

Aus der Abteilung Anaesthesiologie
(Prof. Dr. med. M. Quintel)
im Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Überleben nach prähospitalen Kreislaufstillstand

Eine regionale *outcome*-Analyse von 1998-2009

INAUGURAL DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen
vorgelegt von

Alexander Stumpf
aus

Neustadt an der Weinstraße

Göttingen 2013

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

I. Berichterstatter: Prof. Dr. med. M. Quintel

II. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. F. Edelmann

III. Berichterstatter: Prof. Dr. sc. hum. T. Friede

Tag der mündlichen Prüfung: 10.09.2013

INHALTSVERZEICHNIS

I	Abbildungsverzeichnis	5
II	Abkürzungsverzeichnis	6
1	Einleitung	7
1.1	Der plötzliche Herztod	7
1.2	Leitlinien zur Reanimation	8
1.3	Überleben nach Reanimation	9
1.4	Die Leitlinien der Reanimation 1998, 2000 und 2005	9
1.4.1	Leitlinien der Reanimation 1998	9
1.4.2	Leitlinien der Reanimation 2000	13
1.4.3	Leitlinien der Reanimation 2005	16
1.5	Ziel der Leitlinienänderungen	19
1.6	Fragestellung	20
2	Material und Methoden	22
2.1	Datengrundlage	22
2.2	Datensätze	23
2.3	Datenbank	26
2.3.1	Beispieldatenbank	27
2.4	Vorgehensweise	29
2.4.1	Gesamte Datenanalyse	29
2.4.2	Detailliertes Vorgehen	31
2.4.3	Zusatzanalyse	34
2.4.4	Statistische Methodik	34
3	Ergebnisse	35
3.1	Grundlage der Datenanalyse	35
3.1.1	Alle verwendeten Datensätze	35
3.1.2	Reanimationsverteilung	36
3.2	Teilkollektivanalyse der reanimierten Patienten	38
3.2.1	Grundvoraussetzung	38
3.2.2	Ursachenverteilung	40
3.2.3	Rhythmusanalyse	41
3.2.4	Setting Analyse	42
3.2.5	Prozessqualität	43
3.3	<i>Outcome</i> -Analyse	44
3.3.1	Return of spontaneous circulation-ROSC	44
3.3.2	Entlassungen	45
3.3.3	Neurologisches <i>outcome</i>	46
3.3.4	Leistungsbezogenes <i>outcome</i>	47
3.4	Zusatz	48
3.4.1	Genauere Zeitanalyse von 2000 bis 2005	48

		4
4	Diskussion	50
4.1	Analyse der Ausgangsbedingungen	52
4.2	Ausgangsbedingungen und Rhythmusanalyse	54
4.3	<i>outcome</i> -Analyse	56
4.3.1	Zusatzanalyse	61
4.3.2	Schlussfolgerung und Ausblick	62
5	Zusammenfassung	63
6	Anhang	64
6.1	Anhang 1	64
6.2	Anhang 2	65
7	Literaturverzeichnis	68

I ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Leitlinien 1998 _____	12
Abbildung 2: Leitlinien 2000 _____	15
Abbildung 3: Leitlinien 2005 _____	19
Abbildung 4: Beispieldatenbank _____	27
Abbildung 5: Methodik / I _____	31
Abbildung 6: Methodik / II _____	32
Abbildung 7: Methodik / III _____	33
Abbildung 8: Datengrundlage _____	35
Abbildung 9: Reanimationsverteilung _____	36
Abbildung 10 Inzidenzen der begonnenen Reanimationen _____	37
Abbildung 11: Alter der reanimierten Patienten _____	38
Abbildung 12: Geschlecht der reanimierten Patienten _____	39
Abbildung 13: Ursachenverteilung _____	40
Abbildung 14: Erster abgeleiteter Rhythmus _____	41
Abbildung 15: Patientenvoraussetzung _____	42
Abbildung 16: Prozessqualität _____	44
Abbildung 17: ROSC bei Reanimationsversuch _____	44
Abbildung 18: ROSC / Rhythmus _____	45
Abbildung 19: Entlassungen _____	46
Abbildung 20: Neurologisches <i>outcome</i> _____	47
Abbildung 21: Leistungsbezogenes <i>outcome</i> _____	48
Abbildung 22: Zusatzanalyse _____	49

II ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

(ALS)	Advanced life support
(BLS)	Basic life support
(CoSTR)	Consensus of Science with Treatment Recommendations
(CPC)	Cerebral Performance Category
(CPR)	Cardiopulmonary resuscitation (Herz-Lungen-Wiederbelebung)
(ERC)	European Resuscitation Council
(ILCOR)	International Liaison Committee on Resuscitation
(NACA-Score)	National Advisory Committee for Aeronautics (ursprünglich) → System zur Beurteilung und Eingruppierung von Notfällen
(OPC)	Overall Performance Category
(PEA)	Pulslose elektrische Aktivität
(pVT)	Ventricular tachycardia (pulslose Kammertachykardie)
(RED)	Rettungseinsatzdokumentationssystem
(ROSC)	Return of spontaneous circulation
(SQL)	Structured Query Language
(TCPA)	Traumatic cardiopulmonary arrest (Kreislaufstillstand in Folge eines Traumas)
(VF)	Ventricular fibrillation (Kammerflimmern)
(ZARI)	Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen

1 EINLEITUNG

1.1 Der plötzliche Herztod

Eine Erkrankung des Herz-Kreislauf-Systems ist die häufigste Todesursache in Deutschland. Im Jahr 2010 sind etwa 352.700 Menschen an den Folgen einer kardiovaskulären Erkrankung gestorben; das entspricht etwa 41 % aller Todesfälle. Dabei wird geschätzt, dass etwa ein Drittel der Betroffenen an einem plötzlichen Herztod stirbt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2010).

Bei etwa 70% der Patienten ereignet sich der plötzliche Herztod in häuslicher Umgebung und wird von Laien beobachtet. Daher könnten Ersthelfer in der Mehrzahl der Fälle sofort mit Wiederbelebungsmaßnahmen beginnen. Tatsächlich ist die Rate an Wiederbelebungsmaßnahmen durch Ersthelfer aber viel niedriger. In den meisten Fällen beginnt sogar erst der alarmierte Rettungsdienst mit Wiederbelebungsmaßnahmen. Diese Umstände tragen dazu bei, dass trotz Wiederbelebungsmaßnahmen nur wenige Patienten einen außerhalb des Krankenhauses erlittenen Herz-Kreislauf-Stillstand (*out-of-hospital cardiac arrest*, OHCA) mit einem so guten neurologischen Ergebnis überleben, dass ein selbst bestimmtes Leben wieder möglich ist.

Das angestrebte Therapieziel einer Reanimation ist aber die Reintegration der Patienten in das soziale Umfeld (SCHMIDBAUER et al. 2000). Der in der wissenschaftlichen Literatur verwendete Terminus des *outcome* meint im Sinne der Reintegration von Schmidbauer, dass ein Patient wieder in der Lage ist, ein selbstbestimmtes Leben zu führen. Allerdings wird eine Reanimation auch schon dann als erfolgreich bezeichnet, wenn es durch die Wiederbelebungsmaßnahmen zu einem Wiedereinsetzen eines Spontankreislaufes (*return of spontaneous circulation*, ROSC) gekommen ist. Obwohl ein ROSC die unbedingte Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiederbelebung darstellt, ist es nur der erste Schritt auf dem Weg zur Genesung nach erlebtem kardialen Arrest (DEAKIN et al. 2010). Denn ROSC bedeutet zunächst nur, dass ein Patient nach Reanimationsmaßnahmen einen eigenständigen und suffizienten Kreislauf für mindestens eine Minute entwickelt hat (ROBINSON et al. 2010), unabhängig davon, ob der Kreislauf längerfristig stabil bleibt oder der Patient das Bewusstsein im weiteren Verlauf jemals wiedererlangt.

1.2 Leitlinien zur Reanimation

Um zu erforschen, welche Maßnahmen der Wiederbelebung dazu beitragen, dass ein Kreislaufstillstand nicht nur überlebt, sondern auch mit gutem neurologischen *outcome* überlebt wird, wurde 1992 das *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR) gegründet. Dieses Komitee war für die nationalen Organisationen, die sich mit den Fragen der Herz-Lungen-Wiederbelebung beschäftigen, zunächst nur ein Forum. Man hatte sich aber auch das Ziel gesetzt, dass einheitliche Leitlinien für die Wiederbelebung formuliert werden sollen, die idealerweise für mehr als nur ein bestimmtes Land Gültigkeit haben (CHAMBERLAIN 2005).

Im Rahmen dieses Prozesses wurden 1992 erstmals die Leitlinien des *European Resuscitation Council* (ERC) für die erweiterten Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation veröffentlicht (CHAMBERLAIN et al. 1992). Die Veröffentlichung dieser Leitlinien war auch in Deutschland ein Meilenstein in der Behandlung des plötzlichen Herztodes. Erstmals hatten sich auf internationaler Ebene Experten auf ein einheitliches Vorgehen verständigt. Für jeden Helfer, egal ob Laienhelfer oder professioneller Helfer, gab es nun Vorgaben für ein standardisiertes Vorgehen.

Die Leitlinien haben dabei nicht nur das Ziel zu beschreiben, welche Maßnahmen wie durchgeführt werden sollen. Sie sollen zudem einfach zu lehren, einfach zu lernen und einfach erinnerbar sein. Damit soll erreicht werden, dass Laien und professionelle Helfer häufiger nach dem aktuellsten Stand der Wissenschaft Wiederbelebnungsmaßnahmen durchführen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen sich die Leitlinien an den neuesten und besten medizinischen Erkenntnissen orientieren, also möglichst evidenzbasiert formuliert sein (ROBERTSON et al. 1998). Daher wurden bereits im Juni 1996 und Mai 1998 aktualisierte Leitlinien publiziert.

Darüber hinaus ist eine „nationale Anpassung der europäischen Leitlinien, entsprechend ethischen, religiösen und medizinischen Voraussetzungen“ der jeweilig beteiligten Nationen möglich und vorgesehen (DICK, SCHUSTER 1998). Hierzu sind nationale und internationale Konferenzen notwendig, welche die wissenschaftlichen Fortschritte sowie die klinische Erfahrung der Teilnehmer (PARASKOS 1993) berücksichtigen.

Die ersten international gültigen Leitlinien des ILCOR, die den *Consensus of Science with Treatment Recommendations* (CoSTR) darstellen, wurden schließlich im August 2000 publiziert. Seither werden die Leitlinien im Sinne der CoSTR alle fünf Jahre aktualisiert und veröffentlicht, zuletzt im Dezember 2005 und im Oktober 2010 (DEAKIN et al. 2010). Die Leitlinienempfehlungen formulieren demnach die Maßnahmen, die

erstens dazu beitragen, das *outcome* von Patienten zu verbessern, und für die zweitens im besten Falle eine wissenschaftliche Evidenz existiert.

1.3 Überleben nach Reanimation

Im Rahmen der zuvor genannten Konferenzen wurde außerdem ein Standard zur Dokumentation über den plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstand beschlossen ('Utstein-Style'). Diese einheitliche Dokumentation ermöglicht die Analyse, um zu verstehen, unter welchen Bedingungen Patienten einen Herz-Kreislauf-Stillstand erleiden. Diese Dokumentation (CHAMBERLAIN, CUMMINS 1991) wird seither immer wieder in Teilen modifiziert (JACOBS et al. 2005), ist jedoch in ihrer Grundstruktur konstant geblieben. In der Erfassung wird den Kriterien besondere Bedeutung beigemessen, die einen wesentlichen Einfluss auf die Überlebenschance haben können: der Ort (zu Hause oder öffentlich), an dem sich ein Kreislaufstillstand ereignet hat, ob der Kollaps bezeugt wurde, ob Erstmaßnahmen durch Laienhelfer durchgeführt wurden, und die vermutete Ursache, die zum Kreislaufstillstand geführt hat. Mit dieser standardisierten Dokumentation wurde es möglich, die Überlebensraten nach Reanimationen in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Voraussetzungen und den verschiedenen Ursachen zu vergleichen.

Um erfassen zu können, ob das angestrebte Ziel der Reintegration erreicht werden konnte, wird nach primär erfolgreicher Reanimation die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit der Patienten mit Hilfe der Glasgow-Pittsburgh-*outcome*-Kategorien beurteilt. Diese unterscheidet zwischen der *Cerebral Performance Category* (CPC) und der *Overall Performance Category* (OPC). Die notwendige Einteilung in die jeweiligen Kategorien erfolgt meist bei Entlassung aus dem Krankenhaus und bei Langzeitüberlebenden nach einem Jahr (CHAMBERLAIN, CUMMINS 1991). Es gibt aber auch Untersuchungen, die das Überleben bereits nach einem Monat (HAYAKAWA et al. 2011) beurteilen.

1.4 Die Leitlinien der Reanimation 1998, 2000 und 2005

1.4.1 Leitlinien der Reanimation 1998

Den Leitlinien von 1998 entsprechend muss für die Diagnose eines Kreislaufstillstandes das Bewusstsein durch Reaktion auf Ansprache und Schütteln überprüft werden, die

Atemwege durch Anheben des Kinns sowie Überstrecken des Kopfes geöffnet und dabei beobachtet werden, ob Thorax-Exkursionen auf vorhandene Atembemühungen hinweisen. Schließlich soll überprüft werden, ob ein Karotispuls tastbar ist. Ist keine Atmung vorhanden, soll zwei Mal suffizient beatmet werden (HANDLEY et al. 1998). Diesen Maßnahmen folgt unter Umständen ein präkordialer Faustschlag, bevor mit Hilfe eines EKG-Monitors der Herzrhythmus analysiert wird. Mit Hilfe des Monitorings werden die Basismaßnahmen (*Basic Life Support*, BLS) mit den erweiterten, professionellen Maßnahmen (*Advanced Life Support*, ALS) verknüpft (ROBERTSON et al. 1998). Mit Hilfe der Rhythmusanalyse soll unterschieden werden, ob ein defibrillierbarer oder ein nicht-defibrillierbarer Rhythmus vorliegt. Wird ein defibrillierbarer Rhythmus, also ein Kammerflimmern (*ventricular fibrillation*, VF) oder eine pulslose Kammertachykardie (*ventricular tachycardia*, pVT) diagnostiziert, sollen nach den Defibrillationsversuchen für eine Minute Wiederbelebensmaßnahmen durchgeführt werden. Bei einem nicht-defibrillierbaren Rhythmus hingegen sollen für drei Minuten Wiederbelebensmaßnahmen durchgeführt werden. Nach jedem ein- bzw. dreiminütigen Zyklus werden Rhythmus und Kreislauf erneut überprüft.

1.4.1.1 Kardiopulmonale Reanimation

Nach den Leitlinien 1998 sollen ungefähr 100 Thoraxkompressionen pro Minute durchgeführt werden (HANDLEY et al. 1998). Für die Herzdruckmassage werden die Hände „drei Querfinger oberhalb des Xiphoids“ auf das Brustbein gelegt (AHNEFELD et al. 1991). Die „Drucktiefe beträgt fünf Zentimeter senkrecht zur Körperachse“ (AHNEFELD et al. 1991). Stehen zwei Helfer zur Verfügung, werden fünf Thoraxkompressionen im Wechsel mit einer Beatmung durchgeführt (HANDLEY et al. 1998).

1.4.1.2 Defibrillierbare Rhythmen

Ein Kammerflimmern oder eine pulslose Kammertachykardie werden unverzüglich nach der Feststellung defibrilliert. Falls notwendig, darf die Defibrillation zweimal wiederholt werden, also maximal drei Defibrillationen in Serie. Bei den ersten beiden Defibrillationen wird eine Energie von 200 Joule abgegeben. Danach soll jede weitere Defibrillation mit 360 Joule erfolgen. Diese Werte beziehen sich auf monophasische Defibrillationsimpulse. Anschließend wird, wie beschrieben, für eine Minute kardiopulmonal reanimiert. Abhängig vom dann ermittelten Rhythmus wird dem Algorithmus folgend entweder nach den Empfehlungen für defibrillierbare oder für nicht-defibrillierbare Rhythmen vorgegangen. Persistieren VF/pVT, entfallen die Rhythmus-

und Pulskontrolle und die Behandlung wird in beschriebener Weise wiederholt (ROBERTSON et al. 1998).

1.4.1.3 Nicht-defibrillierbare Rhythmen

Im Gegensatz zum Vorgehen bei defibrillierbaren Rhythmusstörungen wird bei einem nicht-defibrillierbaren Rhythmus die kardiopulmonale Reanimation über drei Minuten durchgeführt. Nach drei Minuten wird wiederum der Herzrhythmus reevaluiert und sich je nach Situation zwischen den Behandlungsmöglichkeiten entschieden (ROBERTSON et al. 1998).

1.4.1.4 Allgemeine Maßnahmen

Während der Reanimation sollte alle zwei bis drei Minuten und unabhängig von der zu Grunde liegenden Rhythmusstörung 1 mg Adrenalin verabreicht werden. Grundsätzlich sollte Adrenalin intravenös verabreicht werden, während die endobronchiale Gabe nur als Ausweichmöglichkeit genannt wird. Bei Asystolie wird auch Atropin, in einer einmaligen Dosierung von 3 mg, empfohlen (ROBERTSON et al. 1998).

Besonders betont wird die Beachtung von reversiblen Ursachen eines Kreislaufstillstandes. Im Einzelnen genannt sind Hypoxie, Hypovolämie, Hypo- oder Hyperkaliämie sowie Hypothermie. Weiterhin wichtig ist – wenn indiziert – die schnellstmögliche Behandlung eines Spannungspneumothorax, einer Herzbeutel-Tamponade, einer Intoxikation sowie eines vorliegenden thromboembolischen Gefäßverschlusses (abgekürzt als 4 H's und HITS) (ROBERTSON et al. 1998).

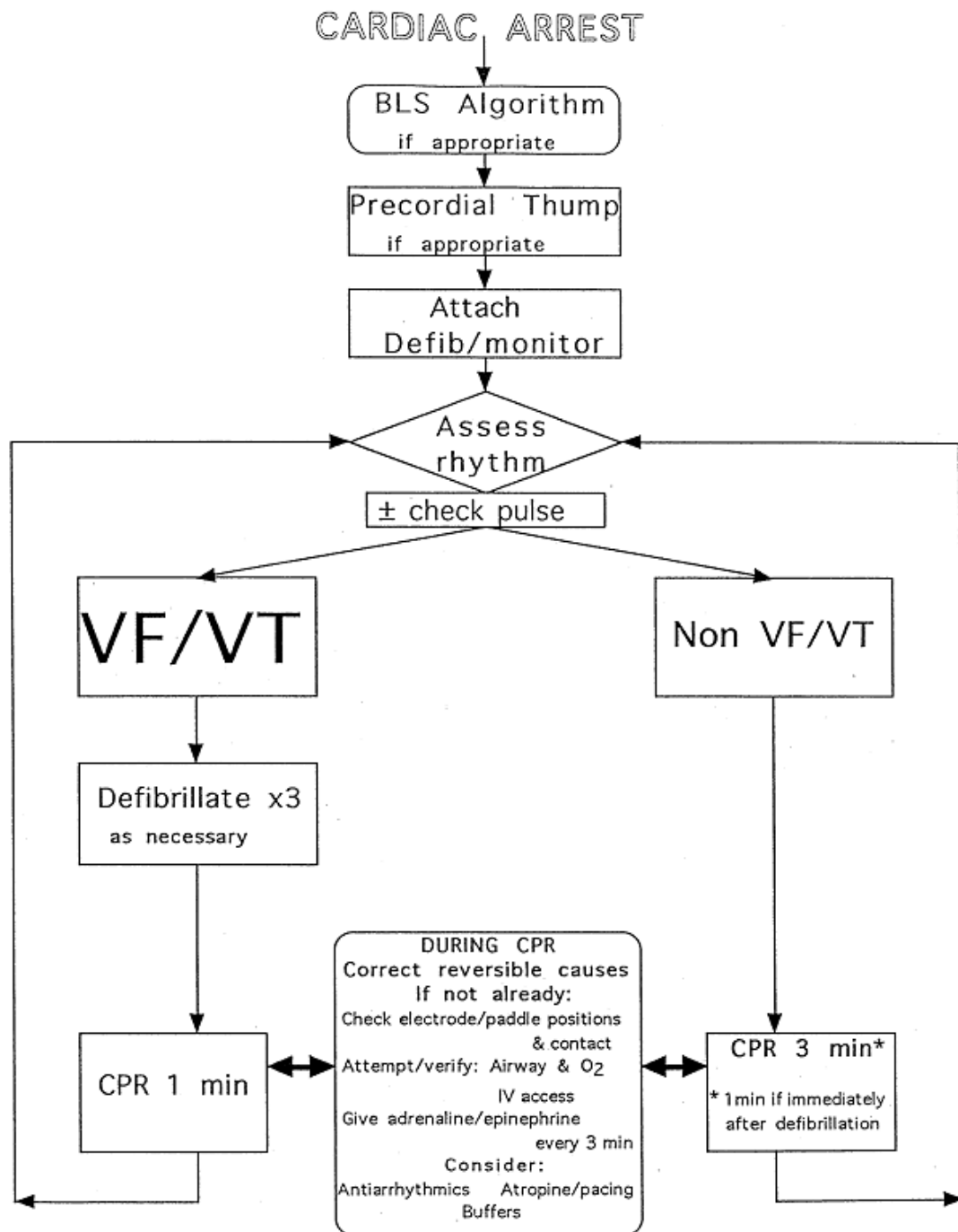


Abbildung 1: Leitlinien 1998
(ROBERTSON et al. 1998, S. 85)

1.4.2 Leitlinien der Reanimation 2000

In den Reanimationsleitlinien 2000 wird für professionelle Helfer das Tasten des Karotispulses noch erwähnt. Auch kann von professionellen Helfern bei beobachtetem Herzkreislauf-Stillstand und selbst ohne Monitorüberwachung ein präkordialer Faustschlag durchgeführt werden. Allerdings werden diesem Verfahren mehr als 30 Sekunden nach dem Kollaps keine Erfolgchancen mehr zugerechnet (DE LATORRE et al. 2001). Die Basismaßnahmen sollen keine Verzögerung einer notwendigen Defibrillation verursachen und entsprechen in großen Teilen den Empfehlungen von 1998.

Parallel zu den Basismaßnahmen der Wiederbelebung wird ein EKG-Monitor angeschlossen, damit der Herzrhythmus beurteilt werden kann. Zusätzlich sollen professionelle Helfer an der Arteria carotis den Puls tasten. Dies soll jedoch nicht länger als zehn Sekunden in Anspruch nehmen (DE LATORRE et al. 2001). Der zeitliche Ablauf der Reanimationsmaßnahmen bleibt entsprechend dem zu Grunde liegenden Herzrhythmus gleich. So wird bei einem hyperdynamen Kreislaufstillstand weiterhin für eine Minute kardiopulmonal reanimiert, während bei einem hypodynamen Kreislaufstillstand Wiederbelebungsmaßnahmen über drei Minuten folgen.

1.4.2.1 Kardiopulmonale Reanimation

Das Auffinden des Druckpunktes für eine effektive Herzdruckmassage wird auch in den 2000 veröffentlichten Leitlinien anhand eines festen Ablaufes empfohlen. Der Druckpunkt soll mit Hilfe des Rippenbogens gefunden werden, mit dessen Hilfe das als Landmarke verwendete Xiphoid problemlos getastet werden kann. Daraufhin soll sich der gesuchte Punkt zum Auflegen des Handballens zwei Finger breit oberhalb des Xiphoids befinden. Die zu erreichende Drucktiefe der Thoraxkompressionen soll nach ERC-Empfehlung vier bis fünf Zentimeter betragen, die einzuhaltende Frequenz beträgt jetzt fest 100 zu erreichende Thoraxkompressionen pro Minute (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2000a). Eine wichtige Änderung des ALS-Algorithmus betrifft das Verhältnis zwischen Herzdruckmassagen und durchgeführten Beatmungen. Während 1998 ein Verhältnis von 15 Herzdruckmassagen im Verhältnis zu zwei Beatmungen nur bei der Ein-Helfer-Methode empfohlen ist und bei der Zwei-Helfer-Methode im Verhältnis 5:1 reanimiert werden soll, wird nun grundsätzlich im Verhältnis 15 Kompressionen zu zwei Beatmungen reanimiert (HANDLEY et al. 1998, EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2000a).

