

Aus der
Klinik für Anästhesiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. Bernhard Zwissler

Prozessanalyse von 481 konsekutiven Reanimationseinsätzen im Rettungsdienst

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Felix Jonas
aus Starnberg

2011

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.med. Uwe Kreimeier

Mitberichterstatter: Prof.Dr.med. Christopher Reithmann
Prof. Dr. Christian K. Lackner

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr.med. Josef Assal

Dekan: Prof. Dr.med. Dr.h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 28.07.2011

Inhaltsverzeichnis

1.	Geschichtliche Entwicklung der Frühdefibrillation im Rettungsdienst in München	5
2.	Medizinische Grundlagen der Reanimation	7
2.1.	Symptome und Formen des Kreislaufstillstandes	7
2.2.	Basismaßnahmen	9
2.3.	Erweiterte Maßnahmen	11
3.	Fragestellung	16
4.	Patientenkollektiv, Material und Methoden	17
4.1.	Patientenkollektiv und Erhebungszeitraum	17
4.2.	Erhebungsraum	17
4.2.1.	Rettungs- und versorgungstechnische Grunddaten des Einsatzgebietes	17
4.2.1.1.	Rettungssystem	17
4.2.1.2.	Einsatzzeiten	17
4.2.1.3.	Akutkrankenhäuser	18
4.2.1.4.	Rettungsmittel und Hilfsorganisationen	18
4.2.1.5.	Einsatzverteilung	20
4.3.	Struktur der Hilfsorganisation	21
4.3.1.	Grunddaten des Arbeiter-Samariter-Bundes	21
4.3.2.	Eingesetzte Rettungsmittel	22
4.3.3.	Wachgebiet	23
4.3.4.	Ausbildungskonzept	23
4.3.5.	Qualitätsmanagement beim Arbeiter-Samariter-Bund	24
4.4.	Material	25
4.4.1.	Datenquellen	25
4.4.1.1.	„Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bund	25
4.4.1.2.	Reanimationsregister	27
4.4.1.3.	Der Ereignis Ausdruck	28
4.4.1.4.	Auswertungsgeräte	29
4.4.1.5.	Tonbandauswertungen	30
4.4.2.	Rettungsmaterial - Verwendete EKG-Defibrillatoren	30
4.4.2.1.	Lifepak 250	30
4.4.2.2.	Lifepak 12	31
5.	Statistik	34
5.1.	Indikation zur Statistik / Auswahl der statistischen Methodik	34
5.2.	Angewandte statistische Testmethoden	34
6.	Methoden der Auswertung	38
7.	Ergebnisse	41
7.1.	Auswertung des Gesamtkollektivs	41
7.1.1.	Ergebnisse der Auswertung der Erfassungsbögen	41
7.1.1.1.	Patientendaten	41

7.1.1.2.	Einsatzdaten / Meldebild	43
7.1.1.3.	Anfahrtszeiten / Zeitdifferenzen	47
7.1.1.4.	Erste-Hilfe-Maßnahmen und „Kollaps beobachtet“	51
7.1.1.5.	Initialbefund	53
7.1.1.6.	Therapie (Maßnahmen / medikamentöse Therapie)	54
7.1.1.7.	Verlauf	55
7.1.1.8.	Komplikationen und Probleme bei der Reanimation	58
7.1.2.	Ergebnisse des Abgleichs mit dem Reanimationsregister	62
7.1.2.1.	Zeitlicher Vorsprung Rettungswagen gegenüber Notarztwagen	64
7.1.2.2.	Alter	65
7.1.2.3.	Geschlecht	66
7.1.2.4.	Ursache	66
7.1.2.5.	Kollaps beobachtet	66
7.1.2.6.	Initialrhythmus	67
7.1.2.7.	Maßnahmen	67
7.1.2.8.	Verlauf	68
7.1.2.9.	First Responder-Einsatz	68
7.1.3.	Ergebnisse aus der EKG-Auswertung des Lifepak 12	70
7.1.4.	Ergebnisse aus der Tonbandauswertung des Lifepak 250	73
7.2.	Ergebnisse von Untergruppen	74
7.2.1.	Überleber	74
7.2.2.	Utstein-Style Vergleichsdaten	97
7.2.3.	Reanimationen mit Defibrillator-Einsatz	99
7.2.4.	Patientengruppen nach Initialrhythmus	108
7.2.5.	Ergebnisse und Komplikationen	115
7.3.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Prozessanalyse	125
8.	Diskussion	128
8.1.	Datenqualität	128
8.2.	Reanimationsergebnisse im Studienvergleich	132
8.2.1.	Einflussfaktor Defibrillator	139
8.2.2.	Einflussfaktor Medikamente	140
8.2.3.	Einflussfaktor Komplikationen	142
8.2.4.	Einflussfaktor Erste Hilfe / Beobachteter Kollaps	142
8.3.	Ausblick, Ansätze für weitere Verbesserungsmöglichkeiten	146
8.3.1.	Verbesserungen Reanimationsdokumentation	146
8.3.2.	Verbesserungen in der Organisation des Rettungswesens	149
8.3.3.	Verbesserungen durch medizinischen Fortschritt	154
9.	Zusammenfassung	158
10.	Literaturverzeichnis	161
11.	Abbildungsverzeichnis	170
12.	Lebenslauf	173

1. Geschichtliche Entwicklung der Frühdefibrillation im Rettungsdienst in München

Die Geschichte des modernen Rettungsdienstes beginnt mit dem ersten Alarm für einen Münchner Notarzt am 30.03.1966 um 12:02 Uhr [1]. Ein Notarzt wurde mit einem Funkdienstwagen der Berufsfeuerwehr München (BF) an der chirurgischen Poliklinik abgeholt und zu einem Notfallpatienten gebracht. Damit war das „neue“ System, den Arzt zum Patienten zu bringen, in München eingeführt. Am 29.01.1968 wurde der erste Münchner Notarztwagen an der Chirurgischen Poliklinik in der Pettenkoflerstraße stationiert. Es erfolgte der Ausbau des Notarztendienstes, der seit April 1972 als „Gemeinsamer Notarztendienst der Landeshauptstadt und des Landkreises München“ [2] unter der Trägerschaft des Rettungszweckverbandes München betrieben wird.

Im Jahr 1990 wurden im Rahmen eines Pilot-Projektes halbautomatische Defibrillatoren auf Rettungswagen eingesetzt. Speziell geschultem Rettungsdienstpersonal sollte es so ermöglicht werden, durch die Unterstützung dieser Geräte noch vor Eintreffen eines Notarztes eine Elektrotherapie im Sinne einer Defibrillation durchzuführen. Der halbautomatische Defibrillator übernahm dabei die Analyse und Bewertung einer Herzrhythmusstörung beim Patienten mit Kreislaufstillstand. Nachdem sich dieses Projekt nach einer 5-jährigen Projektphase als sehr effektiv erwies [3], wurden zunehmend alle Rettungswagen in München mit diesem System ausgestattet.

Um das therapiefreie Intervall bei bestimmten Einsätzen noch weiter zu verkürzen, werden seit September 1994 freiwillige Feuerwehr-Einheiten im Landkreis München auch bei rein medizinischen Einsätzen zusätzlich als „First Responder“ alarmiert. Im Landkreis war zu dieser Zeit die Dichte an anderen Rettungsmitteln deutlich geringer als in der Stadt, wodurch dieses Vorgehen besondere Bedeutung gewann. Die „First Responder“ überbrücken die Zeit bis zum Eintreffen des Rettungswagens bzw. des Notarztes mit lebensrettenden Sofortmaßnahmen. Dieses Vorgehen wurde vom 01.09.1994 bis 31.08.1995 im Rahmen eines Pilotprojektes in Zusammenarbeit mit dem Arbeiter-Samariter-Bund (ASB) - hier erfolgte die Auswertung der Einsätze - erfolgreich bei 3 Feuerwehrstandorten eingeführt und geprüft. Es wird seitdem zunehmend an anderen Standorten und auch unter Einbeziehung anderer Organisationen wie der Wasserwacht und der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft (DLRG) ausgebaut. All diese „First Responder“-Einheiten waren von Anfang an mit halbautomatischen Defibrillatoren ausgestattet, um gerade bei Einsätzen im Rahmen der Wiederbelebung bei entsprechendem Herzrhythmus mit einer Elektrotherapie zu helfen [4].

Seit 1996 werden auch Fahrzeuge der Berufsfeuerwehr München im Stadtgebiet bei bestimmten Meldebildern erfolgreich als „First Responder“ eingesetzt und erzielen für den Patienten einen Zeitgewinn im Hinblick auf das therapiefreie Zeitintervall [5].

Alle Bemühungen, wie das Befördern eines Notarztes zum Patienten, das Ausstatten der Rettungswagen mit Defibrillatoren und das Einbeziehen der Feuerwehren im Rahmen der „First Responder“-Einsätze, haben im Hinblick auf Wiederbelebungsmaßnahmen das Ziel, effektiver und schneller Hilfe leisten zu können. Dazu sind jedoch für alle Beteiligten grundlegende medizinische Vorkenntnisse über den Kreislaufstillstand und die Reanimation nötig.

2. Medizinische Grundlagen der Reanimation

2.1. Symptome und Formen des Kreislaufstillstandes

Einen Kreislaufstillstand und damit die Notwendigkeit zur Reanimation kann man ohne apparative Untersuchungen durch klinische Symptome feststellen. Dasjenige Symptom, welches den Kreislaufstillstand traditionell definiert, ist die Pulslosigkeit als Indiz für eine fehlende Pumpleistung des Herzens. Diese Pulslosigkeit kann im Bereich der Halsschlagadern, den Karotiden, festgestellt werden, da es sich hierbei um relativ zentrale Gefäße handelt, die vom Geübten relativ einfach und sicher aufzufinden sind. Es bestehen Probleme in der Genauigkeit der Maßnahme, der Dauer der Durchführung verbunden mit einer Verzögerung der weiterführenden Maßnahmen, der Sensitivität und der Spezifität bei der Beurteilung des Karotis-Pulses speziell bei der Durchführung von Laien. Daher wird die Pulskontrolle in den aktuell gültigen Reanimationsrichtlinien des European Resuscitation Council (ERC) medizinischem Fachpersonal vorbehalten [6]. In der Laienausbildung (z.B. Erste-Hilfe-Kurse) wird die „Suche nach Lebenszeichen“ hinsichtlich Spontanatmung, Husten oder Bewegung des Patienten, zur Beurteilung von Kreislauf bzw. Kreislaufstillstand herangezogen [6]. Die fehlende Blutzirkulation äußert sich an der Haut häufig mit einem grau-blauen Hautkolorit, das durch „Sauerstoffmangel und Durchblutungsstopp“ als so genannte Ausschöpfungszyanose [7] entsteht, welche als zusätzliches Indiz für einen Kreislaufstillstand herangezogen werden kann.

Ungefähr 6 Sekunden nach Einsetzen des Kreislaufstillstandes kommt es zu einem Verlust des Bewusstseins aufgrund der mangelnden zerebralen Durchblutung und der daraus resultierenden Hypoxie insbesondere an der Großhirnrinde [7]. Diese lässt sich klinisch durch das Fehlen einer Reaktion auf äußere Reize insbesondere auf Schmerzreize wie auch das Fehlen von Schutzreflexen feststellen.

War ein kardiales Ereignis Auslöser des Kreislaufstillstandes, so kommt es nach ca. 15 Sekunden zu einem Sistieren der Spontanatmung. Ursächlich ist eine zentrale Hypoxie im Bereich des Atemzentrums am Hirnstamm. Dieser Atemstillstand geschieht häufig über das Zwischenstadium der Schnappatmung. Bei dieser Atmungsform kommt es zu kurzen, krampfartigen Atembewegungen in langen zeitlichen Abständen ohne wesentlichen Ventilationseffekt an den Lungen. Dies geht in einen Atemstillstand über, der klinisch nach Freimachen der Atemwege an den fehlenden Atemgeräuschen und der fehlenden Atembewegung diagnostiziert werden kann [7].

Diese 3 Symptome - Bewusstlosigkeit, Atemstillstand und Kreislaufstillstand - stellen die Grundlage der Diagnostik des Kreislaufstillstandes und damit auch der Ausbildung im Rahmen der Wiederbelebung dar. Auf das sichere Feststellen und die Beurteilung dieser Symptome wird sowohl in der Breitenausbildung (z.B. Erste-Hilfe-Kurse), in der Ausbildung von nicht-ärztlichem Hilfspersonal und Rettungsdienstpersonal (z.B. Rettungsdiensthelfer-Ausbildung),

als auch in der Ausbildung von ärztlichem Personal (z.B. im Rahmen des Kurses zum Erwerb der Zusatzbezeichnung „Fachkunde Rettungsdienst“) größter Wert gelegt.

Im Bereich der professionellen Patientenversorgung in der Reanimation stehen zusätzliche Hilfsmittel zur Verfügung, die eine genauere Analyse des Kreislaufstillstandes ermöglichen. Durch Analyse des Elektrokardiogramms (EKG) eines Patienten ohne Lebenszeichen können weitere Unterformen des Kreislaufstillstandes differenziert werden.

Ist im EKG keinerlei elektrische Aktivität messbar, zeigt sich am Monitor das Bild der so genannten „Nulllinie“. Dies wird als **Asystolie (AS)** bezeichnet. Ohne elektrische Aktivität am Herzen gibt es keine Reizantworten des Herzmuskels. Kammerkontraktionen und die damit verbundenen Auswurfleistungen kommen nicht zustande. Die Asystolie ist der Endpunkt, der bei jeder erfolglosen Reanimation nach einer gewissen Zeit festzustellen ist.

Eine weitere Form des Kreislaufstillstandes ist die so genannte elektromechanische Entkopplung bzw. **pulslose elektrische Aktivität (kurz PEA)** genannt. Hier finden sich im EKG unterschiedlichste Bilder. So können dem normalen EKG-Bild sehr ähnliche Impulse als auch deformierte Kammerkomplexe aufgezeichnet werden. Eine Identifizierung ist nur zusammen mit klinischen Befunden wie dem Fehlen einer Auswurfleistung im Sinne eines nicht tastbaren Karotispulses möglich.

Die 3. Gruppe der Formen des Kreislaufstillstandes besteht aus 2 ähnlichen, mit hohen Herzfrequenzen (tachykarden) auftretenden EKG-Bildern. Es handelt sich um die **pulslose Kammertachykardie (pulslose ventrikuläre Tachykardie, PVT)** und das **Kammerflimmern (KF)**. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie zu keiner Auswurfleistung am Herzen und zu keinem messbaren Puls führen.

Pulslose Kammertachykardie bzw. **Kammerflattern** führt zu elektrischen Stimulationsfrequenzen von 200 bis 280/min. Dies führt aufgrund von fehlender Kammerfüllungszeit häufig zu keiner effektiven Auswurfleistung [8]. Auch dieses EKG-Bild erfordert eine Zusatzinformation aus den klinischen Messparametern, da diese Form je nach Frequenz und ggf. Vorliegen von Vorschädigungen des Herzens nicht zwangsläufig ohne Auswurfleistung auftreten muss.

Die genannte Rhythmusstörung geht sehr häufig in das EKG-Bild des **Kammerflimmerns** über. Wie auch die **pulslose Kammertachykardie** kommt es bei diesem Bild noch zu elektrischen und mechanischen Aktionen am Herzen, d.h. es ist kein Herzstillstand im eigentlichen Sinne, wohl aber ein Kreislaufstillstand aufgrund der fehlenden Auswurfleistung. Beim **Kammerflimmern** sind im EKG „schnelle Folgen völlig unregelmäßiger Wellen in Frequenzen von 200-500/Minute sichtbar“ [7].

In der Notfallmedizin gibt es die Theorie vom „**elektrischen Absterben des Herzens**“, bei dem die oben genannten Rhythmusstörungen in einer bestimmten Reihenfolge auftreten [7]. Nach Eintreten des Auslösemechanismus kommt es zum Umschlagen in grobes **Kammerflimmern**, im Verlauf dann immer feiner werdendes **Kammerflimmern** und schließlich die **Asystolie** eintritt.

Die 3. Gruppe der Rhythmusstörung, pulslose Kammertachykardie und Kammerflimmern, ist bei vielen Erwachsenen als frühe, initiale Rhythmusstörung beim Kreislaufstillstand zu registrieren [9,10]. Sie grenzt sich aufgrund der allgemein günstigeren Prognose bei effektiv durchgeführten Basismaßnahmen und erweiterten Maßnahmen gegenüber den vorgenannten Herzrhythmusstörungen ab [7].

2.2. Basismaßnahmen

In einem Beitrag von Kouwenhoven, Jude und Knickerbocker wurde 1960 die Herzdruckmassage bei geschlossenem Thorax als effektive Maßnahme gegen einen Herzstillstand beschrieben [11]. „Dieser Beitrag markiert die Geburtsstunde der kardiopulmonalen Reanimation (CPR)“ [12].

Die Reanimationsmaßnahmen beim Erwachsenen werden in zwei Abschnitte unterteilt [13,14]. Basismaßnahmen, definiert als Maßnahmen „ohne den Gebrauch von Ausrüstung, abgesehen von schützenden Hilfsmitteln“ [10], können von Laien, nichtärztlichem oder auch ärztlichem Personal durchgeführt werden. Sie zeichnen sich durch die Position in der zeitlichen Abfolge am Anfang eines Notfalls oder einer Reanimation aus. Davon abzugrenzen sind die erweiterten Maßnahmen („Advanced Life Support“, kurz ALS) [6], die im Kapitel 2.3. näher beschrieben werden.

In den „European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010“ werden unter BLS (Basic Life Support) die im folgenden dargestellten Maßnahmen beschrieben [13]. Nach Feststellen einer Bewusstlosigkeit bei einem erwachsenen Patienten sollte zunächst als erste Maßnahme um Hilfe gerufen werden. Als zweite Maßnahme in der Abfolge der BLS-Maßnahmen wird im Rahmen einer Reanimation das Freimachen der Atemwege und ggf. Feststellen eines Atemstillstandes, beschrieben. Falls noch nicht geschehen sollte an diesem Punkt der zeitlichen Abfolge der Notruf an den Rettungsdienst durchgeführt werden. Anschließend wird entsprechend der Leitlinie die Herzdruckmassage 30-mal durchgeführt. Diese Maßnahme hat das Ziel, mit der Thoraxkompression auf der unteren Sternumhälfte mit einer Drucktiefe von mindestens 5 cm und einer Druckfrequenz von mindestens 100 Herzdruckmassagen pro Minute einen Minimalkreislauf durch Anheben des intrathorakalen Druckes herzustellen [13]. Entscheidend ist die dabei erzeugte Minimalperfusion von Gehirn und der Koronarien am Herzen. Es konnten in Studien Hinweise gefunden werden, dass ein koronarer Perfusionsdruck von „mindestens 15 mmHg für ein zufrieden stellendes Behandlungsergebnis nötig ist“ [12]. Der koronare Perfusionsdruck definiert sich als Differenz zwischen Aorten- und rechtem Vorhofdruck. Diese Werte können auch bei optimaler Technik der Herzdruckmassage nur schwer erreicht werden. Nach den 30 Herzdruckmassagen werden bei geschulten Helfern 2 Atemspenden in der Mund-zu-Mund-Technik durchgeführt, unausgebildete Helfer führen ausschließlich die Herzdruckmassage durch. Durch die Atemspende soll eine ausreichende Oxygenierung beim Patienten geschaffen werden [13].

Diese beiden Maßnahmen werden bei geschulten Helfern im Wechsel durchgeführt (jeweils 30 Thoraxkompressionen gefolgt von 2 Beatmungen), bis weitere Rettungskräfte eintreffen und mit erweiterten Maßnahmen begonnen werden kann [13].

Alle Maßnahmen des BLS werden - dem jeweiligen Ausbildungsstand angepasst - in unterschiedlichsten Kursen für Ersthelfer wie auch für nichtärztliches Personal im Rettungsdienst gelehrt. Die fehlerfreie Anwendung von Basismaßnahmen in einer festgelegten Reihenfolge im Rahmen einer Reanimation wird von der Besetzung eines jeden Rettungsmittels als Minimalfertigkeit erwartet.

Der Effekt einer Basisreanimation mit BLS wurde in einer Studie von Weaver et al. 1986 [3,15] wie folgt beschrieben: Bei beobachteten Kreislaufstillständen verringert sich die Überlebensrate, nachdem mit der Basisreanimation begonnen wurde, pro Minute um 4% bis zur „lebensrettenden“ Defibrillation (bei Vorliegen von Kammerflimmern) [3]. Vergleicht man dies mit der Abnahme der Überlebensrate ohne Anwendung von Basismaßnahmen, die u.a. in den ERC-Guidelines 2005 mit 7 bis 10% pro Minute beschrieben wird, so kann man den Erfolg und Nutzen der Basismaßnahmen annähernd abschätzen [10,16].

Die Anwendung eines automatisierten externen Defibrillators von mehreren Autoren ebenso als weitere Maßnahme im Rahmen des „Basic Life Supports“ beschrieben [13]. Diese Maßnahme soll nach den gültigen Algorithmen des ERC-Leitlinien schnellstmöglich nach Feststellen des Kreislaufstillstandes durchgeführt werden und hat höchste Priorität [13]. Auf die Indikation, den Effekt und die Anwendung der Defibrillation wird nachfolgend näher eingegangen.

Mit dieser „neuen“ Einordnung der Anwendung einer Elektrotherapie in die Basismaßnahmen umfassen diese die ersten 3 der 4 Glieder der in den Guidelines des ERC beschriebenen „Überlebens-Kette“ („Chain of survival“), nämlich früher Notruf, frühe Herz-Lungenwiederbelebung, frühe Defibrillation [17].



Abbildung 1: Chain of Survival [18]

Das 4. Glied dieser Kette, frühe erweiterte Maßnahmen (auch frühe fortgeschrittene Versorgung genannt) wird im folgenden Kapitel beschrieben [14].

2.3. Erweiterte Maßnahmen

Zu den erweiterten Maßnahmen („Advanced Life Support“, kurz „ALS“) zählen nach Beginn der Durchführung der oben genannten Handlungen das erweiterte Kreislaufmonitoring mit der Möglichkeit zur differenzierteren Elektrotherapie, das erweiterte Atemwegsmanagement, sowie die Schaffung von intravenösen Zugangswegen für medikamentöse Interventionen. Ziel ist das Durchbrechen des Kreislaufstillstandes sowie die Stabilisierung des Patienten in der Postreanimationsphase [14].

Falls nicht bereits im Rahmen der Erstmaßnahmen mit einem halbautomatischen Defibrillator geschehen, so sollte im Rahmen des ALS eine differenzierte Diagnostik des Kreislaufstillstandes durch ein EKG erfolgen. Falls indiziert, hat auch bei den erweiterten Maßnahmen die Defibrillation als therapeutische Maßnahme höchste Priorität [14]. Defibrillation ist definiert als die Beendigung von Kammerflimmern. Ziel dieser Elektrotherapie mit Hilfe eines Elektroschocks ist das Blockieren des gesamten Kammermyokards, um so auch die Reentry-Schleifen zum Sistieren zu bringen [19]. Damit sollen im Idealfall alle Zellen gleichzeitig depolarisiert und konsekutiv in die refraktäre Phase überführt werden, so dass Reentry-Schleifen jetzt auf nicht erregbare Zellen treffen und die Schleifen somit blockiert werden. Für eine erfolgreiche Defibrillation sind mehrere Bedingungen entscheidend. Ein wesentlicher Punkt ist, dass mit dem Elektroschock eine ausreichend große Masse an Ventrikel-Myokardzellen erreicht wird (kritische Myokardmasse). Impulsart, Impulskurvenformen, Impulsstärke sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Studien. Der Erfolg der Defibrillation ist hauptsächlich zeitabhängig. Die Überlebensrate nach Kreislaufstillstand mit Kammerflimmern als Rhythmusstörung nimmt nach einem anerkannten linearen Modell von Larsen [20] annähernd 7 – 10% pro Minute bei Verzögerung der Anwendung der Defibrillation ab, wenn keine weiteren Maßnahmen durchgeführt werden [17,21]. Demgegenüber wurde ein so genanntes 3-Phasen-Modell von Weisfeldt [22] vorgestellt, das eine elektrische, eine zirkulatorische und eine metabolische Phase des Kammerflimmerns unterteilt. In der elektrischen Phase (vom Kollaps bis zu 4 Minuten) wird übereinstimmend die Defibrillation als wirksamste Maßnahme anerkannt. In der folgenden zirkulatorischen Phase von 4 bis 10 Minuten wurden in den Leitlinien 2005 [6] alternative Therapie-Regime wie das Vorziehen von Oxygenierung und Herzdruckmassage vor eine sofortige Defibrillation diskutiert (CPR-First-Strategie [23-25]). Erklärungsansätze für dieses Vorgehen wurden in der globalen myokardialen Ischämie in dieser Phase gesehen, einem Fehlen von energiereichen Substraten und Sauerstoff sowie einer Ansammlung von metabolischen Abbauprodukten [22], die durch eine Phase mit Basisreanimation bestehend aus Herzdruckmassage und Beatmung verbessert werden sollten. Dieses alternative Therapie-Regime wurde in den Leitlinien 2010 wieder verworfen und die Empfehlung aufgehoben. Die letzte Phase in diesem Modell ist die metabolische Phase. Sie

beginnt ab ca. 10 Minuten nach dem Stillstand und ist durch eine besonders geringe Überlebensrate gekennzeichnet.

Seit mehreren Jahren wird wieder zunehmend von der monophasischen Defibrillationsform, die für die transthorakale Anwendung sowohl im klinischen als auch im präklinischen Einsatz Standard war, auf eine andere Impulsform, die biphasische Defibrillation, umgestiegen. „Bei der biphasischen Defibrillation wechselt der Stromfluss nach einem vorgegebenen Zeitintervall die Flussrichtung“ [26]. Der Wechsel zu dieser Impulsform zeigte nach tierexperimentellen und klinischen Studien im elektrophysiologischen Labor mehrere entscheidende Vorteile [19]. Ein wesentlicher Aspekt ist die Reduzierung der erforderlichen Defibrillationsenergie zur Rhythmuskonversion bei der biphasischen Defibrillation im Vergleich zur monophasischen Form, was z.B. im Rahmen einer Multicenterstudie 1996 [27] untersucht wurde. Patienten, die präklinisch aufgrund von Kammerflimmern mit einer Elektrotherapie behandelt werden mussten, profitierten von dieser Umstellung auf die biphasische Defibrillation hinsichtlich der Rate der erfolgreichen Defibrillationen (definiert als Rhythmuskonversion des Kammerflimmerns ungeachtet der nachfolgenden elektrischen Aktivität) und der Rückkehr zur spontanen Zirkulation [28]. Die dadurch erhoffte signifikante Verbesserung des Outcomes der präklinischen Patienten hinsichtlich der Überlebensrate konnte jedoch noch nicht nachgewiesen werden. Von der Reduzierung der Defibrillationsenergie erhofft man sich eine Vermeidung der potentiell schädlichen Wirkung von Hochenergieschocks. Erkenntnisse über die Schädlichkeit der Elektrotherapie basieren auf theoretischen und tierexperimentell gewonnenen Ergebnissen. Daten aus Studien präklinisch versorgter Patienten liegen dazu bisher nicht vor [19].

Ein weiterer Schritt im Rahmen der erweiterten Maßnahmen ist die Sicherung der Atemwege. Hierzu wird die endotracheale Intubation in den ERC-Richtlinien als „Goldstandard“ empfohlen. Vorteile sind der offen gehaltene Atemweg, der Aspirationsschutz, die Möglichkeit zum Absaugen von Sekret, die Möglichkeit zur kalkulierten Beatmung (in Bezug auf Volumen, inspiratorische Sauerstoffkonzentration) sowie der damit geschaffene alternative Applikationsweg (Mittel zweiter Wahl nach dem intravenösen Applikationsweg) für ausgewählte Reanimationsmedikamente. Seit den Leitlinien 2010 wird dies Applikationsform nicht mehr empfohlen [14]. Einschränkend wurde schon in den Guidelines 2005 der ERC auf eine unverhältnismäßig hohe Rate an Fehlintubationen hingewiesen, die an einer Textstelle mit bis zu 50% (außerklinische Anwendung in wenig ausgelasteten Systemen und seltenen Intubationen) angegeben wird.. Auch Timmermann et al. fand eine hohe Rate (ca. 17%) an Fehlintubationen und beschrieb Auswirkungen auf Ergebnis der Behandlung und Überlebensraten [29]. Mit den Leitlinien 2010 wurde die Bedeutung einer „frühen endotrachealen Intubation reduziert, außer sie wird – bei minimaler Unterbrechung der Thoraxkompressionen – von hochqualifiziertem Personal durchgeführt“ [14]. Alternativ wird der Einsatz eines so genannten „Kombitubus“, einer „Larynxmaske“ oder des „Larynxtubus“ zum Atemwegsmanagement empfohlen [14].

Des Weiteren sollte ein vaskulärer Zugang gelegt werden um damit die Möglichkeit zur Durchführung bzw. Fortführung der medikamentösen Therapie offen zu halten. Für diesen Zugang haben sich die peripheren Venen in der Ellenbeuge und am Unterarm sowie die Vena jugularis externa am Hals bewährt. Diese sind auch unter Reanimationsbedingungen gut zu punktieren und behindern aufgrund ihrer Lokalisation nicht bei Thoraxkompression oder endotrachealer Intubation. Als alternativer Zugangsweg bei schlechten Venenverhältnissen wird die Möglichkeit des intraossären Zugangs empfohlen [12,14].

Den nächsten wesentlichen Bestandteil der erweiterten Reanimationsmaßnahmen stellt die medikamentöse Therapie dar. Die wichtigsten und am häufigsten verwendeten Medikamente werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Das am weitesten verbreitete Reanimationsmedikament ist das Epinephrin oder Adrenalin. Die Gabe wird bei allen Formen des Kreislaufstillstandes (beim persistierenden Kammerflimmern oder persistierenden pullosen Kammertachykardie nach dem dritten Defibrillationsversuch) im aktuellen Algorithmus empfohlen. Die gewünschte Hauptwirkung besteht in der systemischen Vasokonstriktion, die über Alpha-Rezeptoren vermittelt „zu einem Blutfluss im Koronar- und Hirnkreislauf führt“ [12,14]. Bezüglich der Adrenalingabe im Rahmen der Reanimation wurde in den ERC-Guidelines 2005 und 2010 wieder darauf hingewiesen, dass es bisher zumindest aufgrund der Studienlage keine zweifelsfreien Beweise gibt, welche eine Verbesserung des Überlebens (Outcome) von Reanimationspatienten belegen [6,14,30].

In den letzten Jahren wurde ein „neues“ Medikament zunehmend als Alternative zu Adrenalin in Zusammenhang mit Reanimationen genannt. Vasopressin, das als antidiuretisches Hormon (ADH) im menschlichen Körper gebildet wird, „ist unter Umständen besser als Adrenalin geeignet, zur Restitution eines Spontankreislaufs beizutragen.“ [31]. Es konnte nachgewiesen werden, dass bei Patienten, die eine Reanimation überlebten, signifikant höhere endogen produzierte Vasopressin-Spiegel vorlagen [17]. Gerade in der Postreanimationsphase könnte Vasopressin aufgrund des fehlenden beta-adrenergen Effekts, Vorteile gegenüber Adrenalin haben [32]. Der Wirkmechanismus von Vasopressin beruht zum einen auf seiner diuresehemmenden Wirkung, hauptsächlich jedoch auf seinem vasokonstriktorischem Effekt mit einer besonders hohen Potenz [32]. Dieser Effekt wird direkt über einen Rezeptor an den Gefäßen vermittelt [33]. Ein besserer kardialer und cerebraler Blutfluss, ein höherer koronarer Perfusionsdruck, ein gesteigertes Kurzzeit- und Langzeitüberleben konnte in einigen tierexperimentellen Studien gefunden werden [33]. Dieser aus tierexperimentellen Studien abgeleitete Vorteil konnte in Studien und Metaanalysen bei Patienten mit Herzkreislaufstillstand jedoch nicht bestätigt werden [14]. In den Leitlinien des European Resuscitation Council 2005 und 2010 wurde daher weiterhin Adrenalin als Standard-Vasopressor aufgrund der unzureichenden Datenlage empfohlen [6,14].

Ein weiteres Medikament, das im Rahmen der Reanimation eingesetzt wurde, ist das Parasympatholytikum Atropin. Hauptindikation waren bradykarde Rhythmusstörungen (mit Ausnahme des infranodalen AV-Blocks Mobitz Typ II) [17]. Außerdem wurde es im Rahmen der erweiterten Reanimation bei der pulslosen ventrikulären Aktivität (PEA) und bei der Kammerasystolie eingesetzt [12]. Atropin hebt eine cholinerg-vermittelte Bradykardie und Hypotonie auf durch kompetitive Antagonisierung an muskarinergen Rezeptoren. Damit versuchte man eine vagale Ursache des Kreislaufstillstandes auszuschließen. Der „pharmakologische Wirkansatz bei der Reanimation im Sinne einer Parasympathikolyse konnte nie bewiesen werden“ [32]. Da es unter Atropin zu einem vermehrten kardialen Sauerstoffverbrauch sowie dem möglichen Auftreten von Tachyarrhythmien kommt, sollte eine Begrenzung auf die totale vagolytische Dosis eingehalten werden [6]. Mit den Leitlinien 2010 wird der Einsatz von Atropin im Rahmen der Reanimation nicht mehr empfohlen [14].

Eine weitere Gruppe an Medikamenten, die in der Reanimation als erweiterte Maßnahmen im Sinne des ALS eingesetzt werden, sind die Antiarrhythmika. Hierzu zählen unter anderem Lidocain, Amiodaron und Magnesium. Lidocain und Amiodaron werden beide in den ERC-Guidelines 2005 und 2010 beim nicht defibrillierbarem Kammerflimmern bzw. pulsloser ventrikulärer Tachykardie (d.h. persistierenden Rhythmusstörung nach erfolglosen Defibrillationsversuchen) vorgeschlagen [6,14]. Generell kann man zum Einsatz von Antiarrhythmika im Rahmen der Wiederbelebung anmerken, dass „im aktuellen CPR-Algorithmus Antiarrhythmika nicht ausdrücklich empfohlen, sondern lediglich in Erwägung gezogen werden sollten“ [34].

Vergleichbar zu den Maßnahmen bei den Basismaßnahmen (BLS) werden auch die Handlungsempfehlungen bei den erweiterten Reanimationsmaßnahmen (ALS) in Algorithmen zusammengefasst. Der gültige Algorithmus des ERC sieht nach Durchführung der Basismaßnahmen schnellstmöglich eine EKG-Analyse vor. Bei entsprechender Rhythmusstörung soll eine Defibrillation erfolgen. Anschließend folgen vor einer Puls- und Rhythmuskontrolle zwei Minuten Herzdruckmassage und Beatmung im Verhältnis 30:2. Falls keine Rhythmuskonversion festzustellen ist, werden weitere Male defibrilliert (nach dem Schema: eine Defibrillation gefolgt von zwei Minuten Basisreanimation) [14].

Im Falle eines initial festgestellten nicht-defibrillationswürdigen Rhythmus' wird nach der EKG-Analyse ein zweiminütiger Abschnitt mit Basisreanimation durchgeführt.

Medikamentöse Standard-Therapie ist die Gabe von Adrenalin alle drei bis fünf Minuten bei ausbleibendem Erfolg der bisherigen Maßnahmen. Als weitere Optionen sind die Gabe von Amiodaron oder Lidocain (bei therapieresistentem Kammerflimmern) [6,14].

Im Rahmen der erweiterten Maßnahmen soll während der Reanimation nach reversiblen Ursachen für einen Kreislaufstillstand gesucht werden und diese soweit wie möglich beseitigt werden. Die möglichen reversiblen Ursachen für einen Kreislaufstillstand werden im Algorithmus des ERC wie folgt mit einem Merkspruch aufgelistet: es soll nach den „4-H's“,

nämlich Hypoxie, Hypovolämie, Hyper-/ Hypokaliämie oder Hypokalzämie, und Hypothermie sowie nach den „HITS“ nämlich Herzbeuteltamponade, Intoxikation, Thromboembolie und Spannungspneumothorax gefahndet und diese so weit wie möglich spezifisch behandelt und beseitigt werden [6].

Da die folgende Untersuchung Reanimationseinsätze der Jahre 2000 bis 2004 untersucht und keine späteren Fälle berücksichtigt, sind nicht die zuvor dargestellten Richtlinien des ERC 2005 und 2010, sondern die Leitlinien des ERC aus dem Jahr 2000 als Grundlage heranzuziehen. Wesentliche Unterschiede zwischen diesen Empfehlungen werden im Folgenden dargestellt.

Im Rahmen der Basis-Maßnahmen (BLS) wurde in den Leitlinien des ERC von 2000 [35] initial das Durchführen von zwei Beatmungen empfohlen („Rescue Breathing“), anschließend Herzdruckmassage in einem Verhältnis zur Beatmung von 15:2. Dies wurde in den Empfehlungen von 2005 und 2010 auf 30:2 verändert, begonnen wurde mit der Herzdruckmassage (30 Mal) [10,13]. Nach den Richtlinien 2000 sollte die Zeit pro Beatmung zwei Sekunden betragen, 2005 wurde dies auf die Empfehlung von einer Sekunde für das Heben des Brustkorbes reduziert.

Die erweiterten Maßnahmen (ALS) beinhalteten nach den Empfehlungen 2000 beim Vorliegen von Kammerflimmern eine Serie von drei Defibrillationen (mit steigender Energie) jeweils gefolgt von sofortiger Rhythmusanalyse [36], ab 2005 wurde nur noch zu einer einzelnen Defibrillation („Single Shock“) (mit maximaler Energie) geraten mit anschließenden ununterbrochenen Basismaßnahmen für mindestens zwei Minuten. Erst dann wurde der Rhythmus am EKG erneut beurteilt [6,14]. Bei den nicht-defibrillationswürdigen Kreislaufstillständen (Asystolie, PEA) wurde das Zeitintervall der Basismaßnahmen vor erneuter Rhythmuskontrolle von drei Minuten (2000) auf zwei Minuten (ab 2005) reduziert. Neu war in den Leitlinien 2005 die Strategie des „CPR before defibrillation“ beim nicht beobachteten Kreislaufstillstand unter präklinischen Bedingungen. Damit wurde die Empfehlung, die Defibrillation in jedem indizierten Fall so schnell wie möglich durchzuführen insofern verändert, dass in bestimmten Fällen (Kollaps nicht beobachtet und protrahierter Kreislaufstillstand länger als fünf Minuten) die Durchführung von Basismaßnahmen für zwei Minuten der Defibrillation vorgezogen wird [25,37,38]. Dieses Vorgehen wurde in den Leitlinien 2010 wieder verlassen, der Defibrillation bei gegebener Indikation wurde wieder höchste Priorität eingeräumt [14].

Diese Unterschiede in den Leitlinien zur Reanimation zwischen 2000 [35,36] und 2005 [6,10,13,14] hatten erhebliche Auswirkungen auf den Reanimationsablauf im Rahmen der präklinischen Wiederbelebung. Dies ist bei den folgenden Ausführungen zu berücksichtigen.

3. Fragestellung

All diese dargestellten Konzepte haben das gemeinsame Ziel, durch frühzeitige Defibrillation die Überlebenschance von Patienten mit dem Krankheitsbild des plötzlichen Herztodes zu verbessern. In der vorliegenden Arbeit soll das bisher am weitesten verbreitete Konzept, die Frühdefibrillation durch Rettungsdienstmitarbeiter, über die Beantwortung der folgenden Fragen näher untersucht werden.

Welche Reanimationsergebnisse konnten festgestellt werden?

Gibt es Patientengruppe, die in besonderem Maße von den Reanimationsmaßnahmen profitieren?

Welche Ergebnisse brachte die Umstellung der eingesetzten Defibrillatoren?

Wie stellt sich das angewendete Vorgehen im internationalen Vergleich dar?

Welche Komplikationen traten auf, wie wirkten sich diese auf das Ergebnis aus?

Welche Konsequenzen können aus diesen Komplikationen gezogen werden?

4. Patientenkollektiv, Material und Methoden

4.1. Patientenkollektiv und Erhebungszeitraum

Als Patientenkollektiv für diese Untersuchung wurden retrospektiv alle Patienten ausgewählt, die im 5-Jahreszeitraum von 1.1.2000 bis 31.12.2004 von Mitarbeitern des Arbeiter-Samariter-Bundes München wiederbelebt wurden und für die eine Dokumentation im Rahmen eines Reanimationsprotokolls des ASB ausgefüllt worden ist. Dabei konnten 481 Patienten in die Analyse eingeschlossen werden.

4.2. Erhebungsraum

Die Daten wurden im Rettungsdienstbereich München erhoben. Dieser Rettungsdienstbereich besteht aus der Stadt und dem Landkreis München. Die Stadt erstreckt sich mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von 20,7 km und einer Breite in West-Ost-Richtung von 26,9 km auf eine Fläche von 310 km² [5]. Mit 1,2 Millionen Einwohnern ist München als Landeshauptstadt Bayerns die größte Stadt in Süddeutschland [39]. Der Landkreis München hat eine Einwohnerzahl von knapp 300.000 Einwohnern [40]. Das Rettungsdienstgebiet zeichnet sich einerseits durch den urbanen Ballungsraum einer Landeshauptstadt, andererseits durch z.T. ländliche, strukturarme Areale aus [2].

4.2.1. Rettungs- und versorgungstechnische Grunddaten des Einsatzgebietes

4.2.1.1. Rettungssystem

In München gibt es seit März 1966 ein Notarztssystem. Es stehen notarztbesetzte Einsatzfahrzeuge sowie mit nichtärztlichem Rettungsdienstpersonal besetzte Fahrzeuge in der Notfallrettung zur Verfügung. Die Einsätze werden von einer Rettungsleitstelle unter der Leitung der Berufsfeuerwehr München koordiniert, die seit Juli 1997 mit der Feuerwehreinsatzzentrale zur „Integrierten Leitstelle“ („ILST“) zusammengeführt wurde [1]. Alle medizinischen und feuerwehrtechnischen Einsätze im Erhebungsraum werden unter der einheitlichen Notrufnummer 112 in der integrierten Leitstelle entgegengenommen und die entsprechenden Rettungsmittel koordiniert. Neben der Funktion der Einsatzzentrale der Berufsfeuerwehr in München, der Leitstelle für die Notfallrettung und Koordinierung der Krankentransporte sowie Lenkung der Interhospitaltransporte wird in der „ILST“ der Zentrale Bettennachweis der Kliniken im Rettungsdienstbereich geführt. Bei Bedarf fungiert sie als Meldekopf der Stadtverwaltung, Führungsmittel im Katastrophenfall und Einsatzunterstützung bei Gefahrgutunfällen im oberbayerischen Raum. Außerdem ist die Zentrale zur Weiterverlegung von Patienten und die Koordinierungszentrale für die Intensivtransport-Hubschrauber in ganz Bayern hier angegliedert [2].

4.2.1.2. Einsatzzeiten

Für Bayern ist im Regelfall eine Einsatzzeit (Fahrzeit) von 12 Minuten (in dünn besiedeltem Gebiet mit schwachem Verkehr 15 Minuten) bis zum Eintreffen des ersten Rettungsmittels in

der 2. Ausführungsverordnung des Bayerischen Rettungsdienstgesetzes vorgeschrieben [41]. Dies wird als „Hilfsfrist“ beschrieben. In der DIN 13050:2002-09 wird sie als „planerische Zeitspanne [...] zwischen dem Eingang des Notrufes in der (Rettungs-)Leitstelle und dem Eintreffen des Rettungsdienstes am Einsatzort“ definiert [42].

4.2.1.3. Akutkrankenhäuser

Im Rettungsdienstbereich München gibt es 22 Akutkrankenhäuser, die Reanimationspatienten aufnehmen können und über entsprechende Intensivstationen verfügen [3]. Diese teilen sich wie folgt auf: Zum einen sind es die vier städtischen Krankenhäuser München-Schwabing, München-Bogenhausen, München-Neuperlach sowie München-Harlaching. Weitere Versorgungskapazitäten werden in den Universitätskliniken Rechts der Isar, im Innenstadt-Klinikum (Medizinische Klinik Ziemsenstraße, Chirurgische Klinik Nussbaumstraße, Medizinische Poliklinik Pettenkoferstraße) sowie im Klinikum Grosshadern bereitgestellt. Darüber hinaus gibt es zwei Kreiskrankenhäuser mit internistischen Intensivbetten (Pasing und Alt-Perlach). Im Münchner Westen stehen außerdem im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, im Krankenhaus Neuwittelsbach, im Krankenhaus Dritter Orden, im Rotkreuz-Krankenhaus sowie insbesondere im Deutschen Herzzentrum Aufnahmekapazitäten bereit. Im Süden der Stadt können in der Internistischen Klinik Dr. Müller, in der Chirurgischen Klinik Dr. Rinecker und in der Klinik Augustinum Reanimationspatienten behandelt werden. Zusätzlich gibt es in der Schreiberklinik und dem Krankenhaus Josephinum Aufnahmemöglichkeiten für Patienten nach Reanimationen.

4.2.1.4. Rettungsmittel und Hilfsorganisationen

Rettungsmittel werden je nach Besetzung in notarztbesetzte Fahrzeuge, Rettungstransportwagen und Krankentransportfahrzeuge eingeteilt. Die bodengebundenen notarztbesetzten Rettungsmittel, werden alle samt von der Berufsfeuerwehr München gestellt und bestehen zum einen aus fünf Notarztwagen (NAW)(FL 1/70/1, FL 2/70/1, FL 4/70/1, FL 5/70/1, FL 9/70/1), die im so genannten Kompaktsystem arbeiten, zum anderen aus sechs Notarzt-Einsatzfahrzeugen (NEF)(FL 3/76/1, FL 4/76/1, FL 6/76/1, FL 7/76/1, FL 8/76/1, FL 9/76/1), die im so genannten Rendezvous-System zusammen mit Rettungswagen (RTW) eingesetzt werden. Beim Kompaktsystem rückt der Notarzt mit einem Rettungswagen aus, beim Rendezvous-System fahren der Notarzt in einem PKW und der Rettungswagen getrennt zum Einsatz. Die notarztbesetzten Rettungsmittel sind derzeit auf neun Notarztstandorte verteilt.

Das Rettungssystem wird durch ein speziell für die Neugeborenenversorgung ausgestattetes Transportmittel (NND)(FL 1/70/2), ein mit einem Kinderarzt besetztes Notarzt-Einsatzfahrzeug (Kinder-NEF)(FL 1/76/1) sowie einen arztbesetzten Rettungshubschrauber (RTH)(Christoph 1, dieser wird von der ADAC-Luftrettung GmbH, München betrieben), in der Primärrettung ergänzt [1]. Die Besetzung der Notarzt-Fahrzeuge besteht in München immer aus mindestens einem Rettungsassistenten bzw. Rettungsanwärter der Berufsfeuerwehr München und einem

Arzt. Die Standorte der Notarztfahrzeuge sind nach zu erwartender Einsatzdichte und für eine bestmögliche Gebietsabdeckung über die Stadt verteilt. Jedem Standort ist ein Wachgebiet zugeordnet [2].

Die nichtärztlich besetzten Rettungsmittel werden in Rettungswagen (RTW) und Krankentransportwagen (KTW) unterteilt. In München gibt es neben 13 Notarzt-Fahrzeugen und neun Rettungstransportwagen der Berufsfeuerwehr bis zu 40 weitere RTWs, die von vier Hilfsorganisationen (Arbeiter-Samariter-Bund, Bayerisches Rotes Kreuz, Johanniter-Unfall-Hilfe, Malteser-Hilfsdienst) und drei Privatunternehmen (Aicher Ambulanz Union, H&P Ambulance München OHG, MKT-Krankentransporte OHG) gestellt werden [43]. Diese sind auf 24 Rettungswachen verteilt. 24 dieser 40 Rettungswagen sind rund um die Uhr besetzt [2].

Im Krankentransport werden in München ein Intensivtransport-Hubschrauber (ITH, betrieben von der HDM-Luftrettung gGmbH / Team DRF), zwei arztbesetzte Intensivtransportwagen (abgekürzt mit „ITW“, die ebenfalls vom ASB gestellt werden) und bis zu 45 Krankentransportwagen („KTW“, von den Hilfsorganisationen und Privatunternehmen) eingesetzt [1,2]. Weitere Spezialfahrzeuge wie z.B. die „Rettungszelle“ für schwergewichtige Patienten, die „Großraum-RTWs“ und die „Infekt-RTW's“ werden für spezielle Einsätze von der Berufsfeuerwehr München bereitgehalten.

Zur Unterstützung des Rettungsdienstes werden in München seit 1994 auch Fahrzeuge der Freiwilligen Feuerwehr und der Berufsfeuerwehr München eingesetzt, um die Einsatzzeiten noch weiter zu verkürzen. Dies geschieht im Rahmen des so genannten „First-Responder-Systems“. Sie dienen der Unterstützung des Rettungs- und Notarztdienstes und werden bei bestimmten Meldebildern zusätzlich alarmiert. Alle Einheiten dieses Systems sind mit Defibrillatoren ausgestattet.

Diese Entwicklung gründet sich auf Erkenntnisse aus den USA. Dort wird bereits seit den 80er Jahren das „First-Responder-Konzept“ kombiniert mit der Technik der Frühdefibrillation mittels AED erfolgreich umgesetzt. Zum Zeitpunkt der Erprobung dieser Systeme in Deutschland 1994 im Rahmen eines Pilotprojektes im Landkreis München (Freiwillige Feuerwehren Oberschleißheim, Unterschleißheim und Aschheim) gab es „in den USA schon knapp 600 Frühdefi-Programme, die sich auf First Responder“ stützen [44]. Nach einjähriger Testphase wurde die Durchführbarkeit, die Möglichkeit zur deutlichen Verringerung des „therapiefreien Intervalls“ sowie die sichere und gefahrlose Anwendung der eingesetzten AEDs auch für Deutschland als nachgewiesen angesehen und das Projekt im Landkreis München auf Dauer beibehalten [4]. Es folgte die Ausweitung des First-Responder-Systems sowohl auf weitere freiwillige Feuerwehren wie z.B. Großhelfendorf (Gemeinde Aying seit 1995) und Garching (seit 1999) als auch auf weitere Hilfsorganisationen wie z.B. die Wasserwacht des Bayerischen Roten Kreuzes (First-Responder Feldkirchen seit 1995), die BRK-Bereitschaft in Planegg (seit

1996) und Aubing (seit 2003) und der Malteser Hilfsdienst (First Responder Taufkirchen seit 1998)[44].

Seit 1997 wurde das First-Responder-System durch den Einsatz von Hilfeleistungslöschfahrzeugen (HLF) der Berufsfeuerwehr München als „First Responder“ im Stadtgebiet erweitert. Nachdem hierbei anfänglich das Indikationsspektrum ausschließlich auf das Einsatzstichwort „Reanimation“ limitiert wurde, entschied man sich 2001, die Einsatzindikation auf folgende Meldebilder zu erweitern: „bewusstlose / leblose Person“, „Reanimation / Kreislaufstillstand“, „Atemstillstand“, „Polytrauma“ und „andere akute Lebensbedrohungen“ [5]. Dadurch konnten die Vorteile der Verkürzung der Eintreffzeiten am Patienten (3 Minuten im Median und in Bezug auf die 90% Perzentile in der Untersuchung von Kanz 2004 [5]) von zuvor 4,5% der gesamten Reanimationspatienten im Einsatzgebiet auf 32,8% gesteigert werden. Auswirkungen auf die Überlebensrate im Beobachtungsraum sind wahrscheinlich, jedoch auch in der Arbeit von Kanz nicht untersucht und beschrieben [5].

4.2.1.5. Einsatzverteilung

Die Einsätze werden zentral von der Integrierten Leitstelle der Berufsfeuerwehr München entgegengenommen und nach der „Strategie des nächsten geeigneten Fahrzeugs“ disponiert (§19, „Dienstanweisung für den Rettungsdienst“ gemäß Art. 13 Abs. 3 BayRDG, [45]). Je nach Meldebild, das sich aus der telefonischen Abfrage des Notrufes ergibt, wird entweder nur ein Rettungswagen, mit oder ohne Sondersignal, oder ein Notarztwagen (NAW oder NEF) geschickt.

Bei bestimmten Meldebildern ist die Entsendung eines Notarztes zwingend vorgeschrieben. Mit Inkrafttreten zum 01.10.2002 wurde vom Bayerischen Staatsministerium des Inneren ein neuer Notarzt-Indikationskatalog herausgegeben, der seitdem als Grundlage für die Disponentenentscheidung in der Integrierten Leitstelle die Entsendung von Notarztwagen regelt [1]. In diesem neuen Katalog wird der Notarzteinsatz von bestimmten Notfallbeschreibungen und Zustandsbeschreibungen abhängig gemacht. Unverändert zum bisherigen Vorgehen bleiben diejenigen Meldebilder eine Notarztindikation, bei denen im Verlauf mit einer Lebensbedrohung zu rechnen ist oder eine offenbare Bedrohung beschrieben wird. Als Beispiele für Meldebilder, die unabhängig von der Umstellung auf den neuen Katalog mit einer primären Notarztalarmierung verbunden sind, sind Reanimation, Bewusstlosigkeit, Atemnot, Atemstillstand zu nennen. Dagegen wird in München bei folgenden Meldebildern häufig lediglich ein Rettungswagen entsandt: Erkrankt, Verletzt, Sturz, Atembeschwerden, Kollaps, etc.. Dieser Rettungswagen muss sich bei entsprechender Notfallsituation (z.B. jedem lebensbedrohlichen Zustandsbild) einen Notarzt nachbestellen (sekundärer Notarzt-Alarm).

Der „alte Notarzt-Indikationskatalog“, der als Anlage 1 zur „Musterdienstanweisung für den Rettungsdienst“ [45] herausgegeben wurde, umfasste 13 aufgelistete Notfälle, die zu einer Alarmierung des Notarztes führen mussten. In der Praxis hat sich mit dem neuen Notarzkatalog nach einer kurzen Umstellungsphase im Oktober 2002 mit gehäuften „neuen“ Notarzteinsätzen keine wesentliche Änderung ergeben.

Bei primären Notarzteeinsätzen wird auf mehrere Arten versucht, das therapiefreie Intervall zu verkürzen. Zum einen wird grundsätzlich, wenn sinnvoll möglich, ein First Responder an die Einsatzstelle geschickt. Zum anderen ist es in München üblich, immer wenn es möglich ist und einen zusätzlichen Zeitvorteil bringt, einen Rettungswagen „vorab“ zum Einsatzort zu schicken. Bei entsprechendem Notfallereignis kann dieser so bereits vor Eintreffen des Notarztes erweiterte Maßnahmen im Sinne des ALS (Advanced life Support), wie zum Beispiel Defibrillation oder erweitertes Atemwegsmanagement durch Intubation ergreifen. Dieses Vorgehen hat sich nicht nur im Hinblick auf die Verkürzung des therapiefreien Intervalls bewährt, sondern bringt auch in vielen Einsätzen weitere taktische Vorteile wie z.B. beim Transport des Patienten zum Rettungsfahrzeug, der Unterstützung der Notarztbesatzung bei der Versorgung des Patienten oder der Betreuung von Angehörigen.

4.3. Struktur der Hilfsorganisation

Datengrundlage der vorliegenden Arbeit sind die Reanimationseinsätze einer der vier Hilfsorganisationen, deren Grundlagen im Folgenden dargestellt werden.

4.3.1. Grunddaten des Arbeiter-Samariter-Bundes

Der ASB München wurde am 3. März 1921 gegründet, zwei Jahre später (im März 1923) ins Vereinsregister eingetragen. Als rechtliche Form wurde die Struktur des „eingetragenen Vereins“ gewählt. Ziel war es, eine parteipolitisch neutrale und konfessionell ungebundene Organisation zu schaffen. Der ASB München ist als Regionalverband München / Oberbayern eine der 249 regionalen Gliederungen des ASB Deutschlands e.V.. Als oberstes Gremium dient der Bundesverband als Dachverband aller Gliederungen.

Im Haupttätigkeitsbereich „Rettungsdienste“ ist der Arbeiter-Samariter-Bund München an mehreren Schwerpunkten tätig. Im klassischen Rettungsdienst ist er mit fünf Rettungswagen (RTW) und neun Krankentransportwagen (KTW) im Regeldienst vertreten. Speziell für den Einsatz im Intensivtransportdienst werden spezielle Intensivtransport-Wagen (ITW) sowie ein Intensivtransport-Hubschrauber (ITH), der am Klinikum Großhadern stationiert ist, vorgehalten. Ergänzend ist der Verein im Rückholddienst im In- und Ausland aktiv. Der Bereich Sanitätsdienst ist für die Betreuung von größeren Veranstaltungen wie zum Beispiel dem „Street-Life-Festival“ in München zuständig. Ein besonderes Tätigkeitsfeld des ASB ist das ehrenamtliche Kriseninterventionsteam (KIT), das im Rettungsdienst für die Betreuung von Angehörigen und Betroffenen bei belastenden Ereignissen zuständig ist. Abgerundet wird das Tätigkeitsgebiet der „Rettungsdienste“ noch durch den Bereich Rettungshundestaffel.

Der Bereich „Ausbildung“ bietet Fortbildungsmöglichkeiten für betriebsinterne Ersthelfer, durch Kurse in „Erster Hilfe“ und „lebensrettenden Sofortmaßnahmen“ sowie weiterführende Qualifikationen im Sanitäts- und Rettungsdienst. Spezialkurse wie „Kindernotfälle“ und „Erste Hilfe am Hund“ ergänzen als Besonderheiten das angebotene Programm.

Als weiterer Aufgabenbereich wurden die „sozialen Dienste“ definiert. Hierunter werden Aktivitäten in der Unterstützung von Senioren und Behinderten zusammengefasst. Hausnotruf,

„Pflege- und Haushaltshilfen“ sowie Behindertentransport werden angeboten. Mit dem so genannten „ASZ“, Alten- und Seniorenzentrum Altstadt, bietet der ASB eine „Einrichtung der offenen Altenhilfe und richtet sich mit seinem Programm an Seniorinnen und Senioren ab 55 Jahren - gleich welcher Nationalität und Religionszugehörigkeit“.

Der Arbeiter-Samariter-Bund stellt abschließend auch im Bereich „Wehrdienstalternativen“ ein Angebot für Zivildienstleistende wie auch für Mitarbeiter im Katastrophenschutz bereit.

4.3.2. Eingesetzte Rettungsmittel

Im Bereich des Rettungsdienstes sind beim ASB München e.V. im Beobachtungszeitraum 2000 bis Ende 2004 verschiedene Fahrzeuge eingesetzt worden. Im Krankentransport waren im angegebenen Zeitraum neun Krankentransportwagen in Betrieb, die mit den Funkrufnummern SAMA 14/56 bis SAMA 14/64 belegt wurden. Bei den Fahrzeugen handelte es sich vor allem um Mercedes Typ T4, die unregelmäßig je nach Qualifikation der Besatzungen und je nach Verfügbarkeit mit Defibrillatoren der Reihe Lifepak 250 ausgestattet wurden. Die Minimalanforderungen an die Besatzung waren ein Rettungssanitäter (520-Stunden-Ausbildung) für die Patientenbetreuung sowie ein Rettungsdiensthelfer mit nachgewiesener Ortskunde in München und betriebsinterner Fahrgenehmigung. Die Ausstattung der KTWs erfolgte auf der Grundlage der DIN 75080. Diese Mindestausstattung wurde jedoch in vielen Punkten wie zum Beispiel der zusätzlichen Ausstattung mit einem Defibrillator oder einem Pulsoxymeter weit übertroffen.

Die fünf eingesetzten Rettungstransportwagen teilten sich wie folgt auf: Zwei Rettungswagen mit den Funkrufnummern SAMA 14/51 und SAMA 14/54 waren vom Fahrzeugtyp aus der Reihe Fiat Ducato mit einem so genannten „Kofferaufbau“. Beide Fahrzeuge waren im relevanten Zeitraum mit EKG-Defibrillatoren der Reihe Medtronic Lifepak 12 ausgestattet. Zwei weitere Rettungswagen mit dem Namen SAMA 14/55 und SAMA 14/69 waren Fahrzeuge der Baureihe Mercedes Benz 614 D. Auch diese besaßen im Beobachtungszeitraum mit Defibrillatoren Lifepak 12. Lediglich der SAMA 14/54 war noch bis Anfang 2001 mit einem Lifepak 250 versehen und wurde erst nachträglich umgerüstet auf das Lifepak 12. Als dritter Fahrzeugtyp ist der Mercedes Sprinter 312 eingesetzt. Dieses Fahrzeug hat den Rufnamen SAMA 14/52 und dient bei Bedarf als Ersatz-Rettungswagen. Die Aufrüstung auf ein Lifepak 12 erfolgte erst Ende 2002, bis dahin war das Fahrzeug mit einem Lifepak 250 ausgestattet. Alle eingesetzten Rettungswagen wurden mindestens mit einem Rettungsassistenten mit zweijähriger Ausbildung besetzt; als Fahrer wurde mindestens eine Qualifikation als Rettungssanitäter gefordert. Häufig konnten aufgrund des hohen Qualifikationsniveaus auch zwei Rettungsassistenten als Rettungswagenbesatzung eingesetzt werden. Grundlage für die Ausstattung der Rettungswagen war die DIN 75080 Teil 2. Auch bei den RTWs wurde intern eine deutlich erweiterte Ausstattung gefordert. So bot zum Beispiel die Bandbreite der Medikamente annähernd das Niveau eines Notarztwagens (NAW) und das Rettungsgerät den aktuellen medizinischen Standard wie z.B. das Rettungskorsett („KED“).

Das im Rettungsdienst, Intensiv- und Krankentransportwesen eingesetzte Personal setzt sich sowohl aus hauptamtlichem wie auch nebenamtlichem Mitarbeitern zusammen. In den Jahren

2000 bis 2002 waren 40 Arbeitskräfte in einem hauptamtlichen, ca. 100 Personen in einem nebenamtlichen Arbeitsverhältnis sowie ca. 10 Zivildienstleistende für den Arbeiter-Samariter-Bund München e.V. tätig.

4.3.3. Wachgebiet

Eine genaue Wachgebietsdefinition, wie sie zum Beispiel aus feuerwehrtaktischen Gründen für die 10 Wachen der Berufsfeuerwehr festgelegt wurde, gibt es in gleicher Weise für die Rettungswagen in München nicht. Die Fahrzeuge sind meist einem festen Abrufplatz, der in vielen Fällen mit der Rettungswache übereinstimmt, zugeordnet. Damit ergibt sich zum Teil automatisch eine Art Wachgebiet, in dem ein Rettungswagen vermehrt eingesetzt wird. Im Prinzip kann jedoch je nach Bedarf eine abweichende Verteilung der Rettungswagen im Rettungsdienstbereich München (entspricht Stadt und Landkreis München) vorgenommen werden.

Die Abrufplätze für die fünf Rettungswagen des Arbeiter-Samariter-Bundes sind folgendermaßen festgelegt: Ein Rettungswagen steht in der Hauptwache in der Adi-Maislinger-Straße, ein weiteres Fahrzeug ist an der Feuerwache 7 in der Moosacherstraße, der nächste an der Sanitätsakademie in der Neuherbergstrasse und ein letzter am Rotkreuzplatz positioniert. Ein weiterer RTW wird jeden Tag je nach Notfallaufkommen frei disponiert, ein „Abrufplatz“, der regelmäßig aufgesucht wird, existiert hier nicht.

Die Verteilung der Einsätze für die neun Krankentransportwagen wird rein dem Bedarf angepasst. Sie werden für Einsätze im gesamten Landkreis München eingesetzt, einen festen Abrufplatz gibt es nicht.

4.3.4. Ausbildungskonzept

Die Voraussetzungen, um beim Arbeiter-Samariter-Bund im Bereich Rettungsdienst und Krankentransport eingesetzt zu werden, richten sich nach den gesetzlichen Bestimmungen. So ist für jeden Rettungswagen ein Rettungsassistent für die Betreuung und Versorgung der Patienten gefordert, für den Krankenwagen ist es ein Rettungssanitäter. Als Fahrer ist den gesetzlichen Bestimmungen nach eine geeignete Person ausreichend. Im Einsatz für den ASB München e.V. ist eine Besetzung mit einem Rettungsassistenten und einem Rettungssanitäter auf dem Rettungswagen Standard, häufig kann aufgrund der guten Personalsituation sogar ein zweiter Rettungsassistent als Fahrer auf dem RTW eingesetzt werden. Ähnliches gilt für die Krankentransportwagen, auf denen entweder ein Rettungssanitäter mit einem Rettungsdiensthelfer oder sogar zwei Rettungssanitäter den Dienst versehen.

Um die fachliche Qualität der Mitarbeiter auf einem hohen Niveau zu halten, wird ein- bis zweimal im Jahr eine 40-stündige Fortbildung für alle im Rettungsdienst eingesetzten Mitarbeiter als Pflichtveranstaltung angesetzt. Als Themen werden unterschiedliche notfallmedizinische Ausbildungsinhalte vermittelt, so zum Beispiel die Abwicklung von Großschadensereignissen. Parallel dazu muss jeder aktive Rettungsdienstmitarbeiter die jährliche Reanimations-Übung mit abschließender Prüfung absolvieren. Hierbei wird je nach

Qualifikation und Einsatz im Rettungsdienst bzw. Krankentransport ein unterschiedlicher Standard abgeprüft.

Rettungssanitäter, die lediglich im KTW-Dienst eingesetzt werden, müssen den so genannten „Frühdefibrillations-Schein“ absolvieren. Dabei wird eine wie im Kapitel 2.2 beschriebene Basisreanimation kombiniert mit der Anwendung eines AED gefordert. Dagegen müssen Mitarbeiter mit der Qualifikation Rettungssanitäter, die auch als Fahrer auf einem Rettungswagen eingesetzt werden wollen, die so genannte „ACLS-Assistenz“ (Advanced cardiac Life Support) bestehen. Dabei wird von den jeweiligen Personen das Beherrschen der Basisreanimation, der Bedienung des halbautomatischen Defibrillators und des gesamten Algorithmus der erweiterten Maßnahmen gefordert. Eine praktische Durchführung z.B. der Intubation ist nicht Voraussetzung für diesen Qualifikationsstandard, der lediglich die Assistenz beim „Advanced cardiac life Support“ abprüft. Der höchste Ausbildungsgrad von nichtärztlichem Personal wird beim Arbeiter-Samariter-Bund durch die „ACLS-Prüfung“ für Rettungsassistenten jährlich abgenommen. Diese umfasst neben den Maßnahmen der Basisreanimation alle weiterführenden Schritte beim „Advanced cardiac life Support“ inklusive der Defibrillation mit einem halbautomatischen Gerät, der Intubation sowie der Gabe von Standard-Reanimationsmedikamenten wie Suprarenin und Atropin. Die eigenverantwortliche Applikation von Antiarrhythmika wie zum Beispiel Amiodaron oder Lidocain ist dabei ausgenommen. Ebenso das Anlegen eines externen Schrittmachers ohne Anweisung durch einen Notarzt.

Alle drei Reanimations-Standards, der „Frühdefibrillations-Schein“, die „ACLS-Assistenz“ und die „ACLS-Prüfung“ werden anhand eines einheitlichen Protokolls dokumentiert und ausgewertet. Eine jährliche Wiederholung ist ebenso wie zumindest eine 40-stündige Fortbildung intern Voraussetzung für den weiteren Einsatz im Rettungsdienst. Unabhängig von diesen regelmäßigen Fortbildungen gibt es für jeden Mitarbeiter beim Arbeiter-Samariter-Bund eine Geräteeinweisung in alle eingesetzten Geräte wie Absaugpumpen, Spritzenpumpen und speziell auch EKG-Defibrillatoren, wie vom Gesetzgeber im Medizin-Produkte-Gesetz (MPG) gefordert. Diese Einweisung wird in einem so genannten Gerätepass dokumentiert, der für jeden Mitarbeiter angelegt wird. Auch dieser Nachweis ist eine Grundvoraussetzung für einen Einsatz im Rettungsdienst.

4.3.5. Qualitätsmanagement beim Arbeiter-Samariter-Bund

Mit der detaillierten Protokollierung und Aufzeichnung jeder Reanimation zusammen mit den Problemen und Komplikationen verfügt der ASB über ein effektives Instrument zur Qualitätserfassung und -verbesserung. Eine Dokumentation und Auswertung ggf. mit Nachbesprechung mit den beteiligten Rettungskräften wird seit 1989 durchgeführt. Aufgrund dieser Daten können frühzeitig personelle wie auch organisatorische Probleme systematisch erkannt und beseitigt werden. Dabei bedient sich der Arbeiter-Samariter-Bund auch modernster Techniken wie der umfangreichen Datenaufzeichnung der EKG-Defibrillatoren z.T. mit Sprachaufzeichnung beim jeweiligen Einsatz als auch der Möglichkeit der telefonischen Datenübermittlung mittels Telemetrie. Alle Daten der in München eingesetzten Kranken- und

Rettungsfahrzeuge werden zentral in der Hauptwache des ASB zusammengeführt und archiviert.

Eine genauere Beschreibung des aufgezeichneten Datenmaterials sowie die möglichen Rückschlüsse aus der Auswertung dieser Informationen ist Ziel dieser Arbeit und wird im Folgenden genauer dargestellt.

4.4. Material

4.4.1. Datenquellen

Zur Prozessanalyse der Frühdefibrillationen des Arbeiter-Samariter-Bundes lagen 481 Einsatzprotokolle des Arbeiter-Samariter-Bundes vor sowie 292 Ereignisausdrucke bzw. Telemetriedaten der eingesetzten EKG-Defibrillatoren, 29 auswertbare Tonbandaufzeichnungen und das Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München mit 4823 Fällen unter Beteiligung aller Hilfsorganisationen.

4.4.1.1. „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bund

Beim ASB in München werden zur genaueren Einsatzdokumentation bei allen Reanimationseinsätzen zusätzliche Einsatzprotokolle ausgefüllt. Diese werden zusammen mit weiterem Dokumentationsmaterial, je nach verwendetem EKG-Defibrillator (bei Lifepak 250 mit der Tonbandaufzeichnung (siehe 4.4.1.5) oder beim Lifepak 12 mit ausgedruckter Ereignisdokumentation (siehe 4.4.1.4)) kontrolliert und anschließend bis zur genauen Auswertung archiviert. Die Einsatzprotokolle „Frühdefibrillation“ wurden im Erfassungszeitraum in drei unterschiedlichen Versionen benutzt. Dieser Wechsel wurde u.a. auch aufgrund der Umstellung auf den neuen Defibrillator Lifepak 12 vorgenommen, die Version 1 war noch auf das Lifepak 250 abgestimmt. Die Einsatzprotokolle wurden nach der Chronologie ihrer Einführung mit Version 1, Version 2 und Version 3 bezeichnet.

Die wesentlichen Unterschiede der Protokolle beziehen sich auf die zunehmend genauere Erfassung der Maßnahme inklusive der Medikamentengaben und insbesondere auf die Dokumentation der Komplikationen.

Diese Bögen sollten von jedem Rettungswagen-Team nach einem Reanimationseinsatz möglichst zeitnah ausgefüllt und an den Fahrdienstleiter beziehungsweise an dessen Stellvertreter weitergeleitet werden.

ASB Kassettennummer: _____

FRÜHDEFIBRILLATION IN MÜNCHEN EINSATZBERICHT

Einsatzdatum: _____ Rufname RTW/KTW: _____ Einsatznummer: _____ Einsatzzeit: _____
 Unfallort: _____ Anzeit: _____
 Entsch. mit Wohnort Ja Nein
 Start nachgefordert parallel unterwegs
 Rufname: _____ Anzeit: _____
 Patientendaten: männlich weiblich Alter: _____
 ggf. bekannte Grunderkrankungen: _____

Patientenzustand bei Eintreffen des RTW/KTW:

Augenzeugen bei Kollaps Ja Nein Ja Zeit bis Eintreffen RTW/KTW ca. _____ min
 CPR bei Eintreffen Nein Ja
 dabei erbrochen Nein Ja
 Bewußtsein erhalten Nein Ja
 Schnappatmung Nein Ja
 ohne Vitalfunktionen Nein Ja
 Asystolie Nein Ja
 vor CPR erbrochen Nein Ja

Maßnahmen der RTW/KTW-Besatzung Maßnahmen durch NA

Absaugung	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/>
Maskenbeatmung	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/>
Suprastoffgabe	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	Flow: _____
Intubation	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/>
venöser Zugang	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/>
Adrenalingabe	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Atropingabe	<input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja	<input type="radio"/>
Sonstiges		<input type="radio"/>

Defibrillationen: Geräte-Malfunktion

Ausgelöste Schocks **gesamt:** _____
 1. Zyklus: _____
 2. Zyklus: _____
 3. Zyklus: _____
 „No shock advised“: 1. Zyklus: _____
 2. Zyklus: _____
 3. Zyklus: _____

Transport Nein/Exitus Ja - durch NAW RTW
 nach KHS: _____

Personalien der RTW/KTW-Besatzung:

Fahrer: RA RN SH Hülfer 1: _____
 Beifahrer: RA RN SH Hülfer 2: _____

Abbildung 2: Einsatzprotokoll Frühdefibrillation in Version 1

ASB KV München

Einsatzprotokoll Frühdefibrillation / ALS

Datum: _____ Einsatzort: _____ Rufname Sa: _____
 Fahrer: _____ Defibrillator: LP 12 LP 250 LP 300 LP 300 Alarm 4:33 Uhr
 Beifahrer: _____ am Patient 4:34 Uhr
 Praktikant: _____ am Patient 4:41 Uhr
 Notarzt: Rufname _____ parallel alarmiert NA am Patient 4:42 Uhr
 Notarzt: Rufname _____ parallel alarmiert nachgefordert

Meldebild für RTW: _____ ID Nummer bei LP 12: _____

Rahmenbedingungen: Ursache des Kreislaufstillstandes: verm. cardiac Kollaps beobachtet ja nein
 Trauma Notruf sofort verzögert
 Pat. Alter ca. _____ Jahre sonst vor Kreislaufstillstand unklar

EH-Massnahmen: Beatmung Herzdruckmassage Seitenlage sonst: _____ Arzt vor Ort
Erstbefunde: Bewußtlosigkeit Schnappatmung erster EKG-Befund: Kammerflimmern pVT Atemstillstand Kreislaufstillstand Asystolie pEA

Maßnahmen:	RTW	NA	Medikamente:	RTW	NA
- Maskenbeatmung	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Suprarenin e.b.	_____ mg	_____ mg
- Sauerstoff	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Suprarenin i.v.	_____ mg	_____ mg
- Reservoir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Atropin	_____ mg	_____ mg
- Flow _____ l/min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Lidocain	_____ mg	_____ mg
- Absaugung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Gilurymal	_____ ml	_____ ml
- Intubation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Bikarbonat	_____ ml	_____ ml
- Venenzugang 1 Ort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Theophyllin	_____ mg	_____ mg
- Venenzugang 2 Ort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Magnesium	_____ g	_____ g
- maschinelle Beatmung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
- Defibrillation mit AED	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>			
- Defibrillation manuell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	- Vollelektrolytlösung	_____ ml	_____ ml
- Schrittmacher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			

Verlauf: ROSC Kreislauf stabil ROSV Narkose erforderlich Pat wach Maßnahmen ohne Erfolg
praktisches Outcome: Exitus /kein Transport Transport unter CPR Transport mit Spontankreislauf
 Übergabe im Schockraum Übergabe auf Intensivstation
 Zielklinik: _____ wenn bek. Aufnahmeort: _____
 Verlauf nicht bekannt da Transport mit NAW

Komplikationen medizinisch	Komplikationen organisatorisch	Komplikationen Material
<input type="radio"/> Aspiration	<input type="radio"/> Einsatzmeldung falsch	<input type="radio"/> Defi Akku leer
<input type="radio"/> erschwerte Intubation	<input type="radio"/> Einsatzort falsch	<input type="radio"/> Defi Elektroden
<input type="radio"/> erschwerte Venenzugang	<input type="radio"/> Zugang zum Pat. verzögert	<input type="radio"/> Defi Kabel
<input type="radio"/> Hypovolämie	<input checked="" type="radio"/> räumliche Enge	<input type="radio"/> sonst Defi defekt
<input type="radio"/> Rippenfraktur	<input type="radio"/> witterungsbedingt	<input type="radio"/> Sauerstoff leer
<input checked="" type="radio"/> sonst	<input type="radio"/> sonst.	<input type="radio"/> Beatmungsbeutel
		<input type="radio"/> sonst.

