guidance. *Acad Emerg Med* 1995;2:708-13.
145. Mosesso VN, Jr., Davis EA, Auble TE, et al. Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1998;32:200-7.
146. Moss AJ, Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. 1960. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2001;6:78-80.
147. Muggenthaler KH, Furtwängler W, Vergeiner G, et al. Primär erfolgreiche Reanimation durch Früh-Defibrillation. *Anästhiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1999;34(Suppl):153-4.
148. Murphy DJ, Burrows D, Santilli S, et al. The influence of the probability of survival on patients' preferences regarding cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med* 1994;330:545-9.

149. Myerburg RJ, Kessler KM, Zaman L, et al. Survivors of prehospital cardiac arrest. *JAMA* 1982;247:1485-90.
150. Nadler G, Jocham N. München: Laiendefibrillation jetzt auch durch die Polizei. *Rettungsdienst* 2002;25:(1):83.
151. Nichol G, Stiell IG, Hebert P, et al. What is the quality of life for survivors of cardiac arrest? A prospective study. *Acad Emerg Med* 1999;6:95-102.
152. Nichol G, Stiell IG, Laupacis A, et al. A cumulative meta-analysis of the effectiveness of defibrillator-capable emergency medical services for victims of out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1999;34:517-25.
153. Olson DW, LaRochelle J, Fark D, et al. EMT-defibrillation: the Wisconsin experience. *Ann Emerg Med* 1989;18:806-11.
154. Ornato JP, McNeill SE, Craren EJ, Nelson NM. Limitation on effectiveness of rapid defibrillation by emergency medical technicians in a rural setting. *Ann Emerg Med* 1984;13:1096-9.
155. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 2000;343:1210-6.
156. Page RL, Kerber RE, Russell JK, et al. Biphasic versus monophasic shock waveform for conversion of atrial fibrillation. The results of an international randomized, double-blind multicenter trial. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1956-63.
157. Pantridge JF, Adgey AA. Pre-hospital coronary care. The mobile coronary care unit. *Am J Cardiol* 1969;24:666-73.
158. Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive-care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet* 1967;2:271-3.
159. Pantridge JF, Zaidi SA. Resuscitation ambulances. *Lancet* 1970;1:250.
160. Perers E, Abrahamsson P, Bang A, et al. Outcomes of patients hospitalized after out-of-hospital cardiac arrest in relation to sex. *Coron Artery Dis* 1999;10:509-14.
161. Prevost JL, Batelli F. Quelques effets des décharges électriques sur le cœur des mammifères. *J Phys Pathol Gén* 1900;2:40-52.
162. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation* 2001;104:2513-6.
163. Rossi R, Büchsler R. Verbesserung der präklinischen Reanimation. *Notfallmed* 1991;17:492-8.
164. Safar P. On the history of modern resuscitation. *Crit Care Med* 1996;24:S3-11.
165. Safar P, Bircher N, Pretto E Jr, et al. Reappraisal of mouth-to-mouth ventilation. *Ann Emerg Med* 1998;31:653-4.