1.4.2.2 Defibrillierbare Rhythmen

Die Behandlung eines hyperdynamen Kreislaufstillstandes beginnt weiterhin mit bis zu drei Defibrillationen in Folge, was insgesamt weniger als eine Minute in Anspruch nehmen soll. Weiterhin sollen bei Verwendung monophasischer Defibrillatoren die ersten beiden Defibrillationen mit 200 Joule erfolgen, während ab der dritten Defibrillation 360 Joule abgegeben werden (DE LATORRE et al. 2001). Die Empfehlung für biphasische Geräte ist bei wiederholt durchgeführten Defibrillationen eine Energiewahl von 200 Joule. Es wird außerdem auf das bessere Ansprechen der Patienten auf die biphasischen Defibrillatoren im Vergleich zu monophasischen Geräten hingewiesen (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2000b).

Die pharmakologische Intervention beginnt mit 1 mg Adrenalin nach den initialen Defibrillationen, wenn VF/pVT persistiert. Bevorzugt wird immer noch die intravenöse Darreichungsform, jedoch ist die endobronchiale Gabe von 2-3 mg in einem Verdünnungsverhältnis von 1:10.000 weiterhin eine mögliche Alternative. In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass trotz angestrebter Medikamentengabe die Zeit zwischen drittem und viertem Schock in keinem Fall länger als eine Minute betragen soll. Die Gabe von Adrenalin wiederholt sich in jedem Durchgang dieses Behandlungsschenkels circa alle zwei bis drei Minuten. 300 mg Amiodaron sollen nach der dritten erfolglosen Defibrillation und damit weiter bestehendem hyperdynamen Kreislaufstillstand gegeben werden (DE LATORRE et al. 2001).

1.4.2.3 Nicht-defibrillierbare Rhythmen

Bei einem hypodynamen Kreislaufstillstand wird die kardiopulmonale Reanimation im Verhältnis 15 Thoraxkompressionen zu zwei Beatmungen durchgeführt. So früh wie möglich soll 1 mg Adrenalin intravenös oder das entsprechende endobronchiale Äquivalent verabreicht werden. Auch 3 mg Atropin wird noch empfohlen. Alle drei Minuten wird der Rhythmus überprüft und entsprechend dem vorliegenden Rhythmus vorgegangen (DE LATORRE et al. 2001).

1.4.2.4 Allgemeine Maßnahmen

Die Suche nach den bereits 1998 formulierten reversiblen Ursachen, die einen Herz-Kreislauf-Stillstand (4 H's und HITS) ausgelöst haben können, wird 2000 in gleicher Weise betont.

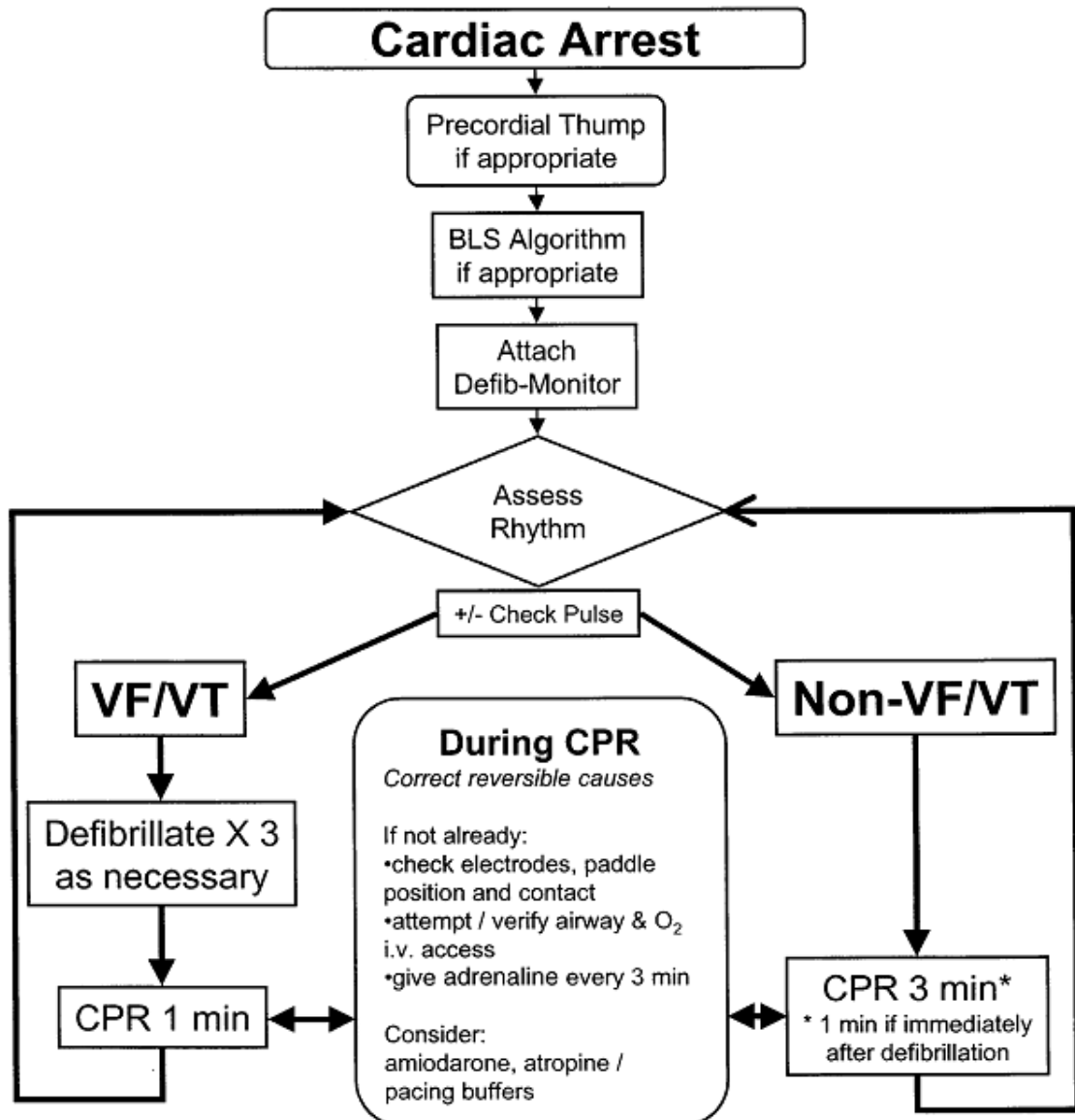


Abbildung 2: Leitlinien 2000

(DE LATORRE et al. 2001, S. 213)

1.4.2.5 Zusammenfassung der wichtigsten Änderungen im Jahr 2000

In den im Jahre 2000 veröffentlichten Leitlinien des ERC wird erstmals für Laien nicht mehr empfohlen, den Karotispuls zu tasten, um einen Kreislaufstillstand festzustellen. Als Begründung werden eine zu hohe Fehlerhäufigkeit sowie ein zu großer Zeitverlust (CUMMINS, HAZINSKI 2000) aufgeführt.

Weiterhin werden die ungefähr 100 Thoraxkompressionen pro Minute auf eine spezifische Anzahl von 100 Kompressionen pro Minute festgelegt. Diese sollen zusätzlich in einem neuen Kompressions-Ventilationsverhältnis von 15:2, anstatt 5:1, durchgeführt werden, egal ob in Ein-Helfer- oder Zwei-Helfer-Methode (CUMMINS, HAZINSKI 2000).

Pharmakologisch wird in der antiarrhythmischen Therapie das Hauptaugenmerk auf die Anwendung von Amiodaron gelegt, während die Wirksamkeit von Substanzen wie beispielsweise Lidocain in Frage gestellt wird (CUMMINS, HAZINSKI 2000).

1.4.3 Leitlinien der Reanimation 2005

Die so genannte Überlebenskette, also das Zusammenspiel von frühem Erkennen des Notfalls, Alarmierung des Rettungsdienstes, zeitig einsetzender Laienreanimation, schneller professioneller Hilfe und damit entsprechend früher Defibrillation (NOLAN 2005), wird in den Leitlinien 2005 besonders betont. Das Überleben der Patienten ist davon abhängig, wie gut diese Kettenglieder ineinander greifen (NOLAN 2005).

Die Änderungen der Empfehlungen zielen darauf ab, dass ein Kreislaufstillstand früher erkannt wird und die Wiederbelebungsmaßnahmen effektiver sind. Sind keine sicheren Zeichen des Lebens wie Bewegung oder normale Atmung erkennbar, wird mit den Wiederbelebungsmaßnahmen begonnen.

Die Änderungen bei den Wiederbelebungsmaßnahmen zielen darauf ab, mehr und effektivere Thoraxkompressionen durchzuführen.

1.4.3.1 Kardiopulmonale Reanimation

Eine maßgebliche Rolle im Zuge der Herz-Druckmassage wurde bisher bei Beginn der Wiederbelebungsmaßnahmen dem Auffinden des Druckpunktes zugesprochen. Hier findet 2005 eine deutliche Vereinfachung statt. Die Handballen sollen in der unteren Hälfte des Sternums aufgelegt werden (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006a). Als Anhaltspunkt des aufzufindenden Druckpunktes gilt die Mitte des Brustkorbes. Die zu erreichende Druckfrequenz bleibt bei 100/min und auch die Drucktiefe soll weiterhin bei vier bis fünf Zentimetern liegen. Zudem soll auf ein aktives Entlasten des Sternums während der Reanimationsmaßnahmen geachtet werden.

Die Anzahl der ohne Unterbrechung durchgeführten Thoraxkompressionen wird auf 30 erhöht, sodass nun 30:2, also 30 Thoraxkompressionen im Wechsel mit zwei Beatmungen durchgeführt werden (HANDLEY et al. 2005, EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006b). Die Maßnahmen werden so durchgeführt, unabhängig davon ob ein oder zwei Helfer reanimieren. Zudem ist der zeitliche Ablauf der Reanimationsmaßnahmen jetzt einheitlich. Es wird sowohl bei defibrillierbaren als auch bei nicht-defibrillierbaren Rhythmen nach der Rhythmusanalyse zwei Minuten ununterbrochen reanimiert, bevor Rhythmus und Kreislauf erneut überprüft werden.

1.4.3.2 Defibrillierbare Rhythmen

Bei der Defibrillation wird nun näher auf die möglichen Energieformen und Energiestufen eingegangen. Beim ersten Defibrillationsimpuls soll bei biphasischen Geräten eine Energie von 150 bis 200 Joule verwendet werden, während monophasisch sofort mit 360 Joule defibrilliert werden soll. Ohne zu überprüfen, ob es durch die Defibrillation zu einer Rhythmusänderung gekommen ist, werden zwei Minuten lang und ununterbrochen Thoraxkompressionen durchgeführt. Erst danach wird der Rhythmus wieder überprüft. Liegt weiter VF/pVT vor, wird biphasisch mit 150 bis zu 360 Joule, monophasisch weiter mit 360 Joule defibrilliert.

Unmittelbar vor dem dritten Schock soll 1 mg Adrenalin und vor dem vierten Schock 300 mg Amiodaron verabreicht werden. Die Adrenalingabe soll ab der ersten Gabe alle drei bis fünf Minuten erfolgen, also beim jeweils zweiten Durchlauf eines Reanimationszyklus (NOLAN et al. 2005). Als präklinisch wichtigste Möglichkeit zur Medikamentenapplikation wird weiterhin der intravenöse Zugang genannt, während eine Modifikation in der Beurteilung der Alternativen stattfindet. Hier wird dem intraossären Zugangsweg aufgrund besser zu erreichender Plasmaspiegel (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006c) ein höherer Stellenwert zugemessen. Die endobronchiale Gabe von Medikamenten soll absoluten Ausnahmefällen vorbehalten bleiben. Insgesamt wird auf eine enge Koordination von Herz-Lungen-Wiederbelebung (CPR) und Defibrillation (BUNDESÄRZTEKAMMER 2006), das heißt auf einen möglichst gering zu haltenden Zeitverlust bei der stetigen Durchführung der Thoraxkompressionen gesteigerter Wert gelegt.

1.4.3.3 Nicht-defibrillierbare Rhythmen

Bei Feststellung eines hypodynamen Kreislaufstillstandes ist unverzüglich mit einer im Verhältnis 30:2 durchzuführenden kardiopulmonalen Reanimation zu beginnen. Die Gabe von 1 mg Adrenalin und 3 mg Atropin erfolgen, sobald ein Applikationsweg für die Medikamente gefunden ist. Die Adrenalingabe wiederholt sich alle drei bis fünf Minuten (NOLAN et al. 2005).

1.4.3.4 Zusammenfassung der wichtigsten Änderungen

Die Empfehlungen der Leitlinien 2005 haben das Ziel, dass mehr Thoraxkompressionen ununterbrochen durchgeführt werden. Die so genannte *hands-off time* soll so kurz wie möglich sein, das heißt die Zeit ohne durchgeführte Thoraxkompressionen soll mini-

miert werden, damit möglichst wenig *no-flow*-Phasen entstehen, also Zeiten ohne jeglichen Kreislauf.

Daher beginnen die Basismaßnahmen der Wiederbelebung mit Thoraxkompressionen und nicht mehr mit der Beatmung (HANDLEY et al. 2005).

Außerdem findet eine weitere Vereinfachung der Druckpunktsuche zur durchzuführenden Thoraxkompressionen statt, indem sich die Empfehlung auf „Mitte des Brustkorbes“ (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006a) beschränkt. Thoraxkompressionen und Beatmung werden im Verhältnis 30:2 durchgeführt (NOLAN et al. 2005).

Auch werden keine drei Defibrillationen in unmittelbarer Abfolge mehr empfohlen. Vielmehr werden nach jeder Defibrillation zunächst für zwei Minuten Reanimationsmaßnahmen durchgeführt (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006b).

Der in den vergangenen Leitlinien 2000 noch erwähnte präkordiale Faustschlag findet im jetzigen Algorithmus keinen Platz mehr. Er kann jedoch bei beobachtetem beziehungsweise monitorüberwachtem Kreislaufstillstand innerhalb der ersten zehn Sekunden (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006b) weiterhin durchgeführt werden.

In der Wahl der bevorzugten Zugangswege zur Medikamentenapplikation findet bezüglich der Alternativen zur weiterhin als Standard definierten intravenösen Gabe ein Umdenken statt. Die endobronchiale Gabe wird zwar weiterhin genannt, allerdings wird eine intraossäre Medikamentengabe bevorzugt (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006c).

Pharmakologisch bleiben Adrenalin und Amiodaron die hauptsächlichen Mittel der Wahl bei hyperdynamen Kreislaufstillständen. Amiodaron wird weiterhin bei therapie-refraktären, hyperdynamen Rhythmen nach der dritten Defibrillation verabreicht. Während dies zuvor bei einer erfolglosen Dreierserie von Defibrillationen schon nach einer Minute der Fall war, vergehen jetzt allerdings drei Reanimationszyklen, also gut sechs Minuten, bis zur ersten Gabe. Die Medikation bei nicht-defibrillierbaren Rhythmen wird ebenfalls weiterhin mit Adrenalin und Atropin durchgeführt (NOLAN et al. 2005).

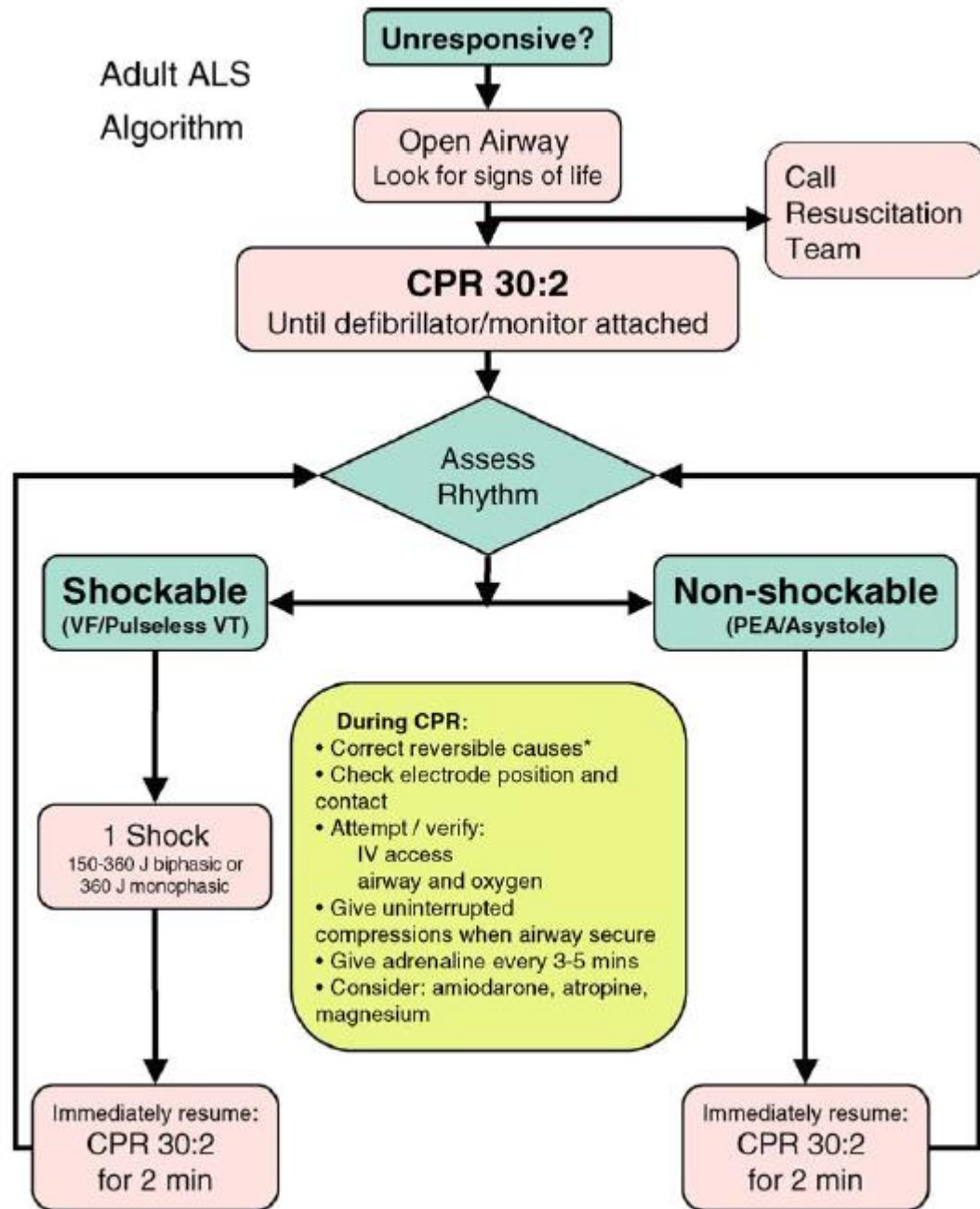


Abbildung 3: Leitlinien 2005
(NOLAN et al. 2005, S. 45)

1.5 Ziel der Leitlinienänderungen

Bei den Änderungen der Leitlinien 1998, 2000 und 2005 wurden Maßnahmen gestärkt, für die eine Evidenz ihres Nutzens nachgewiesen oder als wahrscheinlich angenommen werden konnte, wohingegen Maßnahmen, deren Nutzen unklar oder möglicherweise schädlich waren, nicht mehr oder nur sehr zurückhaltend empfohlen wurden.

Im Mittelpunkt der meisten Änderungen steht letztlich die Erkenntnis, die so genannte *no-flow-time*, die durch eine Unterbrechung der Herzdruckmassage entsteht (*hands-off-time*), zu minimieren. Ziel der Reanimationsmaßnahmen ist dabei stets, einen Minimalkreislauf zu erzeugen, bis es durch erweiterte Maßnahmen zum ROSC kommt. Die Änderungen des Kompressions-Ventilationsverhältnisses von 5:1 über 15:2 zu 30:2 stehen sinnbildlich für diese Entwicklung. Auch die längere Zyklusdauer beim defibrillierbaren Rhythmus (zwei Minuten statt einer Minute seit 2005) trägt dazu bei. Ein weiteres Beispiel für mehr Effektivität ist die Frequenz sowie die Drucktiefe der Thoraxkompressionen. Hier zeigt sich im Laufe der Jahre ein klarer Trend zu häufiger und vor allem tiefer durchzuführenden Kompressionen, was sich auch in den 2010 veröffentlichten Leitlinien weiter fortsetzt (DEAKIN et al. 2010). Im zeitlichen Verlauf findet weiterhin eine deutliche Vereinfachung im Ablauf der Reanimation statt. Das Aufsuchen des Druckpunktes zur Thoraxkompression wird im dritten zu beurteilenden Zeitraum der Leitlinien von 2005 nur noch als „Mitte des Brustkorbes“ (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2006a) beschrieben.

Darüber hinaus wird versucht die Memorierbarkeit der Leitlinien zu verbessern. Dies ist besonders an den seit 2005 gleich langen Zyklen von zwei Minuten erkennbar. Unabhängig davon, ob es sich um einen defibrillierbaren oder nicht-defibrillierbaren Rhythmus handelt, beträgt die Zeit von Thoraxkompressionen und Beatmung bis zur nächsten erneuten Rhythmuskontrolle stets zwei Minuten.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass das Hauptaugenmerk der Reanimation immer mehr auf mechanisch effektiv durchzuführenden Maßnahmen liegt, die sowohl für Laienhefeler als auch für professionelles Personal einfach zu lehren, einfach zu lernen und einfach erinnerbar sein sollen.

1.6 Fragestellung

Die vom ILCOR initiierten Leitlinienänderungen haben zum Ziel, das Überleben von Patienten, die einen Herz-Kreislauf-Stillstand erleiden, zu verbessern. Es sollen mehr Patienten mit einem guten neurologischen Ergebnis einen Kreislaufstillstand überleben. Dabei ist unklar, ob und wie sich das Überleben solcher Patienten durch die Änderungen der Leitlinien der Reanimation verbessert hat. Berichte von Patientengruppen unterschiedlicher Regionen oder Länder sind schwer vergleichbar, da zum einen die Bedingungen, unter denen Patienten einen präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand erlei-

den, und zum anderen die Umsetzung der empfohlenen Wiederbelebnungsmaßnahmen stark variieren können.

Vor diesem Hintergrund wurden alle Reanimationen, die präklinisch im Göttinger Rettungsdienst in einem zusammenhängenden Zeitraum von elf Jahren durchgeführt wurden, mit Blick auf folgende Fragen analysiert:

1. Haben sich die Bedingungen, unter denen es zu einem präklinischen Kreislaufstillstand gekommen ist, verändert?
2. Haben mehr Patienten mit einem besseren Ergebnis unter Berücksichtigung der jeweils angewandten Reanimationsleitlinien der Jahre 1998, 2000 und 2005 überlebt?

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Datengrundlage

Die Analyse des *outcome* nach präklinisch erlittenem Kreislaufstillstand wurde auf der Grundlage der folgenden Dokumentationssysteme durchgeführt:

1. Handschriftliche Dokumentation der jeweiligen Notarzteinsätze auf dem Göttinger Notarzt-Dokumentations-Einsatzbogen gemäß DIVI MIND 2 (Anhang 1)
2. Handschriftliche Dokumentation einer Reanimation nach dem Utstein-Style (Anhang 2)
3. Rettungseinsatzdokumentations- (RED) Datenbank des Zentrums Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen (ZARI)
4. Patientenakten der Patienten, die im Universitätsklinikum Göttingen behandelt wurden.