Anmerkungen: _____

* ROSC: Spontankreislauf ROSV: Spontanatmung

ASB Kreisverband München Rettungsdienst

Einsatzprotokoll Frühdefibrillation / Reanimation / Pacerersatz LP 12

Datum: _____ Fahrzeug Sama: _____ Auftragsnr.: _____
 FahrerIn: _____ BeifahrerIn: _____ PraktikantIn: _____
 Name Patient: _____ Vorname Patient: _____ Geb. Dat.: _____
 Meldebild RTW: _____ Alarmzeit RTW: _____ Anzeit RTW: _____
 Notarzt Rufname: _____ Alarmzeit NA: _____ Anzeit NA: _____
 NA parallel alarmiert NA nachalarmiert

Defibrillator

LP 12 ID Nummer LP 12: _____ telemetriert ja nein
 LP 250 LP 300 Kassettennummer _____ Reanimation "nur" Pacerersatz

Medizinische Voraussetzungen

Kreislaufstillstand vor Notruf während Anfahrt nach Eintreffen RTW
 EH Maßnahmen keine Seitenlage Beatmung Herzdruckmassage
 Erst EKG Bild Asystolie pEA pVT Kammerflimmern sonst
 Ursache Kreislaufstillstand kardial andere intern. Intox Trauma

Maßnahmen	RTW	NA	Medikament	RTW	NA
Maskenbeatmung	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Suprarenin endobronchial	in mg	
Sauerstoff	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Suprarenin i.v.	in mg	
mit Demandventil	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Atropin	in mg	
mit Reservoir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Lidocain	in mg ()	
Flow _____ l/min	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Gilurymal	in mg ()	
Absaugung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> NaBi	in ml ()	
Intubation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Theophyllin	in mg ()	
Venenzugang 1 Ort	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Magnesium	in g ()	
Venenzugang 2 Ort	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Cordarex	in mg ()	
maschinelle Beatmung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Dopamin	mg/h ()	
Defibrillation mit AED (semiaut.)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>			
Defibrillation manuell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
Defibrillation synchronisiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
transitorakaler Pacer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> Volumen Vollelektrolyt	in ml	500
mit _____ /min _____ mA			<input type="radio"/> Haes	in ml	

Verlauf: ROSC ROSV Kreislauf stabil Narkose Pat wach ohne Erfolg
Präklinisches Outcome: Transport ja, wenn ja unter CPR mit Spontankreislauf
 Zielklinik: Ned. ggf. St. _____ mit RTW mit NAW
 O nein, Exitus

* ROSC: Spontankreislauf ROSV: Spontanatmung

Komplikationen medizinisch	Komplikationen organisatorisch	Komplikationen Material
<input type="radio"/> Aspiration	<input type="radio"/> Einsatzmeldung falsch	<input type="radio"/> Defi Akku leer
<input type="radio"/> Intubation fehlgeschlagen/erschw	<input type="radio"/> Einsatzort falsch	<input type="radio"/> Defi Elektroden
<input type="radio"/> IV Zugang erschwert	<input type="radio"/> Meldung falsch	<input type="radio"/> Defi Kabel
<input type="radio"/> Rippenfraktur	<input type="radio"/> Zugang zum Patient verzögert	<input type="radio"/> Defi sonst Defekt
<input type="radio"/> Pneumothorax	<input type="radio"/> räumliche Enge	<input type="radio"/> Sauerstoff leer
	<input type="radio"/> witterungsbedingt	<input type="radio"/> Beatmungsbeutel
		<input type="radio"/> Intubationsbesteck

Abbildung 3: Einsatzprotokolle Frühdefibrillation in Version 2 und 3

4.4.1.2. Reanimationsregister

Bei der Berufsfeuerwehr München wird im Rahmen des Qualitätsmanagement Rettungsdienst zu jedem Reanimationseinsatz ein Dokumentationsbogen ausgefüllt. Dieser wurde unmittelbar nach dem Einsatz von der Besatzung des Rettungsmittels (HLF, RTW, NAW, NEF) ausgefüllt und zur Auswertung an die zuständige Dienststelle in der Hauptfeuerwache weitergeleitet.

Reanimation Dokumentationsbogen Berufsfeuerwehr München Qualitätsmanagement Rettungsdienst

Logo: BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

Monat / Jahr: [] [] [] [] Einsatznummer: [] [] [] [] [] [] [] []

Erster Notrufeingang/Stempelzeit: [] [] [] []

Rettungsmittel: Alarmierung: Einsatz an: Fahrzeugnummer:

First-Responder: [] [] [] [] [] [] [] []

RTW: [] [] [] [] [] [] [] []

NAW: [] [] [] [] [] [] [] []

Meldebild: Bewußtlose Person Reanimation Sonstige

Geburtsjahr: [] [] [] [] Männlich Weiblich

Notfallort: Auf der Straße Wohnung MVV / Bahnbereich Öffentliches Gebäude
 Arbeitsplatz im RTW / NAW Großveranstaltung Sonstige

Ursache: Kardial (Herz) Unfall, Verletzung Sonstige

Herz-Kreislaufstillstand beobachtet durch: Anwesende First Responder Rettungsdienst
 Notarzt Sonstige:.....

nicht beobachtet:

Reanimation durch Anwesende: Ja Nein

AED-Einsatz durch First-Responder-Einheit: Ja Nein
(Erstdefibrillation)Anzahl der Defibrillationen

AED-Einsatz durch Rettungsdienst: Ja Nein
(Frühdefibrillation)Anzahl der Defibrillationen

Erster Herzrhythmus: Kammerflimmern Asystolie Sonstiger Rhythmus

Erste Defibrillation, Zeit: [] [] [] [] [] [] [] []
....Anzahl der Defibrillationen insgesamt

Endotracheale Intubation: Ja Nein

Adrenalingabe: Ja Nein
....mg Adrenalin insgesamt

Wiederherstellung eines Pulses: Ja Nein

Klinikaufnahme, Zeit: [] [] [] [] [] [] [] [] oder Todesfeststellung, Zeit: [] [] [] [] [] [] [] []

Besonderheiten:

Datum: Name: Unterschrift:
Ersellt durch FB II R

Herz-Kreislauf-Stillstand (HKS) cardialer Ursache:

Als cardial ist jeder HKS anzunehmen, bei dem sich keine andere Ursache ermitteln läßt wie z.B. eine Verletzung, Vergiftung oder primäre Atemstörung.

Beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand (HKS):

Beobachtet ist ein HKS, wenn der Kollaps des Patienten von zufällig Anwesenden oder aber von Rettungsdienstpersonal (siehe Kategorien) gesehen oder gehört wurde. Das Auffinden einer bewußtlosen / leblosen Person ist damit *kein* beobachteter HKS.

Initialer Herzrhythmus:

Es gilt der erste, egal von wem, abgeleitete EKG-Befund

Reanimation durch Anwesende:

Durchführung von Herzdruckmassage *und* Beatmung mit und ohne Gerät durch jeden, der zu diesem Zeitpunkt nicht Teil des Rettungsdienstes ist, d.h. sowohl Laie als auch med. Personal.

Wiederherstellung eines spontanen Pulses:

Ein Puls *ohne* Durchführung von Herzdruckmassage muß - auch nur vorübergehend - tastbar gewesen sein.

Aufnahme auf Intensivstation:

Eine Aufnahme auf Intensivstation ist nur gegeben, wenn der Patient dort mit eigenem Kreislauf *und nicht* unter laufender Reanimation übergeben wird.

Protokollabgabe:

Der vollständig ausgefüllte Dokumentationsbogen wird spätestens vor der nächst folgenden Freischicht durch den Einsatzleiter an:
1. das Vorzimmer von OBD Holz weitergeleitet
2. II R übernimmt die Auswertung der Daten

Hinweise:

Die entsprechende Ereignisdokumentation des LP 10 wird, soweit vorhanden beigeheftet. Fehlende Daten sind gegebenenfalls nach Einsatzende telefonisch über die Rettungsleitstelle zu erfragen.

Abbildung 4: Dokumentationsbogen Reanimation der Berufsfeuerwehr München

Seit dem Jahr 2000 wird diese Dokumentation computergestützt mit Hilfe der Software „First Responder BFM“ aufgezeichnet. Sie bietet die Möglichkeit zur „Zusammenführung in eine Excel®-kompatible Datenbank online“[5]. In der Hauptfeuerwache laufen so die Informationen aus den 10 Feuerwachen zusammen und konnten ausgewertet werden [5]. Dabei werden zum einen die Einsatzdaten wie Datum, Einsatzort, Einsatznummer, beteiligte Fahrzeuge des Rettungsdienstes, Einsatzzeiten (Notrufeingang, Alarmierung und „An-Zeit“ der einzelnen Fahrzeuge) sowie Meldebild (Alarmierungsstichwort) festgehalten. Personengebundene Daten werden lediglich in Form des Alters und des Geschlechts des Patienten dokumentiert. Die vermutete Ursache wird in „Kardial“, „Unfall und Verletzung“ sowie „Sonstige“ kategorisiert. Weiterhin werden festgehalten, ob das Ereignis beobachtet wurde (und durch wen) und ob bei Eintreffen des Rettungsmittels bereits Reanimationsmaßnahmen durchgeführt, wann diese begonnen wurden und wer diese Handlungen vorgenommen hat (Laie oder medizinisches Personal). In dem Feld „Rhythmus“ wird derjenige EKG-Befund eingetragen, der als erstes am Patienten abgeleitet worden war („Egal von wem“). Im „Maßnahmen-Block“ wird notiert, ob

eine Intubation stattgefunden hat, ob Adrenalin verabreicht worden ist (mit ergänzender Angabe der Dosis) und ob eine Defibrillation notwendig war. Zum Punkt der Elektrotherapie werden ergänzende Angaben wie „wer hat defibrilliert“, „wann wurde erstmals defibrilliert, „wie oft wurde vom jeweiligen Anwender (First Responder / Rettungsdienst)“ defibrilliert sowie die Gesamtzahl der Elektroschocks abgefragt. Zu den Ergebnissen wird zum einen nach „Wiedereintreten eines Spontankreislaufs“, zum anderen nach der Einteilung in die 2 Kategorien „Transport in ein Krankenhaus“ oder „Vor Ort verstorben“ gefragt. Abschließend wird der Einsatzleiter des Rettungsmittels für evtl. Nachfragen festgehalten. Diese Daten wurden auch für untersuchten Behandlungszeitraum 2000 bis 2004 festgehalten und in Form von Excel-Dateien zusammengefasst und standen somit dieser Auswertung zur Verfügung.

4.4.1.3. Der Ereignisausdruck

Eine weitere Datenquelle für diese Arbeit stellte die „Ereignisdokumentation – kritisches Ereignis – Bericht“ dar, welcher nach einem Einsatz eines EKG-Defibrillators mit einem Lifepak 12 ausgedruckt werden konnte. Inhalte dieses Berichtes waren identisch mit den Daten, die bei der Telemetrie an die ASB-Zentrale übermittelt wurden. Diese Daten bestehen aus „Präambel“, „Ereignisprotokoll / Vitalfunktionenprotokoll“ und „Kurvenformereignisse“.

Name:		Uhrzeit	Ereignis	HF
ID:	X X X X126	18:11:26	Strom Ein	
Patienten-ID:		18:11:42	Beratungsmodus	
Vorfall:		18:11:42	Analyse 1	
Alter:	Geschlecht:	18:11:42	Bewegung	
		18:11:45	Anf. Rhythmus	
EREIGNIS DOKUMENTATION™		18:11:50	Kein Schock empfohlen	109
kritisches Ereignis - Bericht		18:11:55	Analyse 2	---
Strom Ein:	X X X X1:26	18:12:00	Schock empfln	---
Gerät:	X X X X	18:12:08	Schock 1 200J	41
Standort:	X X X X	18:16:13	Manueller Modus	93
Schocks, total:	1	18:16:24	Vital-Funktion	130
Stimulationszeit, total:	00:00:00	18:18:17	Drucken 1	101
12-Ableitungen, total:	0	18:21:24	Vital-Funktion	134
Abgelaufene Zeit:	00:22:00	18:26:24	Vital-Funktion	110
ANMERKUNGEN:		18:31:24	Vital-Funktion	94
		18:33:26	Strom Aus	

Abbildung 5: Ausdruck der Ereignisdokumentation durch das Lifepak 12

Der Bericht begann mit der so genannten „Präambel“. Er beinhaltete auf der ersten Seite die ID-Nummer, die bei jedem Einsatz neu vergeben wurde. Diese ID-Nummer musste auch immer auf den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ festgehalten werden, um die sichere Zuordnung Protokoll – Ereignisdokumentation zu ermöglichen. Alter und Geschlecht waren auf dieser ersten Seite vorgesehen, wurden jedoch nicht immer vom Anwender eingegeben. Der Bericht begann mit der Strom-Einschaltzeit inklusive Datum sowie der Fahrzeugkennung und des Fahrzeugstandortes. Im Folgenden wurden zusammenfassend die Anzahl der Schockabgaben, die Stimulationszeit im Falle eines Schrittmachereinsatzes sowie die abgelaufene Zeit festgehalten. Auf der 2. Seite erfolgte das „Ereignisprotokoll / Vitalfunktionenprotokoll“ mit chronologisch festgehaltenen detaillierten Angaben der Ereignisse zusammen mit den parallel aufgezeichneten Messwerten Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung. Automatisch wurden alle fünf Minuten die Vitalfunktionen in das Protokoll aufgenommen. Der 3. Teil des Ereignisausdruckes „Kurvenformereignisse“ bestand aus aufgezeichneten EKG-Passagen.

Zuerst wurde der initiale Rhythmus jeweils über eine Zeit von 8 Sekunden nach Anlegen der Ableitung aufgezeichnet. Vor einem Schock wurden zwei bis drei Segmente des analysierten EKG's über eine Länge von 2,7 Sekunden mit dem jeweiligen Beurteilungsergebnis („defibrillierbar“ oder „nicht defibrillierbar“) festgehalten. Anschließend wurden 3 Sekunden vor und 5 Sekunden nach dem Schock mit Angabe der abgegebenen Energiemenge, der Defibrillationsart (monophasisch oder biphasisch), ggf. der gemessenen Impedanz (beim biphasischen Impuls) sowie das EKG mit Vitalfunktionen aufgezeichnet. Diese Ausdrücke wurden auf EKG-Papier als fortlaufendes Endlospapier dem jeweiligen Einsatzprotokoll Frühdefibrillation beigegeben.

4.4.1.4. Auswertungsgeräte

Beim Arbeiter-Samariter-Bund München standen zur Verarbeitung der Einsätze folgende Gerätschaften zur Verfügung. Zum Auslesen und Auswerten der Einsätze, die mit dem Lifepak 250 durchgeführt und mit EKG-Rhythmus, sowie Sprachaufzeichnung festgehalten wurden, stand ein Computer der Firma Apple mit der für diese Zwecke von der Firma Medtronic entwickelten Software namens „Code-stat“ in der Version 1.0 zur Verfügung. Die auf einem Tonband festgehaltenen und codierten Daten konnten mit einem Tonbandlesegerät in den Computer eingespielt und dadurch betrachtet werden. Dabei konnte nicht nur das fortlaufend aufgezeichnete EKG analysiert werden, eine parallel laufende Sprachaufzeichnung wurde ebenso wiedergegeben. Technische Daten wie Durchführung einer EKG-Analyse (mit gleichzeitiger Markierung des untersuchten EKG-Abschnitts), Entscheidungen wie etwa die Freigabe oder Ablehnung der Bereitstellung eines Elektroschocks durch das Gerät sowie Bedienung des Gerätes durch den Anwender während des Einsatzes wurden mit einem kurzen Tonsignal ebenso übermittelt und vom Programm dechiffriert. Zur Orientierung wurde mit jeder Wiedergabe eines neuen Falls eine Zeitschiene mit eingeblendet, die eine Einordnung der Ereignisse in den Zeitverlauf der Reanimation ermöglichte.

Die mit dem Lifepak 12 durchgeführten und dokumentierten Einsätze konnten an einer weiteren Auswertestation analysiert werden. Dabei wurden die Fälle in einen auf Windows-Basis arbeitenden Computer eingegeben. Die Möglichkeit, Fälle in das System einzuspielen, bestand zum einen über eine telemetrische Übertragung über das Telefonnetz und ein angeschlossenes Modem. Die zweite Möglichkeit war die direkte Übertragung mittels eines speziellen Überspielkabels, durch das die Daten direkt in den PC geschrieben wurden. Die Auswertungssoftware war die Weiterentwicklung des oben erwähnten Programms „Code-stat“ in der Version 5.0. Leider wurden im Beobachtungsintervall die Lifepak 12 erst im Nachhinein mit der Möglichkeit einer Sprachaufzeichnung ausgestattet, so dass in dieser Untersuchung keine Tondaten von Geräten dieser Generation verwendet werden konnten. Die übertragenen Daten entsprechen denen des im Kapitel 4.4.1.3 beschriebenen Ereignisausdrucks.

4.4.1.5. Tonbandauswertungen

Die Auswertung der Einsätze mit dem Lifepak 250 erfolgte nach festgelegten Schritten. Die Kassetten wurden nach Identifikation anhand einer dreistelligen Kassettensnummer dem jeweiligen Fall zugeordnet. Die Beurteilung wurde bezüglich verschiedener Fragestellungen durchgeführt. Zuerst wurde aufgrund des Gesamteindrucks eine Aussage über die Tonqualität getroffen. Dabei wurde eine Einteilung in „kein Ton“, „schlecht“, „mittel“, „gut“ und „sehr gut“ vorgenommen. Anschließend wurde der initiale Rhythmus bewertet. Konnte kein eindeutiger Rhythmus anhand des ausgewerteten EKG festgestellt werden, wurde dies mit „unbekannt“ dokumentiert. Die weitere Auswertung bezog sich auf den Zeitverlauf, der anhand der dem Auswertungsprogramm entnommenen Zeitachse bestimmt wurde. Festgehalten wurden die Bedienung des Gerätes mittels Tonsignale, die mit dem Auswertprogramm dekodiert wurden, Änderungen des EKGs sowie Maßnahmen durch die Rettungsdienstbesatzungen. Die Maßnahmen wurden durch verbale Ankündigungen rekonstruiert. Das Ende der Aufzeichnung wurde ebenfalls festgehalten. Der letzte Punkt der Auswertung beschäftigte sich mit Nebeninformationen über den Patienten aus Anamnesegesprächen mit Angehörigen oder Übergabe an den Notarzt. Waren den Kassetten keine Sprachaufzeichnungen zu entnehmen, wurde lediglich das EKG und die Bedienung des Lifepak 250 in Anlehnung an die Zeitachse dokumentiert.

4.4.2. Rettungsmaterial - Verwendete EKG-Defibrillatoren

4.4.2.1. Lifepak 250

Das zu Beginn des Untersuchungsintervalls verwendete Gerät zur Defibrillation war das „Lifepak 250“ der Firma Physio Control. Dabei handelt es sich um einen „Automatisch beratenden Defibrillator“, der bei der Anwendung im Rahmen dieser Untersuchung stets in Kombination mit dem Lifepak 5 Monitor als EKG-Sichtgerät verwendet wurde.

Das Lifepak 250 (LP 250) ist ein halbautomatischer Defibrillator, der mit Hilfe eines Mikrocomputers in der Lage ist, das über spezielle „FAST-PATCH-Einweg-Defibrillations / EKG-Elektroden“ aufgezeichnete Patienten-EKG nach defibrillationsfähigen Rhythmen zu untersuchen. Wird ein solcher Herzrhythmus detektiert, wird dem Anwender nach Laden des entsprechenden Energieniveaus die Abgabe eines Elektroschocks akustisch und über eine Bildschirmmeldung angeraten. Optional kann der Benutzer das voreingestellte Energieniveau von 200 Joule durch Betätigen einer Zusatz Taste auf 360 Joule erhöhen. Die Energie wird über die Elektroden in Form eines speziellen so genannten „monophasischen Edmark-Impulses“ in fünf Millisekunden an den Patienten abgegeben. Sollte keine in dieser Weise zu behandelnde Arrhythmie festgestellt werden, ist eine Energieabgabe im AED-Modus (automatisierter externer Defibrillator) nicht möglich.

Das Lifepak 250 verfügt über einen integrierten Zweikanal-Magnetbandrekorder (Kassettenrekorder), der zum einen das akustische Umfeld, zum anderen das Patienten-EKG über die Einweg-EKG-Elektroden aufnimmt. Diese Aufzeichnungen ermöglichen eine spätere

Auswertung des Patienten-EKGs, der Gerätempfehlungen und der durchgeführten Maßnahmen. Zusammen mit den akustischen Sprachaufzeichnungen ist damit eine Rekonstruktion der Reanimation inklusive zeitlicher Abfolge der Maßnahmen möglich. Das Gerät verfügt über die Möglichkeit, über die „FAST-PATCH-Einweg-Defibrillations / EKG-Elektroden“ Bewegungen am Patienten zu detektieren und damit z.B. eine Analyse zu unterbrechen, um die fälschliche Auswertung von Artefakten auf Kriterien von Arrhythmien zu verhindern.

Der Hersteller beschränkt in folgenden Punkten die Anwendung des Gerätes. Ein Einsatz ist nur bei Patienten mit Herz- und Atemstillstand vorgesehen. Eine Benutzung bei pädiatrischen Patienten mit einem Körpergewicht von unter 36 kg wird als kontraindiziert beschrieben und damit ausgeschlossen. Ebenso wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass es bei Patienten mit Herzschrittmachern ggf. durch Überlagerung von Schrittmacherimpuls und Herzaktivität nicht zu einer indizierten Impulsabgabe kommen kann. Das Aufbringen der Elektroden wird auf die „Anterior-Anterior-Position“ beschränkt, eine „Anterior-posterior-Anwendung“ wird ausdrücklich ausgeschlossen.

Das Lifepak 250 besitzt die Möglichkeit, über eine bestimmte Tastenkombination aus dem „Beratungs-Modus“ im Sinne eines AED in einen manuellen Modus zu wechseln, um ggf. in „eigener Verantwortung“ nach Analyse des Patienten-EKG's einen Elektroschock durchzuführen. Diese Anwendungs-Variation ist zwingend auf eine Kombination mit einem EKG-Sichtgerät wie dem LP 5 beschränkt.

Das Lifepak 250 wurde in dieser Untersuchung immer mit dem EKG-Sichtgerät Lifepak 5 (LP 5) kombiniert eingesetzt. Dabei handelt es sich um ein „Kardioskop/Schreiber-Modul“, welches über abgeschirmte Drei-Leitungs-Patientenkabel die das EKG auf einem 60 x 36 mm Bildschirms darstellt und auch ein Ausdrucken des EKG's mit einer Ablenkgeschwindigkeit von 25 mm/sec erlaubt. Parameter wie Wechseln zwischen den drei möglichen Ableitungen, Anhalten des EKG-Signals auf dem Bildschirm wie auch Anpassung der Amplitude des Signals und Einstellen der Strichstärke auf dem Ausdruck sind über Drehknöpfe möglich.

Sowohl Lifepak 250 als auch das LP 5 sind mit Nickel-Cadmium-Batterien ausgestattet, die beim LP 5 in voll geladenem Zustand für 2 Stunden EKG-Überwachung, beim Lifepak 250 für ca. 35 Defibrillationen mit 360 Joules ausreichen.

4.4.2.2. Lifepak 12

Im Beobachtungsintervall wurde zunehmend das Lifepak 12 von Physio Control, ebenfalls von der Firma Medtronic, eingesetzt.

Das Gerät bietet an Überwachungsparametern neben dem laufenden EKG mit wahlweise 3, 6 und 12 Ableitungen auch eine integrierte Messung der Sauerstoffsättigung (SpO₂), des Blutdruckes (invasiv – IP – in Kombination mit einem kompatiblen Druckwandler als auch oszillometrisch – NIBP) und der expiratorischen Kohlendioxidkonzentration in der Ausatemluft (etCO₂). Wahlweise kann mit der invasiven Druckmessung nicht nur der Blutdruck, sondern auch der intrakranielle Druck, der zentralvenöse Druck, der Druck im linken

Vorhof oder auch der pulmonalarterielle Druck bestimmt werden. Neben einer sehr umfassenden Möglichkeit zur Überwachung der Messparameter mittels Definition von Alarmgrenzen bietet das Gerät die Möglichkeit, mit einem „kontinuierlichen Patientenüberwachungssystem“ (CPSS) im laufenden EKG potentiell defibrillierbare Rhythmen zu detektieren. Mit dem so genannten SAS - System (Shock Advisory System, ein Defibrillationsberatungssystem bietet das Lifepak 12 im so genannten AED-Modus die Möglichkeit, als halbautomatischer externer Defibrillator das Patienten-EKG dahingehend zu untersuchen, ob ein defibrillierbarer Rhythmus vorliegt oder nicht. Bei der Ableitung eines 12-Kanal-EKG's kann das Ergebnis mit einer computergesteuerten EKG-Analyse detailliert ausgewertet werden. Dabei wird der Interpretationsalgorithmus des 12SL™ EKG Analyseprogramms von GE/Marquette Medical System verwendet.

Das Lifepak 12 bietet therapeutisch zum einen die Möglichkeit der Defibrillation im halbautomatischen oder manuellen Modus, zum anderen die der Kardioversion. Als dritte Therapieoption kann das Gerät als externer Schrittmacher eine nichtinvasive Stimulation durchführen. Es wurde in unterschiedlichen Konfigurationen produziert. Zum einen kann es mit einer monophasischen Defibrillationsoption ausgestattet sein, die analog zum Lifepak 250 mit einem Elektroimpuls in Form einer so genannten „gedämpften sinusoiden Kurve“ („Edmark-Konfiguration“) die Energie an den Patienten abgibt. Alternativ gibt es das Lifepak 12 als biphasisches Gerät, das die Defibrillation mit einer „zweiphasig, abgehackten, exponentiellen Wellenform“ (BTE-Konfiguration) verabreicht. Bei diesen Geräten ist im Vergleich zu den monophasischen Ausführungen der Energiebereich von 2 bis 360 Joule mit mehr Abstufungen unterteilt worden. Es wurde im Februar bzw. März 2003 von Geräten mit monophasischer Impulsform auf Geräte mit Biphasie beim Arbeiter-Samariter-Bund umgestiegen.

Sowohl in der diagnostischen als auch der therapeutischen Anwendung des Lifepak 12 gibt es keine Altersgrenze. Mit Hilfe von pädiatrischen Defibrillationselektroden sind auch Patienten unter 10 kg mittels Elektroschock behandelbar, eine 12-Kanal-Analyse mittels 12SL™ EKG Analyseprogramm kann durch Auswahl speziell für Kinder ab dem 1. Tag eingestellt werden (Obergrenzen zur 12-Kanal-Analyse laut Menüauswahl 125 Jahre).

Das Lifepak 12 hat die Möglichkeit, bei der Überwachung eines EKG's eines Patienten mit implantiertem internem Schrittmacher diesen zu erkennen und z.B. im EKG-Ausdruck zu kennzeichnen. Solche Patienten können im Bedarfsfall therapeutisch mittels Defibrillation mit diesem Gerät behandelt werden. Der Hersteller weist jedoch auf mögliche Störungen des SAS-Systems durch Schrittmacherimpulse hin, die in Einzelfällen trotz defibrillierbarer Arrhythmie zu keiner Schock-Empfehlung führen könnten.

Das Lifepak 12 führt bei jedem Einschalten automatisch eine Datenspeicherung durch, die mit Datum und Uhrzeit versehen ist. Es werden alle „Ereignisse“ und damit verbundenen Kurvenaufzeichnungen digital als Patientenbericht gespeichert. Der Hersteller gibt eine Speicherkapazität von 100 Berichten mit jeweils einer Kurvenform und 45 min fortlaufender EKG-Daten“ an. Zur Ausgabe dieser Daten stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen können Berichte über den integrierten Drucker ausgegeben werden, zum anderen stehen elektronische Fernübertragungsmöglichkeiten (z.B. Fax oder Telemetrie) zur Verfügung. Um

den Umfang der Aufzeichnungen zu erweitern und damit die Rekonstruierbarkeit der Einsätze mit dem Lifepak 12 zu verbessern, wurden alle Lifepak 12-Geräte mit Beginn des Jahres 2005 (und damit nach dem hier analysierten Untersuchungsintervall) um die Möglichkeit einer Tonaufzeichnung erweitert.

5. Statistik

Angaben aus dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“, Informationen des Lifepak 12 und Auswertungen der Tonbänder und Computeraufzeichnungen des Lifepak 250 wurden mit Hilfe von Excel 2000® und Word 2000® der Microsoft Corporation erfasst und dargestellt. Ebenso wurden die Daten der „Reanimationsdatenbank“ der Berufsfeuerwehr München in einer Excel-Datei zusammengefasst.

5.1. Indikation zur Statistik / Auswahl der statistischen Methodik

Zur Beantwortung der in Kapitel 3 dargestellten Fragen wurde nach statistischen Methoden gesucht, die geeignet sind, erhobene Werte besser zu charakterisieren, voneinander abhängige Merkmale zu identifizieren und sicher von zufälligen Verteilungen zu unterscheiden. Eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen anderer Studien sollte hergestellt werden.

Dazu wurden zum einen die üblichen Methoden der deskriptiven Statistik angewandt und Kenngrößen wie z.B. Median, Mittelwert, Maximum, Minimum sowie Standardabweichung angegeben. Damit sollten die Daten zusammengefasst und übersichtlich dargestellt werden. Dabei wurde auf die Ermittlung von Kenngrößen geachtet, die in vergleichbaren Studien ermittelt worden sind. Die dazu notwendigen Kenngrößen wurden mit dem Programm Excel® errechnet und in Form von Tabellen zusammengefasst.

Zum anderen wurden zur Identifizierung und Bewertung einander beeinflussender, abhängiger Merkmale bzw. zur Feststellung von signifikant-unterschiedlichen Verteilungen Methoden der induktiven Statistik angewandt. Durch die Anwendung wahrscheinlichkeitstheoretischer Methoden soll versucht werden, mit den vorliegenden Daten Schlüsse über den Beobachtungsbereich hinaus zu treffen und damit Aussagen über die Allgemeingültigkeit zu treffen [46]. Die Auswahl der Tests richtete sich nach Fallzahl, Verteilung der Werte sowie Verwendung der Testverfahren in vergleichbaren Studien.

So wurde bei diskreten, kategorisierten Merkmalen der Chi-Quadrat-Test angewendet, bei kleinen Fallzahlen (Stichproben) wurde diese Überprüfung mit dem zweiseitigen Fischer-Test durchgeführt. Zum Vergleich von zwei normalverteilten stetigen Ausprägungen auf signifikante Unterschiede wurde der t-Test durchgeführt. Waren diese stetigen Merkmale nicht normalverteilt, wurde der Wilcoxon Rangsummentest (äquivalent dem Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde in allen Tests durchgängig 95% Wahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) festgelegt.

5.2. Angewandte statistische Testmethoden

Die angewendeten Tests werden im Folgenden kurz dargestellt. Um die Unabhängigkeit von zwei Alternativmerkmalen zu testen, wurde der Chi-Quadrat Test (χ^2) nach Pearson (auch Chi²-Unabhängigkeitstest genannt) durchgeführt. Dazu wurde als so genannte Nullhypothese H_0 folgende Aussage getroffen: die beobachteten Häufigkeiten der Ausprägungen von zwei untersuchten Merkmalen gleichen einer zufälligen Verteilung. Sie ist von der Ausprägung des 2.

Merkmals unabhängig). Als Alternativhypothese H_1 wurde die Abhängigkeit der beiden Merkmale postuliert. Zur weiteren Vorgehensweise wurde eine Vierfeldertafel nach folgendem Schema aufgestellt (die Kleinbuchstaben repräsentieren die absolute Häufigkeit der Kombinationsmöglichkeiten):

Tabelle 1: Qi-Quadrat-Test

	Ereignis A	Gegenereignis zu A	Randsummen
Ereignis B	a	b	a + b
Gegenereignis zu B	c	d	c + d
Randsummen	a + c	b + d	n = a + b + c + d

Es wurde anschließend die Prüfgröße für den χ^2 -Test nach folgender Formel berechnet:

$$\chi^2 = \frac{n \cdot (ad - bc)^2}{(a + b)(a + c)(c + d)(b + d)} \quad [46]$$

Mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 5\%$ wurde die Nullhypothese beibehalten, d.h. angenommen. Dies war der Fall, wenn die so errechnete Prüfgröße unter einem „kritischen Wert“ lag, der sich bei bekannter Irrtumswahrscheinlichkeit α (und den Freiheitsgraden in Abhängigkeit von der Anzahl der möglichen Ausprägungen der Merkmale) nachschlagen lässt. Dieser liegt für die Vierfeldertafel mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ bei einem Wert von 3,841.

(Den so genannten Freiheitsgrad („df“) kann man nach folgender Faustregel berechnen: Freiheitsgrad = (Anzahl der Reihen – 1) · (Anzahl der Spalten – 1). Demzufolge hat die Vierfeldertafel einen Freiheitsgrad.)

Dieser Test lässt sich auch verallgemeinern. So wird der Chi-Quadrat-Test statt für vier Felder für $k \cdot l$ Felder (k und l stehen für die Anzahl der Ausprägungen der untersuchten Merkmale) nach folgender Formel berechnet:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \quad [46]$$

(n_{ij} ist die Anzahl der Stichprobenelemente,

e_{ij} ist die Erwartungshäufigkeit unter Annahme der Nullhypothese, siehe oben)

Auch hier wird der so errechnete Prüfwert mit einem „kritischen Wert“, der sich aus Tabellen ergibt, verglichen.

Einschränkungen für die Anwendung des χ^2 -Tests bestehen in einem Mindestumfang von 20 Beobachtungseinheiten. Außerdem wird postuliert, dass keine der beobachteten Häufigkeiten „0“ sein darf und jede unter der Nullhypothese zu erwartende Zellbesetzung (a, b, c und d) größer als 5 sein muss [46].

Für die Fälle, in denen der Chi-Quadrat-Test nicht angewendet werden konnte, wurde der so genannte „Fisher’s exakter Test“ angewendet. Nach Ordnung der Vierfeldertafel nach bestimmten Richtlinien wurde in Anlehnung an die oben dargestellte Vierfeldertafel die Wahrscheinlichkeit p berechnet und mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ verglichen. War der errechnete Testwert größer als α wurde die Nullhypothese (wie bei Chi-Quadrat) beibehalten. Damit war die Unabhängigkeit mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ nachgewiesen.

Die Formel zur Berechnung des Fisher’s Test lautet:

$$p_i = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n! a! b! c! d!} \quad [46]$$

Je kleiner die Signifikanz in diesem Test, desto stärker die Abhängigkeit, desto sicherer muss die „Hypothese von der Unabhängigkeit“ abgelehnt werden.

Um die Signifikanz der Unterschiede von zwei kontinuierlichen (stetigen) Verteilungen (in dieser Anwendung von unverbundenen Variablen) zu errechnen, wurde der so genannte t-Test angewendet. Voraussetzung für diesen Test ist die „Unverbundenheit“ der Variablen. Diese muss zuvor durch logisches Herleiten überprüft werden. Die zweite Voraussetzung ist die Normalverteilung beider Variablen. Diese kann z.B. mit dem Chi-Quadrat-Anpassungstest getestet werden (siehe unten). Waren die Voraussetzungen gegeben, so konnte folgende Formel angewendet werden:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s^2}{n_1} + \frac{s^2}{n_2}}} \quad [46]$$

Dabei lautete die Nullhypothese H_0 : es gibt keinen Unterschied zwischen Erwartungswerten μ_1 und μ_2 . Zuvor musste s^2 , die „gepoolte“ Varianz [46], berechnet werden. Die Formel hierzu lautet

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad [46]$$

Der hier errechnete Prüfwert wurde wieder mit dem in Standardtabellen nachschlagbaren Werten verglichen; war er größer als dieser „kritische Wert“, so wurde von einem signifikanten Unterschied ausgegangen.

Bevor der t-Test angewendet werden durfte, musste auf Normalverteilung der Variablen getestet werden. Dies geschah nach den Chi-Quadrat-Anpassungstest:

$$\mu^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} \quad [46]$$

Die errechnete Prüfgröße wurde mit einem „kritischen Wert“, der wieder in Standardtabellen (s.o.) nachgeschlagen werden kann, verglichen. War er kleiner als dieser „kritische Wert“, so wurde von einer Normalverteilung ausgegangen.

Der Wilcoxon Test (auch Rangsummen-Test, U-Test von Mann oder Whitney-Test genannt) überprüft anhand des Medians zwei Verteilungen auf die Unterschiedlichkeit. Da es sich um einen „verteilungsfreien“ Test handelt, kann er dann angewendet werden, wenn die Voraussetzungen des t-Tests (die Normalverteilung) nicht gegeben sind. Dieser Test setzt lediglich die „in etwa gleiche Verteilungsform“ der Stichproben voraus. [46]. Es werden im Weiteren beide Stichproben in aufsteigender Reihenfolge sortiert und „mit Rangnummern versehen“ [46]. Für jede Stichprobe wird anschließend die Summe der Rangzahlen ermittelt und mit R_1 bzw. R_2 bezeichnet. Man errechnet nun die Prüfgröße U für jede Verteilung nach folgender Formel (hier am Beispiel U_1):

$$U_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1 \cdot (n_1 + 1)}{2} - R_1 \quad [46]$$

Aus U_1 und U_2 wird nun als Testgröße U das Minimum von U_1 und U_2 ermittelt und mit einem „kritischen Wert“ verglichen. Ist U kleiner oder gleich dem Vergleichswert, der sich in Tabellen nachschlagen lässt [46] so wird die Nullhypothese für diesen Test („es besteht kein signifikanter Unterschied der beiden Verteilungen“) abgelehnt.

Die Durchführung der statistischen Tests sowie die Darstellung in Form von Abbildungen erfolgte mit dem Programm SPSS® in der Version 13.0. „Organigramme“ wurden mit dem Microsoft Programm Power Point® in der Version 2002 erstellt. Die Übersichtstabellen wurden mit Microsoft Excel® 2000 erzeugt und in Word® importiert.

6. Methoden der Auswertung

Es erfolgte eine retrospektive Untersuchung aller Reanimationseinsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes München, die im Zeitraum von 2000 bis 2004 erfasst worden sind. Die Daten, die aus den 3 Quellen („Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“, Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München) und Informationen der Auswertung von EKG-Daten stammen (Ereignisausdruck, Telemetriedaten, Tonband-Aufzeichnungen), wurden exakt in eine Excel-Auswertungs-Tabelle übertragen.

Unter Achtung datenschutzrechtlicher Aspekte wurden personenbezogene Daten der Einsatzprotokolle wie z.B. Namen und Adressen nicht übertragen und damit auch nicht weiter verwendet. Lediglich Alter und Geschlecht wurden zur näheren Auswertung erfasst.

Zusätzliche Informationen, die sich durch Freitext-Eintragungen auf dem Einsatzprotokoll ergaben sowie Daten aus evtl. beigelegten Rettungsdienst-Protokollen wurden ebenso in ein Extra-Feld „Anmerkungen“ übernommen, um eine möglichst vollständige Datengrundlage zur Auswertung zur Verfügung zu haben. Fehlende Informationen wurden mit einem „x“ gekennzeichnet, um Übertragungsfehler z.B. durch „Überspringen“ von Abfragepunkten identifizieren zu können. Einige Informationen wurden direkt bei der Eingabe in Zahlen-Codes verschlüsselt. So wurden z.B. die häufigen „Ja / Nein“ - Felder stets mit „0“ für „Nein“ und „1“ für „Ja“ eingegeben. Zeiten wurden entsprechend dem dokumentierten Format übernommen (auf „Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“ im Format „hh:mm“) und nur als ganzzahlige Minutenangaben dargestellt. Dementsprechend erfolgen die Berechnungen. Eine höhere Genauigkeit wird weder vom Einsatzleitreechner in der ILST noch auf den Dokumentationsbögen erfasst. Bei den Zeiten, die aus dem Defibrillator ausgelesen wurden, werden auch die Sekundenangaben dargestellt (auf Ereignisprotokoll vom Lifepak 12 „hh:mm:ss“).

Im Folgenden werden einige Besonderheiten bei der Übertragung der Informationen aus den Einsatzprotokollen und den EKG-Daten in die Excel-Datei dargestellt. In der Version 1 der „Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“ fehlte im Vergleich zu den anderen Versionen der Dokumentationspunkt „Geschlecht“. Stattdessen wurde im Einsatzprotokoll der Name des Patienten festgehalten. Soweit dies nach dem Vornamen des Patienten sicher zu rekonstruieren war, wurde das Geschlecht in die Datenbank übertragen. In 17 von 257 Fällen (6,6%) des Bogens in der Version 1 war es jedoch nicht möglich, aus dem Vornamen das Geschlecht sicher anzugeben.

Die Dokumentation der vermuteten Ursache wurde in „kardial“, „Trauma“, „Sonstige“ und „Unbekannt“ eingeteilt. Bei Ankreuzen mehrerer Ursachen wurde dies als „Unbekannt“ eingeordnet. In der Version 1 wurden Ursachen nicht erfasst. In Version 3 des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“ wurde „Sonstige“ durch „andere intern.“ (andere internistische Erkrankungen) ersetzt, die „Intox.“ (Intoxikationen) wurden unter „Sonstige“ eingruppiert. Nur bei Mehrfachangaben oder Freitext-Angaben (wie „??“) wurde „Unbekannt“ kodiert.

Bei der Angabe des Verlaufs wurde eine Reihenfolge der „Ergebnisse“ der Reanimationsbehandlung aufgestellt und immer das „beste“ in die Excel-Tabelle übernommen. Es wurde die Dokumentation aller anderen „Ergebnisse“ vorher überprüft. Die Reihenfolge lautete aufsteigend „MOE“ (Maßnahmen ohne Erfolg) „ROSC“ (Wiedererlangen eines Spontankreislaufs), „CS“ (Kreislauf stabil), „ROSV“ (Wiedererlangen einer Spontanatmung), „NARK“ (Narkose) und „PW“ (Patient wach). Die Einteilung der letzten beiden, „NARK“ und „PW“ in dieser Reihenfolge wurde als diskussionswürdig erkannt und daher bei der weiteren Auswertung in den Hintergrund gestellt.

In der Version 1 des Einsatzprotokolls wurden einige Daten erhoben, die in der Weiterentwicklung zu Version 2 und 3 wieder aus der Dokumentation herausgenommen wurden (z.B. „Erbrechen bei CPR“ / „vor CPR“; CPR = kardiopulmonale Wiederbelebung). Diese Punkte wurden in dieser Studie zwar in die Excel-Tabelle übertragen, jedoch aufgrund der eher geringen Fallzahl aus der weiteren Auswertung und statistischen Betrachtung herausgenommen. Bei der Beurteilung eines vorliegenden Initial-EKG-Ausdrucks wurde eine Einteilung analog der Kategorien, die dem Rettungswagen-Personal auf dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ vorgegeben wurde, verwendet. Das EKG nach der ersten Defibrillation wurde in folgende Kategorien eingeteilt: „AS“ für Asystolie, „KF“ für Kammerflimmern“, „VT“ für Kammertachykardie, „SR“ für ein EKG-Bild, das einem normofrequenten Sinusrhythmus gleicht, „VER“ für ein EKG mit breiten Kammerkomplexen (über Pulsstatus und damit Auswurfleistung des Herzens konnte natürlich aufgrund fehlender klinischer Daten keine Aussage gemacht werden), sowie „SO“ für die Fälle, die den anderen Kategorien nicht sicher zugeordnet werden konnten.

Nach Eingabe der Informationen aus den angegebenen drei Quellen erfolgte die Bearbeitung innerhalb der Excel-Datei. Nach den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ war die Berechnung der folgenden Zeitspannen möglich: Anfahrtszeit Rettungswagen, Anfahrtszeit Notarzt (mit Unterteilung in „Primärer Notarzt-Alarm“, „Sekundärer Notarzt-Alarm“), Zeitvorteil Rettungswagen gegenüber Notarzt (jeweils wieder mit Unterteilung). Zur Vereinfachung wurden Merkmale, die sehr viele Ausprägungen aufwiesen (wie z.B. das Meldebild) in einigen Fällen in Gruppen von Merkmalsausprägungen zusammengefasst. Diese wurden dann mit einem Zahlencode versehen eingegeben.

Im nächsten Schritt erfolgte die Zusammenführung der oben dargestellten Daten mit dem „Reanimationsregister“ der Berufsfeuerwehr München. Bei sicherer Identifizierung der Übereinstimmung (Datum, Einsatzzeiten, beteiligte Rettungsmittel, personengebundene Daten) wurden jeweils die Fälle aus den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ um den Datensatz aus der „Reanimationsdatenbank“ ergänzt.

Im Folgenden wurden die hinzugekommenen Daten in gleicher Weise wie oben beschrieben verarbeitet. Es wurden zu Vergleichszwecken an mehreren Merkmalen, die in beiden Exceldateien (ASB und Notarzt) vorkommen, Unterschiede berechnet und dargestellt.

Zu weiteren Auswertungszwecken wurde für diese Studie die Durchführung eines Transportes ins Krankenhaus als primärer Endpunkt (im Weiteren als „Primär-Überleben“ beschrieben) festgelegt. Dies geschieht in Anlehnung an den sog. „Utstein Style“ [47], einem Regelwerk das 1991 von Cummins et al. im Journal „Circulation“ veröffentlicht wurde. In einem Detail konnten die hier erarbeiteten Informationen aufgrund von fehlenden Daten nicht den Regeln des „Utstein Style“ entsprechen. So wird im „Utstein Style“ die Aufnahme auf eine Intensivstation mit Spontankreislauf als primärer Endpunkt deklariert. Der vorliegende Fragebogen „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ erfasste zum einen die oben dargestellte „Transport-Frage“, zum anderen wurde der Ort der Übergabe (Schockraum oder Intensivstation) festgehalten. Zum Zustand des Patienten bei Übergabe werden keine Daten dokumentiert. Diskussionswürdig sind dabei die Fälle, bei denen ein Transport unter laufender Reanimation dokumentiert wurde. In Deutschland wird ein Patient üblicherweise nur dann unter laufender Reanimation transportiert, wenn es immer wieder Phasen mit Spontankreislauf gibt. Sollte sich dieser in wenigen Fällen als äußerst instabil erweisen, wird vom Notarzt die Entscheidung zum Transport unter Reanimationsbedingungen angeordnet. Prinzipiell wird eine Stabilisierung vor Transport angestrebt. Ausnahmen von dieser Verfahrensweise stellen Reanimationen bei traumatischer Ursache sowie Reanimationen bei Kindern dar. Die Fälle deren Zuordnung in „Primär-Überleber“ aus dem Fragebogen nicht mit letzter Sicherheit getroffen werden konnte, wiesen keines dieser beiden Merkmale auf. Daher ist von rezidivierenden Phasen mit Spontankreislauf (ROSC) auszugehen und daher eine Einordnung in die Gruppe der primären Überleber zulässig. Diese Praxis wurde auch in anderen wissenschaftlichen Arbeiten so angewendet [48].

Nicht erfasst wurden in der vorliegenden Studie die Daten zum so genannten „Sekundär-Überleben“ der Reanimationspatienten, d.h. die Erfassung des Verlaufs während des Klinikaufenthaltes insbesondere, ob eine Entlassung nach Hause / in weiterbehandelnde Einrichtungen stattfand oder ob der Patient während des Aufenthalts im Krankenhaus verstorben ist. Damit entfällt auch die Frage nach dem neurologischen Zustand bei Entlassung. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Studie gilt der Darstellung und Analyse der dokumentierten Komplikationen, die im Rahmen der Reanimationseinsätze aufgetreten sind. Shackford et al. haben in einer Arbeit aus dem Jahr 1987 [49] ein Einteilungsschema der Komplikationen entwickelt in Diagnose-Verzögerung, Diagnose-Fehler, Beurteilungs-Fehler, technischer Fehler und Komplikationen der Erkrankung des Patienten vor. Diese Einteilung war auf die im Rahmen dieser Studie dargestellten Komplikationen nicht sinnvoll übertragbar, so dass die vom „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des ASB vorgegebene Einteilung in medizinische, organisatorische und das Material betreffende Komplikationen beibehalten wurde.

7. Ergebnisse

7.1. Auswertung des Gesamtkollektivs

7.1.1. Ergebnisse der Auswertung der Erfassungsbögen

Es wurden insgesamt 481 Bögen ausgewertet, 31 Bögen der Version 1 (siehe 4.4.1.1 „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des ASB) (entspricht 6,5%), 193 der Version 2 (40,1%) und 257 der Version 3 (53,4%). Der Bogen mit der Version 1 wurde ausschließlich bei Einsätzen mit dem EKG-Defibrillator vom Typ Lifepak 250 verwendet (umgekehrt wurden jedoch nicht alle Lifepak 250-Einsätze mit dem Protokoll 1 ausgewertet). Es lässt sich eine Verschiebung von Version 1 zu Version 3 im Laufe der Zeit feststellen.

Im Jahr 2000 wurden 79 Reanimationseinsätze mit einem Erfassungsbogen dokumentiert und damit in diese Studie aufgenommen, 2001 waren es 95 Fälle, 2002 114 Fälle, 2003 genau 100 und 2004 93 Einsätze. Im Durchschnitt wurden damit 96,2 Fälle pro Jahr in die Untersuchung aufgenommen.

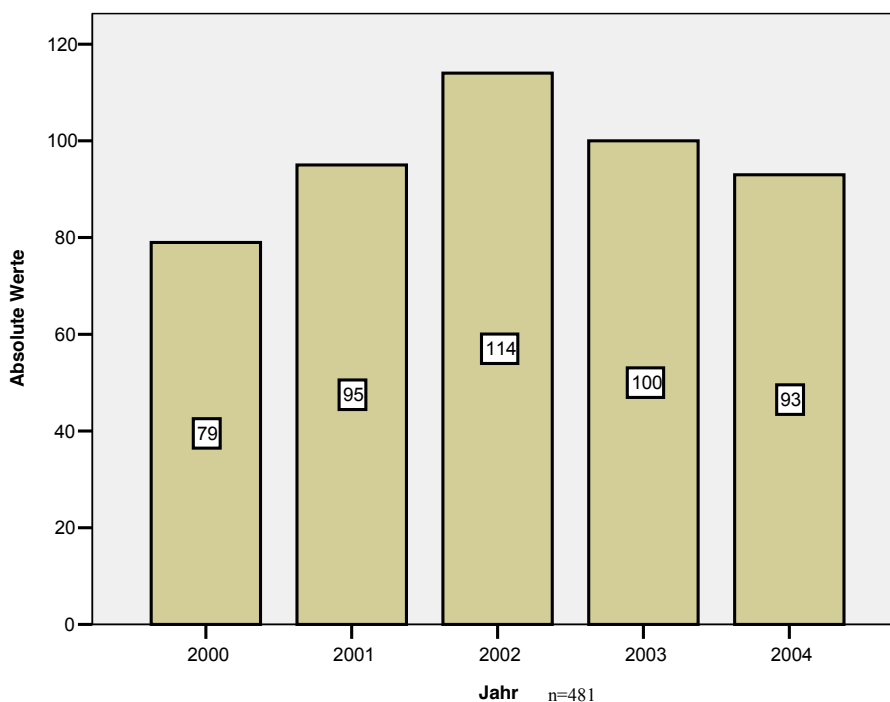


Abbildung 6: Anzahl der Reanimationseinsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes 2000-2004

7.1.1.1. Patientendaten

7.1.1.1.1. Lebensalter

Das untersuchte Patientenkollektiv zeigte folgende Merkmale. Das Lebensalter der 481 Patienten wurde in 448 Datensätzen festgehalten (entspricht 93,1%). Es lag im Median bei 70,0 Jahren. (Minimum 12 Jahre, Maximum 99 Jahre, Standardabweichung 16,2 Jahre). 62,7% der Patienten (281 der 448 Fälle) waren 65 Jahre und älter. Nur ein Patient war jünger als 20 Jahre.

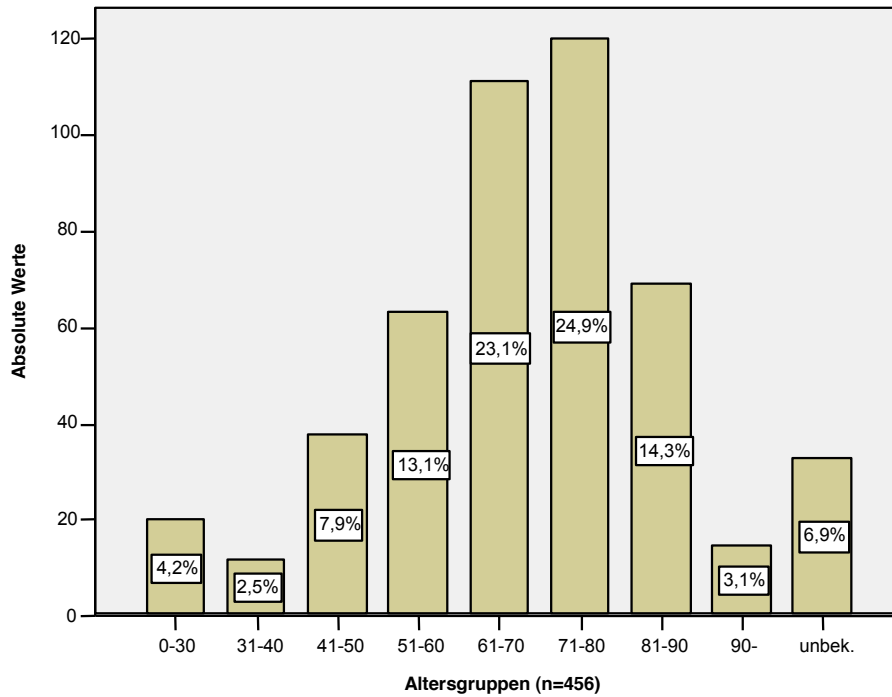


Abbildung 7: Altersverteilung der Reanimationspatienten

7.1.1.1.2. Geschlechterverteilung

Bei der Geschlechterverteilung zeigte sich ein Männeranteil von 38,7% (186 Männern), ein Frauenanteil von 23,9% (=115 Frauen) ($p < 0,001$). Bei 180 Patienten (37,4%) wurde keine Angabe zum Geschlecht auf dem Einsatzprotokoll gemacht. Betrachtet man nur die Verteilung der Patienten, von denen diese Daten vorlagen (62,5%), so findet sich ein Männeranteil von 61,8% und ein Frauenanteil von 38,2%. Vergleicht man Mittelwert und / oder Modus des Alters je nach Geschlecht, so stellt man fest, dass die männlichen Patienten in dieser Studie um 8 bis 10 Jahre jünger sind als die weiblichen.

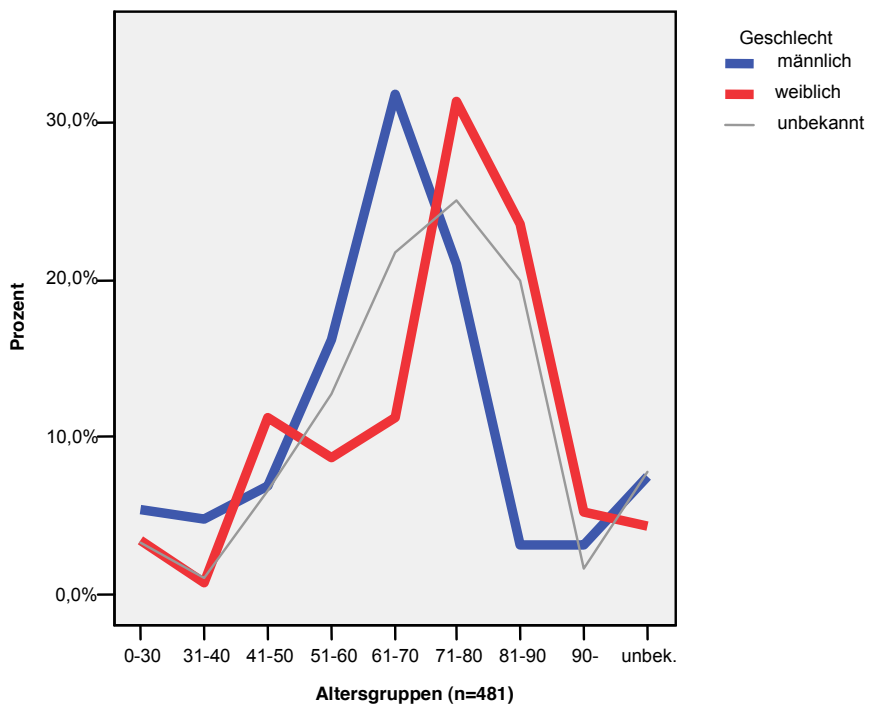


Abbildung 8: Geschlechterverteilung der Reanimationspatienten

7.1.1.2. Einsatzdaten / Meldebild

Bei der Darstellung der zeitlichen Verteilung der Notrufe über den Tag (Tageszeit, festgemacht am Zeitpunkt des Alarms für den RTW) zeigte sich ein Unterschied zwischen den Tages- (07:00 Uhr bis 19:00 Uhr, hier 61,6% der Anrufe) und Nachtstunden (19:00 Uhr bis 07:00 Uhr, 38,4% der Anrufe). Zeitliche Angaben lagen hierbei in 96,9 % der dokumentierten Fälle vor (nur 15 Fälle enthielten dazu keine Angaben). In den Stunden zwischen 07:00 Uhr und 13:00 Uhr lag ein Hauptteil der Einsätze, wie man in Abbildung 9 erkennen kann.

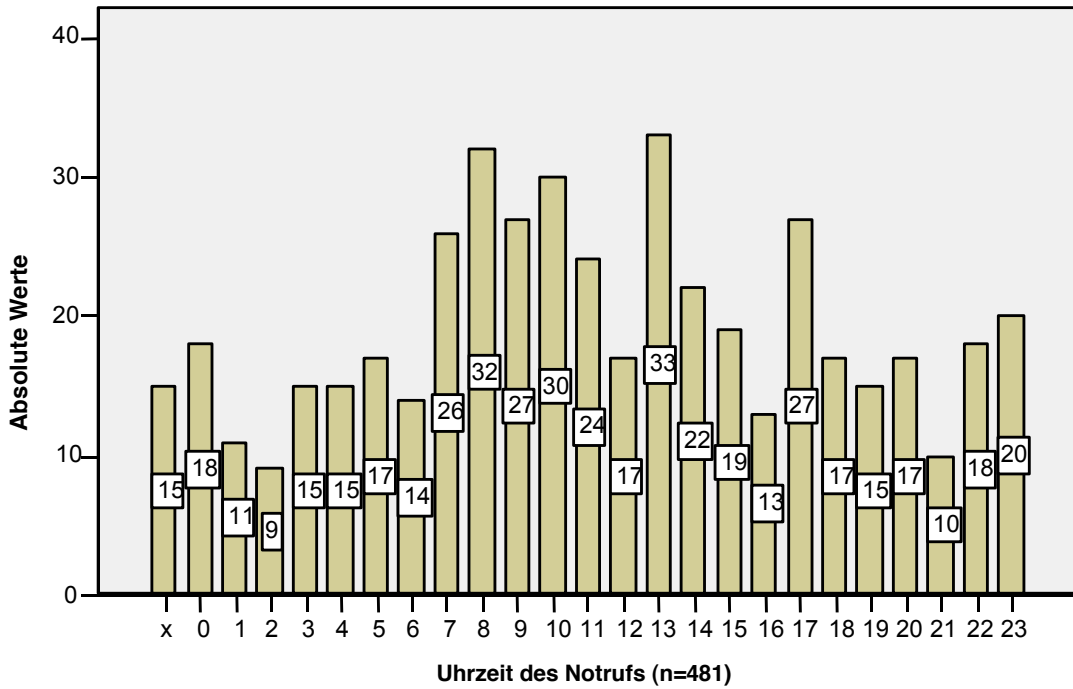


Abbildung 9: Zeitliche Verteilung der Notrufe

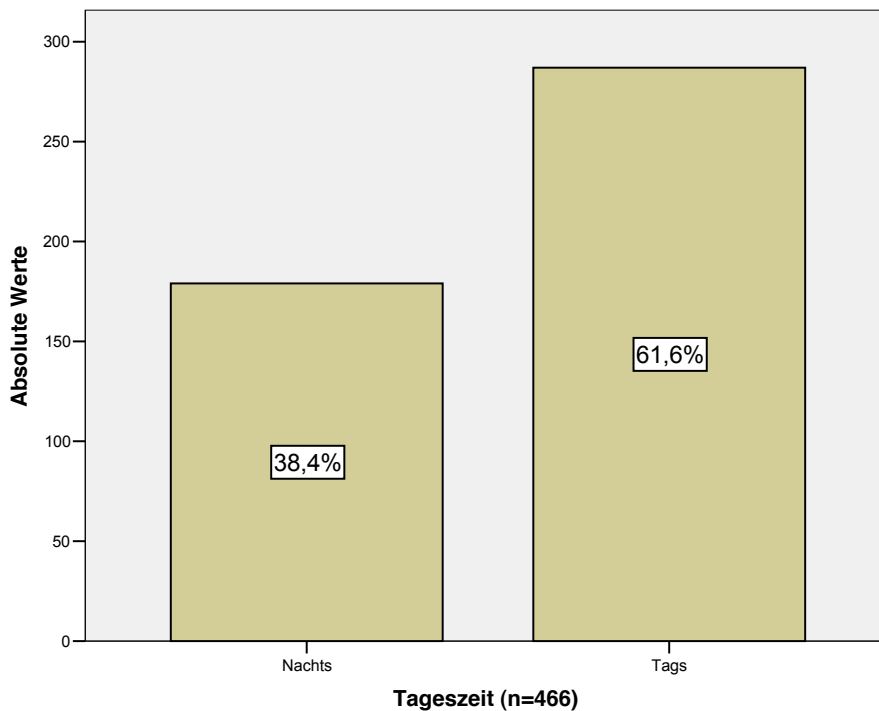


Abbildung 10: Zeitliche Verteilung Tag / Nacht

In 63,0% (300 der 481 Fälle) wurde im Beobachtungsintervall von der Integrierten Leitstelle aufgrund des Inhaltes des Notrufs primär sowohl ein arztbesetztes Rettungsmittel als auch ein Rettungswagen alarmiert (primärer Notarztalarm). In 176 Fällen (37,0%) führte der Notruf zur Entsendung eines RTW, da sich aus dem Notruf keine Notarztindikation ergab (in fünf Fällen wurde in den Einsatzprotokollen hierzu keine Angabe gemacht). In diesen Fällen wurde der Notarzt jeweils erst vom Rettungswagen nachalarmiert (Sekundärer Notarztalarm).

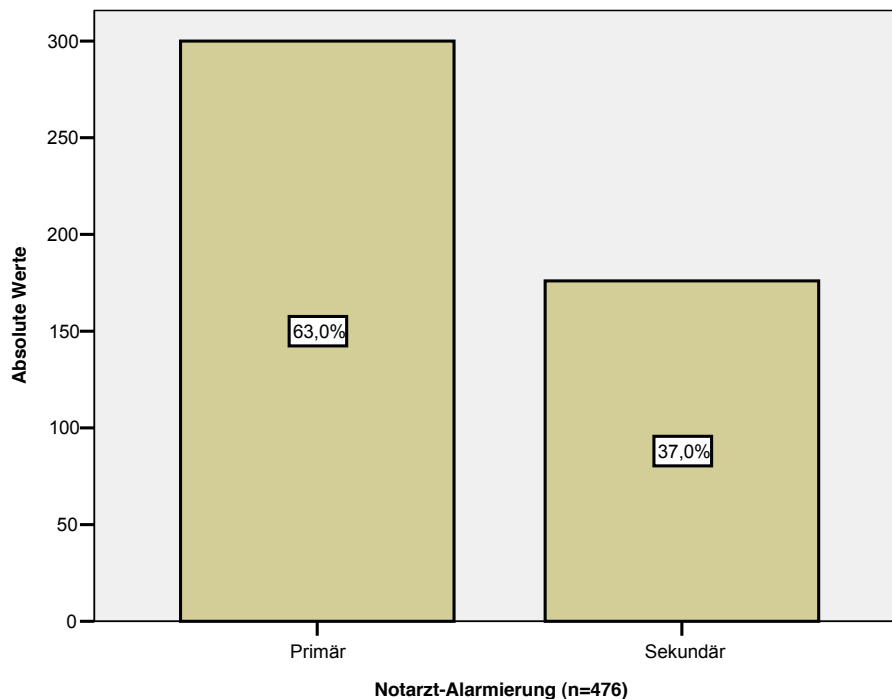


Abbildung 11: Primäre / Sekundäre Notarztalarmierung

Dabei teilten sich die Einsatzstichworte, die von der Integrierten Leitstelle über Funk an die Rettungs-/ Notarztwagenbesatzungen weitergegeben wurden, wie folgt auf. In 189 Fällen (39,3%) wurde das Meldebild „Bewusstlos – Leblos – Reanimation“ (Kategorie 1 in der unten aufgeführten Grafik) und in 5 Fällen (1,0%) „Schnappatmung – Apnoe“ (Kategorie 2) weitergegeben. Damit war in 40,3% der Fälle mit einem Ausfall von Vitalfunktionen anhand des Notrufs zu rechnen.

Die Meldebilder „Herzinfarkt“ (Kategorie 3, 7,1%), „Lungenödem“, „Atemnot“ und „Aspiration“ (Kategorie 4, 5,0%) wurden im Gesamtzeitraum 58 mal (12,1%) übermittelt. Bisher dargestellte Gruppen (Kategorie 1 bis 4, zusammen 52,4% der Fälle) enthalten jeweils Meldebilder, die nach den gültigen Notarzt-Indikations-Katalogen (siehe Kapitel 4.2.1.5) [1] zu einem primären Notarzt-Alarm führen müssen. Der Anteil der primären Notarztalarme lag wie oben beschrieben etwas höher bei 63%.

Eine weitere Gruppe an Einsatzstichworten wird von „Atembeschwerden“, „Herzbeschwerden“ (auch „Cardia-Beschwerden“ genannt), „Kollaps“ und „Asthma“ gebildet. In 20,0% (96 Fälle, Kategorie 5) waren dies die Informationen, die an die Einsatzkräfte übermittelt wurden.

Die „Trauma“-Meldebilder (Kategorie 6) „Verletzt“, „Sturz“, „Sturz aus großer Höhe“, „Verkehrsunfall“ und „Verkehrsunfall schwer“ waren in 38 Fällen (7,9%) Grund der

Alarmierung. Hierbei wurde je nach genauer Notfall-Meldung in einigen Fällen auch primär ein Rettungswagen zusammen mit einem arztbesetzten Rettungsmittel entsandt.

Die Einsatzstichworte „Apoplex“, „Krampfanfall“, „Rhythmusstörung“, „Stoffwechsellentgleisung“, „Hypoglykämie“, „Erkrankt“ sowie „Moritz 2“ (verschlüsselter Name für Tablettenvergiftung) und „Moritz 3“ (Code für Alkoholvergiftung) wurden in 25 Fällen (=5,2%, Kategorie 7) weitergegeben.

In der Gruppe „Sonstige“ waren mit „Brand in der Tiefgarage“, „Ertrinken“, „Akutes Abdomen“, „Sonstiger Notfall“ nur noch 31 Fälle (=6,4%). Zwei Einsätze (0,42%) wurden nur mit dem Meldebild „Krankentransport“ ausgegeben (Zusammen Kategorie 8, 6,9%), in 37 Fällen (7,7% der untersuchten Fälle) wurde im Einsatzprotokoll kein Meldebild festgehalten. Diese wurden im Folgenden mit „Kategorie x“ gekennzeichnet.

Tabelle 2: Kategorien der Meldebilder

Kategorie 1	Bewusstlos, Leblos, Reanimation
Kategorie 2	Schnappatmung, Apnoe
Kategorie 3	Herzinfarkt
Kategorie 4	Lungenödem, Atemnot, Aspiration
Kategorie 5	Atembeschwerden, Herzbeschwerden, Kollaps, Asthma
Kategorie 6	Verletzt, Sturz, Sturz aus großer Höhe, Verkehrsunfall, Verkehrsunfall schwer
Kategorie 7	Apoplex, Krampfanfall, Rhythmusstörungen, Stoffwechsel-Entgleisung, Hypoglykämie, Erkrankt, Moritz 2, Moritz 3
Kategorie 8	Brand in Tiefgarage, Ertrinken, Akutes Abdomen, Sonstiger Notfall, Krankentransport
Kategorie x	Keine Angaben

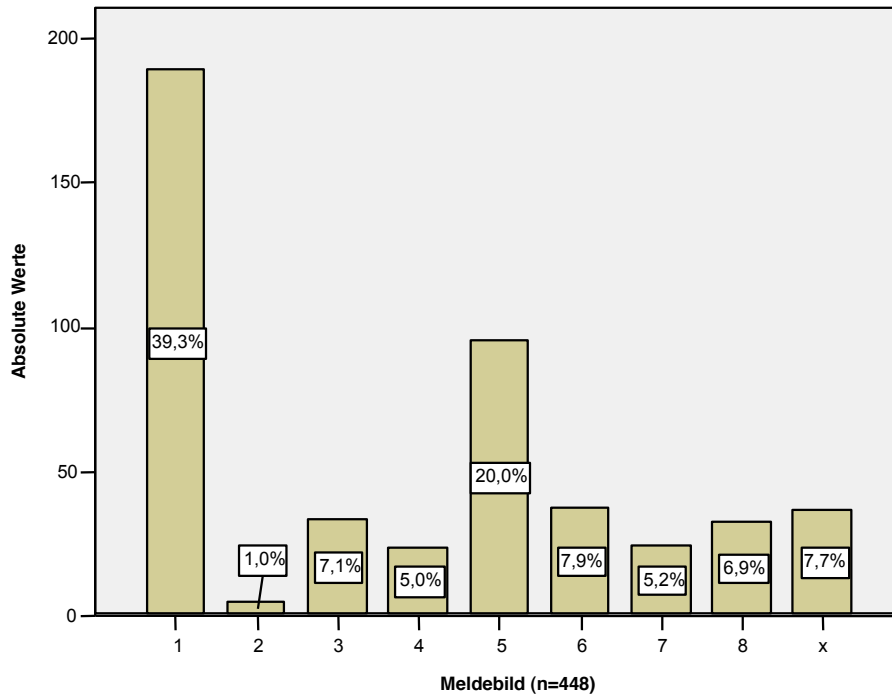


Abbildung 12: Verteilung der Meldebilder nach Kategorien

Vor Ort sollte vom Rettungsdienstpersonal die vermutete Ursache für die Reanimationssituation festgehalten werden. Dabei standen folgende Kategorien zur Verfügung: 1-Kardial, 2-Trauma, 3-Sonstige, 4-Unbekannt. Zur Auswertung wurden alle Fälle, in denen mehrere Kategorien angekreuzt wurden, der Kategorie 4-Unbekannt zugeordnet. Die Verteilung der vermuteten Ursachen kann Abbildung 13 entnommen werden.

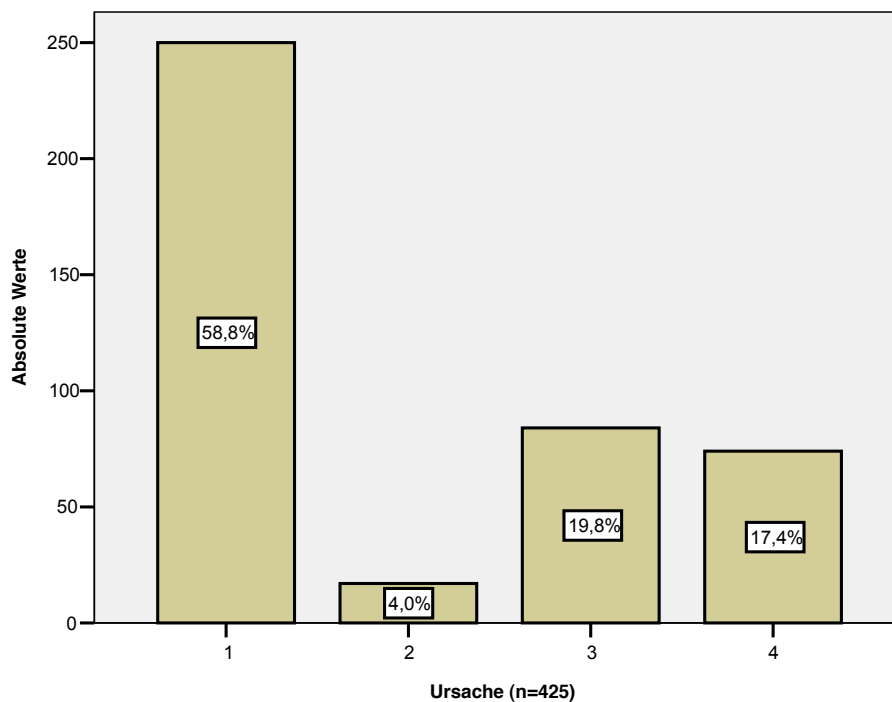


Abbildung 13: Ursachen des Kreislaufstillstandes

Nach Einschätzung der Rettungsdienstmitarbeiter waren der Großteil der Reanimationseinsätze aufgrund eines kardialen Geschehens entstanden (250 Fälle, 58,8%), Kreislaufstillstände mit traumatischer Ursache (17 Fälle) waren mit 4,0% selten.