7. Literaturverzeichnis

166. Schiff M. Recueil des mémoires physiologiques. Edited by Benda. Lausanne: 1896:1-25.
167. Schinnerl A, Kroesen G, Baubin M, Benzer H. Ergebnis der präklinischen kardiopulmonalen Reanimation in den ersten Betriebsjahren eines NAW-Systems. *Anaesthesist* 1990;39:469-74.
168. Schlechtriemen T, Altemeyer KH. Primat in der Notfallmedizin – Zeitdefinitionen im Rettungsdienst. *Notfall&Rettungsmed* 2000;3:375-80.
169. Schmidbauer S, Ruppert M, Lackner CK, et al. Outcome nach präklinischer Reanimation. *Notfall&Rettungsmed* 2000;3:22-31.
170. Schmidt-Matthiesen A, Kreuzer J. Spektrum und Effektivität der Notfallversorgung durch Chirurgen als Notarztwagenärzte in der Großstadt. *Zentralbl Chir* 1993;118:69-75.
171. Schmiedel R, Behrendt H. Leistungen des Rettungsdienstes 1998/99. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen* 2000;Heft M 118.
172. Schneider K, Neumann A, Waydhas C, et al. Überlebenschance nach präklinischer Reanimation – Bedeutung des frühzeitigen Einsatzes von qualifizierten Ersthelfern. *Notarzt* 1990;6:166-71.
173. Schneider T, Martens PR, Paschen H, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000;102:1780-7.
174. Schneider T, Mauer D, Elich D, et al. Struktur- und Ergebnisqualität eines Rettungssystems. *Intensivmed* 1997;34:432-41.
175. Schneider T, Wolcke B, Liebrich A, et al. Neue Aspekte der elektrischen Defibrillation. *Anaesthesist* 1998;47:320-9.
176. Schüttler J, Bartsch AC, Bremer F, et al. Effizienz der präklinischen kardiopulmonalen Reanimation. *Anästhiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1990;25:340-7.
177. Sedgwick ML, Dalziel K, Watson J, et al. Performance of an established system of first responder out-of-hospital defibrillation. The results of the second year of the Heartstart Scotland Project in the 'Utstein Style'. *Resuscitation* 1993;26:75-88.
178. Sedgwick ML, Dalziel K, Watson J, et al. The causative rhythm in out-of-hospital cardiac arrests witnessed by the emergency medical services in the Heartstart Scotland Project. *Resuscitation* 1994;27:55-9.
179. Sedgwick ML, Watson J, Dalziel K, et al. Efficacy of out of hospital defibrillation by ambulance technicians using automated external defibrillators. The Heartstart Scotland Project. *Resuscitation* 1992;24:73-87.

7. Literaturverzeichnis

180. Sefrin P. Frühdefibrillation durch Ersthelfer. Risiko oder Qualitätssprung? Notarzt 2001;17:90-2.
181. Sefrin P, Heinrich H. Ergebnisse von Reanimationen im Notarztdienst. Dt Med Wschr 1991;116:1497-504.
182. Sefrin P, Heinrich H. Reanimation und Alter – Alter als Determinante für die Prognose des Reanimationserfolges. Intensivmed 1991;28:281-6.
183. Sefrin P, Schua R. Ergebnisse der kardiopulmonalen Reanimation. Internist 1992;33:332-40.
184. Sefrin P, Weißmann A. Erstdefibrillation durch Rettungsdienstpersonal. Erfahrungen und Ergebnisse in einem städtischen Rendezvous-System. Intensivmed 1997;34:442-51.
185. Seliger M, Knorr M. Hat die Public Access Defibrillation in Deutschland eine Chance? - Über das US-Modell, rechtliche Bedenken und deren Berechtigung. Gesundheitswesen 2000;62:665-9.
186. Seliger M, Knorr M. Hat die Public Access Defibrillation in Deutschland eine Chance? - Über das US-Modell, rechtliche Bedenken und deren Berechtigung-. Notarzt 2001;17:93-7.
187. Silfvast T, Ekstrand A. The effect of experience of on-site physicians on survival from prehospital cardiac arrest. Resuscitation 1996;31:101-5.
188. Silvester HR. A new method of resuscitating still-born children and of restoring persons apparently drowned or dead. BMJ 1858;2:576-9.
189. Smith SC, Jr., Hamburg RS. Automated external defibrillators: time for federal and state advocacy and broader utilization. Circulation 1998;97:1321-4.
190. Soo LH, Gray D, Young T, et al. Resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: is survival dependent on who is available at the scene? Heart 1999;81:47-52.
191. Spaite DW, Hanlon T, Criss EA, et al. Prehospital cardiac arrest: the impact of witnessed collapse and bystander CPR in a metropolitan EMS system with short response times. Ann Emerg Med 1990;19:1264-9.
192. Storch WH, Gieselmann U, Haux R, et al. Ist Frühdefibrillation im Notarzt-Rendezvous-System sinnvoll? Dt Med Wschr 1989;114:975-9.
193. Storch WH, Haux R. Projekt Frühdefibrillation in Berlin. Intensivmed 1987;24:90-3.
194. Stueven H, Troiano P, Thompson B, et al. Bystander/first responder CPR: ten years experience in a paramedic system. Ann Emerg Med 1986;15:707-10.
195. Stults KR, Brown DD, Schug VL, Bean JA. Prehospital defibrillation performed by emergency medical technicians in rural communities. N Engl J Med 1984;310:219-23.