Ad 1)

Es ist gesetzliche Vorgabe, dass bei jedem Notarzteinsatz eine schriftliche Dokumentation in Papierform angefertigt werden muss (NREttDG §11). Diese Protokolle müssen einen vorgegebenen Datensatz (MIND 2, minimaler Notarzt Datensatz) erfassen. Die Originale der Protokolle sind Bestandteil der jeweiligen Patientenakten. Die Durchschläge der Protokolle werden beim Rettungsdienstträger archiviert. Für die bodengebundenen Notarzteinsätze ist dies die Stadt Göttingen. Diese Protokolle sind bei der Berufsfeuerwehr Göttingen archiviert. Für die Luftrettung ist das Land Niedersachsen der Träger, welches die Aufgabe an die DRF-Luftrettung übertragen hat, sodass hier die Protokolle bei der Rettungshubschrauberstation Christoph 44 archiviert sind.

Ad 2)

Jeder Notarzt ist per Dienstanweisung dazu verpflichtet, nach einer Reanimation eine detaillierte Dokumentation gemäß den Vorgaben des Utstein-Style (JACOBS et al 2005) durchzuführen. Auch der sogenannte *follow-up*-Bogen muss ausgefüllt werden, wenn eine Reanimation primär überlebt wird. Alle Daten aus diesem Bogen wurden durch einen Mitarbeiter des ZARI regelmäßig in eine Excel-Tabelle übertragen.

Ad 3)

Das sogenannte Rettungseinsatzdokumentationssystem (RED) ist ein vom ZARI entwickeltes Dokumentationsprogramm, in dem alle Notarzteinsätze, bei denen Notärzte des ZARI zum Einsatz kamen, von 1997 bis 2010 lückenlos dokumentiert wurden. Nach einem Notarzteinsatz wurden alle einsatztaktischen und medizinischen Daten über eine entsprechend gestaltete Benutzeroberfläche in eine Datenbank eingegeben. Da die Eingabe eines Einsatzes nur abgeschlossen werden kann, wenn der gesamte Datensatz vollständig eingegeben wird, steht eine komplette Datenbasis für alle Notarzteinsätze zur Verfügung. Mit Stand von 2010 sind circa 55.000 Notarzteinsätze erfasst.

Die Daten können mit Hilfe einer Abfrage über das Programm Microsoft Access 95 (Microsoft Cooperation, USA) extrahiert werden.

Ad 4)

Bei Patienten, die primär erfolgreich reanimiert werden konnten oder die unter laufenden Reanimationsmaßnahmen in eine Klinik eingeliefert wurden, konnten die Patientenakten eingesehen und damit der weitere Verlauf analysiert werden.

2.2 Datensätze

Aus den etwa 55.000 Datensätzen der im RED dokumentierten Notarzteinsätze wurden mit Hilfe einer Access Datenbankabfrage die Einsätze identifiziert, bei denen Patienten präklinisch einen Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten haben.

Hierzu wurden folgende Kriterien abgefragt:

- Pulslosigkeit (Wahr/Falsch)
- CPR (Wahr/Falsch)
- Herzdruckmassage (Wahr/Falsch)
- Rhythmus Erstbefund
 - Asystolie (Wahr/Falsch)
 - Kammerflimmern/VT (Wahr/Falsch)
 - PEA (Wahr/Falsch)
- Defibrillation (Wahr/Falsch)
- Todesfeststellung (Wahr/Falsch)
- Exitus (Am Einsatzort/keine Eingabe)
- NACA-Score VI oder VII.

Insgesamt konnten für den Zeitraum vom 01.01.1997 bis 28.02.2010 4262 Datensätze als Notarzteinsätze identifiziert werden, bei denen ein präklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand dokumentiert wurde.

Aus diesen Datensätzen wurden folgende Items in ein Excel-Datenblatt (Microsoft Excel 2003, Microsoft, USA) übertragen:

- Schlüsselnummer
- Einsatznummer
- Rettungsmittel
- Datum mit Uhrzeit (TT:MM:JJ; HH:MM)
- Name, Alter und Geburtsdatum des Patienten
- Einsatzort
- Alarm (HH:MM) und Ausrücken (HH:MM)
- Ankunft am Einsatzort
- Erstbehandlung (HH:MM)
- Pulslosigkeit (Wahr/Falsch)
- CPR (Wahr/Falsch)
- Herzdruckmassage (ja/nein)
- Rhythmus Erstbefund
 - Asystolie (Wahr/Falsch)
 - Kammerflimmern/VT (Wahr/Falsch)
 - PEA (Wahr/Falsch)
- Defibrillation (Wahr/Falsch)
- Ursache ‘Ertrinken’, ‘Kardial’, ‘Respiratorisch’, ‘Sonstige nicht kardial’, ‘Trauma’, ‘Unbekannt’
- Freitext Notfallgeschehen und Anamnese
- Verdachtsdiagnose
- Transportziel
- Abteilung
- Todesfeststellung (Wahr/Falsch)
- Exitus (Am Einsatzort/keine Eingabe)
- NACA-Score (VI oder VII)
- Arzt.

Im nächsten Schritt wurden die Datensätze einer Plausibilitätskontrolle unterzogen. Hierzu wurden die Datensätze betrachtet, bei denen Eingaben in einer Kombination gemacht worden waren, die nicht möglich sein konnten.

Erkennbar war dies, wenn:

- die Angaben zum Erstbefund nicht zu einem Herz-Kreislauf-Stillstand passten, aber die weiteren Angaben:
 - Erstbefund ‘Pulslos Falsch’, aber ‘NACA VI’ oder ‘NACA VII’
 - Erstbefund ‘Pulslos Falsch’, aber Rhythmus Erstbefund ‘Asystolie Wahr’ oder ‘Kammerflimmern/VT Wahr’ oder ‘PEA Wahr’
 - Erstbefund ‘Pulslos Falsch’ und ‘CPR Wahr’
 - Erstbefund ‘Pulslos Falsch’ und ‘Herzdruckmassage Wahr’
 - Erstbefund ‘Pulslos Falsch’ und ‘Exitus Am Einsatzort’
 - Rhythmus Erstbefund ‘Asystolie Wahr’ oder ‘Kammerflimmern Wahr’ oder ‘PEA Wahr’, aber ‘Herzdruckmassage Falsch’
- die Angaben zum Erstbefund zu einem Herz-Kreislauf-Stillstand passten, nicht aber die weiteren Angaben:
 - ‘Pulslos Wahr’, aber ‘NACA I’ bis ‘NACA V’
 - ‘Pulslos Wahr’, aber Rhythmus Erstbefund ‘Asystolie Falsch’ oder ‘Kammerflimmern/VT Falsch’ oder ‘PEA Falsch’
 - ‘Todesfeststellung Wahr’, aber ‘Exitus Falsch’
- die Angaben Wiederbelebensmaßnahmen dokumentierten, aber weitere Befunde nicht für einen Herz-Kreislauf-Stillstand sprachen:
 - ‘CPR Wahr’, aber ‘Rhythmus Asystolie Falsch’ oder ‘Rhythmus PEA Falsch’ oder ‘Rhythmus Kammerflimmern Falsch’
 - ‘Herzdruckmassage Wahr’, aber ‘Rhythmus Asystolie Falsch’ oder ‘Rhythmus PEA Falsch’ oder ‘Rhythmus Kammerflimmern Falsch’
 - ‘Herzdruckmassage Wahr’, aber ‘CPR Falsch’
 - ‘Herzdruckmassage Falsch’, aber ‘CPR wahr’
 - ‘Defibrillation wahr’, aber ‘Pulslos Falsch’
 - ‘CPR Wahr’ und NACA-Score nicht VI oder VII
 - ‘Herzdruckmassage Wahr’ und NACA-Score nicht VI oder VII
 - ‘Defibrillation Wahr’ und NACA-Score nicht VI oder VII.

Bei diesen strittigen Datensätzen konnte mit Hilfe der Angaben im ‘Freitext Notfallgeschehen und Anamnese’ oder ‘Verdachtsdiagnose’ erkannt werden, ob und gegebenenfalls welche Items nicht plausibel dokumentiert worden waren. Es war somit möglich, die Patienten genau zuzuordnen.

In dieser Untersuchung wurden nur die Reanimationen untersucht, bei denen Erwachsene einen Kreislaufstillstand aus innerer Ursache und nicht in Folge eines Traumas (*traumatic cardiopulmonary arrest*, TCPA) erlitten haben. Daher wurden alle Datensätze ausgeschlossen, bei denen die Patienten zum Zeitpunkt des Ereignisses jünger als 18 Jahre waren und bei denen als Ursache ‘Trauma’ angegeben war.

Fast alle Patienten nach einer Reanimation wurden im Universitätsklinikum Göttingen aufgenommen, sodass nur die innerklinischen Verläufe der Patienten weiter analysiert wurden, die primär im Universitätsklinikum Göttingen behandelt wurden. Die genannten Kriterien waren bei insgesamt 2234 von 4262 Patienten erfüllt, sodass diese Verläufe im Weiteren zu analysieren waren.

2.3 Datenbank

Die geänderten ERC-Reanimationsleitlinien wurden im Mai 1998, August 2000 und Dezember 2005 publiziert. Um überprüfen zu können, ob die Wiederbelebungsmaßnahmen bestimmter Leitlinien effektiver sind als die vorhergehender, wurden die Zeiträume ausgeschlossen, in denen nicht sichergestellt werden konnte, dass ausschließlich eine bestimmte Leitlinie bei den Wiederbelebungsversuchen zur Anwendung gekommen war. Da mit Einführung der ERC ALS-Kurse die Umsetzung seit 2002 schneller sichergestellt werden konnte, ist der Zeitraum der möglichen Überlappung der zur Anwendung gekommenen Leitlinien 2005 kürzer.

Letztendlich führte dies zu folgenden drei Analysezeiträumen:

- Zeitraum I: Januar 1998 – August 2000
- Zeitraum II: August 2001 – November 2005
- Zeitraum III: März 2006 – Dezember 2008.

Die identifizierten Datensätze der entsprechenden Zeiträume von erwachsenen Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand nicht traumatischer Ätiologie wurden zur Auswertung in eine *Structured Query Language* (SQL)-Datenbank überführt.

Structured Query Language (SQL) entspricht einer Datenbanksprache, bei der die Datenbasis bei formulierten Abfragen nicht verändert wird (LACKES, SIEPERMANN

2011). Die Sicherheit der Datengrundlage ist somit gewährleistet. Die Daten wurden entweder als 'bigint' oder 'varchar' Format in die Datenbank eingepflegt. 'Bigint' entsprach den numerisch erfassten Daten, während 'varchar' den Textdateien entsprach.

2.3.1 Beispieldatenbank

Zum besseren Verständnis von SQL soll im Folgenden das Beispiel einer kleinen, konstruierten Datenbank helfen. Gegeben sei eine Datenbank mit dem Namen 'Reanimation', anhand derer die genutzten SQL-Abfragen erklärt werden sollen:

Datenbank: Reanimation	Datum	Name	CPR_professionell = Reanimation	Todesfeststellung
1	15.07.1998	Name 1	Ja	Ja
2	03.03.2003	Name 2	Ja	Nein
3	10.11.2001	Name 3	Nein	Nein
4	01.01.2006	Name 4	Ja	Ja
5	04.05.2000	Name 5	Nein	Ja

Abbildung 4: Beispieldatenbank

Die in diesem Beispiel verwendeten vier Spalten 'Datum', 'Name', 'cpr_professionell' und 'Todesfeststellung' sind der original erstellten Datenbank nachempfunden. Alle Patienteninformationen der fünf Zeilen sind frei erfunden.

Das Grundprinzip der verwendeten Abfragemöglichkeiten sind die sogenannten SELECT-Abfragen.

Die gesamte Datenbank 'Reanimation' wird folgendermaßen extrahiert:

```
SELECT *
FROM Reanimation.
```

Am Beispiel von 'Name' und 'CPR_professionell' wird gezeigt, wie einzelne Spalteninhalte extrahiert werden:

```
SELECT Name, CPR_professionell
FROM Reanimation.
```

Für die Bestimmung der aufsummierten Anzahl an Patienten ist folgende Programmierung notwendig:

```
SELECT COUNT (*)
FROM Reanimation.
```

Das folgende Beispiel würde zu einer Tabelle führen, in welcher sich alle Patientennamen mit dem Attribut ‘CPR_professionell’ ‘ja’ befinden:

```
SELECT 'Name'  
FROM Reanimation  
WHERE 'CPR_professionell' = 'ja'.
```

In Kombination würden die zwei zuvor beschriebenen Abfragemöglichkeiten dann folgendermaßen aussehen:

```
SELECT COUNT (*)  
FROM Reanimation  
WHERE 'CPR_professionell' = 'ja'.
```

Es wird somit die Anzahl der Patienten mit dem Merkmal ‘CPR_professionell’ ‘ja’ extrahiert. Weitere Kombinationsmöglichkeiten der Einzelspalteninformationen ergeben sich aus den Programmierzusätzen AND und OR. Mit Hilfe von AND können viele verschiedene Attribute gemeinsam als Auswahlkriterium festgelegt werden. Die Verknüpfung verschiedener Inhalte mit OR würde im oben aufgeführten Beispiel zur Anzahl der Patienten führen, die entweder reanimiert wurden oder überlebt haben, es würden jedoch alle Patienten aussortiert werden, auf die beide Eigenschaften zutreffen. Die innerhalb des SQL ebenfalls mögliche MID ()-Funktion schafft bei als ‘vachar’-Typ gespeicherten Daten die Möglichkeit „einzelne Zeichen aus einem Textfeld zu extrahieren“ (W3SCHOOLS 2011) und dementsprechend zueinander in Verbindung zu setzen. Damit konnten, bei den als Textdatei gespeicherten Uhrzeiten, zeitliche Eingruppierungen vorgenommen werden. Nach eingehender Überprüfung aller Zeitformate stellten sich die zueinander in Beziehung zu setzenden Spalten ‘Alarm’ und ‘ankunft_einsatzort’ beziehungsweise ‘Alarm’ und ‘Erstbehandlung’ als am vollständigsten heraus. Zum einen wurden nun die Patienten filtrierte, bei denen die zeitliche Differenz zwischen den besagten Spalteninhalten unter oder gleich acht Minuten betrug, zum anderen die Datensätze über acht Minuten.

Zur Vermeidung der Dokumentation von überlappend angewendeten Reanimationsleitlinien im Übergang zweier Zeiträume wurde die bereits beschriebene Zeitaufteilung durchgeführt:

- Zeitraum I: 01.01.1998 – 31.08.2000.

Die zugehörige Programmierung lautete:

```
AND ((datum_jahr >= '1998' AND datum_jahr <= '1999')  
OR (datum_jahr = '2000' AND datum_monat <= '8')).
```

- Zeitraum II: 01.01.2001 – 30.11.2005.

Die zugehörige Programmierung lautete:

```
AND ((datum_jahr >= '2002' AND datum_jahr <= '2004')  
OR (datum_jahr = '2001' AND datum_monat >= '8')  
OR (datum_jahr = '2005' AND datum_monat <= '11')).
```

- Zeitraum III: 01.01.2006 – 31.12.2008.

Die zugehörige Programmierung lautete:

```
AND ((datum_jahr >= '2007' AND datum_jahr <= '2008')  
OR (datum_jahr = '2006' AND datum_monat >= '3')).
```

Diese Programmierungen wurden an jede durchgeführte Abfrage angehängt, sodass immer das gleiche Zeitspaltenmuster entstand und bei jedem Sachverhalt eine sofortige Vergleichbarkeit der Zeiträume gegeben war.

2.4 Vorgehensweise

2.4.1 Gesamte Datenanalyse

Die zur Verfügung stehenden Daten wurden wie beschrieben in die SQL-Datenbank eingegeben. Diese Grundgesamtheit sollte anhand epidemiologischer, ergebnisorientierter und *outcome*-bezogener Inhalte untersucht werden:

- Epidemiologische Daten sollten beispielsweise anhand folgender Fragen untersucht werden:
 - Wie viele Herz-Kreislauf-Stillstände gab es und durch welche Ursache?
 - Wie viele bezeugte Herz-Kreislauf-Stillstände gab es?
 - Wie viele davon wurden reanimiert?
 - Wie viele Laienreanimationen waren darunter?
 - Wie sind die Einflussfaktoren (z.B. zeitlicher Ablauf) der reanimierten Patienten?
- Ergebnisse der stattgefundenen Reanimationen:
 - Bei wie vielen Patienten konnte ROSC erreicht werden?

- *outcome* der nach Reanimation überlebenden Patienten:
 - Wie viele reanimierte Patienten zeigten gutes neurologisches und leistungsbezogenes Überleben?

Den Beginn der Untersuchung stellte die Filterung aller Datensätze mit begonnener Reanimation dar; zu diesem Zeitpunkt noch ohne genauere Einschränkung der etwaigen Todesfeststellung. Ziel war es hier, primär alle reanimierten Patienten zu identifizieren, unabhängig vom weiteren Behandlungsverlauf. In den Fällen, in denen eine Zuordnung bislang nicht exakt möglich war, wurde diese mit Hilfe von Freitextanalysen vorgenommen.

Die Anzahl der begonnenen Reanimationen pro Jahr wurde in Relation zur Bevölkerungszahl gesetzt, um die Inzidenz zu berechnen. Die Bevölkerungszahl wurde mit Hilfe der Meldestatistiken von Stadt und Landkreis Göttingen ermittelt. Zur Einwohnerzahl der Stadt Göttingen wurden die Einwohnerzahlen der Orte im Landkreis Göttingen hinzugerechnet, in denen nach der Alarm- und Ausrückeordnung (AAO) der Rettungsleitstelle Göttingen primär die in Göttingen stationierten, arztbesetzten Rettungsmittel zum Einsatz kommen.

Das *outcome* der Patienten, die reanimiert werden konnten, wurde wie folgt analysiert:

1. Patient im Krankenhaus gestorben
2. Patient lebend aus dem Krankenhaus entlassen.

Mit Hilfe des elektronischen Patientendokumentationssystems der Universitätsmedizin Göttingen konnte analysiert werden, ob Patienten, die zunächst wiederbelebt werden konnten, im weiteren Verlauf gestorben sind. Mit Hilfe des Sterbezeitpunktes konnte erfasst werden, wie lange ein Patient nach zunächst erfolgreicher Reanimation noch gelebt hat.

Bei den Patienten, die aus der Klinik lebend entlassen wurden, wurde das Ergebnis mit Hilfe der Entlassungsbriefe und gegebenenfalls der Briefe aus Rehabilitationseinrichtungen oder Arztberichten von späteren Behandlungen analysiert.

Eine sich anschließende Berechnung der ROSC-Raten wird als Anteil dieser Patienten an der Gesamtheit aller begonnenen Reanimationen in Prozent bestimmt. ROSC wurde gewertet, wenn der Sterbezeitpunkt mindestens eine Minute nach erfolgreicher Wiederbelebung dokumentiert war.

Die wirkliche *outcome*-Analyse musste anhand des im Universitätsklinikum Göttingen archivierten Aktenmaterials durchgeführt werden. Der Behandlungsbeginn wurde an-

hand des Aufnahmedatums registriert. Es folgte anhand der Entlassungspapiere eine genaue Zuordnung der Patientenentlassungen in die Sparten ‘nach Hause’, ‘ins Pflegeheim’ und ‘in Rehabilitation’. Falls die Patienten während der innerklinischen Behandlung verstarben, wurden sie der Entlassungskategorie ‘nein’ zugeordnet. Zum Beispiel mit Hilfe der neurologischen Konsile oder auch anhand der Entlassformulare wurden die Befindlichkeiten der Patienten nach stattgefundener Reanimation beurteilt. Die Zustände der Patienten wurden im Rahmen des Utstein-Styles entsprechend den Glasgow-Pittsburgh-*outcome*-Kategorien eingeteilt. Hier wurde das CPC erfasst sowie das OPC.

2.4.2 Detailliertes Vorgehen

Das durchgeführte, schrittweise Vorgehen während der Datenanalyse und Eingruppierung der Patienten nach klar definierten Grundeigenschaften diente dazu, die Faktoren zu identifizieren, die Einfluss auf das *outcome* haben, um letztlich die Ergebnisse innerhalb der Leitlinien vergleichen zu können.

Als Schritt 2 wurde ermittelt, bei wie vielen Patienten eine Reanimation erfolglos war und noch am Einsatzort der Tod festgestellt wurde.

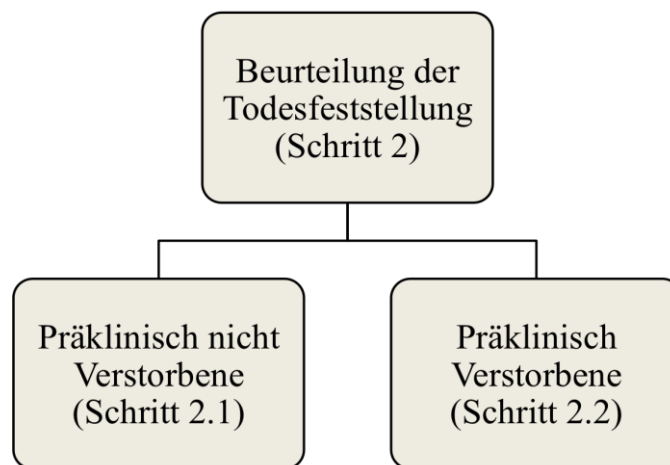


Abbildung 5: Methodik / I

In der Analyse der präklinisch nicht verstorbenen Patienten (Schritt 2.1) wurde, wie oben beschrieben, die Patientengruppe extrahiert, bei welcher mit Reanimationsmaßnahmen begonnen wurde (2.1.1). Gleiches gilt für die Gruppe der präklinisch verstorbenen Patienten. Als Zusatz wurde die Gruppe der präklinisch verstorbenen Patienten, bei denen kein Reanimationsversuch stattfand (Schritt 2.2.1), weiter unterteilt (siehe Abb. 6).

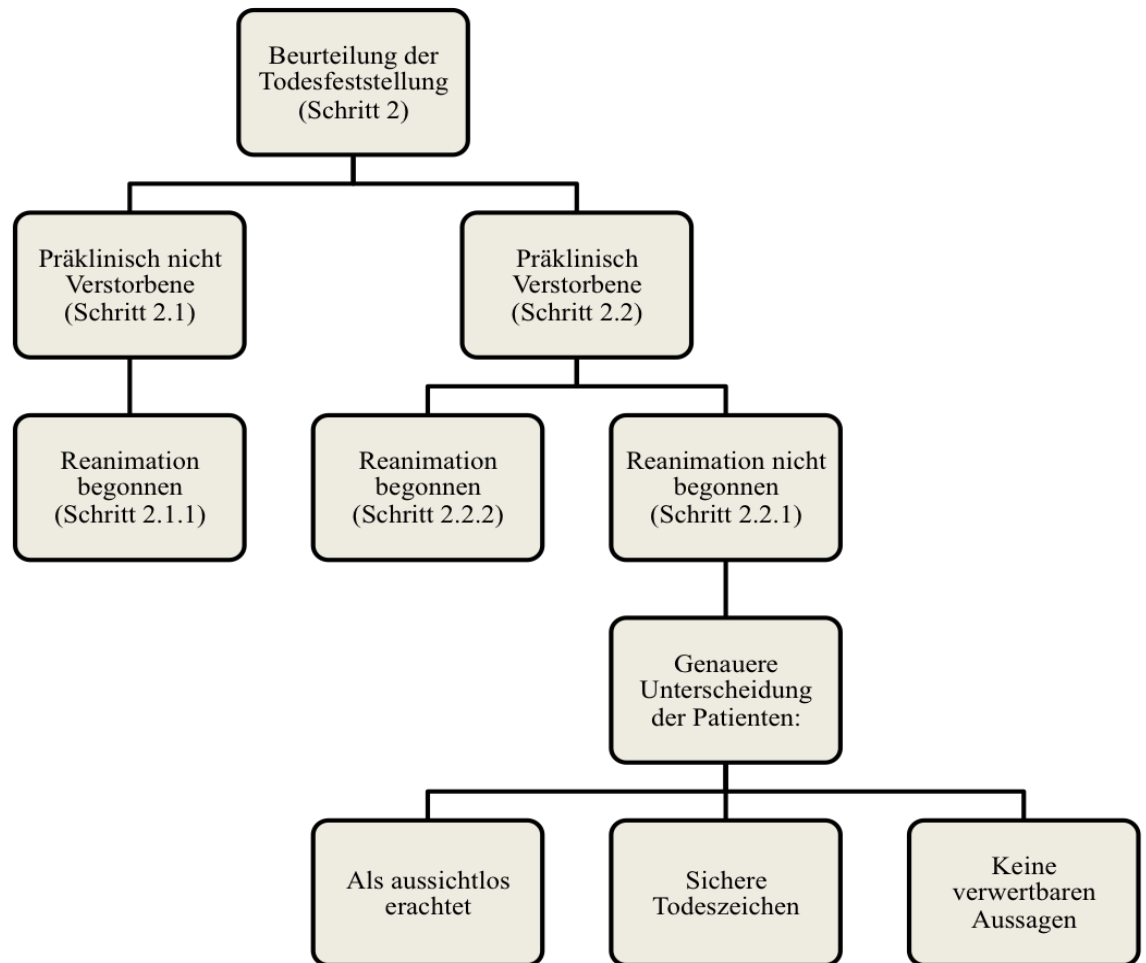


Abbildung 6: Methodik / II

Somit wurden drei Patientengruppen gebildet, die weiter analysiert wurden:

1. alle Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand, bei denen eine Reanimation begonnen wurde
2. alle Patienten, die nach oder unter Reanimationsmaßnahmen in der Klinik aufgenommen wurden
3. alle Patienten, die trotz eines Reanimationsversuches präklinisch für tot erklärt wurden.