7.1.1.3. Anfahrtszeiten / Zeitdifferenzen

Als Anfahrtszeit für die jeweiligen Rettungsmittel wurde die Zeit dokumentiert, die vom Ausrücken des Fahrzeugs (Übermittlung des FMS-Status 3 (Auftrag angenommen) durch das Fahrzeug) bis zum Eintreffen des Rettungsmittels am Einsatz vergangen ist. Das Eintreffen wurde als der Zeitpunkt der Übermittlung des Status 4 („Am Einsatz“) an den Einsatzleitrechner definiert. Diese Zeiten wurden nach dem Einsatz vom Rettungsdienstpersonal über Funk oder Telefon von der Integrierten Leitstelle abgefragt und anschließend im Einsatzprotokoll festgehalten.

Es zeigte sich im Median eine Anfahrtszeit für den Rettungswagen bei allen Einsätzen von 4 Minuten bei einem Minimum von 0 Minuten (z.B. bei „Eigenfeststellungen“ durch das Rettungsmittel, d.h. der Notfall wurde nicht zuerst über die Integrierte Leitstelle aufgenommen sondern direkt von der Rettungswagenbesatzung) und einem Maximum von 25 Minuten. In 307 der 457 Fälle (in denen die RTW-Zeiten vollständig vorlagen, entspricht 67,2%) war eine Anfahrtszeit von kleiner oder gleich 5 Minuten für den Rettungswagen dokumentiert worden. Es ergab sich eine Standardabweichung von 2 Minuten, die 90% Perzentile wurde bei 7 Minuten festgestellt, d.h. nach dieser Zeit war der Rettungswagen in 90% am Einsatz.

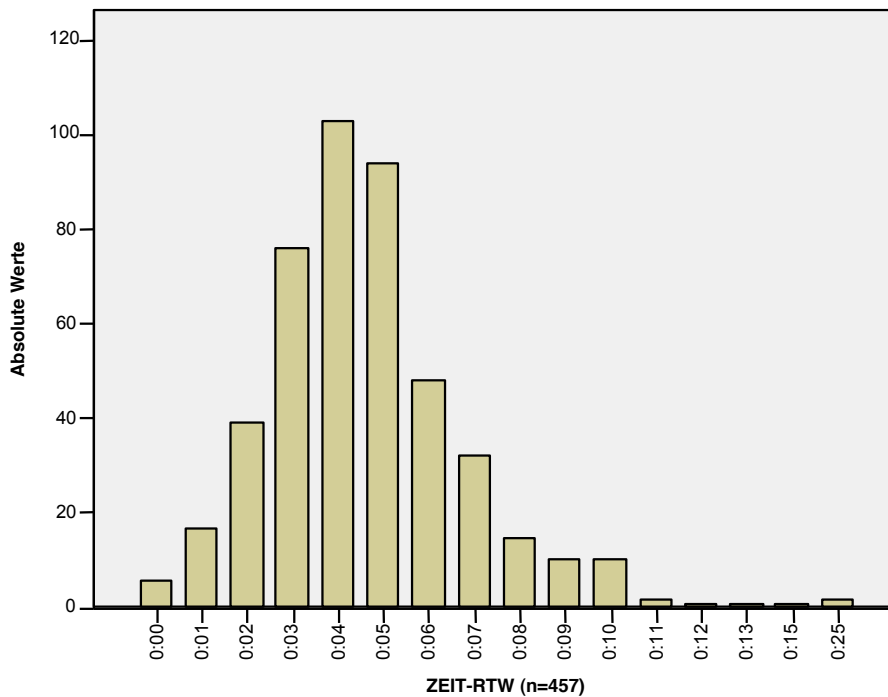


Abbildung 14: Anfahrtszeiten Rettungswagen

Für das arztbesetzte Rettungsmittel (NAW oder NEF) lag der Median der Anfahrtszeit bei allen Einsätzen bei 9 Minuten (Minimum 3 Minuten, Maximum 34 Minuten, Standardabweichung von 6 Minuten). In 10,6% (26 der 245 Fälle mit vollständigen Notarzt-Zeiten) war der Notarzt in kleiner oder gleich 5 Minuten am Einsatz. Die 90% Perzentile lag bei 20 Minuten. In 245 der 481 Fälle lagen vollständige Notarzt-Zeiten zur Auswertung vor (50,9%).

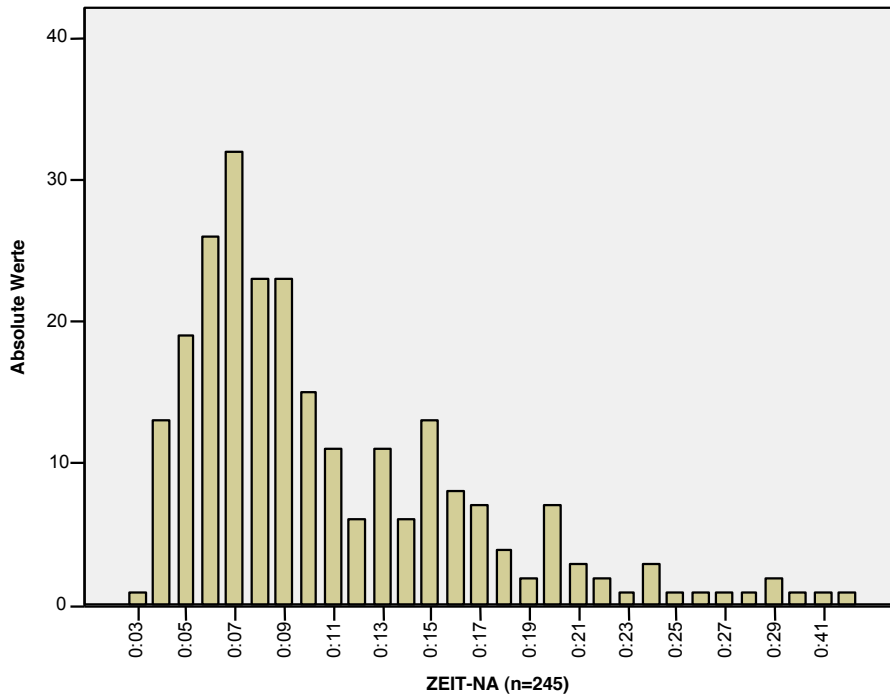


Abbildung 15: Anfahrtszeiten Notarzt

Damit ergibt sich ein Zeitvorteil von im Median 4 Minuten (Minimum 0, Maximum 38 Minuten, Standardabweichung von 6 Minuten) für den Rettungswagen gegenüber dem notarztbesetzten Fahrzeug bei allen Einsätzen (bei Primär- und Sekundäreinsätzen), die 90% Perzentile wurde um 14 Minuten durch den RTW gegenüber dem NAW / NEF verkürzt. In 107 Fällen war der Zeitvorteil sogar größer als 5 Minuten (22,2%). Dagegen wurde in 20 Fällen ein paralleles Eintreffen von beiden Fahrzeugarten festgehalten (4,2%).

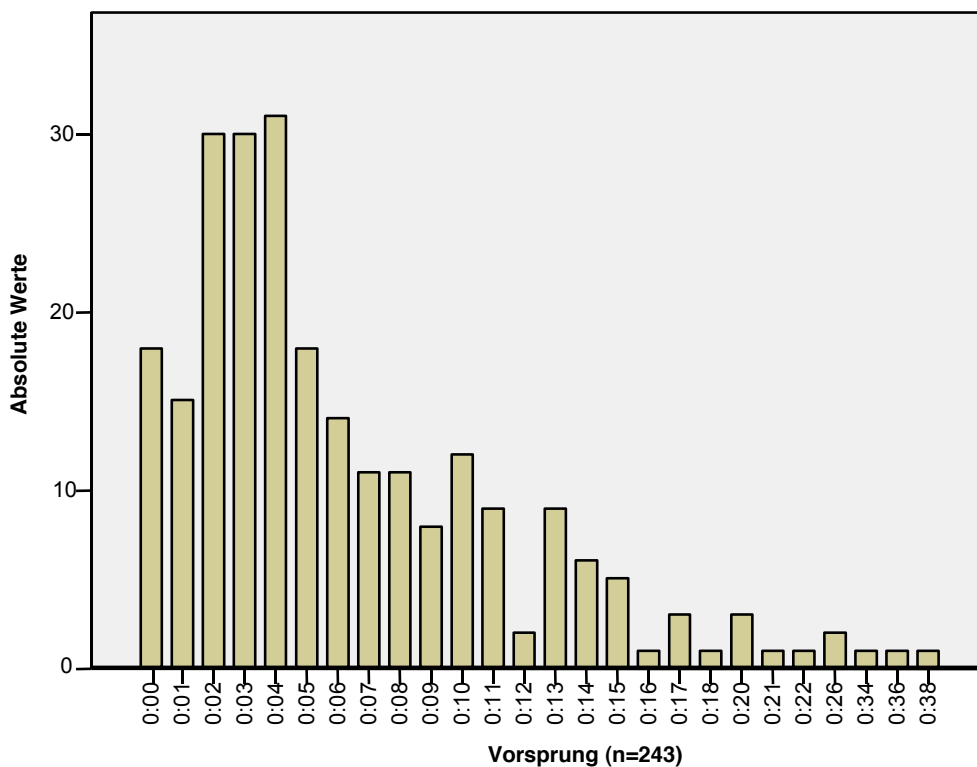


Abbildung 16: Vorsprung Rettungswagen gegenüber Notarzt

Abbildung 17 zeigt die prozentuale Verteilung des Vorsprungs bei der Anfahrt des Rettungswagens gegenüber Notarzt. Für diese Grafik wurden jedoch lediglich die Fälle berücksichtigt, in denen für beide Rettungsmittel vollständige Datensätze bezüglich der Anfahrtszeiten vorlagen (243 Fälle, 50,5%). Eine Unterscheidung zwischen primären und sekundären Notarzt-Einsätzen wurde in dieser Grafik nicht berücksichtigt.

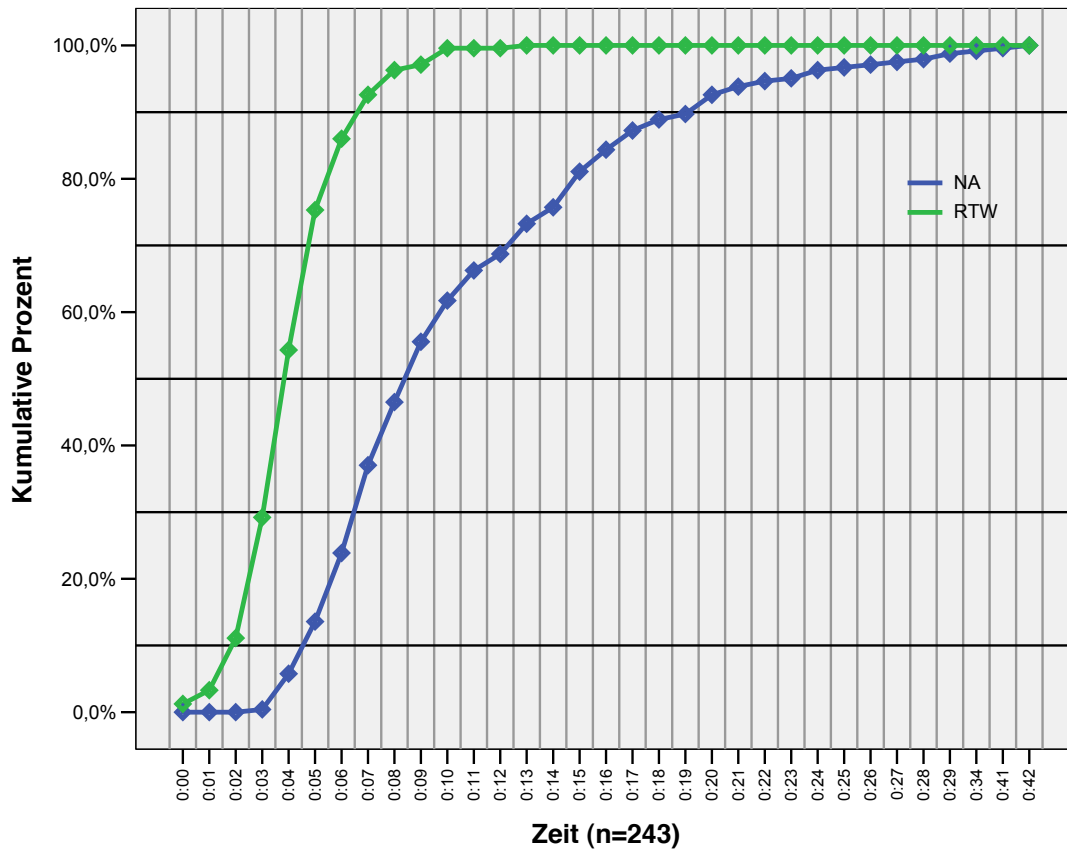


Abbildung 17: Kumulative Darstellung der Anfahrtszeiten Rettungswagen und Notarzt

Schränkt man den Vergleich auf die Einsätze ein, in denen der NAW oder das NEF zeitgleich primär alarmiert worden sind (300 Fälle), so ergibt sich nur noch ein Zeitvorteil von im Median 3 Minuten (Maximum bei 15 Minuten, 90% Perzentile bei 11 Minuten, Datengrundlage 160 Fälle, 53,3%). Der Rettungswagen war wie auch in der Gesamtheit der Einsätze im Median in 4 Minuten am Einsatz (Minimum 0 Minuten, Maximum 10 Minuten, Standardabweichung 1 Minute, 90% Perzentile 6 Minuten, Datengrundlage 283 Fälle, 94,3%).

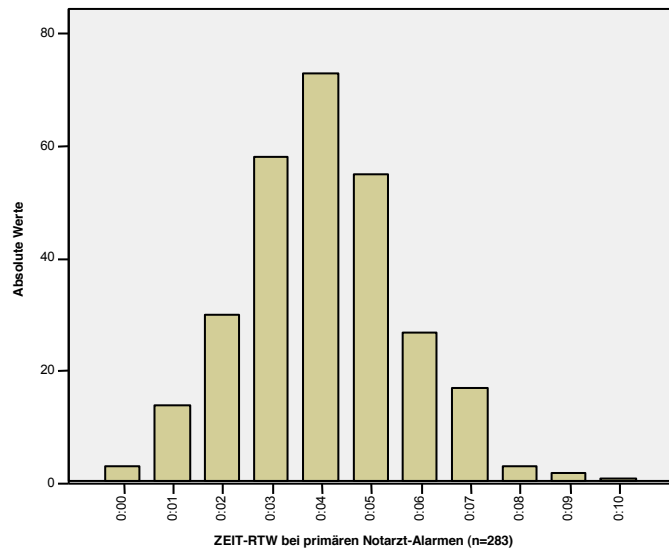


Abbildung 18: Anfahrtszeiten Rettungswagen (primär)

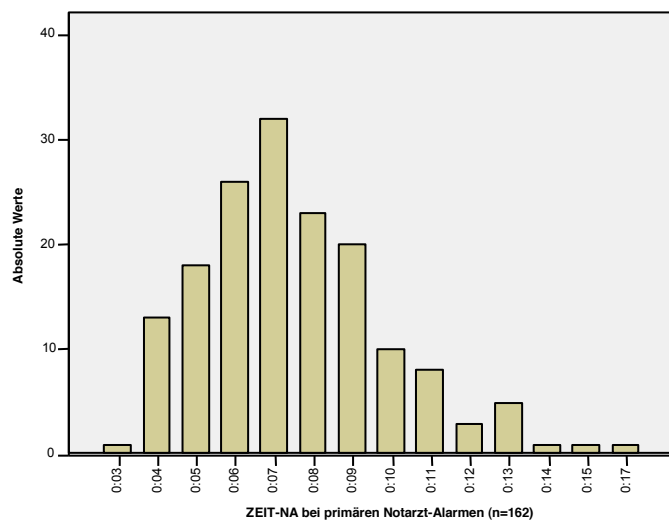


Abbildung 19: Anfahrtszeiten Notarzt (primär)

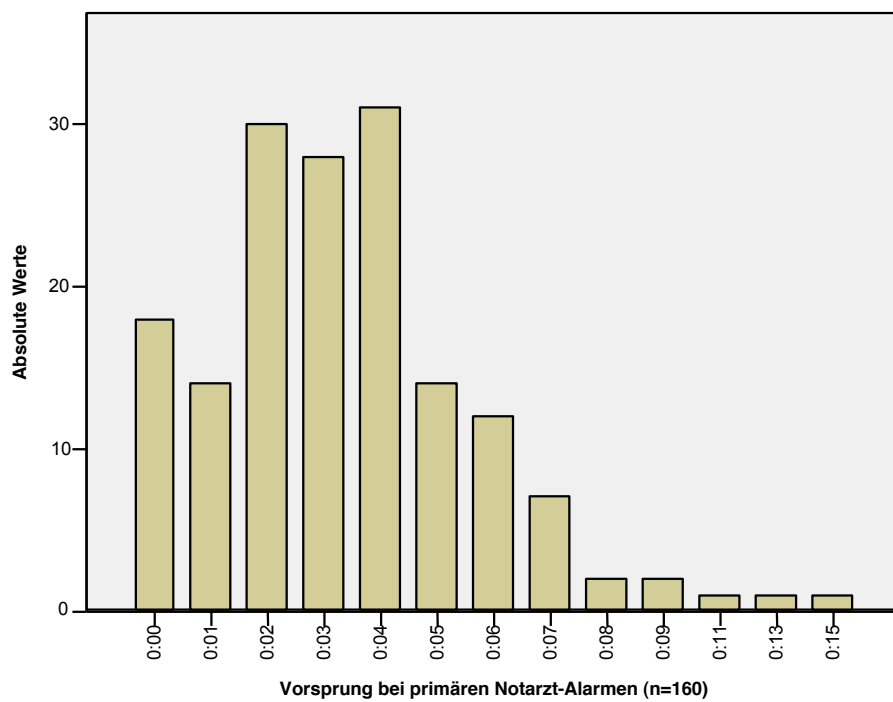


Abbildung 20: Vorsprung Rettungswagen bei primärem Notarztalarm

Der NAW oder das NEF haben bei einem Primär-Notarztalarm im Median Einsatzzeiten von 7 Minuten (Standardabweichung 2 Minuten, 90% Perzentile 6 Minuten, Datengrundlage 54,0%, 162 Fälle). Der Zeitvorteil war nur noch in 29 Fällen (statt 107 Fällen bei allen Einsätzen) größer als 5 Minuten (9,7%). In 20 Einsätzen ist ein paralleles Eintreffen der Rettungsmittel beschrieben worden (6,7%).

Bei sekundären Alarmen wurde der Notarzt im Median nach fünf Minuten vom Rettungsdienst-Team nachalarmiert (Minimum. 0 Minuten, Maximum 31 Minuten, Standardabweichung 5 Minuten) (bei 136 der 176 Fälle (76,7%) lagen Einsatzzeiten soweit vor, dass diese Berechnung möglich war). Dadurch war der Notarzt im Median 12 Minuten später am Patienten als der Rettungswagen (Minimum 2 Minuten, Maximum 38 Minuten, Standardabweichung 5 Minuten).

Tabelle 3: Anfahrtszeiten Rettungsmittel (im Format hh:mm)

alle Einsätze (n=481)	Median	Minimum	Maximum	Std. Abw.	90% Perzentile
RTW	00:04	00:00	00:25	00:02	00:07
NAW / NEF	00:09	00:03	00:42	00:06	00:20
Vorsprung	00:04	00:00	00:38	00:06	00:14
primärer Notarztalarm (n=300)					
RTW	00:04	00:00	00:10	00:01	00:06
NAW / NEF	00:07	00:03	00:17	00:02	00:17
Vorsprung	00:03	00:00	00:15	00:02	00:06

In 24 Fällen (5,0%) konnte aufgrund von fehlenden Einträgen auf dem Einsatzprotokoll keine Anfahrtszeit für den Rettungswagen errechnet werden, in 236 Fällen (49,1%) war dies für das arztbesetzte Rettungsmittel nicht zu berechnen.

7.1.1.4. Erste-Hilfe-Maßnahmen und „Kollaps beobachtet“

In den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ wurde bei 139 Fällen dokumentiert, dass bereits vor Eintreffen des Rettungswagens Erste-Hilfe-Maßnahmen durchgeführt wurden (28,9%). In 341 Fällen (70,9%) war dies nicht festzustellen. In einem Fall konnte zu dieser Frage keine Aussage getroffen werden.

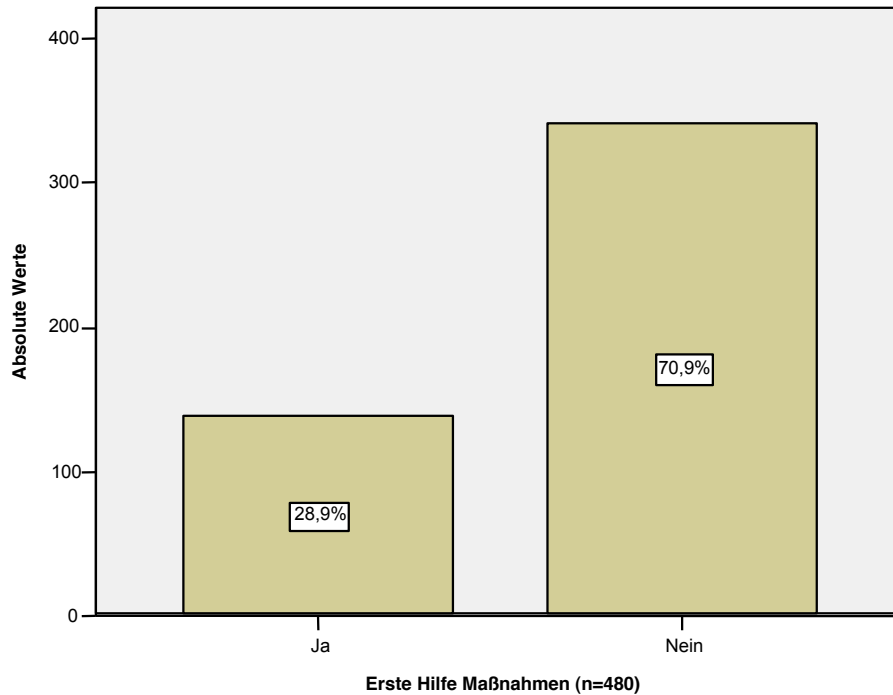


Abbildung 21: Wurden Erste Hilfe Maßnahmen durchgeführt?

Die durchgeführten Maßnahmen stellten sich wie folgt dar: Herzdruckmassage in 93 Fällen (19,3%), eine zusätzliche Beatmung und damit eine vollständige Herz-Lungen-Wiederbelebung in 76 Fällen (15,8%). Eine alleinige Herzdruckmassage ohne Beatmung war in 17 Fällen (3,5%) dokumentiert worden. Die Maßnahme Beatmung wurde unabhängig von anderen Maßnahmen in 89 Fällen (18,5%) angewendet. Die stabile Seitenlage wurde 33 mal (6,9%), zusätzliche „Sonstige Maßnahmen“ waren in 3 Einsätzen dokumentiert worden (0,6%).

Als weiterer Punkt wurde untersucht, ob der Kollaps und damit das Ereignis des Kreislaufstillstandes beobachtet worden war. Dies war in 24,7% aller Einsätze (119 Patienten) der Fall, in 21,2% (102 Patienten) wurde dokumentiert, dass der Kollaps nicht beobachtet wurde. In über der Hälfte der Fälle wurden zu dieser Frage keine Angaben gemacht (54,1%).

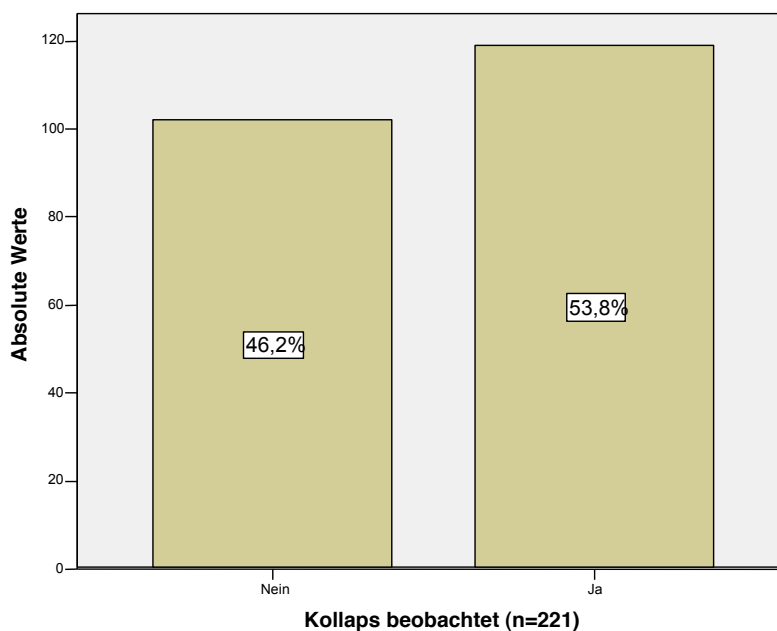


Abbildung 22: Wurde der Kollaps beobachtet?

Betrachtet man nur die Einsätze mit Aussagen zu dieser Frage, so ergibt sich ein Prozentsatz von 53,8% beobachteter Kreislaufstillstände. Nicht untersucht wurde die Frage, durch wen der Kreislaufkollaps beobachtet worden ist (Arzt / Medizinisches Hilfspersonal / Laie).

Der Anteil der beobachteten Kreislaufstillstände, in denen eine komplette Laienreanimation im Sinne von Herzdruckmassage und Beatmung durchgeführt worden ist, lag bei 24 der 119 beobachteten Kreislaufstillstände (20,2%).

7.1.1.5. Initialbefund

Jede Version des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“ enthält die Frage nach dem initialen EKG-Rhythmus. Defibrillationswürdige Herzrhythmusaktionen wie Kammerflimmern und eine pulslose ventrikuläre Tachykardie waren bei 112 Patienten (23,3%) festgehalten worden (Kammerflimmern in 107, „pulslose ventrikuläre Tachykardie“ in fünf Fällen). Asystolie und „pulslose elektrische Aktivität“ wurden bei annähernd zweidrittel der Patienten bei 65,5% (315 Fälle) dokumentiert (250-mal Asystolie, 65-mal „PEA“).

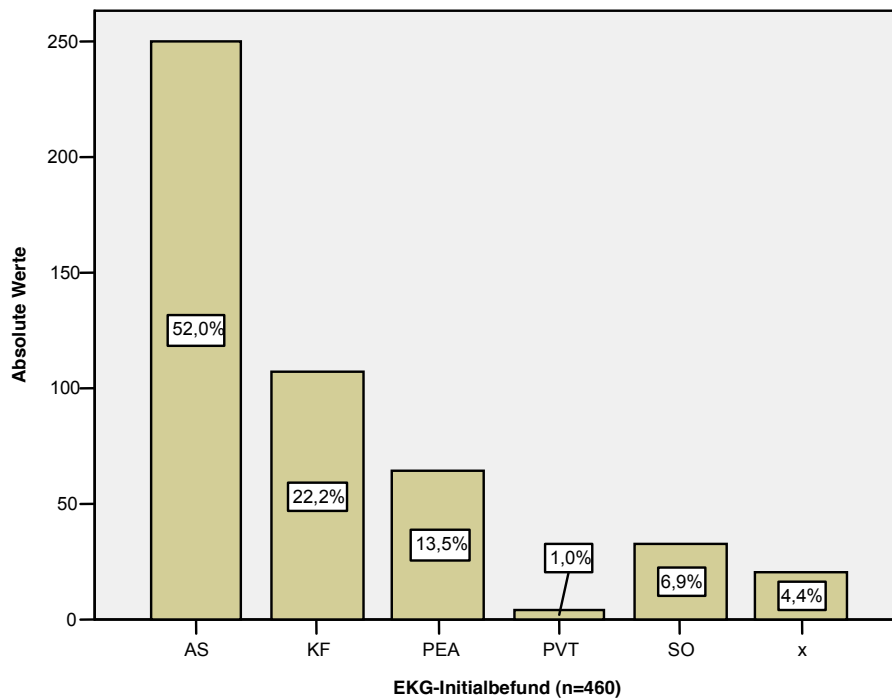


Abbildung 23: EKG-Initialbefund

Betrachtet man die Verteilung der initialen EKG-Befunde im zeitlichen Verlauf über die Jahre (Abbildung 24), so fällt eine Zunahme der dokumentierten Fälle mit Kammerflimmern auf (von 12 im Jahr 2000 auf 23 im Jahr 2004) sowie eine Zunahme der Einsätze mit initialer PEA (von 5 (2000) bis auf 15 (2004)). Wie im Kapitel 7.1.1 beschrieben fand eine besonders hohe Reanimationsfrequenz im Jahr 2002 statt. Die folgende Abbildung zeigt eine Spitze der Fallzahlen mit dem Initialrhythmus Asystolie im Jahr 2002 in der unten gezeigten Grafik.

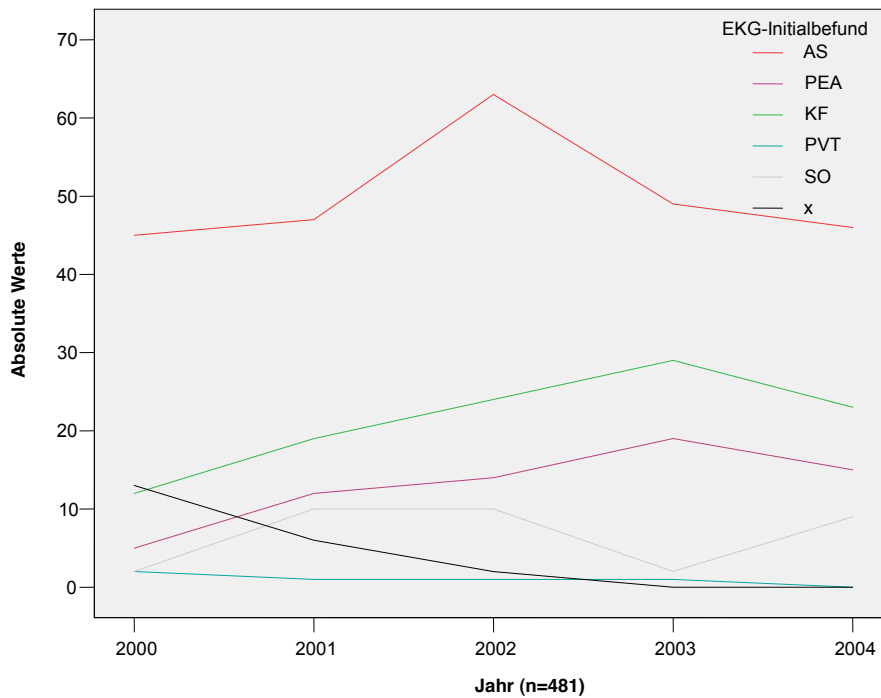


Abbildung 24: Veränderung: Häufigkeit der EKG-Initialbefunde im Beobachtungsintervall

7.1.1.6. Therapie (Maßnahmen / medikamentöse Therapie)

Die häufigsten dokumentierten Therapiemaßnahmen waren Sauerstoffapplikation (in 439 Fällen, 91,3%) und Maskenbeatmung (431, 89,6%) durch die Rettungswagenbesatzung. Ein Venenzugang wurde in 229 Fällen (47,6%) gelegt, in 247 Fällen (51,4%) wurde intubiert. Es wurde bei 147 Einsätzen eine Anwendung eines AED durch das Rettungsdienstpersonal dokumentiert (30,6%). Dabei wurde 15-mal das Lifepak 250 und 132-mal das Lifepak 12 als EKG-Defibrillator eingesetzt. In Tabelle 4 wurde neben dem Prozentsatz der durchgeführten Maßnahme von der Gesamtzahl auch der „Rang“ angegeben. Dieser gibt an, welches die Häufigste / Zweithäufigste, etc. Maßnahme der Anwendergruppe war. „Fett“-markiert wurde jeweils der Prozentsatz bei der RTW-Anwendung, wenn er im Vergleich zur Notarzt-Anwendung häufiger war, und umgekehrt.

Tabelle 4: Anzahl durchgeführte Maßnahmen

Therapiemaßnahmen durch	RTW	NA	% RTW	Rang	% NA	Rang
Maskenbeatmung	431	50	89,6	2	10,4	6
Sauerstoffgabe	439	49	91,3	1	10,2	7
Absaugung	147	47	30,6	5	9,8	8
Intubation	247	171	51,4	3	35,6	2
Venenzugang	229	219	47,6	4	45,5	1
Defibrillation mit AED	147	64	30,6	5	13,3	5
Defibrillation Manuell	19	87	4,0	8	18,1	4
Schrittmachertherapie	15	29	3,1	9	6,0	9
Maschinelle Beatmung	49	117	10,2	7	24,3	3

Die medikamentöse Therapie wurde ebenfalls getrennt nach Anwendern ausgewertet (Notarzt / RTW-Besatzung) (Tabelle 5). Dabei wurde die Gesamtmenge an Medikamenten (unabhängig vom Anwender) nach Median und Maximum untersucht und tabellarisch dargestellt. Zu beachten ist, dass es Doppel-Nennungen bei Medikamenten gab, die von beiden Anwendergruppen verabreicht worden waren.

Tabelle 5: Anzahl durchgeführter medikamentöser Therapie

Therapiemaßnahmen durch	RTW	NA	Insg.	%RTW	%NA	%Insg.	Menge	
							Median	Maximum
Adrenalin endobronchial	132	105	224	27,4	21,8	46,6	6 mg	20 mg
Adrenalin intravenös	95	296	335	19,8	61,5	69,6	14 mg	60 mg
Atropin	18	118	129	3,7	24,5	26,8	2 mg	23 mg
Lidocain	0	26	26	0	5,4	5,4	100 mg	300 mg
Ajmalin	0	7	7	0	1,5	1,5	50 mg	150 mg
Natrium-Bikarbonat	0	44	44	0	9,1	9,1	100 ml	250 ml
Theophyllin	0	2	2	0	0,4	0,4	200 mg	200 mg
Magnesium	0	9	9	0	1,9	1,9	1 Amp.	5 Amp.
Vollelektrolytlösung	198	180	329	41,2	37,4	68,4	500 ml	2500 ml
Kolloidale Lösung	3	10	13	0,6	2,1	2,7	500 ml	2000 ml
Sonstige	10	115	123	2,1	23,9	25,6	x	x

Ein häufigerer Einsatz durch die Rettungswagen-Besatzung verglichen mit dem Notarzt war nur in Bezug auf Adrenalin endobronchial festzustellen. Unterschiede in der Häufigkeit der Anwendung von Adrenalin intravenös zwischen Rettungswagen-Besatzung (19,8%) und Notarzt (61,5%) konnten festgestellt werden. Medikamente, die nicht als Standard im Reanimationsalgorithmus für den Rettungsdienst gelehrt worden sind, wurden nicht gegeben (Lidocain, Ajmalin, Natrium-Bikarbonat, Magnesium). Unter dem Punkt Sonstige wurde häufig das Medikament Cordarex® (=Amiodaron) aufgeführt. Daher wurde dieser Punkt zusätzlich ausgewertet. Insgesamt wurde 43 mal (8,9%) dokumentiert, dass Cordarex eingesetzt worden ist. Im Jahr 2000 wurde es kein Mal eingesetzt, 2001 6-mal, 2002 14-mal, 2003 13-mal und 2004 10 mal. Im Beobachtungszeitraum wurde nur einmal Vasopressin bei einem Patienten angewendet (dieser hatte initial eine Asystolie, er überlebte bis zur Krankenhausaufnahme). Auch dieser Punkt wurde durch Auswertung der „Anmerkungen“ im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ berücksichtigt.

7.1.1.7. Verlauf

Zur Beschreibung des Verlaufs der Reanimation und zum Transport wurden im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ folgende Erkenntnisse festgehalten. Der Verlauf wurde

mit den Auswahlmöglichkeiten „ROSC“ („Return of spontaneous circulation“, Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufs), „ROSV“ („Return of spontaneous ventilation“, Wiedereinsetzen einer Spontanatmung), „Kreislauf stabil“ (CS), „Narkose“ (NARK), „Patient wach“ (PW) und „Maßnahmen ohne Erfolg“ (MOE) dokumentiert. Mehrere Antwortmöglichkeiten waren möglich. In die Datenbank wurde bei Mehrfachnennungen das jeweils „höherwertige“ Ergebnis der Behandlung (Reihenfolge: „ohne Erfolg“, „ROSC“, „Kreislauf stabil“, „ROSV“, „Narkose“ und „Patient wach“) eingetragen. Dabei gab es folgende in Abbildung 25 dargestellte Ergebnisse.

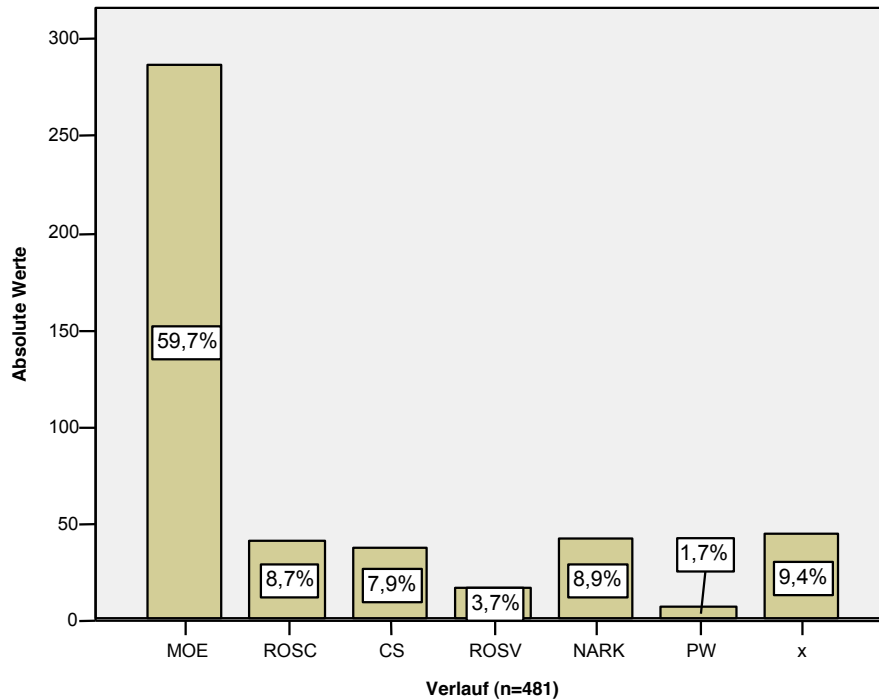


Abbildung 25: Verlauf der Reanimation

In einer weiteren Auswahl wurde die Transportfrage untersucht. Zur Auswahl standen „Transport – Nein, Exitus“, „Transport – Ja unter CPR“ und „Transport – Ja unter Spontankreislauf“. In 39,9% (192 Fällen) wurde der Patient in ein Krankenhaus transportiert und damit die Frage „Transport“ mit Ja beantwortet. Es gab auf keinem Protokoll den Hinweis, dass ein Patient auf dem Transport verstorben ist. Damit wurde davon ausgegangen, dass alle transportierten Patienten das Krankenhaus „lebend“ erreicht haben. Der Punkt Transport „Ja“ wurde damit als primärer Endpunkt dieser Studie definiert (siehe auch Kapitel 6) und mit dem primären Überleben (d.h. primär erfolgreiche Reanimation) gleichgesetzt.

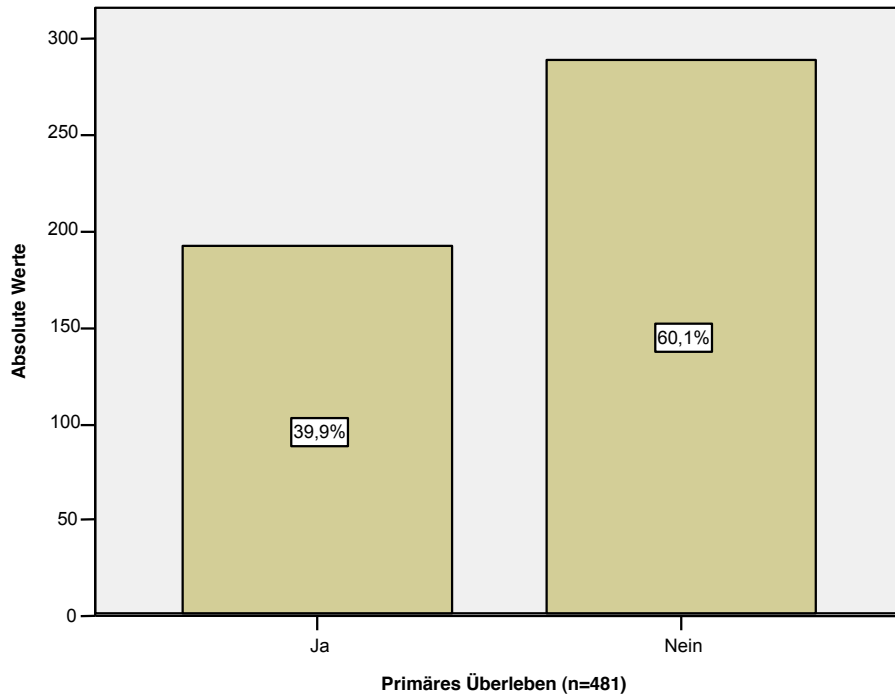


Abbildung 26: Primäres Überleben

Bei 18 der 481 Fälle (3,7%) wurde lediglich der stattgefundene Transport dokumentiert. Eine Angabe zum Zustand des Patienten beim Transport fehlte. Es zeigte sich, dass bei 136 der 481 Patienten (28,3%) ein Transport unter Spontankreislauf stattfand, in 38 Fällen wurde unter Reanimationsbedingungen transportiert (7,9%).

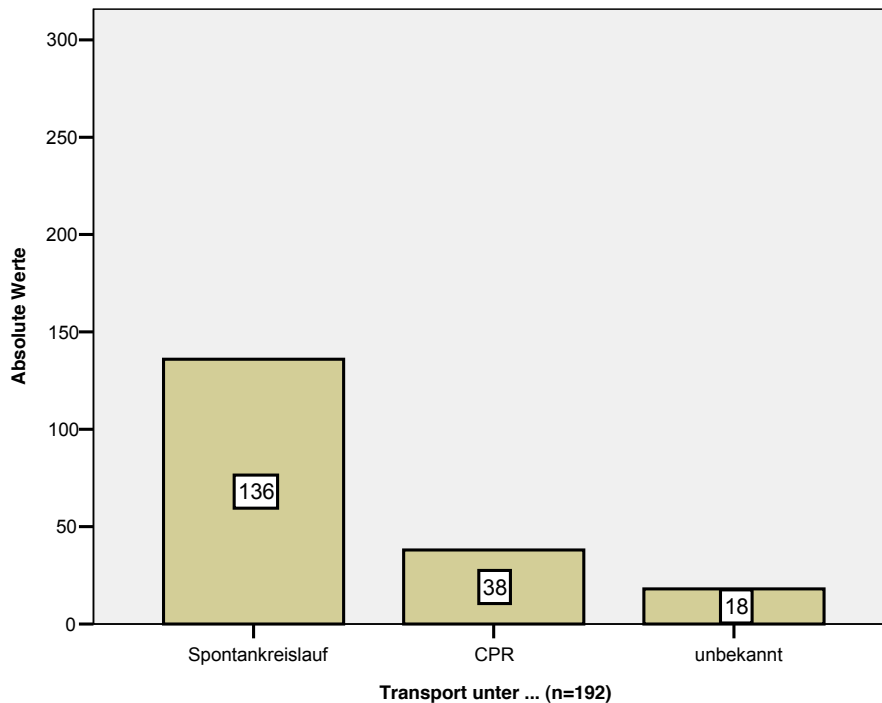


Abbildung 27: Zustand des Patienten während des Transportes

7.1.1.8. Komplikationen und Probleme bei der Reanimation

Mit dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ wurden die Komplikationen und Probleme bei der Reanimation detailliert dokumentiert. Es wurden, unterteilt nach 3 Themenschwerpunkten („Medizinisch“, „Organisatorisch“ und „Material“), mögliche Komplikationen mit Auswahlmöglichkeiten zur Dokumentation vorgegeben. Die Häufigkeit der einzelnen Punkte sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Komplikationen

	Absolute Häufigkeit	% der Fälle	Rang
<u>Medizinisch</u>			
Erschwerte Intubation	126	26,2	2
Aspiration	96	20,0	4
Erschwerter Venenzugang	91	18,9	5
Rippenfrakturen	69	14,4	6
Sonstiges	27	5,6	9
Hypovolämie	7	1,5	17
<u>Organisatorisch</u>			
Räumliche Enge	195	40,5	1
Einsatzmeldung falsch	105	21,8	3
Zugang Patient verzögert	68	14,1	7
Sonstiges	21	4,4	11
Witterung	19	4,0	12
Einsatzort falsch	7	1,5	17
Meldewege falsch	7	1,5	17
<u>Material</u>			
Beatmungsbeutel defekt.	30	6,2	8
Sonstiges	27	5,6	9
Akku leer	19	34,0	12
Sonst. Defekt Defi.	11	2,3	14
Kabel defekt	8	1,7	15
Sauerstoff leer	8	1,7	15
Elektroden defekt	3	0,6	20

Die Tabelle wurde um die Angabe des Rangs der Komplikation nach abnehmender Häufigkeit erweitert. In den einzelnen Gruppen war die Anzahl der Komplikationen mit folgenden Häufigkeiten festzustellen (Abbildung 28 bis 30):

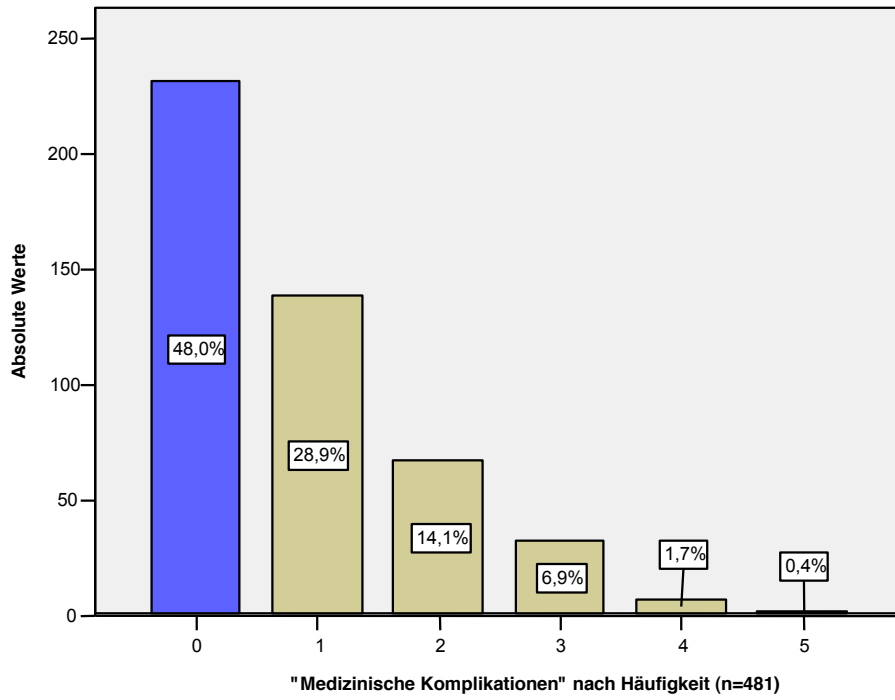


Abbildung 28: Häufigkeit medizinischer Komplikationen

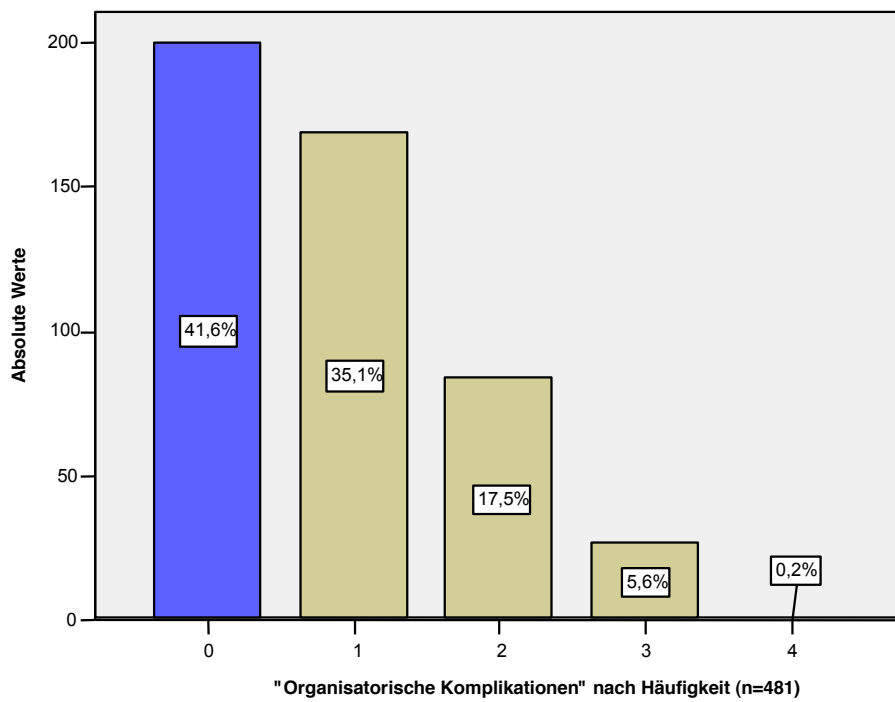


Abbildung 29: Häufigkeit organisatorischer Komplikationen

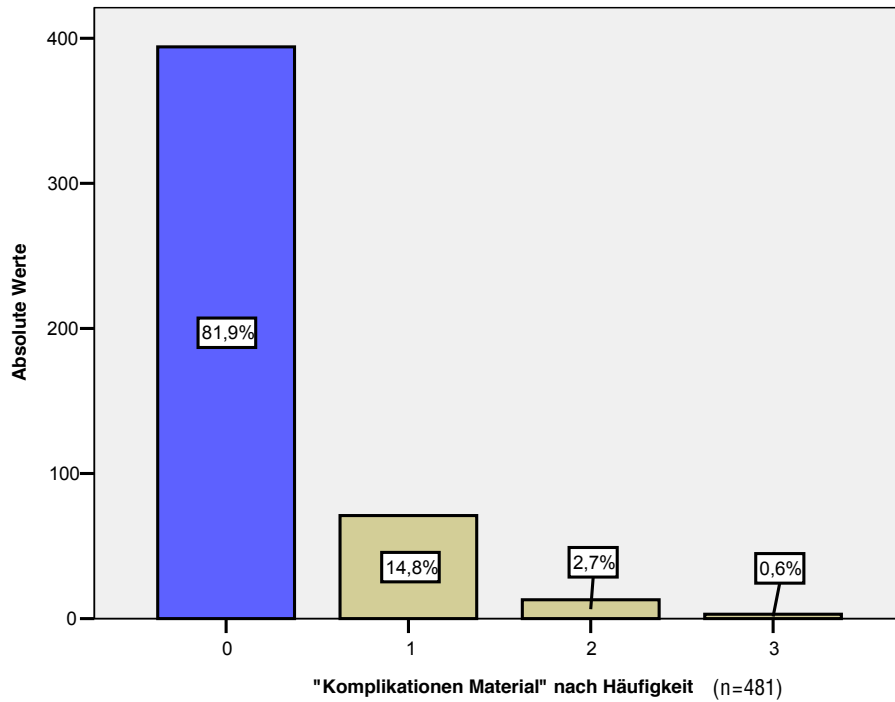


Abbildung 30: Häufigkeit "Komplikationen Material"

Insgesamt waren 416 medizinische (44,1% der insgesamt 944 Komplikationen), 422 organisatorische (44,7%) und 106 Komplikationen in Bezug auf das Material (11,2%) festgestellt worden. 231 Einsätze verliefen ohne medizinische (48,0%), 200 ohne organisatorische (41,6%) und 394 ohne Material-Komplikationen (81,9%). In 368 Fällen wurde mindestens eine Komplikation dokumentiert, in 113 Fällen (23,5%) wurde ein komplikationsloser Reanimationsverlauf im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ festgehalten.

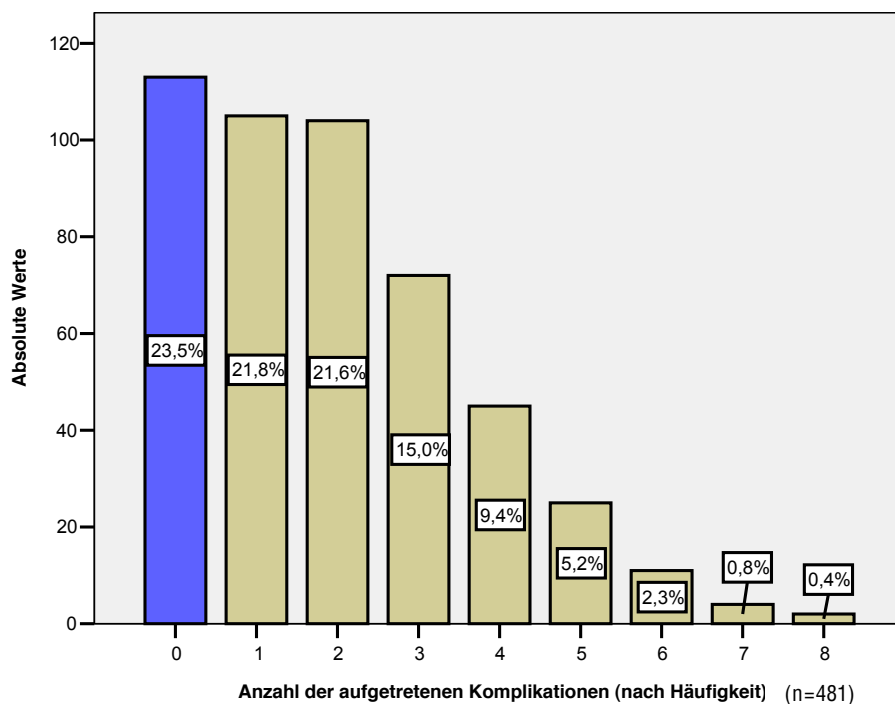


Abbildung 31: Anzahl der Komplikationen

Überblick über die Ergebnisse aus Kapitel 7.1.1

Tabelle 7: Überblick über die Ergebnisse

n= 481	Prozent	Fallzahl
Alter	70,0 ± 16,2	448
Männlich	61,8 %	301
Weiblich	38,2%	301
Beobachteter Kollaps	53,8%	260
Erste Hilfe Leistungen	28,9%	480
Laien-Reanimation	15,8%	480
Primärer Notarzt-Alarm	63,0%	475
<u>Zeiten</u>	RTW	NA
Anfahrtszeit	4 Minuten ± 2	9 Minuten ± 6
Anfahrtszeit primärer NA-Alarm	4 Minuten ± 1	7 Minuten ± 2
<u>Ursache</u>	Prozent	
Kardial	58,8%	
Traumatisch	4,0%	
Sonstige	19,8%	
Unbekannt	17,4%	
<u>Initial-Befund im EKG</u>		
Kammerflimmern	22,2%	
PVT	1,0%	
Asystolie	52,0%	
PEA	13,5%	
Sonstige	6,9%	
Unbekannt	4,4%	
<u>Maßnahmen</u>	RTW	NA
Venenzugang	47,6%	45,5%
Intubation	51,4%	35,6%
Defibrillation AED	30,6%	13,3%
Defibrillation manuell	4,0%	18,1%
Schrittmachertherapie	3,1%	6,0%
Primär-Überleben	39,9%	
<u>Komplikationen</u>	76,5%	
Kompl. med.	52,0%	
Kompl. org.	58,4%	
Kompl. Material	18,1%	

7.1.2. Ergebnisse des Abgleichs mit dem Reanimationsregister

Das „Reanimationsregister“ der Berufsfeuerwehr München umfasst für die Jahre 2000 bis 2004 insgesamt 4823 Fälle. Wie auch bei der Auswertung der „Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“ zeigte sich das Maximum im Jahr 2002 mit 1254 Fällen.

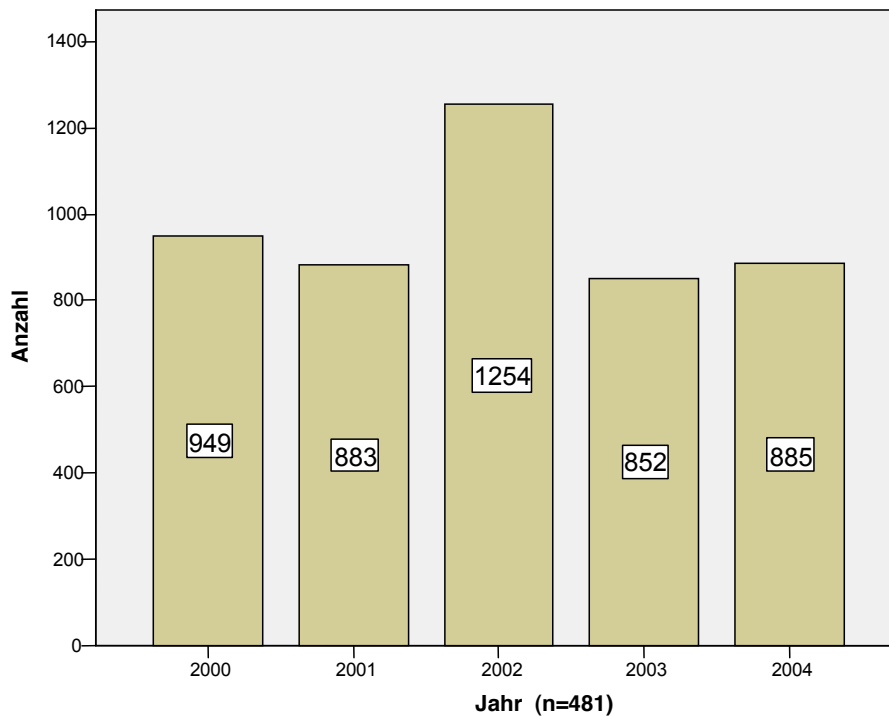


Abbildung 32: Reanimationseinsätze Berufsfeuerwehr München 2000-2004

In der unten aufgeführten Tabelle wurden diejenigen Fälle, die sowohl im „Reanimationsregister“ als auch in den Daten des ASB zu finden sind mit „Matches“ bezeichnet.

Tabelle 8: Anzahl Matches beim Abgleich ASB- und BF-Fälle

Jahr	BF-Fälle	ASB-Fälle	Matches	% Matches	BF (nicht ASB) ^a	% von ASB-Fällen	Zusätzlich Fälle ASB nicht BF ^b	% von BF-Fällen
2000	948	79	50	63,3	37	46,8	29	3,1
2001	883	95	68	71,6	32	33,7	27	3,1
2002	1253	114	87	76,3	33	29,0	27	2,2
2003	852	100	73	73,0	13	13,0	27	3,2
2004	887	93	73	78,5	0	0,0	20	2,3
Summe	4823	481	351	73,0	115	23,9	130	2,7

^a Im Register der Berufsfeuerwehr als Einsätze mit dem ASB dokumentiert, aber nicht in der ASB-Datenbank vorhanden

^b In der ASB-Datenbank vorhanden, nicht jedoch im Register der BF als Fall dokumentiert

Bei 351 von 481 ASB-Fälle (73,0%) konnte aufgrund der Einsatzdaten und der personengebundenen Angaben ein Einsatz aus dem „Reanimationsregister“ der Berufsfeuerwehr München zugeordnet und dadurch weitere Informationen gewonnen werden; bei 27,0% war dies nicht möglich.

Der Anteil der Einsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes an den dokumentierten Reanimationseinsätzen der Berufsfeuerwehr München betrug im Mittel 10,0%.

Tabelle 9: Anzahl ASB-Fälle an BF-Einsätzen

	BF	ASB	Prozentanteil ASB an BF
2000	949	79	8,3
2001	883	95	10,8
2002	1254	114	9,1
2003	852	100	11,7
2004	885	93	10,5
Zusammen	4823	481	10,0

Dies ist im Vergleich zum Anteil der ASB-Rettungswagen am Münchner RTW-Kontingent ein angemessener Prozentsatz (zwei von 23 Schichtdienst-RTWs (8,7%) und zwei von 14 „Teilzeit“-RTWs (14,2%), zusammen vier von 37 Fahrzeugen (10,8%)). Berücksichtigt man die Tatsache, dass die fünf NAWs einen beträchtlichen Anteil der Einsätze (und damit auch Reanimationseinsätze) ohne zusätzlichen Rettungswagen fahren und dass die neun Rettungswagen der Berufsfeuerwehr ebenso an Notfalleinsätzen und Reanimationen beteiligt sind, so ist dieser Prozentsatz bei genauer Betrachtung im Vergleich zu den eingesetzten Fahrzeugen überdurchschnittlich hoch einzustufen.

Durch das Reanimationsregister konnte zusätzlich zu den Alarm- und Eintreffzeiten der Rettungsmittel der Zeitpunkt des Notrufeingangs miterfasst werden. Dabei zeigte sich im Median eine Zeitspanne vom Notrufeingang bis zum Ausrücken des ersten Rettungsmittels (Status „3“ im FMS-System, vgl. Kapitel 7.1.1.4) von 2 Minuten bei einem Maximum von 9 Minuten und einer 90% Perzentile von 3 Minuten anhand der Daten der Berufsfeuerwehr.

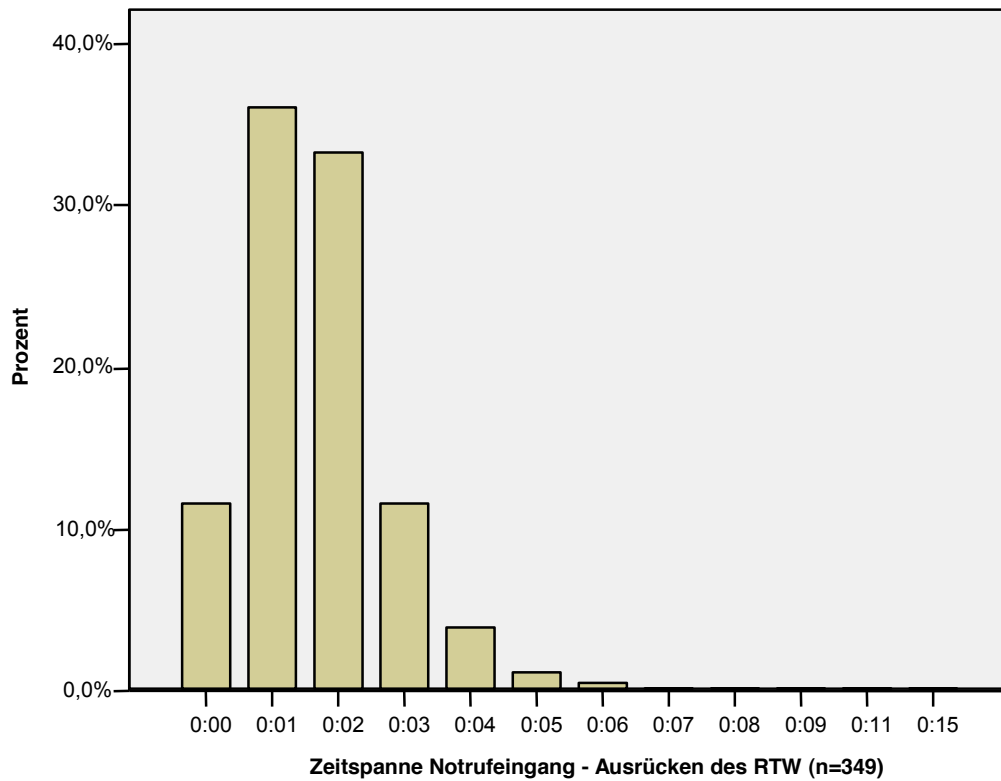


Abbildung 33: Zeitspanne Notruf bis Ausrücken des Rettungswagens

7.1.2.1. Zeitlicher Vorsprung Rettungswagen gegenüber Notarztwagen

Betrachtet man den errechneten „Vorsprung“ des Rettungswagens gegenüber dem notarztbesetzten Rettungsmittel in den Fällen, in denen in beiden Datenbanken ein vollständiger Zeit-Datensatz vorlag (171 von 351 Fällen = 48,7%, fehlende Daten beim ASB in 163 Fällen (46,3%), bei der Berufsfeuerwehr 27 Fällen (7,7%)) so traten Unterschiede auf.

Der Zeitvorteil definiert sich als Differenz zwischen der Zeit, zu der sich der Notarzt „am Einsatz“ gemeldet hat (Status „4“ im FMS-System) und der Zeit, zu der der Rettungswagen „am Einsatz“ war. Lag der Median des Vorsprungs bei den Angaben des ASB bei 5 Minuten (Minimum 0 Minuten, Maximum 38 Minuten, Standardabweichung 6 Minuten, 90% Perzentile 14 Minuten) so waren die Daten bei der Berufsfeuerwehr in Bezug auf die Standardkennzahlen (Median bei 4, Minimum bei 0, Maximum bei 36 Minuten, Standardabweichung bei 6 Minuten und 90%-Perzentile bei 13 Minuten) etwas kürzer. Übereinstimmung wurde in 84 der 171 Fälle erzielt (49,1%). Eine über 90%ige Übereinstimmung konnte erst für das Intervall „Vorsprung \pm 4 Minuten“ erreicht werden. Der Unterschied ist in Abbildung 34 dargestellt.

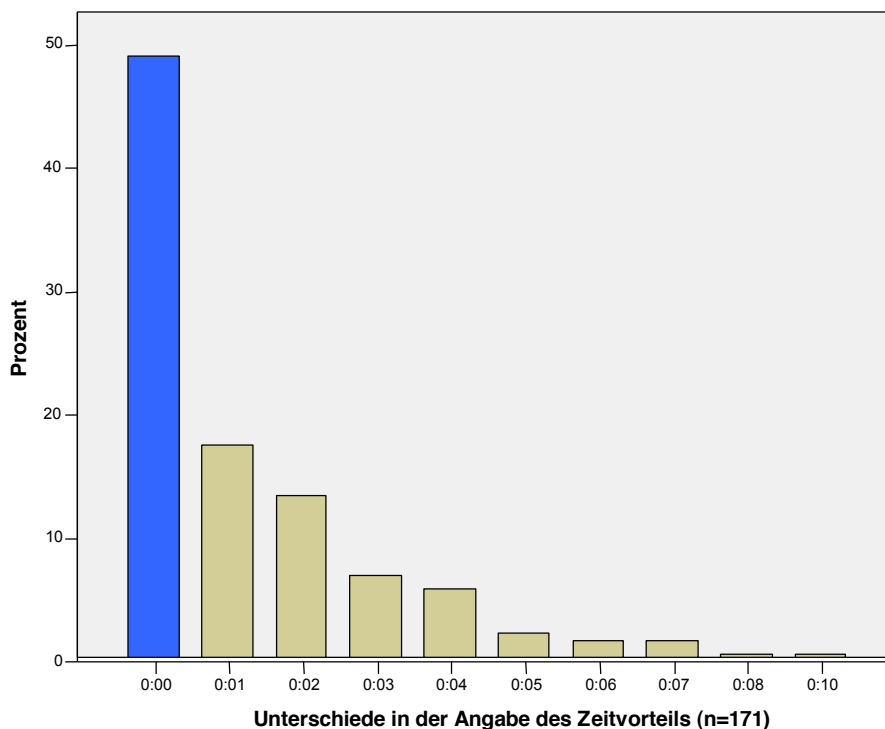


Abbildung 34: Unterschiede in der Angabe des Zeitvorteils ASB gegenüber BF

Die vorliegenden Daten lassen keinen Schluss darüber zu, welche der beiden Daten zutreffend ist. Beide werden telefonisch oder über Funk abgefragt und per Hand in die Datenbanken eingegeben.

7.1.2.2. Alter

In Bezug auf das dokumentierte Alter zeigten sich folgende Ergebnisse. So wurde das Alter im Datensatz der Berufsfeuerwehr (eingeschränkt auf die „Matches“ mit der ASB-Datenbank“) in 100% erfasst, in den Daten aus dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des ASB wird in 327 der 351 Vergleichs-Fällen das Alter angegeben (93,2%). Die statistischen Kenngrößen sind in Tabelle 10 dargestellt.

	ASB	BF
Median	70	70
Mittelwert	67	67,5
Maximum	99	97
Minimum	12	20
Standardabw.	16,0	15,4

Tabelle 10: Altersverteilung ASB und BF

In 327 Fällen konnte beiden Quellen Angaben über das Alter entnommen werden (in 24 Fällen der Vergleichsdaten keine Angabe beim ASB = 6,8%, Datensatz der Berufsfeuerwehr zu diesem Punkt vollständig), dabei gab es in 160 Fällen exakte Übereinstimmung (45,6% der 351 vergleichbaren Fälle). Betrachtet man das Alter mit einer Abweichung von 2 Jahren, so konnte in 81,2% (285 Fällen) eine Übereinstimmung gefunden werden. In 17 von 351 Fällen (4,8%)

betragen die Abweichung 10 Jahre und mehr. Die genaue Verteilung kann Abbildung 35 entnommen werden.

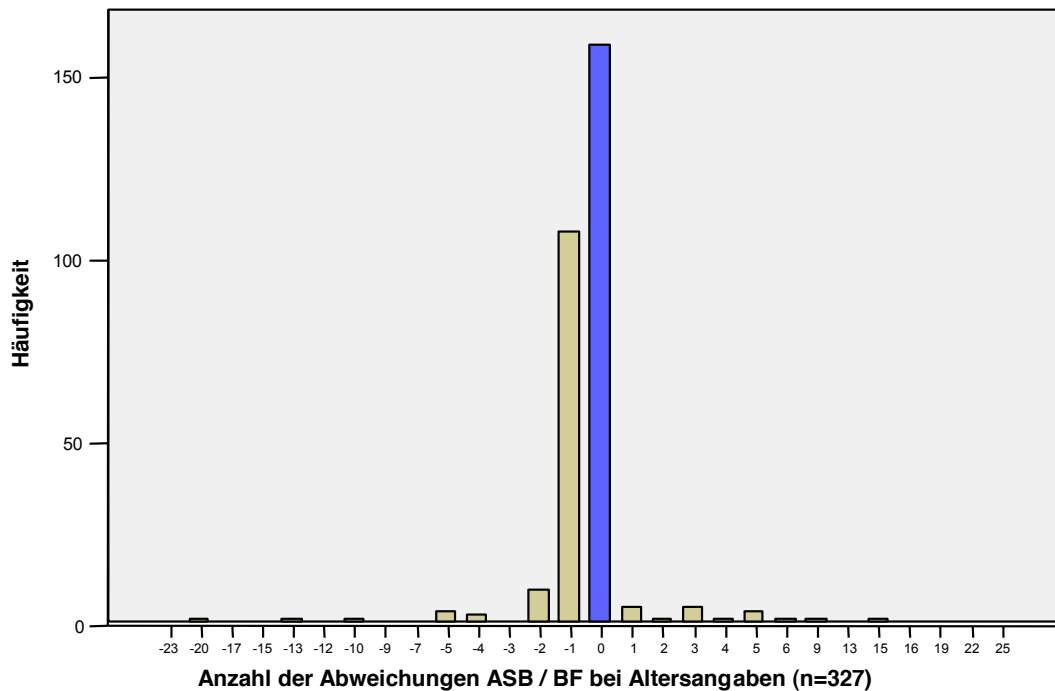


Abbildung 35: Unterschiede in den Altersangaben ASB gegenüber BF

7.1.2.3. Geschlecht

In Bezug auf das festgestellte Geschlecht des Reanimationspatienten gab es ebenso unterschiedliche Dokumentationen. Bei der Berufsfeuerwehr wurde im Reanimationsregister bei 100% das Geschlecht eingegeben, beim ASB waren es 63,8% (224 Fälle). Übereinstimmungen konnten in 221 von 351 Fällen (62,9%) gefunden werden. In 127 der 351 Fälle hatte die Berufsfeuerwehr Angaben zum Geschlecht, während diese bei den ASB-Daten fehlte (36,2%). In 3 Fällen wurde jeweils das andere Geschlecht eingetragen (0,9%).

7.1.2.4. Ursache

Die Angaben zur Ursache des Kreislaufstillstandes, eingeteilt in „Kardial“, „Trauma“, „Sonstige“ und „Unklar“, wurden nicht einheitlich in beiden Aufzeichnungen verwendet. So gibt es beim Reanimationsregister der BF den Punkt „Unklar“ nicht, diese Fälle wurden unter „Sonstige“ eingeteilt. Damit ergab sich trotz dieser Anpassung nur in 58,4% (205 Fällen) eine Übereinstimmung, in 146 Fällen (41,2%) wurde die gleiche Notfallsituation unterschiedlich bewertet. In 38 der 351 Vergleichsfälle (10,8%) war im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ keine Angabe zur Ursache gemacht worden, der Datensatz des Reanimationsregisters war zu dieser Frage vollständig.

7.1.2.5. Kollaps beobachtet

Ebenso verhält es sich, wenn man den Umstand, ob der Kollaps beobachtet wurde, näher betrachtet. In 196 der 351 ASB-Vergleichs-Bögen wurde zu dieser Frage keine Aussage festgehalten (55,8%). Bei der Berufsfeuerwehr wurde in 83 der 351 Bögen keine Angabe

gemacht (23,6%). Somit konnten nur 128 Fälle verglichen werden. Es zeigte sich eine Übereinstimmung von 60,9% (78 von 128 Fällen).