196. Sweeney TA, Runge JW, Gibbs MA, et al. EMT defibrillation does not increase survival from sudden cardiac death in a two-tiered urban-suburban EMS system. *Ann Emerg Med* 1998;31:234-40.
197. Tadel S, Horvat M, Noc M. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest in Ljubljana: outcome report according to the 'Utstein' style. *Resuscitation* 1998;38:169-76.
198. Teasdale G, Jennett B, Murray L, Murray G. Glasgow coma scale: to sum or not to sum. *Lancet* 1983;2:678.
199. Thomas AN, Weber EC. A new method of two-resuscitator CPR. *Resuscitation* 1993;26:173-6.
200. Thompson RG, Hallstrom AP, Cobb LA. Bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation in the management of ventricular fibrillation. *Ann Intern Med* 1979;90:737-40.
201. Tresch DD, Thakur RK. Cardiopulmonary resuscitation in the elderly. Beneficial or an exercise in futility? *Emerg Med Clin North Am* 1998;16:649-63, ix.
202. Tries R. Frühdefibrillation aus juristischer Sicht. *Rettungsdienst* 1999;22:342-4.
203. Urban P, Cereda JM. Glasgow coma score 1 hour after cardiac arrest. *Lancet* 1985;2:1012.
204. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, et al. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997;96:3308-13.
205. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, et al. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000;343:1206-9.
206. Valenzuela TD, Spaite DW, Meislin HW, et al. Case and survival definitions in out-of-hospital cardiac arrest. Effect on survival rate calculation. *JAMA* 1992;267:272-4.
207. Valenzuela TD, Spaite DW, Meislin HW, et al. Emergency vehicle intervals versus collapse-to-CPR and collapse-to-defibrillation intervals: monitoring emergency medical services system performance in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1993;22:1678-83.
208. Van Camp SP, Peterson RA. Cardiovascular complications of outpatient cardiac rehabilitation programs. *JAMA* 1986;256:1160-3.
209. Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, et al. Quality and efficiency of bystander CPR. Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1993;26:47-52.
210. Vukov LF, White RD, Bachman JW, O'Brien PC. New perspectives on rural EMT defibrillation. *Ann Emerg Med* 1988;17:318-21.

211. Waalewijn RA, de Vos R, Koster RW. Out-of-hospital cardiac arrests in Amsterdam and its surrounding areas: results from the Amsterdam resuscitation study (ARREST) in 'Utstein' style. *Resuscitation* 1998;38:157-67.
212. Wassertheil J, Keane G, Fisher N, Leditschke JF. Cardiac arrest outcomes at the Melbourne Cricket Ground and shrine of remembrance using a tiered response strategy-a forerunner to public access defibrillation. *Resuscitation* 2000;44:97-104.
213. Waydhas C, Schneider K, Neumann A, et al. Reanimation polytraumatisierter Patienten: Notwendig, erfolversprechend oder sinnlos? *Notfallmed* 1989;15:282-5.
214. Weinlich M, Holzer H, Flesch I, Domres B. [Legal aspects in early defibrillation by trained lay respondents]. *Versicherungsmedizin* 2000;52:90-2.
215. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, et al. American Heart Association Report on the Public Access Defibrillation Conference, December 8-10, 1994. American Heart Association Taskforce on Automatic External Defibrillation. *Resuscitation* 1996;32:127-38.
216. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, et al. Public access to defibrillation. The Automatic Defibrillation Task Force. *Am J Emerg Med* 1996;14:684-92.
217. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, et al. Statement on public access defibrillation. American Heart Association Taskforce on Automatic External Defibrillation. *Resuscitation* 1996;32:125-6.
218. Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, et al. The composition of gas given by mouth-to-mouth ventilation during CPR. *Chest* 1994;106:1806-10.
219. Wenzel V, Lehmkuhl P, Kubilis PS, et al. Poor correlation of mouth-to-mouth ventilation skills after basic life support training and 6 months later. *Resuscitation* 1997;35:129-34.
220. Weston CF, Jones SD, Wilson RJ. Outcome of out-of-hospital cardiorespiratory arrest in south Glamorgan. *Resuscitation* 1997;34:227-33.
221. White RD, Asplin BR, Bugliosi TF, Hankins DG. High discharge survival rate after out-of-hospital ventricular fibrillation with rapid defibrillation by police and paramedics. *Ann Emerg Med* 1996;28:480-5.
222. White RD, Hankins DG, Bugliosi TF. Seven years' experience with early defibrillation by police and paramedics in an emergency medical services system. *Resuscitation* 1998;39:145-51.
223. White RD, Vukov LF, Bugliosi TF. Early defibrillation by police: initial experience with measurement of critical time intervals and patient outcome. *Ann Emerg Med* 1994;23:1009-13.
224. Willoughby PJ, Caffey S. Improved survival with an airport-based PAD program. *Circulation* 2000;102(Suppl.II):828.