Die darauf folgende Analyse fand anhand der reanimierten und gleichzeitig überlebenden Patienten statt.

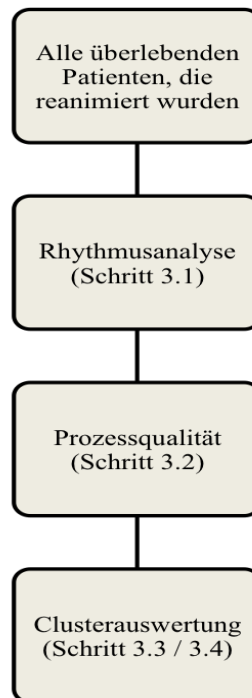


Abbildung 7: Methodik / III

In Schritt 3.1 wurde nach dem vom eintreffenden Rettungsdienst initial abgeleiteten Herzrhythmus differenziert: Asystolie, PEA, Kammerflimmern und pulslose ventrikuläre Tachykardie.

In Schritt 3.2 wurde mit Hilfe der von der Rettungsleitstelle dokumentierten Daten ermittelt, ob der Rettungsdienst innerhalb von acht Minuten nach Alarmierung beim Patient eingetroffen ist. Die Datensätze, bei denen die Dokumentation unvollständig war, wurden als ‘nicht erfasst’ gruppiert.

Die Zusammenfassung von guten oder schlechten Grundvoraussetzungen der jeweiligen Patienten wurde unter dem Begriff Clusterauswertung zusammengefasst. Primär wurden die Grunddaten der gewünschten Clusterteilinhalt erfasst (Schritt 3.3). In der Annahme größtmöglicher Auswirkung auf das *outcome* der Patienten wurden hier drei Attribute zusammengefasst: der ursprünglich dokumentierte Herzrhythmus, das Vorliegen eines beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstandes sowie die bereits beschriebene Prozessqualität.

Zur Eingruppierung in die guten beziehungsweise schlechten Voraussetzungen wurden schließlich die zwei zeitlich in Verbindung stehenden Grundvoraussetzungen festgelegt:

- die Prozessqualität, das heißt die jeweilig dokumentierte Hilfsfrist
- das beobachtete Ereignis.

Als Cluster 1, das heißt Patienten mit guten Voraussetzungen, wurden solche mit beobachtetem Ereignis sowie einer Rettungsfrist unter acht Minuten angenommen. Schlechte Voraussetzungen (Cluster 2) waren alle Patienten mit einer Rettungsfrist über acht Minuten, egal ob das Ereignis beobachtet war oder nicht.

2.4.3 Zusatzanalyse

Mit einer sich anschließenden Zusatzanalyse der Jahre 2000 bis 2005 sollten abermals drei Zeiträume genauer untersucht werden:

- 2000 bis 2001
- 2002
- 2003 bis 2005.

Hier wurde spezielles Augenmerk auf die Untersuchung und den Vergleich des ROSC, der Entlassungen sowie des guten neurologischen *outcomes* (CPC 1; CPC 2) gelegt. Diese Teildatenanalyse zur besseren Differenzierung leitlinienunabhängiger Fortschritte, wie zum Beispiel der flächendeckenden Einführung biphasischer Defibrillatoren, beschloss die durchgeführte Datenanalyse.

2.4.4 Statistische Methodik

Für die deskriptive Auswertung wurden abhängig von der zu untersuchenden Datenvoraussetzung (metrisch oder kategorial) entweder Mittelwerte und Standardabweichung (z.B. Alter) oder Anzahl und Prozente (z.B. Geschlecht, ROSC, usw.) in den drei Zeiträumen angegeben. Es wurden Histogramme und Liniendiagramme zur graphischen Veranschaulichung angefertigt. Um einen Verteilungsunterschied kategorialer Daten in den drei Zeiträumen zeigen zu können, wurde ein Chi-Quadrat Test angewendet. Mittelwerte von metrischen Daten (z.B. Alter) wurden zwischen den Zeiträumen mittels einfaktorieller ANOVA verglichen. In einer multivariaten logistischen Regression ist der Einfluss der verschiedenen Prädiktoren auf die Endpunkte ROSC und CPC untersucht worden. Für alle statistischen Tests wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ festgesetzt. Das bedeutet, ein p-Wert kleiner 0.05 deutet auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin.

3 ERGEBNISSE

3.1 Grundlage der Datenanalyse

3.1.1 Alle verwendeten Datensätze

Um am Ende der angestrebten Datenanalyse aussagekräftige Schlüsse aus den erhobenen Daten ziehen zu können, muss die grundsätzliche Vergleichbarkeit der in die Analyse eingegangenen Daten aufgezeigt werden. Zu Beginn soll die Darstellung aller verwendeter Datensätze einen Überblick über die Gesamtgröße der bearbeiteten Datenmenge ermöglichen.

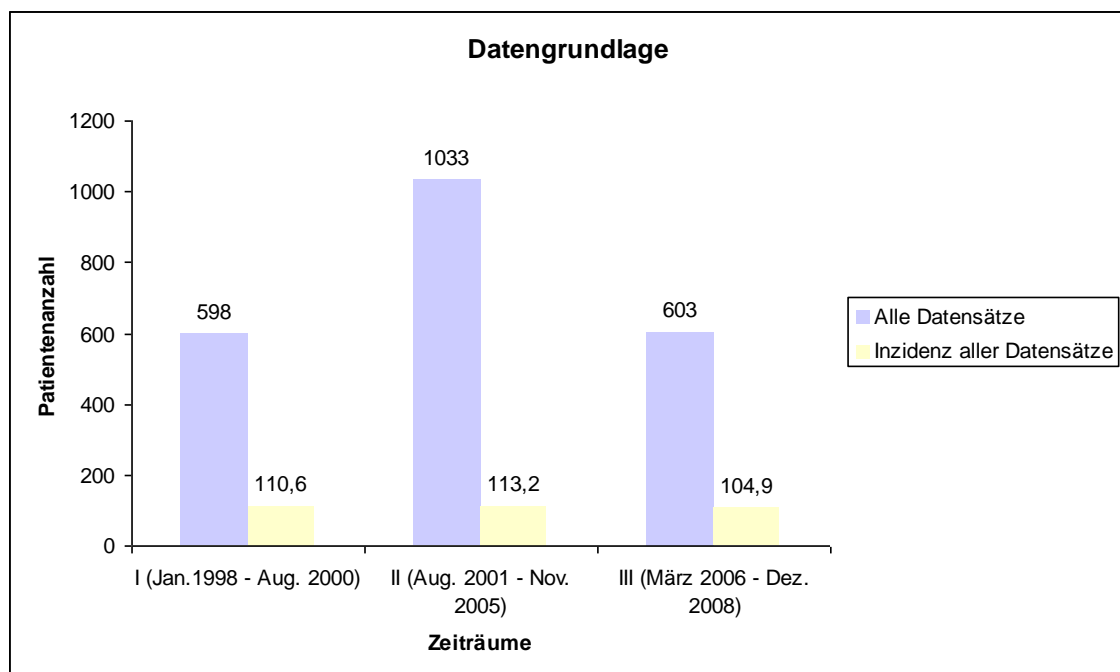


Abbildung 8: Datengrundlage

In Abbildung 1, sowie in allen folgenden grafischen Darstellungen, ist zu beachten, dass die einzelnen Zeiträume jeweils einer unterschiedlichen Anzahl an Monaten entsprechen. Zeitraum I ist 32 Monate lang, Zeitraum II entspricht 51 Monaten, während Zeitraum III 34 Monate zählt. Eine relative Vergleichsmöglichkeit der pro Zeiteinheit zu verarbeitenden Datenmenge bildet hier demnach die ebenfalls dargestellte Inzidenzbeziehung. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Inzidenzen, sodass das Grundkollektiv in allen drei zu vergleichenden Zeiträumen gleich stark ist.

3.1.2 Reanimationsverteilung

Zur eigentlichen Analyse und als Referenz der Überlebenden nach kardiopulmonaler Reanimation ist die genaue Betrachtung derer, bei denen Reanimationsmaßnahmen irgendeiner Art angefangen und durchgeführt werden, unabdingbar. So sind es von Januar 1998 bis August 2000 insgesamt 285 reanimierte Patienten. Im zweiten Zeitraum von August 2001 bis November 2005 beläuft sich die Zahl auf 528 begonnene Reanimationen während von März 2006 bis Dezember 2008 insgesamt 291 Patienten präklinisch reanimiert werden.

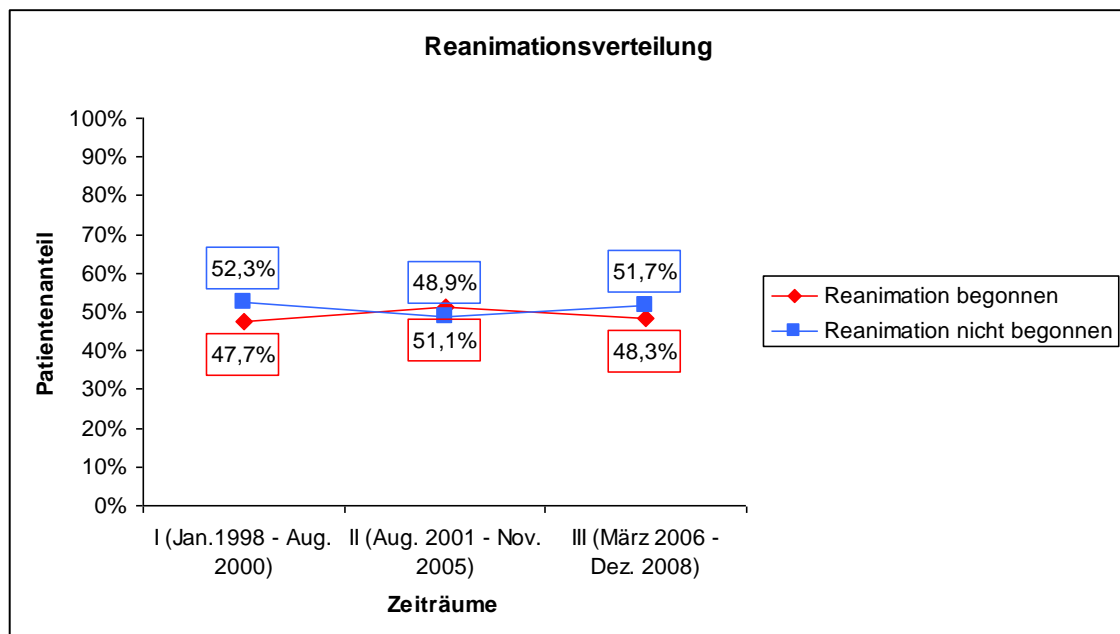


Abbildung 9: Reanimationsverteilung

Die Gesamtzahl der begonnenen Reanimationen findet im zweiten Zeitraum mit 51,1 % ihren Höhepunkt, nachdem im ersten Zeitraum bei 47,7 % der Patienten eine Reanimation begonnen wird. Im dritten Zeitraum liegt dieser Patientenanteil bei 48,3 %. Insgesamt können, bezogen auf die begonnenen Reanimationen, in allen drei Zeiträumen Inzidenzen von 50 – 60 Patienten pro 100.000 Einwohner berechnet werden.

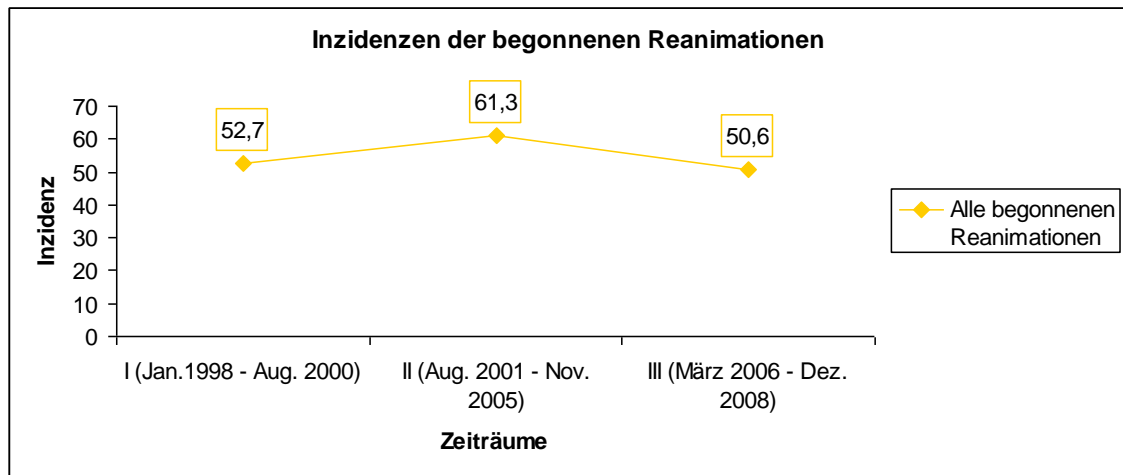


Abbildung 10 Inzidenzen der begonnenen Reanimationen

Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der drei Zeiträume miteinander (p-Wert 0.32).

3.1.2.1 Verstorbene ohne Reanimationsmaßnahmen

Um die Gesamtheit der vom Rettungsdienst vorgefundenen Herz-Kreislauf-Stillstände zu erfassen, ist eine genauere Darstellung der bereits präklinisch verstorbenen Patienten ohne jegliche Reanimationsmaßnahmen nötig. Deren Anzahl beläuft sich im ersten Zeitraum auf 313 Patienten, im zweiten Zeitraum auf 505 Patienten und in der zuletzt analysierten Zeitspanne auf 312 Patienten insgesamt.

Für die Analyse wird in der Gruppe der Patienten ohne Lebenszeichen und dementsprechend ohne den Versuch von Wiederbelebensmaßnahmen durch das professionelle Personal weiter differenziert zwischen Patienten mit sicheren Todeszeichen, als aussichtslos erachteten Patienten und solchen mit nicht verwertbaren Aussagen.

Der Anteil der Patienten, bei denen aufgrund der Dokumentation keine verwertbaren Aussagen gemacht werden können, zeigt deutliche Unterschiede zwischen dem ersten Zeitraum (39,7 %) und den späteren Zeitspannen (II: 16,6 %; III: 15,1 %). In der Gruppe der Patienten mit als aussichtslos erachtetem Gesundheitszustand zeigen sich minimale Schwankungen im Bereich um 20 % über alle drei Zeiträume. Der Anteil der Patienten mit sicheren Todeszeichen beläuft sich im ersten Zeitraum auf 41,2 %, in II auf 63,2 % und in III auf 65,4 %.

3.2 Teilkollektivanalyse der reanimierten Patienten

3.2.1 Grundvoraussetzung

Zur Ermittlung des *outcome* und ebenfalls als Referenz der zu berechnenden relativen Größen, werden die Daten aller reanimierten Patienten mit definitivem Herz-Kreislauf-Stillstand verwendet. Um die uneingeschränkte Vergleichbarkeit der Zeiträume zu gewährleisten, werden diese Patienten anhand der Grundeigenschaften Alter und Geschlecht analysiert.

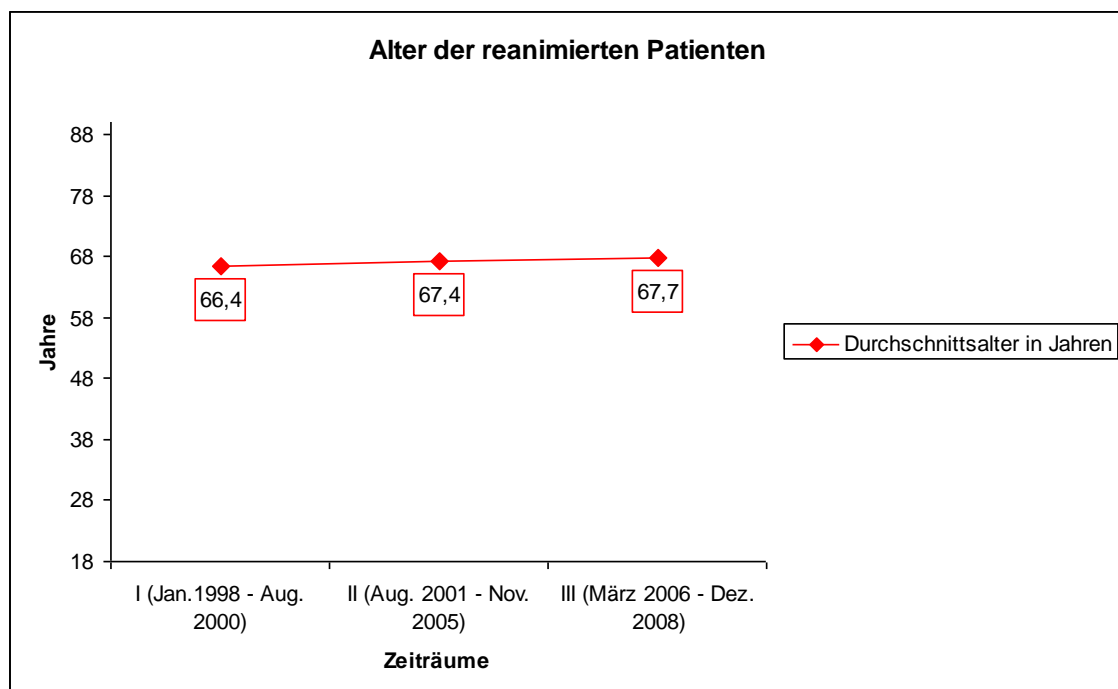


Abbildung 11: Alter der reanimierten Patienten

Das Durchschnittsalter zeigt in den drei Zeiträume keine signifikanten Unterschiede (p-Wert 0.519). Auch bei der jeweilig zugehörigen Standardabweichung ist (I: 14,9 Jahre; II: 14,4 Jahre; III: 14,8 Jahre) eine Übereinstimmung zu verzeichnen.

Zur Geschlechteranalyse finden sich in der Datengrundlage im ersten Zeitraum keine verwertbaren Aussagen, sodass eine dahingehende Untersuchung nur in den folgenden zwei Zeitabschnitten möglich ist. Diese ist im Vergleich der Geschlechterverteilung innerhalb der zwei Zeiträume bei einem p-Wert von 0.99 nicht signifikant.

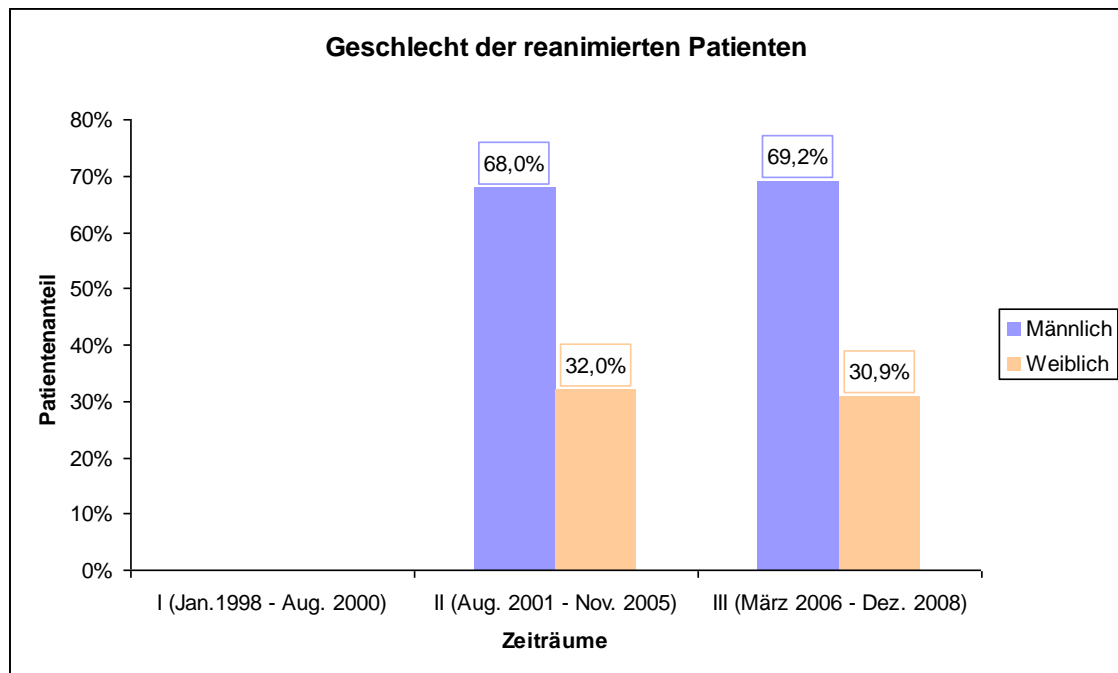


Abbildung 12: Geschlecht der reanimierten Patienten

So hat die Gesamtzahl von 104 männlichen Patienten in II einen Anteil von 68 %, während 49 weibliche Patientinnen anteilig bei 32 % liegen. Diese prozentuale Verteilung verschiebt sich im dritten Zeitraum weiter zu Gunsten der männlichen Patienten. Diese haben einen Anteil von 69,2 % bei 65 dokumentierten Fällen, während 29 weibliche Reanimierte auf insgesamt 30,9 % der Gesamtmenge kommen.

3.2.2 Ursachenverteilung

Der Vergleich der den Reanimationen zu Grunde liegenden Ursachen ist notwendig, um etwaige Vorteile bezüglich der Behandlungsmöglichkeiten der ursächlichen Reanimationsgründe detektieren zu können.