7.1.2.6. Initialrhythmus

Bei der Dokumentation des initialen Rhythmus wurde im Datenblatt der Berufsfeuerwehr explizit darauf hingewiesen, dass der „erste, egal von wem, abgeleitete EKG-Befund“ (aus Rückseite des Dokumentationsbogen Reanimation der Berufsfeuerwehr München, siehe Abbildung 4) zu dokumentieren ist. Daher sollte der Befund, der auf dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des ASB festgestellt wurde mit dem der häufig später eintreffenden Notarzt-Besatzung übereinstimmen. Auch hier gibt es bereits bei den Kategorien Unterschiede. Beim ASB-Datenblatt kann man „Asystolie“, „PEA“ für pulslose elektrische Aktivität, „Kammerflimmern“ und „Sonst“ für alle anderen Rhythmen ankreuzen. Im Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr gibt es nur „Asystolie“, „Kammerflimmern“ und „Sonstiger Rhythmus“. Damit ergeben sich bereits systemisch Differenzen in der Dokumentation. Für Vergleichszwecke wurde das Schema des ASB angepasst und ebenso nur 3 Kategorien angewandt. Es zeigte sich folgende Ergebnisse. In 12 Fällen (von 351) wurde beim ASB der initiale Rhythmus nicht dokumentiert (3,4%). Im Reanimationsregister wurde in allen 351 Fällen ein Initialrhythmus festgehalten. Übereinstimmend wurde in 65 Fällen Kammerflimmern als Initialrhythmus festgestellt (18,5%). Wurde vom ASB eine „PVT“ (pulslose ventrikuläre Tachykardie) festgehalten (in 2 Fällen, 0,6%), so wurde dies von der Berufsfeuerwehr richtig in die Gruppe der defibrillationswürdigen Rhythmen eingeordnet und somit „Kammerflimmern“ angekreuzt. In 151 Fällen gaben beide Anwender „Asystolie“ an (43,0%). Wurde bei der Berufsfeuerwehr „Sonstiger Rhythmus“ (68 von 351, 19,4%) notiert, so ergab die Dokumentation des ASB konform in 36 Fällen (10,3%) „PEA“ (22) und „Sonst“ (14). Damit wurde insgesamt in 72,4% übereinstimmend geantwortet. In 85 Fällen wurde der gleiche Initialrhythmus unterschiedlich eingeordnet (24,2%).

7.1.2.7. Maßnahmen

Der Dokumentationsbogen der Berufsfeuerwehr gibt im Vergleich zum ASB-Bogen zum Themenkomplex Therapiemaßnahmen weniger Informationen wieder. Von der Berufsfeuerwehr wird die Angabe über eine Defibrillation mittels AED durch den Rettungsdienst vor Eintreffen des Notarztes gefordert. Hier fehlen in 42 Fällen Angaben zu dieser Frage (12,0%), beim ASB in drei der 351 Vergleichsfälle (0,9%). In 50 Fällen wurde übereinstimmend die AED-Anwendung durch den Rettungsdienst festgehalten (14,2%), in 180 Fällen in gleicher Weise verneint (51,3%). Damit herrscht in 65,5% Konsens bezüglich dieser Frage. In 121 Einsätzen wurde diese Frage uneinheitlich beantwortet (34,5%), wobei in 19 Fällen die Berufsfeuerwehr von einer Defibrillation ausgegangen ist (5,4%), die sich beim ASB nicht wieder findet, und umgekehrt das „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ in 57 Fällen eine Defibrillation angibt (16,2%) ohne passende Angabe in den BF-Unterlagen. Der zweite Aspekt der getroffenen Maßnahmen, der sich in den Bögen der Berufsfeuerwehr wieder findet, ist die Frage nach einer stattgefundenen Intubation. In zwei Fällen enthält der ASB-Fragebogen dazu

keine Information (0,6%). Das Reanimationsregister hat dazu in allen 351 Fällen Informationen. Übereinstimmung ergibt sich in 144 Fällen (41,0%; dabei Intubation „ja“ in 37,3% und „nein“ in 3,7%). Eine von der Berufsfeuerwehr notierte Intubation fand sich in 193 Fällen beim ASB nicht wieder (55,0%), umgekehrt fand sich in 3,4% eine beim ASB dokumentierte Intubation im Reanimationsregister der BF nicht wieder. Zur Medikamentengabe gibt es im Reanimationsregister lediglich Angaben zur Adrenalingabe. Beide Quellen können diese Angabe in allen Vergleichsfällen liefern. Übereinstimmung in der durchgeführten Adrenalin-Applikation findet sich in 302 von 351 Fällen (86,0%), in der Verneinung in 29 Fällen (8,3%). Nur in 20 Fällen finden sich Unterschiede (BF abweichend „Ja“ in 16 Fällen = 4,6%, ASB abweichend „Ja“ in 4 Fällen = 1,1%). Dieser Punkt fällt durch den sehr großen Grad der Übereinstimmung von 94,3% auf.

7.1.2.8. Verlauf

Das Thema Verlauf kann an zwei Merkmalen verglichen werden. Der BF-Fragebogen klärt mit der Frage „Wiederherstellung eines Pulses“ im Verlauf das gleiche Problem, welches das ASB-„Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ mit Verlauf „ROSC“, „ROSV“, „Kreislauf stabil“, „Narkose“, „Patient wach“ oder „ohne Erfolg“ etwas detaillierter untersucht. Zu Vergleichszwecken wurde alles außer „ohne Erfolg“ mit „Wiederherstellung eines Pulses“ „Ja“ und umgekehrt gleichgesetzt. In 33 Fällen gibt es beim ASB keine Angabe zu dieser Frage (9,4%), bei der Berufsfeuerwehr wird diese Frage in 100% beantwortet. Es findet sich 190 mal (54,1%) in beiden Protokollen „ohne Erfolg“ und „kein Puls im Verlauf“ (umgekehrt 94-mal „Puls wiederhergestellt“ und „ROSC“ oder Höherwertiges 26,8%, damit Übereinstimmung in 80,9%). In 34 Fällen herrscht eine Diskrepanz zwischen den Angaben der Berufsfeuerwehr und dem ASB (9,7%).

Zuvor wurde als primärer Endpunkt die Frage nach dem Transport festgelegt. Im Falle eines durchgeführten Transportes wurde aus Mangel an weiteren Informationen von einem primären Überleben und der Aufnahme in ein Krankenhaus ausgegangen. Die Frage „Transport Ja / Nein“ beantwortet der Arbeiter-Samariter-Bund München und die Berufsfeuerwehr in allen 351 Vergleichsfällen. Einigkeit herrscht in 329 Fällen (93,7%); Exitus ohne Transport einheitlich 203 mal = 57,8%, „Überleben“ und daher Transport in 126 Fällen = 35,9%). 12 mal ist der Patient laut ASB-Angaben vor Ort verstorben (3,4%) und die Berufsfeuerwehr dokumentiert die Durchführung eines Transportes, umgekehrt war es in 2,9% (10 Fällen, Transport „nein“ durch BF, aber „Ja“ durch ASB).

7.1.2.9. First Responder-Einsatz

In wenigen der „Matches“ wurde zusätzlich zum Rettungswagen des Arbeiter-Samariter-Bundes und notarztbesetztem Rettungsmittel auch noch ein First Responder der Berufsfeuerwehr dokumentiert. Diese Angabe konnte durch das Reanimationsregister zusätzlich gewonnen werden (untersucht an den „Matches“). Im Jahr 2000 war das sechsmal der Fall (von 50 Fällen = 12,0%), 2001 21-mal (von 68 Fällen = 30,9%), 2002 20-mal (von 87 Fällen = 23,0%), 2003 neunmal (von 73 Fällen = 12,3%) und schließlich 2004 siebenmal (von 73 Fällen = 9,6%). Es

entstanden im Schnitt 1,6 Fälle pro Jahr, in denen der First Responder vor dem Rettungsdienst eintraf (acht Fälle in 5 Jahren), in 6,2 Fällen pro Jahr war er vor dem Notarzt am Einsatz (31 Fälle in 5 Jahren). Dabei wurde in den Jahren 2000 und 2004 je einmal vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes defibrilliert. Diese Zahlen basieren auf den Daten des „Reanimationsregisters“. Das „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ brachte zu diesem Punkt keine Informationen.

Dabei ergibt sich ein Prozentsatz von 12,7% der First Responder-Einsätze, in denen ein Vorsprung von im Mittelwert 0,4 Minuten (Median 0 Minuten, Maximum 3 Minuten, Standardabweichung 0,6 Minuten) erreicht wurde gegenüber dem Rettungsdienst. In 3,2 % wurde vor dem Rettungsdienst defibrilliert (bei 63 Einsätzen zweimal in 5 Jahren). Im Vergleich zum Notarzt wurde in 49,2% der Einsätze ein Zeitgewinn von im Mittelwert 1,7 Minuten (Median 1 Minute) erreicht (Standardabweichung 1,3 Minuten).

Tabelle 11: Übersicht Zeitvorteil durch First-Responder-Einsätze

	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl FR-Einsatz	6	21	20	9	7
Anzahl Matches	50	68	87	73	73
Zeitvorteil					
Anzahl "früher als RD"	3	1	2	0	2
Maximum	3	3	2	0	3
Median	0,5	0	0	0	0
Mittelwert	1,2	0,1	0,2	0	0,7
Standardabweichung	1,5	0,7	0,6	0	1,5
Anzahl "früher als NA"	5	13	3	4	6
Maximum	12	7	6	6	4
Median	2	1	0	0	2
Mittelwert	3,3	1,6	0,6	1,3	1,7
Standardabweichung	4,4	1,8	1,6	2,2	1,3

Zusammenfassend gibt Tabelle 12 einen Überblick über die Vollständigkeit der beurteilbaren 351 Vergleichsdaten sowie den Grad der Übereinstimmung, der beim Datenabgleich zwischen Reanimationsregister und den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ erzielt werden konnte. Insgesamt bleibt ein Grad der Übereinstimmung zwischen 41,0% und 93,7 %, der bei der Dokumentation von Befunden und Beschreibungen auftritt. Bei den Daten, die einer Beurteilung bedürfen und damit von der Einschätzung des Dokumentators abhängen (wie die Frage nach der Ursache und die Einteilung des initialen Rhythmus), sind vergleichsweise hohe Übereinstimmungen aufgetreten.

Tabelle 12: Übereinstimmende Dokumentationen

	Übereinstimmung in %	Keine Angabe ASB in %	Keine Angaben BF in %
Vorsprung	49,1	46,3	7,7
Alter	45,6	6,8	0,0
Geschlecht	62,9	36,2	0,0
Ursache	58,4	10,8	0,0
beob. Kollaps	60,9	55,8	23,6
initialer Rhythmus	72,4	3,4	0,0
Defibrillation AED	65,5	0,8	12,0
Intubation	41,0	0,6	0,0
Adrenalingabe	94,3	0,0	0,0
Puls im Verlauf	80,9	9,4	0,0
Transport	93,7	0,0	0,0

7.1.3. Ergebnisse aus der EKG-Auswertung des Lifepak 12

Ereignisausdrucke sollten bei allen Einsätzen, die mit dem Lifepak 12 durchgeführt worden sind, der Dokumentation beigelegt werden. Wurden die Einsätze über die Möglichkeit der Telemetrie an den Auswertecomputer beim Arbeiter-Samariter-Bund übertragen, entfiel diese Vorgabe. In 292 der 481 Fälle konnten Aussagen anhand von vorliegenden Gerätedaten aus dem Lifepak 12 entweder in Form des Ereignisausdrucks oder durch telemetrierte Daten gewonnen werden (60,7% aller Einsätze / 74,5% der 392 Einsätze mit dem Lifepak 12). In 124 Fällen wurde eine Telemetrie auf dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ dokumentiert, nur in einem Fall lagen keine EKG-Daten zur Auswertung vor (0,8% der 124 telemetrierten Daten).

Die auf dem EKG verzeichnete Uhrzeit wurde mit den vom ASB auf den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ festgehaltenen Einsatzdaten verglichen. Dabei konnte aufgrund von unvollständigen Einsatzzeiten in den Einsatzprotokollen in 18 Fällen kein Vergleich durchgeführt werden (18 von 292 Fällen, bei denen EKG-Daten vorlagen, 6,2%). In 43 Fällen wurde das EKG – nach den dokumentierten Zeiten – bereits vor Eintreffen am Notfallort (Status „4“ im FMS-System) eingeschaltet (Mittelwert 42 Minuten, Median 37 Minute, Maximum 1 Stunde 51 Minuten, Standardabweichung 18 Minuten). Anzumerken ist, dass die Uhrzeit im Lifepak 12 vom Anwender manuell eingestellt wird. Eine automatische Synchronisation z.B. über Funkuhr geschieht nicht. In 18 Fällen wurde es laut Zeitangaben verglichen mit der Eintreffzeit laut Einsatzprotokoll in der gleichen Minute eingeschaltet (6,2%), im der übrigen 213 Fälle (ohne Fälle, in denen das EKG vor dem Eintreffen eingeschalten worden ist und ohne die Fälle, in denen dies zeitgleich geschah) im Mittel nach 7 Minuten (Median 4 Minuten, Maximum 55 Minuten, Standardabweichung 8 Minuten).

In 26 Fällen (8,9% der 292 Fälle mit EKG-Daten) wurde keine Analyse auf dem Ereignisausdruck festgehalten. Man kann davon ausgehen, dass in diesen Fällen der AED-Modus des Lifepak 12 nicht eingeschaltet wurde. In sechs dieser 26 Fälle (23,1%) wurden Defibrillationen ausgelöst. Anzunehmen ist, dass diese im manuellen Modus durchgeführt wurden.

In 266 Fällen wurde die Analyse-Taste des Gerätes bedient (91,1%), im Median nach 24 Sekunden (Mittelwert 1 Minute 31 Sekunden, Maximum 1 Stunde 0 Minuten 11 Sekunden, Minimum 0 Sekunden, Standardabweichung 4 Minuten 46 Sekunden) nach Einschalten des Gerätes. In 137 dieser 266 Fälle (51,5%) wurden Defibrillationen ausgelöst.

Insgesamt wurde in 143 der 292 Fälle, deren EKG-Daten der Auswertung zur Verfügung stehen (49,0%) Defibrillationen durch das Lifepak 12 durchgeführt. In den Fällen, in denen die Analysefunktion und damit der AED-Modus des Lifepak 12 genutzt wurde (137 Fälle) im Median nach 21 Sekunden (Mittelwert 4 Minuten 57 Sekunden, Maximum 32 Minuten 8 Sekunden, Minimum 6 Sekunden, Standardabweichung 7 Minuten 30 Sekunden) nach Auslösen der 1. Analyse. 41,8% der Fälle wurden im Zeitintervall 12 bis 17 Sekunden ausgelöst, der Modus war bei 15 Sekunden (bezogen auf die 1. Analyse). Im Hinblick auf die Zeit nach Einschalten des Gerätes zeigten sich folgende Werte: Median 1 Minute 23 Sekunden, Mittelwert 6 Minuten 33 Sekunden, Maximum 46 Minuten 6 Sekunden, Minimum 7 Sekunden, Standardabweichung 8 Minuten 37 Sekunden. Wurde ohne Analysefunktion gearbeitet und defibrilliert (6 Fälle), so geschah dies im Median nach 3 Minuten, 0 Sekunden (Mittelwert 6 Minuten 46 Sekunden, Maximum 24 Minuten 2 Sekunden, Minimum 15 Sekunden, Standardabweichung 9 Minuten 16 Sekunden) nach Einschalten des Gerätes.

Für alle 143 Fälle, in denen defibrilliert wurde und die dazugehörigen EKG-Daten zur Verfügung stehen, wurde im Median nach 1 Minute 23 Sekunden (Mittelwert 6 Minuten 34 Sekunden, Maximum 46 Minuten 6 Sekunden, Minimum 7 Sekunden, Standardabweichung 8 Minuten 37 Sekunden) nach Einschalten des Gerätes defibrilliert.

Die gewählte Defibrillationsenergie für den 1. Elektroschock war in 141 der 143 dokumentierten Fälle (d.h. es lagen EKG-Daten zur Auswertung vor) 200 Joule (98,6%), in 2 Fällen wurde sofort mit 360 Joule defibrilliert (1,4%) (beide im manuellen Modus durch den Notarzt / hierbei gab es keine Informationen über vorausgegangene Defibrillationen mit einem anderen Gerät).

Tabelle 13: EKG-Zeiten bis Analyse / Schock

	Zeitbedarf (im Median)
Einschalten bis Analyse	24 Sekunden
Analyse bis Schock	21 Sekunden

Der initiale EKG-Rhythmus wurde in den 292 Fällen, in denen weiterführende EKG-Daten zur Auswertung zur Verfügung standen, mit dem durch den Rettungsdienst dokumentierten Rhythmus verglichen. Dies war in 8 Fällen nicht möglich, da hier im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ die entsprechende Angabe fehlte (2,8%). Von den 284 übrigen Fällen wurde nach erneuter EKG-Interpretation des aufgezeichneten EKG's in 217 Fällen (76,4%) die vom

Rettungsdienst getroffene Diagnose bestätigt. In 67 Fällen (23,6%) ergab sich nach erneuter Beurteilung eine differierende Interpretation. Diese „Neu-Interpretation“ geschieht alleine am EKG-Befund und ohne klinische Daten. Die Differenzen in den Diagnosen sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Therapierelevante Änderungen (in der Tabelle mit „*“ gekennzeichnet) würden sich in 16 der 67 differierenden Fälle ergeben (23,9%, bzw. 5,5% der 292 Fälle mit vorliegendem EKG).

Tabelle 14: EKG-Beurteilung durch ASB gegenüber BF

Beurteilung in der Studie	Beurteilung RTW	Anzahl
AS	PEA	4
AS	SO	1
KF	AS	10*
KF	PEA	1*
KF	PVT	2
KF	SO	2*
PEA	AS	35
PEA	KF	1*
PEA	PVT	1*
PEA	SO	3
PVT	KF	2
PVT	PEA	1*
SO	AS	4

(„KF“ = Kammerflimmern, „PVT“ = pulslose ventrikuläre Tachykardie, „AS“ = Asystolie, „PEA“ = pulslose elektrische Aktivität, „SO“ = sonstiger Rhythmus)

Als weiterer Punkt wurde die Impulsart erfasst, ob eine monophasische oder biphasische Defibrillation erfolgte. Diese Umstellung wurde nach Austausch der EKG-Defibrillatoren im Februar und März 2003 vollzogen. Seit dem wird mit biphasischer Energie defibrilliert. Somit konnten 88 Defibrillationen mit einem monophasischen Impuls (bis März 2003) und 55 mit biphasischem Impuls untersucht werden.

Neben dem initialen Rhythmus wurde auch der Rhythmus nach der ersten Defibrillation ausgewertet. In Anbetracht fehlender klinischer Daten wie Puls erfolgt rein die morphologische Beschreibung. Dabei wurden folgende Kategorien gebildet. „SR“ für sinusrhythmus-ähnlichen Befund, „VER“ für Kammerersatzrhythmus, „VT“ für ventrikuläre Tachykardie, „KF“ für Kammerflimmern, „AS“ für Asystolie“ und „SO“ für Sonstige, nicht zuordenbare Rhythmen. Dabei zeigte sich folgendes Ergebnis (die absolute Häufigkeit wurde unter der Bezeichnung angegeben). Eine erfolgreiche Defibrillation, d.h. eine Rhythmusänderung ungeachtet des „nachfolgenden“ Rhythmus konnte in 119 Fällen bzw. 83,2% erreicht werden. Die erwünschte Konversion in einen Sinusrhythmus erfolgte lediglich in 15 von 143 Fällen nach der ersten

Defibrillation (10,5%), persistierendes Kammerflimmern war in 24 Fällen zu verzeichnen (16,8%), ein tachykarder Rhythmus (vermutlich ventrikulärer Genese) zeigte sich in 7 Fällen (4,9%). Vergleichsweise ungünstigere Verläufe bei Konversion in eine Asystolie waren in 60 Fälle (42,0%) die häufigste Reaktion auf die erste Defibrillation. In 23 Fällen (16,1%) war nach dem Elektroschock ein bradykarder breitkomplexiger Rhythmus (hier mit „VER“ gekennzeichnet) festzustellen. In 14 Fällen (9,8%) war eine Einordnung in eine der vorliegenden Kategorien anhand des EKG-Bildes post Schock nicht möglich.

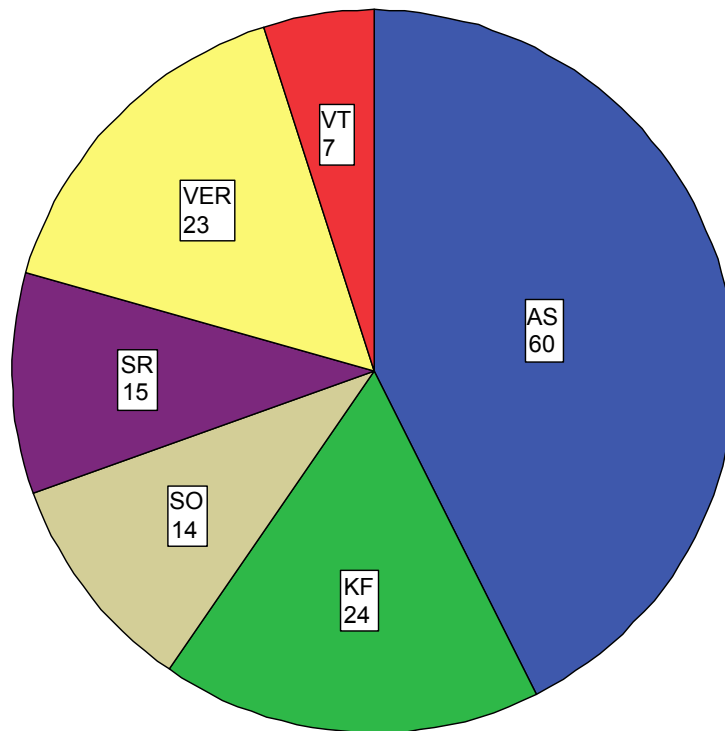


Abbildung 36: EKG-Rhythmus mit absoluten Häufigkeiten nach erster Defibrillation (n=143)

7.1.4. Ergebnisse aus der Tonbandauswertung des Lifepak 250

Es wurden insgesamt 89 Einsätze mit dem Lifepak 250 in diese Untersuchung einbezogen. Davon lagen bei nur 29 Fällen (32,6%) auswertbare Tonbänder vor.

Die Tonqualität wurde in sechs Fällen als „Gut“ oder „Sehr Gut“ eingestuft (20,7% der Bänder), in 12 Fällen als „Mittel“ oder „Schlecht“ (41,4%), in 11 Fällen war keine Sprachaufzeichnung vorhanden sondern nur die Impulse des Lifepak und das EKG auf dem Kassettenband zu finden (37,9%). Das aufgezeichnete EKG wurde in vier Fällen als Kammerflimmern (13,8%) identifiziert, in neun Fällen als Asystolie (31,0%) und in vier Fällen als (vermutete) PEA (13,8%). In einem Fall wurde normofrequenter Sinusrhythmus diagnostiziert (3,4%). In neun Fällen war eine eindeutige Zuordnung anhand der aufgezeichneten EKG-Signale wegen starker Artefakt-Überlagerung nicht möglich (31,0%). Bei zwei Bändern wurde kein EKG-Signal aufgezeichnet, lediglich die Signale des Lifepak 250 (6,9%).

Insgesamt wurden aufgrund der geringen Fallzahl und der zusammenfassend schlechten Qualität der Tonbänder nur in so wenigen Einsatzaufzeichnungen zusätzliche Informationen aus den Tonbandaufzeichnungen gewonnen, dass sie für eine genauere Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit ausgeschlossen wurden.

7.2. Ergebnisse von Untergruppen

7.2.1. Überleber

Von den in dieser Studie erfassten 481 Patienten, die im Zeitraum von 5 Jahren in „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ festgehalten wurden, gab es 192 Patienten, die als „Primär-Überleber“ einzustufen sind (39,9%). Diese Kategorisierung wurde aufgrund des Eintrags „Transport Ja / Nein“ durchgeführt (siehe Kapitel 6). Die Anzahl der Primär-Überleber verteilte sich wie folgt über die 5 Jahre.

Tabelle 15: "Überleber" im Beobachtungsintervall

	2000	2001	2002	2003	2004	Summe
Patientenzahl	79	95	114	100	93	481
Anzahl Primäre Überleber	28	34	47	43	40	192
%-Anteil	35,4	35,8	41,2	43,0	43,0	39,9

Im Verlauf der Jahre erfolgte eine stetige Zunahme des Prozentsatzes der primären Überleber.

Vergleicht man das „Überleben“ mit dem Merkmal **Geschlecht**, so zeigt sich, dass dies bei den Frauen mit 47,8% (55 Patienten) deutlich höher war als bei den Männern mit 34,9% (65 Patienten). Betrachtet man die 301 Patienten mit bekanntem Geschlecht (und schließt damit die Gruppe der Patienten, deren Geschlecht nicht dokumentiert worden ist aus), so war dieser Unterschied statistisch signifikant ($p=0,027$).

Keine relevanten Unterschiede gab in der Aufteilung in Altersgruppen, wie man auch an Abbildung 37 erkennen kann ($p=0,363$).

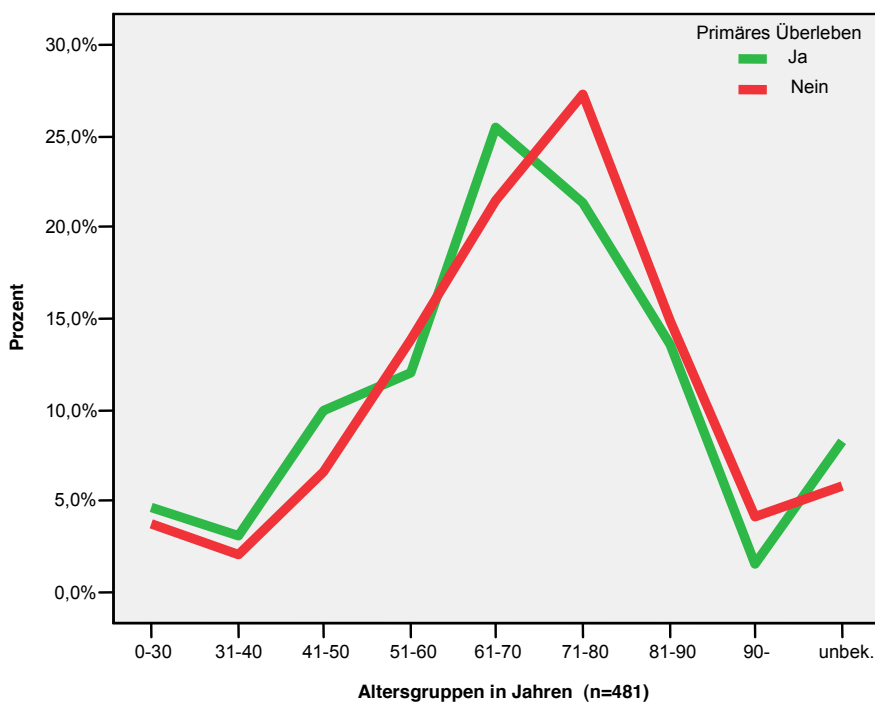


Abbildung 37: Überlebens-Quote nach Altersgruppen

Der Zeitpunkt des Notrufs (definiert durch den Zeitpunkt des Ausrückens des Rettungswagens) lag in der Gruppe der Überleber häufiger in den Tagesstunden als bei den „Nicht-Überlebenden“ (Untersuchungsdaten mit 466 Fällen, 96,9% der Daten, $p=0,009$). In den Tagesstunden war die „Überlebensquote“ (entspricht dem Prozentsatz der „Überleber“ an allen Patienten zu dieser Tageszeit) bei 44,7% (135 Überleber), in den Nachtstunden bei 32,3% (53 Überleber).

Tabelle 16: Überlebens-Quote nach Tageszeit

Zeitpunkt Notruf	Primär-Überleben	
	Ja	Nein
Nachts (Anzahl)	53	111
	32,3%	67,7%
Tags (Anzahl)	135	167
	44,7%	55,3%
Gesamt (Anzahl)	188	278
	40,3%	59,7%

Bezüglich der Notruf-Uhrzeit (in Stunden eingeteilt) ergab sich im Gegensatz dazu keine signifikante Änderung (Datensatz 96,9% bei 466 Fällen mit allen Informationen zu dieser Frage), wie man auch der Abbildung 38 entnehmen kann ($p=0,484$).

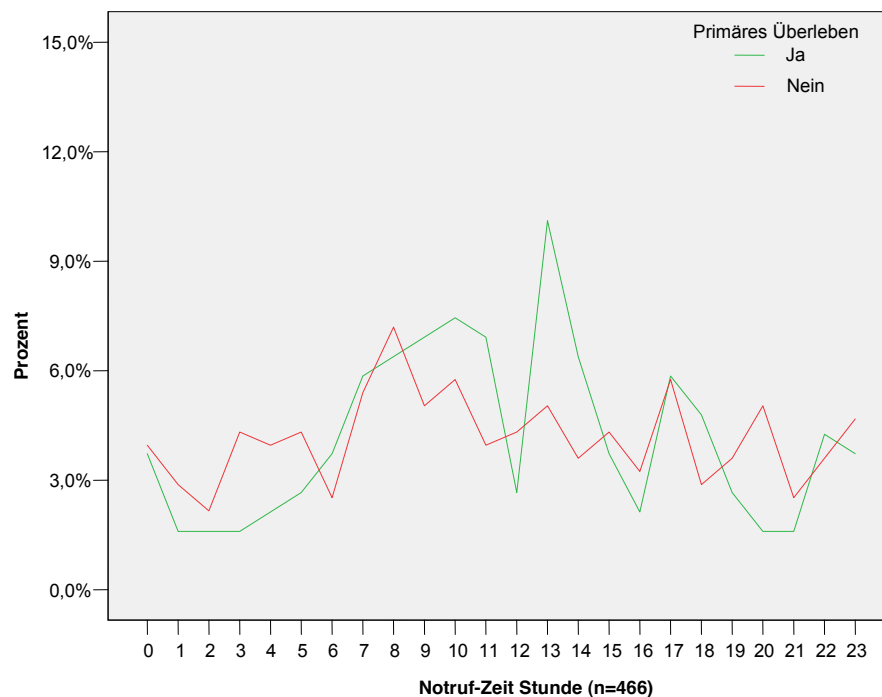


Abbildung 38: Überlebensquote nach Uhrzeit

Die Frage nach dem primären oder sekundären Notarzt-Alarm zeigte im Vergleich mit den „Überlebergruppen“ keine signifikanten Unterschiede. Es zeigte sich lediglich eine Tendenz zu mehr „Überlebenden“, wenn der Notarzt-Alarm sekundär erfolgte (Überlebensquote Primäralarm 37,0%, Sekundäralarm 44,9%) ($p=0,090$ bei 476 untersuchten Fällen, 99,0%).

Betrachtet man die Kategorien der Meldebilder, so zeigen sich hier signifikante Veränderungen ($p=0,004$, bei vollständigem Datensatz). Die Überlebensquote liegt bei Meldebildern der Kategorie 1 („Bewusstlos – Leblos – Reanimation“) bei 32,3%, dagegen in der Kategorie 2 („Schnappatmung / Apnoe“) bei 60,0%, Kategorie 4 („Lungenödem / Atemnot / Aspiration“) bei 66,7% (höchster Prozentsatz) und Kategorie 7 („Apoplex / Krampfanfall / Rhythmusstörung / Stoffwechsellentgleisung / Hypoglykämie / Erkrankt / Moritz 2 und 3“) bei 60,0%. Die Fallzahlen in den einzelnen Kategorien waren dabei sehr unterschiedlich.

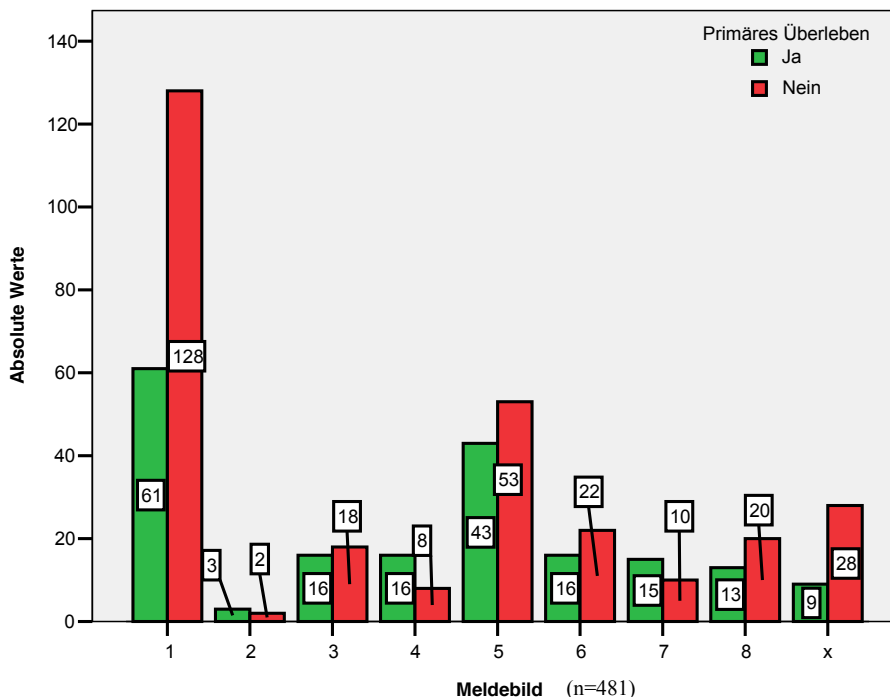


Abbildung 39: Zusammenhang Meldebild mit Überlebensquote

Bezüglich der vermuteten Ursache zeigte sich der größte Anteil an „Überlebenden“ in der Kategorie 1 (kardiale Genese) mit 47,2% (118 Patienten). Dagegen finden sich vergleichsweise weniger „Überlebende“ in den Kategorien 3 („Sonstige“, 33,3%) und 4 („Unbekannt“, 31,1%). Ein hoher Überleber-Anteil ist in der Gruppe 2 („Trauma“) festzustellen (35,3%). Diese Unterschiede sind auf dem $p=0,05$ -Signifikanz-Niveau bei $p=0,026$ als signifikant einzustufen. Untersucht wurde diese Frage an 425 Fällen (88,4%) bei denen die Daten bezüglich der Fragestellungen vollständig waren.

Tabelle 17: Zusammenhang Ursache des Kreislaufstillstandes mit Überlebensquote

Ursache	Primär-Überleben	
	Ja	Nein
Kardial (1) (Anzahl)	118	132
	47,2%	52,8%
Trauma (2) (Anzahl)	6	11
	35,3%	64,7%
Sonstige (3) (Anzahl)	28	56

	33,3%	66,7%
Unbekannt (4) (Anzahl)	23	51
	31,1%	68,9%

Die Betrachtung der Einsatzzeiten und des Vorsprungs des Rettungswagens gegenüber dem notarztbesetzten Fahrzeug brachte keine relevanten Unterschiede in den Vergleichsgruppen (dies konnte an 243 = 50,5% aller Fälle untersucht werden, da nur hier alle dafür notwendigen Informationen dokumentiert wurden).

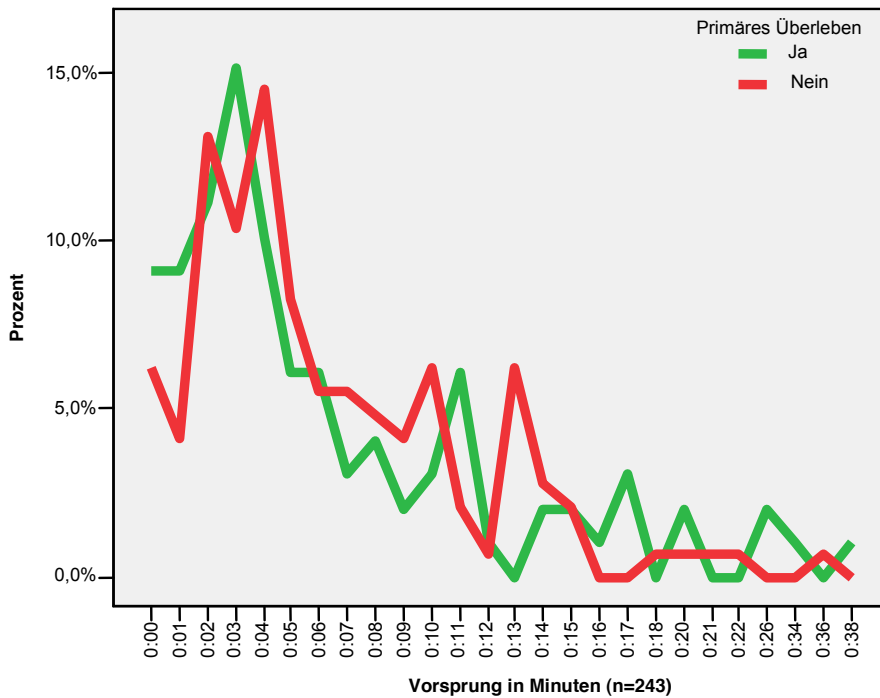


Abbildung 40: Zusammenhang Vorsprung Rettungsdienst mit Überlebensquote

Große Unterschiede zwischen den zwei Ausprägungen des Merkmals „Primär-Überleben“ „Ja / Nein“ zeigte die Untersuchung im Vergleich zu dem Umstand, ob der Kollaps beobachtet wurde oder nicht. Bei beobachtetem Kollaps überlebten mit 47,1% der Patienten prozentual fast doppelt so viele als bei „nicht-beobachteten“ (25,5%).

Tabelle 18: Zusammenhang "Kollaps beobachtet" mit Überlebensquote

Kollaps beobachtet	Primär-Überleben	
	Ja	Nein
Nein (Anzahl)	26	76
	25,5%	74,5%
Ja (Anzahl)	56	63
	47,1%	52,9%
Gesamt (Anzahl)	82	139
	37,1%	62,9%

Es zeigt sich im Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit der Variablen ein hoher Wert, der für eine starke Abhängigkeit dieser beiden Merkmale spricht. So ist die Signifikanz für den Unterschied mit $p=0,001$ besonders niedrig. Auch in der graphischen Darstellung in Abbildung 41 lässt sich die Bedeutung des Umstandes, ob der Kollaps beobachtet wurde oder nicht, auf das Überleben erkennen (Datensatz in 45,9% bei 221 der 481 Patienten zu dieser Frage vollständig).

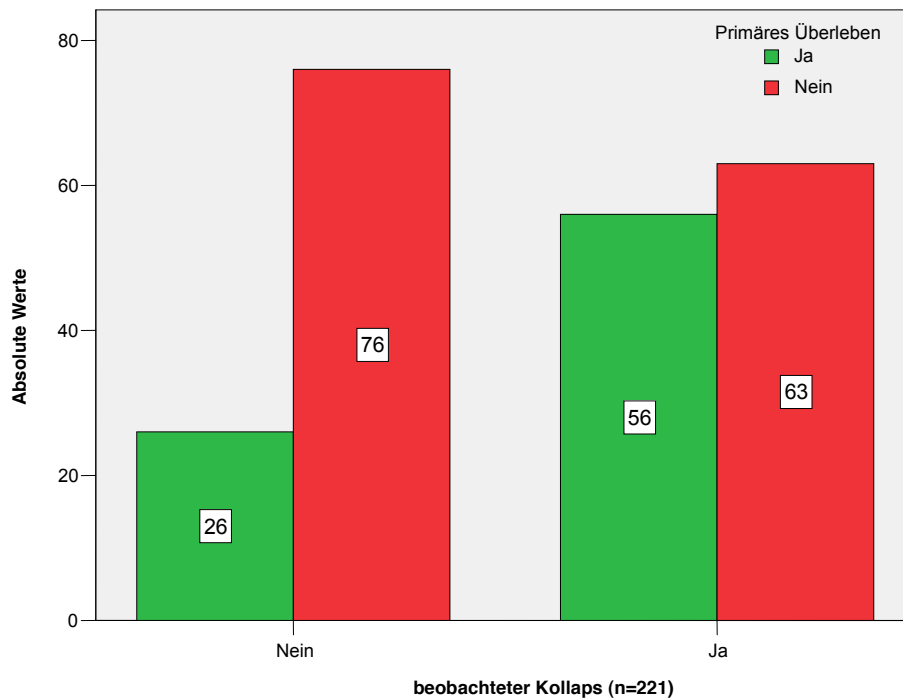


Abbildung 41: Zusammenhang "Kollaps beobachtet" mit Überlebensquote

Die Untersuchung der Frage, ob erste Hilfe geleistet wurde, oder ob dies nicht geschehen ist, brachte folgende Ergebnisse (untersucht an 480 Fällen, 99,8%).

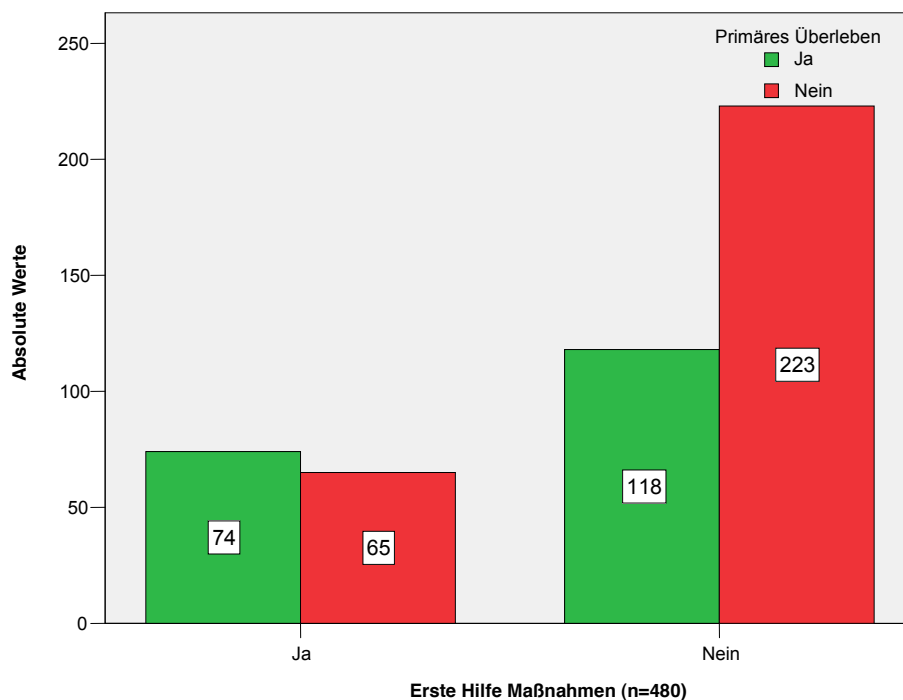


Abbildung 42: Zusammenhang Erste-Hilfe-Maßnahmen mit Überlebensquote

In unserer Studie ergibt sich ein Anteil von 28,9%, in denen Erste Hilfe geleistet worden ist (bei 139 Fällen von 480 Fällen in denen anhand der vorliegenden Daten eine Aussage zu diesem Merkmal gemacht werden kann). Wurde Erste Hilfe vor Eintreffen des Rettungswagens geleistet (bzw. wurde dies so im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ notiert), so war die Überlebensquote mit 53,2% deutlich über den 34,6%, in denen dies nicht der Fall war. Die auffallend hohe Signifikanz ($p < 0,001$) deutet auf einen starken Zusammenhang zwischen erster Hilfe und Überleben hin. Dabei sind die Qualität und der Umfang der Erste Hilfe Maßnahmen nicht berücksichtigt, lediglich die Tatsache, dass Maßnahmen durchgeführt wurden. In Fällen mit kompletter Herz-Lungen-Wiederbelebung (70 Patienten) lag die Primär-Überlebensquote bei 55,7%, wurde Herzdruckmassage ohne Beatmung durchgeführt (17 Fälle) lag sie bei 41,2%. Bei isolierter Betrachtung der Maßnahmen konnte für Beatmung (56,2% versus 36,3%, $p = 0,001$) und Herzdruckmassage (53,8% versus 36,7%, $p = 0,003$) ein positiver Einfluss auf das Überleben festgestellt werden, bei „Stabiler Seitenlage ($p = 0,353$) und „Sonstige Maßnahmen“ ($p = 0,361$) war dies nicht der Fall. Insgesamt war die Überlebensquote mit über 50% für diejenigen Patienten, die erste Hilfe Maßnahmen erhalten haben, deutlich über der Überlebensquote von 39,9% für alle Patienten.

Der erste am Notfallpatienten abgeleitete EKG-Befund wurde im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ unter Initial-EKG festgehalten. Untersucht man die Gruppen „Primär-Überleber“ und „Nicht-Überleber“ zu diesem Punkt, so zeigen sich auch hier signifikante Unterschiede.

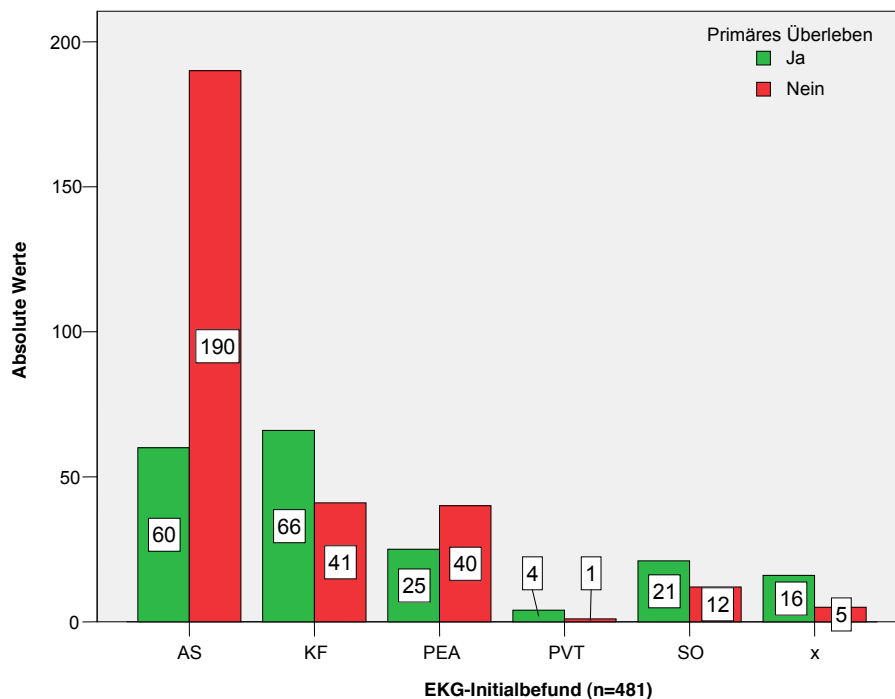


Abbildung 43: Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Überlebensquote

In der Gruppe der Überleber waren im Vergleich zu den Nicht-Überlebenden die initialen EKG-Befunde „KF“ (Kammerflimmern) und „PVT“ (pulslose Kammertachykardie), „SO“ (Sonstige

EKG-Befunde) sowie „x“ (unbekannt) sehr viel stärker repräsentiert, der Anteil an „AS“ (Asystolie) und „PEA“ (pulsloser elektrischer Aktivität) war deutlich reduziert. Dies zeigt sich auch in der Tabelle 19.

Tabelle 19: Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Überlebensquote

EKG-Befund	Primär-Überleben	
	Ja	Nein
AS (Anzahl)	60	190
	24,0%	76,0%
KF (Anzahl)	66	41
	61,7%	38,3%
PEA (Anzahl)	25	40
	38,5%	61,5%
PVT (Anzahl)	4	1
	80,0%	20,0%
SO (Anzahl)	21	12
	63,6%	36,4%
X (Anzahl)	16	5
	76,2%	23,8%
Gesamt (Anzahl)	192	289
	39,9%	60,1%

Es ergab sich eine hohe Signifikanz von $p < 0,001$. Zu dieser Frage konnten alle Fälle in die Betrachtung einbezogen werden, da die notwendigen Informationen lückenlos vorlagen.

Zusammenfassend sind die verschiedenen Merkmale und die Untersuchung auf signifikante Zusammenhänge mit dem Primär-Überleben in Tabelle 20 nochmals zusammengefasst.

Tabelle 20: Zusammenhang bestimmter Merkmale mit der Überlebensquote

	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich des Merkmals "Primär-Überleben" (Ja / Nein) mit			
Bogen	100,0	4,560	0,102
Jahr	100,0	2,183	0,702
Geschlecht	62,6	4,917	0,027
Altersgruppen	100,0	8,757	0,363
Tageszeit	96,9	6,774	0,009
NA-Alarm	99,0	2,877	0,090
Meldebild	100,0	22,312	0,004
Ursache	88,4	9,235	0,026
Vorsprung	50,7	32,703	0,139
Kollaps beobachtet	45,9	10,949	0,001
Erste Hilfe	99,8	14,286	<0,001
Initial-EKG	100,0	70,213	<0,001

Im folgenden Abschnitt wird die durchgeführte Therapie mit den Auswirkungen auf die beiden vorher erwähnten Gruppen beschrieben. Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Ergebnisse des Vergleichs des jeweiligen Therapiemerkmals mit dem „Primär-Überleben“. „Fett“-gedruckt wurden die Maßnahmen, die eine signifikante Abhängigkeit zum untersuchten Parameter „Primär-Überleben“ zeigten.

Tabelle 21: Zusammenhang Maßnahmen mit Überlebensquote

Maßnahme	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich des Merkmals "Primär-Überleben" (Ja / Nein) mit			
Maskenbeatmung	99,6	0,034	0,854
Sauerstoffgabe	99,6	4,526	0,033
Absaugung	99,6	0,005	0,943
Intubation	99,8	8,735	0,003
Venenzugang	99,8	20,789	<0,001
Defibrillation mit AED	99,8	32,015	<0,001
Defibrillation Manuell	94,8	4,367	0,037
Schrittmachertherapie	94,6	0,318	0,573
Maschinelle Beatmung	94,2	118,751	<0,001

Die Maßnahmen, die gegenüber dem Überleben eine Abhängigkeit annehmen lassen, werden im Folgenden nochmals detaillierter betrachtet.

Die Maskenbeatmung, Absaugung und Schrittmachertherapie zeigten eine vom Merkmal „Überleben“ unabhängige Verteilung. Die Durchführung einer Absaugung zeigte sich als unabhängige Einflussgröße ($p=0,943$). Der Einsatz eines transkutanen externen Schrittmachers war in dieser Studie ohne signifikante Auswirkungen auf die Frage nach dem primären Überleben ($p=0,573$).

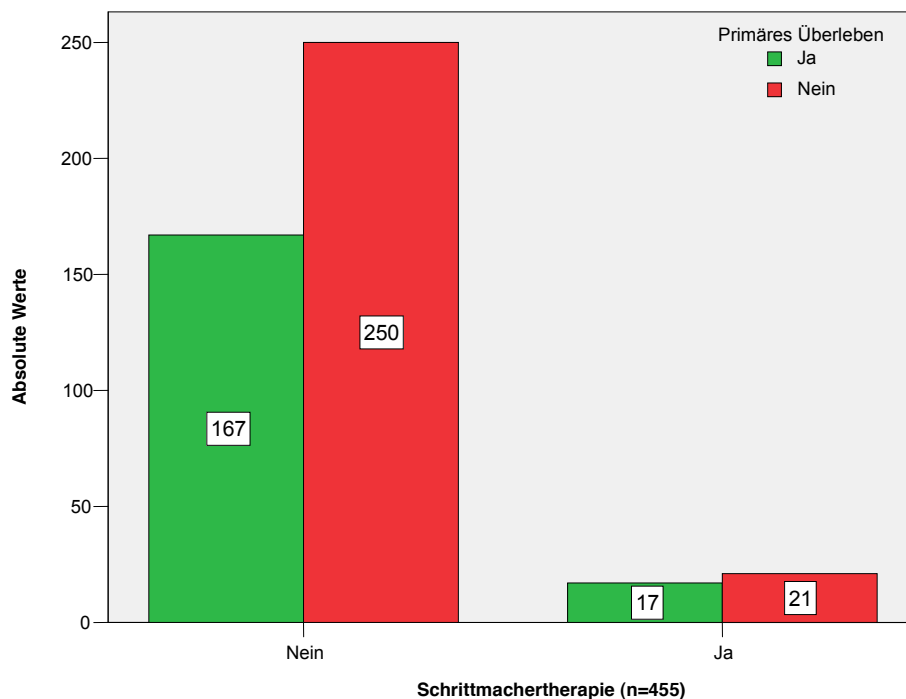


Abbildung 44: Zusammenhang Schrittmachertherapie mit Überlebensquote

Wurden die Maßnahmen je nach Anwendergruppe (Rettungswagenbesatzung / Notarzt) erneut untersucht, so zeigten sich folgende Werte:

Tabelle 22: Zusammenhang Maßnahmen und Überleben differenziert nach Anwender

Maßnahme	RTW			NA		
	Datensatz in Prozent	Chi Quadrat	Signifikanz	Datensatz in Prozent	Chi Quadrat	Signifikanz
Intubation	99,8	0,257	0,613	97,1	1,637	0,201
Venenzugang	99,8	16,683	<0,001	97,1	0,664	0,415
Defibrillation mit AED	99,2	18,871	<0,001	97,1	11,545	0,001
Defibrillation Manuell	93,6	1,177	0,278	92,1	3,289	0,070
Schrittmachertherapie	93,8	1,245	0,264	91,7	1,529	0,216
Maschinelle Beatmung	93,6	40,539	<0,001	91,5	62,895	<0,001

„Fett-gedruckte“ Werte signalisieren die Werte, die sich je nach Anwender als signifikant herausgestellt haben. Die festgestellte Signifikanz gibt Hinweise auf eine Abhängigkeit der untersuchten Merkmale. Die Maßnahme Intubation zeigte bei der anwenderunabhängigen Betrachtung signifikante Auswirkungen auf das Merkmal „Primäres Überleben“ ($p=0,003$).

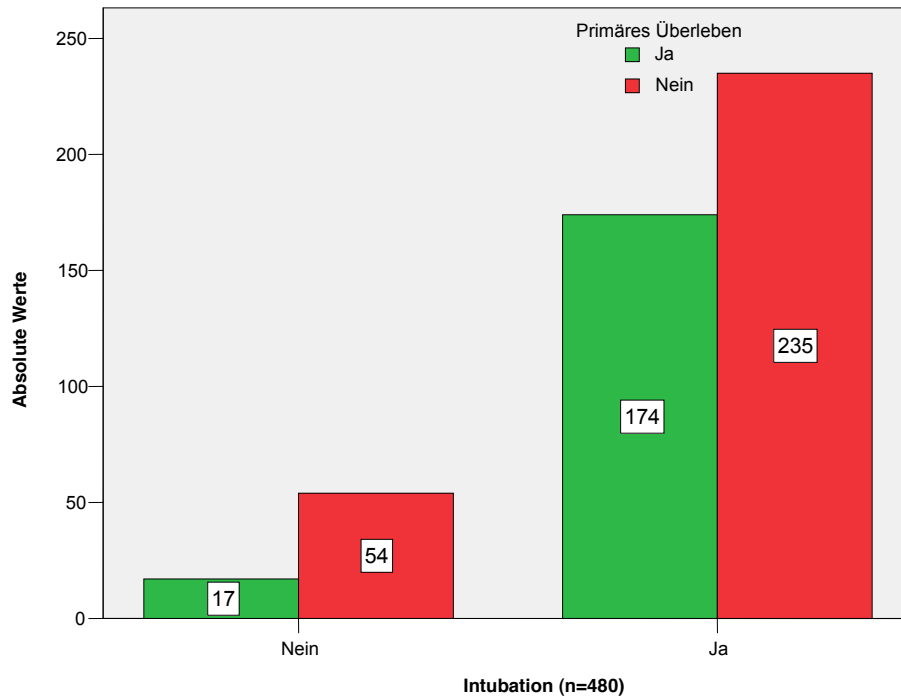


Abbildung 45: Zusammenhang Intubation mit Überlebensquote

Untersucht man die Maßnahme jedoch unter anwenderdifferenzierter Betrachtungsweise, so ergibt sich kein relevanter Unterschied zwischen dem Überleben und der Durchführung der Maßnahme (Rettungsdienst $p=0,613$, Notarzt $p=0,201$):

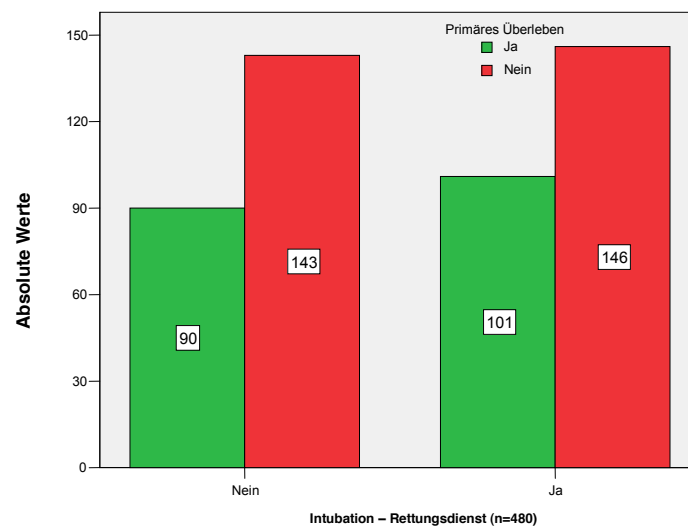


Abbildung 46: Überleben und Intubation Rettungsdienst

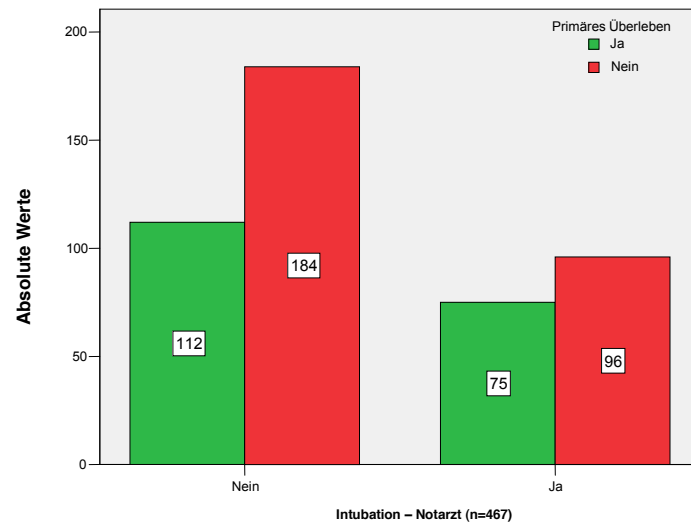


Abbildung 47: Überleben und Intubation Notarzt

Bei der Untersuchung des Venenzugangs im Rahmen der Reanimation ergibt sich für die Maßnahme insgesamt ein guter Nachweis für einen Zusammenhang der Merkmale „Venenzugang“ und „Primär-Überleben“ ($p < 0,001$). Betrachtet man das Verfahren je nach Anwender, so stellt man fest, dass sich dieser Zusammenhang auf die Anwendung durch den Rettungsdienst bezieht ($p < 0,001$). Ist der Anwender der Notarzt, so bleibt die Überlebensquote davon weitestgehend unabhängig ($p = 0,415$).

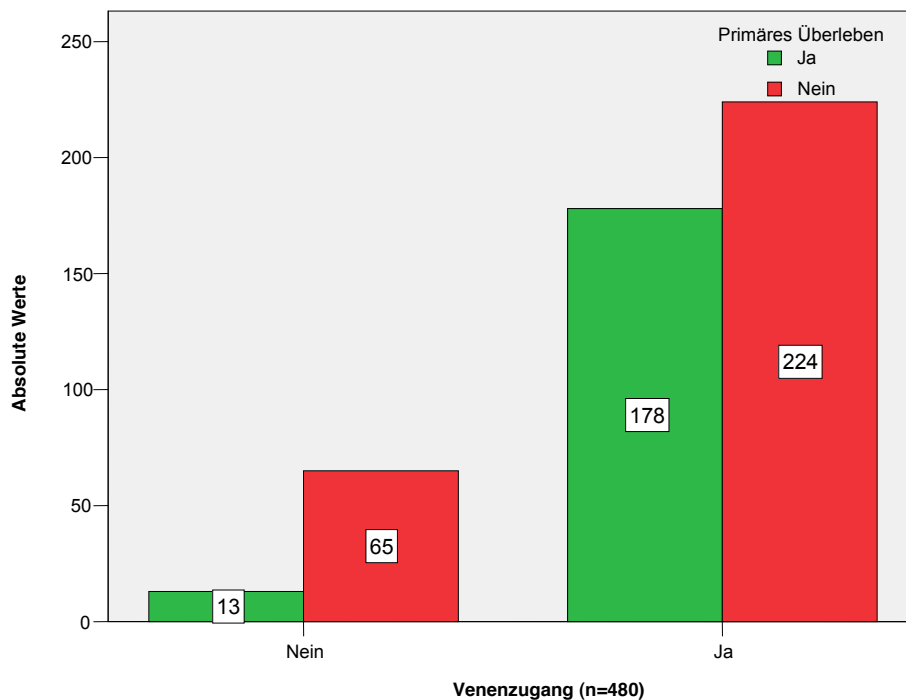


Abbildung 48: Zusammenhang Venenzugang mit Überlebensquote

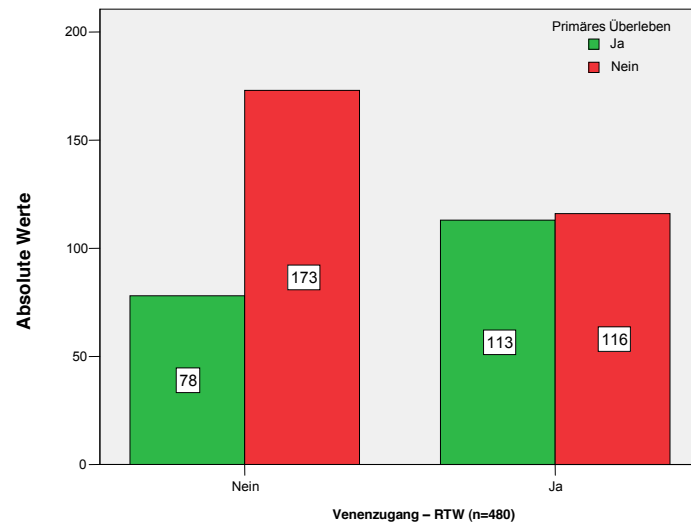


Abbildung 49: Überleben und Zugang Rettungsdienst

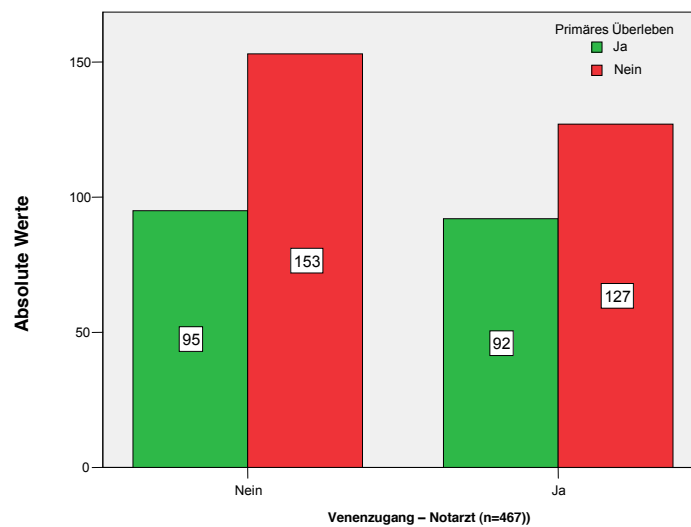


Abbildung 50: Überleben und Zugang Notarzt

Die elektrische Therapie wurde bezüglich der Frage nach Einfluss der Impulsform näher untersucht. Nachdem nur die Anwendung im AED-Modus eine klare Abhängigkeit zum Merkmal „Überleben“ hatte ($p < 0,001$) im Gegensatz zur manuellen Defibrillation ($p = 0,037$) wurde dieser Zusammenhang nach monophasischer und biphasischer Verwendung erneut statistisch untersucht. Es konnte eine Tendenz zu einer höheren Überlebensrate bei der biphasischen im Vergleich zur monophasischen Anwendung festgestellt werden (60,0% versus 48,9%), dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant ($p = 0,194$).

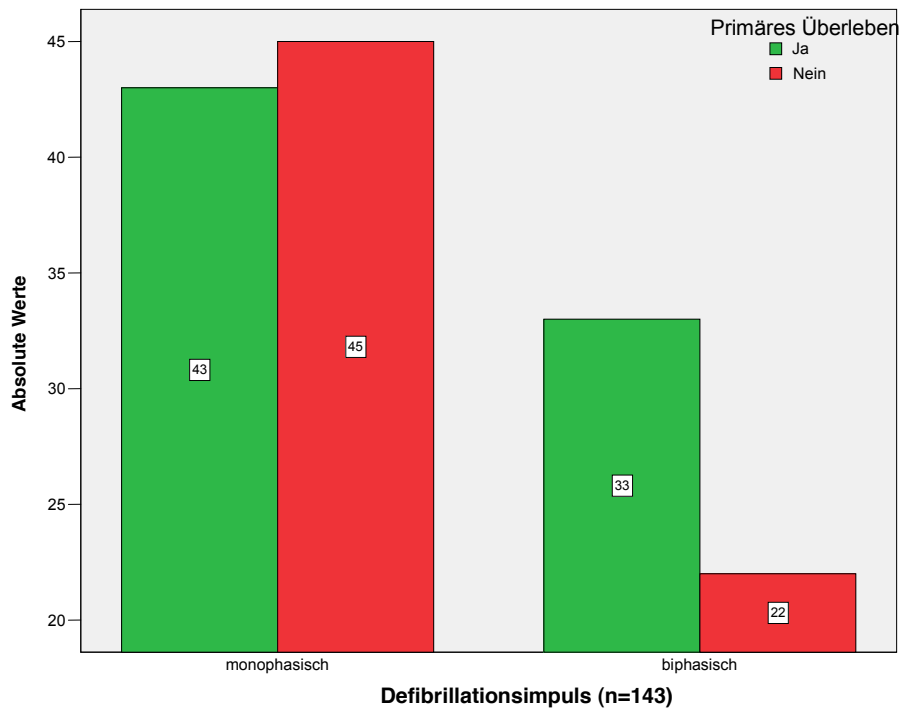


Abbildung 51: Zusammenhang Arzt des Defibrillationsimpulses mit Überlebensquote

Um die medikamentösen Therapieverfahren zu beschreiben wurde wieder der Vergleich mit den beiden Gruppen „Primär-Überleber“ und „Nicht-Primär-Überleber“ durchgeführt. Dabei zeigten sich folgende in Tabelle 23 dargestellte Ergebnisse:

Tabelle 23: Zusammenhang medikamentöse Therapie mit Überlebensquote

Medikament	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich des Merkmals "Primär-Überleben" (Ja / Nein) mit			
Adrenalin eb	99,4	0,431	0,512
Adrenalin iv	99,4	7,594	0,006
Adrenalin	100	4,540	0,033
Atropin	99,4	0,287	0,592
Lidocain	93,3	3,278	0,070
Gilurytmal	93,1	0,012	0,913
Natriumbikarbonat	93,1	0,110	0,741
Theophyllin	93,1	0,070	0,792
Magnesium	93,1	5,184	0,023
Vollelektrolytlösung	93,1	22,115	<0,001
Kolloidale Lösung	57,8	0,634	0,426
Sonstige	99,4	68,873	<0,001
Cordarex*	93,5	5,735	0,017

* = Es gab kein Feld „Cordarex“. Aus den Handeinträgen wurde unter „Sonstige“ das Medikament 35-mal aufgeführt. Es fehlt nun die „Negativaussage“ bei den anderen Fällen, dass kein Cordarex gegeben worden ist. Für alle Bögen, die zur Handeingabe aufgefordert haben (Version 2, Version 3) wurde das „Cordarex-Nein“ interpoliert. Damit ließ sich der Vergleich mit dem „Primärüberleben“ doch noch durchführen. Gewonnene Erkenntnisse sind dennoch nur unter Vorbehalt zu sehen.

Damit ergeben sich aus der Medikamentenliste sechs Medikamentenkategorien, die nach den vorliegenden Daten das Merkmal „Primäres Überleben“ beeinflussen.

Die Gabe von Adrenalin endobronchial ist nach diesem Test unabhängig vom Überleben ist ($p=0,512$).

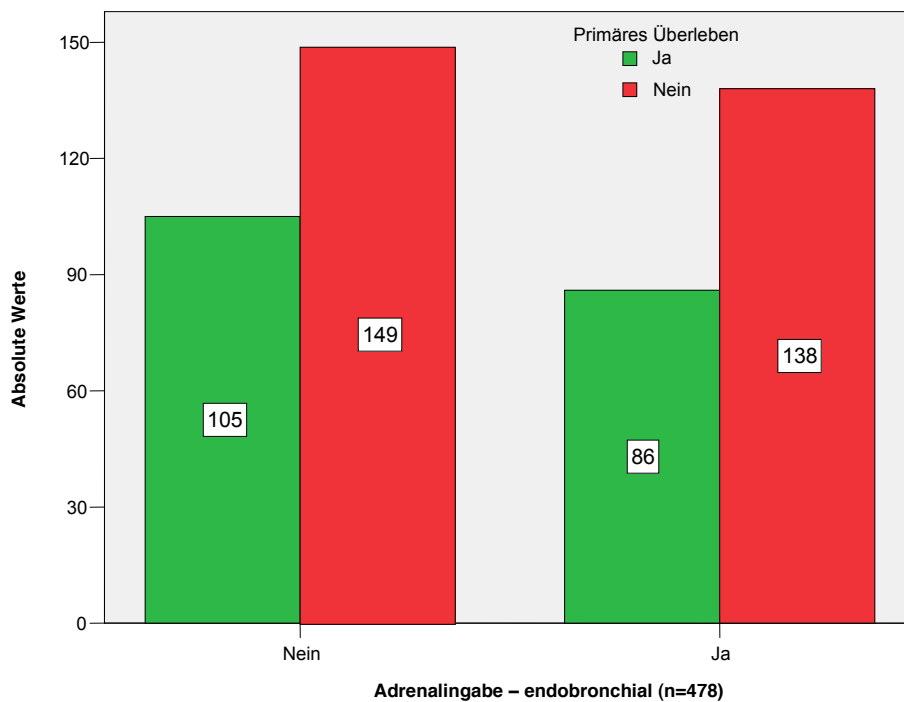


Abbildung 52: Zusammenhang endobronchiale Adrenalingabe mit Überlebensquote

Im Vergleich zur endobronchialen Gabe ist Adrenalin in der Standard-Applikationsform, der intravenösen Gabe, eine signifikante Einflussgröße auf das Merkmal „Primäres Überleben“, wie folgende Grafik zeigt ($p=0,006$).

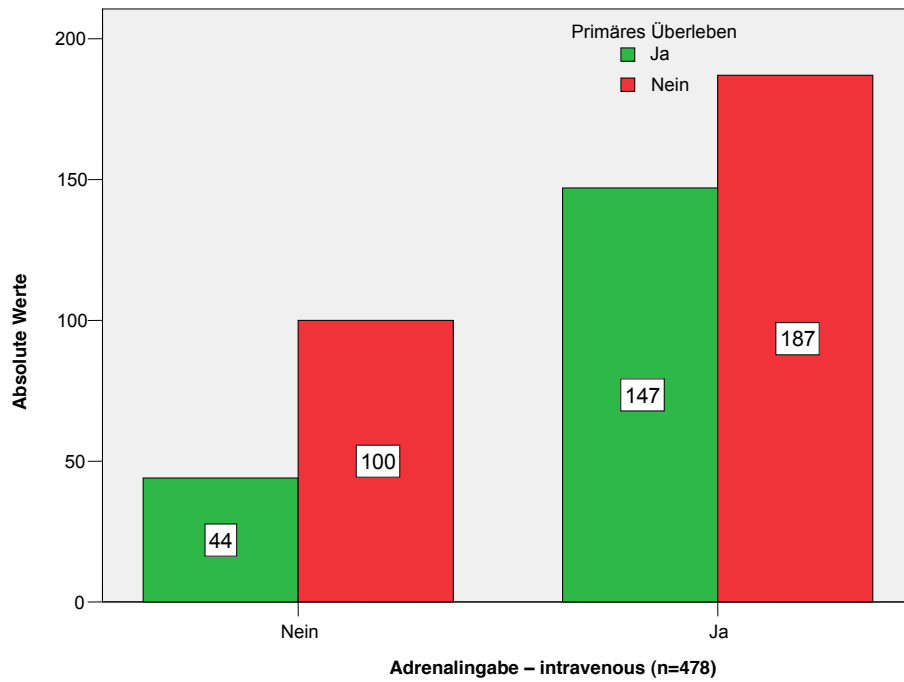


Abbildung 53: Zusammenhang intravenöse Adrenalingabe mit Überlebensquote

Betrachtet man die Frage, ob Adrenalin verabreicht worden ist, unabhängig von der Applikationsform, so zeigt sich eine etwas schwächere Abhängigkeit der Überlebensquote für dieses Medikament ($p=0,033$).

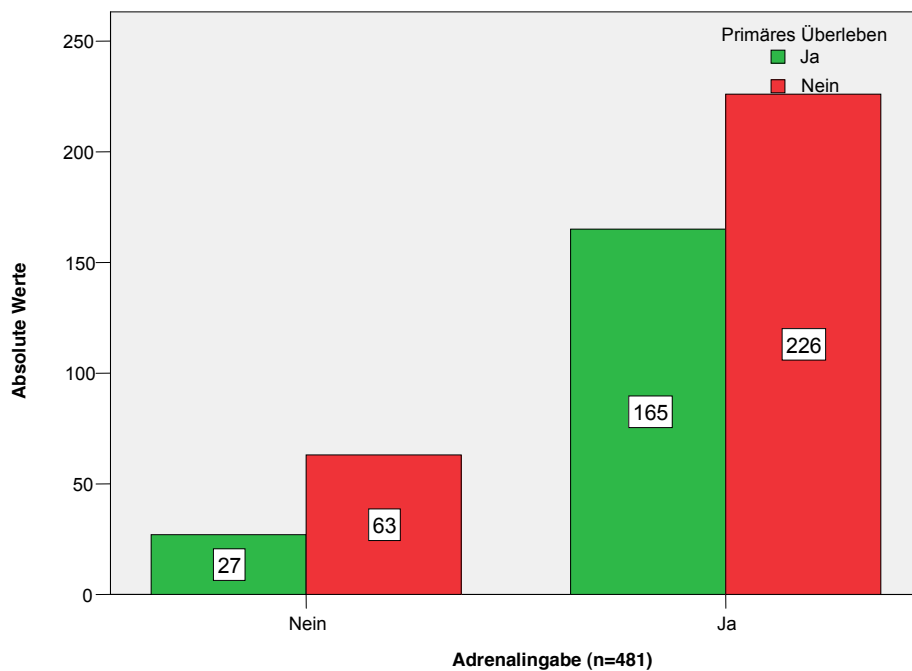


Abbildung 54: Zusammenhang Adrenalingabe mit Überlebensquote

Weitere Medikamente fallen in der Übersichtstabelle 23 auf. So sind die Merkmale „Magnesiumgabe“ und „Überleben“ nach dieser Studie voneinander abhängig ($p=0,023$).