225. Wolthoff U. Verbesserung von Reanimationsergebnissen durch ein Frühdefibrillationsprogramm: Gibt es Lerneffekte? Inaugural-Dissertation. Freie Universität Berlin, 1998.

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. med. V. Lischke für die Überlassung des Promotions-themas, die freundliche Beratung und die Förderung bei der Erstellung dieser Dissertation.

Außerdem gebührt mein Dank der Stadt Frankfurt am Main als Träger des Rettungsdienstes, insbesondere den Mitarbeitern der Branddirektion, die diese Arbeit unterstützt haben.

Ich möchte mich bei meinen Eltern bedanken für die Unterstützung und das Verständnis während meines Studiums und dem Schreiben dieser Arbeit.

Lebenslauf

Gösta Lotz

geboren am 15.01.1974 in Hanau am Main

Feldbergstrasse 27

63225 Langen

Tel. 06103-573011

06/1994

Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife an der Dreieichschule, Gymnasium Langen

08/1994 – 10/1995

Zivildienst im Rettungsdienst des DRK, Kreisverband Offenbach e. V.

10/1995 – 11/2001

Assistentztätigkeit in der Kassenärztlichen Notdienstzentrale Langen-Dreieich

11/1995 – 11/2001

Rettungssanitäter im Rettungsdienst des Deutschen Roten Kreuzes, Kreisverband Offenbach e. V.

Studium

10/1995

Beginn des Medizinstudiums an der Universität Frankfurt am Main

Praktisches Jahr

10/2000 – 02/2001

- Tulane University, New Orleans, USA, Innere Medizin

02/2001 – 06/2001

- Klinikum Darmstadt, Anästhesiologie

06/2001 – 09/2001

- Klinikum Darmstadt, Chirurgie

11/2001

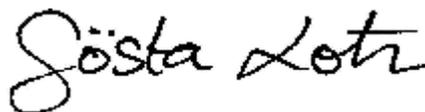
Beendigung des Medizinstudiums mit dem 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Beruf

seit 12/2001

Arzt im Praktikum an der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Langen, 4. September 2002



Schriftliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

"Präklinische Reanimationen im Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main im Zeitraum vom 01.01.1998 bis zum 31.03.1999"

im Zentrum für Anästhesiologie, Wiederbelebung und Schmerztherapie des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

unter Betreuung und Anleitung von Herrn Professor Dr. med. V. Lischke

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden in folgenden Publikationsorganen veröffentlicht:

- Lischke V, Schwieder J, Lotz G, et al. Verbessert das Rendezvousystem die rettungsdienstliche Versorgungsqualität? Intensivmed 2002;39:448-56.
- Lotz G, Halbig S, Byhahn C, et al. Ergebnisse der Reanimation in einer Großstadt im innerdeutschen Vergleich. Abstractband des Deutschen Anästhesiekongresses Juni 2002:Nürnberg: Diomed:152

Frankfurt am Main, 4. September 2002