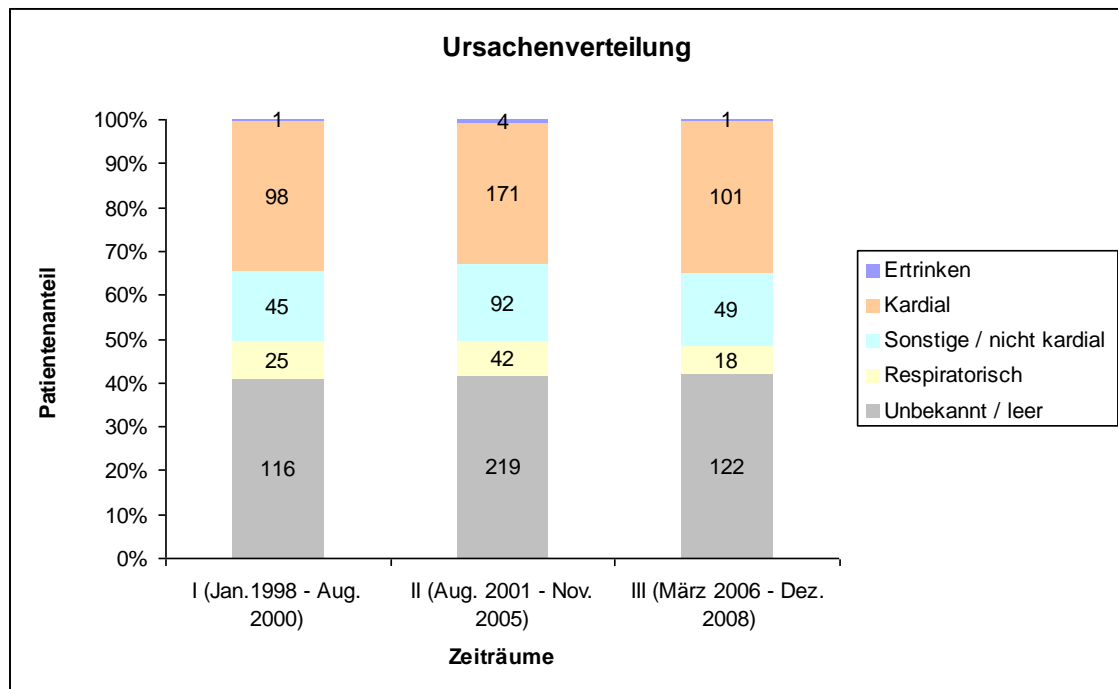


Abbildung 13: Ursachenverteilung

Auffällig ist in Abbildung 13 der hohe Anteil an unbekannt beziehungsweise leer erfassten Patienteninformationen, welcher sich in der Größenordnung 40,7 % bis 41,9 % befindet. Kardial bedingte Erkrankungen sind in allen Zeiträumen bei circa einem Viertel der untersuchten Patienten ursächlich für die weiter eingeleiteten Maßnahmen, während nicht-kardiale Ursachen, demnach alle anderen internistischen Notfallsituationen, mit 15,8 % bis 17,5 % leicht dahinter rangieren. Die prozentuale Größenordnung respiratorischer Ursachen liegt bei etwa 7 %, während das Ertrinken als Reanimationsursache nur bei ungefähr 0,5 % der Patienten festgestellt wird.

Zusammenfassend ist die Vergleichbarkeit der drei Zeiträume abermals gegeben, da sowohl die nicht zu erfassenden Patientendaten, als auch die eindeutig definierten Ursachen der Reanimationen insgesamt mit einem p-Wert von 0.99 keine signifikanten Unterschiede aufzeigen.

3.2.3 Rhythmusanalyse

Zur besseren Differenzierung der gegebenen Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten werden die in den drei Zeiträumen am häufigsten dokumentierten Herzschlagrhythmen quantitativ genauer analysiert. Hier findet eine übergreifende Einteilung in defibrillierbare Herzaktionen sowie nicht-defibrillierbare Rhythmen statt.

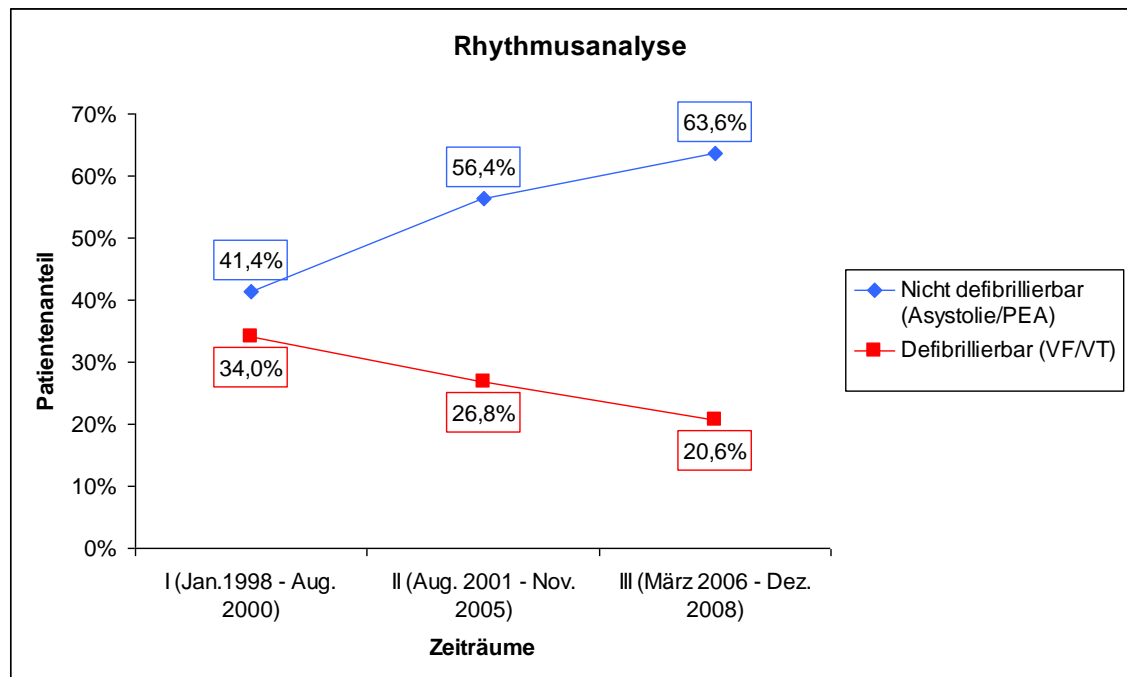


Abbildung 14: Erster abgeleiteter Rhythmus

Auffällig ist die sich durchsetzende Zunahme der hypodynamen Kreislaufstillstände, bei denen allgemein die Asystolie in allen drei Zeitintervallen den am häufigsten dokumentierten Rhythmus darstellt. Es findet eine signifikante Zunahme dieser nicht-defibrillierbaren Herzaktionen statt, mit einem p -Wert < 0.0001 . Im Umkehrschluss zeigt sich bei den hyperdynamen Kreislaufstillständen, genauer der ventrikulären Tachykardie sowie dem ventrikulären Flimmern, eine deutliche Abnahme der dokumentierten Fälle. Die Gesamtzahl dieser defibrillierbaren Herzrhythmen erfährt einen Rückgang um fast 14 Prozentpunkte, was ebenfalls als signifikant zu bewerten ist ($p < 0.0001$).

3.2.4 Setting Analyse

Um eine detaillierte Aussage bezüglich der Wirksamkeit durchgeführter Reanimationsmaßnahmen treffen zu können, muss ebenfalls das in den Zeiträumen jeweilig erkrankte Patientenkollektiv verglichen werden. Hierzu werden die in Material und Methodik genau beschriebenen Cluster verwendet. Die genaue Verteilung der guten und schlechten Voraussetzungen im Patientenkollektiv der reanimierten Patienten und die daraus folgende Unterscheidung, wann genau bessere Voraussetzungen zur Reanimation gefunden werden, ist das Ziel.

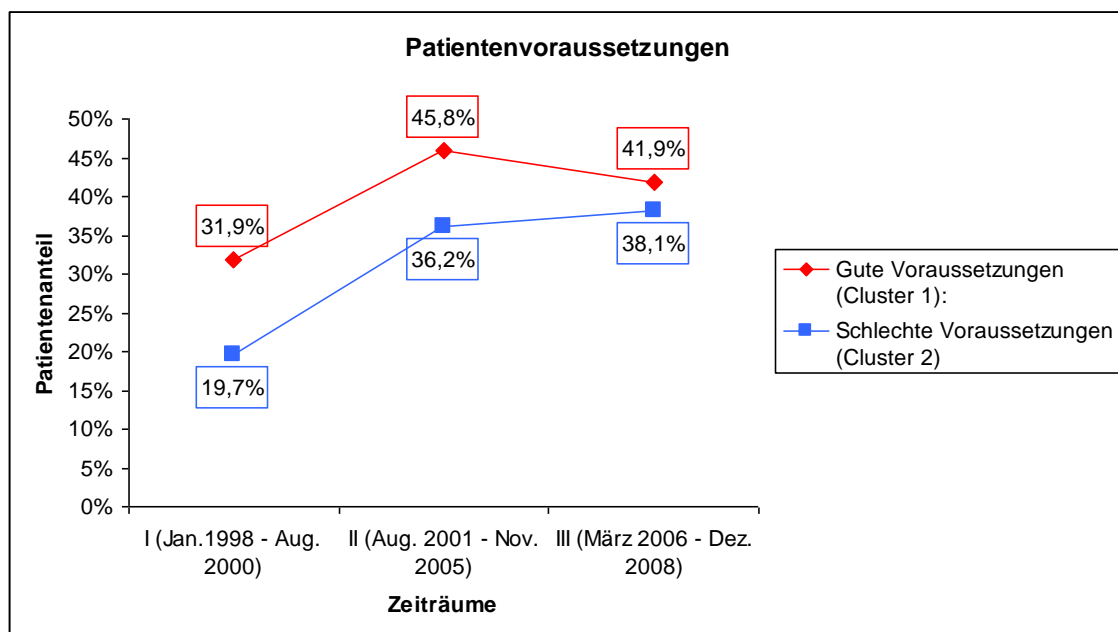


Abbildung 15: Patientenvoraussetzung

Die schlechten Patientenvoraussetzungen haben im ersten Zeitraum einen Anteil von 19,7 %, während 31,9 % der Patienten hier eine für sie positive Grundvoraussetzung haben. Es verdoppelt sich dann der Anteil des schlechten Settings in Zeitraum II auf 36,2 %, und auch die Gruppe der Patienten mit primär besseren Behandlungsmöglichkeiten steigt auf 45,8 %. Im Übergang zu Zeitraum III zeigen die schlechten Voraussetzungen einen weiteren Anstieg auf 38,1 %, jedoch sinken im Bereich des guten Settings die Patienten anteilmäßig auf 41,9 %.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass diese Analyse, in welche die jeweilig dokumentierten Hilfsfristen sowie das definitiv beobachtete Ereignis eingegangen sind, einen Rückgang des besser behandelbaren und positiv zu beeinflussenden Patientenkollektivs zum dritten Zeitraum hin aufzeigt. Im Vergleich der Verhältnisse von guten und

schlechten Clustern innerhalb der festgelegten Zeiträume zeigt sich jedoch kein signifikanter Unterschied (p-Wert 0.18).

3.2.5 Prozessqualität

Zur besseren Differenzierung der innerhalb der Setting Analyse verknüpften Einzelattribute werden im Folgenden die erreichte Hilfsfrist der Rettungsmittel sowie vor allem die Beobachtung des stattgefundenen Herz-Kreislauf-Stillstandes innerhalb des Teilkollektivs der reanimierten Patienten genauer beleuchtet.

Als Prozessqualität wird der gesamte Ablauf der individuellen Rettungseinsätze definiert, das heißt unter anderem auch das Erreichen der jeweiligen Hilfsfristen. Als Hilfsfrist werden hier acht Minuten angenommen. Dokumentiert sind allgemein die Zeitspannen zwischen Alarmzeit und Ankunft des ersten Rettungsmittels am Einsatzort sowie der Alarmzeit und der Erstbehandlung der Patienten. Die durchschnittliche Zeit zwischen Alarm und Ausrücken der jeweiligen Rettungsmittel beträgt über alle drei Zeiträume 1,26 Minuten. Als Zeit, bis einen Patienten tatsächlich professionelle Hilfe erreicht, wird die Zeitspanne zwischen Alarm und Erstbehandlung angenommen. Der Patientenanteil mit Hilfsfristen kleiner acht Minuten verändert sich über die Jahre von I: 42,5 %, über II: 59,7 % auf III: 50,9%. Über acht Minuten werden in I: 16,8 % der Patienten erreicht, in II: 30,5 % und in III: 43,6 %. Nicht erfasst werden in I: 40,7 %, in II: 9,8 % und in III: 5,5 % der Patienten. Insgesamt fällt eine Häufung der Hilfsfristen über acht Minuten im Laufe der elf Jahre auf, insgesamt sind jedoch in Kombination mit der Beobachtung des jeweiligen Notfallgeschehens keine signifikanten Unterschiede der drei Zeiträume zu verzeichnen.

Im Rahmen der Analyse von beobachteten Kreislaufstillständen wird der in allen drei Zeitfenstern überwiegende Patientenanteil durch Laien beobachtet (siehe Abb. 16). Eine Abnahme erfährt der Anteil an Patienten, welcher primär durch professionelles Personal gesichtet wird. Die Patientengruppen, bei denen der Kreislaufstillstand nicht beobachtet wird, sowie der Anteil der dokumentationsbedingt als unbekannt erfassten Patienten bewegt sich im Vergleich der Zeiträume auf ungefähr gleichem Niveau.

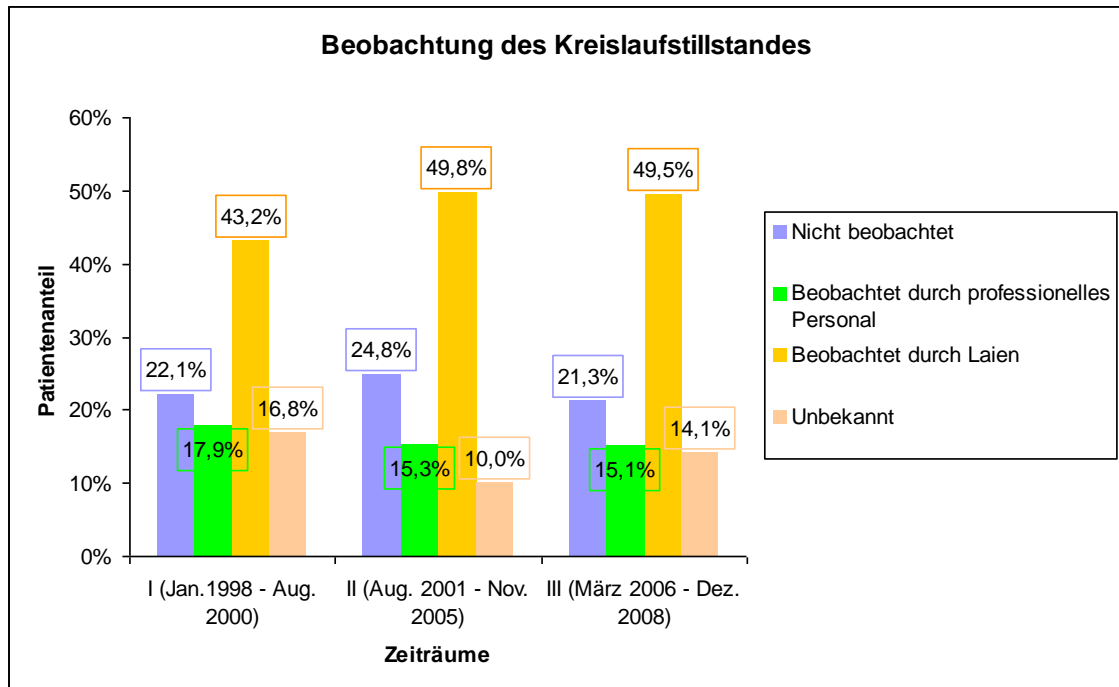


Abbildung 16: Prozessqualität

Insgesamt können im Bereich der Umfeldbedingungen in allen drei Zeiträumen keine signifikant unterschiedlichen Voraussetzungen gefunden werden (p -Wert 0.085).

3.3 Outcome-Analyse

3.3.1 Return of spontaneous circulation-ROSC

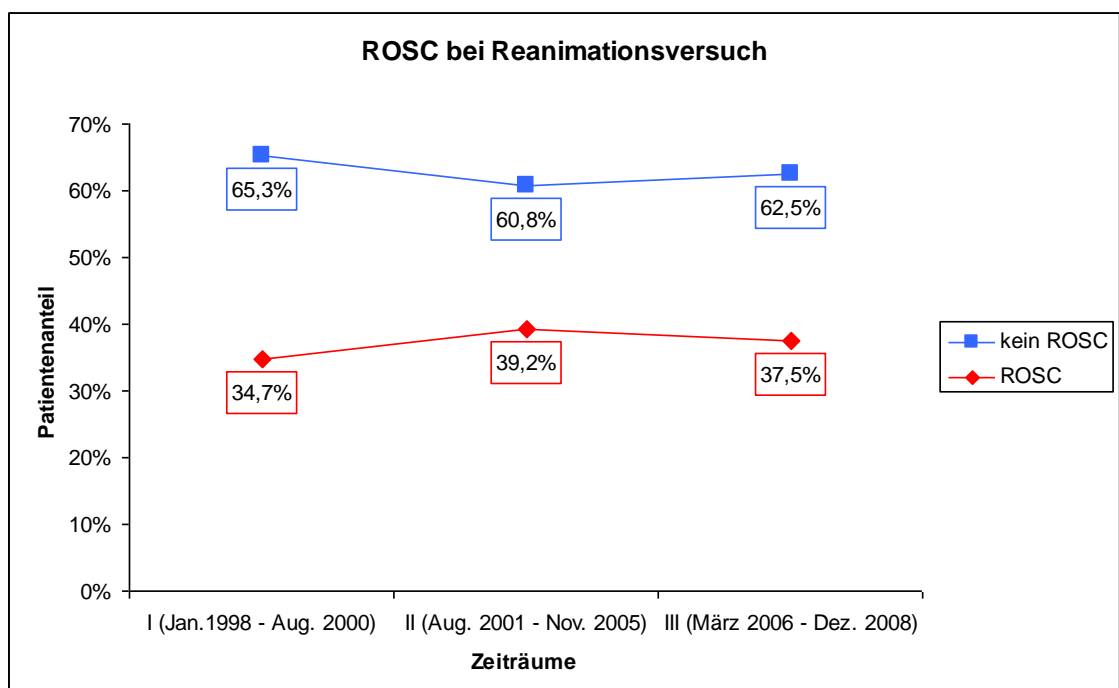


Abbildung 17: ROSC bei Reanimationsversuch

Alle reanimierten Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand stellen die Bezugsgröße zur Beurteilung der jeweiligen Anzahl der Überlebenden dar.

Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass es statistisch keinen signifikanten Unterschied gibt, wie häufig *Return of spontaneous circulation* erzielt werden kann (p-Wert 0.45).

Eine sich anschließende Subgruppenanalyse der Patienten mit stattgefundenem ROSC beinhaltet die Verknüpfung mit den jeweilig dokumentierten defibrillierbaren bzw. nicht-defibrillierbaren Herzrhythmen.

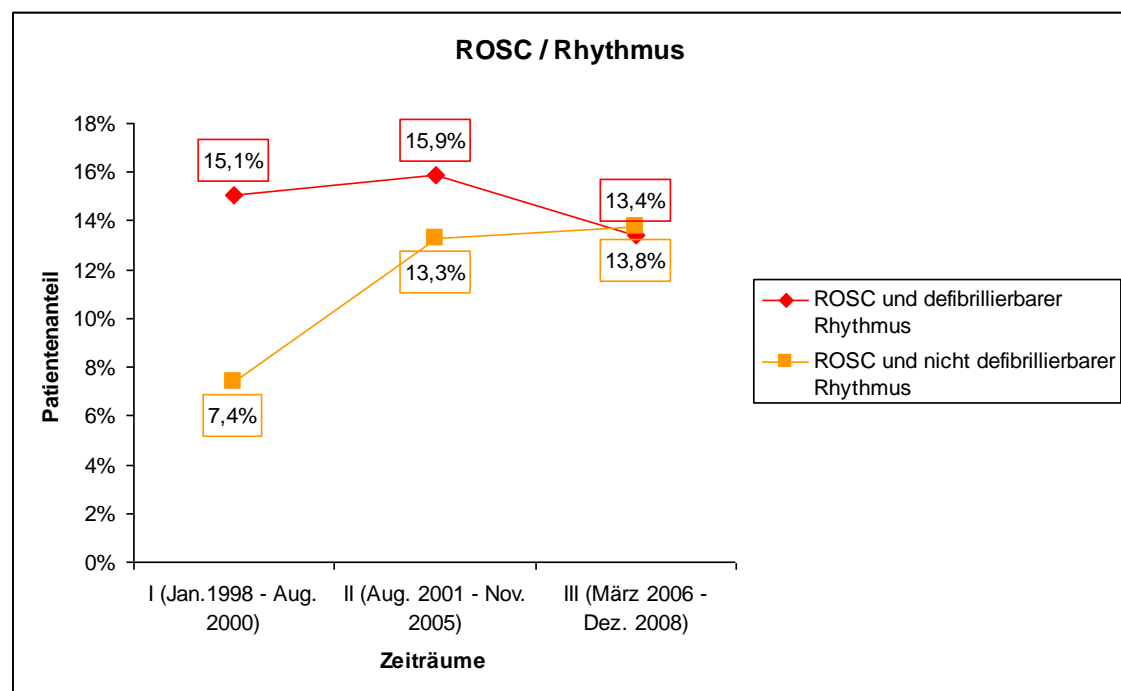


Abbildung 18: ROSC / Rhythmus

Während hier der Anteil der Patienten mit primär defibrillierbarer Herzaktion über die Jahre leicht abnimmt, zeigt sich in der Patientengruppe mit primär nicht-defibrillierbarem Rhythmus ein Anstieg. Die Zunahme der Überlebenden mit Asystolie oder PEA ist vor allem im Übergang von erstem zu zweitem Zeitraum zu verzeichnen, während im weiteren Verlauf nur noch eine minimale Steigerung deutlich wird.

3.3.2 Entlassungen

Zur genauen Beurteilung der entlassenen Patienten ist abermals die Definition der zur Ermittlung der relativen Größen verwendeten Bezüge notwendig. Die Gesamtzahl der entlassenen Patienten bezieht sich auf die Gesamtpatientenzahl der reanimierten Patienten in den einzelnen Zeiträumen. So sind es insgesamt in Zeitraum I 44 entlassene Pa-

tienten, in Zeitraum II 81 und in Zeitraum III 43 entlassene Patienten. Daraus resultieren absteigende Gesamtentlassraten von 15,4 %, über 15,3 % auf 14,8 % im dritten Zeitraum. Es zeigen sich hier im Lauf der Zeit jedoch keine signifikanten Unterschiede der Entlassraten (p-Wert 0.97).

Die Gesamtzahl der entlassenen Patienten wird noch einmal aufgeteilt in Einzelrubriken, deren jeweiliger Bezug dann die bereits definierten Gesamtentlasszahlen der einzelnen Zeiträume darstellen. Unterschieden wird zwischen Entlassungen nach Hause, in die Rehabilitation und in ein Pflegeheim.

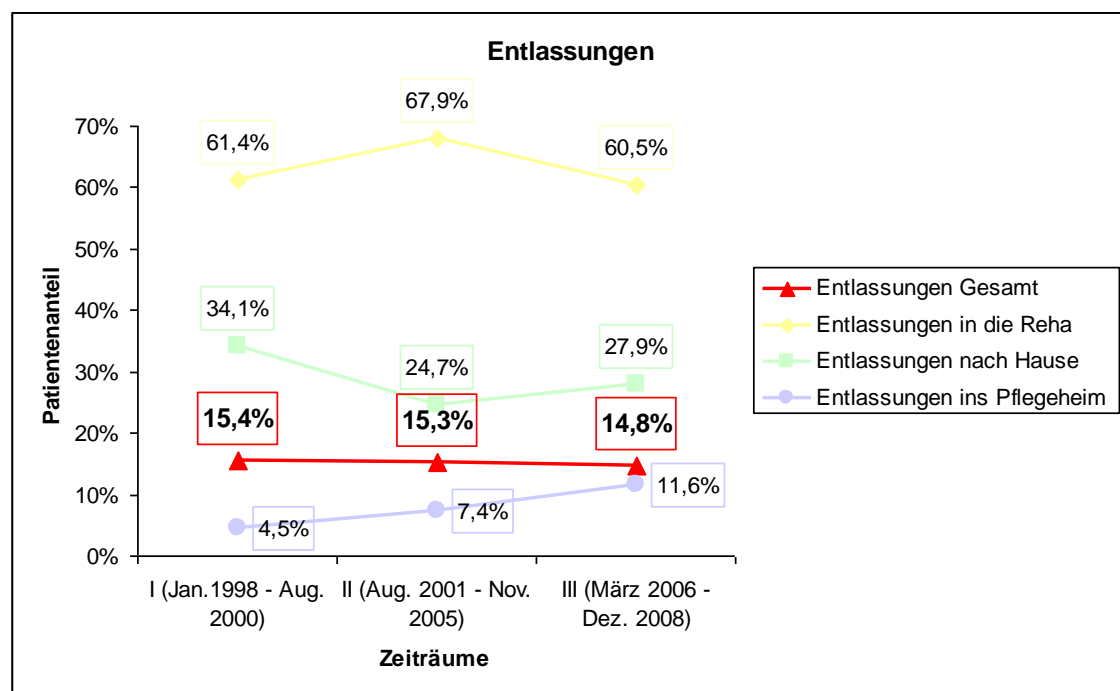


Abbildung 19: Entlassungen

Auffällig ist ein zunehmender Anteil an ins Pflegeheim entlassenen Patienten, der seinen Spitzenwert im dritten Zeitraum mit 11,6 % erreicht. Nach Hause entlassen werden 34,1 % der Gesamtentlassenen im ersten Zeitraum, während es in den folgenden Zeitepisoden fast zehn Prozentpunkte weniger Entlassene dieser Rubrik gibt. Mit großem Abstand am häufigsten werden die überlebenden Patienten in eine Rehabilitationsklinik entlassen. Die relative Häufigkeit dieser Patientengruppe beträgt stets über 60 % mit einer Höhepunkt von 67,9 % im zweiten Zeitraum.