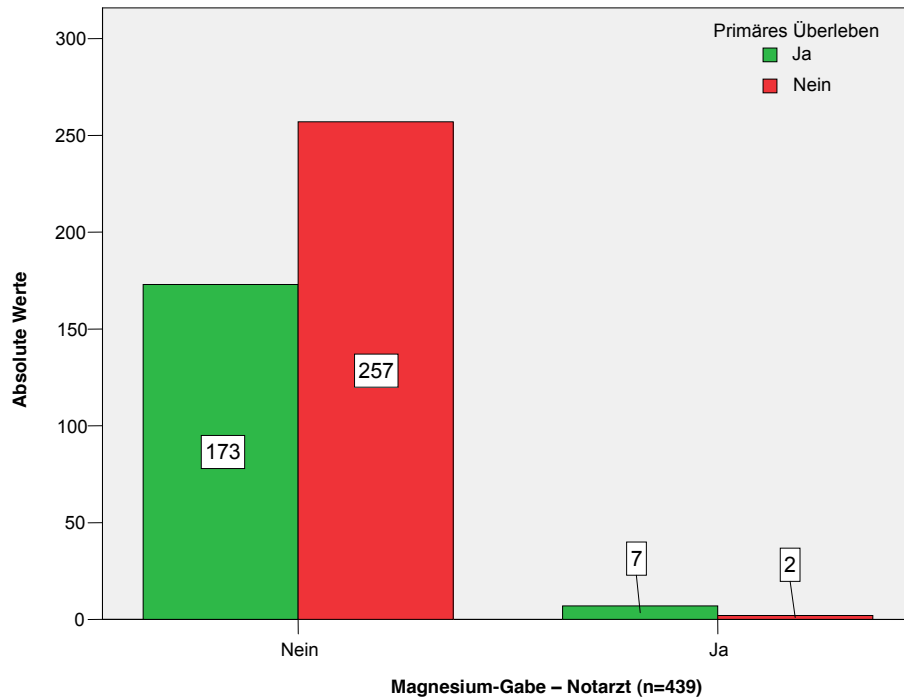


Abbildung 55: Zusammenhang Magnesiumgabe durch Notarzt mit Überlebensquote

Es findet sich eine hohe Abhängigkeit für die Gabe von Vollelektrolytlösungen und „Überleben“ ($p < 0,001$). Die generelle Quote für die Gabe dieser Infusionen ist bereits in der Gesamtheit sehr hoch. In der anwenderdifferenzierten Betrachtungsweise findet sich beim Einsatz vom Notarzt eine engere statistische Abhängigkeit zum Parameter „Überleben“ ($p < 0,001$) als bei der Anwendung durch die Rettungswagen-Besatzung ($p = 0,003$).

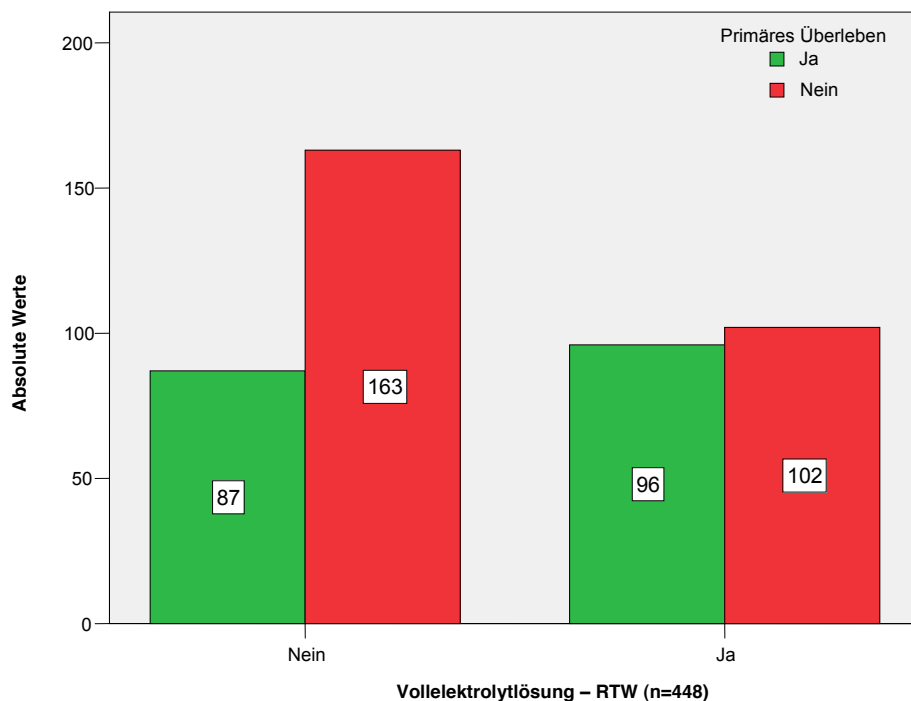


Abbildung 56: Zusammenhang Vollelektrolytlösung durch Rettungsdienst mit Überleben

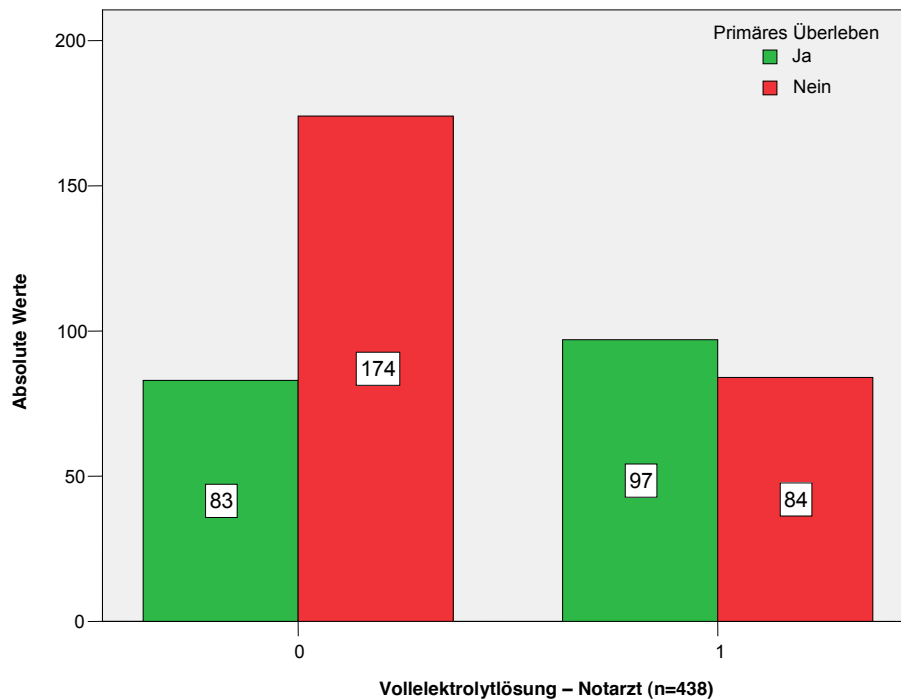


Abbildung 57: Zusammenhang Vollelektrolytlösung durch Notarzt mit Überleben

Die höchste Abhängigkeit besteht nach der Studie für die Kategorie „Sonstige Medikamente“ im Vergleich zur Überlebensquote ($p < 0,001$). In der Liste dieser Medikamente findet das Medikament Cordarex®, welches in einer extrapolierten Berechnung im Anschluss an die Übersichtstabelle bereits als Einflussgröße auf die Rate der „Primären Überleber“ dargestellt wurde ($p = 0,017$). Als weitere Medikamentengruppe sind hier die Sedativa und Narkotika zu nennen, die gehäuft nach erfolgreicher Reanimation zur Narkoseeinleitung und Sedierung nötig waren.

Nach den Therapiemaßnahmen besteht ein wesentlicher Punkt dieser Studie in der Klärung der Frage, in wie weit sich dokumentierte Komplikationen auf den Endpunkt „Primär-Überleben“ auswirkten.

Tabelle 24: Zusammenhang Komplikationen mit Überlebensquote

Komplikation	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat- Test	Signifikanz
Vergleich des Merkmals "Primär-Überleben" (Ja / Nein) mit			
Medizinische Komplikationen			
Aspiration	93,8	5,663	0,017
Intubation erschwert	94,0	0,112	0,738
IV-Zugang erschwert	93,6	0,183	0,669
Hypovolämie	93,6	0,453	0,501
Rippenfraktur	93,6	0,226	0,634
Sonstige	93,6	0,000	0,987
Organisatorische Komplikationen			
Einsatzmeldung falsch	93,6	1,319	0,251
Einsatzort falsch	93,6	0,011	0,915
Meldeweg falsch	60,1	0,574	0,449
Zugang verzögert	93,6	3,319	0,069
Räumliche Enge	93,8	3,416	0,065
Witterungsbedingt	93,6	0,012	0,912
Sonstige	93,6	0,520	0,471
Material-Komplikationen			
Akku Defibrillator leer	93,6	2,374	0,123
Defi-Elektroden-Problem	93,6	0,071	0,789
Defi-Kabel-Problem	93,6	2,719	0,099
Defi sonstiges Problem	93,8	2,384	0,123
Sauerstoff leer*	93,6	7,321	0,007
Beatmungsbeutel	93,6	0,759	0,384
Sonstige	93,8	2,589	0,108

* Exakter Test nach Fisher 0,009

Der Datensatz umfasst in den meisten Betrachtungen 93,6% oder 450 Fälle, da im Bogen der Version 1 (n=31) noch nicht so detailliert nach den Komplikationen gefragt worden ist. Ist der Prozentsatz höher, so wurden auf dem Protokoll der Version 1 im Freitext zusätzliche Informationen festgehalten, die in die Komplikationsliste entsprechend übertragen wurden.

Bis auf zwei Komplikationen („Aspiration“ und „Sauerstoff leer“) sind alle vom Merkmal „Primäres Überleben“ statistisch unabhängig.

Tabelle 25: Zusammenhang Komplikation eingetreten mit Überlebensquote

	Anzahl „Ja“	Prozentsatz Primärüberleber	Anzahl „Nein“	Prozentsatz Primärüberleber
Medizinische Komplikationen				
Aspiration	96	30,2	355	43,7
Intubation erschwert	126	39,7	326	41,4
IV-Zugang erschwert	91	42,9	359	40,4
Hypovolämie	7	!! 28,6 !!	442	41,2
Rippenfraktur	69	43,5	381	40,4
Sonstige	27	40,7	423	40,9
Organisatorische Komplikationen				
Einsatzmeldung falsch	105	45,7	345	39,4
Einsatzort falsch	7	42,9	443	40,9
Meldeweg falsch	7	!! 28,6 !!	282	42,9
Zugang verzögert	68	30,9	382	42,7
Räumliche Enge	195	35,9	256	44,5
Witterungsbedingt	19	42,1	431	40,8
Sonstige	21	33,3	429	41,3
Material-Komplikationen				
Akku Defibrillator leer	19	57,9	431	40,1
Defi-Elektroden-Problem	3	33,3	447	40,9
Defi-Kabel-Problem	8	!! 12,5 !!	442	41,4
Defi sonstiges Problem	11	60,6	440	40,6
Sauerstoff leer	8	87,5	442	40,0
Beatmungsbeutel	30	33,3	420	41,4
Sonstige	27	55,6	424	39,9

Mit Ausnahme der „Aspiration“ ($p=0,017$) ließ sich mit keiner der medizinischen oder organisatorischen Komplikationen ein relevanter Zusammenhang mit dem Endpunkt „Primäres Überleben“ in dieser Studie feststellen. Die Verteilung ist damit nach Aussage der durchgeführten Tests bezüglich der Überlebensquote unabhängig, d.h. zufällig verteilt. Da alleine durch die Untersuchungen keine Aussage über Kausalität und „Richtung“ des Zusammenhangs festzustellen ist, werden diese zwei Komplikationen „Aspiration“ und „Sauerstoff leer“ näher untersucht.

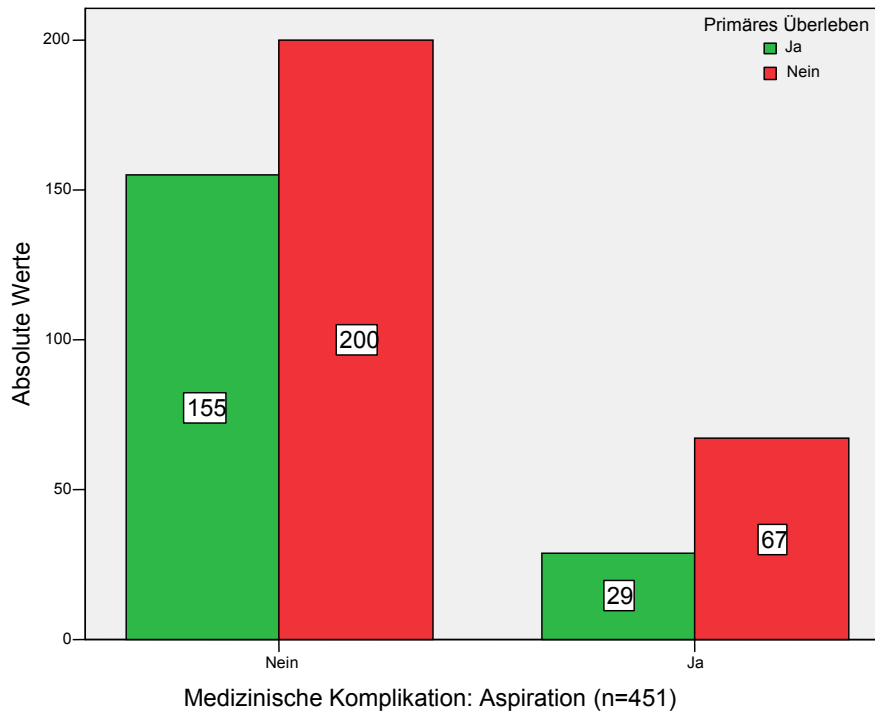


Abbildung 58: Zusammenhang Aspiration mit Überlebensquote

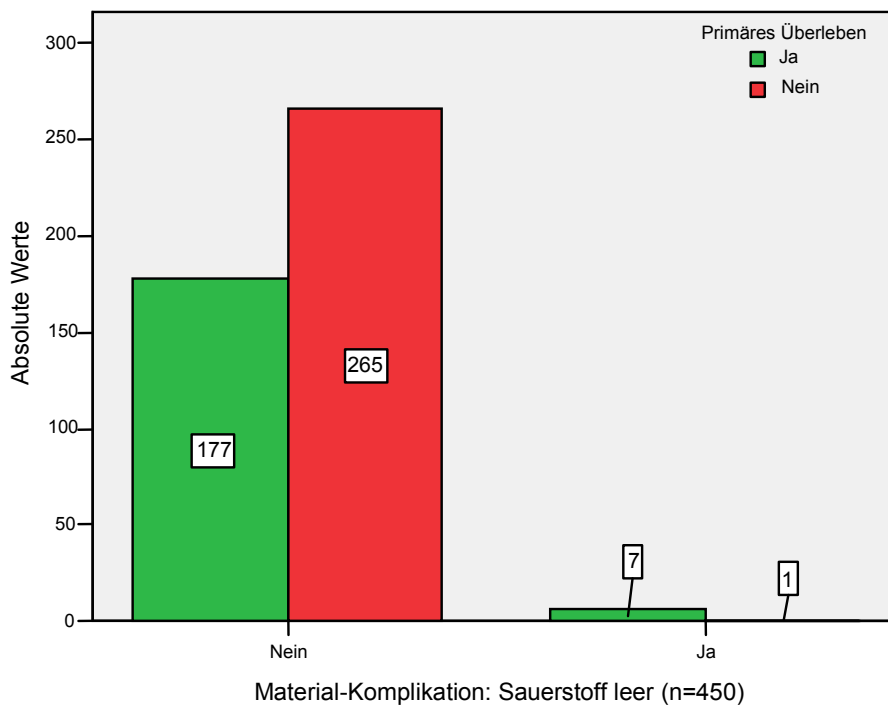


Abbildung 59: Zusammenhang "Sauerstoff leer" mit Überlebensquote

Das Eintreten der Komplikation „Aspiration“ führt zu einer deutlich niedrigeren Überlebensquote (30,3% versus 43,7%, $p=0,017$). Dagegen hat sich die Überlebensquote durch das Eintreten der Komplikation „Sauerstoff leer“ stark gesteigert (87,5% versus 40,0%, $p=0,007$).

Die im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ dokumentierten Einzel-Komplikationen sind nach den vorliegenden Ergebnissen ohne gehäuft signifikante Abhängigkeit zum Merkmal „Primär-Überleben“. Es bleibt die Frage, ob sich eventuell ein Anhäufen von Komplikationen als ein

negativer Vorhersagewert für das Reanimationsergebnis verwenden lassen kann. Zuerst wird die Anzahl der Komplikationen innerhalb einer Komplikationsgruppe untersucht, anschließend die Gesamtzahl.

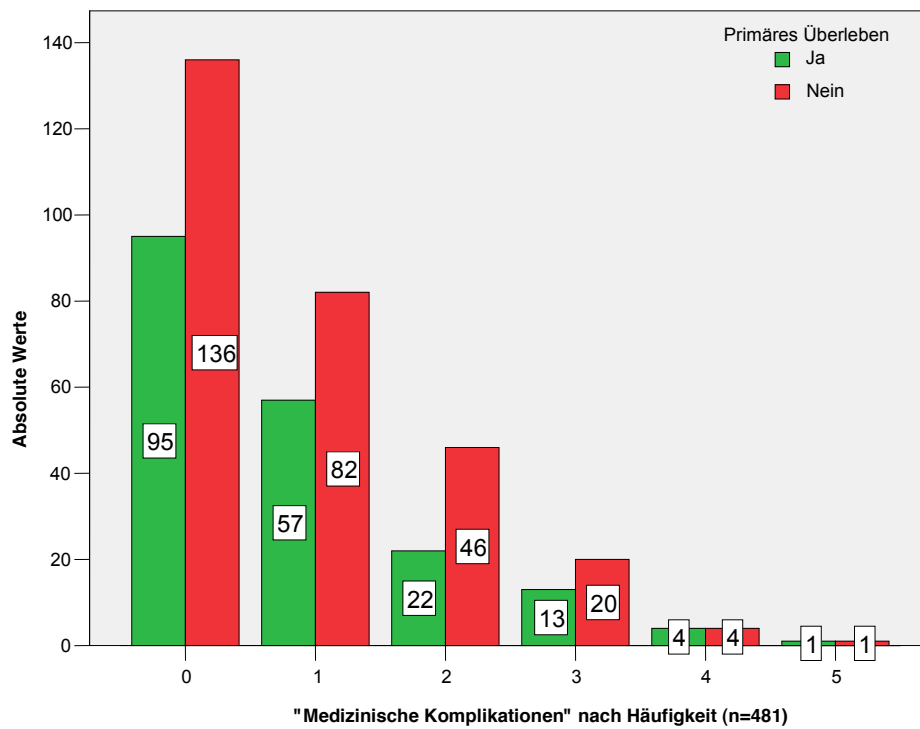


Abbildung 60: Zusammenhang Häufigkeit medizinischer Komplikationen mit Überleben

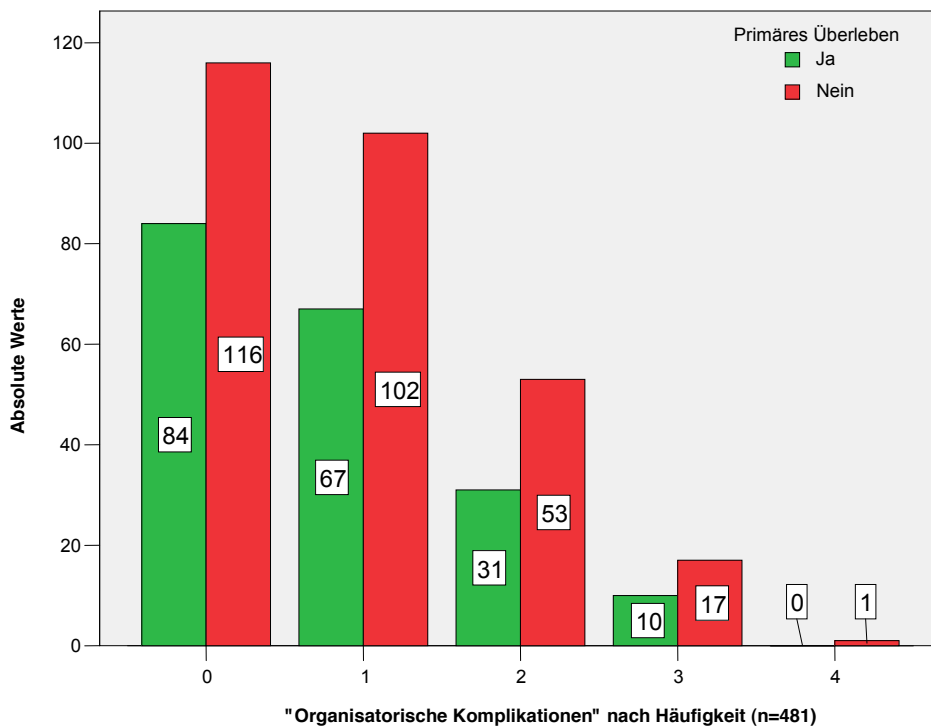


Abbildung 61: Zusammenhang Häufigkeit organisatorischer Komplikationen mit Überleben

Innerhalb der Gruppen der medizinischen ($p=0,812$) und organisatorischen Komplikationen ($p=0,837$) zeigt sich auch in der graphischen Darstellung keine klaren Zusammenhänge zwischen dem „Primär-Überleben“ und dem gehäuften Auftreten dieser Komplikationen.

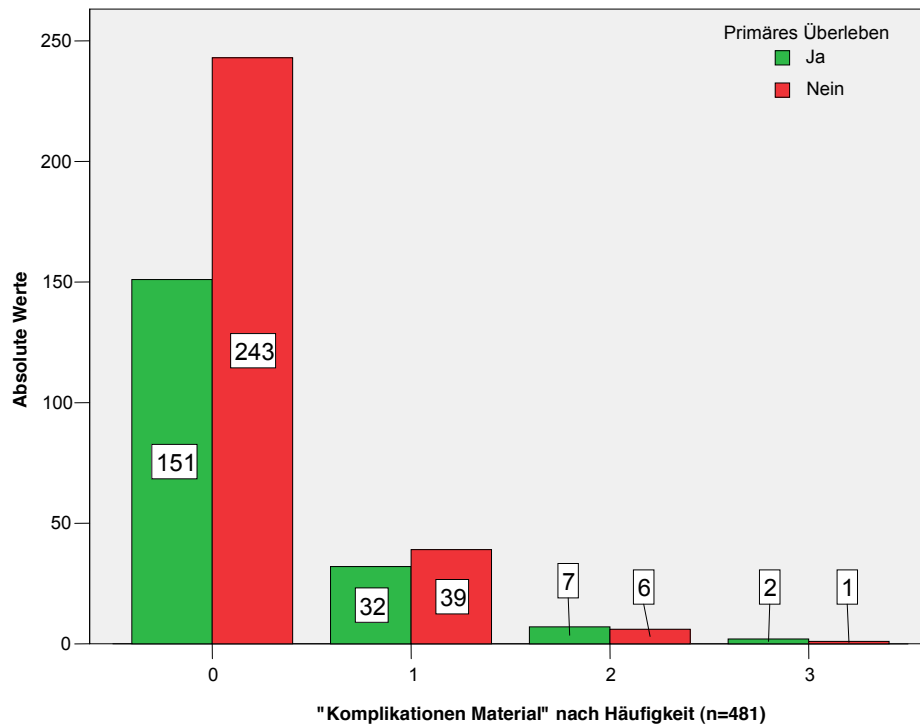


Abbildung 62: Zusammenhang "Komplikationen Material" mit Überleben

Tabelle 26: Zusammenhang Anzahl Material-Komplikationen mit Überlebensquote

Anzahl Material-Komplikationen	0	1	2	3
Überlebensquote in Prozent	38,3%	45,1%	53,8%	66,7%

Ebenso verhält sich das Ergebnis bei den Material-Komplikationen ($p=0,369$). Anhand der Grafik lässt sich eine leichte Tendenz zu einer besseren Überlebensquote mit steigender Anzahl an Komplikationen in dieser Gruppe vermuten, die statistische Untersuchung und die niedrigen Fallzahlen in diesem Bereich lassen keine weiteren Aussagen zu.

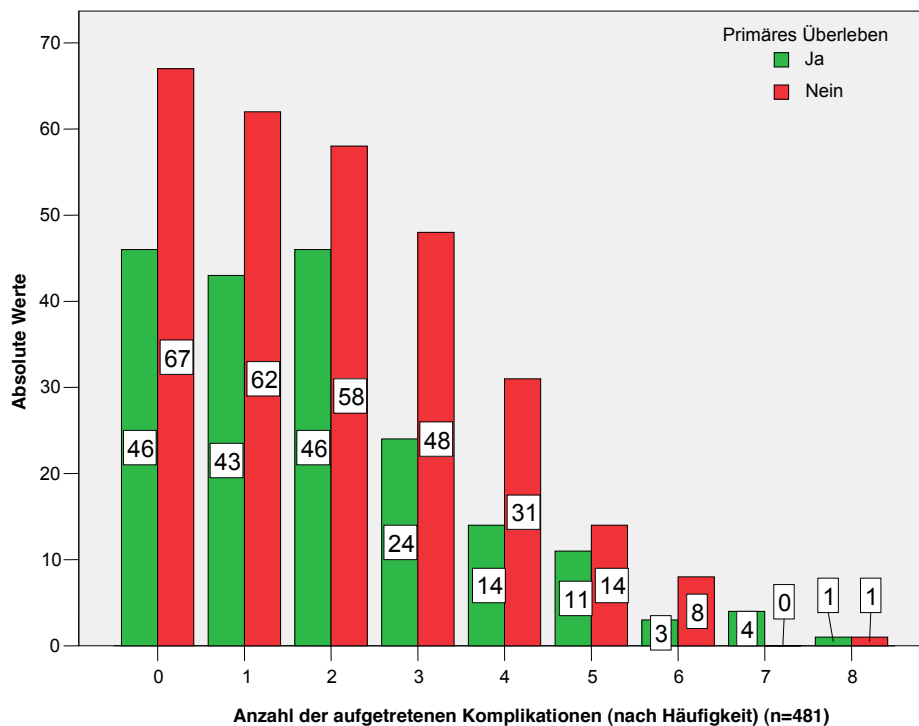


Abbildung 63: Zusammenhang Zahl der Komplikationen mit Überlebensquote

Tabelle 27: Zusammenhang Anzahl der Komplikationen mit Überlebensquote

Anzahl Komplikationen	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Überlebensrate in Prozent	40,7%	41,0%	44,2%	33,3%	31,1%	44,0%	27,3%	100,0%	50,0%

Die Betrachtung der Anzahl der Komplikationen unabhängig von der Gruppe ergibt keine neuen Erkenntnisse; auch hier findet sich keine signifikante Abhängigkeit zum Merkmal „Primärüberleben“ ($p=0,222$). Die Prüfung auf Unabhängigkeit in Bezug auf die Anzahl der Komplikationen wurde wegen fehlender Normalverteilung mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Dabei zeigten sich für die Signifikanz folgende Werte.

Tabelle 28: Zusammenhang Komplikationen mit Überlebensquote

	Signifikanz
Medizinische Komplikationen (Anzahl)	0,812
Organisatorische Komplikationen (Anzahl)	0,837
Komplikationen Material (Anzahl)	0,369
Gesamtanzahl an Komplikationen	0,222

Zur exemplarischen Darstellung wurde eine Komplikation herausgegriffen, deren erwartete Auswirkung auf die Überlebensquote mit den Erkenntnissen dieser Daten besonders große Diskrepanzen aufweist. Bezüglich der „räumlichen Enge“ als häufigste „organisatorische Komplikation“ zeigt sich an der graphischen Darstellung nur eine leichte Tendenz zum „schlechteren Überleben“ bei Vorliegen der Komplikation (35,9% versus 44,5% ohne diese Komplikation).

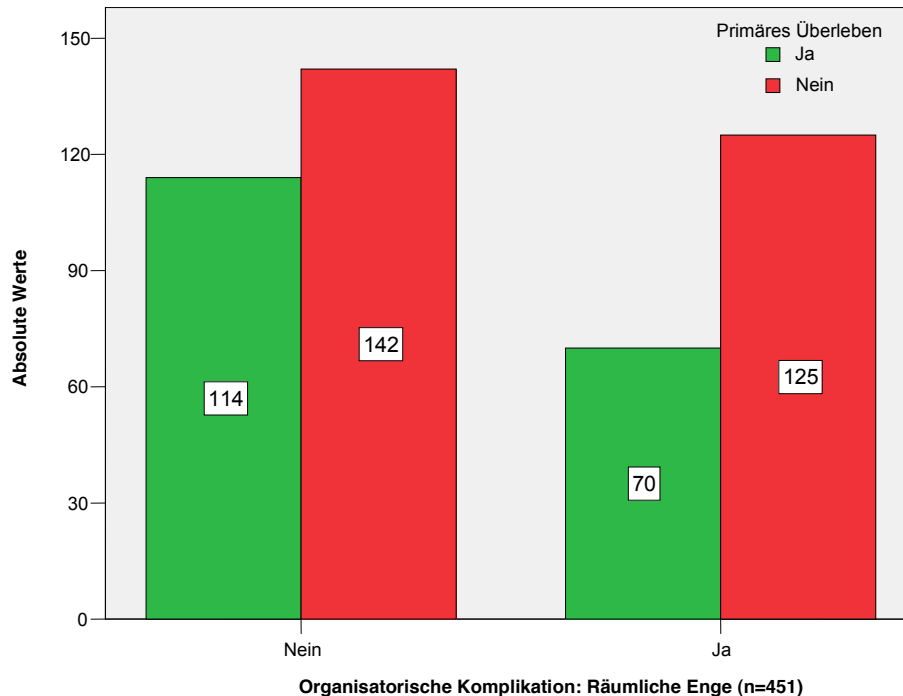


Abbildung 64: Zusammenhang "Räumliche Enge" mit Überlebensquote

Betrachtet man das Ergebnis aus dem Chi-Quadrat-Test, so zeigt sich hier ein Signifikanzwert von $p=0,065$, der knapp über der Schwelle von 0,05 liegt

Zusammenfassend haben folgende Parameter signifikante Abhängigkeiten zum Merkmal „Überleben“: das Geschlecht des Patienten, der Zeitpunkt, das Meldebild des Notrufs und die vermutete Ursache, ebenso die Tatsache, ob der Kollaps beobachtet und ob bereits mit Erste-Hilfe-Maßnahmen begonnen wurde. Auch der initiale EKG-Befund zeigte Auswirkungen auf die „Überlebensrate“. Bezüglich der Maßnahmen waren Intubation, Venenzugang, Defibrillation (mit AED und manuell) sowie die maschinelle Beatmung abhängige Parameter. Unter den therapeutischen Maßnahmen hatten die Adrenalin-Gabe, die iv-Adrenalingabe, die Gabe von Magnesium, Vollelektrolytlösung sowie Cordarex und „Sonstige“ eine relevante Abhängigkeit. Die Komplikationen „Aspiration“ und „Sauerstoff leer“ waren die einzigen in dieser Gruppe mit Auswirkungen auf das Ergebnis.

7.2.2. Utstein-Style Vergleichsdaten

Im Jahr 1991 wurde von Cummins et al. ein Regelwerk veröffentlicht, das versuchte Standards in der Berichterstattung von Reanimationsstudien zu schaffen [47]. Dort wurden für mehrere teils sehr unterschiedlich verwendete Begriffe einheitliche Definitionen festgelegt. In der Folge

haben sich viele größere Studien an diese Vorgaben gehalten. Damit ist es möglich, Daten aus Reanimationsstudien valide zu vergleichen, ein Umstand, der bisher meistens bereits an den unterschiedlich gebrauchten Definitionen von zentralen Begriffen scheiterte. Um auch diese Studie vergleichbar zu machen, wurden Daten nun im "Utstein-Style" als Abbildung dargestellt.

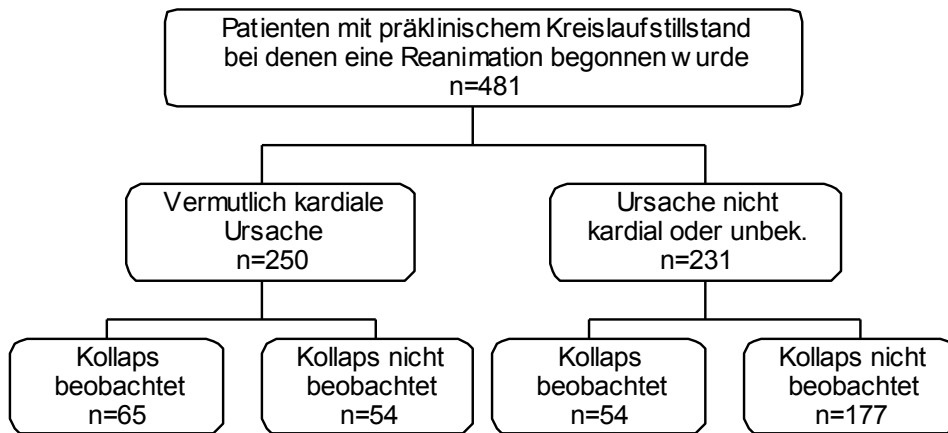


Abbildung 65: Utstein-Style 1

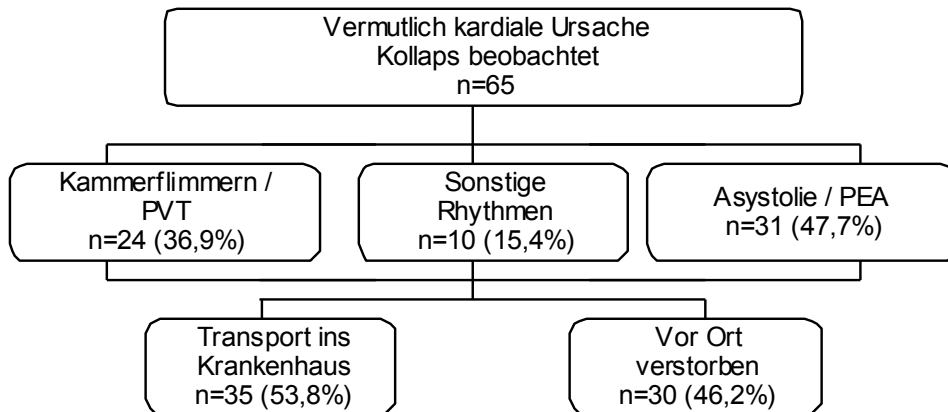


Abbildung 66: Utstein-Style 2

Die Betrachtung wurde auf die Patienten konzentriert, die einen von Zeugen beobachteten Kreislaufstillstand kardialer Genese erlitten. Für diese Patientengruppe ergibt sich eine Überlebensquote von 53,8%. Damit ist die Gruppe der nach dem „Utstein-Style“ vergleichbaren Patienten in Anbetracht der relativ großen Gesamtpatientenzahl von 481 mit 35 Patienten (7,3%) eher klein.

7.2.3. Reanimationen mit Defibrillator-Einsatz

Im Beobachtungszeitraum wurde in Bezug auf die eingesetzte EKG-Defibrillations-Einheit zunehmend vom Lifepak 250 (zusammen mit dem Lifepak 5) auf das Lifepak 12 umgestiegen. Die sich aus der Umstellung ergebenden Veränderungen werden im Folgenden dargestellt.

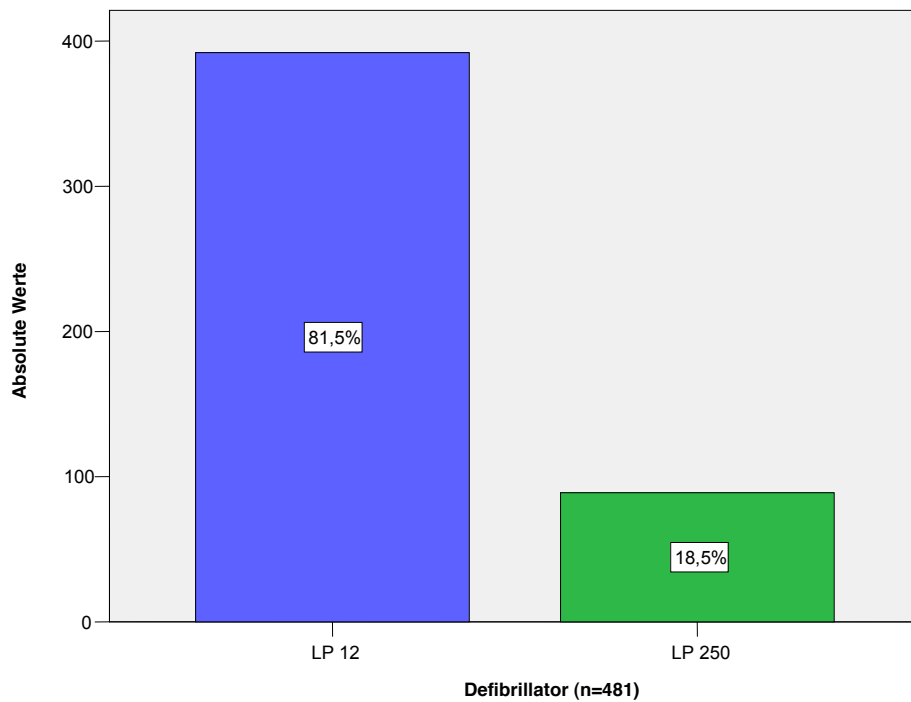


Abbildung 67: Häufigkeit Defibrillatoreinsatz nach Gerätetyp

Verglichen wurden die verschiedenen Variablen, ob signifikante Abhängigkeiten zum Merkmal Defibrillator bestehen. Abhängigkeit konnte für die „fett“-markierten Werte nachgewiesen werden:

Tabelle 29: Zusammenhang Merkmale mit Defibrillator-Typ

Merkmals	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich des Merkmals "Defibrillator" (LP12 / LP250) mit			
Bogen	100,0	153,745	<0,001
Jahr	100,0	26,640	<0,001
Geschlecht	62,6	0,530	0,467
Altersgruppen	100,0	15,094	0,057
Ursache	88,4	4,067	0,254
Meldebild	100,0	138,761	<0,001
Tageszeit	96,9	0,515	0,473
Notrufuhrzeit (in Stunden)	96,9	19,011	0,701
Vorsprung	50,7	13,714	0,966
beobachteter Kollaps	45,9	0,006	0,938
Erste Hilfe Maßnahmen	99,8	0,156	0,693
Initiales EKG	100,0	22,132	<0,001
AED-Einsatz	99,8	12,161	<0,001
AED-Einsatz durch RTW	99,2	8,804	0,003
AED-Einsatz durch NA	97,1	4,508	0,034
Manuelle Defibrillation	94,8	0,017	0,895
Adrenalingabe	100,0	1,713	0,191
Primäres Überleben	100,0	0,367	0,545
Komplikationen Medizin.	100,0	14,178	0,015
Komplikationen Organisat.	100,0	11,373	0,023
Komplikationen Material	100,0	5,155	0,161
Summe Komplikationen	100,0	29,319	<0,001

Es zeigten sich bezüglich der untersuchten Merkmale mehrere auffällige Werte, die nun im Detail dargestellt werden. Die Verteilung der Anzahl der Einsätze in den verschiedenen Jahren (hier signifikante Änderungen, $p < 0,001$) wird in Abbildung 68 dargestellt:

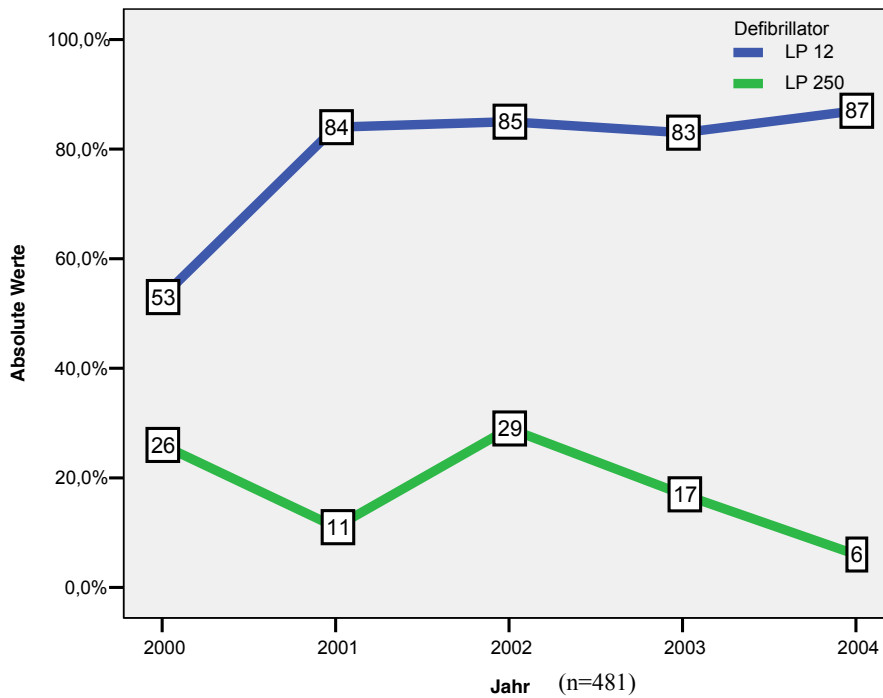


Abbildung 68: Häufigkeit Defibrillatoreinsatz im Beobachtungsintervall

Im Hinblick auf die Version des Einsatzprotokolls des ASB ist aufgefallen, dass der Bogen der Version 1 ausschließlich Fälle des Lifepak 250 dokumentiert (sehr hohe Abhängigkeit zur Version des Bogens, $p < 0,001$). Dieser Bogen zeichnet sich durch den kleinsten Datenumfang aus. Von den 89 Einsätzen mit dem Lifepak 250 wurden 31 mit dem Bogen 1 dokumentiert (34,9%).

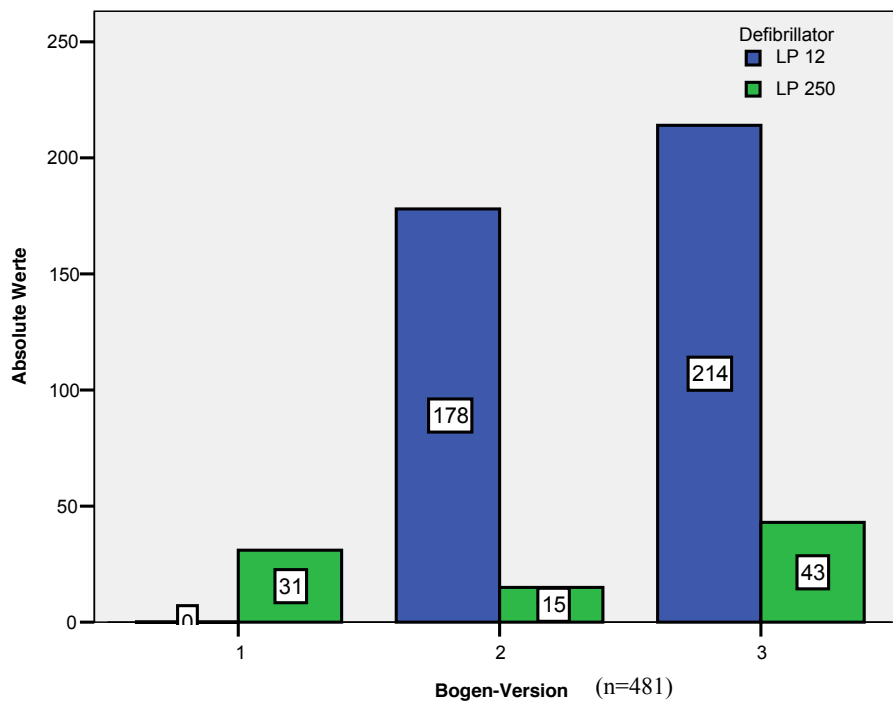


Abbildung 69: Zusammenhang Bogenversion mit Defibrillator-Typ

Dies hat auf den Datensatz, der die Einsätze des Lifepak 250 dokumentiert, erheblichen Einfluss. Als Beispiel wurden Angaben zu den Komplikationen im Bogen 1 nur lückenhaft im Vergleich zu den späteren Versionen festgehalten; diese wurden dann aus Freitext und angehängten Notfallprotokollen entsprechend nachgetragen.

Betrachtet man die Unabhängigkeit bzw. Abhängigkeit des Defibrillator-Typs vom Alter so fällt ein knapp über der Signifikanzgrenze liegender p-Wert von 0,057 auf. Damit sind die Merkmale unabhängig. Betrachtet man die Abbildung 70, so erkennt man eine angedeutete Tendenz in Bezug auf jüngere Altersgruppen beim Lifepak 12.

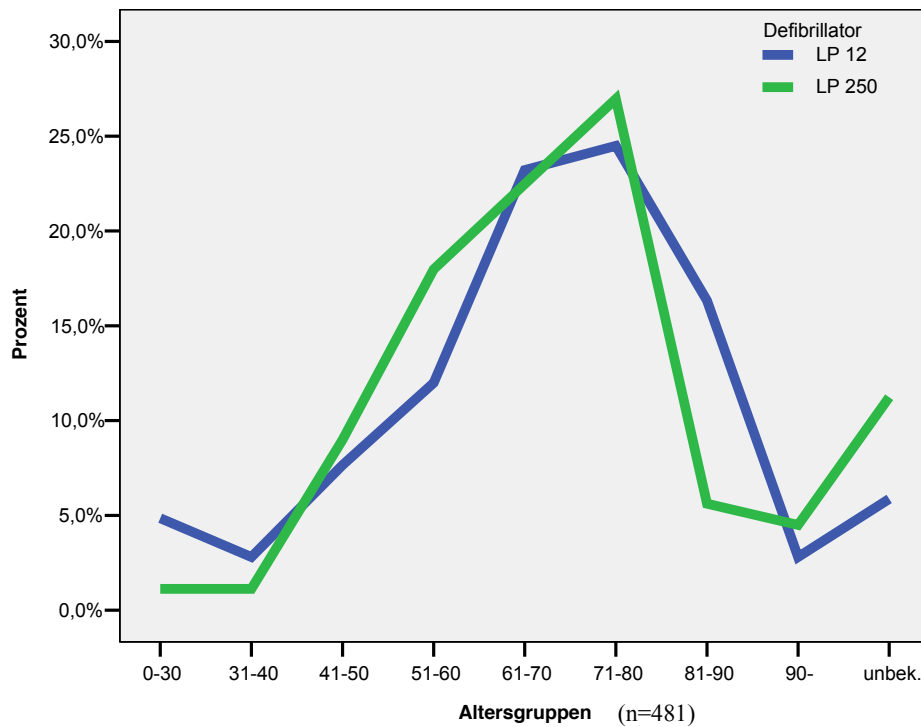


Abbildung 70: Zusammenhang Altersgruppen mit Defibrillator-Typ

Im Weiteren wurde die Verteilung der Meldebilder je nach eingesetztem Defibrillator-Typ verglichen. Es zeigt sich eine signifikante Abhängigkeit der Merkmale Defibrillator-Typ und Meldebild ($p < 0,001$). Eine Kausalität lässt sich bereits aus logischen Gesichtspunkten ausschließen. Dieser Umstand erklärt sich durch die Tatsache, dass Meldebilder in der Version 1 des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“ nicht explizit abgefragt, sondern nur aus den Freitexten nachgetragen wurden. Der Zusammenhang der Dokumentation des Lifepak 250 mit dieser Bogenversion wurde zuvor bereits dargestellt.

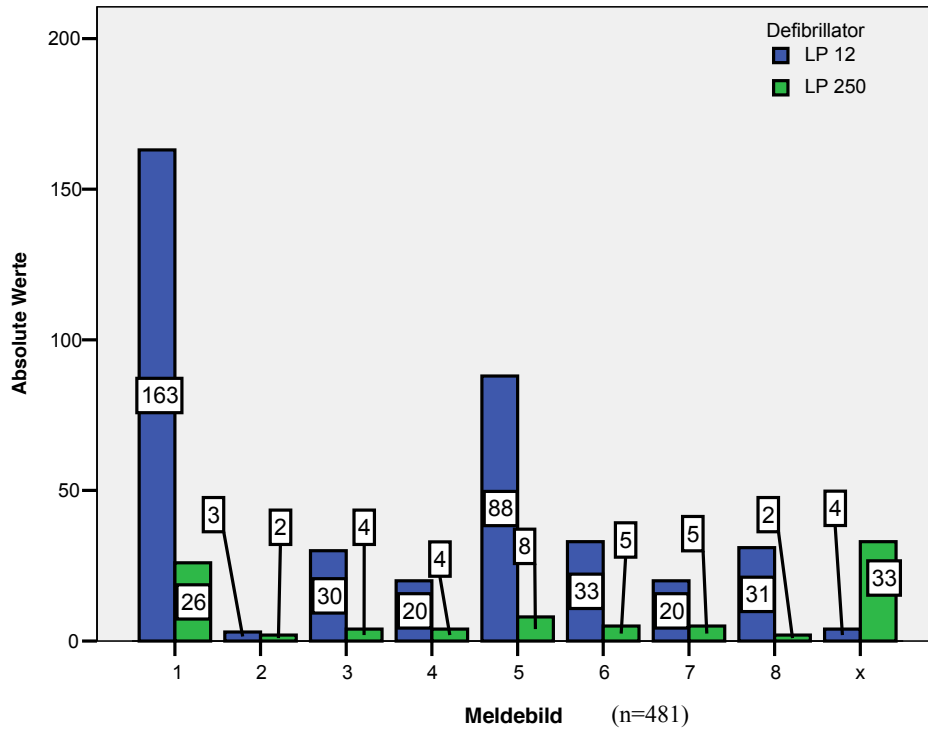


Abbildung 71: : Zusammenhang Merkmal mit Defibrillator-Typ

Nicht nur die Meldebilder zeigen eine (wenn auch indirekte) Abhängigkeit im Vergleich zum Merkmal Defibrillator-Typ, auch bei der Betrachtung des initialen EKG's findet sich dieser Umstand ($p < 0,001$).

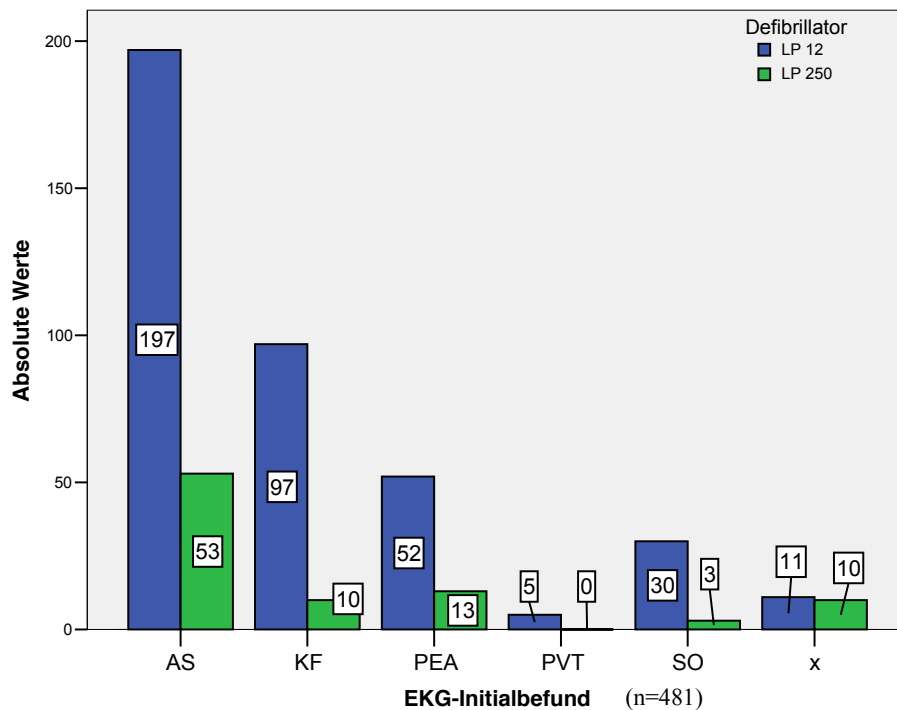


Abbildung 72: : Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Defibrillator-Typ

Eine große Änderung findet sich im Bereich der defibrillationswürdigen Herzrhythmen (Lifepak 12 26,0%, Lifepak 250 11,2%).

Unter den therapeutischen Parametern fielen Abhängigkeiten der Anwendung im halbautomatischen Modus im Vergleich zwischen Lifepak 250 und Lifepak 12 auf.

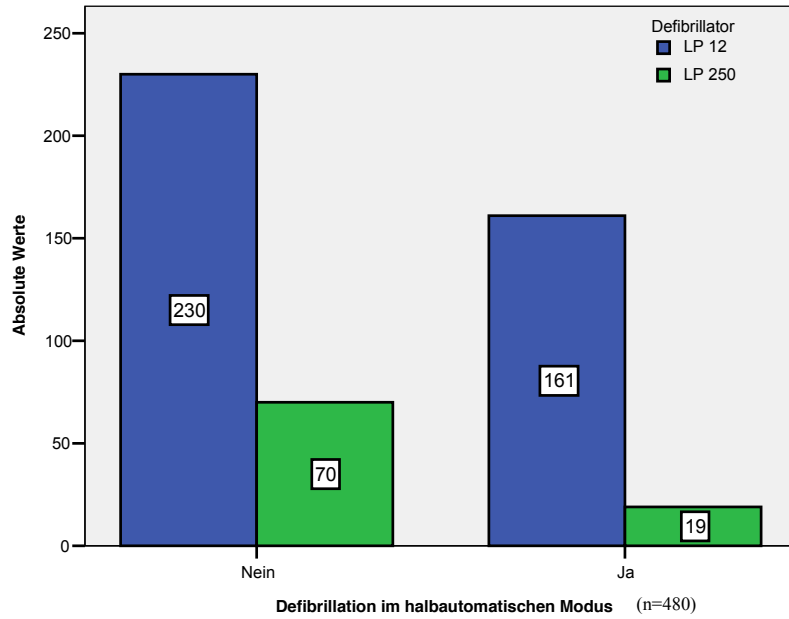


Abbildung 73: Zusammenhang Halbautomatische Defibrillation mit Defibrillator-Typ

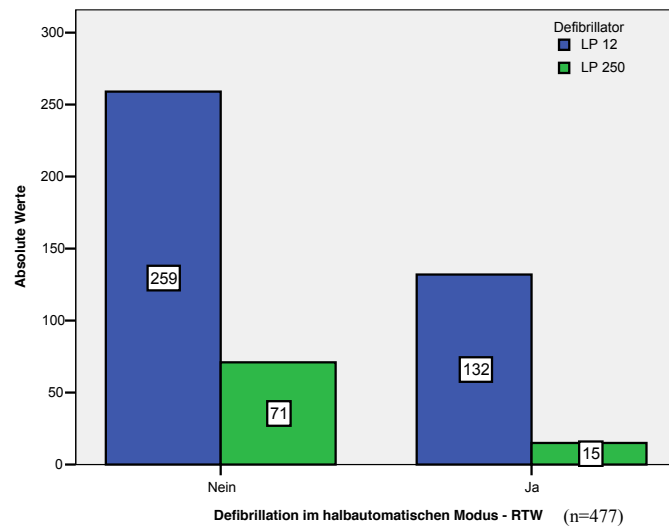


Abbildung 74: Zusammenhang Halbautom. Defibrillation durch RTW mit Defibrillatortyp

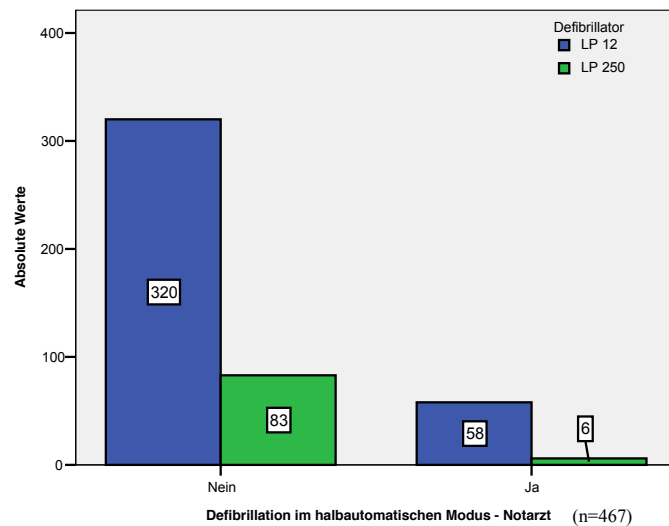


Abbildung 75: Zusammenhang Halbautom. Defibrillation durch NA mit Defibrillatortyp

Es zeigt sich eine signifikante Zunahme der Anwendung des Defibrillators im halbautomatischen Modus beim Lifepak 12 (41,2% versus 21,3% beim Lifepak 250, $p < 0,001$). Diese Zunahme findet sich besonders beim Rettungsdienstmitarbeiter (33,8% versus 17,4%, $p = 0,003$), aber auch beim Notarzt (15,3% versus 6,7%, $p = 0,034$). War insgesamt die Anwendungshäufigkeit beim Lifepak 250 19 Anwendungen im AED-Modus zu 13 im manuellen Modus (40,6%), so war dieser Vergleich beim Lifepak 12 mit 161 mal AED-Modus zu 81 mal im manuellen Modus (33,5%) zur halbautomatischen Variante verschoben.

Die Auswirkungen dieser Veränderungen durch den unterschiedlichen Gerätetyp werden nun zum einen mit der Überlebensrate, zum anderen mit der Komplikationsrate dargestellt. Trotz aller Unterschiede in Bezug auf „günstigeres“ Initial-EKG und der Häufigkeit der Defibrillationen im AED-Modus gibt es in Bezug auf das Primäre Überleben keine relevante Abhängigkeit und damit keine signifikante Änderung ($p = 0,545$) durch die Umstellung des Gerätes.

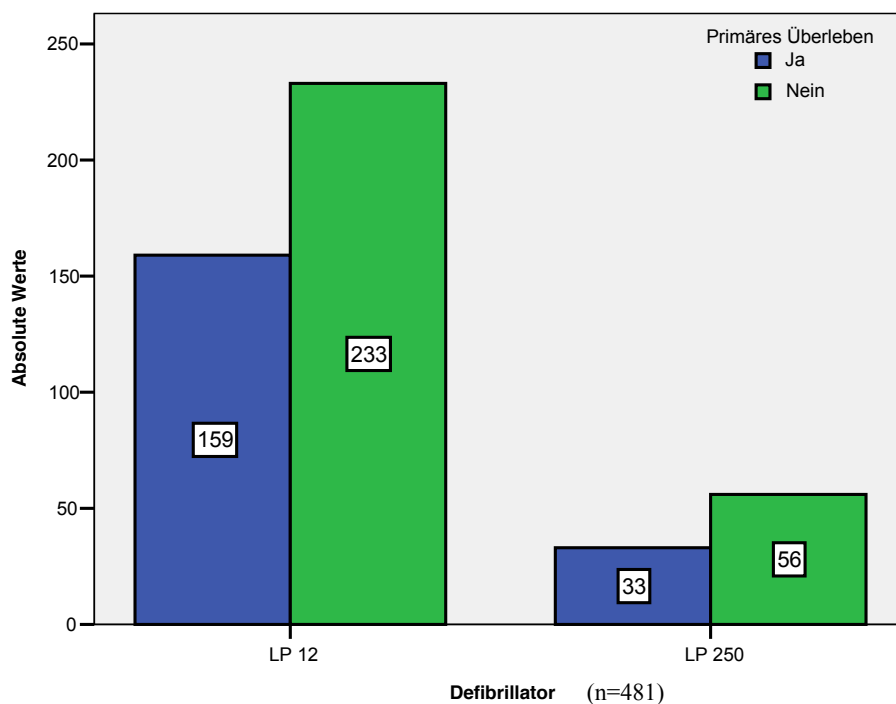


Abbildung 76: Zusammenhang Defibrillator-Typ mit Überlebensquote

Weitere mögliche Änderungen müssen in Bezug auf die Komplikationsrate und die Auswirkungen der Komplikationen je nach Gerätetyp untersucht werden. Dieser Punkt muss, wie zu Eingang dieses Kapitels bereits ausgeführt, aufgrund unterschiedlicher Datengrundlage und Dokumentation für diesen Bereich, unter Vorbehalt interpretiert werden. Als Überblick wurde die Anzahl der Komplikationen dargestellt, je nachdem, welches EKG benutzt worden ist.

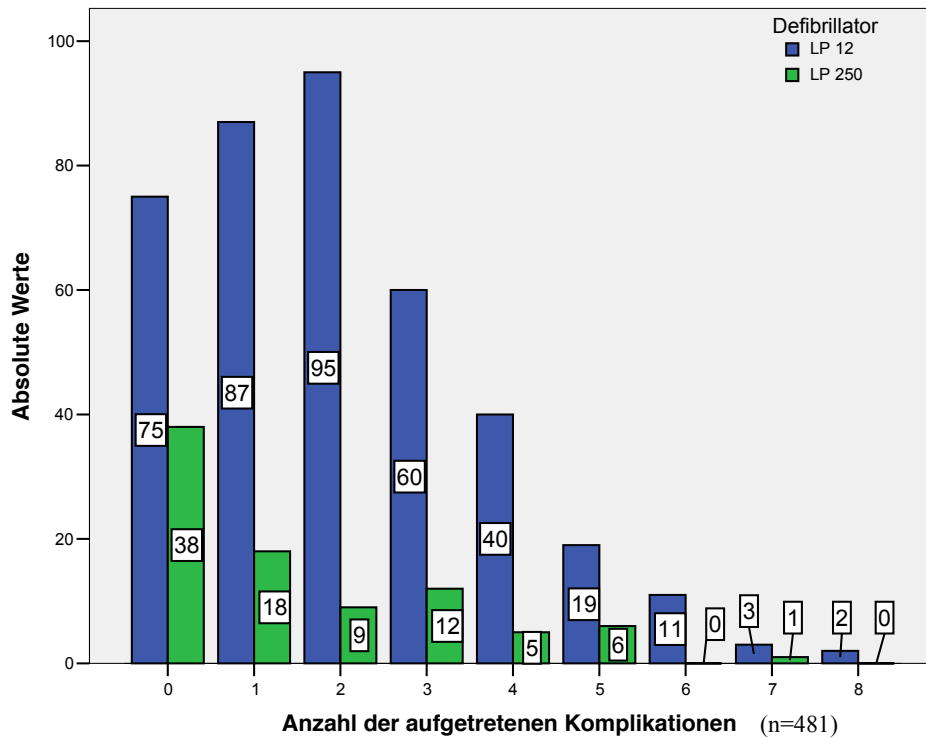


Abbildung 77: Zusammenhang Anzahl der Komplikationen mit Defibrillator-Typ

Die Übersichtstabelle 29 zu Beginn des Kapitels gibt mit den dargestellten Chi-Quadrat- und Signifikanzwerten bereits den Nachweis einer signifikanten Abhängigkeit der Variablen „Defibrillator“ und „Summe Komplikationen“. In der Abbildung sieht man, dass sich der Prozentsatz an komplikationslosen Fällen zwischen dem Lifepak 12 (19,1%) und Lifepak 250 (42,7%) mehr als verdoppelt. Betrachtet man die Komplikationen im Einzelnen, so kann man diese Abhängigkeit für Komplikationen im medizinischen ($p=0,015$) und organisatorischen Bereich ($p=0,023$) fortsetzen. Die Abbildungen ähneln denen der Gesamtzahlen.

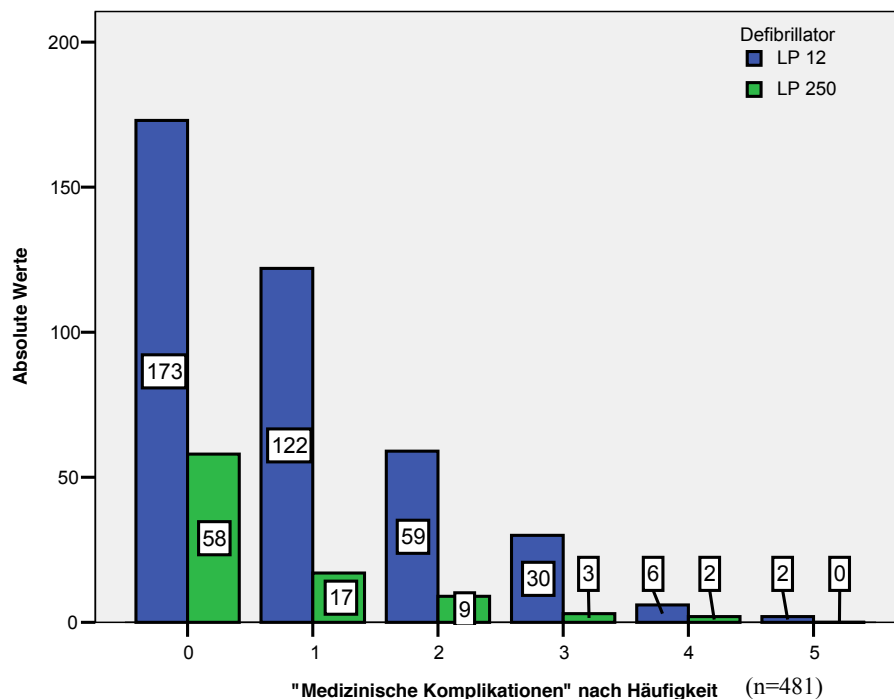


Abbildung 78: Zusammenhang Häufigkeit med. Komplikationen mit Defibrillator-Typ

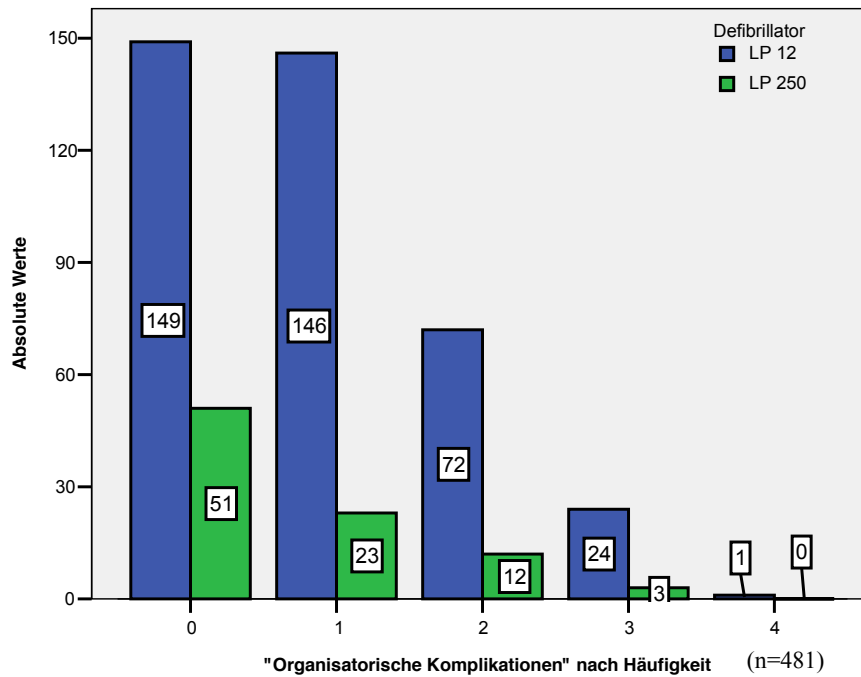


Abbildung 79: Zusammenhang Häufigkeit org. Komplikationen mit Defibrillator-Typ

Unabhängigkeit herrscht für die Merkmale Defibrillator-Typ und Material-Komplikationen, wie sich auch in der Abbildung erkennen lässt ($p=0,161$).

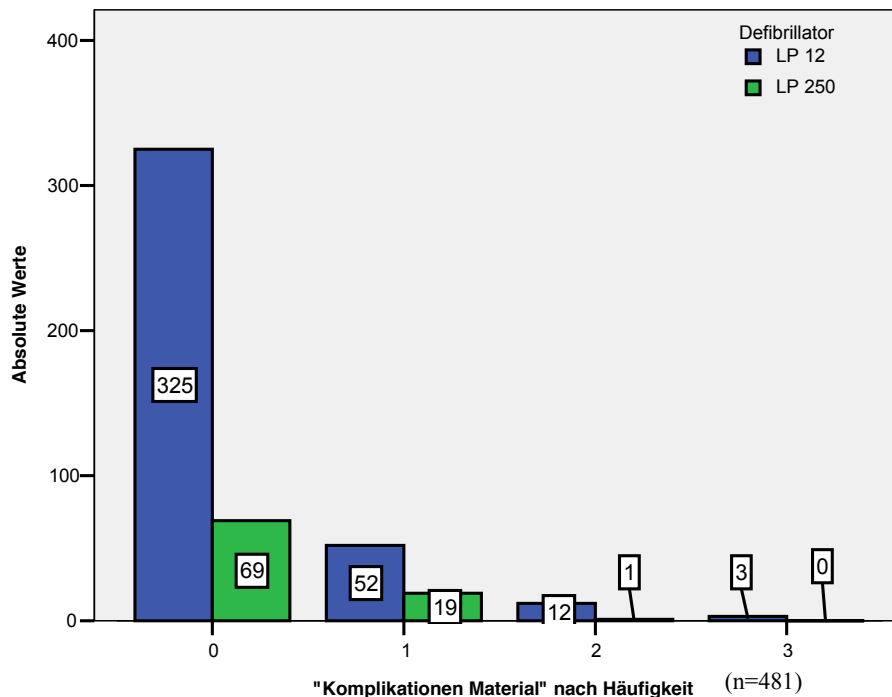


Abbildung 80: Zusammenhang Häufigkeit "Komplikationen Material" mit Defibrillator-Typ

Eine durch die Umstellung des Defibrillators bezweckte signifikante Abnahme der Komplikationen z.B. im Bereich Material zeigte sich nicht (hier „Komplikationsrate insgesamt“ von 87 Komplikationen in 481 Fällen (18,1%), davon Lifepak 12 67 Komplikationen (17,1%) und Lifepak 250 20 Komplikationen (22,5%)).

Zusammenfassend zeigten sich folgende Abhängigkeiten vom Defibrillator-Typ. Die Bogen-Version, das Jahr und das Meldebild sowie Initial-EKG und AED-Einsatz zeigten bei statistischer Untersuchung eine signifikant abhängige Verbindung zum Defibrillator-Typ. Unter den Komplikationen findet sich dies ebenso in Bezug auf Material und Organisatorisches, jedoch nicht für Material-Komplikationen. Einschränkend wirkt sich der starke Einfluss der unterschiedlichen Dokumentation (Versionen des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“) aus. Die Unterschiede im Bereich Initial-EKG lassen sich damit jedoch nicht abschließend erklären.

7.2.4. Patientengruppen nach Initialrhythmus

In den vorausgegangenen Untersuchungen bezüglich signifikanter Abhängigkeiten von Parametern wurde in dieser Arbeit wiederholt der Initialrhythmus als eine zentrale Größe festgestellt. Um weitere Untersuchungen zu ermöglichen, wurden die EKG-Rhythmen auf die zwei Haupt-Vertreter „Kammerflimmern“ (n=107) und „Asystolie“ (n=250) reduziert und alle anderen Rhythmen aus dieser Untersuchung ausgeschlossen. Analog dem Vorgehen in Kapitel 7.2.3 werden zum Überblick tabellarisch unterschiedliche Merkmale gegen den Initialrhythmus bezüglich signifikanter Abhängigkeit untersucht. Die abhängigen Variablen wurden durch „fett“-Drucken hervorgehoben.

Tabelle 30: Zusammenhang Merkmale mit Initialrhythmus

n=357	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich der Merkmale Initial-EKG (AS / KF) gegen			
Jahr	100,0	4,742	0,315
Defibrillator	100,0	7,245	0,007
Meldebild	100,0	21,861	0,005
Notruf Stunde	96,9	24,583	0,372
Notruf Tageszeit	96,9	2,225	0,136
Vorsprung RTW	50,4	30,718	0,102
Altersgruppen	100,0	14,655	0,066
Geschlecht	62,6	0,169	0,966
Ursache	89,6	43,375	<0,001
beob. Kollaps	47,1	10,522	0,001
Erste-Hilfe-Maßnahmen	100,0	20,353	<0,001
Schrittmachertherapie	95,0	4,768	0,029
Adrenalingabe	100,0	6,829	0,009
Adrenalingabe endobronchial	99,2	0,779	0,377
Adrenalingabe intravenös	99,2	5,870	0,015
Cordarex-Gabe	94,1	7,240	0,007
Komplikationen – Medizinisch	100,0	4,182	0,524
Komplikationen - Organisatorisch	100,0	2,174	0,704
Komplikationen - Material	100,0	0,216	0,975
Komplikationen	100,0	12,243	0,141

Unter den patientenbezogenen Parametern gibt es eine unabhängige Verteilung auf Alter und Geschlecht bezüglich Initialrhythmus.