3.3.3 Neurologisches outcome

Der erste Teil der finalen *outcome*-Analyse beinhaltet die Einstufung der Patienten entsprechend der so genannten *Cerebral Performance Category*. Es werden die mit guten neurologischen Funktionen überlebenden und entlassenen Patienten der Kategorien

CPC 1 und CPC 2 zusammengefasst als kumuliertes gutes *outcome*. Die entsprechenden Patienten mit schlechter neurologischer Ausgangssituation sind in der Gruppe kumuliertes schlechtes *outcome* enthalten.

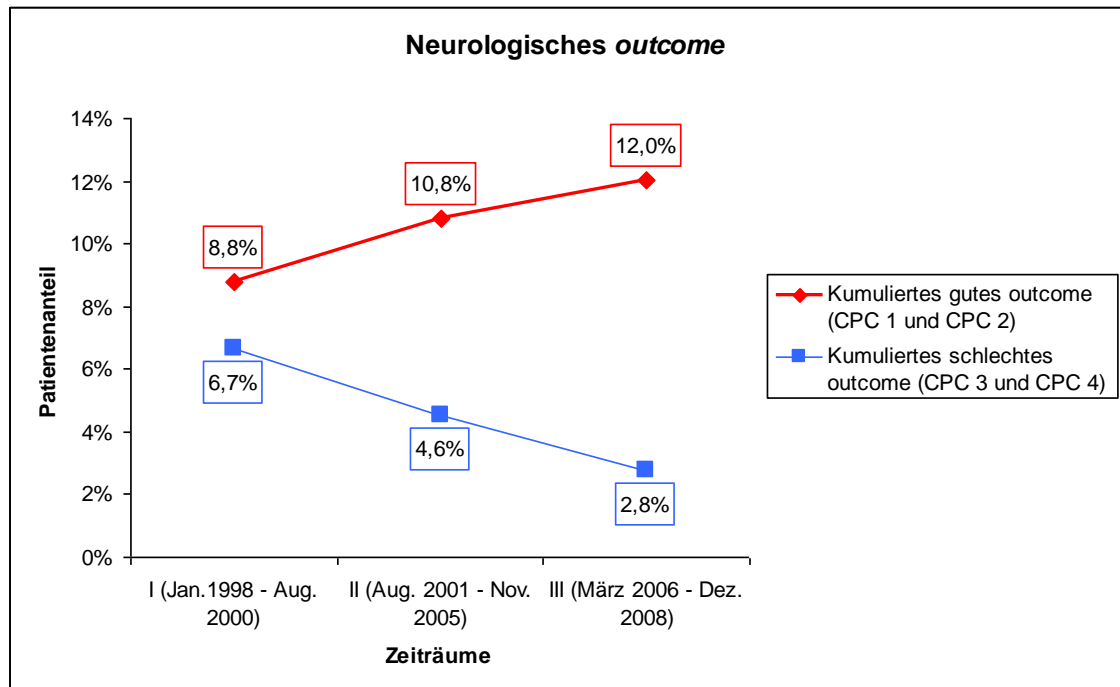


Abbildung 20: Neurologisches *outcome*

Festzustellen ist ein konträrer Verlauf der zwei gegenübergestellten zerebralen Leistungsfähigkeiten. Während es im Bereich der Patienten mit guten neurologischen Funktionen eine deutlich positive Entwicklung über die Zeiträume gibt, nimmt der Anteil der Patienten mit schlechtem neurologischen *outcome* entsprechend ab. Im Übergang vom ersten zu zweiten Zeitraum findet sich eine Verbesserung des guten *outcomes* um zwei Prozentpunkte. Dieser Trend bestätigt sich in der weiteren Entwicklung, da zum dritten Zeitraum ebenfalls ein weiterer Anstieg des guten *outcomes* um einen Prozentpunkt verzeichnet wird. Die Signifikanz dieser Entwicklung ist bei einem p-Wert von 0.048 bewiesen. Demgegenüber steht die Entwicklung der schlechten *outcome*-Patienten, die im ersten Übergang anteilig um über zwei Prozentpunkte abnehmen, was sich ebenfalls im Übergang zum dritten Zeitraum mit einer weiteren Abnahme fortsetzt. Auch hier liegt der Signifikanzwert bei 0.048.

3.3.4 Leistungsbezogenes *outcome*

Der zweite und letzte Teil der abschließenden *outcome*-Analyse beinhaltet die Zuordnung der Patienten zur *Overall Performance Category*. Dieser ganzheitliche Blick auf

den Zustand der entlassenen Patienten nach Reanimation wird abermals in zwei Gruppen, gutes und schlechtes *outcome*, aufgeteilt.

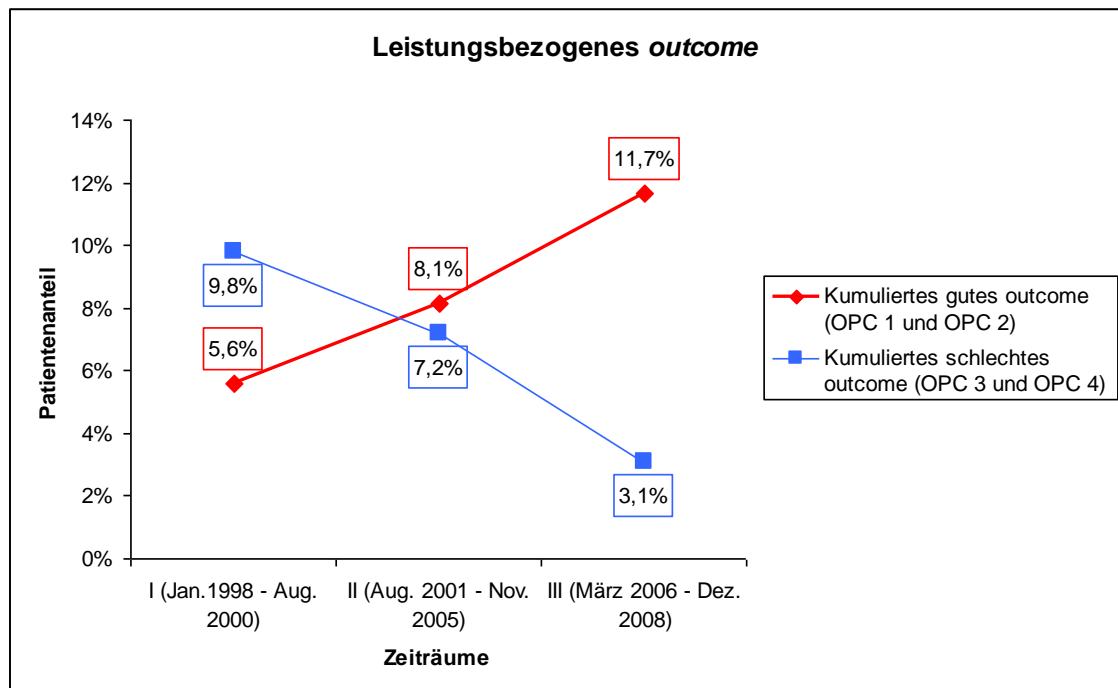


Abbildung 21: Leistungsbezogenes *outcome*

Auch bei der leistungsbezogenen Analyse der entlassenen Patienten zeigt sich eine ähnliche Entwicklung über die Zeiträume wie bei der *Cerebral Performance Category*. Einzig der Ausgangspunkt im ersten Zeitraum stellt sich noch extremer dar, da die 16 als gut beschriebenen Patienten anteilig nur auf 5,6 % kommen. Entsprechend sind die 28 Patienten mit schlechtem leistungsbezogenen Outcome hier mit 9,8 % führend. Durch eine Verbesserung der guten *outcome*-Patienten um 2,5 Prozentpunkte auf 8,1 %, finden sich hier ab dem zweiten Zeitraum erstmals mehr Patienten mit gutem Überleben. Eine weitere Verbesserung des Zustandes der Überlebenden findet im dritten Zeitraum statt. Hier verbessert sich das gute kumulierte *outcome* auf insgesamt 11,7 %. Insgesamt sind hier 34 Patienten als gut eingestuft, die restlichen neun als schlecht.

3.4 Zusatz

3.4.1 Genaue Zeitanalyse von 2000 bis 2005

Eine gesonderte Analyse mit Hilfe einer zusätzlichen Zeitunterteilung findet anhand der ROSC-Patienten, der entlassenen Patienten und der Patienten mit gutem neurologischen *outcome* statt.

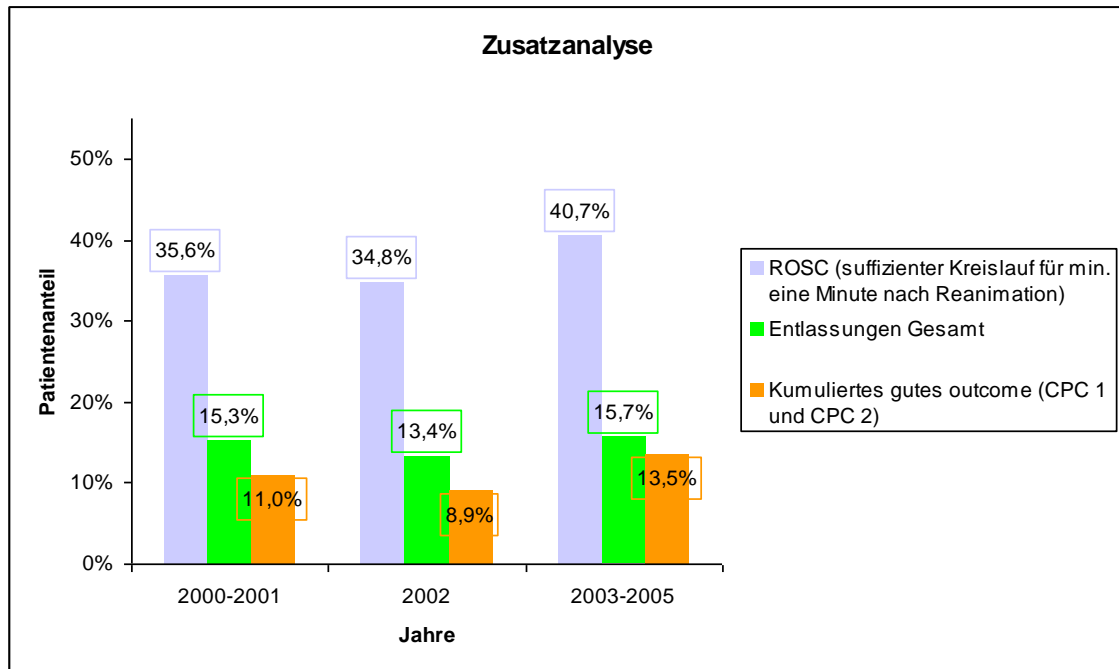


Abbildung 22: Zusatzanalyse

Zur besseren Differenzierung von Veränderungen des technischen Equipments (Bsp. Biphasische Defibrillatoren), Weiterentwicklungen in der Postreanimationsbehandlung und den eigentlich zu untersuchenden Änderungen der Leitlinien, werden Teile des ersten Zeitraumes und der komplette zweite Zeitraum in kleinere Zeiteinheiten zerlegt. Bezugsgröße der Prozentangaben sind die jeweiligen Gesamtpatientenzahlen der drei neu generierten Einzelzeiträume. Von Januar bis August 2000 und ab August bis einschließlich Dezember 2001 werden 118 Patienten behandelt. Im Jahre 2002 sind es 112 Patienten, während von 2003 bis einschließlich November 2005 insgesamt 364 Patienten reanimiert werden. Im neu geschaffenen ersten Zeitraum haben 42 Patienten ein ROSC, was zur ROSC-Rate von 35,6 % führt. Diese nimmt daraufhin 2002 auf 34,8 % ab, hier haben insgesamt 39 Patienten ROSC. Im weiteren Verlauf von 2003 bis November 2005 ergibt sich eine Verbesserung des ROSC um 5,9 Prozentpunkte.

Die Entlassungen sind im zeitlichen Vergleich auf stetig gleich bleibendem Niveau mit Höhepunkt von 2003 bis 2005 bei einer Entlass-Rate von 15,7 %. Bei der Beurteilung des kumulierten guten *outcomes* ist ein der großen Gesamtanalyse entsprechender Trend zu besseren Ergebnissen im späteren Zeitintervall zu erkennen. Hier wird von 2003-2005 mit 49 guten Patienten und daraus resultierenden 13,5 % das beste Ergebnis erreicht.

4 DISKUSSION

Eine kardiopulmonale Reanimation ist nur dann sinnvoll, wenn Patienten einen Herz-Kreislauf-Stillstand aufgrund der durchgeführten Maßnahmen nicht nur überleben, sondern auch wieder in der Lage sind ein selbst bestimmtes Leben zu führen.

Obwohl es immer wieder ermutigende Berichte von Patienten gibt, die mit Erfolg wiederbelebt werden können, ist das *outcome* nach einer Reanimation nach wie vor schlecht. Eine Metaanalyse von 86 internationalen Studien der Jahre 1984 bis 2007 hat gezeigt, dass zwischen 0,6 % und 31 % der Patienten nach außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand aus dem Krankenhaus entlassen werden. Es zeigen sich große Unterschiede bezüglich des Überlebens abhängig von Region und Studienprofil (BERDOWSKI et al. 2010). Wie viele der entlassenen Patienten eine gute neurologische Funktion haben, ist dabei jedoch meist unklar. Das bedeutet insgesamt, dass die Reanimationsbemühungen bei der Mehrzahl der Patienten erfolglos sind. Die Leitlinien zur Reanimation werden mit dem Ziel formuliert und regelmäßig aktualisiert, dass mehr Patienten einen Herz-Kreislauf-Stillstand mit guter zerebraler Leistungsfähigkeit überleben. Unklar ist jedoch, ob die vergangenen Änderungen der Leitlinien dazu beigetragen haben, dass mehr Patienten einen präklinisch erlittenen Herz-Kreislauf-Stillstand mit gutem Ergebnis überlebt haben.

Vor diesem Hintergrund wurde diese Studie durchgeführt. Es wurde untersucht, ob die in den Jahren 1998, 2000 und 2005 geänderten Leitlinien dazu geführt haben, dass mehr Patienten überleben. Besonderes Augenmerk wurde dabei darauf gelegt, wie die zerebrale und allgemeine Leistungsfähigkeit der Patienten – also das *outcome* – ist, wenn der Herz-Kreislauf-Stillstand überlebt wurde.

Im Beobachtungszeitraum von 1998 bis 2009 waren die demographischen Daten der Patienten, die präklinisch einen Kreislaufstillstand erlitten haben identisch. Auch die Bedingungen, unter denen es zum Kreislaufstillstand kam, blieben unverändert. Auffällig war jedoch, dass als erster Rhythmus immer seltener ein Kammerflimmern oder eine pulslose ventrikuläre Tachykardie abgeleitet wurde. Obwohl damit die Voraussetzungen für eine primär erfolgreiche Wiederbelebung schlechter waren, kam es nicht seltener zu einem *return of spontaneous circulation*. Der für die Patienten besonders wichtige Aspekt der Leistungsfähigkeit nach stattgefundener Reanimation zeigte darüber hinaus im Laufe der Jahre signifikant bessere Ergebnisse. Das heißt immer mehr Patienten haben mit einer guten neurologischen Funktion und körperlichen Leistungsfähigkeit überlebt.

In dieser Arbeit war es möglich, den Einfluss der angewandten Leitlinien der Reanimation zu untersuchen, da – wie zuvor dargestellt – die Rahmenbedingungen der Wiederbelebungen konstant waren. Dies unterscheidet die Analyse von multizentrischen Dokumentationsverfahren. Hier sind meist nur Momentaufnahmen im Sinne von Einzelanalysen eines unspezifischen Patientenkollektivs möglich. Die durchgeführten Analysen reanimierter Patienten finden also zu verschiedenen Zeitpunkten der Behandlung unabhängig voneinander statt. Das heißt, dass die jeweiligen Ergebnisse schwerer miteinander in Bezug gesetzt werden können. Einen großen Vorteil der in dieser Arbeit durchgeführten regionalen Analyse stellt die der Dokumentation zu Grunde liegende Rettungsdienststruktur dar. Fast alle Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand der Region wurden zur weiteren Behandlung in der Universitätsmedizin Göttingen aufgenommen. Es entsteht damit ein fast komplettes Patientenkollektiv mit bestmöglich zu vergleichenden Grundvoraussetzungen. Bezüglich der Vollständigkeit der dokumentierten Daten ist auf die Struktur der Göttinger Dokumentation zu verweisen. Das Rettungseinsatzdokumentationssystem (RED), die händisch ausgefüllten Protokolle von Fach- und ärztlichem Personal und die detaillierte Dokumentation nach Utstein ermöglichen ein größtmögliches Maß an Vollständigkeit. Zusätzlich wurden der Datengrundlage im Rahmen dieser Arbeit sämtliche digital und analog zur Verfügung stehenden innerklinischen Informationen hinzugefügt.

Hierdurch war es möglich genau zu analysieren, bei wie vielen Patienten durch die Wiederbelebungsmaßnahmen ein ROSC erreicht werden konnte und wie viele dieser Patienten wie lange überlebt haben; anschließend wie die zerebrale (CPC) und allgemeine Leistungsfähigkeit (OPC) zum Zeitpunkt der Entlassung oder nach der Rehabilitationsbehandlung war.

Nachfolgend werden die Analyse der Ausgangsbedingungen selbst, der Einfluss der Ausgangsbedingungen auf den initial abgeleiteten Rhythmus sowie der Effekt auf das *outcome* diskutiert.

Im sich anschließenden Diskussionsteil der *outcome*-Analyse werden die das Überleben beschreibenden Sachverhalte wie ROSC, Entlassungsraten und die besonders wichtige Leistungsfähigkeit der Patienten kritisch erörtert.

4.1 Analyse der Ausgangsbedingungen

Der Ausgangspunkt einer Analyse über stattgefundene Reanimationen ist die Inzidenz begonnener Reanimationen. Finden sich hier von der Norm deutlich abweichende Werte, sind die Erkenntnisse aus diesem Patientenkollektiv nicht ohne Vorbehalt mit anderen Analysen zu vergleichen. Die präklinischen Daten von 140 Rettungsdienstbereichen innerhalb des Deutschen Reanimationsregisters stellen diesbezüglich eine gute Referenz zu den Göttinger Ergebnissen dar. So wird vom 01.01.2012 bis 30.11.2012 bisher im Median eine Inzidenz von 40 begonnenen Reanimationen pro 100.000 Einwohnern erreicht (REANIMATIONSREGISTER 2012). Eine Metaanalyse von 67 internationalen Studien, in der die Reanimationsdaten aus Europa, Nord-Amerika, Asien und Australien verglichen werden, hat eine Inzidenz der kardial verursachten Herz-Kreislauf-Stillstände von durchschnittlich 55 Patienten pro 100.000 ermittelt (BERDOWSKI et al. 2010). Nach den Angaben des *European Resuscitation Council* ist mit einer Inzidenz von 50-70 Reanimationen pro 100.000 Einwohner pro Jahr zu rechnen (DEAKIN et al. 2010). In Stadt und Landkreis Göttingen lagen die Inzidenzen in der über ein Jahrzehnt andauernden Analyse bei Werten zwischen 50 und 59 pro 100.000 Einwohnern pro Jahr. Es zeigen sich hier keine signifikanten Unterschiede. Anhand dieser Zahlen wird also deutlich, dass im Rettungsdienstbereich Göttingen über die gesamte Analysezeit hinweg vergleichbar oft eine Reanimation begonnen wurde.

Diese Inzidenz kann aber nur dann bewertet werden, wenn bekannt ist, wie oft der Rettungsdienst einen Patienten ohne Lebenszeichen antrifft und in wie vielen Fällen ein Wiederbelebungsversuch begonnen wird. Die Dokumentation nach Utstein-Style sieht eine Erfassung der Patienten vor, bei denen eine Reanimation nicht begonnen wird. Dennoch finden sich in der Literatur selten Angaben zum Verhältnis von nicht begonnenen zu begonnenen Reanimationen. Die Aussage über die Inzidenz von Reanimationen macht jedoch vor dem Hintergrund der Kontinuität und Vergleichbarkeit von Daten nur bei Betrachtung des gesamten Patientenkollektivs Sinn. In dieser Untersuchung wurde bei 49 % der leblosen Patienten eine Reanimation begonnen. Das Verhältnis zwischen begonnenen und nicht begonnenen Reanimationsmaßnahmen ist von der statistischen Signifikanz zwischen den drei Zeiträumen nicht unterschiedlich (siehe Ergebnisse S. 36). Die Entscheidung des Rettungsdienstpersonals Reanimationsmaßnahmen einzuleiten hat sich dementsprechend über elf Jahre nicht verändert.

Es fallen im Bereich der Altersverteilung keinerlei Abweichungen im Vergleich der Zeiträume auf. Auch die Geschlechterverteilung zeigt keine signifikanten Veränderun-

gen im Vergleich der drei Zeiträume. Bezüglich der sich anschließenden *outcome*-Analyse kann eine Beeinflussung durch Alter oder Geschlecht ausgeschlossen werden. Bei der Dokumentation gemäß dem Utstein-Style sollen die Notärzte die mögliche Ursache für einen Kreislaufstillstand dokumentieren. Diesbezüglich ist auffällig, dass in jedem der drei Zeiträume in über 40 % der Fälle eine unklare Ursache dokumentiert wurde. Gleichwohl erscheinen die Patientengruppen während der drei Zeiträume vergleichbar. Zum einen, weil die Verteilung der Ursachen gleich geblieben ist. Zum anderen sind Ursachen für einen Herz-Kreislauf-Stillstand aufgrund nicht internistischer Ursache, wie zum Beispiel in der Folge eines Traumas, regelhaft sofort erkennbar. Gerade im Bereich der durch Traumata bedingten Reanimation zeigt sich jedoch eine verschwimmende Trennschärfe bezüglich des besseren *outcomes* zwischen *Advanced Life Support*-Maßnahmen und *Basic Life Support*-Maßnahmen (BAKALOS et al. 2011). Dies führte, wie in Material und Methoden beschrieben (siehe S. 26), zum Ausschluss der Traumapatienten, um die Datenmenge solider zu gestalten. Der hohe Prozentsatz an unklar definierten Ursachen spiegelt hingegen nur wider, dass die Notärzte sich nicht auf eine rein spekulative Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes festgelegt haben. Dieser Punkt ist vor allem bei den Patienten hervorzuheben, die nicht wiederbelebt werden konnten und es somit auch keine innerklinischen Befunde mehr gab.

Hierbei zu erwähnen ist, dass in Deutschland die ROSC-Rate aktuell bei durchschnittlich 42,8 % (REANIMATIONSREGISTER 2012) liegt. Dementsprechend kann bei circa 60 % der Patienten die Todesursache bzw. die genaue Diagnose nicht ermittelt werden. Dieser Anteil ist auch deswegen so hoch, da in Deutschland nur etwa 5 % der Verstorbenen obduziert werden (BUNDESÄRZTEKAMMER 2012). Notärzte erhalten regelmäßig – da der Patient meist leblos angetroffen wird – keine eigen- oder fremdanamnestischen Hinweise auf die mögliche Ursache eines Herz-Kreislauf-Stillstandes. Somit ist verständlich, warum ein hoher Anteil an Notfallursachen als „unklar“ dokumentiert wird. Aus den zuvor genannten Gründen ist es jedoch an dieser Stelle zulässig, die unklar definierten Patienten den internistischen Ursachen insgesamt zuzuordnen. Bei bearbeiteter Fragestellung kann aufgrund dieser Zuordnung ein Effekt auf die *outcome*-Ergebnisse ausgeschlossen werden.

Weitere einsatzspezifische Inhalte sind für eine Beurteilung der Notfallsituation notwendig. Als Einzelaspekte werden im Speziellen der beobachtete Herz-Kreislauf-Stillstand sowie das Erreichen der Hilfsfrist von acht Minuten beurteilt. Wie in Material und Methoden (siehe S. 33; Schritt 3.3) beschrieben, werden diese Einzelpunkte zu

Clustern zusammengefasst. Die Einzelinhalte der insgesamt guten Voraussetzungen wurden festgelegt auf ein beobachtetes Ereignis sowie das definitive Erreichen der Patienten unter oder gleich acht Minuten durch das professionelle Personal. Warum findet jedoch diese Einteilung der Subgruppen genau so statt? Im Allgemeinen wird von sechs Faktoren gesprochen, die unabhängig voneinander mit dem Überleben assoziiert werden können (HERLITZ et al. 2008). Im Einzelnen sind dies das Alter, der beobachtete Kreislaufstillstand, eine kurze Zeitspanne bis zur Ankunft des professionellen Personals, der Ort des Geschehens, die stattgefundenen Laienreanimation sowie eine defibrillierbare Herzaktion (HERLITZ et al. 2008). Beim beobachteten Ereignis kann davon ausgegangen werden, dass der Notruf schneller erfolgt, als bei nicht beobachteten Herzkreislauf-Stillständen. Dies steht in engem Zusammenhang mit der durch das Rettungsdienstpersonal zu erreichenden Hilfsfrist. Diese lag in den Jahren 2008 und 2009 im Mittel bei 8,7 Minuten, während die notärztliche Frist hier bei 12,3 Minuten dokumentiert wurde (BAST 2009). Im Vergleich zur Literatur kann also ein nationaler Durchschnitt bei acht Minuten angesetzt werden (SEFRIN, DISTLER 2001).

Hat ein Patient also einen beobachteten Kreislaufstillstand und trifft zusätzlich das Rettungsdienstpersonal unter acht Minuten ein, so sind dies gute Voraussetzungen. Der Umkehrschluss ist für die Patienten entsprechend als schlechte Voraussetzung zu werten. Die Patientengruppen zeigen über elf Jahre keine als signifikant zu bewertende Veränderung in ihrer Häufigkeit. Eine Beeinflussung des *outcomes* scheint diesbezüglich ausgeschlossen, die Gruppen sind homogen und vergleichbar.

4.2 Ausgangsbedingungen und Rhythmusanalyse

Bezüglich des ersten abgeleiteten Rhythmus fällt ein kontinuierlicher Rückgang der defibrillierbaren Herzaktionen auf. Im dritten Zeitraum (2005-2009) werden mit 20,6 % insgesamt 14 % weniger defibrillierbare Rhythmen als initialer Rhythmus abgeleitet als im ersten Zeitraum (1998-2000). Die hypodynamen Rhythmen (Asystolie, PEA) steigen hingegen um 20 % auf 63,6 % an. Beide Entwicklungen zeigen signifikante Unterschiede im Vergleich der drei Zeiträume untereinander (siehe Ergebnisse S. 41).

Eine deutliche Übereinstimmung ist mit anderen retrospektiv angelegten, europäischen Studien zu finden. So zeigt eine ebenfalls über den Zeitraum von elf Jahren angelegte, schwedische Datenerhebung einen Rückgang des Kammerflimmerns von 45 % auf 28 % (HERLITZ et al. 2004). Der Bezug zum Deutschen Reanimationsregister zeigt au-

ßerdem die Aktualität der Göttinger Ergebnisse auf. Nicht-defibrillierbare Rhythmen werden hier für das Kalenderjahr 2012 im Median zu 25,5 % dokumentiert. Nicht-defibrillierbare Rhythmen durchschnittlich in 71,2 % der Fälle (REANIMATIONSREGISTER 2012). Die Zahlen des letzten Zeitraumes in Göttingen belaufen sich für VF/pVT auf 20,6 % und für non-VF auf 63,6 %. Weiterhin wird auf internationaler Ebene aus Seattle berichtet, wo innerhalb eines Zeitraumes von 20 Jahren ein Rückgang der jährlichen Inzidenz des Kammerflimmerns um bis zu 56 % verzeichnet wurde (COBB et al. 2002). Die Entwicklung im Bereich der initial abgeleiteten Rhythmen im Rettungsdienstbereich Göttingen entspricht demnach nationalen, wie internationalen Vergleichspopulationen. Als Begründung dieser Entwicklung wird allgemein die immer besser werdende medizinische Versorgung herzkranker Patienten diskutiert. Kardial erkrankte Patienten können beispielsweise durch weiterentwickelte Medikationsmöglichkeiten besser therapiert werden. Es stehen außerdem mehr medizinische Interventionsmöglichkeiten wie Schrittmacherimplantationen oder Kathetertechniken zur Verfügung. Diese Aspekte stellen einen Erklärungsversuch dar, in der Reanimationssituation auf weniger Ressourcen bezüglich der Ansprechrate von Therapiemaßnahmen zu treffen (VÄYRYNEN et al. 2011). Zu verzeichnen ist ebenfalls die positive Entwicklung rückgängiger, kreislaufbedingter Mortalität in Deutschland (STATISTISCHES BUNDESAMT 2010). Man müsste dementsprechend ein höheres Lebensalter schlussfolgern können, auch in der untersuchten Göttinger Population. Bezüglich des Alters zeigt sich jedoch keine signifikante Veränderung über die Zeit. Der Effekt besserer kardialer Intervention in der Subgruppe reanimierter Patienten kann somit bezogen auf eine deutliche Lebensverlängerung in Frage gestellt werden.

Eine interessante Auffälligkeit findet sich in der Verbindung zwischen den circa gleich bleibenden Anteilen an kardialen Ursachen und der beschriebenen Entwicklung hyperdynamer Herzrhythmen. In der Literatur wird immer wieder der direkte Zusammenhang von akutem Myokardinfarkt und primär diagnostiziertem ventrikulärem Flimmern beschrieben (GOLDSTEIN et al. 1981, SIDERIS et al. 2011). Der Vergleich dieser Aspekte in Göttingen zeigt einen dieser Beschreibung nicht entsprechenden Verlauf. Bei gleich bleibender Ursachenverteilung kommt es zu signifikanter Abnahme der hyperdynamen Rhythmen. Dies hätte aufgrund der gleich bleibenden Häufigkeit kardial bedingter Herz-Kreislauf-Stillstände prinzipiell nicht passieren dürfen. Dieser Sachverhalt zeigt interessante Forschungsfelder für nachfolgende Untersuchungen auf.

Man geht davon aus, dass zum Zeitpunkt des Kollapses zunächst ein defibrillierbarer Rhythmus vorliegt, der im zeitlichen Verlauf zu einem nicht-defibrillierbaren Rhythmus degradiert. Deswegen wird ein hypodynamer Kreislaufstillstand (Asystolie, PEA) wegen der vermeintlich längeren *down-time* des Patienten als Rhythmus mit schlechterer Prognose bezeichnet. Eine interessante Variable stellt demnach die Zeitspanne, die das professionelle Personal bis zum Eintreffen beim Patienten benötigt, dar. Allein durch diese Zeit scheint schon ein gewisses Maß der Therapierbarkeit vorbestimmt. Ein direkter Vergleich der dokumentierten Rhythmen und der jeweiligen Hilfsfrist ist für eine ganzheitliche Betrachtung demnach unablässig. Genauer geht es um erreichte Zeit zwischen Alarmierung des Rettungsdienstes und Erreichen des Patienten.

Die in dieser Analyse stattgefundenene Festlegung der Hilfsfrist auf acht Minuten entspricht der Erkenntnis, dass das *outcome* besser ist, wenn innerhalb von acht Minuten nach dem Kollaps mit den erweiterten Maßnahmen der Wiederbelebung begonnen wird. Dies begründet sich auch darauf, dass sich mit jeder Minute, in der ein Kammerflimmern nicht durch eine Defibrillation terminiert wird, die Wahrscheinlichkeit des Überlebens bis zur Krankenhausentlassung vermindert (VALENZUELA et al. 1997). Aktuelle Daten zeigen sogar eine Zunahme der Sterblichkeit um zehn bis zwölf Prozent je verstrichener Minute bis zur Defibrillation (EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL 2011). Diese Literaturverweise erklären die gewählte Hilfsfrist.

4.3 *outcome*-Analyse

ROSC als Wiedereinsetzen eines spontanen Kreislaufs stellt den Ausgangspunkt der Analyse Überlebender nach Reanimation dar. Im Sinne der Utstein-Dokumentation ist ROSC definiert als palpabler Puls nach stattgefundenem Herz-Kreislauf-Stillstand (CHAMBERLAIN, CUMMINS 1991). Mit eingeschlossen in diese Definition sind eindeutige Lebenszeichen wie dauerhafte Atmung, Husten oder Bewegung des Patienten. ROSC musste in der durchgeführten Analyse für mindestens eine Minute ohne weitere medizinische Maßnahmen anhalten. Die Festlegung der zeitlichen Grenze wurde auch aus Vergleichszwecken zu internationalen Publikationen (ROBINSON et al. 2010) so festgelegt.

Im Median liegt die ROSC-Rate für das Jahr 2012 deutschlandweit bei 42,8 % (REANIMATIONSREGISTER 2012). Diese Zahl bezieht sich aber auf alle Wiederbelebungen unabhängig von der Genese und dem Alter. Die Ergebnisse in der durchge-

fürten Untersuchung lagen im Zeitraum von 1998 bis 2009 zwischen 34 % und 39 %. Es konnten keine signifikanten Unterschiede aufgezeigt werden.

Bei der Analyse von Patienten mit ROSC wird das unmittelbare Überleben nach einer Reanimation untersucht. Man kann die Ergebnisse dabei in zweierlei Hinsicht analysieren. Zum einen ist ein Vergleich der reinen ROSC-Raten möglich – Analyse des primären Überlebens. Soweit wären jedoch keinerlei valide Aussagen bezüglich der Befindlichkeit oder Lebensqualität von Überlebenden zu treffen. Zum anderen kann ROSC als Ausgangspunkt für den Genesungsprozess der Patienten definiert werden. So kann neben dem primären Überleben auch die Frage nach einem wieder eigenständig möglichen Leben beantwortet werden.

Zunächst müssen jedoch die Grundvoraussetzungen der primär Überlebenden genauer beleuchtet werden. Daher wurde in dieser Studie eine Subgruppenanalyse der Patienten mit ROSC in Bezug auf die primär dokumentierten Herzrhythmen vorgenommen. Bemerkenswert war ein Anstieg der Überlebensrate der Patienten mit nicht-defibrillierbarem Rhythmus. Zur Interpretation dieser Patientengruppe ist vor allem der Übergang von erstem zu zweitem Zeitraum wichtig.

Besondere Änderungen der Reanimationsleitlinien, wie beispielsweise das veränderte Ventilations-Kompressionsverhältnis von 5:1 zu 15:2 fallen in diesen Übergang. Auch die Prioritätenverschiebung des ERC zu konsequenterer Herzdruckmassage, die häufiger, tiefer und mit weniger *hands-off-time* durchgeführt werden soll, nimmt hier ihren Anfang. Ein Bezug des häufigeren Überlebens nicht-defibrillierbarer Patienten zu den veränderten Reanimationsmaßnahmen stellt demnach einen plausiblen Erklärungsansatz dar. Bei genauerer Analyse können zu diesem frühen Zeitpunkt der Untersuchung andere das Überleben beeinflussende Faktoren ausgeschlossen werden. So wurden in Göttingen präklinisch zur Anwendung kommende, biphasische Defibrillatoren erst im Jahre 2002 flächendeckend eingeführt. Auch versorgungstechnische Fortentwicklungen, wie die Kühlung von Patienten waren in dieser Zeit noch nicht als Standardmaßnahmen definiert.

Bezüglich des häufigeren primären Überlebens scheint im Übergang vom zweiten zu dritten Zeitraum eine klare Zuordnung der beteiligten Faktoren schwieriger. Biphasische Defibrillatoren, aufgrund derer von effektiveren Defibrillationen ausgegangen werden kann, waren zu diesem Zeitpunkt bereits etabliert. Der Einfluss von innerklinisch angewendeter Hypothermie bezüglich des ROSC kann vernachlässigt werden. Der mit Abstand am häufigsten dokumentierte Herzrhythmus ist weiterhin nicht-

defibrillierbar. Eine Beeinflussung dieser Patientengruppe durch die technische Weiterentwicklung zur Biphasie ist auszuschließen. Veränderungen des primären Überlebens können hier demnach abermals konsequenteren, präklinisch durchgeführten Reanimationsmaßnahmen zugeschrieben werden.

Festzuhalten bleiben davon abgesehen jedoch insgesamt schlechtere Voraussetzungen der Patienten bedingt durch häufigere nicht-defibrillierbare Herzrhythmen.

Interessant ist hier einen Bezug zur allgemeinen ROSC-Rate herzustellen, die über alle Zeiträume auf einem konstant gleichen Niveau verbleibt. Bei der Beurteilung von Gesamt-ROSC dürfen die beschriebenen Patientenvoraussetzungen nicht außer Acht gelassen werden. Eine gleich bleibende ROSC-Rate über einen Zeitraum von elf Jahren ist hier als Erfolg zu werten. Die Beteiligung der Leitlinienänderungen daran ist in der Subgruppe der nicht-defibrillierbaren Patienten mit ROSC – wie oben erläutert – bewiesen. Wichtig ist diesbezüglich ebenfalls, dass die ROSC-Raten insgesamt stabile Voraussetzungen für die daraus folgende *outcome*-Analyse darstellen. Störeffekte durch unterschiedlich viele primär Überlebende in den Einzelzeiträumen können bei der Analyse der Überlebensqualität ausgeschlossen werden.

Es muss nun der Bogen zur wichtigen innerklinischen Versorgung reanimierter Patienten gespannt werden. Im Bereich der Postreanimationsbehandlung wurde besonders die milde Hypothermie als *outcome*-verbessernde Behandlungsmethode etabliert.

Eine kritische Beurteilung dieser innerklinischen Behandlung Reanimierter zeigt eine im Jahr 2011 erschienene Metaanalyse. Diese beschäftigt sich mit der Nützlichkeit der vor allem innerklinisch anzuwendenden Kühlung (WALTERS et al. 2011). Das Resümee dieser 77 Studien umfassenden Vergleichsstudie ist ein besseres neurologisches Ergebnis bei Patienten, die nach erlangtem ROSC zunächst komatös bleiben. Wichtig ist hier, dass ein wirklicher Beweis für eine Besserung der Patientenzustände nur bei initial defibrillierbaren Herzaktionen gefunden werden kann. Die Grundlage der untersuchten Beobachtungsstudien sei aber auf einem zum Teil niedrigen wissenschaftlichen Niveau, da sechs der sieben beinhalteten, randomisiert kontrollierten Studien die gleiche Patientengrundgesamtheit nutzen (WALTERS et al 2011). Vor diesem Hintergrund darf auch der langfristige, das sekundäre Überleben beeinflussende Effekt verbesserter Reanimationsmaßnahmen in den folgenden Analysen der *outcome*-spezifischen Sachverhalte (Entlassung; CPC; OPC) nicht außer Acht gelassen werden.

Der die innerklinischen Behandlung abschließende Zeitpunkt ist die Entlassung der reanimierten Patienten. Diese stellt den nächsten Schritt in der zusammenhängenden Ana-

lyse nach primärem Überleben dar. Die gesamten Entlasszahlen der UMG zeigen einen minimalen, nicht signifikanten Abfall über die Zeiträume um insgesamt weniger als einen Prozentpunkt. Ein interessanter Aspekt ist hier, dass in der Literatur selten Angaben zum Patientenzustand bei Entlassung gemacht werden. Meist werden nur reine Entlasszahlen veröffentlicht (BERDOWSKI et al. 2010). Besonders deutlich wird dies außerdem bei genauerer Betrachtung der Dokumentation innerhalb des Deutschen Reanimationsregisters. Hier finden sich von 140 beteiligten Standpunkten nur vier, die zum Zeitpunkt der Entlassung über 30 neurologische Statusbefunde dokumentieren (REANIMATIONSREGISTER 2012). Inwiefern das persönliche Leben als lebenswert definiert wird, obliegt jedem Menschen selbst. Ohne jegliche Beteiligung an einem normalen gesellschaftlichen Leben kann jedoch bezüglich des *outcomes* nach Reanimation nicht von einem Erfolg gesprochen werden. Die Dokumentationsstruktur sollte diesbezüglich weniger auf Quantität als auf Qualität der Patienten hinter den veröffentlichten Zahlen Wert legen. Weiterführend stellt sich die Frage, ob der Zeitpunkt der Entlassung zu früh ist, um von einem wirklichen Erfolg der durchgeführten Maßnahme zu sprechen. Beispielsweise veröffentlichten HORSTET et al. 2007 ein Studie, in der das Überleben sechs Monate nach Reanimation genauer beurteilt wird. Bei einer vergleichbaren Grundgesamtheit von 984 Patienten (Göttingen: 1102 entlassenen Patienten) liegen die Überlebensraten unter den in Göttingen erreichten Ergebnissen bei Entlassung. Demnach kommt es nach der Krankenhausentlassung zu einem weiteren Abfall des Überlebens. Die weitere Dokumentation in der Rehabilitationsphase wäre wünschenswert. Ein diesbezüglicher Lösungsansatz ist beispielsweise der Aachener Langzeit-*outcome*-Score (SCHMIDBAUER et al. 2000). Die fehlende Praktikabilität eines zusammenhängenden Dokumentationsverfahrens nach Krankenhausentlassung stellt hier den limitierenden Faktor dar. Die Entlassung kann als Ergebnis der Versorgung innerhalb der Klinik und als Startpunkt für die Analyse der weiteren Genesung definiert werden. Wichtig ist jedoch immer der Bezug zur wirklichen Patientenbefindlichkeit und der damit verbundenen Frage: Wie geht es dem behandelten Patienten zum jeweilig dokumentierten Zeitpunkt?

Diesbezüglich findet gemäß der Utstein-Dokumentation zur Einteilung reanimierter Patienten eine Eingruppierung entsprechend den Glasgow-Pittsburgh-*outcome*-Kategorien statt. Darin enthalten ist die Unterscheidung zwischen *Cerebral Performance Category* und *Overall Performance Category* (CHAMBERLAIN, CUMMINS 1991). Diese *outcome*-Scores werden in der stattgefundenen Datenanalyse entsprechend ange-

wandt. Zur besseren Übersicht werden die jeweilig als gut oder schlecht definierten Patientengruppen zusammengefasst. Auffällig waren sowohl im neurologischen, als auch leistungsbezogenen *outcome*-Bereich ein signifikanter Anstieg des guten *outcomes* über alle drei Zeiträume hinweg. Die Beantwortung der Frage, wie es einem Patienten nach überlebter Reanimation wirklich geht, stellt die dieser Arbeit zu Grunde liegende Hauptmotivation dar. So bleibt festzuhalten, dass die Menschen in den späteren Zeiträumen auf einem gesundheitlich besseren Niveau überlebt haben.

Zum genaueren Verständnis sind nun verschiedene Sachverhalte in Verbindung zu bringen.

Eigentlich wäre zu erwarten gewesen, dass das Überleben im Vergleich der drei Zeiträume schlechter hätte werden müssen, da bei der initialen Beurteilung immer häufiger ein nicht-defibrillierbarer Rhythmus gesehen wurde. Es zeigte sich jedoch trotz der schlechteren Ausgangsbedingungen ein besseres *outcome*. Dies lässt sich durch die geänderten Maßnahmen im Rahmen der Leitlinienänderungen sowie die erweiterte innerklinische Therapie (milde Hypothermie) erklären. Die veränderten Leitlinien haben bei schlechteren Voraussetzungen dazu beigetragen, dass die Rate der Patienten mit ROSC gleich geblieben ist. Die fortentwickelten, innerklinischen Therapien führen ihrerseits anscheinend dazu, dass mehr Patienten mit guter neurologischer Funktion überleben. Die Ergebnisse in dieser Untersuchung werden dahin gehend interpretiert, dass mit der Änderung der Leitlinien die Effektivität der Reanimationsmaßnahmen verbessert werden konnte. Die Patienten, die mit ROSC in der Klinik aufgenommen werden konnten, scheinen dann zum einen davon profitiert zu haben, dass sich die Maßnahmen der Postreanimationsbehandlung verbessert haben. Zum anderen beinhalten die Änderungen der Leitlinien auch die explizit formulierte Haltung des *letting die*. Patienten, bei denen nach einer Reanimation nicht zu erwarten ist, dass sie das Bewusstsein wiedererlangen und bei denen die Fortführung einer intensivmedizinischen Therapie nicht indiziert ist, dürfen sterben.

Nur durch eine Verbesserung der Reanimationstechnik in Verbindung mit der besseren Postreanimationsbehandlung ist der höhere Anteil von Patienten mit gutem *outcome* zu erklären. Besonders hervorzuheben ist die detaillierte Dokumentation der Befindlichkeit von *outcome*-Patienten. Anhand solcher Reanimationsanalysen mit Schwerpunkt im Befinden der reanimierten Patienten können Hilfestellungen gegeben werden, sich für oder gegen das Durchführen von Reanimationsmaßnahmen am eigenen Leib zu entscheiden.

4.3.1 Zusatzanalyse

Es fand eine zusätzliche Analyse von Teilen des ersten Zeitraumes und des gesamten zweiten Zeitraumes statt. Für den Rettungsdienstbereich Göttingen ist die zeitliche Einordnung technischer wie behandlungsspezifischer Änderungen der Reanimationsbehandlung möglich. So fiel in den zweiten Zeitraum (siehe S. 49) die Umstellung auf biphasische Defibrillatoren im Jahr 2002. Die Empfehlung als Postreanimationsbehandlung mit einer milden Hypothermie zu behandeln, kann als Prozess der Jahre 2002-2005 gesehen werden.

Auf der einen Seite ist Gesamt-ROSC als Kriterium der präklinischen Versorgung aufgeführt. Auf der anderen Seite Entlasszahlen und das ermittelte neurologische *outcome* zur Beurteilung der Kombination aus präklinischer Therapie (Leitlinien) und innerklinischer Behandlung (milde Hypothermie).

Bezüglich der ROSC-Raten zeigen sich im Übergang zu 2002 keine signifikanten Verbesserungen. Besserung ist erst im darauf folgenden Zeitraum zu verzeichnen. Im Bereich der Entlassungen sowie im neurologischen *outcome* gibt es keine signifikanten Veränderungen über die gesamte Zeiteinteilung.

Diskussionswürdig ist demnach, dass auch bei zeitlich differenzierterer Betrachtung zunächst keine Besserung des primären Überlebens durch biphasische Defibrillatoren bewiesen werden kann. Erst im weiteren Verlauf ist eine Steigerung des ROSC zu verzeichnen. Wegen des geringen Anteils von VF/pVT-Patienten kann der Einfluss auf die Rate aller Patienten mit ROSC aber nur gering sein.