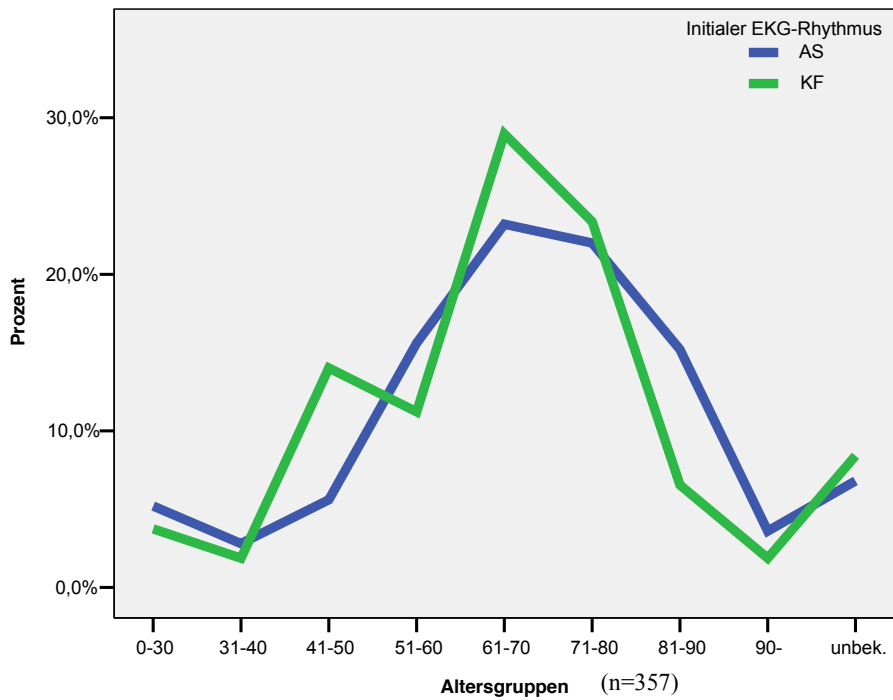


Abbildung 81: Zusammenhang Altersgruppen mit Initialrhythmus

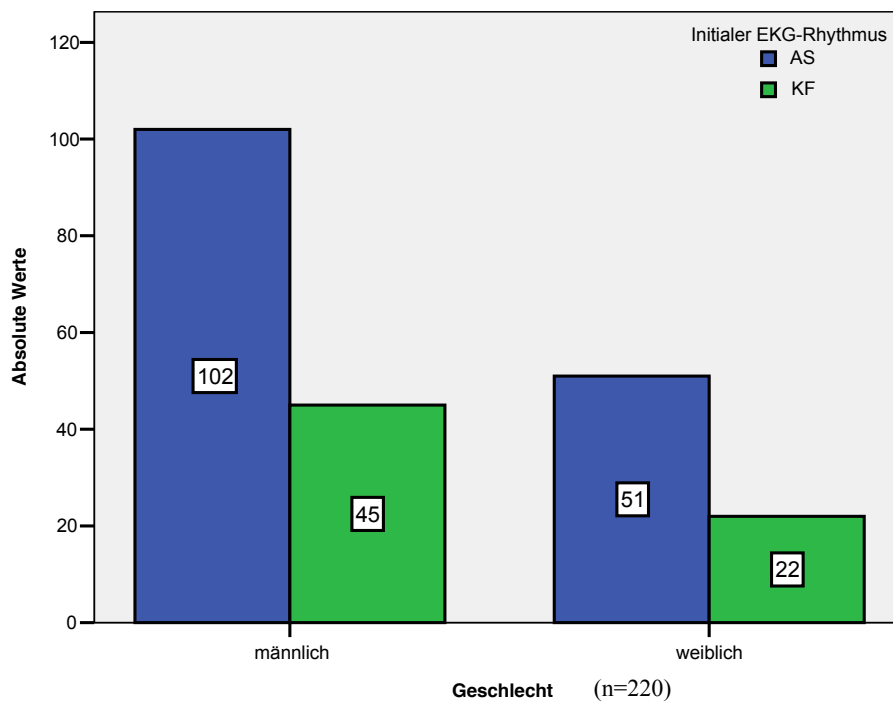


Abbildung 82: Zusammenhang Geschlecht mit Initialrhythmus

Wie bereits im vorausgegangenen Kapitel beschrieben gibt es eine Abhängigkeit zum Defibrillator-Typ.

Der signifikante Zusammenhang mit dem Meldebild ($p=0,005$) kann anhand der folgenden Grafik näher untersucht werden.

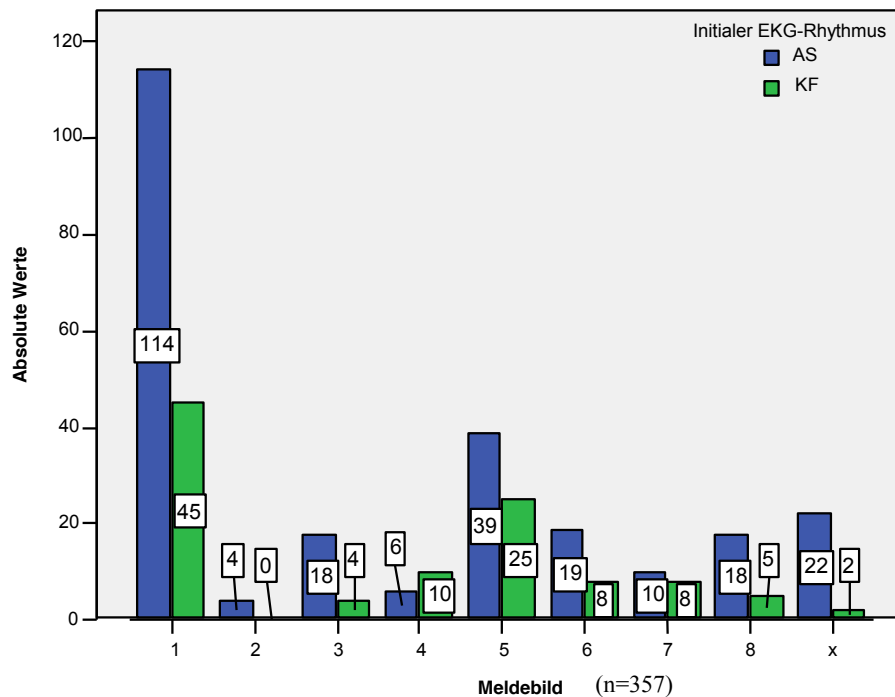


Abbildung 83: Zusammenhang Meldebild mit Initialrhythmus

Auffällig ist, dass in den Gruppen 1-3 (1 – „Bewusstlos, Leblos, Reanimation“, 2 – „Schnappatmung, Apnoe“, 3 – „Herzinfarkt“) die Asystolie als Initialrhythmus überproportional stark vertreten ist, dagegen in den Gruppen 4 („Lungenödem, Atemnot, Aspiration“), 5 („Atembeschwerden, Herzbeschwerden, Kollaps, Asthma“) und 7 („Apoplex, Krampfanfall, Rhythmusstörung, Stoffwechselentgleisung, Hypoglykämie, Erkrankt, Moritz 2, Moritz 3) besonders viele Fälle mit Kammerflimmern als Initialrhythmus gefunden werden können.

Zwischen vermuteter Ursache und initialem EKG-Rhythmus konnte ein Zusammenhang festgestellt werden ($p < 0,001$). Kammerflimmern fand sich überproportional häufig in der Gruppe „kardiale Ursache“ (Kategorie 1, in 46,2% Kammerflimmern) wieder, dagegen waren in allen „Trauma“-Einsätzen (Kategorie 2, in 100,0% Asystolie) und überwiegend bei Fällen der Kategorien 3 (Sonstige, in 90,3% Asystolie) und 4 (Unbekannt, in 84,1% Asystolie) die Asystolie zu finden.

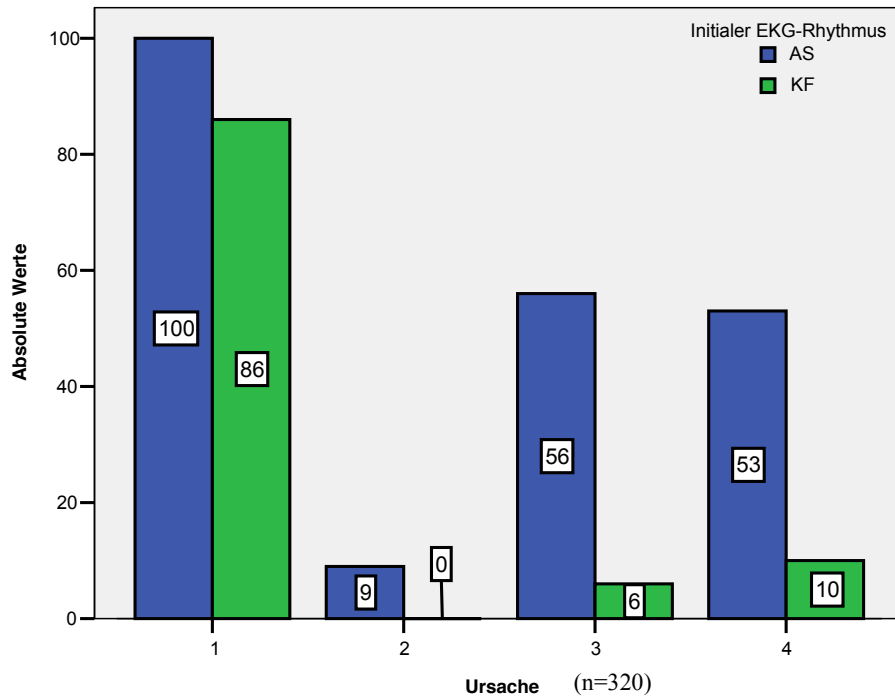


Abbildung 84: Zusammenhang Ursache mit Initialrhythmus

Im Kapitel 7.2.1 wurde bereits ein starker Zusammenhang zwischen den Merkmalen „Kollaps beobachtet“ und „Erste Hilfe Maßnahmen vor Eintreffen des Rettungsdienstes“ mit dem Überleben festgestellt. Dies findet sich auch in der Abhängigkeit zur prognostisch günstigeren Verteilung zugunsten des Kammerflimmerns gegenüber der Asystolie wieder. Wurde der Kollaps beobachtet, war Kammerflimmern überproportional häufig der Initialbefund im EKG (38,3% gegenüber 16,1% beim „nicht-beobachteten Kollaps“, $p=0,001$). Ebenso verhielt es sich bei den Einsätzen mit durchgeführter Erste-Hilfe (46,4% gegenüber 22,7% bei Fällen ohne Erste Hilfe, $p<0,001$).

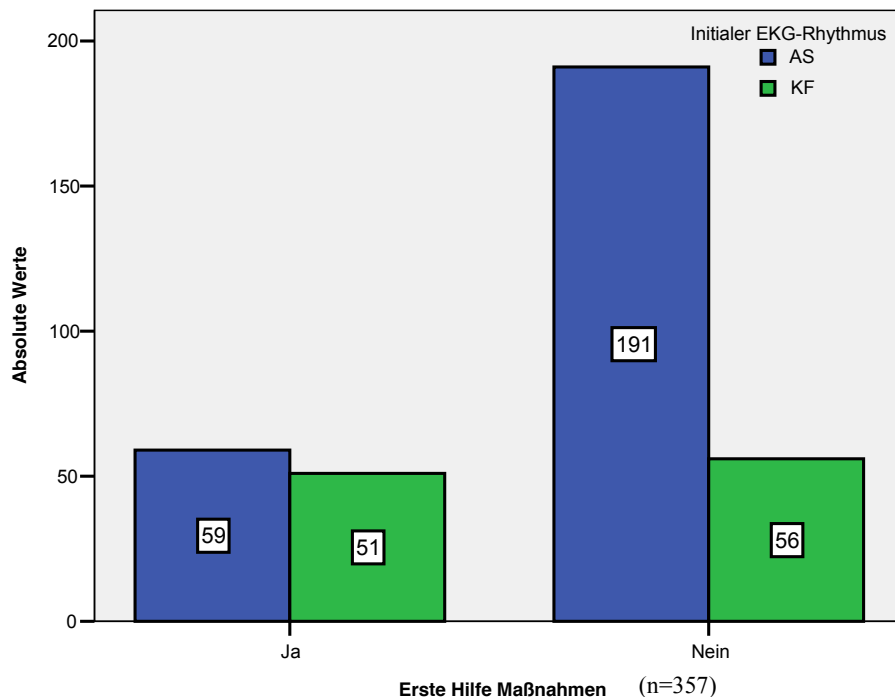


Abbildung 85: Zusammenhang "Erste Hilfe Maßnahmen" mit Initialrhythmus

Der Initialrhythmus konnte zur Therapie mit externem Schrittmacher als abhängiges Merkmal identifiziert werden. Auffällig ist, dass diese Therapieform eher bei Einsätzen mit Kammerflimmern als erster festgestellter Herzrhythmus angewendet wurde (12,4% im Vergleich zu „Asystolie“-Fällen 5,6%, $p=0,029$).

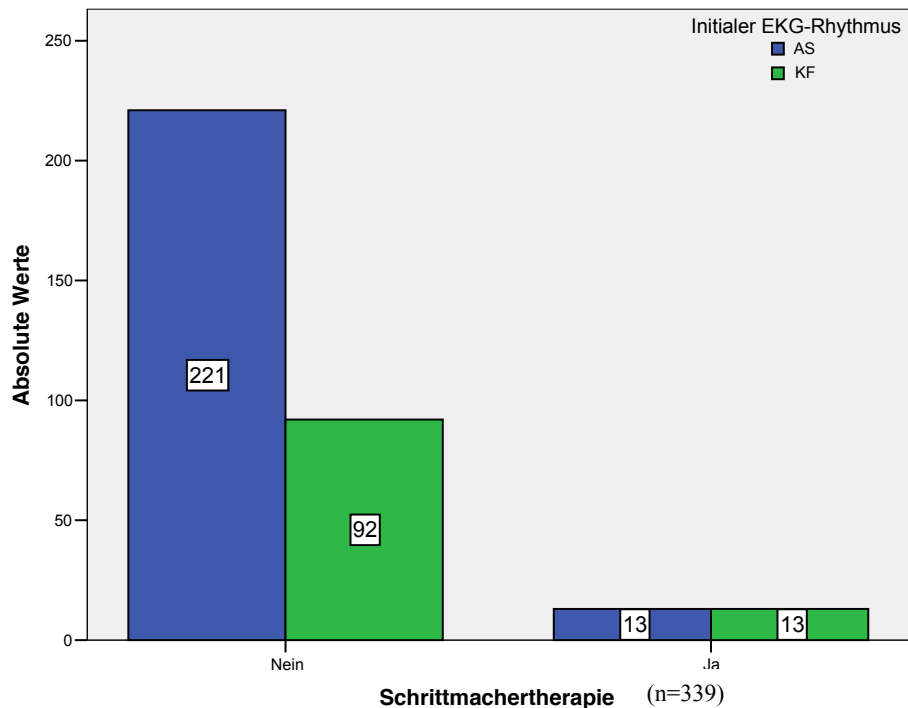


Abbildung 86: Zusammenhang Schrittmachertherapie mit Initialrhythmus

Bei Betrachtung der medikamentösen Therapie fällt eine Abhängigkeit zwischen dem Initialrhythmus und dem Gebrauch bestimmter Substanzen auf. Adrenalin wurde prozentual weniger häufig im Falle von Asystolie mit 78,0% gegenüber 89,7% bei Kammerflimmern appliziert ($p=0,009$). Dieser signifikante Zusammenhang lässt sich bei Differenzierung des Applikationsweges nur für die intravenöse Form ($p=0,015$) wieder finden (65,3% gegenüber 78,3%). Bei einer endobronchialen Verabreichung waren die Merkmale Initial-EKG und Adrenalingabe unabhängig (Asystolie 50,4% versus Kammerflimmern 45,3%, $p=0,377$).

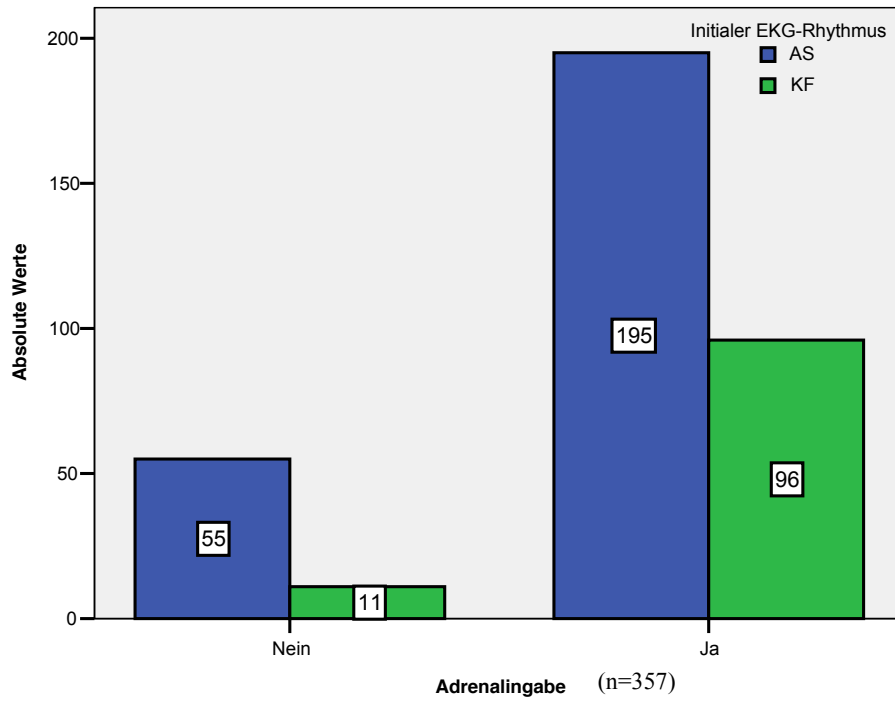


Abbildung 87: Zusammenhang Adrenalingabe mit Initialrhythmus

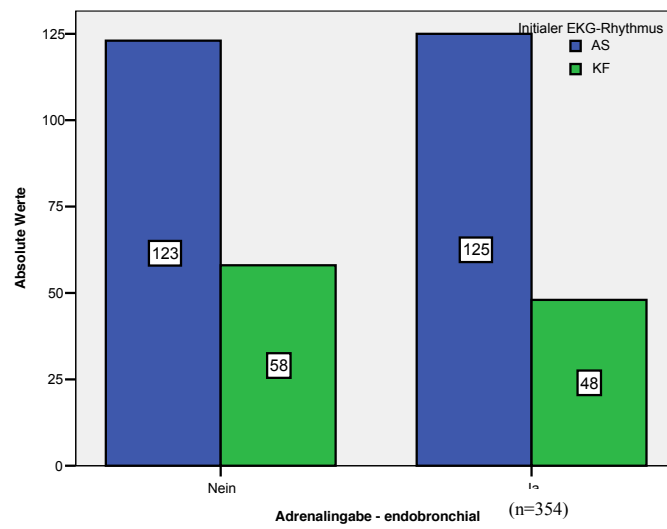
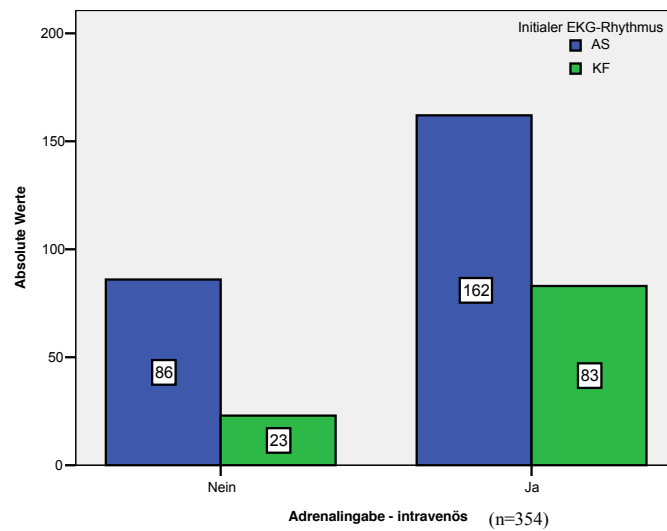


Abbildung 88: Zusammenhang Adrenalin endobronchial und Initialrhythmus



Die zweite therapeutisch eingesetzte Substanz mit Abhängigkeit vom Initial-EKG-Befund ist Cordarex. Hier zeigt sich eindeutig der Schwerpunkt in der Anwendung für die Gruppe mit initial Kammerflimmern (15,1% Anwendung, bei Asystolie 6,1%, $p=0,007$).

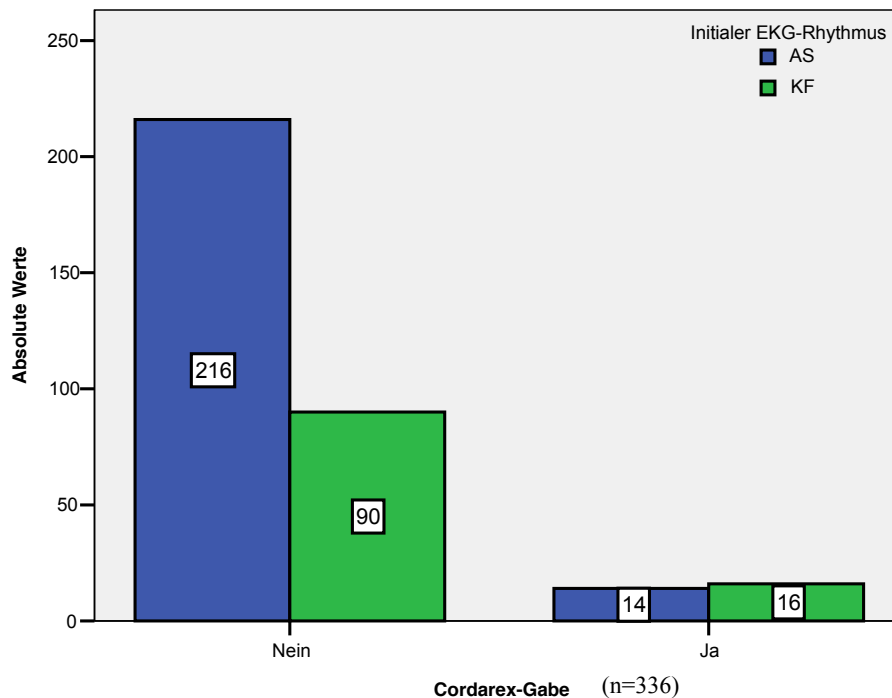


Abbildung 90: Zusammenhang Cordarex-Gabe mit Initialrhythmus

Die Verteilung medizinische, organisatorischer und das Material betreffender Komplikationen zeigte sich unabhängig vom Initial-EKG-Befund.

Zusammenfassend zeigte sich eine signifikante Abhängigkeit des EKG-Erst-Befundes zum Defibrillator-Typ, dem Meldebild, der vermuteten Ursache, den Umständen „Kollaps beobachtet“ und „Erste Hilfe“, der Schrittmachertherapie sowie der Gabe von Adrenalin und Cordarex.

7.2.5. Ergebnisse und Komplikationen

In den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bundes wurde ein Schwerpunkt auf die Dokumentation der so genannten „Komplikationen“ gelegt. Es zeigte sich ein geringer Prozentsatz von 23,5% der 481 festgehaltenen Einsätze (113 Fälle), die ohne Komplikationen abgelaufen sind. Daher wird das Merkmal Komplikation im Folgenden näher untersucht.

Tabelle 31: Zusammenhang Merkmal mit Eintritt von Komplikationen

	Datensatz in Prozent	Chi-Quadrat	Signifikanz
Vergleich des Merkmals Komplikationen (Ja/Nein) gegen			
Bogen	100,0	71,284	<0,001
Jahr	100,0	7,236	0,124
Defibrillator	100,0	22,407	<0,001
Meldebild	100,0	70,977	<0,001
Tageszeit	96,9	3,074	0,080
Vorsprung	50,7	20,249	0,734
Altersgruppe	100,0	11,795	0,161
Geschlecht	62,6	0,117	0,732
Ursache	88,4	3,881	0,275
Kollaps beobachtet	45,9	0,721	0,396
Erste Hilfe Maßnahmen	99,8	0,780	0,377
EKG-Initialbefund	100	12,090	0,034
Intubation	99,8	6,572	0,010
Intubation - RTW	99,8	9,984	0,002
Intubation - Notarzt	97,1	0,71	0,400
Venenzugang	99,8	3,957	0,047
Venenzugang - RTW	99,8	2,579	0,108
Venenzugang - NA	97,1	0,120	0,729
Defibrillation im AED-Modus	99,8	0,050	0,824
Defibrillation im manuellen Modus	94,8	0,077	0,781
Adrenalingabe	100,0	14,602	<0,001
Adrenalingabe - endobronchial	99,4	2,702	0,100
Adrenalingabe - intravenös	99,4	14,114	<0,001
Atropingabe	99,4	1,938	0,164
Gabe von Natrium-Bikarbonat	93,1	2,186	0,139
Gabe einer Vollelektrolyt-Lösung	93,1	6,608	0,010
Gabe von Cordarex	93,6	0,302	0,583

Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und der verwendeten Version des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“ konnte festgestellt werden. Dabei wurden in Version 1 die Komplikationen nicht explizit abgefragt, die Daten aus diesen Protokollen zu dieser Fragestellung ergaben sich aus Kommentaren im Freifeld. In den Folgeversionen findet sich aufgrund weitestgehend einheitlicher Dokumentation keine signifikanten Unterschiede mehr in der Komplikationsrate.

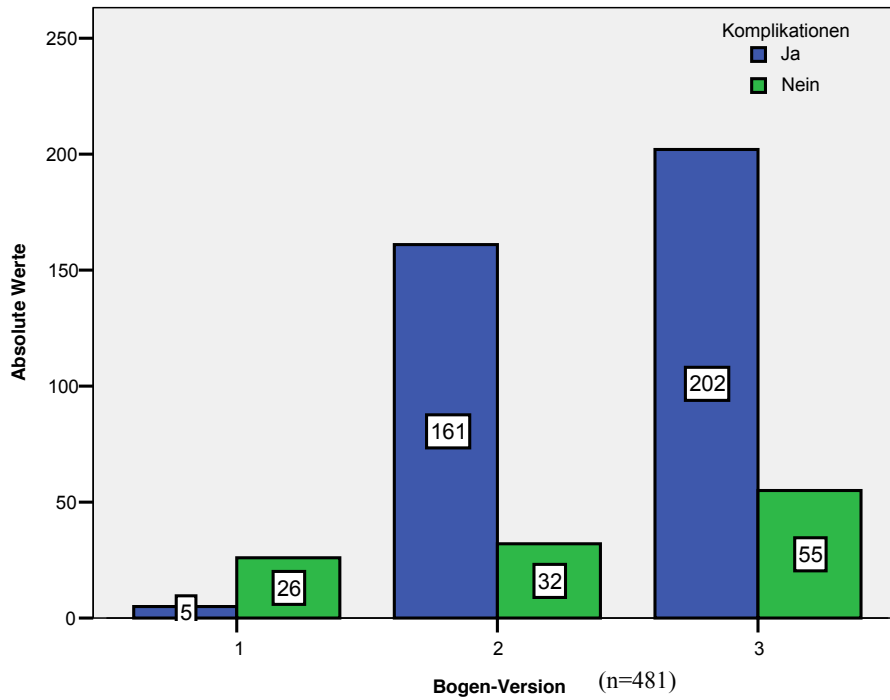


Abbildung 91: Zusammenhang Bogenversion mit Eintritt von Komplikationen

Betrachtet man die Frage, ob Komplikationen festgestellt und dokumentiert wurden in Bezug auf den verwendeten Defibrillator, so ist auch hier eine signifikante Abhängigkeit aufgefallen ($p < 0,001$).

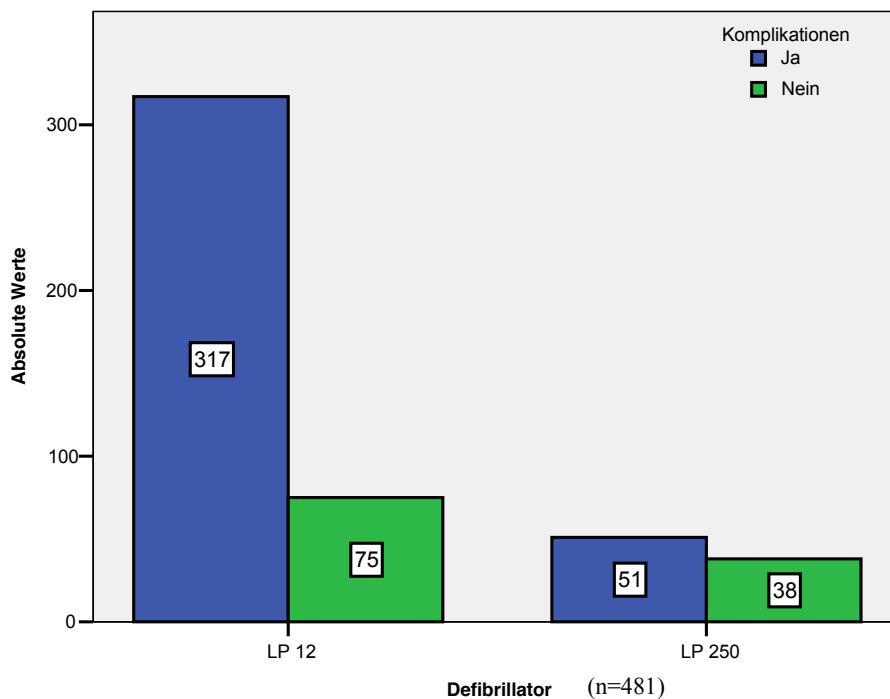


Abbildung 92: Zusammenhang Defibrillatortyp mit Eintritt von Komplikationen

Wurden Einsätze mit dem Lifepak 12 durchgeführt, war die Rate an Einsatz-Komplikationen nach den vorliegenden Daten mit 80,9% signifikant höher als beim Lifepak 250 mit 57,3%. Auf diesen Umstand ist bereits im Kapitel 7.2.3 eingegangen worden.

Eine weitere Abhängigkeit fand sich in Bezug auf die Meldebilder. Viele Komplikations-Dokumentationen fanden sich, wenn das Meldebild der Kategorie 5 bis 8 angehörte (5 – „Atembeschwerden, Herzbeschwerden, Kollaps, Asthma“, 86,5% Komplikationen) (6 – „Trauma-Notfälle“ mit „Verletzt, Sturz, Sturz aus großer Höhe, Verkehrsunfall, Verkehrsunfall schwer“, 84,2%) (7 – „Apoplex, Krampfanfall, Rhythmusstörung, Stoffwechselentgleisung, Hypoglykämie, Erkrankt, Moritz 2, Moritz 3“, 88,0%) (8 – „Sonstige“ mit „Brand in Tiefgarage, Ertrinken, akutes Abdomen, sonstiger Notfall, Krankentransport“, 93,3%). Besonders wenige Komplikationen wurden festgehalten, wenn das Meldebild 2 – „Schnappatmung, Apnoe“ (60% Komplikationen) lautete. Wurde das Meldebild nicht auf dem Dokumentationsbogen notiert, sind auch kaum Komplikationen festgehalten. Dies war in 37 von 481 Fällen (7,7%) der Fall. Lag ansonsten die Rate an „Zwischenfällen“ bei ca. 75%, so wurden in diesen 37 Fällen nur neun Komplikationen (24,3%) aufgeschrieben.

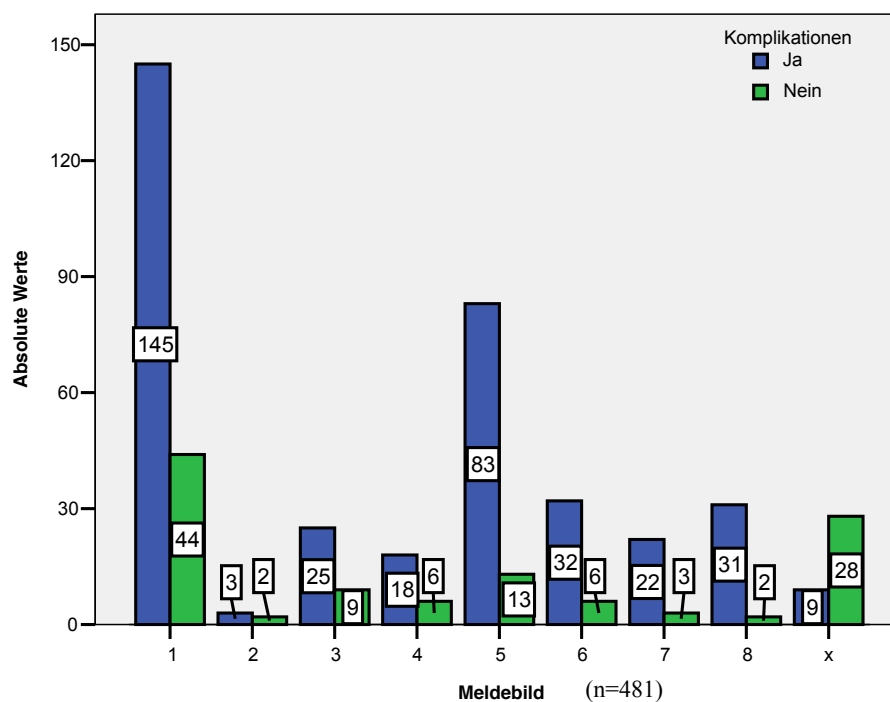


Abbildung 93: Zusammenhang Meldebild mit Eintritt von Komplikationen

Das Initial-EKG hat nach den statistischen Berechnungen auf Abhängigkeit signifikante Beziehungen zur Komplikationsrate ($p=0,034$). Betrachtet man die folgende Grafik, so lassen sich weitere Erkenntnisse zu diesen Beziehungen feststellen.

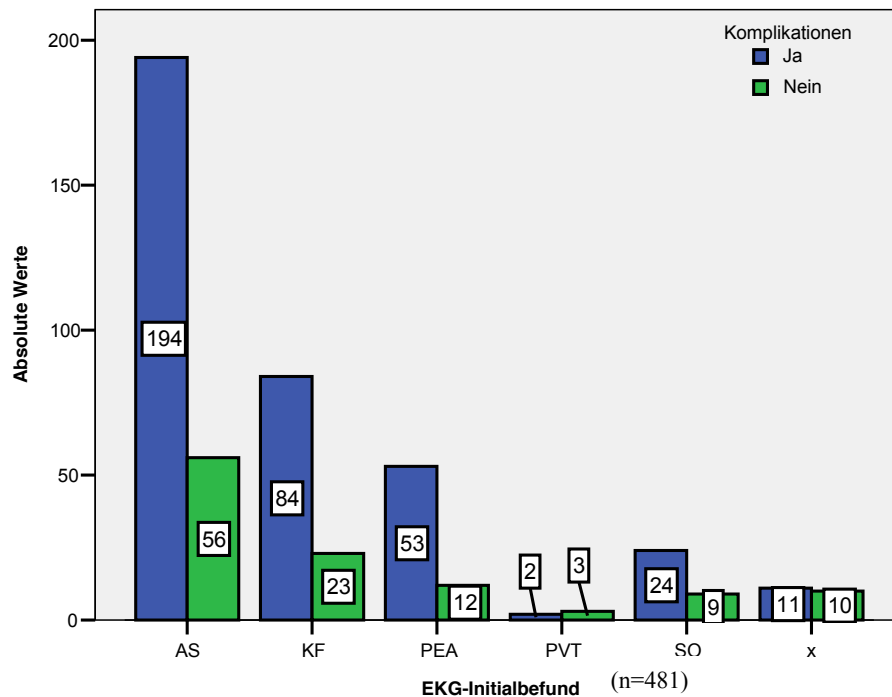


Abbildung 94: Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Eintritt von Komplikationen

Ein Zusammenhang zwischen „PVT“ – pulsloser ventrikulärer Tachykardie und Komplikationsrate (40% mit, 60% ohne Komplikationen) konnte festgestellt werden bei einschränkend sehr niedriger Fallzahlen. War der initiale Rhythmus nicht festgehalten worden, sind auch prozentual weniger Komplikationen (47,6% ohne Komplikationen) dokumentiert. Viele Komplikationen finden sich bei Einsätzen mit „PEA“ – pulsloser elektrischer Aktivität als EKG-Erstbefund (81,5% mit Komplikationen im Vergleich zur Gesamt-Komplikationsrate von 76,5%).

Im Folgenden werden die therapeutischen Maßnahmen in Bezug auf die Rate an dokumentierten „Zwischenfällen“ untersucht. Abhängigkeiten fanden sich zur Intubation, zur Anlage eines Venenzugangs sowie zur medikamentösen Therapie mit Adrenalin und Vollelektrolytlösung. Alle anderen Therapien zeigten keine wesentlichen Zusammenhänge mit der Komplikationsrate.

Das Merkmal „Intubation durchgeführt“ und die Feststellung von Komplikationen sind voneinander abhängig ($p=0,010$). Es zeigt sich im Falle der Durchführung dieser Maßnahme eine Rate an Zwischenfällen von 87,5% (nicht eingeschränkt auf Intubationsprobleme) verglichen mit Einsätzen ohne Intubation (64,8%).

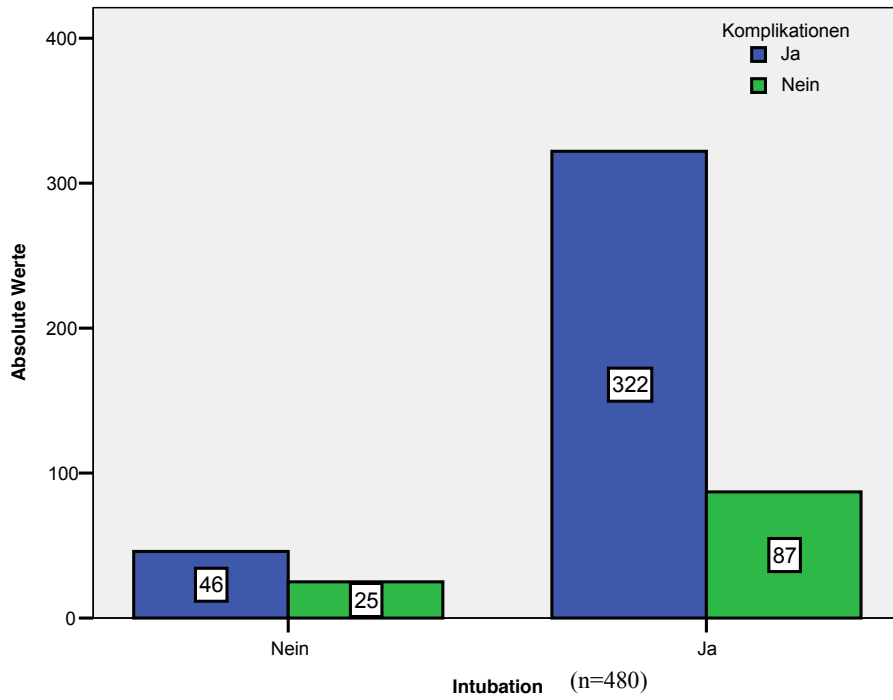


Abbildung 95: Zusammenhang Intubation mit Eintritt von Komplikationen

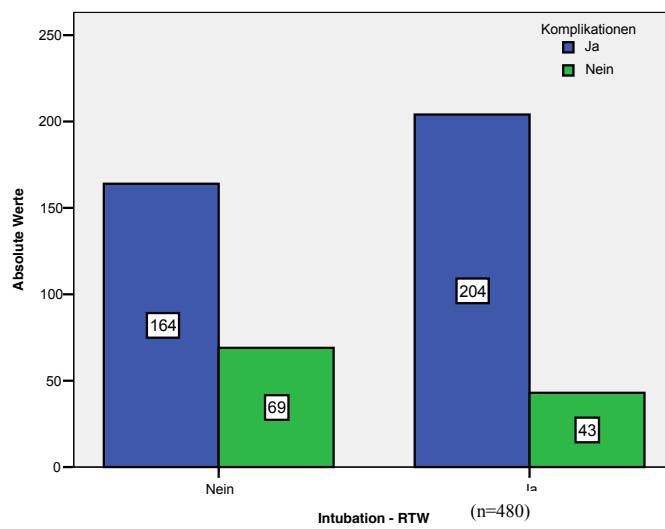


Abbildung 96: Intubation durch Rettungsdienst mit Eintritt von Komplikationen

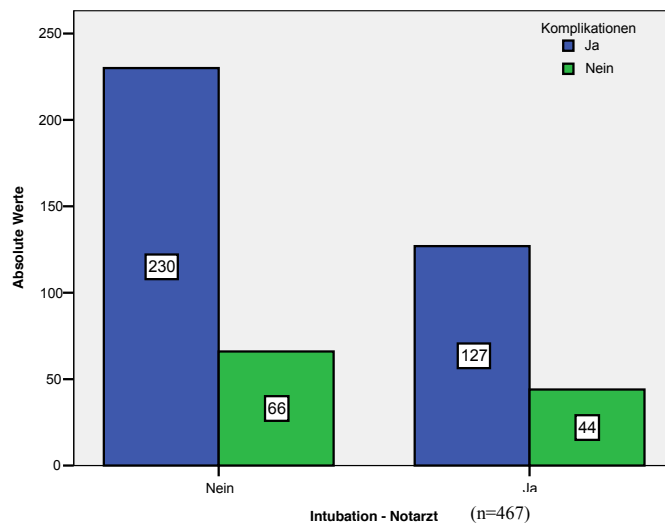


Abbildung 97: Intubation durch Notarzt mit Eintritt von Komplikationen

Aufgeteilt auf die Anwendergruppen findet sich dieser Zusammenhang nur bei der Durchführung durch den Rettungsdienst (hier 82,6% mit Komplikationen, $p=0,002$). Wurde eine Intubation durch den Notarzt dokumentiert, war die Rate bei 74,3% ($p=0,400$), damit ohne signifikanten Zusammenhang mit der Komplikationsrate. Vergleichbar sind die Verhältnisse beim Parameter „Venenzugang“. Es zeigte sich ein (wenn auch knapper) signifikanter Zusammenhang mit 78,4% Komplikationsrate im Falle der durchgeführten Maßnahme im Vergleich zu 67,9% ohne diese Maßnahme ($p=0,047$).

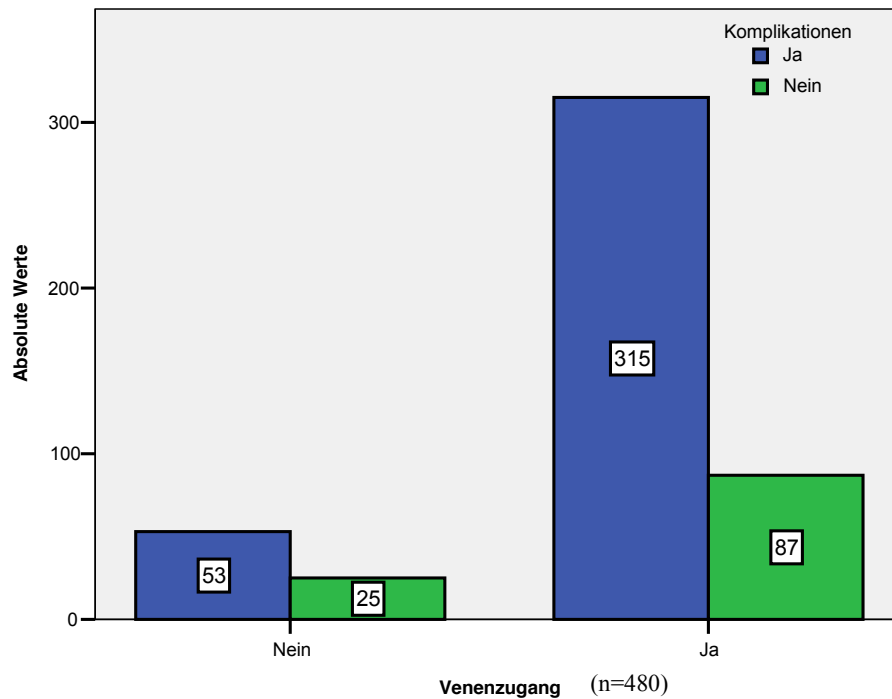


Abbildung 98: Zusammenhang Venenzugang mit Eintritt von Komplikationen

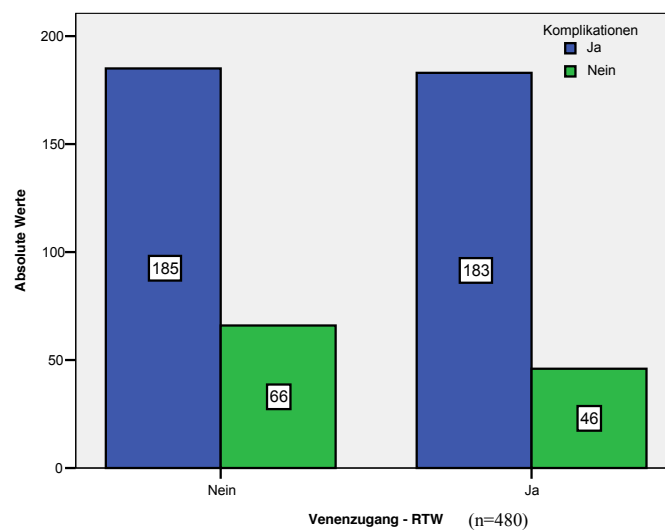


Abbildung 99: Zusammenhang Venenzugang durch RTW mit Eintritt von Komplikationen

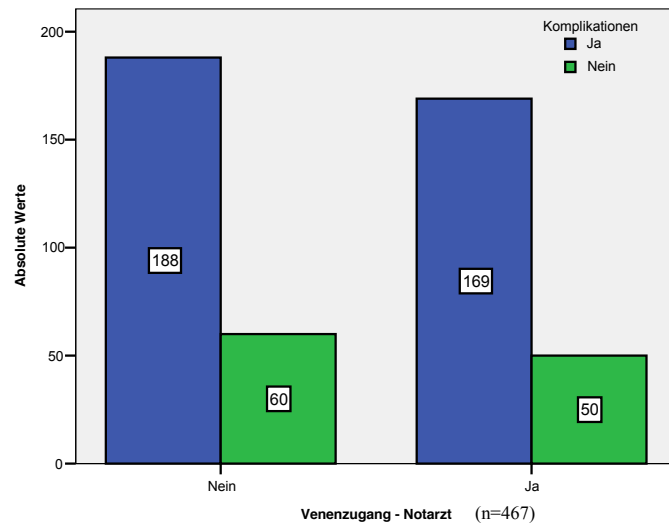


Abbildung 100: Zusammenhang Venenzugang durch NA mit Eintritt von Komplikationen

Die medikamentöse Reanimation mit dem Einsatz von Adrenalin hat eine signifikante Abhängigkeit vom Merkmal Komplikationen „Ja/Nein“ ($p < 0,001$). Betrachtet man dies differenzierter und untersucht dies je nach Applikationsweg, so zeigt sich diese Abhängigkeit nicht für die endobronchiale Gabe ($p = 0,100$) sondern nur für die intravenöse Anwendung ($p < 0,001$). Lagen Komplikationen insgesamt vor, so war dies in 74,2% häufiger bei der iv-Gabe als bei der endobronchialen Gabe in 48,9% (Adrenalin-Gabe insgesamt in 85,1%).

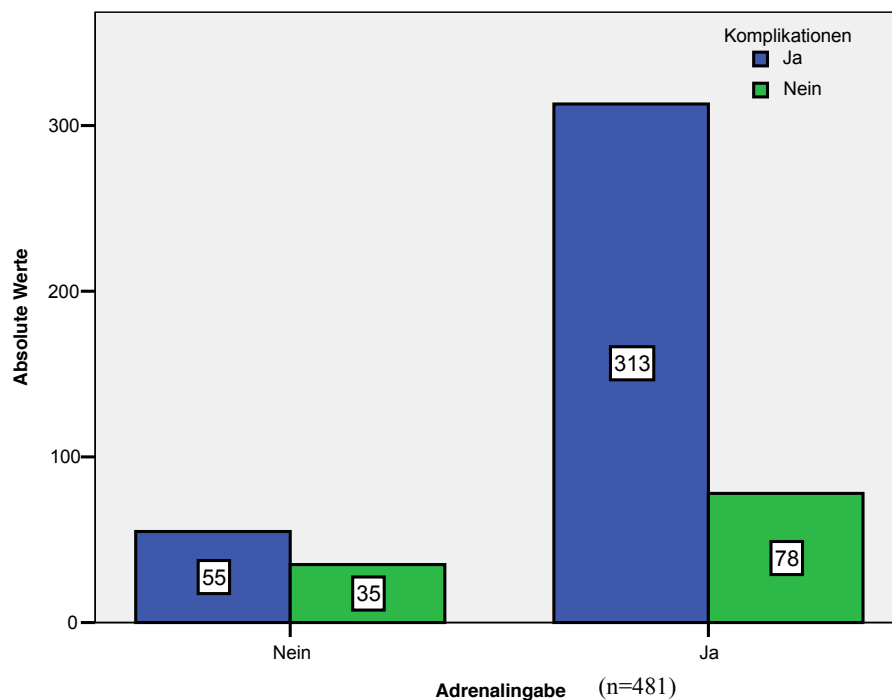


Abbildung 101: Zusammenhang Adrenalingabe mit Eintritt von Komplikationen

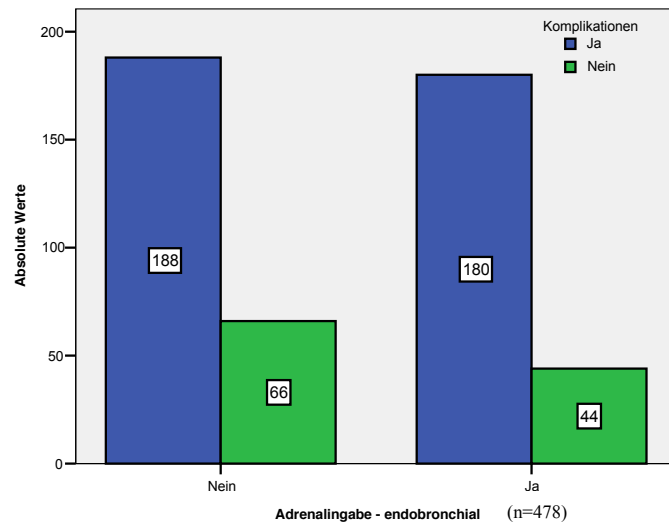


Abbildung 102: Zusammenhang Adrenalingabe e.b. mit Eintritt von Komplikationen

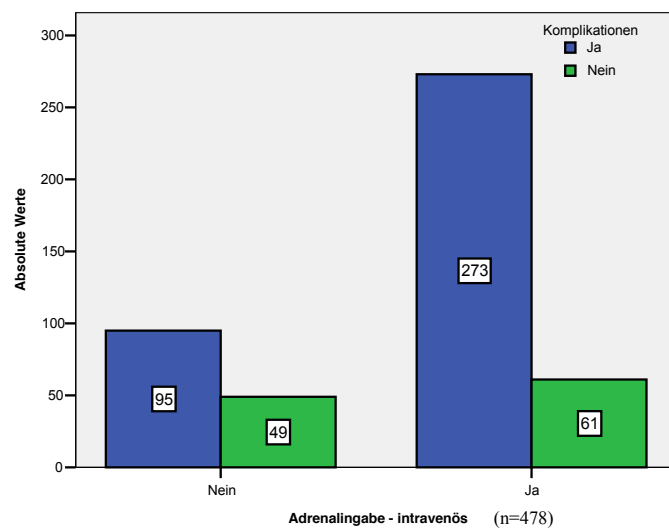


Abbildung 103: Zusammenhang Adrenalingabe i.v. mit Eintritt von Komplikationen

Ein signifikanter Zusammenhang mit der Gabe von Vollelektrolyt-Lösungen und der Komplikationsrate ($p=0,010$) konnte gezeigt werden (Abbildung 104).

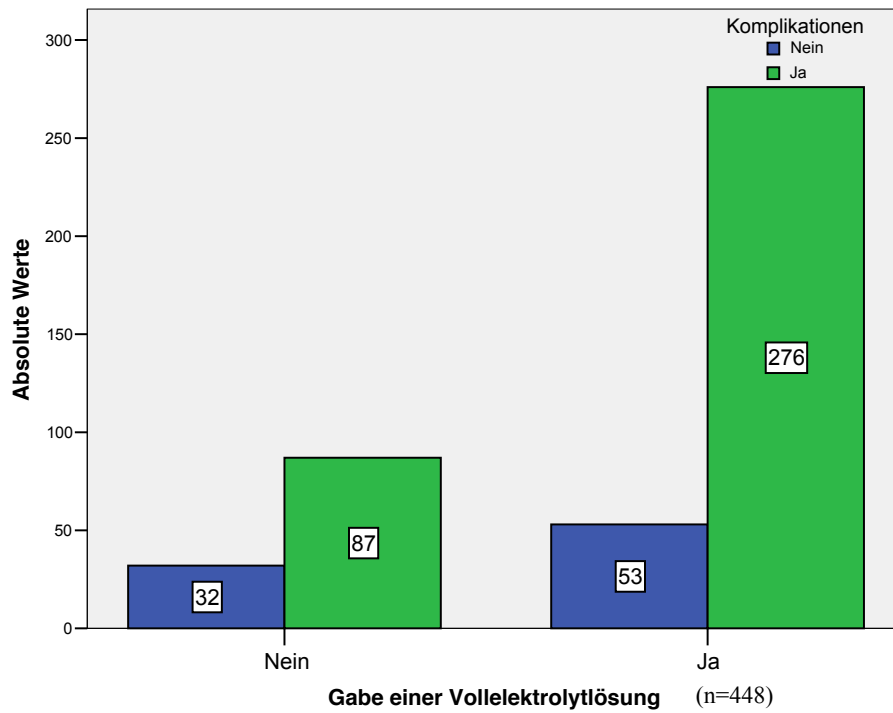


Abbildung 104: Zusammenhang Vollelektrolytlösung mit Eintritt von Komplikationen

Zusammenfassend konnte für folgende Parameter vom Merkmal „Komplikationen Ja/Nein“ eine Abhängigkeit nachgewiesen werden. Zum einen von der Dokumentationsbogen-Version, vom Defibrillator, vom Meldebild und EKG-Initialbefund, zum anderen von den therapeutischen Maßnahmen Intubation, Venenzugang, Adrenalin- und Vollelektrolytlösung-Gabe.

7.3. Zusammenfassung der Ergebnisse der Prozessanalyse

In der Auswertung des Gesamtkollektivs (Kapitel 7.1.1) wurden die Randdaten der hier ausgewerteten Informationen dargestellt. So wurde die Ereignisfrequenz mit 96,2 Reanimationen pro Jahr wie auch die Dokumentation mit Aufteilung je nach Version des Erfassungsbogens wiedergegeben. Bei der Analyse der Personendaten zeigten sich ein mittleres Alter der behandelten Patienten von 70,0 Jahren sowie ein Überwiegen des Männer-Anteils mit 61,8%. Es wurde festgestellt, dass die Mehrzahl als primäre Notarzt-Einsätze (63,0%) und überwiegend tagsüber (61,6%) durchgeführt wurden. Unter den Meldebildern war die Kategorie 1 („Bewusstlos, Leblos, Reanimation“) mit 39,3% der häufigste Alarmierungsgrund. Die in München verstärkt durchgeführte Strategie des Entsendens eines Fahrzeuges „vorab“ (zusätzlich zum Notarzt-Fahrzeug ein weiteres Rettungsmittel), um die therapiefreie Zeit zu verkürzen, brachte in den vorliegenden Daten bei primären Notarzt-Einsätzen einen Zeitvorteil von 3 Minuten im Median. Am Einsatz stellten die Rettungskräfte in 28,9% durchgeführte Erste-Hilfe-Maßnahmen fest, in 21,2% der Fälle war der Kollaps beobachtet worden. Der initiale EKG-Befund war in 52% eine Asystolie, in 22,2% lag Kammerflimmern vor.

Die Analyse der Therapie-Maßnahmen durch die Besatzung des Rettungswagens zeigte überwiegend die Durchführung der Basismaßnahmen, in 30,6% der Fälle wurde ein AED-Einsatz dokumentiert. Unter den erweiterten Maßnahmen lag die Intubation mit 51,4% noch vor der Anlage eines Venenkatheters (47,6%). Medikamentös wurden hauptsächlich Adrenalin (38,9%) und Vollelektrolytlösungen (41,2%) eingesetzt. Bei der Adrenalingabe ist als Applikationsweg eine deutliche Bevorzugung der endobronchialen Gabe (27,4%) gegenüber der intravenösen Gabe (19,8%) festgestellt worden.

Unter den Therapie-Maßnahmen der Notärzte wurde die Anlage eines Venenzugangs (45,5%), die Intubation (35,6%) neben der maschinellen Beatmung (24,3%) und der manuellen Defibrillation (18,1%) dokumentiert. Die medikamentöse Therapie zeigte ähnliche Schwerpunkte wie bei den RTW-Teams (Adrenalin 66,9%, Vollelektrolytlösung 37,4%), speziell auf die Applikationsform bei Adrenalin kehrten sich jedoch die Verhältnisse um. In 61,5% wurde die intravenöse Gabe und nur in 21,8% die endobronchiale Gabe dokumentiert.

Als Ergebnis der Reanimation wurde die Frage nach einem durchgeführten Transport mit der Überlebensquote gleichgesetzt. Es zeigte sich eine Primär-Überlebensrate von 39,9%.

Bei Betrachtung der Komplikationen fand sich ein Schwerpunkt im Bereich „medizinisch“ und „organisatorisch“, Material-Komplikationen waren im Vergleich seltener. Insgesamt war die Rate mit 76,5% der Einsätze mit dokumentierten Schwierigkeiten sehr hoch. Die häufigste Komplikation war die räumliche Enge mit 40,5% gefolgt von der erschwerten Intubation mit 26,2%.

Im Kapitel 7.1.2 wurden die Ergebnisse nach Abgleich mit dem Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München dargestellt. In 73,0% der ASB-Fälle war ein Abgleich möglich. Die Einsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes machten im Beobachtungszeitraum 10,0% aller Reanimationseinsätze im Einsatzgebiet aus. Als Zusatzinformation konnte aus dem Abgleich die Zeitspanne vom Notrufeingang bis zum Ausrücken des ersten Fahrzeuges ermittelt werden,

die mit 2 Minuten im Median errechnet wurde. Als weitere Erkenntnis konnte die Anzahl und der Erfolg der First-Responder-Einsätze bei den untersuchten Einsätzen untersucht werden. In 4 Jahren wurden 63 mal neben Notarzt und Rettungswagen auch ein First-Responder-Einsatz der Feuerwehr dokumentiert, in acht Fällen konnte dadurch ein Zeitgewinn gegenüber dem Rettungswagen erzielt werden, in zwei Fällen wurde in dieser gewonnenen Zeit ein AED durch die Feuerwehr eingesetzt. Durch den Abgleich der Studiendaten mit dem Reanimationsregister gab es die Möglichkeit, den Grad an Übereinstimmung bezüglich der Werte aus beiden Datenbanken zu ermitteln. Insgesamt variierte die Übereinstimmung zwischen 41,0 und 93,7% und war damit auffallend niedrig.

Die Ergebnisse der Auswertung der EKG-Daten wurden in Kapitel 7.1.3 dargestellt. Differenzen konnten in Bezug auf die im EKG und auf den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ dokumentierten Einsatzzeiten festgestellt werden. Die Zeitspanne von Einschalten des EKG-Gerätes bis zur ersten Analyse wurde im Median bei 24 Sekunden festgestellt, nach weiteren 21 Sekunden im Median wurde die erste Defibrillation ausgelöst. Als erste Energie wurde in 98,6% 200 Joule benutzt. Eine erfolgreiche Defibrillation nach der ersten Energieabgabe (d.h. eine Rhythmuskonversion) wurde in 83,2% erreicht, in nur 10,5% jedoch war der Folgerhythmus ein Sinusrhythmus.

Detailliertere Untersuchungen bezüglich Einflussfaktoren auf die Überlebensrate wurden in Kapitel 7.2.1 beschrieben. Neben Einsatz-Tageszeit, Meldebild und vermuteter Ursache zeigten sich besonders die Umstände „Kollaps beobachtet“ („Ja“ mit 47,1% gegenüber „Nein“ mit 25,5%) und „Erste Hilfe Maßnahmen vor Eintreffen RTW“ („Ja“ 53,2% gegenüber „Nein“ 34,6%) als signifikant abhängige Parameter. Der festgestellte EKG-Initialbefund zeigte Einfluss auf die Rate an Primär-Überleben. Bei Kammerflimmern lag sie bei 61,7%, dagegen bei Asystolie bei 24,0%. Unter den therapeutischen Maßnahmen zeigten sich besonders die maschinelle Beatmung, die Defibrillation sowohl mit AED und als auch manuell neben Venenzugang und Intubation als abhängige Merkmale. Die medikamentöse Therapie war mit der Adrenalingabe (vor allem bei intravenöser Gabe), der Verabreichung von Magnesium, Vollelektrolytlösung sowie Cordarex und „Sonstigen Medikamenten“ als relevante Einflussgröße identifiziert worden. Komplikationen hatten nur im Falle der „Aspiration“ und des „leeren Sauerstoffvorrates“ eine signifikante Auswirkung auf das Überleben.

Die Auswirkungen der Umstellung vom Lifepak 250 auf das Lifepak 12 wurden in Kapitel 7.2.3 aufgeführt. Das festgestellte Erst-EKG war im Lifepak 12 mit 24,7% prozentual häufiger Kammerflimmern, als dies mit 11,2% beim Lifepak 250 der Fall war. Bezüglich der elektrischen Therapie ergaben sich damit auch Veränderungen auf die Anwendung der Defibrillatoren. Das Lifepak 250 wurde im halbautomatischen Modus in 21,3% der Einsätze, das Lifepak 12 in 41,1% eingesetzt. Bezüglich der Komplikationen ergab sich eine Abnahme der komplikationslosen Einsätze von 42,7% beim Lifepak 250 auf 19,1% beim Lifepak 12, diese fanden sich bei der Differenzierung jedoch nur im medizinischen und organisatorischen Bereich. Bezüglich der Material-Komplikationen ergab sich keine signifikante Änderung durch den EKG-Wechsel (Lifepak 250 Komplikationsrate 22,5%, Lifepak 12 17,1%).

Der Initial-Befund zeigte sich bei mehreren statistischen Betrachtungen als ein zentrales Merkmal. Daher erfolgte im Kapitel 7.2.4 eine nähere Untersuchung dieses Parameters. Dieser zeigte wie bereits oben erwähnt einen Zusammenhang mit dem Defibrillator-Typ, aber auch mit Meldebild (am häufigsten Asystolie bei den Kategorien 1-3), vermuteter Ursache (Kammerflimmern bei „kardialer Ursache“ überproportional häufig vertreten, kein Kammerflimmern bei „Trauma“) sowie den Fakten „Erste Hilfe vor Eintreffen des Rettungsdienstes“ und „beobachteter Kollaps“ (in beiden Fällen prozentual mehr als doppelt so viele Patienten mit Kammerflimmern bei Vorliegen dieser Fakten). Unter den Therapie-Maßnahmen waren Adrenalingabe (v.a. intravenös appliziert), Cordarex-Anwendung sowie Schrittmachertherapie (häufiger bei Initial-Befund Kammerflimmern mit 12,4% gegenüber 5,6% bei Asystolie) vom Merkmal Initial-EKG abhängig. Kein Zusammenhang konnte zwischen den Komplikationen und dem Initial-EKG gefunden werden.

Kapitel 7.2.5 widmete sich den Zusammenhängen zwischen dokumentierten Komplikationen bzw. komplikationslosen Einsätzen und den anderen Parametern. Es zeigte sich, dass der Defibrillator-Typ Einfluss auf die Komplikationsrate hatte (wie bereits oben beschrieben), ebenso wie das Meldebild (gehäuft Zwischenfälle bei Kategorie 5 bis 8) und der Initialbefund (Komplikationen bei „PEA“ gehäuft). Unter den Therapien zeigte sich die Intubation und das Merkmal Komplikationen signifikant abhängig (Intubation „Ja“ 87,5% Komplikationen, „Nein“ 64,8%). Bei genauerer Untersuchung war dies jedoch nur für die Anwendergruppe Rettungswagenbesatzung zutreffend, bei den Notärzten gab es keine Abhängigkeit. Ebenso zeigte sich ein Zusammenhang zur Anlage eines Venenzugangs (78,4% mit Komplikationen, 67,4% ohne). Unter den Medikamenten waren die Adrenalingabe und die Verabreichung von Vollelektrolytlösungen mit den Komplikationen relevant abhängig verknüpft (beides evtl. als Ausdruck einer längeren Reanimationsdauer).

Die hier gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse gilt es im Folgenden näher zu interpretieren:

8. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Prozessanalyse von 481 konsekutiven Reanimationseinsätzen im Rettungsdienst unter Zuhilfenahme von Protokollen der Rettungsteams und Aufzeichnungen eingesetzter Geräte durchgeführt. Einflussfaktoren auf die erzielte Überlebensquote wurden identifiziert. Parametern wie Einsatz-Tageszeit, Meldebild, vermutete Ursache, „Kollaps beobachtet“ und „Erste Hilfe-Maßnahmen vor Eintreffen des Rettungsdienstes“, Initialbefund im EKG, ausgewählte therapeutische Maßnahmen zeigten sich statistisch als abhängige Werte. Ein signifikanter Zusammenhang mit dokumentierten Komplikationen fand sich nur in wenigen Teilaspekten.

Wissenschaftliche Grundlage der durchgeführten Maßnahmen von Rettungswagenbesatzung und Notarzt in dieser Studie sind die Leitlinien zur Reanimation des European Resuscitation Council (ERC) aus dem Jahr 2000 [35,36] und nicht die aktuell gültigen Richtlinien von 2010 [13,14]. Diese zeigen unter Anderem Unterschiede in wesentlichen Details der Basismaßnahmen (z.B. Herzdruckmassage zu Beatmung statt 15:2 jetzt 30:2), der Elektrotherapie (statt einer Serie von drei nur noch eine Defibrillation – „Single Shock“) und dem Zeitpunkt diagnostischer Maßnahmen (EKG- und ggf. Pulskontrolle nach einer Defibrillation jetzt erst nach zwei Minuten Basismaßnahmen anstatt sofort).

Bevor die Ergebnisse vor dem Hintergrund der vorhandenen Literaturergebnisse diskutiert werden, gilt es die Qualität der vorliegenden Daten zu beurteilen.

8.1. Datenqualität

Die vorliegende Arbeit analysiert Ergebnissen von 481 präklinischen Reanimationseinsätzen. Alterseinschränkungen und der Ausschluss von Patienten mit „nicht kardialer Ursache“ für einen Kreislaufstillstand wurden nicht vorgenommen. Eine Arbeit von Gervais et al. von 2002 untersucht zwischen 1990 und 2001 publizierten humanmedizinischen Studien zum Thema kardiopulmonale Reanimation u.a. in Bezug auf die Fallzahl [50]. Es zeigte sich ein Anteil von 61% der Untersuchungen mit Fallzahlen über 100 Patienten (unter Einbeziehung von 111 Analysen). Weitere Studien, die im Folgenden zu Vergleichszwecken herangezogen werden, bestanden ebenfalls tendenziell eher aus kleineren Patientengruppen. So umfasste die Untersuchung von Schnoor et al. von 1998 bis 2002 in Aachen [51] 22 Patienten, eine Studie von Lackner et al. 1999 aus München [52] ein Kollektiv von 71 Patienten, von von Knobelsdorff et al. von 2001 bis 2002 in Hamburg [53] 200 Patienten und Wik et al. zwischen 1998 und 2001 in Oslo, Norwegen [23] 200 Patienten. Die Studie von Iwami et al. [54] aus „Resuscitation“, die sich mit der Geschlechts- und Altersverteilung bei Patienten mit präklinischem Herzkreislaufstillstand zwischen 1998 und 2000 in Osaka, Japan auseinandersetzte, stellt mit 10.139 untersuchten Reanimationsfällen sicherlich eine Ausnahmestellung dar.

In der vorliegenden Arbeit wurden über einen Fragebogen, je nach Version, bis zu 115 Merkmale abgefragt. Durch die Auswertung der EKG-Streifen wurden weitere 8 Parameter eingefügt. Über den Abgleich mit dem Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München

konnten weitere 32 Parameter in die Analyse eingebracht werden. Die Datenbank, die im Rahmen dieser Studie statistisch ausgewertet wurde, umfasst damit über 62.000 Informationen. Durch das Einbeziehen mehrerer Datenquellen – einem Einsatzprotokoll der Rettungswagenbesatzung, dem Ausdruck (bzw. der Telemetrie) des Ereignisberichts des EKG-Defibrillators sowie dem Abgleich mit dem Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München – wurde versucht, den Reanimationsvorgang und die Umstände möglichst detailliert abzubilden. Einschränkend muss jedoch festgestellt werden, dass auch mit diesen vergleichsweise großen Anstrengungen nur ein begrenztes Bild des Reanimationsablaufs, der getroffenen Maßnahmen sowie der Ergebnisse geliefert werden kann.

Im Verlaufe der Bearbeitung der Studiendaten und bei der Sichtung der publizierten Literatur zu diesem Themenkomplex kristallisierten sich einige systematische Schwachpunkte im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ und am Studien-Design heraus.

Um das Ziel einer möglichst exakten Rekonstruktion zu erreichen, wurden auch während des Beobachtungszeitraums Veränderungen und Anpassungen an der Dokumentation mit der Weiterentwicklung der „Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“ von der Version 1 bis zur Version 3 vorgenommen. Damit wurde der Umfang der festgehaltenen Daten kontinuierlich erweitert, jedoch mit dem Nachteil, dass bei der statistischen Analyse die Bogen-Version in Bezug auf mehrere Merkmale nicht mehr als unabhängige Einflussgröße beschrieben werden konnte. Die „vermutete Ursache“, die Erste-Hilfe-Rate und auch die Komplikationsrate waren signifikant abhängige Parameter von der Dokumentations-Bogen-Version. Damit muss dies bei der Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse jeweils mit berücksichtigt werden.

Im Vergleich zu anderen Untersuchungen waren die vorliegenden Daten nicht von Anfang an auf die Anpassung an international anerkannte Definitionen und Normen zur allgemeinen Vergleichbarkeit von Reanimationsdaten ausgelegt. Viele Publikationen zum Thema Wiederbelebung orientieren sich im Studiendesign an einem Regelwerk von Cummins et al. aus dem Jahr 1991, welches im so genannten „Utstein-Style“ einheitlich Begriffe zu diesem Themenkomplex definiert [47]. Auch Zeitintervalle, Endpunkte und Auswerteschemata mit einheitlichen Abbildungen werden vorgegeben. 2004 wurde dieses Regelwerk nach internationalem Konsens weiterentwickelt und vereinfacht [55]. Trotz der großen Zahl an eingeschlossenen Reanimationsfällen (481 Patienten) konnten nur 35 Patienten nach diesem Schema zu Vergleichszwecken dargestellt werden. Probleme entstanden unter anderem bei der Zuordnung des primären Endpunktes in dieser Arbeit, dem „Primär-Überleben“, zu einem im „Utstein Style“ definierten Begriff. Die Daten aus dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ enthielten keine Informationen über den Zustand des Patienten bei Aufnahme in die Klinik. Damit war eine Zuordnung zu Punkt „18. Admission to intensiv care unit / ward“ (Aufnahme in ein Krankenhaus) des „alten“ „Utstein style“ von 1991 [47] nur mit Einschränkungen möglich. Hierzu wird im Regelwerk des „Utstein Style“ ein Spontankreislauf mit einem messbaren Blutdruck bei Aufnahme gefordert (siehe Kapitel 6). Auch eine Zuordnung zu „Survived event“ (Ereignis überlebt) aus dem überarbeiteten „Utstein style“ von 2004 [55] benötigt diese Informationen.

Als eine weitere Schwachstelle in der vorliegenden Studie stellte sich die Tatsache heraus, dass „nur“ das Primär-Überleben im Sinne der Durchführung eines Patiententransportes in ein Krankenhaus festgehalten wurde. In vielen publizierten Untersuchungen werden Ergebnisse aber nicht am primären sondern am sekundären Überleben (bis zur Krankenhaus-Entlassung verglichen). Ergänzend wird in vielen Analysen auch der neurologische Zustand bei Entlassung angegeben. Zu diesen Punkten fehlen in der vorliegenden Arbeit Angaben. Auch diese würde zu einer verbesserten Vergleichbarkeit nach dem „Utstein Style“ führen [47,55].

Trotz der großen aufgenommenen Datenmengen zu den Umständen und Vorgängen der Reanimation bleibt insbesondere der Ablauf der Reanimation ohne zeitliche Einordnung der Maßnahmen und Begleitumstände nur schemenhaft dargestellt. Die unzureichende technische Umsetzung der Sprachaufzeichnung beim Lifepak 250 machten das, vom Konzept her hervorragende Mittel zur Darstellung des Reanimationsablaufs, leider weitestgehend unbrauchbar (siehe Kapitel 7.1.4). Bei der Umstellung auf das Lifepak 12 wurde daher im Beobachtungszeitraum auf die Sprachaufzeichnung anfangs ganz verzichtet. Technische Verbesserungen auf diesem Gebiet und damit eine Wiedereinführung der Sprachdokumentation konnten erst nach Abschluss dieser Studie umgesetzt werden. Hierdurch wurde eine wesentliche Schwachstelle in der Rekonstruktion einer Reanimation größtenteils beseitigt. Vor dem Hintergrund der Patientensicherheit konnten durch die Wiedereinführung der Sprachdokumentation Verbesserungen erzielt werden. Das Training auf diesen Geräten umfasst auch die Aufforderung zu klaren verbalen Dokumentationen und Anweisungen im Team während des Einsatzes. Dieser Aspekt fördert einen geregelten Arbeitsstil bei der Reanimation. Datenschutzrechtliche Bedenken gegen diese Sprachaufzeichnung (ohne Zustimmung von Patienten und Angehörigen) sind trotz dieser positiven Effekte auf Rekonstruierbarkeit und ggf. Einfluss auf den Arbeitsstil nochmals ausführlich zu prüfen.

Wurden in dieser Studie Alarm- und Eintreffzeiten sowie die Zeitpunkte der Durchführung von Maßnahmen wie der Defibrillation dargestellt, ergab sich wiederholt das Problem der fehlenden Zeitsynchronisation zwischen Daten der Berufsfeuerwehr, der auf dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bundes festgehaltenen Uhrzeiten sowie Zeitangaben zu diesem Thema auf dem Ausdruck des EKG-Defibrillators. Dies erschwerte die sinnvolle Darstellung von Zeitabschnitten und Zeitdifferenzen wie z.B. „Eintreffen am Einsatzort bis Defibrillation“ erheblich. Dieses Problem wurde auch von Castren et al. 2005 in „Resuscitation“ beschrieben [56]. Er untersuchte 88 AED's des Finnischen Rettungsdienstes und bemerkte Abweichungen bis über eine Stunde (mittlere Abweichung knapp 7 Minuten) unabhängig davon, ob es Richtlinien und Dienstanweisungen über die regelmäßige Zeitsynchronisation des AED's gab oder nicht. Eine Lösung dieses Problems durch die Einführung von Funkuhren z.B. auf dem Rettungswagen und im EKG-Defibrillator (für eine anwenderunabhängige regelmäßige Synchronisation) konnte im Beobachtungszeitraum nicht realisiert werden.

Eine Beurteilung der Dokumentationsqualität, d.h. wie detailliert und wie korrekt die Daten erhoben und im Protokoll festgehalten wurden, fällt auf der vorliegenden Grundlage schwer.

Nur sehr wenige Punkte im „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ lassen Rückschlüsse auf Plausibilität der gemachten Angaben zu. Im Kapitel 7.1.1 wurde wiederholt der Umstand dargestellt, dass sich zu einer bestimmten Fragestellung kein hundertprozentiger Datensatz fand, und nicht alle der 481 Fälle in die Beurteilung des untersuchten Merkmals einfließen konnten. Dies erklärt sich nicht durch eine unvollständige Dokumentation durch die Mitarbeiter, vielmehr liegt der Grund zu einem großen Teil in den unterschiedlichen Fassungen des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“, die mit Weiterentwicklung in neuere Versionen jeweils den Datensatz durch neue Dokumentationsmerkmale erweitern. Durch den Abgleich mit dem Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München konnten zwar Erkenntnisse über Diskrepanzen in der Beurteilung und Dokumentation der Reanimationsdaten gleicher Einsätze festgestellt werden (die Übereinstimmung variierte zwischen 41% und 93%), keine Quelle kann jedoch den Anspruch auf absolute Korrektheit erheben. Da beide von unterschiedlichen Mitarbeitern (Rettungsdienstmitarbeiter des Arbeiter-Samariter-Bund bzw. Beamte der Berufsfeuerwehr München) zusammengestellt worden sind, kann angenommen werden, dass bei beiden keine hundertprozentige Fehlerfreiheit gefunden werden kann. Vorteil bei der Dokumentation durch die Berufsfeuerwehr dürfte die Tatsache sein, dass im Untersuchungszeitraum am Datensatz der festzuhaltenden Parameter keine Veränderungen vorgenommen wurden wie dies beim Arbeiter-Samariter-Bund durch die Umstellung auf die neueren Bogenversionen der Fall war. Häufige und ausführliche ergänzende Angaben im Freitext der „Einsatzprotokolle Frühdefibrillation“ vom Arbeiter-Samariter-Bund können dagegen ein Beweis für die große Motivation unter den Mitarbeitern bei der Dokumentation „ihrer“ Reanimationsfälle sein.

Des Weiteren fand sich durch den Abgleich, dass im Schnitt 23 Fälle pro Jahr (mit deutlich abnehmender Tendenz) in der Datenbank der Berufsfeuerwehr als Reanimationseinsätze mit Rettungswagen des Arbeiter-Samariter-Bundes eingetragen wurden, obwohl diese nicht in den „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ wieder zu finden waren. Ob dies Fälle waren, in denen der Rettungswagen keine Maßnahmen im Sinne der Frühdefibrillation getroffen hat oder nicht vor dem Notarzt am Patienten tätig wurde und daher kein „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ zu erstellen war, konnte nicht geklärt werden. Auch die Möglichkeit, dass die Fälle trotz Vorliegen von Einschlusskriterien von Mitarbeitern des Arbeiter-Samariter-Bundes nicht als Reanimationseinsatz dokumentiert wurden, ist in Erwägung zu ziehen. Umgekehrt sind 26 Fällen pro Jahr in der Reanimationsdatenbank der Feuerwehr nicht wieder zu finden, die aber vom Arbeiter-Samariter-Bund als Reanimation in Zusammenarbeit mit einem Notarzt der Berufsfeuerwehr München eingetragen wurden.

Unter den erfassten Merkmalen war der initiale EKG-Befund, der auf den Reanimationsprotokollen der Mitarbeiter festgehalten wurde, ein Parameter, der bei Vorliegen der EKG-Streifen (entweder als EKG-Ausdruck oder in Form der telemetrierten Daten) später noch beurteilt werden konnte. Es zeigte sich lediglich in 5,5% der Fälle eine therapierelevante differierende EKG-Interpretation. Dies kann jedoch nicht als Korrektur des Befundes und damit als Defizit in der EKG-Beurteilung verstanden werden, denn der bei der Reanimation anwesende Mitarbeiter hat gegenüber der Beurteilung anhand eines EKG-Streifens im Nachhinein wesentliche Vorteile. So finden sich gerade in der Phase, in denen der EKG-

Defibrillator das initiale EKG als so genannter „Anfangs-Rhythmus“ über 8 Sekunden aufzeichnet und im Ausdruck wiedergibt, erfahrungsgemäß gehäuft Artefakte im EKG, z.B. durch Patientenbewegungen und Maßnahmen am Patienten. Erst zur Analyse durch den Defibrillator im AED-Modus kann davon ausgegangen werden, dass die Anwender Bewegungen am Patienten unterbinden, um die EKG-Analyse nicht zu beeinflussen. Der bei der Reanimation anwesende Rettungsdienstmitarbeiter kann so über einen längeren Abschnitt das EKG betrachten und dies in die Beurteilung einfließen lassen. Außerdem werden Begleitumstände, Manipulation am Patienten während der Interpretation, ggf. Parameter wie initial noch erhaltene Atmung, Pulsstatus etc. in den EKG-Befund mit einbezogen. Damit erhält die Interpretation vor Ort eine deutlich höhere Wertigkeit und kann durch eine Betrachtung des EKG-Ausdrucks im Nachhinein kaum verbessert bzw. korrigiert werden. Daher fällt auch die Möglichkeit weg, die Dokumentationsqualität in den vorliegenden „Einsatzprotokollen Frühdefibrillation“ valide zu beurteilen.

Auffällig war die Tatsache, dass bei den 392 Lifepak 12 - Einsätzen die Möglichkeit, den EKG-Ausdruck (bzw. die telemetrierte Datei) als einen wichtigen Bestandteil für die spätere Auswertung zu gewinnen, in nur 292 Fällen (74,5%) genutzt wurde. Ob die fehlenden Daten beim Archivieren verloren gegangen sind oder von der Rettungswagenbesatzung nach dem Einsatz nicht erstellt wurden, kann nicht beurteilt werden.

Bei der Auswertung der Anzahl der Defibrillationen musste ein Missverhältnis zwischen 147 Fällen mit Defibrillationen im AED-Modus und nur 112 defibrillationswürdigen Rhythmen als initialer EKG-Befund bei Eintreffen der Rettungskräfte festgestellt werden. Da in diesen Fällen der EKG-Defibrillator im AED-Modus die Entscheidung über die Defibrillationsindikation übernommen hat und fehlerhafte „Freigaben“ eines Elektroschocks durch den AED nicht in der Literatur beschrieben sind (Spezifität für das Erkennen von Kammerflimmern nahe 100% [57-61]), wurden nicht indizierte Schockabgaben als Erklärung ausgeschlossen. Aufgrund der fehlenden Angaben über die Veränderungen des EKG-Rhythmus vom initialen Befund, bis zum Eintreffen des Notarztes, ist davon auszugehen, dass es sich bei den „überschüssigen“ Fällen nicht um Dokumentationsfehler handelt sondern die völlig richtige Reaktion auf eine Veränderung im EKG hin zu einem defibrillationswürdigen Rhythmus.

Abschließend kann zum Thema Datenqualität bemerkt werden, dass zwar an wenigen Stellen Hinweise auf kleinere Defizite in der Dokumentations-Vollständigkeit und -Qualität gefunden werden konnten, nachweisbare Fehler fanden sich jedoch nicht. Aufgrund der langen Dauer der Untersuchung, dem großen Umfang der Dokumentation und der Vielzahl an teilnehmenden Mitarbeitern ist die Datenqualität zusammenfassend als sehr gut zu beurteilen.

8.2. Reanimationsergebnisse im Studienvergleich

Im Kapitel 7.1 wurden die Grunddaten der in diese Studie über die Einsätze des Arbeiter-Samariter-Bund München eingeschlossenen Patienten dargestellt. Vergleicht man diese Zahlen mit weiteren Studien in Deutschland, so z.B. einer Studie von Lackner et al. aus dem Jahr 1999, die ebenfalls Reanimationspatienten in München über 35 Monate untersuchte [52], so zeigen

sich vergleichbare Grunddaten. In dieser Studie lag das Lebensalter im Median bei 69 Jahren (ASB: 70,0 Jahre) bei einem Minimum von 24 Jahren (ASB: 12 Jahre) und einem Maximum von 88 Jahren (ASB: 99 Jahre), 66% waren männlichen Geschlechts (ASB: 61,8%). Eine vergleichbare Studie wurde zwischen 2001 und 2002 in Hamburg durchgeführt und von von Knobelsdorff et al. 2004 publiziert [53]. 200 Reanimationen konnten in die Analyse eingeschlossen werden. Das Lebensalter lag im Durchschnitt bei 66 Jahren (ASB: 67 Jahre), der Männeranteil bei 73,5%. Bei einer Untersuchung in Göttingen erfassten Bahr et al. zwischen 1985 und 1989 68,7% Männer unter den Reanimationspatienten, das Durchschnittsalter lag bei 61,7 Jahren [62]. Schnoor et al. untersuchten von 1998 bis 2002 frühdefibrillierte Patienten in Aachen [51]. In dieser Beobachtungsgruppe betrug der Männeranteil 81,8%, das Durchschnittsalter 65,5 Jahren. Bei Rudner et al. in Katowice, Polen, waren 71% Männer bei einem Durchschnittsalter von 63 Jahren unter den Reanimationspatienten [63]. Diese Daten sind mit einer der größten internationalen Untersuchungen zu Alter und Geschlecht bei Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand von Iwami et al. aus Osaka, Japan aus dem Jahr 1998 bis 2000 vergleichbar [54]. Dort wurde ein Alter von im Median 65,5 Jahren bei einem Prozentsatz von 60,0% Männern der 10.139 untersuchten Patienten ermittelt. Die im Kapitel 7.1.1.1 beschriebene Feststellung, dass in der untersuchten Population die Männer mit präklinischem Kreislaufstillstand im Mittel ca. 10 Jahre jünger sind als Frauen, findet sich so auch in der Untersuchung von Iwami et al. wieder [54]. Mahapatra et al. stellten bei 200 präklinischen Reanimationen (mit initial Kammerflimmern) zwischen 1990 und 2001 in Olmsted Country, Minnesota, USA nur 18,5% Frauen und 81,5% Männer fest [64]. Das Alter lag in dieser Studie im Median bei 65 Jahren. Der in der Untersuchung des Arbeiter-Samariter-Bundes und von Iwami et al. beschriebene geschlechtsabhängige Altersunterschied konnte bei Mahapatra et al. nicht gefunden werden (Männer 65 Jahre im Median, Frauen 64 Jahre).

Ebenso zeigt sich beim der Einschätzung der Ursache des Kreislaufstillstandes ein sehr ähnliches Ergebnis. In den vom Arbeiter-Samariter-Bund München dokumentierten Fällen waren 58,8% vermutlich kardialer Ursache, in der Studie von Iwami et al. aus Osaka, Japan [54] 62,1%. Bei Bahr et al. in Göttingen zeigten bei 1.825 untersuchten Reanimationen in 73,6% eine kardiale Ursache [62]. Bei Fischer et al. in Bonn waren es 89,2% [65], bei Horsted et al. in Kopenhagen, Niederlanden 82,3% [66], bei Rudner et al. in Katowice, Polen, 78,2% [63], bei Kette et al. in Friuli Venezia Giulia, Italien 78,5% [67] und bei Tadel et al. in Ljubljana, Slowenien 74,2% [68].

Bezüglich der Eintreffzeiten wurde in Kapitel 7.1.1.3 eine mediane Anfahrtszeit für den Rettungswagen von 4 Minuten und (im Falle eines primären Notarzt-Einsatzes) für den NAW bzw. das NEF von 7 Minuten beschrieben. In einer älteren Studie aus München stellten Ladwig et al. für den Zeitraum von 1990 bis 1994 Zeiten von 5 Minuten für den Rettungswagen und 10 Minuten für den Notarzt fest [3]. Lackner et al. ermittelten in ihrer Studie 1999 in München vom Kollaps bis zum Eintreffen des Notarztes Zeiten von 11,3 Minuten im Median [52]. Kanz et al. stellten für das Jahr 2001 in München Eintreffzeiten für den Rettungsdienst von 5 Minuten

im Median fest [5]. Diese Zeiten sind mit anderen deutschen Städten vergleichbar. So berichteten Schnorr et al. für Aachen in den Jahren 1998 bis 2002 für die Patienten, die frühdefibrilliert wurden, eine Rettungsdienst-Anfahrtszeit von durchschnittlich 4,6 Minuten [51]. In Mainz waren es laut einem Artikel von Schneider et al. zwischen 1992 und 1993 bei präklinischen Reanimationen für den Rettungswagen im Median 5 Minuten, für den Notarzt 8 Minuten [69]. Sefrin et al. analysierte 1997 die Erstdefibrillationen durch den Rettungsdienst in Würzburg und stellte dabei eine durchschnittliche Eintreffzeit von 5,5 Minuten für das erste Fahrzeug fest [70]. Von Knobelsdorff et al. schrieben über Reanimationsfälle aus Hamburg zwischen 2001 und 2002 und stellten für den Rettungsdienst Eintreffzeiten von im Median 5 Minuten, für den Notarzt 9 Minuten fest [53].

Vergleicht man die durchschnittlichen Eintreffzeiten mit internationalen Studien, so finden sich erwartungsgemäß etwas größere Abweichungen. In der Schweiz fanden sich bei Neuchatel et al. Zeiten von 8,7 Minuten zwischen 1998 und 1999 bis Kräfte vor Ort waren, die erweiterte Maßnahmen durchführen konnten [71]. In Piacenza, Italien, war der organisierte Rettungsdienst zwischen 1999 und 2001 nach 6,2 Minuten am Einsatz [59]. White et al. analysierten die Eintreffzeiten in Rochester, Minnesota, USA, und stellte für den Zeitraum von 1990 bis 2003 ein Median-Intervall für „Call to shock“, d.h. Notruf bis Defibrillation von 6,2 Minuten fest [72]. Morrison et al. berichteten in einer Studie über Reanimationen in Toronto, Kanada, über mittlere Eintreffzeiten vom Anruf bis zum Erreichen des Einsatzortes von 10 Minuten [73], Ohshige et al. von Eintreffzeiten von 6,2 Minuten für den Rettungswagen und 14,1 Minuten für den Notarzt im Median in Japan. In einer Metaanalyse von Nichol et al. [74] wird bei 37 untersuchten wissenschaftlichen Artikeln in 33.124 Reanimationseinsätzen über ein so genanntes „mean defibrillation response time intervall“, also eine mittlere Zeit bis zur Defibrillation von 6,1 Minuten im Median bei einem Minimum von 2 Minuten (Studie aus Milwaukee, USA aus dem Jahr 1989 [74,75], 4216 Patienten) und einem Maximum von 16 Minuten (Studie aus Brighton, England von 1973 [74], 216 Patienten) berichtet.

In Anbetracht all dieser Eintreff-Zeiten sind die vom Arbeiter-Samariter-Bund München im Rahmen von Reanimationseinsätzen erzielten Eintreffzeiten als Ausdruck eines sehr gut organisierten und ausgestatteten Rettungsdienstes zu werten.

Große Unterschiede finden sich in Bezug auf den initial festgestellten EKG-Befund. So waren verglichen mit der Studie aus Hamburg von von Knobelsdorff et al. [53] an 200 Patienten folgende Befunde dokumentiert worden: Kammerflimmern und pulslose Kammertachykardien wurden mit 69,0% deutlich häufiger festgestellt als in der Population, die vom Arbeiter-Samariter-Bund München in die Studie eingeschlossen wurde (hier 23,3%), Asystolien bei von Knobelsdorff in 21% (ASB: 52,0%) und PEA in 10% (ASB: 13,5%) [53]. In einer Übersicht über Reanimationseinsätze in Bayern zwischen 1995 und 1998 von Sefrin et al. [76] wurden bei 1.422 Patienten sogar in 72,3% Kammerflimmern oder pulslose Kammertachykardien festgestellt. In einer Studie von van Alem et al., Amsterdam, Niederlande, zwischen 2000 und 2002 zeigte sich an 243 Fällen bei 64,6% der Fälle ein Kammerflimmern im Erst-EKG, in 35,4% ein nicht-defibrillationswürdiger Rhythmus. Mahapatra et al. berichteten über die 330

Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand in Olmsted Countra, Minnesota, USA zwischen 1990 und 2001 [64]. In 61% wurde Kammerflimmern vorgefunden, in 18% eine PEA und nur in 22% eine Asystolie. Eine Studie von Wik et al. aus Oslo, Norwegen, die 2003 im „JAMA“ publiziert wurde, untersuchte von 1998 bis 2001 Patienten, die reanimationspflichtig vorgefunden und bei denen erweiterte Maßnahmen im Sinne von ALS (Advanced Life Support) durchgeführt wurden [23]. Unter den 781 Patienten zeigten sich ähnlichen Ergebnissen wie beim Arbeiter-Samariter-Bund. Der Initialbefund war in 260 Fällen (33,3%) Kammerflimmern, in 59,7% Asystolie und 7,0% PEA. Viele der zuvor erwähnten Studien hatten als Einschlusskriterium den Kreislaufstillstand kardialer Ursache, ein Umstand der zum Teil bei der Beurteilung der EKG-Verteilungen eine Rolle spielte. Neben den Eintreffzeiten dürften jedoch die jeweiligen Kriterien zur Aufnahme einer Reanimation bzw. Unterlassung eine wesentliche Rolle spielen. Dies kann die zum Teil sehr niedrigen Anteile an Asystolie im Initial-EKG erklären.

Im Kapitel 7.1.3 wurden die EKG-Rhythmen nach der ersten durchgeführten Defibrillation durch den Rettungsdienst dargestellt. Vergleicht man die Daten mit den Ergebnissen, die Chow-In Ko et al im Jahr 2001 in Taipei City, Taiwan, dokumentierten [77], so finden sich ähnliche Ergebnisse. Chow-In Ko et al. berichteten über eine Rhythmuskonversion in eine Asystolie in 45,5% der Fälle, beim ASB waren es 42,0%. Eine Rhythmusänderung (und damit eine erfolgreiche Defibrillation) konnte beim ASB insgesamt in 83,2% erreicht werden. Erfolgreiche Konversionen in einen Sinusrhythmus konnte man in 10,5% der Fälle beim ASB finden, in 5,5% wurde in der Studie aus Taipei City ein ROSC (Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufs) dargestellt. PEA wurde in 47,3% in der Studie aus Taipei City, Taiwan festgestellt, nur in 16,1% fanden sich beim ASB breitzkomplexige bradykarde Rhythmen, die als Äquivalent für eine PEA gesehen werden dürfen. Persistierendes Kammerflimmern fand sich bei Chow-In Ko et al. nur in 1,8%, dagegen in 16,8% beim ASB. Betrachtet man dies vor dem Hintergrund, dass laut einer Studie von Niemann et al. aus Los Angeles Patienten mit einer Asystolie oder einer PEA nach Defibrillation eine schlechtere Prognose bezüglich Wiedererlangen eines Spontankreislaufs (ROSC) und Primärüberleben haben als Patienten mit Initialrhythmus Asystolie oder PEA [78,79], so scheint es auf diesem Gebiet Forschungsbedarf zu geben.

Vergleicht man die in der vorliegenden Studie des Arbeiter-Samariter-Bund München festgestellten Ergebnisse erneut mit der bereits zuvor genannten Studie von Lackner et al. aus München [52], so zeigt sich hier ein „Primär-Überleben“ von 39,4% (bei der Studie vom Arbeiter-Samariter-Bund München lag es, wie im Kapitel 7.1.1.7 beschrieben bei 39,9%). In der Literatur findet sich eine weitere Untersuchung im Erhebungsraum München. So beschreiben Ladwig et al. in „Chest“ 1997 insgesamt 243 Patienten zwischen 1990 und 1994, die präklinisch mit einem AED behandelt worden sind [3]. Es wurden ausschließlich Patienten mit Kammerflimmern bzw. pulsloser Kammertachykardie untersucht. Diese hatten eine „Primäre Überlebensrate“ von 48,6%. In der Studie von von Knobelsdorff et al. aus Hamburg [53] konnte

eine „primäre Überlebensrate“ von 38,0% festgestellt werden. Dies ist angesichts der günstigeren Verteilung bezüglich des Initialbefundes (siehe oben) etwas überraschend, da Kammerflimmern und pulslose Kammertachykardien mehr als doppelt so häufig im Vergleich zu den Daten des Arbeiter-Samariter-Bundes initial festgestellt worden waren. Unter den 1.422 Reanimationspatienten aus Bayern, die von Sefrin et al. 2005 in „Der Notarzt“ zusammengefasst dargestellt wurden [76], lag die Primär-Überlebensquote mit 53,3% deutlich über dem Ergebnis des Arbeiter-Samariter-Bund München; dies ist jedoch angesichts der Verteilung der Initial-EKG-Befunde auch wenig überraschend. Van Alem et al. berichteten in Amsterdam über ein Primär-Überleben von 42,4% [61], Horsted et al. stellten bei einer Untersuchung an 266 Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand (in 35,3% Kammerflimmern) in 31,2% primäres Überleben fest [66]. Rudner et al. dokumentierten in ihrer Studie in Katowice, Polen, ein Primär-Überleben von 27,7% (43,6% Kammerflimmern)[63]. Ausgewählte Studien wurden im Folgenden tabellarisch mit den Primär-Überlebensraten zusammengefasst.

Tabelle 32: Überblick Überlebensquoten in verschiedenen Studien

Autor	Ort	Quelle	Jahr	Patienten Anzahl	Anteil KF/pVT in Prozent	Prim. Überleben bei allen Patienten
Bahr et al	Göttingen	[62]	1985-2000	1825	33,0%	35,8%
Fischer et al.	Bonn	[65]	1989-1992	464	43,1%	39,8%
Ladwig et al.	München	[3]	1990-1994	243	100,0%	48,6%
Mahapatra et al.	Olmsted Country	[64]	1990-2001	200	100,0%	71,0%
Tadel et al.	Ljubljana	[68]	1995-1997	337	35,9%	23,1%
Sefrin et al.	Bayern	[76]	1995-1998	1422	72,3%	53,3%
Lotz	Frankfurt	[48]	1998-1999	447	32,2%	35,8%
Katz et al.	Neuchatel	[71]	1998-1999	46	37,0%	43,5% ¹
Schnoor et al.	Aachen	[51]	1998-2002	22	100,0%	59,1%
Lackner et al.	München	[52]	1999	71	k.A.	39,4%
Capucci et al.	Piacenza	[59]	1999-2001	354	18,9%	9,6%
Van Alem et al.	Amsterdam	[61]	2000-2002	243	64,6%	42,4%
Jonas	München		2000-2004	481	23,3%	39,9%
Von Knobelsdorff et al.	Hamburg	[53]	2001-2002	200	69,0%	38,0%
Vilke et al.	San Diego	[80]	2001-2002	272	100,0%	32,0%
Rudner et al.	Katowice	[63]	2001-2002	188	43,6%	27,7%
Morrison et al.	Toronto	[73]	2001-2003	169	100,0%	46,6% ¹
Horsted et al.	Kopenhagen	[66]	2002-2003	266	35,3%	31,2%

¹ ROSC

Der Einfluss der Verteilung der Initialbefunde auf Primär- und Sekundär-Überleben wurde in mehreren Studien nachgewiesen [48,54,63,66-68] und zeigte sich auch in der Studie der Daten des Arbeiter-Samariter-Bund München. Hier waren in der Gruppe der Patienten mit

Kammerflimmern 61,7% Primär-Überleber festgestellt worden, bei Asystolie dagegen nur 24,0%. Große Unterschiede in der Verteilung der Anteile an defibrillationswürdigen und nicht-defibrillationswürdigen Initialbefunden wurden bereits zuvor dargestellt. In Anbetracht der Auswirkungen auf das Merkmal „Primär-Überleben“ ist die Verteilung der Initialbefunde ein Umstand, der bei der Beurteilung von Studienergebnissen immer mit einbezogen werden muss.

Im Kapitel 7.2.1 ist im Vergleich der Geschlechter aufgefallen, dass signifikant mehr Frauen (47,8%) als Männer (34,9%) primär überleben ($p=0,027$). Diese Beobachtung findet sich in einer Studie von von Knobelsdorff et al. bestätigt, der ein Primär-Überleben von 43% unter den Frauen und nur 37% unter den Männern feststellte [81]. In der bereits zuvor erwähnten Untersuchung von Iwami [54] wurde jedoch folgende Beobachtung gemacht. Die bei deutlich höherer Inzidenz von präklinischen Kreislaufstillständen unter den Männern (60,0%) festgestellten Sekundär-Überlebensraten waren in 9.603 untersuchten Fällen bei den Männern mit 1,9% höher als bei den Frauen mit 1,5%. Alle diese zur Abhängigkeit von Überlebensraten und Geschlecht gemachten Beobachtungen finden sich in einer Arbeit von Mahapatra bestätigt, die mit 69% Primär-Überleben bei Männern bei präklinischem Kreislaufstillstand gegen 81% bei Frauen einen Vorteil für die Frauen feststellte, jedoch bei Betrachtung der Sekundär-Überlebensraten eine Umkehr der Verhältnisse mit Überleben bis zur Krankenhausentlassung bei Männern von 61% und bei Frauen von 43% herausfand. Nachgewiesene Gründe für einerseits die höhere Primär-Überlebensrate, andererseits die hohe Krankenhausletalität speziell bei Frauen wurden in der Literatur nicht gefunden.

In Kapitel 7.2.1 wurde festgestellt, dass es für die Überlebensquote unter den Reanimationspatienten beim Arbeiter-Samariter-Bund München im Beobachtungsintervall unbedeutend war, ob der Notarzt primär alarmiert wurde, und damit schneller am Patienten war, oder ob er mit einem gewissen Zeitdefizit nachalarmiert wurde. Diese Beobachtung findet sich auch in einer Studie aus München von Ladwig et al. von 1997 wieder [3], die für ihre untersuchten 243 Reanimationen eine signifikante Abhängigkeit vom frühen Eintreffen des Rettungswagens mit Defibrillationsmöglichkeit feststellte, keine Abhängigkeit jedoch für die Eintreffzeit des Notarztes.

In der Untergruppe der Reanimationseinsätze, die vom Rettungsdienst als Fälle mit traumatischer Ursache bewertet wurden (17 von 425 Fällen, in denen zur Ursache Angaben gemacht wurden, 4% der Einsätze) war in der Arbeiter-Samariter-Bund-Studie ein Primär-Überleben von sechs von 17 (35,3%) festgestellt worden. Vergleicht man dies mit einer Studie aus dem Jahr 2003 von Sefrin et al. so zeigt sich eine vergleichbare Überlebensrate. Dort waren unter 6.991 Reanimationseinsätzen, die in Bayern anhand von Notarzt-Protokollen ausgewertet wurden, 14% mit traumatischer Ursache festgestellt worden. Die Überlebensrate dieser 979 Patienten lag hier bei 32,5% [82]. In dieser Publikation wurde das Ergebnis mit internationalen Publikationen verglichen und festgestellt, dass diese Überlebensrate von Patienten mit traumatischen Reanimationen einen deutlichen Widerspruch zu den internationalen Ergebnissen

darstellt. Hier waren Überlebensraten von 0,18% bis 0,24% festgestellt worden (bezogen auf 821 bzw. 1.135 Reanimationen). In einer Arbeit von Berger et al. aus dem Jahr 1996 fand sich bei acht Studien mit einer Patientenzahl von 1.059 eine Primäre Überlebensrate von 4% [82,83]. Eine weitere Studie von Bouillon et al. aus Köln aus dem Jahr 1994 berichtet über eine Erfolgsrate von 30,4% bei 224 traumatologisch bedingten Reanimationen, sein Literaturüberblick brachte Überlebensraten von 0% bis 1,7% [84]. In einer weiteren Übersichtsarbeit von Hopson et al. aus dem „Journal of the American College of Surgeons“ 2003 wurden weitere Arbeiten als Übersicht dargestellt [85]. Die Überlebensquoten lagen zwischen 0% und 2,8%. Bezüglich des Initialrhythmus als prädiktiven Faktor für ein Überleben wurde festgestellt, dass PEA auf der Basis eines Sinusrhythmus sowie Kammerflimmern in der Gruppe der Überleber deutlich häufiger gefunden wurden. Asystolie sowie ideoventrikuläre Rhythmen waren Zeichen für eine schlechte Prognose [85]. Bei den Trauma-Patienten der Arbeiter-Samariter-Bund-Studie war der Initialrhythmus in neun von 17 Fällen eine Asystolie (52,9%), in sieben von 17 Fällen eine PEA (41,2%). Entgegen den zuvor erwähnten Überlebensquoten in anderen Studien und der Abhängigkeit vom Initialbefund fand sich hier ein sehr hohes Primär-Überleben von 35,3% unabhängig vom EKG-Initialbefund. Einschränkend sei angemerkt, dass aufgrund fehlender Daten hier die Primär-Überlebensrate des ASB häufig mit Sekundär-Überlebensraten der anderen Studien verglichen wurde.

Tabelle 33: Überlebensquoten nach "Traumatischen Reanimationen"

Autor	Jahr	Quelle	Patienten- Anzahl	Überlebens- Raten in Prozent	
Shimazu et al.	1983	[86]	267	2,6%	Sekundär
Rosemurgy et al.	1993	[87]	138	0,0%	Sekundär
Fulton et al.	1995	[88]	245	2,4%	Sekundär
Pasquale et al.	1996	[89]	106	2,8%	Sekundär
Stratton et al.	1998	[90]	879	1,0%	Sekundär
Battistella et al.	1999	[91]	604	2,6%	Sekundär
Sefrin et al.	2003	[82]	979	32,5%	Primär
Jonas	2000-2004		17	35,3%	Primär
Pickens et al.	2005	[92]	184	7,6%	Sekundär

In einer Studie von Cobb et al. wird über einen Rückgang der Inzidenz von Kammerflimmern zwischen 1980 und 2000 bei präklinischem Kreislaufstillstand berichtet [93]. Sie untersuchten insgesamt 2.686 Reanimationsfälle in Seattle, USA und stellte zwischen 1979 und 1980 einen Anteil von Kammerflimmern im Erst-EKG von 60,8%, hingegen zwischen 1999 und 2000 nur von 40,7% fest. Kuisma et al. stellten 2001 ebenso eine Abnahme der Kammerflimmern-Inzidenz im Erst-EKG von 65,0% (1994) bis 48,2% (1999) in Helsinki, Finnland fest [94]. Herlitz et al. machten für Göteborg, Schweden, eine ähnliche Beobachtung [95]. 1981 fand sich 39% Kammerflimmern im Initial-EKG, 1997 waren es nur noch 32%. Diese Feststellung kann

in dem relativ kurzen Beobachtungsintervall von 2000 bis 2004 für die Fälle vom Arbeiter-Samariter-Bund München nicht nachvollzogen werden. Dort war im Jahr 2000 ein Anteil von 15,2% festgestellt worden, bis 2004 steigerte sich der Prozentsatz auf 24,7%.

8.2.1. Einflussfaktor Defibrillator

Im Erhebungszeitraum wurde zunehmend vom Lifepak 250 auf das Lifepak 12 umgestellt, welches sich durch ein deutlich erweitertes Leistungsvermögen durch zusätzliche Überwachungs- und therapeutische Möglichkeiten auszeichnet. Das Lifepak 250 bietet im Vergleich zum Lifepak 12 in Bezug auf Überwachungsmöglichkeiten lediglich das EKG, wohingegen das Lifepak 12 optional zusätzlich oszillometrisch Blutdruck, Sauerstoffsättigung, invasive Druckmessungen und expiratorische Kohlendioxidkonzentration messen kann. Therapeutisch verfügt das Lifepak 12 im Vergleich zum Lifepak 250 über die Möglichkeit, auch Kinder mit Elektrotherapie zu behandeln, da die Energieauswahl mit feineren Abstufungen und auch niedrigeren Joule-Werten vorgenommen werden kann. Auch das Analyseprogramm zur Detektierung von behandelbaren Arrhythmien wurde um die Analysefunktion für Kinder erweitert. In wie weit auch im Analyseprogramm für Erwachsene Weiterentwicklungen und Verbesserungen vorgenommen worden sind, ist leider aus den veröffentlichten Unterlagen der Geräte nicht zu ersehen. Die Details zu diesem Programm wurden vom Hersteller bisher geheim gehalten. Ein wesentlicher therapeutischer Unterschied besteht auch in der Anwendung einer biphasischen Impulsform, die zunehmend beim Lifepak 12 verwendet wird. In Bezug auf die Fallauswertung bietet das Lifepak 12 grundlegende Vorteile gegenüber dem Lifepak 250. Es liefert mit dem „Ereignisausdruck“ umfassende Daten für eine Fallauswertung, welche sich auch auf den Arbeitsaufwand für eine Rekonstruktion des Einsatzes zeitersparend auswirken. Das Fehlen einer Tonaufzeichnung (im Untersuchungsintervall) hat jedoch speziell im Hinblick auf den Zeitpunkt getroffener Maßnahmen wie Intubation und Medikamentengaben aber auch für die Zeitspanne zum Beispiel bis zum Eintreffen des Notarztes Nachteile gegenüber dem Lifepak 250 aufgezeigt.

Durch die technische Weiterentwicklung der EKG-Defibrillatoren hat man auf Verbesserungen auch im Hinblick auf das Überleben von Reanimationspatienten gehofft. Anhand der Ergebnisse der untersuchten Reanimationen konnte dies jedoch nicht gefunden werden (Primärüberleben Lifepak 12 40,6%, Lifepak 250 37,1%, $p=0,545$). Statistische Unterschiede in der Komplikationsrate bei der Arbeit mit den Defibrillatoren wurden zwar gefunden, diese sind jedoch eher als Effekt unterschiedlicher Dokumentation (Fälle mit Lifepak 250 wurden meist mit Version 1 des Einsatzprotokolls Frühdefibrillation dokumentiert, Lifepak 12-Einsätze meist mit Version 2 oder 3) zu werten. Damit konnte durch diese Arbeit keine Aussage zur wirklichen Komplikationsrate getroffen werden. Es wurde ein deutlicher Unterschied im Prozentsatz der defibrillationswürdigen Rhythmen im Erst-EKG je nach Geräte-Typ festgestellt. Beim Lifepak 250 waren es 11,2%, beim Lifepak 12 dagegen mit 26,0% mehr als doppelt so viele. In diesem Fall scheiden Dokumentationsgründe als Ursache aus. Mögliche Erklärungsansätze könnten in einer besseren Ableitetechnik des Lifepak 12 liegen, die auch das

Erkennen äußerst feiner Kammerflimmersignale in Abgrenzung zur Asystolie ermöglichen könnte.

In der Literatur gibt es keine Möglichkeiten, die gefundenen Ergebnisse der Unterschiede zwischen Lifepak 250 und Lifepak 12 mit anderen Studien zu vergleichen, da es dazu keine weiteren publizierten Untersuchungen gibt.

Die in mehreren Studien nachgewiesene höhere Effizienz der biphasischen gegen die monophasische Impulsart [96] bei der Defibrillation konnte an dieser Studie nur tendenziell nachvollzogen werden (Primärüberleben 48,9% bei monophasischem Impuls versus 60,0% bei biphasischem, $p=0,194$). Zu den Ergebnissen einer Studie von Morrison, der bei biphasischen Defibrillationen zwar häufiger erfolgreiche Rhythmuskonversionen in einen organisierten Rhythmus (ROSC) feststellte, aber keine positiven Auswirkungen auf das Sekundärüberleben [73], konnte wegen fehlender Vergleichsdaten keine Aussage getroffen werden.

8.2.2. Einflussfaktor Medikamente

Wie im Kapitel 7.2.1 gezeigt wurde, hat das Medikament Adrenalin in der vorliegenden Studie die Überlebensrate signifikant beeinflusst ($p=0,033$). So wurde die Überlebensquote von 30,0% auf 42,2% für die Fälle gesteigert, in denen das Medikament verabreicht wurde, ohne dass damit ein kausaler Zusammenhang nachgewiesen werden kann. Noch ausgeprägter war der Zusammenhang für die intravenöse Adrenalingabe (30,6% auf 44,0%, $p=0,006$), dagegen bestand keine signifikante Abhängigkeit zwischen endobronchialer Adrenalingabe und dem Überleben (41,3% auf 38,4%, $p=0,512$). Für diesen Fall war sogar eine leichte Tendenz zu schlechteren Ergebnissen zu erkennen. In der Literatur wird in mehreren Untersuchungen festgestellt, dass die Wirksamkeit des Reanimations-Standard-Medikamentes Adrenalin bis heute nicht nachgewiesen ist [6,97]. In einer Untersuchung von Woodhouse et al., die 1995 in „Resuscitation“ publiziert wurde [98], konnte weder Adrenalin in Standard-Dosierungen noch in hohen Dosierungen einen Vorteil bei der Untersuchung gegen Placebo bei Reanimationspatienten nachweisen. Diese Erkenntnisse spiegeln sich auch in der Einstufung in den Reanimationsrichtlinien des ERC wieder [6]. Dort wird ebenso das Defizit an Evidenz bezüglich einer Verbesserung der Überlebensrate beim Menschen dargestellt. Der aus den Studiendaten des Arbeiter-Samariter-Bund München hervorgehende Zusammenhang zwischen der Adrenalingabe und der höheren Überlebensrate darf vor diesem Hintergrund sicher nicht als Nachweis eines kausalen Zusammenhangs gewertet werden.

In vielen Medikamentenstudien wird wiederholt der Stellenwert der endobronchialen Medikamentengabe als „Mittel zweiter Wahl“ im Rahmen der Reanimation hervorgehoben. „Verminderte Lungenperfusion, einem schlechteren pulmonalen Ventilations-Perfusions-Verhältnis [...] und einer veränderten pulmonalen Wirkstoffmetabolisierung“ mit der Gefahr der „Ausbildung eines pulmonalen Adrenalindepots“ und einer „iatrogen bedingten Adrenalin-Intoxikation“ [97] werden beschrieben. Ein fehlender signifikanter Zusammenhang zwischen endobronchialer Adrenalingabe und dem primären Überleben in der vorliegenden Studie des Arbeiter-Samariter-Bund München könnte als weiteres Indiz für die Richtigkeit dieser Thesen

gesehen werden. Das vorliegende Datenmaterial zeigte sogar, wie oben beschrieben, eine leichte Tendenz zu einem schlechteren Outcome. Diese Erkenntnisse wurden bereits auf den regelmäßigen Mitarbeiterschulungen thematisiert. Die Wertigkeit dieser Maßnahme als „Notlösung“ und „Mittel zweiter Wahl“ [97] wurde dargestellt.

Betrachtet man die anderen Medikamente, so zeigt sich noch für Magnesium, Vollelektrolytlösung, „Sonstige Medikamente“ und Cordarex ein signifikanter Zusammenhang mit der Überlebensquote. Alle anderen untersuchten Medikamente (Atropin, Lidocain, Gilurytmal, Natriumbikarbonat, Theophyllin, Kolloidale Lösungen) erwiesen sich als unabhängig von diesem Merkmal. Bezüglich der Vollelektrolytlösung und den „Sonstigen Medikamenten“ dürfte es sich bei dieser Beobachtung wohl eher um den Ausdruck der Weiterversorgung nach erfolgreicher Reanimation handeln als um den Nachweis einer therapeutischen Wirksamkeit zur Wiederherstellung eines Kreislaufs. Dieses Beispiel macht die Schwierigkeit in der Beurteilung mit der Gefahr der Fehldeutung eines statistischen Zusammenhangs deutlich. Keine Anwendung fanden in diesem Untersuchungsintervall thrombolytische Medikamente, obwohl diese in wiederholten Untersuchungen beim Einsatz im Rahmen der Reanimation erfolgsversprechende Ergebnisse zeigte [99].

In einer Arbeit von Ohshige et al. aus „Resuscitation“ 2005 wurden in Japan im Jahr 2003 [100] an insgesamt 434 Patienten drei unterschiedliche Reanimationsansätze bezüglich des Medikamenteneinsatzes untersucht. Zum einen wurden durch Rettungsdienstpersonal Basismaßnahmen der Reanimation inklusive Defibrillation durchgeführt (Referenzgruppe). Hier zeigte sich eine Primär-Überlebensrate von 24,3%. In einer weiteren Studiengruppe wurde in Anwesenheit eines Arztes zusätzlich als Reanimationsmedikament Adrenalin eingesetzt. Dadurch erhöhte sich die Überlebensrate auf 27,5%, dieser Unterschied war nicht statistisch signifikant. In der letzten Studiengruppe wurden außerdem noch weitere Medikamente (Atropin und Lidocain) eingesetzt, dadurch konnte eine Überlebensrate von 35,8% erzielt werden. Aus dieser Studie kann gefolgert werden, dass der Einsatz von Medikamenten Reanimationsergebnisse verbessern kann. Der verhältnismäßig geringe Anstieg der Überlebensrate in dieser Studie durch Einsatz von Adrenalin alleine unterstreicht die zuvor geäußerten Vorbehalte gegenüber der Wirkung dieses Medikamentes. Auch in der Studie des Arbeiter-Samariter-Bund München konnte bei Einsätzen mit Adrenalin eine gesteigerte Überlebensrate gefunden werden (ohne Adrenalin-Einsatz 30,6%, mit Adrenalin-Gebrauch 44,0%). In dieser Studie war der Unterschied statistisch signifikant ($p=0,006$). Überraschend ist die noch deutliche Steigerung in der 2. Studiengruppe von Ohshige et al. [100], da hier nur zusätzlich Medikamente eingesetzt wurden, die in unserer Studie keine signifikanten Auswirkungen auf die Überlebensrate hatten. Auch in der Literatur wird die Bedeutung dieser Reanimationsmedikamente eher zurückhaltend beurteilt [34,97].

In einer Studie aus „Emergency medicine Australasia“ von 2005 untersuchten Jacobs et al. in einer prospektiv randomisierten Studie den Effekt der „CPR-First“-Strategie (bei Vorliegen von Kammerflimmern Basisreanimation durch das Rettungsteam vor Defibrillation anstatt der

sofortigen Defibrillation) [101]. Die Autoren berichteten dabei über ein Rettungssystem in Perth, West-Australien, das keine Medikamentengaben im Rahmen der präklinischen Reanimation durch „Paramedics“ vorsieht. Dabei wurden zwischen 2000 und 2002 256 Patienten mit dem Einschlusskriterium defibrillationswürdiger EKG-Initial-Befund bei beobachtetem Kreislaufstillstand untersucht. Es zeigte sich ein „Wiedererlangen eines Spontankreislaufs“ in nur 8,6% (bei „Sekundär-Überlebensrate“ von 4,7%). Dieses im Vergleich zu den Daten vom Arbeiter-Samariter-Bund München relativ schlechte Ergebnis darf nicht ausschließlich als Ausdruck der unterschiedlichen Medikamenten-Strategie gewertet werden. Bei genauerer Betrachtung fallen auch hinsichtlich des Basisreanimationsablaufs (in Australien zu dem Zeitpunkt Herzdruckmassage zu Ventilation 5:1), des Atemwegsmanagements (bis April 2001 keine endotracheale Intubation präklinisch) und der Eintreffzeiten (ca. 9 Minuten im Median, zum Vergleich ASB mit 4 Minuten) mehrere bedeutende Unterschiede auf.

8.2.3. Einflussfaktor Komplikationen

Im Kapitel 7.1.1.8 wurde festgestellt, dass nur 23,5% der dokumentierten Einsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes in dieser Studie ohne Komplikation durchgeführt wurden, in den übrigen Fällen wurde von der Rettungswagen-Besatzung mindestens eine medizinische, organisatorische oder Material-Komplikation festgestellt. Diese überraschend geringe Zahl an komplikationslosen Reanimationseinsätzen findet sich auch beim Vergleich mit der Literatur wieder. So wurde in einer Arbeit von Lackner et al. aus dem Jahr 1999 eine „Analyse von Verzögerungen und Unterbrechungen bei außerklinischer CPR“ durchgeführt [52]. Auch hier fand sich nur in 20% ein völlig ungestörter Verlauf. Unter den häufigsten Komplikationen waren in beiden Studien die „räumliche Enge“ (Lackner et al.: 39,4%, ASB: 40,5%), die erschwerte Intubation (Lackner et al.: 28,2%, ASB: 26,2%) und die Aspiration (Lackner et al.: 18,3%, ASB: 20,0%). Lediglich die Komplikation „Rippenfraktur“ wurde in der Arbeit von Lackner et al. in 35,2% der Fälle beschrieben, beim Arbeiter-Samariter-Bund München nur in 14,4%. Komplikationen in Bezug auf das Material waren bei Lackner et al. in 31,0% festgestellt worden, beim ASB war dies nur in 18,1% der Fall. Insgesamt ist ein hoher Prozentsatz an Übereinstimmungen in der Häufigkeit der Komplikationen festzustellen. Die Auswirkungen der Komplikationen auf das Reanimationsergebnis sind in der Arbeit von Lackner et al. zwar tendenziell beschrieben worden, eine statistische Auswertung bezüglich signifikanter Unterschiede wurde jedoch nicht vorgenommen. Damit entfällt die Vergleichsmöglichkeit zu den Daten des Arbeiter-Samariter-Bund München.

8.2.4. Einflussfaktor Erste Hilfe / Beobachteter Kollaps

In der vorliegenden Studie hat sich die Frage, ob der Kollaps beobachtet oder ob erste Hilfe geleistet wurde, als richtungsweisend herauskristallisiert. Wurde Erste Hilfe durchgeführt, war die Überlebensrate von 34,6% auf 53,2% gestiegen ($p < 0,001$). Betrachtet man dabei die Quote von nur 28,9%, in der Erste-Hilfe geleistet wurde, so werden Verbesserungspotentiale schnell ersichtlich. Wie die Erste Hilfe, so hatte der Umstand „Kollaps beobachtet“ auch starke

Auswirkungen auf die Überlebensrate (Steigerung von 25,5% auf 47,1%, $p=0,001$). Auffallend war der ebenfalls sehr geringe Anteil an geleisteter Erster Hilfe mit 27,7% unter den 119 beobachteten Kreislaufkollaps-Fällen. Eine komplette Laienreanimation wurde in nur 20,2% der beobachteten Kollapszustände unter den Reanimationen dokumentiert. Diese Quote ist im Vergleich mit einer Arbeit von Lotz aus Frankfurt aus den Jahren 1998 bis 1999 [48], bei der eine Laienreanimation nur in 10,5% begonnen worden war, eher hoch. Betrachtet man dabei die auch für Frankfurt beschriebene deutliche Steigerung der Überlebensquote von 34,2% (ohne Erste Hilfe) auf 48,9% durch Erste Hilfe, so wird die Bedeutung dieser Maßnahmen deutlich. Auch Bahr et al., Göttingen, beschreiben in ihrer Arbeit einen sehr starken Einfluss von Laienreanimation auf das Primär-Überleben (43,6% versus 32,7%) [62]. Weitere Laienreanimationsraten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 34: Anteil Laienreanimationen / Erste Hilfe Maßnahmen

	Jahr	Laienreanimation / Erste Hilfe in Prozent	Quelle
Hong Kong, China	1995	8,9%	[102]
Frankfurt, Deutschland	1998-1999	10,5%	[48]
Kopenhagen, Dänemark	2002-2003	16%	[66]
Tadel, Ljubljana, Slowenien	1995-1997	19%	[68]
Osaka, Japan	1998-2000	21,9%	[54]
Katowice, Polen	2001-2002	24%	[63]
Mainz, Deutschland	1992-1993	25%	[69]
Göttingen, Deutschland	1985-1989	28%	[62]
München, Deutschland	2000-2004	28,9%	
Friuli Venezia Giulia, Italien	1994	33,4%	[67]
Olmsted Country, Minnesota, USA	1990-2001	47,5%	[64]
Amsterdam, Niederlande	1995-1997	54%	[103]

Eine Metaanalyse von Nichol et al. in „Annals of emergency medicine“ 1999 anhand von 33.124 Reanimationspatienten zwischen 1987 und 1996 kommt auf eine durchschnittliche Laienreanimationsrate von 27,4%. Den Einfluss der Laienreanimation beschreibt Nichol in einer Zunahme der Sekundär-Überlebensrate von 0,3 bis 1% bei Zunahme des Anteils an Fällen mit Laienreanimation um 5% [74].

Layon et al. stellten in ihrer Studie in „Resuscitation“ 2003 allgemein fest, dass neben der Frühdefibrillation die effektive Laienreanimation der wichtigste Faktor für ein Überleben eines präklinischen Kreislaufstillstandes ist [104]. In ihrer Untersuchung anhand von 145 Reanimationen mit kardialer Ursache im Jahr 1998 in Alachua Country, Florida, USA, konnte er jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Überleben und der Laienreanimationsrate finden [104]. Ebenso beschreiben Horsted et al. in einer Arbeit aus dem Jahr 2004 aus „Resuscitation“ bei den Merkmalen „Erste Hilfe“ und „beobachteter Kollaps“ nur eine Tendenz zu besserem Überleben (bei „beobachteter Kollaps“ 33,5% gegen 22,8% bei

„Kollaps nicht beobachtet, $p=0,12$) (bei „durchgeführte Laienreanimation“ 36,5% gegen 29,2% ohne Laienreanimation, $p=0,25$)[66]. In dieser Studie konnte jedoch festgestellt werden, dass die Durchführung von Laienreanimation in einem sehr großen Prozentsatz dazu führt, dass auch von den nachrückenden Rettungskräften eine Reanimation weitergeführt wird (74 von 266 Fällen, 27,8%). Nur in 3,4% der Fälle mit Laienreanimation (8 von 233 Fällen) wurden vom eintreffenden Notarzt die Reanimationsmaßnahmen sofort beendet. Horsted et al. kommentierten diese Ergebnisse damit, dass er die Schwierigkeit darstellt, eine an einem öffentlichen Platz mit vielen Zuschauern begonnene Reanimation sofort bei Eintreffen zu beenden. Damit wird die Entscheidung zur Fortführung der Reanimation nicht nur durch medizinische Gründe beeinflusst, sondern auch zu einem großen Anteil durch die öffentliche Erwartungshaltung. Dieses Merkmal kann daher als „Weichensteller“ für den weiteren Reanimationsablauf gesehen werden.

Es gibt jedoch auch mehrere Arbeiten, in denen sich die Durchführung von Laienreanimation nicht als besonders gewichtiger Einflussfaktor zeigte. So wird in einer Studie aus Rochester, USA von White et al. 2005 beschrieben, dass bei Patienten mit dem Initialrhythmus Kammerflimmern lediglich das Kriterium „Kollaps beobachtet“ eine richtungsweisende Rolle spielt (Primärüberleben beim beobachteten Kollaps 91% versus „nicht beobachtet“ 76%, $p=0,007$) [72]. Unter den Überlebenden lag die Rate an zuvor durchgeführter Laienreanimation mit 51% nur unwesentlich über der Rate bei den „Nicht-Überlebenden“ mit 46% ($p=0,470$). White et al. führten in dieser Arbeit jedoch einschränkend aus, dass die Laienreanimation gerade bei Reanimationen mit verzögerter Defibrillation und bei anderen Initial-Rhythmen (die in ihrer Studie nicht untersucht wurden) eine wesentliche Determinante für das Überleben ist. Diese Meinung findet sich in der Arbeit von Mahapatra et al. 2005 bestätigt, der bei 200 präklinischen Reanimationen mit initial Kammerflimmern zwar eine Abhängigkeit vom Umstand „Kollaps beobachtet“ auf das Primär-Überleben feststellte (92% versus 75%, $p=0,008$), jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zur Laienreanimation herausfand (52% versus 43%, $p=0,31$) [64]. Capucci et al. stellten 2002 in „Circulation“ bereits die Frage, ob nicht der Haupteffekt der „Laienreanimation“ mehr im schnellen Notruf und der daraus resultierenden schnelleren Defibrillation durch professionelle Kräfte liegt als im direkten Nutzen der Maßnahme durch den Laien [59].

Oder ist der Nutzen der Laienreanimation nur auf bestimmte Reanimationsfälle einzuschränken? Bei der genauen Betrachtung eines Artikels von Dowie et al. aus „Resuscitation“ 2003 wird die Komplexität bei der Darstellung von Zusammenhängen, gerade bei der Untersuchung von Überleben und Laienreanimationen deutlich [105]. Anhand einer sehr großen Untersuchungsgruppe von 3.206 Reanimationspatienten in London, England im Jahr 1997 konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit beobachtetem Kreislaufkollaps und initial Kammerflimmern durch Laienreanimation die Rate an „Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufs“ (ROSC) gebessert werden konnte (26% versus 16%, $p=0,006$), jedoch der Einfluss auf die Primär- und Sekundär-Überlebensrate nicht mehr signifikant sondern nur noch marginal ist [105]. Dowie et al. machten noch eine weitere Beobachtung, dass unter den

beobachteten Kreislaufstillständen mit Laienreanimation der Anteil an initial Kammerflimmern mit 48% deutlich größer ist als ohne Laienreanimation (27%) ($p < 0,001$) [105]. In einer neuen Studie aus „Resuscitation“ berichteten Vilke et al. 2005 über den signifikanten Nutzen von Laienreanimation in den Fällen, in denen bei Vorliegen von Kammerflimmern die Zeit bis zur Defibrillation länger als 4 Minuten betrug [80], also in der zirkulatorischen Phase nach dem 3-Phasen-Model von Weisfeldt [22]. Es zeigte sich hier bei 254 untersuchten Fällen eine Überlebensrate (Sekundär-Überleben) von 17,3% für Reanimationsfälle mit Basisreanimation von Laien gegenüber 0% ohne Laienreanimation [80]. Unterhalb dieses Zeitintervalls von 4 Minuten (elektrische Phase) konnte kein Nutzen festgestellt werden (mit Basisreanimation 40,0%, ohne Basisreanimation 38,5%, $p = 0,952$ in 15 untersuchten Fällen). Aus diesen Studien kann kein einheitlicher Schluss über die Rolle der Laienreanimation bezüglich Überlebensraten gezogen werden.

Eine weitere große Arbeit zum Thema Auswirkungen der Laienreanimation ist die Arbeit von Waalewijn et al. im Rahmen der so genannten „ARREST“-Studie, die bereits 2001 in „Resuscitation“ publiziert wurde [106]. Insgesamt konnte hier im Gegensatz zu den zuvor erwähnten Studien wieder ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Merkmalen Laienreanimation und Primär- (mit Laienreanimation 32%, ohne 24%, $p = 0,006$) bzw. Sekundärüberleben (mit Laienreanimation 14%, ohne 6%, $p < 0,001$) dargestellt werden. Waalewijn et al. konnten in ihrer Studie anhand von 922 beobachteten Fällen von Kreislaufstillständen nachweisen, dass sowohl der Umstand „Kollaps beobachtet“ als auch die Laienreanimation mit den jeweiligen Auswirkungen auf Primär- und auch Sekundär-Überleben stark von der Personengruppe und vom Ausbildungsstand abhängig ist. Die Durchführung von Laienreanimation von einem nicht speziell ausgebildeten, unerfahrenen Anwender war von der Auswirkung auf das Sekundär-Überleben mit „keiner Laienreanimation“ gleichzusetzen. Hatte der Anwender bereits Erfahrung in der Laienreanimation, konnten Primärüberlebensrate (auf 47%; Studiendurchschnitt aller Reanimationen 28,6%) und Sekundärüberlebensrate (auf 40%; Studiendurchschnitt aller Reanimationen 10%) gesteigert werden. Waalewijn et al. kommen zu dem Schluss, dass die alleinige Dokumentation und Analyse des Umstandes „Laienreanimation Ja / Nein“ ohne weitere Angaben innerhalb von Studien nur unvollständig den Wert dieser Maßnahme widerspiegelt [106]. Diese Studie impliziert jedoch auch die Notwendigkeit zur Steigerung der Kompetenz der Laien in Erster Hilfe und Reanimation. Möglichkeiten, diese Erste-Hilfe-Rate und -Qualität noch weiter zu steigern, sind Gegenstand vielfältiger Diskussionen. So wurden bei den so genannten Leisweiler Gesprächen, einer Veranstaltung der Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Notärzte (agswn e.V.) im Jahr 2003, Konzepte für „suffiziente Laienhilfe“ erarbeitet [107]. „Ein Eckpunkt derartiger Konzepte ist die Erste-Hilfe-Ausbildung in den Schulen“ und sogar schon im Kindergarten [107], ebenso wurde das Wecken von Interesse an Erste-Hilfe-Themen durch Präsenz in den Medien sowie „Ideenreichtum bei der Vermittlung von Erste-Hilfe-Themen“ durch die Hilfsorganisationen [107] gefordert. Auch Anstrengungen, dass „AED-Anwendung schnellstmöglich Teil der Erste-Hilfe-Ausbildung werden soll“ [107], stellen ein zukunftsträchtiges Konzept dar, welches zunehmend bei den Hilfsorganisationen durchgesetzt wird.

8.3. Ausblick, Ansätze für weitere Verbesserungsmöglichkeiten

8.3.1. Verbesserungen Reanimationsdokumentation

Wie im Kapitel 8.1 Datenqualität beschrieben bestand mit dem in der Studie angewendeten Regime der Dokumentation ein verbesserungsfähiges System. Veränderungen am „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ wurden noch während der Studie durch die Weiterentwicklung in die Versionen 2 und 3 vorgenommen, auch unter Inkaufnahme von daraus resultierenden Auswertungsproblemen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung wurde durch eine Version 4 nach Ablauf des Beobachtungsintervalls fortgeführt. In dieses Protokoll wurden auch Elemente des Auswertevorgangs durch Abfrage der EDV-Erfassung, der Einsatznachbesprechung und der Kontrolle durch den für Frühdefibrillation verantwortlichen ärztlichen Projektleiter integriert.

ASB Kreisverband München Rettungsdienst				
Einsatzprotokoll Frühdefibrillation / Reanimation / Pacereinsatz LP 12				
Patientendaten				
O m O w ca. kg	Name	Vorname	Geb.Datum	
Organisatorische Daten				
Datum	Auftragsnr.	Einsatzort		
Sa 14	Fahrer	Beifahrer	Praktikant	
Meldebild RTW		Alarmzeit RTW	Alarmzeit NA	
Rufname NA		Anzeit RTW	Anzeit NA	
O parallel	O nachgefordert	am Patienten	am Patienten	
Defibrillator				
ID Nummer LP 12	Datenübertragung O ja O nein			
O Reanimation O Pacereinsatz (ohne Reanimation) O zur Kardioversion (ohne Reanimation)				
Medizinische Voraussetzungen				
Kreislaufstillstand	O beobachtet ca. _____ min bis Eintreffen O nicht beobachtet O vor Notruf O während Anfahrt O nach Eintreffen RTW			
EH Maßnahmen	O keine O Seitenlage O Beatmung O Herzdruckmassage O AED durch O Laie O medizinisches Personal O Arzt O Polizei O Feuerwehr			
Erst EKG Bild	O Asystolie	O peA	O pVT	O Kammerflimmern O sonst
Ursache Kreislaufstillstand	O kardial	O andere intern.	O Intox	O Trauma
Maßnahmen				
Maßnahme	RTW(*)	NA	Medikament	RTW(*) NA
Maskenbeatmung	O	O	Suprarenin endobr. in mg	
Sauerstoff	O	O	Suprarenin i.v. in mg	
Herzdruckmassage	O	O	Atropin in mg	
Absaugung	O	O	Lidocain in mg ()	
Intubation	O	O	Cordarex in mg ()	
Venenzugang Ort:	O	O	NaBi in ml ()	
maschinelle Beatmung	O	O		
Defibrillation mit AED (semi-aut.)	O	O		
Defibrillation manuell	O	O		
Defibrillation synchronisiert	O	O		
transthorakaler Pacer	O	O	Volumen Vollelektrolyt in ml	
mit _____/min mA			Haes in ml	
(*) Maßnahmen RTW Besetzung vor Eintreffen NA				
Verlauf: O ROSC* O ROSV* O Kreislauf stabil O Narkose O Pat wach O ohne Erfolg				
Präklinisches Outcome : Transport O ja , wenn ja O unter CPR O mit Spontankreislauf				
Zielklinik: _____ ggf. St. _____ O mit RTW O mit NAW				
O nein, Exitus				
<small>*ROSC: Rückkehr eines Spontankreislaufes ROSV: Wiedereinsetzen einer Spontanatmung</small>				
Bitte Kopie der Notfallprotokolls und Ereignisübersicht beifügen				
bitte wenden !				

Komplikationen medizinisch	Komplikationen organisatorisch	Komplikationen Material
O Aspiration	O Einsatzort falsch	O Defi Akku leer
O Intubation fehlgeschlagen/ erschw	O Einsatzmeldung falsch	O Defi Elektroden
O IV Zugang erschwert	O Meldeweg falsch	O Defi Kabel
O Rippenfraktur	O Zugang zum Patient verzögert	O Defi sonst. Defekt
O Pneumothorax	O räumliche Enge	O Sauerstoff leer
	O witterungsbedingt	O Beatmungsbeutel
		O Intubationsbesteck

Notrufweg: O direkt an ILSt O über PEZ O über KVB Zentrale O andere : _____
Melder : O Angehöriger O Patient selbst O Passant O Arzt O sonstiger : _____

Beschreibung Situation / Einsatzverlauf

Auswertung	nicht ausfüllen !	
1. Durchsicht FD Protokoll / Notfallprotokoll:	am	durch
2. Abgleich mit EDV Erfassung	am	durch
Bemerkungen:		
Statistik :	Anzahl Schocks im 1. Block: Anzahl Schocks im 2. Block: Anzahl Schocks im 3. Block:	
3. Eintrag in Exceldatei	am	durch
4. ggf. Einsatznachbesprechung wegen:	am	durch
5. Gegenzeichnung ALS / FD beauftragter Arzt	am	Zeichen

Abbildung 105: Einsatzprotokoll Frühdefibrillation in Version 4

Das „neue“ Protokoll 4 wurde auch als „Online-Fragebogen“ in Form einer elektronischen Datenbank umgesetzt und mit variablen Analyse- und Exportmöglichkeiten kombiniert. Um neben dem „Primär-Überleben“ noch weitere Aussagen über den Erfolg der Maßnahmen treffen zu können und die internationale Vergleichbarkeit zu verbessern, wurde seit 2005 systematisch auch die Rate der „Sekundär-Überleber“ erfasst, das heißt derjenigen Patienten ermittelt, die

wieder aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten. Wo es möglich ist, wird der neurologische Status bei Entlassung zusätzlich vermerkt.

Formular1 - Microsoft Office InfoPath 2003

Einsatzerfassung Frühdefibrillation / ALS

Zeiten bitte angeben : SS:MM Datum bitte angeben : TT.MM.JJJJ

Patientendaten

Geschlecht: männlich * Gewicht(in kg): * Name Patient: * Vorname: * Geb.Datum: *

Einsatztaktische Daten

Datum Einsatz * Auftragsnummer * Einsatzort * Rufname RTW/KTW * Kennzeichen M-AS *

Fahrer Name * Qualifikation * Besatzung: Beifahrer Name * Qualifikation * Praktikant * Qualifikation *

Meldebild für RTW/KTW * Alarmzeit * Anzeit * am Patient *

Rufname Notarzt * Alarmzeit * Anzeit * am Patient * Alarmierung *

Defibrillatordaten

Defi * LP ID Nummer des Einsatzes * Datenübertragung * Art des Einsatzes *

Abbildung 106: Online-Fragebogen

Ein weiterer Fortschritt in Bezug auf die Auswertung und Analyse der Einsätze konnte durch die seit 2005 zusätzlich durchgeführte Sprachaufzeichnung durch das Lifepak 12 gemacht werden. Dadurch werden Aussagen über den exakten zeitlichen Reanimationsablauf, die durchgeführten Maßnahmen, die Einhaltung von Ablauf-Algorithmen und sogar über die Qualität der durchgeführten Maßnahmen möglich, wie z.B. Chow-In Ko et al. in einer Studie aus Taipei City, Taiwan, anhand der Beurteilung der Basismaßnahmen gezeigt hat [77].

Durch die Kombination der Auswertung der Sprachaufzeichnung mit dem „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ in der Version 4 ist eine deutlich detailliertere Rekonstruktion der Einsätze möglich, Zeitabläufe können damit dargestellt werden. Durch eine zeitnahe Eingabe mit den beschriebenen Zusatzinformationen sind damit in Zukunft auch kurzfristige Analysen der aktuellen Daten mit deutlich reduziertem Aufwand möglich. Eine Integration dieser Datenbank in das Auswerteprogramm „Code-Stat Version 5.0“ des EKG-Defibrillators fasst damit nun neben dem Fragebogen auch die Tonbandaufzeichnung und die dokumentierten EKG-Abschnitte in einem Programm zusammen. Auch dies führt zu einer deutlichen Vereinfachung der Auswertung und Analyse der Einsatzdaten. Mit all diesen Auswerte-Verfahren sind auch hinsichtlich des Qualitäts-Managements weit reichende Möglichkeiten geschaffen worden.

Neben den Bemühungen der Rettungsdienstunternehmen - wie bei dieser Studie des Arbeiter-Samariter-Bundes - die Dokumentation zu verbessern, gibt es auch überregionale Bestrebungen, auf diesem Gebiet Fortschritte zu erzielen. Die auffallende Varianz der Reanimationsergebnisse ist als Resultat unterschiedlicher Rettungsdienstsystemen und Vorgehensweisen, aber auch von

unterschiedlichen Dokumentationsansätzen zu werten. Will man grundsätzlich unterschiedliche Systeme vergleichen (z.B. amerikanische und deutsche Rettungsdienst-Systeme), oder sehr ähnlicher System bezüglich Aussagen über die Prozess- und Ergebnisqualität einzelner Bereiche gegenüberstellen, so fehlt es oft an Vergleichsmaterial. Unterschiedliche Dokumentationssysteme machen sehr häufig valide Aussagen unmöglich. Daher gibt es verschiedenste Ansätze, größere Erfassungssysteme zu schaffen, um eine solche Vergleichbarkeit herzustellen. Das so genannte „Nationale Reanimationsregister“ wurde 2002 durch die Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) gegründet, um eine systematische Erfassung von epidemiologischen notfallmedizinischen Daten auf nationaler Basis zu ermöglichen [108]. Hierzu wurden bereits bestehende Vorgaben wie u.a. die Vorgaben des „Ustein style“ [47] und der „Minimale Notarzt-Datensatz MIND2“ [109] einbezogen. Damit soll ein Qualitätsmanagement sowie „ein Benchmarking einzelner Organisationseinheiten mit dem Ziel der Optimierung der lokalen Prozess-, Struktur- und letztlich der Ergebnisqualität“ [108] ermöglicht werden. Das „Basismodul Erstversorgung“ umfasst einen im Vergleich zum „Einsatzprotokoll Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bund München in der Version 3 noch deutlich erweiterten Erfassungsbogen. Neben umfassender Beschreibung des Einsatzortes, der Zielklinik, sämtlicher Einsatzzeiten werden auch Zeitpunkte der so genannten Kernmaßnahmen (z.B. „HLW Start“, „1. Defibrillation“, „erster Vasopressor“) sowie Ursache, Maßnahmen und „Ergebnis Reanimation“ sehr detailliert abgefragt. In Bezug auf die Komplikationen ist der Datensatz des „Einsatzprotokolls Frühdefibrillation“ des Arbeiter-Samariter-Bund München wesentlich umfangreicher. Unter den „Medizinischen Komplikationen werden lediglich die „Schwierige Intubation“ und der „Erschwerte venöse Zugang“ im „Basismodul Erstversorgung“ des Reanimationsregisters“ festgehalten. Im Punkt „Technik“ wird die „Defi Fehlfunktion“ und „Sonstige“ abgefragt, eine Untersuchung organisatorischer Komplikationen erfolgt nicht.

Neben diesem Reanimationsregister gibt es seit März 2003 ein internetbasiertes Informationsangebot, das vom Bayerischen Staatsministerium des Inneren in Zusammenarbeit mit dem Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) unter dem Namen „Automatisierte externe Defibrillatoren in Bayern“ betrieben wird. Dieses Internet-Portal „www.aed-bayern.de“ erfasst im so genannten „AED-Register“ Einsätze in einem eigens erstellten Dokumentationsprotokoll, um die so erzeugte Datenbank zur Qualitätsentwicklung und -sicherung der AED-Programme zu nutzen. Eine Orientierung an dem von der DGAI beschlossenen Datensatz wurde vorgenommen.

2005 wurde in „Resuscitation“ von Nichol über internationale Anstrengungen für eine Reanimations-Datenbank berichtet [110]. An dieser Datenbank beteiligten sich Göteborg (Schweden), Perth (Australien), Richmond (USA), Toronto (Kanada) und Wilmington (USA). Das so genannte „International Resuscitation Network Registry, (IRN Registry)“ ist die erste internet-basierende internationale Datenbank für präklinische Reanimationen und demonstriert damit die Durchführbarkeit sehr großer Studien mit dieser neuen Technik. Damit ergeben sich Möglichkeiten große Fallzahlen von unterschiedlichen Zentren in kurzer Zeit im Hinblick auf neue wissenschaftliche Fragestellungen zu untersuchen. Die Bereitstellung und der Aufbau

sollen nicht nur als Referenzdatenbanken für einzelne Rettungsdienstbereiche dienen, um eigene Leistungen besser beurteilen und Schwachstellen identifizieren zu können. Diese Bemühungen sollen vielmehr auch auf der Suche nach weiteren organisatorischen Verbesserungsmöglichkeiten und medizinischen Fortschritten die Grundlage für große und damit repräsentative Studien darstellen [110]. Die Schwierigkeiten zum Beispiel bei der Bewertung der Auswirkungen der Ersten Hilfe machen die Notwendigkeit weiterer Studien deutlich.

8.3.2. Verbesserungen in der Organisation des Rettungswesens

Auf der Suche nach Veränderungsmöglichkeiten, um die Ergebnisse der präklinischen Reanimation noch weiter zu verbessern, muss man sich auch Möglichkeiten in der Organisation des Rettungsdienstes zuwenden. Eine Möglichkeit dazu stellt das System des First Responder dar. Der Begriff „First Responder“ wurde in den USA für einen rettungsdienstlich oder medizinisch minimal ausgebildeten Ersthelfer geprägt [59,61,72,111], der zur Unterstützung des professionellen Rettungsdienstes bei bestimmten Einsatz-Meldebildern zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls eingesetzt wird. Diese First-Responder-Einheiten, die sich gerade in den USA häufig aus Polizeibeamten und Feuerwehrangehörigen rekrutieren, wurden schon früh mit der Möglichkeit zur Anwendung von AEDs ausgestattet. Die durch dieses System erzielten Erfolge, die sich an einer Verminderung der Sterblichkeit am Krankheitsbild des plötzlichen Herztodes zeigten [59,61,72,111], führten dazu, dass auch in Deutschland solche Einheiten in Versuchsprogrammen eingeführt wurden.

White et al. berichteten in einer Studie aus Rochester, USA über 13 Jahre Erfahrung mit dem Einsatz von Feuerwehr und Polizei als First-Responder mit dem Einsatz von AEDs anhand von 193 Fällen [72]. 73,1% der Patienten mit dem Initialrhythmus Kammerflimmern wurden als Primär-Überleber beschrieben (zum Vergleich beim ASB: 61,7%). Unter allen in die Studie eingeschlossenen Reanimationen (n=298) war die Primär-Überlebensrate mit 53,0% ebenfalls über den Ergebnissen beim Arbeiter-Samariter-Bund München (39,9%). Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass sich ein Ausbau der Frühdefibrillationsprojekte z.B. auch durch Einbeziehen der Polizei auf Überlebensraten von Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand positiv auswirken kann.

Ein System, das in München seit langem ausgiebig praktiziert wird, ist der Einsatz von First Respondern gerade bei Einsätzen mit vermutetem Kreislaufstillstand, um die therapiefreie Zeit zu verkürzen. Im Jahr 2004 wurde in „Notfall & Rettungsmedizin“ der Einsatz von Hilfeleistungslöschfahrzeugen der Berufsfeuerwehr als First Responder-Einheiten untersucht. Eine Praxis, die in München seit 1996 bezüglich der Verkürzung der Eintreffzeiten gegenüber Fahrzeugen des regulären Rettungsdienstes (notarztbesetztes Fahrzeug bzw. Rettungswagen) angewendet wird [5]. Es zeigte sich bei 1.792 der 3.763 First Responder-Einsätzen im Jahr 2001 eine Zeitverkürzung von 3 Minuten im Median (und bezogen auf die 90% Perzentile). Ein weiteres System zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls ist das **„Vorausschicken“ von Rettungswagen** bei Einsätzen für den Notarzt. Betrachtet man

diesbezüglich die Ergebnisse des Arbeiter-Samariter-Bund München aus der vorliegenden Studie, so konnte in 300 Einsätzen (primären Notarzteinsätzen im Zeitraum von 5 Jahren) durch Rettungswagen im Median ein Vorsprung von 3 Minuten gegenüber dem Notarzt erzielt werden.

Bei den so genannten „Matches“, d.h. Einsätzen, bei denen sowohl Daten der Berufsfeuerwehr als auch passende vom Arbeiter-Samariter-Bund München vorlagen (siehe Kapitel 7.1.2) fanden sich im Rahmen dieser Studie 63 Einsätze, bei denen neben Rettungswagen und notarztbesetztem Rettungsmittel auch ein Hilfeleistungslöschfahrzeug als First-Responder als „3. Glied des Rettungssystems“ [5] eingesetzt wurde. Anhand dieser untersuchten Einsätze wurde nur in 12,7% ein Zeitvorteil erzielt (acht Einsätze), der Zeitvorteil lag im Mittelwert 0,4 Minuten (Median 0 Minuten, Maximum 3 Minuten, Standardabweichung 0,6 Minuten). In 3,2% (zwei von 63 Fällen in 5 Jahren) wurde vor dem Rettungsdienst defibrilliert. Diese Ergebnisse könnten ein Hinweis dafür sein, dass es sich bei diesen beiden Vorgehensweisen um konkurrierende Systemen bezüglich der Verkürzung des therapiefreien Intervalls handelt, die eventuell alternativ je nach Einsatzort und Standort der Fahrzeuge eingesetzt werden sollten. Die Frage, in wie weit sich diese drei Systeme bezüglich anderer Aufgabengebiete bei Reanimationseinsätzen ergänzen, kann mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht geklärt werden. Sieht man den hohen Prozentsatz an primären Notarzt-Einsätzen, in denen kein Rettungswagen „vorausgeschickt“ werden kann, („in ¼ der Fälle erfolgt die gleichzeitige Alarmierung von RTW und NAW und in etwa ½ der Fälle wird der NAW alleine alarmiert“ [52]) so ist die seit 1996 bewährte Praxis, HLF als First Responder zu entsenden, sicher ein wichtiges Glied im Rettungssystem geworden.