In den Ergebnissen der entlassenen Patienten von 2000 bis 2005 sowie beim neurologischen *outcome* dieser Subanalyse zeigen sich keine Verbesserungen über die Zeiträume. Ein definitiver Bezug auf genannte innerklinische Versorgung ist schwer beweisbar.

Im Kontext der großen Patientenuntersuchung kann festgehalten werden, dass sich alle *outcome*-Aspekte konstant zum Positiven verbessern. Die stetige Weiterentwicklung der Reanimationsleitlinien stellt eine Konstante über die gesamte Analyse von elf Jahren dar. Damit können die Leitlinien als greifbare Verbesserungsbegründung im *outcome*-Bereich angesehen werden. Aus dieser Arbeit resultieren interessante Forschungsfelder um die Gesamtzusammenhänge weiterhin besser verstehen zu lernen.

4.3.2 Schlussfolgerung und Ausblick

Abschließend darf festgehalten werden, dass die stattgefundenene longitudinale Untersuchung erstmals ermöglicht, drei Fortentwicklungen der ERC-Leitlinien zusammenhängend zu vergleichen. Es sind besonders wichtige Änderungen in der Durchführung professioneller Reanimationsmaßnahmen enthalten. Zum Beispiel die stetigen Veränderungen des Verhältnisses von Kompression zu Ventilation (5:1; 15:2; 30:2). Das Ziel ist hier, durch weniger Unterbrechungen (*hands-off time*) die Herzdruckmassage als die entscheidende Determinante eines Ersatzkreislaufes effektiver durchzuführen. Die Ausgangsbedingungen waren für die Gruppen in den Zeiträumen der angewandten Leitlinien 1998, 2000 und 2005 vergleichbar. Besonders hervorzuheben sind jedoch die Veränderungen der in den Zeiträumen initial abgeleiteten Herzrhythmen. Die zunehmende Häufung von hypodynamen Kreislaufstillständen wurde aus verschiedenen Blickrichtungen kritisch analysiert. Zum Verständnis der Reanimation als Ganzes trägt die Verknüpfung zwischen diesen schlechteren Rhythmusbedingungen und der gleich bleibenden ROSC-Rate bei. Die gleich bleibende ROSC-Rate ist insofern als Erfolg zu werten. Bezüglich der Beurteilung des *outcomes* reanimierter Patienten ist die signifikante Besserung der zerebralen und allgemeinen Leistungsfähigkeit im Laufe der Jahre zu betonen.

Die Einzelanalysen von ROSC, Entlassung oder dem als Leistungsfähigkeit definierten *outcome* sollten aber nicht unabhängig voneinander beurteilt werden. Die Reanimation und die Postreanimationsbehandlung müssen als Prozess verstanden werden. Viele einzelne Komponenten bedingen Teilerfolge, die irgendwann in ihrer Summe zum gewünschten Ziel führen sollen – dem zurückgewonnenen, selbstbestimmten Leben.

Dass Änderungen der Reanimationsleitlinien nicht den Erfolg haben, den man sich prinzipiell wünschen würde, liegt auch darin begründet, dass es bislang keine Hilfestellung gibt, wann es sinnvoll ist, eine Reanimation zu beginnen. Dies sollte Gegenstand weiterer Forschung auf dem Gebiet der Reanimatologie sein.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Eine der häufigsten Todesursachen in Deutschland ist der plötzliche Herztod. Die einzige Chance auf Therapieerfolg ist die zeitnahe und auf hohem, standardisiertem Niveau durchgeführte kardiopulmonale Reanimation. In dieser Arbeit wurden die Änderungen der Reanimationsleitlinien des European Resuscitation Council von 1998 bis 2009 untersucht. Über einen Zeitraum von elf Jahren wurde das Überleben von 2.234 Patienten nach prähospitalen Kreislaufstillstand in Abhängigkeit der drei in dieser Zeitspanne angewandten Reanimationsalgorithmen ausgewertet. Die Fähigkeit, wieder an einem eigenständigen Leben teilhaben zu können, soll das Ziel von Reanimationsmaßnahmen sein. Dies wurde im Sinne der Glasgow-Pittsburgh-*outcome*-Kategorien analysiert, was eine Untersuchung des neurologischen (CPC) wie leistungsbezogenen (OPC) *outcomes* beinhaltet. Zunächst wurde diesbezüglich die Vergleichbarkeit aller Reanimierten in den untersuchten Zeiträumen herausgearbeitet. Es konnten durchweg gleich bleibende Ausgangsbedingungen nachgewiesen werden. Eine Ausnahme waren die im Laufe der Jahre initial häufiger dokumentierten, nicht-defibrillierbaren Herzrhythmen. Die Wichtigkeit konsequent durchgeführter kardiopulmonaler Reanimationsmaßnahmen ist bei diesem Patientenkontext, dessen Behandlung ohne technische Hilfsmittel gelingen muss, hervorzuheben. Bei beschriebener Grundvoraussetzung zeigten sich im Bereich des *return of spontaneous circulation* in allen drei Zeitspannen gleich bleibende Ergebnisse. Vor dem Hintergrund häufiger werdender hypodynamer Rhythmen ist dies ein Erfolg und durch effektivere Wiederbelebungsmaßnahmen zu erklären. Wichtig ist in der weiteren Analyse ein signifikant besseres neurologisches und leistungsbezogenes *outcome* der Patienten. Von einer Beteiligung der Leitlinienänderungen am besseren *outcome*-Erfolg der reanimierten Patienten ist auszugehen. Andere reanimationsbezogene Weiterentwicklungen (biphasische Defibrillatoren; milde Hypothermie) sind bezüglich des Ausmaßes ihrer Beteiligung an besagter *outcome*-Entwicklung momentan noch unklar.

Die in dieser Arbeit dargestellten Resultate zeigen auch in Zukunft interessante Forschungsfelder auf. Die Frage des Behandlungswunsches nach stattgefundenem, plötzlichem Herztod muss jeder Mensch für sich selbst beantworten, eine wichtige Entscheidungshilfe ist hiermit geschaffen.

6.2 Anhang 2

Dokumentationsbogen Außerklinische Reanimation nach Utstein-Style:

Seite 1

DOKUMENTATIONSBOGEN FÜR AUSSERKLINISCHE REANIMATIONEN (Vers. 09-2002) Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universität Göttingen		
Datum des Einsatzes:		Patienten-Nummer (ggf. Aufkleber)
Name Notärztin/arzt (NA):		
Fall-Nummer: (nicht ausfüllen)		
Einsatzort (ggf. zust. Leitstelle):		
Name Patient/in:		
Alter Patient/in: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Geschlecht: (1 = männl.; 2 = weibl.) <input type="checkbox"/>
(wenn unter 1 J.: Monate)		Rettungsmittel: NAW <input type="checkbox"/> NEF <input type="checkbox"/> RTH <input type="checkbox"/> Funkrufname:
Notfall beobachtet? 1 = Nein; 2 = Ja Wenn ja: durch wen? 1 = Nicht-Rettungsdienst; 2 = Rettungsdienst Verhältnis Zeuge-Patient? 1=Angeh./Bekannter; 2=Fremder; 9=unbek Kreislaufstillstand bestätigt? (durch NA); 1 = Nein; 2 = Ja Wer hat alles reanimiert? Ersthelfer KTW RTW NAW / RTH 1 = Nein; 2 = Ja Wenn NA nein: warum nicht? 1 = Tödliche Verletzungen 2 = Verkohlung 3 = Verwesung 4 = Leichenstarre 5 = Totenflecken 6 = Sonstiges Ort des Notfalls: 1 = Straße 2 = Wohnung 3 = Öffentlicher Platz 4 = Arbeitsplatz 5 = Versammlung (Fußballsp. o.ä.) 6 = Alten-/ Pflegeheim 7 = Priv. Transport 8 = KTW 9 = RTW 10 = NAW / RTH 11 = Arztpraxis 12 = Sonstiges Eintritt des Kreislaufstillstandes unter Monitoring? 1 = Nein; 2 = Ja	Ursache des Stillstandes: 1 = Kardial Nicht kardial: 21 = Trauma ohne Hypovolämie 22 = Trauma, Hypovolämie 23 = Intrakraniell, Trauma 24 = Intrakraniell, kein Trauma 25 = Hämorrhagie, kein Trauma 26 = Pulmonale Hypoxie 27 = Pulmonale Embolie 28 = Strangulation 29 = Atemwegsverlegung 30 = Spannungspneumothorax 31 = Perikardtamponade 32 = Anaphylaxie 33 = Sepsis 34 = Metabolisch 35 = Intoxikation (Medikamente) 36 = Intoxikation (CO) 37 = Intoxikation (Sonstige) 38 = Ertrinken 39 = SIDS 40 = Sonstiges Status vor dem akuten Ereignis: CPC <input type="checkbox"/> OPC <input type="checkbox"/> Reanimation begonnen durch: 1 = Angehöriger; 2 = Zeuge; 3 = Schwester/ Pfleger (nicht RD); 4 = Arzt (nicht RD); 5 = KTW; 6 = RTW; 7 = NAW / RTH; 8 = Sonstige Fortgeführt durch: Telefon-Reanimation (RufAn): Wurde RufAn durchgeführt ? Falls nein: Wäre RufAn möglich gewesen ? 1 = Nein; 2 = Ja Falls nein, warum nicht ?	Zeiten (Echtzeiten!): Std/Min Eintritt Kreislaufstillstand Entdeckung Beginn Basismaßnahmen (Ersth.) Notfallmeldung Ankunft Einsatzst. RTW Beginn CPR durch RTW Ankunft Einsatzstelle NA Beginn CPR durch NA Erste Defibrillation Intubation Beginn Medikation Ende CPR (Exitus oder ROSC [= Spontankreislauf > 60 mm Hg syst.]) Abfahrt Einsatzstelle Ankunft Notaufnahme Erste Defibrillation durch: 1 = Rettungssan./-assistent; 2 = Notarzt; 3 = Sonstige Erste Defibrillation (Joule): Höchste Defibrill. (Joule): Anzahl der Defibrillationen: Adrenalin gesamt bis ROSC bzw. Abbruch CPR (mg) i.v. endobronchial Atropin gesamt (mg) Lidocain gesamt (mg) Amiodaron gesamt (mg) Sonst. Antiarrhythmikum (mg) NaBi gesamt (mmol) Wurde bei Ankunft des ersten Rettungsmittels bereits: Beatmet? Herzdruckmassage durchgeführt? 1 = Nein; 2 = Ja Hat Patient/in erbrochen? 1 = Nein; 2 = Ja, initial; 3 = Ja, durch Rea.

Klinischer Status während / nach CPR

	Erstes Ergebnis	Bestes Ergebn. vor Ort / bei Transport	Ende CPR / Anknunft Klinik	Anknunft Notauf-nahme	Verlassen Notauf-nahme	Anknunft Inten-sivstat.
28. Kardialer Status: 1 = Asystolie 2 = Anderer Rhythmus, pulslos 3 = Kammerflimmern (VF) 4 = Ventrikuläre Tachykardie (VT), pulslos 5 = Wiederherst. Spontankrslf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Therapie: 1 = Keine 2 = Pharmakologisch 3 = Mechanisch 4 = Elektrisch 5 = Pharm. + Mech. 6 = Pharm. + Elektr. 7 = Mech. + Elektr. 8 = Alle			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Respiratorischer Status: 1 = Komplette Apnoe 2 = Schnappatmung 3 = Wiederherst. Spontanatmung 0 = Nicht feststellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Therapie: 1 = Keine 2 = Beatmung (assistiert oder kontrolliert)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Pupillen: 1 = Nicht reagibel 2 = Reagibel 0 = Nicht feststellbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. Glasgow-Coma-Skala (Motorische Reaktion / Antworten / Öffn. d. Augen)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
34. Sedierte? 1 = Nein; 2 = Ja 3 = Nicht feststellbar		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Kerntemperatur	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ,		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ,	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ,		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ,
36. Outcome 1 = Exitus; 2 = Fortführung CPR; 3 = Wiederherst. Spontankreislauf			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Falls Pat. eingeliefert wurde:

⇒ Fortsetzung ggf. bitte auf Follow-up-Bogen !

Seite 3

DOKUMENTATIONSBOGEN FÜR AUSSERKLINISCHE REANIMATIONEN (Vers. 05-2002) ☒ FOLLOW-UP ☒ Zentrum Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universität Göttingen

Datum des Einsatzes:

Patienten-Nummer (ggf. Aufkleber)

Name Notärztin/arzt (NA):

Fall-Nummer: (nicht ausfüllen)

Zentrale Fall-Nummer: (nicht ausfüllen)

Name Patient/in:

Rettungsmittel: NAW NEF RTH
 24 Stunden nach Einlieferung: Pat. lebt
 Exitus
Beatmet? (1 = Ja; 2 = Nein)
 Zeitpunkt Verlegung auf Normalstation:
 (Tage nach Einlieferung bzw. Stillstand)
Outcome bei Entlassung: CPC OPC (s. Rückseite)
 Zeitpunkt Entlassung:
 (Tage nach Einlieferung bzw. Stillstand)
Entlassen wohin:

1 = Nach Hause; 2 = Dauerpflegeeinrichtung; 3 = Sonstiges:

Falls Exitus: Ursache

1 = ZNS-Versagen; 2 = Kardiales Versagen; 3 = Andere Ursache:

Zeitpunkt Exitus:

(Tage nach Einlieferung bzw. Stillstand)

7 LITERATURVERZEICHNIS

Ahnefeld FW, Baldus W, Bartels F, Dick W, Dölp R, Hierholzer G, Juchems R, Kettler D, Knuth P, Krawietz W:
Reanimation-Richtlinien für Wiederbelebung und Notfallversorgung.
Dt. Ärzte-Verlag Köln 1991

BAST - Bundesanstalt für Straßenwesen:
Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit.
Heft M217 Bergisch Gladbach 2009

Bakalos G, Mamali M, Komninos C, Koukou E, Tsantilas A, Tzima S, Rosenberg T (2011):
Advanced life support versus basic life support in the pre-hospital setting: A meta-analysis.
Resuscitation 82, 130-1137

Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW (2010):
Global incidences of out-of- hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies.
Resuscitation 81, 1479-1487

Bundesärztekammer:
Reanimation-Empfehlungen für die Wiederbelebung (4. Aufl.)
Dt. Ärzte-Verlag Köln 2006

Bundesärztekammer (2012):
Internet: Stellungnahme zur 'Autopsie'
<http://www.bundesaerztekammer.de/page.asp?his=0.7.47.3179.3180>
Stand: 22.11.2012; 18:16 Uhr

Chamberlain D (2005):
The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) - Past and present: Compiled by the Founding Members of the International Liaison Committee on Resuscitation.
Resuscitation 67, 157-1161

Chamberlain D, Cummins RO (1991):
Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the 'Utstein style' Prepared by a Task Force of Representatives from the European Resuscitation Council, American Heart Association, Heart and Stroke Foundation of Canada, Australian Resuscitation Council.
Resuscitation 22, 1-26

- Chamberlain D, Bossaert L, Carli P, Edgren E, Ekstrom L, Hapnes S, Holmberg S, Koster R, Lindner K, Pasqualucci V (1992):
Guidelines for advanced life support: A statement by the Advanced Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992.
Resuscitation 24, 111-121
- Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK (2002):
Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000.
JAMA 288, 3008-3013
- Cummins RO, Hazinski MF (2000):
The Most Important Changes in the International ECC and CPR Guidelines 2000.
Resuscitation 46, 431-437
- Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RK, Smith GB, Perkins GD (2010):
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4.
Adult advanced life support.
Resuscitation 81, 1305-1352
- De Latorre, F, Nolan J, Robertson C, Chamberlain D, Baskett P (2001):
European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Advanced Life Support: A statement from the Advanced Life Support Working Group1 and approved by the Executive Committee of the European Resuscitation Council.
Resuscitation 48, 211-221
- Dick W, Schuster HP (1998):
Europäische Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation: von gut gemeint zu gut begründet.
Intensiv Notfallmed 35, 371-372
- European Resuscitation Council (2000a):
In: Advanced Life Support Course Provider Manual (4. Aufl.).
Resuscitation Council (UK): 2000, 19-24
- European Resuscitation Council (2000b):
In: Advanced Life Support Course Provider Manual (4. Aufl.).
Resuscitation Council (UK): 2000, 83-88
- European Resuscitation Council (2006a):
In: Advanced Life Support Course Provider Manual, German translation (1. Aufl.).
ERC: 2006, 27-34
- European Resuscitation Council (2006b):
In: Advanced Life Support Course Provider Manual, German translation (1. Aufl.).
ERC: 2006, 35-42

European Resuscitation Council (2006c):

In: Advanced Life Support Course Provider Manual, German translation
(1. Aufl.).
ERC: 2006, 93-98

European Resuscitation Council (2011):

In: Advanced Life Support Course Provider Manual, German translation
(6. Aufl.).
ERC: 2011, 113-124

Goldstein S, Landis JR, Leighton R, Ritter G, Vasu CM, Lantis A, Serokman R (1981):
Characteristics of the resuscitated out-of-hospital cardiac arrest victim with
coronary heart disease.
Circulation 64, 977-984

Handley AJ, Bahr J, Basket P, Bossaert L, Chamberlain D, Dick W, Ekström L,
Juchems R, Kettler D, Marsden A (1998):
The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult single rescuer ba-
sic life support: A statement from the Working Group on Basic Life Support,
and approved by the executive committee of the European Resuscitation Coun-
cil.
Resuscitation 37, 67-80

Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L (2005):
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Section 2.
Adult basic life support and use of automated external defibrillators.
Resuscitation 67, 7-23

Hayakawa K, Tsaki O, Hamasaki T, Sakai T, Shiozaki T, Nakagawa Y, Ogura H, Ku-
wagata Y, Kajino K, Iwami T (2011):
Prognostic indicators and outcome prediction model for patients with return of
spontaneous circulation from cardiopulmonary arrest: the Utstein Osaka Project.
Resuscitation 82, 874-880

Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ängquist KA, Holmberg S (2004):
Decrease in the occurrence of ventricular fibrillation as the initially observed ar-
rhythmia after out-of-hospital cardiac arrest during 11 years in Sweden.
Resuscitation 60, 283-290

Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Silfverstolpe J (2008):
Characteristics and outcome in out-of-hospital cardiac arrest when patients are
found in a non-shockable rhythm.
Resuscitation 76, 31-36

Horsted TI, Rasmussen LS, Meyhoff CS, Nielsen SL (2007):
Long-term prognosis after out-of-hospital cardiac arrest.
Resuscitation 71, 214-218

- Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, Berg RA, Billi JE, Bossaert L, Cassan P, Coovadia A, DeEste K, Finn J (2005):
Berichte über Kreislaufstillstände und kardiopulmonale Reanimationen.
Notfall Rettungsmed 8, 320-333
- Lackes R, Siepermann M. (2011):
Internet: Wirtschaftslexikon des Gabler Verlags 2011 - Definition: SQL
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/74908/sql-v6.html>
Stand: 15.03.2011; 09:01 Uhr
- Nolan JP (2005):
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Section 1.
Introduction.
Resuscitation 67, 3-6
- Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Böttiger BW, Smith G (2005):
European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Section 4.
Adult advanced life support.
Resuscitation 67, 44-86
- Paraskos JA (1993):
History of CPR and the role of the national conference.
Ann Emerg Med 22, 275-280
- Reanimationsregister (2012):
Internet: Reanimationsregister – CPR-Auswertung
<http://www.dgai.de/cgi-bin/cpr>
Stand: 17.11.2012; 09:48 Uhr
- Robertson C, Steen P, Adgey J, Bossaert L, Carli P, Chamberlain D, Dick W, Ekstrom L, Hapnes SA, Holmberg S (1998):
The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult advanced life support: A statement from the Working Group on Advanced Life Support, and approved by the executive committee of the European Resuscitation Council.
Resuscitation 37, 81-90
- Robinson S, Swain AH, Hoyle SR, Larsen PD (2010):
Survival from out-of-hospital cardiac arrest in New Zealand following the 2005 resuscitation guideline changes.
Resuscitation 81, 1648-1651
- Schmidbauer ST, Ruppert M, Lackner CK, Meinhardt K, Winterberg M (2000):
Outcome after cardiocerebral resuscitation. Long-term study in a country area in accordance of the Utstein-Style.
Notfall Rettungsmed 3, 22-31
- Sefrin P, Distler K (2001):
The importance of access-to-patient-period in the emergency service.
Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 36, 742-748

- Sideris G, Voicu S, Dillinger JG, Stratiev V, Logeart D, Broche C, Vivien B, Brun PY, Deye N, Capan D (2011):
Value of post-resuscitation electrocardiogram in the diagnosis of acute myocardial infarction in out-of-hospital cardiac arrest patients.
Resuscitation 82, 1148-1153
- Statistisches Bundesamt (2010):
Internet: Staat & Gesellschaft - Bevölkerung
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Bevoelkerung/lrbev04.html>
Stand: 10.04.2012; 07:51 Uhr
- Väyrynen T, Boyd J, Sorsa M, Määttä T, Kuisma M (2011):
Long-term changes in the incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation.
Resuscitation 82, 825–829
- Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP (1997):
Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: A logistic regression-survival model.
Circulation 96, 3308-3313
- w3schools (2011):
Internet: SQL Data Types for MS Access, MySQL, and SQL Server.
http://www.w3schools.com/SQL/sql_datatypes.asp
Stand: 19.03.2011; 13:44 Uhr
- Walters JH, Morley PT, Nolan JP (2011):
The role of hypothermia in post-cardiac arrest patients with return of spontaneous circulation: A systematic review.
Resuscitation 82, 508-516

DANKSAGUNG

Ein besonders herzliches Wort des Dankes möchte ich an Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Markus Roessler, Oberarzt der Klinik für Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen, richten. Meine fachliche und persönliche Weiterentwicklung wurde durch seine fürsorgliche und vertrauensvolle Betreuung stets in besonderem Maße gefördert.

Dank gilt außerdem Herrn Professor Dr. med. Michael Quintel, Direktor der Klinik für Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen, für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas.

Weiterhin möchte ich Herrn Simon Schneider, Mitarbeiter der Abteilung Medizinische Statistik, herzlich für die statistische Auswertung der generierten Daten danken.

Für die großartige Unterstützung bei tiefer gehender Computerproblematik und für diverse SQL-Schulungen möchte ich meinem Freund Markus Hartmann besonderen und unvergessenen Dank aussprechen.

LEBENS LAUF

Geboren wurde ich am 10.05.1986 in Neustadt an der Weinstraße als erster gemeinsamer Sohn von Beate und Joachim Stumpf.

Nach der Grundschule in Haßloch (Pfalz) besuchte ich das dortige Hannah-Arendt-Gymnasium, wo ich im Jahre 2005 die Allgemeine Hochschulreife erlangte.

Im Jahr 2007 schloss ich die Ausbildung zum staatlich anerkannten Rettungsassistenten an der Rettungsdienstschule des CJD in Maximiliansau erfolgreich ab.

Ab dem Sommersemester 2008 war ich im Fach Humanmedizin an der Georg-August-Universität in Göttingen immatrikuliert, wo ich 2010 den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung erfolgreich absolvieren konnte.

Zu Beginn meines klinischen Studienabschnittes im Jahr 2010 begann ich mit der Dissertation im Zentrum für Anaesthesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen, unter der Leitung von Herrn Professor Dr. med. Michael Quintel.

Während meines klinischen Studienabschnittes absolvierte ich folgende Famulaturen:

- Internistische Station und Funktionen (Gastroenterologie)
(Kreis Krankenhaus; Grünstadt)
- Allgemeinmedizin
(Praxis Dr. med. Norbert Schoppé; Haßloch)
- Anaesthesie, Schmerztherapie und Palliativmedizin
(St. Marien Krankenhaus; Ludwigshafen)
- Allgemeinpädiatrie, Kinder- und Säuglingsstation
(Diakonissen-Stiftungs-Krankenhaus; Speyer)
- Neonatologie und Pädiatrie
(St. Francis Xavier Hospital; Assin-Foso, Ghana)
- Gynäkologie
(Ruaraka Uhai Neema Hospital; Nairobi, Kenia)