Es gibt in der Literatur wiederholt auch Berichte, die einen Zweifel am Nutzen von First-Responder-Systemen darlegen. So wurden in einem Artikel von van Alem et al. aus dem „British Medical Journal“ („BMJ“) von 2003 Daten einer prospektiv-kontrollierten Studie vorgestellt, die den Nutzen von Polizei und Feuerwehr als First-Responder untersuchen sollten [61]. Nach der Auswertung der 469 Reanimationsdaten aus den Jahren 2000 bis 2002 aus Amsterdam, Niederlande, kam der Autor zu dem Schluss, dass der Einsatz von Polizei- und Feuerwehr-Personal als First-Responder zwar das Primär-Überleben verbessern kann (42,4% gegenüber 32,7% ohne First Responder, $p=0,02$), dies jedoch ohne signifikanten Einfluss auf das sekundäre Überleben (Entlassung aus dem Krankenhaus) bleibt (18,1% gegen 14,6%; $p=0,33$). Die Autoren fügen jedoch einschränkend hinzu, dass dieses Ergebnis auch Ausdruck von organisatorischen Defiziten im Rettungssystem von Amsterdam bezüglich des First-Responder-Systems sein könnte mit dem daraus resultierenden geringen Zeitvorteil der First-Responder gegenüber dem regulären Rettungsdienst (z.B. Probleme im Alarmierungssystem, nur 101 Sekunden Zeitersparnis [61], knapp 2 Minuten). Außerdem wurde in der Studie ein vergleichsweise sehr hoher Anteil an Laienreanimation (bei 234 von 469 Patienten = 49,7%, beim ASB in 28,9% Erste Hilfe Maßnahmen, in 15,8% Herz-Lungen-Wiederbelebung) festgestellt. Dieser hohe Laienreanimations-Anteil ist momentan in München und auch in Deutschland trotz intensivster Anstrengungen der Hilfsorganisationen und

Rettungsdienstunternehmen z.B. mit Erste-Hilfe-Kursen, Kursen zu Sofortmaßnahme am Unfallort und auch AED-Kursen nicht flächendeckend erreichbar.

Es gibt auch Studien, die den Einsatz von Defibrillatoren durch das Rettungsdienstpersonal kritisch sehen. So berichteten Sefrin et al. in einer Studie von 1997 aus Deutschland anhand von 43 Reanimations-Patienten in einem städtischen Rendezvous-System über ein Primär-Überleben von 8,3% bei Frühdefibrillation durch den Rettungsdienst gegenüber 38,9% bei Durchführung von Basisreanimation durch den Rettungsdienst und Defibrillation durch den später eintreffenden Notarzt [70]. Die Autoren führten einschränkend an, dass dieses Ergebnis einer insgesamt kleinen Population auch Ausdruck der kurzen Eintreffzeiten sein könnte. Insgesamt beurteilt er den Einsatz von Frühdefibrillation durch den Rettungsdienst jedoch in Rendezvous-Systemen eher zurückhaltend.

Die Suche nach Möglichkeiten, das Überleben präklinischer Reanimationen zu verbessern z.B. durch den Ausbau der Frühdefibrillation, wird von vielen Gesellschaften untersucht. In einer Konferenz zwischen Vertretern der „European Society of Cardiology“ (ESC) und „European Resuscitation Council“ (ERC) 2002 in Frankreich wurden mehrere Lösungsansätze in einem Positionspapier festgehalten [112]. Unter anderem wird darin die Forderung nach der Ausstattung eines jeden Fahrzeuges, welches Risiko-Patienten für einen plötzlichen Herztod transportiert, mit einem AED ausgestattet und das Personal entsprechend geschult sein sollte. Auf das in der vorliegenden Studie untersuchte Beobachtungsgebiet im Rettungsdienstbereich München angewendet muss daraus die Forderung resultieren, dass auch jeder Krankentransportwagen (KTW) mit einem AED ausgestattet sein muss. Dies scheidet momentan zum einen an der rechtlichen Verankerung in den Ausstattungsvorschriften für diese Fahrzeuge, zum anderen an der Frage der Finanzierung. Der Arbeiter-Samariter-Bund München hat trotzdem Anfang 2005 damit begonnen, seine KTWs dementsprechend umzurüsten.

Einer weiteren Forderung wurde in diesem Artikel erneut Nachdruck verliehen: der nach einer einheitlichen Notrufnummer 112 in Europa, wie es von der Europäischen Union bereits 1991 mit Fristsetzung zur Umsetzung für 1996 in einer Ministerrats-Entscheidung beschlossen wurde (Zeichen 91/396 EWG). Dies ist für den Rettungsdienstbereich München bereits umgesetzt, in Gesamt-Deutschland zeigen sich jedoch bei der Umsetzung noch deutliche Lücken.

Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit wird in der Anleitung zur Basisreanimation am Telefon nach Absetzen des Notrufs gesehen. Dieses Verfahren, das z.B. in den USA weit verbreitet ist, wurde in einem Resümee nach 12 Jahren im Rahmen einer Studie von Hallstrom et al. untersucht [113]. Sie stellten für die 3320 untersuchten Patienten in Seattle, USA fest, dass 29,9% der Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand von der telefonischen Reanimationsunterstützung profitieren könnten. Negative Auswirkungen dieser telefonischen Reanimationsanleitung konnten im Untersuchungszeitraum von 1986 bis 1998 nicht festgestellt werden. Dieses Konzept ist bereits in einer Nachbargemeinde (Fürstenfeldbruck) eingeführt.

In den letzten Jahren ist eine deutliche Ausweitung der Verbreitung von AEDs gerade im Rahmen von PAD-Projekten (Public-Access-Defibrillation) zu verzeichnen. Mit dem Hintergrundwissen, dass sich ein gewisser Anteil der Reanimationen auf öffentlichen Plätzen ereignet, wurde versucht, mit einfachen und benutzerfreundlichen Geräten Defibrillatoren an möglichst vielen Orten mit hohem Publikumsverkehr bereitzustellen. Dieses Konzept wurde zum Beispiel in einer größeren Studie in den USA umgesetzt, als man auf den drei Flughäfen Chicagos AED's installierte und zum einen Flughafenpersonal schulte, zum anderen die Passagiere per Videos, Plakate und Zeitungsartikeln über die Hilfsmöglichkeit informierte [114]. Mehrere Studien zum AED-Gebrauch hauptsächlich von „Laien-Anwendern“ mit sehr hohen Überlebensraten wie z.B. in den Casinos in den USA (Sekundär-Überleben 53%)[115], in Flugzeugen einer US-Airline (Sekundär-Überleben 40%)[60], im Flughafen von Chicago, USA (Sekundär-Überleben 52,4%)[114] oder in Sportstätten in Melbourne, Australien (Sekundär-Überleben 71%) [116] begünstigten diese Entwicklung. Um den Erfolg, Risiko und die Sinnhaftigkeit der weiteren Verbreitung dieser Maßnahme zu untersuchen, wurde von der AHA und dem „National Heart, Lung and Blood Institut eine Studie durchgeführt [58]. Diese bisher größte Studie zum Themenkomplex „Public Access Defibrillation“, dem so genannten „PAD-Trial“ [58,117] wurde zwischen Juli 2000 und September 2003 in den USA und Kanada von Hallstrom et al. durchgeführt. Insgesamt wurden dabei 235 Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand in die Studie eingeschlossen. In 128 Fällen wurde der AED eingesetzt, die Sensitivität und Spezifität lag bei jeweils 100%, es kam zu keinen Anwendungsfehlern. Diese Studie kommt beim Vergleich Basismaßnahmen (107 Patienten) gegen Basismaßnahmen und AED-Anwendung (128 Patienten) zu dem Schluss, dass geschulte Laienhelfer durch Anwendung von AED-Geräten die Überlebensrate bei Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand signifikant verbessern können (Sekundär-Überleben „Basisreanimation“ 14,0%, „Basisreanimation plus AED-Anwendung“ 23,4%, $p=0,03$). Einschränkend wurde in der Studie festgestellt, dass dies nur für die Anwendung an öffentlichen Plätzen gilt. In diesem Bereich findet jedoch nur ein kleiner Teil der Ereignisse statt, der Hauptteil ereignet sich zuhause. Diese Einschränkung der „Public Access“-Defibrillation wird auch von anderen Autoren wiederholt betont [118]. In der Bewertung dieser Studie von Hallstrom et al. in „Notfall & Rettungsmedizin“ [119] wurde aufgrund dieser Tatsache und dem Umstand, dass die in dieser Untersuchung festgestellten Ergebnisse nur mit sehr ausgewählten Struktur- und Rahmenbedingungen erreicht wurden, eine eher ernüchternde Beurteilung des Nutzens von Public-Access-Defibrillation festgestellt. In einer weiteren in „Notfall & Rettungsmedizin“ bewerteten Studie aus den USA von Culley et al. [120] zwischen 1999 und 2002 wurde übereinstimmend festgestellt, dass durch Public-Access-Defibrillations die Überlebensrate für Patienten mit präklinischem Kreislaufstillstand verbessert werden kann, jedoch der „maßgebliche Einfluss auf die Problemstellung „plötzlicher Herztod““ fehlt [119]. Als Beispiel für ein funktionierendes Frühdefibrillationsprojekt stellten Capucci et al. 2002 in „Circulation“ [59] eine zwischen 1999 und 2001 durchgeführte Studie in Piacenza, Italien, vor, in der ein durch Laien durchgeführtes Frühdefibrillationssystem mit 39 AEDs aufgebaut wurde, das im Studiengebiet zusätzlich zum Rettungsdienst (der bereits mit AED's ausgestattet war) eingesetzt

wurde. Als Besonderheit wurde bei der Schulung der Laien komplett auf eine Basisreanimations-Unterweisung verzichtet. Beschrieben wurden 354 Reanimationen, in denen durch das Laien-Frühdefibrillationssystem ein Zeitvorteil von im Mittel knapp 1,5 Minuten erzielt wurde. Es konnte bezüglich der Primär-Überlebensrate eine Steigerung von 7,1% (Rettungsdienst alleine) auf 13,3% (Laien-Frühdefibrillationsprogramm plus Rettungsdienst) trotz dieses nur geringen „Zeitvorteils“ erzielt werden. Noch stärker sind die positiven Auswirkungen auf „Sekundäres Überleben“ (von 3,3% auf 10,5% gesteigert) und „Sekundäres Überleben ohne neurologische Ausfallserscheinungen“ (von 2,4% auf 8,4% gesteigert). Diese Studie ist als ein Nachweis der Leistungsfähigkeit und des möglichen Nutzens von Frühdefibrillationsprojekten zu werten. Überdurchschnittlich niedriges Primär-Überleben in dieser Studie von 9,6% aller im Beobachtungszeitraum beschriebenen Reanimationen z.B. im Vergleich zu den in München beim ASB erzielten Ergebnissen (hier 39,9% Primär-Überleben), machen jedoch eine eingeschränkte Übertragbarkeit auf unser Notfall-System deutlich. Die Ergebnisse dieser Studien waren so überzeugend, dass dieses Konzept auch in Deutschland als Pilotprojekt umgesetzt wurde. So stehen im Münchner U-Bahn-Bereich derzeit ca. 46 Defibrillatoren bereit, die im Falle einer Reanimation auch von Laien noch vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes bzw. Notarztes eingesetzt werden können (Stand 12/2008). Im Rahmen der „Public Access Defibrillation“ sind in den letzten Jahren im Raum München neben diesem Projekt auch weitere Projekte initiiert worden, z.B. die AED's in Schulen, Behörden (Kreisverwaltungsreferat München), großen Firmen, Kaufhäusern, Schwimmbädern etc. bereitstellen. Das Konzept der „Laien-Defibrillation“ ohne spezielle Ausbildung hat jedoch auch Gegner, die eine Effektivität dieses Programms bezweifeln [121]. Wiederholte lokale Berichte über erfolgreiche Anwendungen von AED's durch Laien fördern jedoch den weiteren Ausbau der „Public Access Defibrillation“.

In dem bereits erwähnten Positionspapier von ESC und ERC bezüglich Frühdefibrillation in Deutschland wurde unter anderem auch Bezug auf den „AED für Zuhause“ genommen [112]. In diesem von Priori et al. in „Resuscitation“ 2004 veröffentlichten Beitrag wurden mögliche Nutzen dieses Ansatzes Bedenken gegenübergestellt, die eine erfahrungsgemäß niedrige Laienreanimationsrate bei Kreislaufstillständen in häuslichem Umfeld (z.B. aus Angst vor Fehlern) auf die Anwendung von AEDs durch Angehörige übertragen [112]. Momentan liegen zu diesem Thema nur wenige Studien vor. Eine Studie von Eisenberg et al. aus dem „American Journal of Cardiology“ 1989 beschreibt für diese Art der AED-Anwendung nur geringen Nutzen [122]. Eine weitere aus „Resuscitation“ 2003 von Jorgenson et al. kann ebenso keinen signifikanten Vorteil der „AEDs für Zuhause“ nachweisen [123]. Dieser Ansatz des „AED für zuhause“ wurde auch in den ERC-Richtlinien 2005 beschrieben, eine Beurteilung bzw. Empfehlung wurde diese Form der Defibrillation jedoch nicht abgegeben [10]. Trotzdem wurde die Idee des „Defi für zuhause“ bereits von mehreren Herstellern aufgegriffen und vorsichtig in Marketing-Strategien integriert. So wurde von Philips 2004 erstmals ein AED bei der amerikanischen Gesundheitsbehörde FDA für den Hausgebrauch zur Zulassung vorgestellt und genehmigt. Dieser AED wäre auch für den Gebrauch bei Kindern unter 25kg Körpergewicht mit

einem Steckermodul umrüstbar. Diese Entwicklung wird von mehreren Autoren mit großer Skepsis beschrieben. So beschreiben Brown et al. [124] in JAMA 2004 die präventiven Maßnahmen für den plötzlichen Herztod seien auf der Grundlage der aktuellen Studienlage einem „Defi für zuhause“ überlegen. Öffentliche finanzielle Mittel sollten nach Brown besser in andere Bereiche des Rettungssystems investiert werden (Ausbildung, Gerätschaften) als für die Bereitstellung von AEDs für den „Public Access“. In der selben Ausgabe der Zeitschrift JAMA wird dagegen von Eisenberg [125] die Auffassung vertreten, dass die Frühdefibrillation die einzige effektive Therapieform bei plötzlichem Herztod mit Kammerflimmern im EKG ist und daher der weitere Ausbau der Frühdefibrillation mit dem Weg des „Public Access“ den einzigen praktikablen Weg darstellt, dieses Konzept weiter auszubauen [125]. Eisenberg et al. stellen zu diesem Ziel zwei unterschiedliche Konzepte zur Diskussion, zum einen eine Verbreitung unter medizinischer Leitung, zum anderen der freie Verkauf dieser Geräte ohne medizinische Kontrollmöglichkeiten.

8.3.3. Verbesserungen durch medizinischen Fortschritt

Neben organisatorischen Überlegungen gibt es auch Verbesserungsansätze durch neue medizinische Erkenntnisse, um die Ergebnisse der präklinisch reanimierten Patienten zu verbessern.

Probleme in der Durchführung von „CPR-First“-Strategien waren unter anderem die Messung und Abschätzung des bereits verstrichenen Intervalls seit Eintreten des Kreislaufintervalls. Dieses Vorgehen wird seit den Leitlinien 2010 aufgrund unzureichender Datenlage nicht mehr empfohlen [13]. Als Verbesserungsmöglichkeit für diese Strategie wurden von Valenzuela et al. [24] die Schaffung technischer Voraussetzungen zur Analyse der Form des Kammerflimmerns vorgeschlagen, um damit die Entscheidung über die anzuwendende Strategie („CPR first“ oder „Defibrillation first“) zu treffen (siehe unten). Dabei sollen anhand der Flimmerwellen Rückschlüsse auf die Defibrillationschance im jeweiligen Fall möglich werden um damit die Therapie-Entscheidung ob „CPR-First“ oder „Defibrillation first“ angemessen ist, treffen zu können. Dazu wurden 2001 von Eftestol et al. mehrere aus der EKG-Analyse von Kammerflimmer-Signalen gewonnene Prädiktoren zu einer multidimensionalen Variablen zusammengefasst, die eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit eines Defibrillationserfolges ausdrücken soll [126]. In einer weiteren Arbeit von Eftestol et al. in „Circulation“ 2004 wurden die Auswirkungen von Basisreanimation bei Vorliegen von Kammerflimmern untersucht, wie es bei den „CPR-First“-Strategien durchgeführt wird. [127]. Der zuvor beschriebene Prädiktor für einen Defibrillationserfolg verbesserte sich unter Herzdruckmassage und Beatmung, die von „Profis“ durchgeführt wurden zunehmend. Eine mit der Zeit zunehmende Verschlechterung der myokardialen Situation konnte zumindest anhand des Flimmersignals nicht festgestellt werden. Die Verbesserungen am Flimmersignal, die eine zunehmende Defibrillationschance in ROSC signalisierten waren für die 3 Minuten Basisreanimation besser als für jede kürzere Zeit. Über die Messung des beschriebenen Prädiktors könnte laut Eftestol et al. die Anzahl an Defibrillationen ohne Erfolg reduziert

werden, indem über eine „online“-Messung des Prädiktors die optimale Zeit für die Defibrillation bestimmt wird, und damit unnötige myokardiale Defibrillationsfolgen wie auch unnötige „hands-off“-Zeiten für Defibrillationen vermieden werden [126]. 2004 berichteten Menegazzi et al. ebenso über eine Möglichkeit, anhand des EKG-Signals von Kammerflimmern Aussagen über die Dauer des Kammerflimmerns und damit über den Defibrillationserfolg treffen zu können [78]. In ihrer Studie an Schweinen mit künstlich erzeugtem Kammerflimmern zeigte sich die sofortige Defibrillation für Kammerflimmern von kurzer Dauer als Mittel der Wahl, bei längerer Dauer konnten sogar negative Auswirkungen mit Rhythmuskonversionen in Asystolie und PEA gefunden werden. Therapieversuche mit „CPR-First“ gegen „CPR-First“ kombiniert mit Medikamenten-Gabe vor Defibrillation zeigten für Kammerflimmern in diesem Stadium im Tierexperiment Vorteile [78]. Eine Online-Messung solcher Prädiktoren für einen Defibrillationserfolg als Reanimationsmonitor ist aktuell Gegenstand der Geräteentwicklung, jedoch noch in keinem im Handel befindlichen Defibrillator umgesetzt.

Weitere Veränderungen an den Reanimationsalgorithmen wurden diskutiert. So wurde von Hostler et al. 2005 in „Resuscitation“ das Verhältnis Herzdruckmassage zu Beatmung näher untersucht [128]. Hostler et al. stellten in einer Studie mit 72 Paramedic-Schülern an Phantomen fest, dass damit selbst bei fehlerfreier Durchführung (entsprechend der Richtlinien 2000 mit 15:2) nur effektiv 60 Herzdruckmassagen pro Minute erreicht werden, da diese durchschnittlich 26,5 Sekunden pro Minute für Beatmung unterbrochen wird [128]. Durch Erhöhung des Verhältnisses Herzdruckmassagen zu Beatmungen auf bis zu 60:2 könnten diese Unterbrechungen auf bis zu 11,3 Sekunden pro Minute reduziert werden [128]. Auch diesem Ansatz wurde in den neuen Leitlinien 2005 vom ERC Rechnung getragen und Veränderungen am Verhältnis Herzdruckmassagen zu Beatmungen vorgenommen und auf 30:2 erhöht. Positive Auswirkungen auf den koronaren Perfusionsdruck und damit auf die Defibrillationswahrscheinlichkeit sind angestrebt. Oft festgestellte unerwünschte Hyperventilationen könnten Veränderungen im Sinne eines Erhöhens des Verhältnisses auf 30:2 reduziert werden.

Mögliche Veränderungen insbesondere in der Laien-Basis-Reanimation und Erste-Hilfe-Ausbildung wurden in den letzten Jahren wiederholt diskutiert, um positive Einflüsse auf Überlebensraten zu bewirken. In den ERC-Leitlinien 2005 wurde die alleinige Herzdruckmassage durch Laien im Ausnahme-Falle der Ablehnung einer Beatmung z.B. aus Angst vor Infektionen, ausdrücklich empfohlen [10]. 2010 wurde in den Leitlinien dieses Vorgehen für alle nicht geschulten Helfer empfohlen [13]. So wurde in einer Studie von Hallstrom et al. aus Seattle („New England Journal of Medicine“ 2000) bezüglich der so genannten „Telefon-Reanimation“ (Anleitung zu Reanimationsmaßnahmen durch die Rettungsleitstelle nach Entgegennahme des Notrufs) die Basisreanimation mittels Herzdruckmassage (HDM) und Mund-zu-Mund-Beatmung gegen Herzdruckmassage alleine untersucht [129]. 520 Reanimationen wurden aufgeteilt in 279 Fälle, die eine telefonische Instruktion in der Durchführung von Herzdruckmassage und Mund-zu-Mund-Beatmung

erhielten und 241 Fälle, die nur in der Herzdruckmassage angeleitet wurden. Der Zeitaufwand war im 2. Fall um im Median 1,4 Minuten kürzer. Es konnten Tendenzen zu besserem Überleben in der „Nur-Herzdruckmassage“-Gruppe gefunden werden (Primärüberleben HDM alleine 40,2%, HDM plus Beatmung 34,1% / Sekundär-Überleben HDM alleine 14,6%, HDM plus Beatmung 10,4%), diese waren jedoch nicht statistisch signifikant. In der ARREST-Studie von Waalewijn et al. [106] wurde bei genauerer Analyse der Basisreanimation vor Eintreffen des Rettungsdienstes festgestellt, dass alleinige Herzdruckmassage im Vergleich zu Herzdruckmassage und Beatmung in dieser Studie keine signifikante Änderungen auf das Primär- und Sekundärüberleben machte. So lagen Primär-Überlebensraten bei kompletter Herz-Lungen-Wiederbelebung bei 33%, bei alleiniger Herzdruckmassage bei 32%. Auch in der Studie über die Patienten des Arbeiter-Samariter-Bundes fand sich kein signifikanter Zusammenhang (siehe Kapitel 7.2.1), jedoch war mit Primärüberleben von 55,7% (komplette Herz-Lungen-Wiederbelebung in 70 Fällen) gegenüber 41,2% bei Herzdruckmassage alleine (17 Fälle) ein Trend zugunsten kompletter Herz-Lungen-Wiederbelebung zu erkennen. Markstaller et al. spricht sich in dem Artikel „Kardiopulmonale Reanimation „oben ohne“ – Mode oder Wissenschaft?“ aufgrund des sowohl tier- als auch humanmedizinisch mangelnden schlüssigen Nachweises aktuell abschließend gegen eine generelle Änderung der Laienreanimation in diese Richtung aus [130].

Erfolgsversprechende Ergebnisse bringt der zunehmende Einsatz von automatisierten Geräten für die externe Herzdruckmassage, der auch in den neuen Leitlinien zur Reanimation des European Resuscitation Council seit Dezember 2005 für längere Reanimationen empfohlen wird [131]. Krep berichtet über den effektiven und sicheren Einsatz dieser Methode im Raum Bonn seit 2004 [132]. Auch im untersuchten Rettungsdienstgebiet werden diese Geräte mittlerweile zunehmend eingesetzt.

Die Grundlage für den sinnvollen Einsatz von Public-Access-Defibrillation sind AED-Geräte, deren Anwendung schnell, einfach und verständlich ist, und die auch bei der weiteren Durchführung der Reanimation den Laien unterstützen. Wie in einer Untersuchung von Fleischhackl et al. 2004 in „Resuscitation“ gezeigt wurde, besteht für die aktuell auf dem Markt befindlichen Geräte noch Verbesserungsbedarf [133]. In einer Studie aus „Annals of Emergency Medicine“ aus dem Jahr 2003 von van Alem et al. wurden die sog. „hands-off“-Zeiten (die Zeiten, in denen keine Herzdruckmassage und Beatmung durchgeführt wird) bei der Anwendung von AEDs untersucht [134]. Es wurde festgestellt, dass im Mittel nur in 45% der Zeit die Reanimationsmaßnahmen Herzdruckmassage und Beatmung durchgeführt wurden (bei defibrillationswürdigen Rhythmen in 37%, bei nicht-defibrillationswürdigen Rhythmen in 54%). Die „hands-off“-Zeiten teilen sich je nach „Verursacher“ auf in system-bedingt (durch den AED, z.B. Analyse-Zeiten, Lade-Zeiten, Zeiten für den Puls-Check) und anwenderverursacht (keine Herzlungenwiederbelebung beim Aufbringen der Elektroden oder nach Aufforderung zum Beginn der CPR durch den AED). Als mögliche Verbesserungsansätze wurde die Entwicklung von Analysealgorithmen, die während einer Herzdruckmassage und Beatmung durchgeführt werden können, vorgeschlagen.

Bereits seit 2002 gibt es Studien über weitere erfolgsversprechende Veränderungen im Behandlungsregime von Patienten mit bzw. nach präklinischem Kreislaufstillstand. So wurde von einer Wiener Arbeitsgruppe um Sterz et al. 2002 in „The New England Journal of Medicine“ eine randomisierte, kontrollierte europäische Multicenter-Studie über 275 Patienten veröffentlicht, die anhand eines Vergleichs von 138 normothermen gegen 137 mild-hypothermen Patienten nach präklinischer Reanimation den eindeutigen positiven Nutzen der milden Hypothermie im Hinblick auf die Überlebensrate und das neurologische Ergebnis nachweisen konnte [135,136]. Bei strengen Einschlusskriterien wurden komatöse Patienten nach Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufs nach präklinischer Reanimation mit initial Kammerflimmern bei beobachtetem Kreislaufstillstand in der Hypothermie-Gruppe für 24 Stunden auf 32-34°C durch externe Maßnahmen gekühlt unter Sedierung und Muskelrelaxation [136]. Im Vergleich zu bis dahin gültigen Standard-Therapie-Verfahren zeigte sich ein Sekundärüberleben mit gutem neurologischen Outcome in der Hypothermie-Gruppe von 55% gegen 39% in der Normothermie-Gruppe. Eine weitere Studie aus Australien von Bernhard et al. machte an 77 Patienten mit ähnlichem Therapie-Regime vergleichbare Ergebnisse [137]. Hier zeigte sich ein Sekundär-Überleben mit gutem neurologischen Outcome von 49% in der Hypothermie-Gruppe gegen 26% in der Normothermie-Gruppe. Diese beiden Studien zusammen mit Erkenntnissen aus tierexperimentellen Studien führten 2003 zu einer Empfehlung der ILCOR („International Comitee on Resuscitation“) für die Maßnahme der therapeutischen Hypothermie für Primär-Überleber von präklinischem Kreislaufstillstand mit Kammerflimmern als Initialbefund [138]. Die therapeutische Hypothermie wird seit Dezember 2005 auch vom European Resuscitation für bewusstlose Patienten mit Spontankreislauf nach präklinischer Reanimation mit Kammerflimmern als Initialbefund wie erwartet empfohlen [131].

9. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit wertete die Ergebnisse von 481 konsekutiven präklinischen Reanimationseinsätzen des Arbeiter-Samariter-Bundes München zwischen 2000 und 2004 statistisch aus.

Es zeigte sich bei einer Frequenz von durchschnittlich 96,2 Reanimationen pro Jahr unter den behandelten Patienten ein mittleres Alter von 70,0 Jahren bei einem Männeranteil von 61,8%. In 53,8% der Fälle wurde der Kollaps des Patienten (und damit der vermutliche zeitliche Beginn der Reanimationssituation) beobachtet, in insgesamt 28,5% wurde von Anwesenden mit Erste-Hilfe-Maßnahmen begonnen. Der abgesetzte Notruf, der zu 61,6% zu Tageszeiten zwischen 07:00 Uhr und 19:00 Uhr erfolgte, führte bei den untersuchten Fällen nach Beurteilung durch die Leitstelle (Integrierte Leitstelle München) in 63,0% zu einem primären Notarzt-Alarm mit paralleler Entsendung eines Rettungswagens und eines Arzt-besetzten Rettungsmittels. Nach im Median 4 Minuten (\pm 2 Minuten) erreichte der Rettungswagen, nach 7 Minuten (\pm 2 Minuten) das Arzt-besetzte Rettungsmittel den Einsatzort (beim primären Notarzt-Alarm). An der Einsatzstelle wurde von den Rettungsteams in 52,0% im initial abgeleiteten EKG eine Asystolie festgestellt, in 23,2% fand sich eine pulslose ventrikuläre Tachykardie oder ein Kammerflimmern. Therapeutisch wurde von der Besatzung des Rettungswagens neben Durchführung der Basismaßnahmen in 47,6% ein Venenzugang gelegt, in 51,4% wurde eine endobronchiale Intubation durchgeführt, eine Anwendung des Defibrillators erfolgte in 166 Fällen (insgesamt 34,6%, in 30,6% im AED-Modus, in 4,0% im manuellen Modus). Medikamentös wurde in 27,4% der Fälle Adrenalin endobronchial gegeben, in 19,8% erfolgte dies intravenös. Der im Median 3 Minuten später eingetroffene Notarzt führte in 45,5% die Anlage eines Venenkatheters durch, in 35,6% wurde intubiert. Eine Defibrillation durch den Notarzt erfolgte in 64 Fällen mit dem AED, in 87 Fällen im manuellen Modus. Die medikamentöse Therapie umfasste neben der Gabe von Adrenalin endobronchial (21,8%) oder intravenös (61,5%) auch die Gabe von weiteren Medikamenten wie Natrium-Bikarbonat (9,1%), Atropin (24,5%), Lidocain (5,4%), Magnesium (1,9%), Ajmalin (1,5%) und in 23,9% andere, nicht einzeln aufgeführte Stoffe. Diese Maßnahmen führten als Ergebnis in 39,9% zu einem Transport und primären Überleben des Patienten. Während des Reanimationseinsatzes kam es in 76,5% der Einsätze zu dokumentierten Komplikationen (in 52,0% medizinische Schwierigkeiten, am häufigsten die erschwerte Intubation, in 58,4% organisatorische Komplikationen, am meisten wurde die räumliche Enge am Einsatzort angegeben, in 18,1% Probleme mit dem Material, am zahlreichsten mit dem Beatmungsbeutel).

In der statistischen Betrachtung konnten signifikante Vorteile in der Überlebensquote u.a. bezüglich Geschlecht (Frauen mit 47,8%, Männer mit 34,9%), Tageszeit des Notrufs (Tags 44,7%, Nachts 32,3%), Kollaps beobachtet („Ja“ führte zu einem Überleben von 47,1%, „Nein“ zu 25,5%) und Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen vor Eintreffen des Rettungsdienstes („Ja“ mit 53,2%, „Nein“ mit 34,6%) festgestellt werden. Unter den therapeutischen Maßnahmen wurde die Intubation („Ja“ mit 42,7%, „Nein“ mit 23,9%), der Venenzugang („Ja“ mit 44,4%, „Nein“ mit 16,7%), die Defibrillation im AED-Modus (Überleben bei Anwendung 56,4%, bei

„Nichtanwendung“ 30%) und die maschinelle Beatmung („Ja“ mit 68,3%, „Nein“ mit 22,5%) als signifikant abhängig identifiziert. Unter den dokumentierten Komplikationen zeigten sich lediglich die Aspiration (medizinische Komplikation) und die Material-Komplikation „Sauerstoff leer“ als abhängige Merkmale zum Überleben.

Die Betrachtung von Auswirkungen der Umstellung bezüglich der EKG-Defibrillatoren vom Lifepak 250 auf das Lifepak 12 zeigte signifikante Unterschiede im festgestellten Initial-EKG, so dass beim „moderneren“ Gerät des Lifepak 12 mehr defibrillationswürdige Rhythmen dokumentiert wurden als beim Vorgänger (26,0% beim Lifepak 12, 11,2% beim Lifepak 250). Ein weiterer Unterschied bestand in der Nutzungshäufigkeit der Geräte im AED-Modus (Lifepak 12 41,1%, Lifepak 250 12,3%). Signifikante Abweichungen bzw. Verbesserungen bezüglich Primär-Überleben oder Komplikationen konnten trotz dieser Unterschiede nicht festgestellt werden.

Bevor die gewonnenen Ergebnisse mit Daten aus der Literatur verglichen werden konnten, musste die Qualität der Daten beurteilt werden. Dabei zeigte sich eine ausreichend große Fallzahl (n=481) und eine große Anzahl an untersuchten Merkmalen (155 Merkmale). Schwachpunkte lagen hauptsächlich in der Veränderung der Dokumentationsvorgaben durch Anpassung des Reanimations-Protokolls an die Vorgaben der aktuellen Literatur, der fehlenden Angaben über Sekundär-Überleben, der unzureichenden Integration von Sprachaufzeichnungen während der Reanimation und der unzureichenden Zeitsynchronisationen vor der Wiedergabe von Zeitpunkten und -intervallen. Dokumentationsfehler konnten auch nach Abgleich mit unabhängigen Aufzeichnungen (Reanimationsregister der Berufsfeuerwehr München / Ausdruck des EKG-Befundes) nicht sicher nachgewiesen werden. Zusammenfassend wurde die Dokumentationsqualität als sehr gut beurteilt, so dass ein sinnvoller Vergleich mit den Daten anderer Studien erfolgen konnte.

Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen demographischen Daten stimmen gut mit publizierten Ergebnissen überein. Ein Überwiegen des Männeranteils unter Reanimationspatienten (hier 61,8%) mit einem Lebensalter im Median von 70,0 Jahren konnte auch in der Fachliteratur in ähnlichen Studien wieder gefunden werden. Wie in der vorliegenden Studie so wird auch in mehreren Literaturstellen die überwiegend kardiale Ursache der Reanimation dargestellt. Bezüglich der ermittelten Eintreffzeiten konnte nach Vergleich mit nationalen und internationalen Analysen eine positive Bewertung für die Reanimationseinsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes ermittelt werden, da der Rettungsdienst bereits nach im Median 4 Minuten am Einsatz war. Der Studienvergleich bezüglich Initialbefunden im EKG zeigte differierende Ergebnisse, die sich dann auch auf den Vergleich bezüglich der erzielten Primär-Überlebensquoten auswirkten (Primärüberleber zwischen 9,6% und 71,0%). Der hohe Anteil an Überlebenden bei Reanimationen mit traumatischer Ursache (35,3%) zeigte sich als Besonderheit dieser Untersuchung (andere Studien hatten Ergebnisse von 0,0% bis 32,5%). Bei der Bewertung der therapeutischen Maßnahmen insbesondere der medikamentösen Therapie konnten dagegen wieder übereinstimmende Erkenntnisse erlangt werden. So wird in der

Literatur, in den gültigen Leitlinien und auch in dieser Studie z.B. die Wirkung von Adrenalin intravenös gegenüber endobronchial als überlegen dargestellt, die Ergebnisse anderer Medikamente im Rahmen der Reanimation dagegen ohne statistisch nachgewiesenen Nutzen. Die in der vorliegenden Studie gefundene hohe Komplikationsrate ist in Umfang und Auswirkung auch in der Literatur wieder zu finden. Als besonders bedeutungsvolle Einflussfaktoren konnten in dieser Arbeit die Merkmale „Kollaps beobachtet“ und „Erste Hilfe vor Eintreffen des Rettungsdienstes“ herausgearbeitet werden, deren Bedeutung als richtungweisend bewertet werden muss.

Die hier gewonnenen Erkenntnisse wurden in mögliche Verbesserungsansätze für Dokumentation, Organisation und medizinische Aspekte umgesetzt.

Festgestellte Schwachstellen der Dokumentation führten zu einer Weiterentwicklung der Dokumentationsbögen, angepasst an internationale Dokumentationsvorgaben (Utstein Style), die zusammen mit der Verbesserung und Wiedereinführung der Sprachaufzeichnung zu einer genaueren Rekonstruktionsmöglichkeit von Reanimationseinsätzen führen können. Die Schaffung organisations-übergreifender, überregionaler, nationaler und auch internationaler Reanimationsregister kann zu einer einfacheren Vergleichbarkeit von Reanimations-Ergebnissen führen. Die Möglichkeit durch Rückschlüsse einzelne Systeme und Teilaspekte zu verbessern, dürfte damit enorm erweitert werden.

Durch die Erkenntnisse dieser Arbeit bezüglich organisatorisch-taktischer Gesichtspunkte wurde die Bedeutung der frühen Hilfe am Patienten erneut unterstrichen. Um diese schnelle Hilfe zu erreichen können taktische Fortschritte im Laien-Bereich erreicht werden (z.B. durch eine einheitliche Notrufnummer für Europa, die Einführung der Anleitung zur Basisreanimation („Telefonreanimation“) oder vermehrte Schulungen (z.B. in Schulen)) Auch im professionellen Bereich besteht mit dem Ausbau von First-Responder-Systemen, dem vermehrten Einsatz von Rettungswagen „vorab“ zu Notarzt-Einsätzen und besserer Ausstattung z.B. von Krankentransportfahrzeugen Verbesserungspotential. Der Ausbau von Frühdefibrillationsprojekten im Rahmen der Public-Access-Defibrillation, wie z.B. durch Bereitstellen von AED's für Laien in der Münchner U-Bahn, könnte einen weiteren Beitrag zur frühen Hilfe leisten.

Wie die bedeutenden Veränderungen mit der Einführung der neuen ERC-Leitlinien 2005 gegenüber den Richtlinien 2000 gezeigt haben, gibt es auch bei der Durchführung der Reanimation durch neue medizinische Erkenntnisse noch Verbesserungsmöglichkeiten. So werden im Rahmen der Basisreanimation z.B. durch die Veränderung des Verhältnisses Herzdruckmassage zu Beatmung auf 30:2 oder auch den Einsatz automatisierter Geräte für die externe Herzdruckmassage Fortschritte für zukünftige Reanimations-Ergebnisse erhofft. Auch in den erweiterten Maßnahmen gibt es seit 2005 z.B. die Umstellung bei der Defibrillation auf „Single-Shock, oder der kontrollierten Hypothermie nach erfolgreicher Reanimation Erfolg versprechende Veränderungen.

10. Literaturverzeichnis

- [1] Steinger T. Dissertation: "Die Entwicklung des Notarztwesens in der Stadt und Region München". Dissertation . 2009. Institut für Geschichte der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- [2] Huf R, Weninger E, Lackner C, Reith M, Hölzl G, Schildberg F et al. Das notfallmedizinische Zentrum München. Notfall & Rettungsmedizin 2000; 3: 539-46.
- [3] Ladwig KH, Schoefinius A, Danner R, Gurtler R, Herman R, Koepfel A, Hauber P. Effects of early defibrillation by ambulance personnel on short- and long-term outcome of cardiac arrest survival: the Munich experiment. Chest 1997; 112(6): 1584-91.
- [4] Kreisbrandinspektion München, Adolf Fritz K. Abschlußbericht zum Pilotprojekt First Responder im Landkreis München. 31-1-1996.
- [5] Kanz KG, Schaeuble W, Biberthaler P, Westermeier H, Enhuber K, Kay M et al. Einsatz von Hilfeleistungslöschfahrzeugen als First-Responder-Einheiten. Notfall & Rettungsmedizin 2004;(7): 42-7.
- [6] Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Böttiger BW, Smith G. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene (ALS) - Abschnitt 4 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. Notfall & Rettungsmedizin 2006; 9: 38-80.
- [7] Fertig B. Strategien gegen den plötzlichen Herztod. 4 ed. Edewecht: Stumpf & Kossendey. 2002.
- [8] Kösters W, Rupp P. Rhythmusstörungen - Kompaktwissen für den Rettungsdienst. Edewecht: Stumpf & Kossendey Verlagsgesellschaft. 1995.
- [9] Lederer W, Rheinberger K, Lischke V, Amann A. Analyse von Flimmersignalen zur Abschätzung der Defibrillierbarkeit beim Kammerflimmern. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2003; 38: 787-94.
- [10] Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. Lebensrettende Basismaßnahmen für Erwachsene und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren - Abschnitt 2 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. Notfall & Rettungsmedizin 2006; 9: 10-25.
- [11] Kouwenhoven WB. Closed-chest cardiac massage. JAMA 1960; 173: 1064-7.
- [12] Marino P. Das ICU-Buch. 3 ed. München, Jena: Urban&Fischer Verlag. 2002.
- [13] Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castren M et al. Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren - Sektion 2 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. Notfall & Rettungsmedizin 2010; 13: 523-42.
- [14] Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, Perkins GD. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene ("advanced life support") - Sektion 4 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. Notfall & Rettungsmedizin 2010; 13: 559-620.

- [15] Weaver WD, Copass MK, Hill D. Cardiac arrest treated with a new automatic external defibrillator by out-of-hospital first-responders. *Am J Cardiol* 1986; 57: 1017-21.
- [16] Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993; 22(11): 1652-8.
- [17] American Heart Association. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care - International Consensus of Science. Supplement to *Circulation* 2000; 102(8).
- [18] Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. *Resuscitation* 2006; 71(3): 270-1.
- [19] Cansell A. Wirksamkeit und Sicherheit neuer Impulskurvenformen bei transthorakaler Defibrillation. *Notfall & Rettungsmedizin* 2000; 3: 458-74.
- [20] Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model [Abstract]. *Ann Emerg Med* 1993; 22(11): 1652-8.
- [21] Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model [Abstract]. *Ann Emerg Med* 1993; 22(11): 1652-8.
- [22] Weisfeldt M, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest - a 3-phase time-sensitive model. *JAMA* 2002; 288(23): 3035-8.
- [23] Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, Steen PA. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003; 289(11): 1389-95.
- [24] Valenzuela TD. Priming the pump - can delaying defibrillation improve survival after sudden cardiac death? *JAMA* 2003; 289(11): 1434-6.
- [25] Deakin CD, Nolan JP. Elektrische Therapie: automatisierte externe Defibrillatoren, Defibrillation, Kardioversion und Schrittmachertherapie - Abschnitt 3 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. *Notfall & Rettungsmedizin* 2006; 9: 26-37.
- [26] Muggenthaler K, Vergeiner G, Furtwängler W. Plötzlicher Herztod - Überleben durch Frühdefibrillation. *Notfall & Rettungsmedizin* 2000; 3: 357-9.
- [27] Bardy GH. Multicenter comparison of truncated biphasic shocks and standard damped sine wave monophasic shocks for transthoracic ventricular defibrillation. *Circulation* 1996; 94: 2507.
- [28] Schneider T. Randomized comparison of 150 J biphasic and 200 - 360 J monophasic AED's in out-of-hospital cardiac arrest victims. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999; 22: 146.
- [29] Timmermann, A., Russo, S. G., Eich, C., Roessler, M., Braun, U., Rosenblatt, W. H., and Quintel, M. The Out-of-Hospital Esophageal and Endobronchial Intubations Performed by Emergency Physicians. *Critical Care and Trauma* 2007;104(3):619-623.
- [30] Dick WF. Leitlinien des European Resuscitation Council 2000 für erweiterte lebensrettende Maßnahmen beim Erwachsenen. *Der Anästhesist* 2002; 51: 299-307.

- [31] Gervais HW. CPR-guidelines 2000. New international guidelines for cardiopulmonary resuscitation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36(3): 154-7.
- [32] Sefrin P, Rupp P. Medikamenteneinsatz bei der Reanimation. *Der Notarzt* 2003; 19: 182-5.
- [33] Wenzel V, Krismer A, Voelckel WG, Mayr VD, Raedler C, Strohmenger H-U, Lindner KH. Der Einsatz von Arginin-Vasopressin bei der kardiopulmonalen Reanimation. *Der Anästhesist* 2002; 51: 191-202.
- [34] Schmittinger C, Wenzel V, Herff H, Stadlbauer KH, Krismer A, Voelckel WG et al. Medikamentöse Therapie bei der kardiopulmonalen Reanimation. *Anästhesi Intensivther Notfallmed* 2003; 38: 651-75.
- [35] European Resuscitation Council. Resuscitation Guidelines 2000 - Part 3: Adult Basic Life Support. *Resuscitation* 2000; 46: 29-71.
- [36] European Resuscitation Council. Resuscitation Guidelines 2000 - Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support. *Resuscitation* 2000; 46: 103-201.
- [37] Deakin CD, Nolan JP. European Resuscitation Council Guidelines für Resuscitation 2005 Section 3. Electrical therapies: Automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 2005; 67(S1): S25-S37.
- [38] Altemeyer K, Andresen D, Bahr J, Dirks B, Lackner C, Löb R et al. Eckpunkte der Bundesärztekammer für die Reanimation. *Der Notarzt* 2006; 22: 57-9.
- [39] Schoenberger S. Dissertation: "Auswertung des Reanimationsregisters und Analyse des Outcome im Rettungsdienstbereich der Stadt München für die Jahre 2000 und 2001. 2008. Chirurgische Klinik und Poliklinik - Innenstadt der Ludwig-Maximilian-Universität München.
- [40] Bayerl RE. Dissertation "Das Münchner Kindernotarztsystem". 2007. Kinderchirurgische Klinik und Poliklinik des Dr. von Haunerschen Kinderspital-Innenstadt der Universität München.
- [41] Bayerisches Staatsministerium des Inneren. Zweite Verordnung zur Ausführung des Bayerischen Gesetzes ueber den Rettungsdienst (2. AVBayRDG). 13-9-1993.
- [42] Altemeyer K, Schlechtriemen T, Reeb R. Rettungsdienst in Deutschland. *Notfall & Rettungsmedizin* 2003; 6: 89-101.
- [43] Huf R, Weninger E, Lackner C, Reith M, Hoelzl G, Schildberg FW et al. Das notfallmedizinische Zentrum München. *Notfall & Rettungsmedizin* 2000;(3): 539-46.
- [44] Poguntke P, Eichner M. *Schrittmacher in der Rettungskette: First Responder; Ideen, Grundlagen, Konzepte.* Endeweicht; Wien: Stumpf und Kossendey. 2001.
- [45] Landesgeschäftsstelle Bayerisches Rotes Kreuz. Dienstanweisung für den Rettungsdienst gemäß Art. 13 Abs. 3 BayRDG. 2002.
- [46] Weiss Ch. *Basiswissen Medizinische Statistik.* Mannheim: Springer Verlag. 2002.
- [47] Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L 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(2): 960-75.

- [48] Lotz G. Dissertation: "Präklinische Reanimationen im Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main im Zeitraum vom 01.01.1998 bis zum 31.03.1999". 2002. Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie des Klinikums der Johann Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- [49] Shackford SR, Hollingsworth-Fridlund P, McArdle M, Eastman AB. Assuring quality in a trauma system--the Medical Audit Committee: composition, cost, and results. *J Trauma* 1987; 27(8): 866-75.
- [50] Gervais HW. Prähospitaler CPR-Studien - Anspruch und Realität. *Notfall & Rettungsmedizin* 2002; 4: 256-60.
- [51] Schnoor J, Herfurtner-Pröpper C, Kunitz O, Haaf von Below S, Wainwright U. AED's im Rettungsdienst: ein 4-Jahres-Rückblick. *Der Notarzt* 2003; 19(April 2003): 64-7.
- [52] Lackner C, Ruppert M, Uhl M, Reith M, Winterberg M, Peter K. Analyse der Verzögerungen und Unterbrechungen bei außerklinischer CPR. *Notfall & Rettungsmedizin* 1999; 2: 274-84.
- [53] Knobelsdorff G, Reifferscheid F, Straakholder TM, Wirtz S. Wird der Algorithmus des European Resuscitation Council zur kardiopulmonalen Reanimation eingehalten? *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 2004; 41: 22-8.
- [54] Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, Hayashi Y, Nishiuchi T, Yukioka H et al. Age and sex analyses of out-of-hospital cardiac arrest in Osaka, Japan. *Resuscitation* 2003; 57(2): 145-52.
- [55] Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, Berg RA, Billi JE, Bossaert L et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries. A statement for healthcare professionals from a task force of the international liaison committee on resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa). *Resuscitation* 2004; 63: 233-49.
- [56] Castren M, Kurola J, Nurmi J, Martikainen M, Vuori A, Silvast T. Time matters; what is the time in your defibrillator? An observational study in 30 emergency medical service systems. *Resuscitation* 2005; 64: 293-5.
- [57] Trappe HJ, Andresen D, Arntz HR, Becker HJ, Werdan K. Positionspapier zur Automatisierten Externen Defibrillation. *Herzschr Elektrophys* 2005; 16: 118-26.
- [58] Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, et al. Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 2004; 351(7): 637-46.
- [59] Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, Bardy GH, Iacono E, Arvedi M. Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2002; 106(9): 1065-70.
- [60] Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 2000; 343(17): 1210-6.

- [61] van Alem AP, Vrenken RH, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Use of automated external defibrillators by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. *BMJ* 2003; 327: 1312.
- [62] Bahr J, Panzer W, Klingler H. Herz-Lungen-Wiederbelebung durch Ersthelfer - Einige Ergebnisse und Folgen aus dem Göttinger Pilotprojekt. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36(9): 573-9.
- [63] Rudner R, Jalowiecki P, Karpel E, Dziurdzik P, Alberski B, Kawecki P. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Katowice (Poland): outcome report according to the "Utstein style". *Resuscitation* 2004; 61: 315-25.
- [64] Mahapatra S, Bunch TJ, White RD, Hodge DO, Packer DL. Sex differences in outcome after ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2005; 65: 197-202.
- [65] 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(3): 233-43.
- [66] Horsted TI, Rasmussen LS, Lippert FK, Nielsen SL. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest - why do physicians withhold resuscitation attempts? *Resuscitation* 2004; 63: 287-93.
- [67] Kette F, Sbrojavacca R, Rellini G, Tosolini G, Capasso M, Arcidiacono D et al. Epidemiology and survival rate of out-of-hospital cardiac arrest in north-east Italy: The F.A.C.S. study. Friuli Venezia Giulia Cardiac Arrest Cooperative Study. *Resuscitation* 1998; 36(3): 153-9.
- [68] 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(3): 169-76.
- [69] Schneider T, Mauer D, Elich D, Adam C, Dick W. Struktur- und Ergebnisqualität eines Rettungssystems. *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 1997; 34(5): 432-41.
- [70] Sefrin P, Weissmann A. Erstdefibrillation durch Rettungsdienstpersonal Erfahrungen und Ergebnisse in einem städtischen Rendezvous-System. *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 1997; 34(5): 442-51.
- [71] Katz E, Horstmann M, Rassouli C, Kehtari R. Frühzeitige Defibrillation durch Rettungsassistenten bei kardialen Notfällen mit externen halbautomatischen Defibrillatoren - Ein Erfahrungsbericht aus der Gegend von Neuchatel (1997-1999). *Der Notarzt* 2001; 17: 167-70.
- [72] White RD, Bunch TJ, Hankins DG. Evolution of a community-wide early defibrillation programme. Experience over 13 years using police / fire personnel and paramedics as responders. *Resuscitation* 2005; 65: 279-83.
- [73] Morrison LJ, Dorian P, Long J, Vermeulen M, Schwartz B, Sawadsky B et al. Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveform with advanced life support intervention trial (ORBIT). *Resuscitation* 2005; 66: 149-57.
- [74] Nichol G, Stiell IG, Laupacis A, Pham B, De Maio VJ, Wells GA. 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(4 Pt 1): 517-25.
- [75] Stueven HA, Waite EM, Troiano P, Mateer JR. Prehospital cardiac arrest. A critical analysis of factors affecting survival. *Resuscitation* 1989; 17: 251-9.

- [76] Sefrin P, Lafontaine B. Die notärztliche Versorgung des "akuten Koronarsyndroms" im Rettungsdienst in Bayern. *Der Notarzt* 2005; 21: 89-96.
- [77] Chow-In Ko P, Chen W-J, Lin C-H, Huei-Mung Ma M, Lin F-Y. Evaluating the quality of prehospital cardiopulmonary resuscitation by reviewing automated external defibrillator records and survival for out-of-hospital witnessed arrest. *Resuscitation* 2005; 64: 163-9.
- [78] Menegazzi J, Callaway C, Sherman LD, Hostler D, Wang HE, Fertig KC, Logue ES. Ventricular fibrillation scaling exponent can guide timing of defibrillation and other therapies. *Circulation* 2004; 109: 926-31.
- [79] Niemann JT, Stratton SJ, Cruz B, Lewis RJ. Outcome of out-of-hospital postcountershock asystole and pulseless electrical activity versus primary asystole and pulseless electrical activity. *Crit Care Med* 2001; 29(12): 2366-70.
- [80] Vilke GM, Theodore CC, Dunford JV, Metz M, Ochs G, Smith A et al. The three-phase model of cardiac arrest as applied to ventricular fibrillation in a large, urban emergency medical services system. *Resuscitation* 2005; 64: 341-6.
- [81] Knobelsdorff G, Reifferscheid F, Straakholder TM, Wirtz S, Tonner PH. Welche Medikamente werden nach den Empfehlungen des European Resuscitation Council aus dem Jahr 2000 zur kardiopulmonalen Reanimation im Rettungsdienst gegeben? *Der Notarzt* 2005; 21: 4-9.
- [82] Sefrin P. Reanimation unter besonderen Bedingungen. *Der Notarzt* 2003; 19(April 2003): 59-63.
- [83] Berger K, Göpfert A, Berkel H, . Reanimation bei Polytrauma. *Anasth Intensivther Notfallmed* 1996; 31: 187-90.
- [84] Bouillon B, Walther T, Krämer M, Neugebauer E. Trauma und Herz-Kreislaufstillstand; 224 präklinische Reanimationen in Köln von 1987 - 1990. *Der Anästhesist* 1994; 43(12): 786-90.
- [85] Hopson LR, Hirsh E, Delgado J, Domeier RM, McSwain NE, Jr., Krohmer J. Guidelines for withholding or termination of resuscitation in prehospital traumatic cardiopulmonary arrest: a joint position paper from the National Association of EMS Physicians Standards and Clinical Practice Committee and the American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care* 2003; 7(1): 141-6.
- [86] Shimazu S, Shatney CH. Outcomes of trauma patients with no vital signs on hospital admission. *J Trauma* 1983; 23(3): 213-6.
- [87] Rosemurgy AS, Norris PA, Olson SM, Hurst JM, Albrink MH. Prehospital traumatic cardiac arrest: the cost of futility. *J Trauma* 1993; 35(3): 468-73.
- [88] Fulton RL, Voigt WJ, Hilakos AS. Confusion surrounding the treatment of traumatic cardiac arrest. *Journal of the American College of Surgeons* 1995; 181(3): 209-14.
- [89] Pasquale MD, Rhodes M, Cipolle MD, Hanley T, Wasser T. Defining "dead on arrival": impact on a level I trauma center. *J Trauma* 1996; 41(4): 726-30.
- [90] Stratton SJ, Brickett K, Crammer T. Prehospital pulseless, unconscious penetrating trauma victims: field assessments associated with survival. *J Trauma* 1998; 45(1): 96-100.

- [91] Battistella FD, Nugent W, Owings JT, Anderson JT. Field triage of the pulseless trauma patient. *Archives of surgery* 1999; 134(7): 742-5.
- [92] Pickens JJ, Copass MK, Bulger EM. Trauma Patients Receiving CPR: Predictors of Survival. *J Trauma* 2005; 58(5): 951-8.
- [93] Cobb LA, Fahrenbruch C, Olsufka M, Copass MK. Changing Incidence of Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation. *JAMA* 2002; 288(18): 3008-13.
- [94] Kuisma M, Repo J, Alaspaa A. The incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation in Helsinki, Finland, from 1994 to 1999. *The Lancet* 2001; 358: 473-4.
- [95] Herlitz J, Andersson E, Bang A, Engdahl J, Lindqvist J, Karlson BW, Waagstein L. Experiences from treatment of out-of-hospital cardiac arrest during 17 years in Göteborg. *European Heart Journal* 2000; 21: 1251-8.
- [96] Faddy SC, Powell J, Craig JC. Biphasic and monophasic shocks for transthoracic defibrillation: a meta analysis of randomized controlled trials. *Resuscitation* 2003; 58: 9-16.
- [97] Krismer A, Wenzel V, Mayr VD, Voelckel WG, Strohmenger H-U, Lindner KH. Pharmakotherapie bei der kardiopulmonalen Reanimation. *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 2001; 38(676): 689.
- [98] Woodhouse S, Cox S, Boyd P, Weber M. High dose and standard dose adrenalin do not alter survival, compared with placebo, in cardiac arrest. *Resuscitation* 1995; 30: 243-9.
- [99] Li X, Fu Q, Jing X, Li Y, Zhan H, Ma Z, Liao X. A meta-analysis of cardiopulmonary resuscitation with and without the administration of thrombolytic agents. *Resuscitation* 2006; 70: 31-6.
- [100] Ohshige K, Shimazaki S, Hirasawa H, Nakamura M, Kin H, Fujii C et al. Evaluation of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with resuscitative drugs: a prospective study in Japan. *Resuscitation* 2005; 66: 51-63.
- [101] Jacobs I, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: A randomized trial. *Emergency Medicine Australasia* 2005; 17: 39-45.
- [102] Lui JC. Evaluation of the use of automatic external defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest in Hong Kong. *Resuscitation* 1999; 41(2): 113-9.
- [103] 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(3): 157-67.
- [104] Layon AJ, Gabrielli A, Goldfeder BW, Hevia A, Idris AH. Utstein style analysis of rural out-of-hospital cardiac arrest [OOHCA]: total cardiopulmonary resuscitation (CPR) time inversely correlates with hospital discharge rate. *Resuscitation* 2003; 56(1): 59-66.
- [105] Dowie R, Campbell H, Donohoe R, Clarke P. 'Event tree' analysis of out-of-hospital cardiac arrest data: confirming the importance of bystander CPR. *Resuscitation* 2003; 56(2): 173-81.
- [106] Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARREST). *Resuscitation* 2001; 50(3): 273-9.

- [107] Schlechtriemen T, Lackner C, Moecke H, Stratmann D, Altemeyer K. Flächendeckende Notfallversorgung - Sicherstellung mit welchen Strukturen - 8. Leinsweiler Gespräche der agsw n e.V. mit INM, IfN und BAND, 4.-5- Juli 2003. *Der Notarzt* 2004; 20: 20-9.
- [108] Gräsner J-T, Fischer M, Altemeyer K, Bahr J, Böttiger BW, Dörge s V et al. Nationales Reanimationsregister - Strukturierte Datenerfassung mit dem DGAI-Reanimationsdatensatz "Erstversorgung". *Notfall & Rettungsmedizin* 2005; 8: 112-5.
- [109] Messelken M, Schlechtriemen T. Der minimale Notarzt datensatz MIND2. *Notfall & Rettungsmedizin* 2003; 6: 189-92.
- [110] Nichol G, Steen P, Herlitz J, Morrison LJ, Jacobs I, Ornato JP et al. International Resuscitation Network Registry: design, rationale and preliminary results. *Resuscitation* 2005; 65: 165-277.
- [111] Schneider T, Wolcke B, Liebrich A, Kanz KG, Dick W. New aspects of electric defibrillation. *Der Anästhesist* 1998; 47(4): 320-9.
- [112] Priori SG, Bossaert L, Chamberlain D, Napolitano C, Arntz HR, Koster RW et al. Policy statement; ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AED's) in Europe. *Resuscitation* 2004; 60: 245-52.
- [113] Hallstrom AP, Cobb LA, Johnson E, Copass MK. Dispatcher assisted CPR: implementation and potential benefit. A 12-year study. *Resuscitation* 2003; 57(2): 123-9.
- [114] Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 2002; 347(16): 1242-7.
- [115] Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000; 343(17): 1206-9.
- [116] 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(2): 97-104.
- [117] Urban B, Ruppert M. Neue Studien zur Public Access Defibrillation. *Notfall & Rettungsmedizin* 2005; 1(8): 57-9.
- [118] Capucci A, Aschieri D. Results of early defibrillation program in Piacenza. *Minerva Anestesiol* 2003; 69(5): 353-6.
- [119] Schlechtriemen T, Wolcke B. Neue Studien zur Public Access Defibrillation. *Notfall & Rettungsmedizin* 2005; 1(8): 57-9.
- [120] Culley LL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public access defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a community-based study. *Circulation* 2004; 109: 1859-63.
- [121] Bradley RN, Hamilton W, Boyle M, Schoenst ein L. Public Access Defibrillation Programs without Training Are Ineffective. *Acad Emerg Med* 2003; 10(5): 502-3.
- [122] Eisenberg MS, Moore J, Cummins RO, Andresen E, Litwin PE, Hallstrom AP, Hearne T. Use of the automatic external defibrillator in homes of survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Am J Cardiol* 1989; 63(7): 443-6.

- [123] Jorgenson D, Skarr T, Russell JK, Snyder DE, Uhrbrock K. AED use in businesses, public facilities and homes by minimally trained first responders. *Resuscitation* 2003; 59: 225-33.
- [124] Brown J, Kellermann A. The shocking truth about automated external defibrillators. *JAMA* 2000; 284(11): 1438-41.
- [125] Eisenberg M. Is it time for over-the-counter defibrillators. *JAMA* 2000; 284(11): 1435-8.
- [126] Eftestol T, Sunde K, Aase SO, Husoy JH, Steen P. Probability of successful defibrillation as a monitor during CPR in out-of-hospital cardiac arrested patients. *Resuscitation* 2001; 48: 245-54.
- [127] Eftestol T, Wik L, Sunde K, Steen P. Effects of cardiopulmonary resuscitation on predictors of ventricular fibrillation defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2004; 110: 10-5.
- [128] Hostler D, Guimond G, Callaway C. A comparison of CPR delivery with various compression-to-ventilation ratios during two-rescuer CPR. *Resuscitation* 2005; 65: 325-8.
- [129] Hallstrom AP, Cobb LA, Johnson E, Copass MK. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 2000; 342(21): 1546-53.
- [130] Markstaller K, Eberle B, Dick W. Kardiopulmonale Reanimation "oben ohne" - Mode oder Wissenschaft? *Der Anästhesist* 2004; 53: 927-36.
- [131] Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Böttiger BW, Smith G. European Resuscitation Council Guidelines für Resuscitation 2005 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005; 67(S1): S39-S86.
- [132] Krep H, Mamier M, Breil M, Heister U, Fischer M, Hoeft A. Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with the AutoPulse system: A retrospective observational study with a new load-distributing band chest compression device. *Resuscitation* 2007; 73: 86-95.
- [133] Fleischhackl R, Losert H, Haugk M, Eisenburger Ph, Sterz F, Laggner AN, Herkner H. Differing operational outcomes with six commercially available automates external defibrillators. *Resuscitation* 2004; 62: 167-74.
- [134] van Alem AP, Sanou BT, Koster RW. Interruption of cardiopulmonary resuscitation with the use of the automated external defibrillator in out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2003; 42(4): 449-57.
- [135] Bottiger BW, Groeben H, Heine J. Notfallmedizin - verbessertes Überleben bei Herz-Kreislaufstillstand durch neue Konzepte und Therapieverfahren. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2003; 38(1): 63-7.
- [136] The Hypothermia after cardiac arrest Study Group. Mild Therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2002; 346(8): 549-56.
- [137] Bernhard S, Gray TG, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, Smith K. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* 2002; 346(8): 557-63.
- [138] Nolan J, Morley PT, Hoek V, Hickey RW. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest - an advisory statement by the advanced life support task force of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2003; 108: 118-21.

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Chain of Survival [18]	10
Abbildung 2: Einsatzprotokoll Frühdefibrillation in Version 1	26
Abbildung 3: Einsatzprotokolle Frühdefibrillation in Version 2 und 3	26
Abbildung 4: Dokumentationsbogen Reanimation der Berufsfeuerwehr München	27
Abbildung 5: Ausdruck der Ereignisdokumentation durch das Lifepak 12	28
Abbildung 6: Anzahl der Reanimationseinsätze des Arbeiter-Samariter-Bundes 2000-2004	41
Abbildung 7: Altersverteilung der Reanimationspatienten	42
Abbildung 8: Geschlechterverteilung der Reanimationspatienten	42
Abbildung 9: Zeitliche Verteilung der Notrufe	43
Abbildung 10: Zeitliche Verteilung Tag / Nacht	43
Abbildung 11: Primäre / Sekundäre Notarztalarmierung	44
Abbildung 12: Verteilung der Meldebilder nach Kategorien	46
Abbildung 13: Ursachen des Kreislaufstillstandes	46
Abbildung 14: Anfahrtszeiten Rettungswagen	47
Abbildung 15: Anfahrtszeiten Notarzt	48
Abbildung 16: Vorsprung Rettungswagen gegenüber Notarzt	48
Abbildung 17: Kumulative Darstellung der Anfahrtszeiten Rettungswagen und Notarzt	49
Abbildung 18: Anfahrtszeiten Rettungswagen (primär)	50
Abbildung 19: Anfahrtszeiten Notarzt (primär)	50
Abbildung 20: Vorsprung Rettungswagen bei primärem Notarztalarm	50
Abbildung 21: Wurden Erste Hilfe Maßnahmen durchgeführt?	52
Abbildung 22: Wurde der Kollaps beobachtet?	52
Abbildung 23: EKG-Initialbefund	53
Abbildung 24: Veränderung: Häufigkeit der EKG-Initialbefunde im Beobachtungsintervall	54
Abbildung 25: Verlauf der Reanimation	56
Abbildung 26: Primäres Überleben	57
Abbildung 27: Zustand des Patienten während des Transportes	57
Abbildung 28: Häufigkeit medizinischer Komplikationen	59
Abbildung 29: Häufigkeit organisatorischer Komplikationen	59
Abbildung 30: Häufigkeit "Komplikationen Material"	60
Abbildung 31: Anzahl der Komplikationen	60
Abbildung 32: Reanimationseinsätze Berufsfeuerwehr München 2000-2004	62
Abbildung 33: Zeitspanne Notruf bis Ausrücken des Rettungswagens	64
Abbildung 34: Unterschiede in der Angabe des Zeitvorteils ASB gegenüber BF	65
Abbildung 35: Unterschiede in den Altersangaben ASB gegenüber BF	66
Abbildung 36: EKG-Rhythmus mit absoluten Häufigkeiten nach erster Defibrillation (n=143)	73
Abbildung 37: Überlebens-Quote nach Altersgruppen	74

Abbildung 38: Überlebensquote nach Uhrzeit	75
Abbildung 39: Zusammenhang Meldebild mit Überlebensquote	76
Abbildung 40: Zusammenhang Vorsprung Rettungsdienst mit Überlebensquote	77
Abbildung 41: Zusammenhang "Kollaps beobachtet" mit Überlebensquote	78
Abbildung 42: Zusammenhang Erste-Hilfe-Maßnahmen mit Überlebensquote	78
Abbildung 43: Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Überlebensquote	79
Abbildung 44: Zusammenhang Schrittmachertherapie mit Überlebensquote	82
Abbildung 45: Zusammenhang Intubation mit Überlebensquote	83
Abbildung 46: Überleben und Intubation Rettungsdienst	83
Abbildung 47: Überleben und Intubation Notarzt	84
Abbildung 48: Zusammenhang Venenzugang mit Überlebensquote	84
Abbildung 49: Überleben und Zugang Rettungsdienst	85
Abbildung 50: Überleben und Zugang Notarzt	85
Abbildung 51: Zusammenhang Arzt des Defibrillationsimpulses mit Überlebensquote	86
Abbildung 52: Zusammenhang endobronchiale Adrenalingabe mit Überlebensquote	87
Abbildung 53: Zusammenhang intravenöse Adrenalingabe mit Überlebensquote	88
Abbildung 54: Zusammenhang Adrenalingabe mit Überlebensquote	88
Abbildung 55: Zusammenhang Magnesiumgabe durch Notarzt mit Überlebensquote	89
Abbildung 56: Zusammenhang Vollelektrolytlösung durch Rettungsdienst mit Überleben	89
Abbildung 57: Zusammenhang Vollelektrolytlösung durch Notarzt mit Überleben	90
Abbildung 58: Zusammenhang Aspiration mit Überlebensquote	93
Abbildung 59: Zusammenhang "Sauerstoff leer" mit Überlebensquote	93
Abbildung 60: Zusammenhang Häufigkeit medizinischer Komplikationen mit Überleben	94
Abbildung 61: Zusammenhang Häufigkeit organisatorischer Komplikationen mit Überleben	94
Abbildung 62: Zusammenhang "Komplikationen Material" mit Überleben	95
Abbildung 63: Zusammenhang Zahl der Komplikationen mit Überlebensquote	96
Abbildung 64: Zusammenhang "Räumliche Enge" mit Überlebensquote	97
Abbildung 65: Utstein-Style 1	98
Abbildung 66: Utstein-Style 2	98
Abbildung 67: Häufigkeit Defibrillatoreinsatz nach Gerätetyp	99
Abbildung 68: Häufigkeit Defibrillatoreinsatz im Beobachtungsintervall	101
Abbildung 69: Zusammenhang Bogenversion mit Defibrillator-Typ	101
Abbildung 70: Zusammenhang Altersgruppen mit Defibrillator-Typ	102
Abbildung 71: : Zusammenhang Merkmal mit Defibrillator-Typ	103
Abbildung 72: : Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Defibrillator-Typ	103
Abbildung 73: Zusammenhang Halbautomatische Defibrillation mit Defibrillator-Typ	104
Abbildung 74: Zusammenhang Halbautom. Defibrillation durch RTW mit Defibrillatortyp	104
Abbildung 75: Zusammenhang Halbautom. Defibrillation durch NA mit Defibrillatortyp	104
Abbildung 76: Zusammenhang Defibrillator-Typ mit Überlebensquote	105
Abbildung 77: Zusammenhang Anzahl der Komplikationen mit Defibrillator-Typ	106
Abbildung 78: Zusammenhang Häufigkeit med. Komplikationen mit Defibrillator-Typ	106

Abbildung 79: Zusammenhang Häufigkeit org. Komplikationen mit Defibrillator-Typ	107
Abbildung 80: Zusammenhang Häufigkeit "Komplikationen Material" mit Defibrillator-Typ	107
Abbildung 81: Zusammenhang Altersgruppen mit Initialrhythmus	110
Abbildung 82: Zusammenhang Geschlecht mit Initialrhythmus	110
Abbildung 83: Zusammenhang Meldebild mit Initialrhythmus	111
Abbildung 84: Zusammenhang Ursache mit Initialrhythmus	112
Abbildung 85: Zusammenhang "Erste Hilfe Maßnahmen" mit Initialrhythmus	112
Abbildung 86: Zusammenhang Schrittmachertherapie mit Initialrhythmus	113
Abbildung 87: Zusammenhang Adrenalingabe mit Initialrhythmus	114
Abbildung 88: Zusammenhang Adrenalin endobronchial und Initialrhythmus	114
Abbildung 89: Zusammenhang Adrenalin intravenös und Initialrhythmus	115
Abbildung 90: Zusammenhang Cordarex-Gabe mit Initialrhythmus	115
Abbildung 91: Zusammenhang Bogenversion mit Eintritt von Komplikationen	117
Abbildung 92: Zusammenhang Defibrillatortyp mit Eintritt von Komplikationen	117
Abbildung 93: Zusammenhang Meldebild mit Eintritt von Komplikationen	118
Abbildung 94: Zusammenhang EKG-Initialbefund mit Eintritt von Komplikationen	119
Abbildung 95: Zusammenhang Intubation mit Eintritt von Komplikationen	120
Abbildung 96: Intubation durch Rettungsdienst mit Eintritt von Komplikationen	120
Abbildung 97: Intubation durch Notarzt mit Eintritt von Komplikationen	120
Abbildung 98: Zusammenhang Venenzugang mit Eintritt von Komplikationen	121
Abbildung 99: Zusammenhang Venenzugang durch RTW mit Eintritt von Komplikationen	121
Abbildung 100: Zusammenhang Venenzugang durch NA mit Eintritt von Komplikationen	122
Abbildung 101: Zusammenhang Adrenalingabe mit Eintritt von Komplikationen	122
Abbildung 102: Zusammenhang Adrenalingabe e.b. mit Eintritt von Komplikationen	123
Abbildung 103: Zusammenhang Adrenalingabe i.v. mit Eintritt von Komplikationen	123
Abbildung 104: Zusammenhang Vollelektrolytlösung mit Eintritt von Komplikationen	124
Abbildung 105: Einsatzprotokoll Frühdefibrillation in Version 4	146
Abbildung 106: Online-Fragebogen	147

12. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Felix Franz JONAS
Geburtsdatum 29. August 1973
Geburtsort Starnberg
Anschrift Ganzenmüllerstr. 29, 80999 München
Familienstand verheiratet
Kinder 3 Söhne

Schulbildung

1980 – 1984 Grundschule Germlinden
1984 – 1991 Louise-Schroeder-Gymnasium
1991 – 1993 Gymnasium München/Moosach

Zivildienst

1993 – 1994 Zivildienst beim Malteser Hilfsdienst München Stadt

Hochschulausbildung

1994 – 2001 Universität Regensburg: Studiengang Humanmedizin

Klinischer Tätigkeitsbereich

2002-2003 Arzt im Praktikum Krankenhaus München-Schwabing
2003-2005 Assistenzarzt Krankenhaus München-Schwabing
2005-2007 Weiterbildungsassistent in der Hausarztpraxis Dres. Nürnberger in Neuesting
seit 2008 Vertragsarzt in der Gemeinschaftspraxis Jonas und Kampmann in Neuesting

Berufliche Nebentätigkeiten

1994-2003 Tätigkeit im Rettungsdienst für die Firma Aicher Ambulanz Union
Seit 1994 Ehrenamtlich Tätigkeit beim Malteser Hilfsdienst München / Regensburg

Sonstige Kenntnisse

Rettungsdienst Ausbildung zum Rettungssanitäter
Ausbildung in der Krisenintervention im Rettungsdienst
Ausbildung an automatischen externen Defibrillatoren (AED's)
Erwerb des Fachkundenachweises Notfallmedizin in Berchtesgaden
Sprachen Englisch

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Uwe Kreimeier für wissenschaftliche Anregungen und Unterstützung.

Ich danke Herrn Dr. med. Josef Assal für die gute Zusammenarbeit und die Überlassung des Themas.

Herrn Dr. Christian Keller vom Arbeiter-Samariter-Bund München danke ich für die unkomplizierte und freundschaftliche Zusammenarbeit sowie kritische Durchsicht meines Manuskriptes.

Dem Arbeiter-Samariter-Bund München, insbesondere Herrn Klaus Kollenberger und Herrn Peter Kleber, danke ich für die freundliche Unterstützung und Überlassung des Studienmaterials für diese Arbeit.

Ich danke Frau Andrea Hinkelmann für die unermüdliche Aufmunterung und den freundlichen Beistand.

Besonders bedanken will ich mich bei meiner Familie und meinem Praxiskollegen Dr. med. Philip Kampmann. Ohne ihre Geduld, Rücksicht und Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.