

Aus der Klinik für Anaesthesiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. Bernhard Zwißler

**Ergebnisqualität des innerklinischen
Reanimationsdienstes –
Klinikum der Universität München am Standort Großhadern**

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

vorgelegt von
Isabella Weig
aus Stuttgart
2014

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Josef Briegel

Mitberichterstatter: Priv.Doz. Dr. Thomas Berghaus

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. Patrick Möhnle

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

Tag der mündlichen Prüfung: 20.11.2014

- 1. Einleitung**

- 2. Herkunft der eigenen Daten aus dem Klinikum der Universität München Standort Großhadern der Jahre 2004-2006**
 - 2.1 Klinik-Variablen
 - 2.2 Patienten-Kollektiv
 - 2.3 Herzalarm-Organisation
 - 2.4 Einschlusskriterien und Definition der CPR

 - 2.5 Beschreibung der erhobenen Variablen
 - 2.5.1 Herzalarmprotokoll bis März 2004
 - 2.5.2 Herzalarmprotokoll von März 2004 bis Oktober 2005
 - 2.5.3 Herzalarmprotokoll ab Oktober 2005

 - 2.6 Methoden der Datenerhebung und -bearbeitung
 - 2.6.1 Herkunft der Datenbank
 - 2.6.2 Klinik-EDV-Daten

 - 2.7 Pre-Arrest-Variablen
 - 2.7.1 Geschlecht
 - 2.7.2 Alter
 - 2.7.3 CPR Tag/Nacht
 - 2.7.4 Ort des Herzalarmeinsatzes
 - 2.7.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand (Witnessed arrest)
 - 2.7.6 Arbeitsdiagnose
 - 2.7.7 Komorbidität

 - 2.8 Intra-Arrest-Variablen
 - 2.8.1 Pupillen und Lichtreaktion

- 2.8.2 Herzhrythmus
- 2.8.3 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams
- 2.8.4 Dauer der CPR
- 2.8.5 Defibrillation
- 2.8.6 Intravenöse Medikamente

- 2.9 Outcome-Variablen
 - 2.9.1 Spontankreislauf nach CPR
 - 2.9.2 Exitus letalis ohne ROSC
 - 2.9.3 Spontankreislauf nach 24 Stunden
 - 2.9.4 Exitus letalis nach ROSC innerhalb von 24 Stunden
 - 2.9.5 Lebend entlassen
 - 2.9.6 Exitus letalis nach 24 Stunden, vor Krankenhausentlassung
 - 2.9.7 12 Monate Überleben
 - 2.9.8 Exitus letalis nach Entlassung

- 2.10 Statistische Analyse

3. Ergebnisse

- 3.1 Allgemeine Ergebnisse
 - 3.1.1 Übersicht aller Herzalarmeinsätze
 - 3.1.2 Übersicht der Herzalarmeinsätze ohne Herzkreislaufstillstand
 - 3.1.3 Gesamtoutcome

- 3.2 Outcome und Pre-Arrest-Variablen
 - 3.2.1 Geschlecht und Überleben
 - 3.2.2 Alter und Überleben
 - 3.2.3 Tageszeit und Überleben
 - 3.2.4 Ort des Herzalarmeinsatzes und Überleben
 - 3.2.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand und Überleben

- 3.2.6 Arbeitsdiagnose und Überleben
- 3.2.7 Komorbidität und Überleben

- 3.3 Outcome und Intra-Arrest-Variablen
 - 3.3.1 Pupillenstatus und Überleben
 - 3.3.2 Lichtreaktion und Überleben
 - 3.3.3 Initialer Herzrhythmus und Überleben
 - 3.3.4 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams und Überleben
 - 3.3.5 Dauer der CPR (15-Minuten Grenze) und Überleben
 - 3.3.6 Mittlere CPR-Dauer und Überleben
 - 3.3.7 Defibrillationshäufigkeit und Überleben
 - 3.3.8 Gesamte Adrenalinosis und Überleben
 - 3.3.9 Argipressin und Überleben

- 3.4 Zusammenfassung der univariaten Analyse
- 3.5 Ergebnisse der multivariaten Analyse
- 3.6 Allgemeine Ergebnisse von 1995-1997
- 3.7 Ergebnisse der multivariaten Analyse von 1995-1997

4. Diskussion

- 4.1 Gesamtoutcome
- 4.2 Ausschluss systematischer Fehler
- 4.3 Underreporting
- 4.4 Overreporting
- 4.5 Qualität der Dokumentation
- 4.6 CPR-Qualität
- 4.7 Zusammenfassung Gesamtoutcome

- 4.8 Pre-Arrest-Variablen
 - 4.8.1 Geschlecht
 - 4.8.2 Alter

- 4.8.3 Tageszeit
- 4.8.4 Ort des Herzalarmeinsatzes
- 4.8.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand
- 4.8.6 Arbeitsdiagnose
- 4.8.7 Komorbidität

- 4.9 Intra-Arrest-Variablen
 - 4.9.1 Pupillenstatus und Lichtreaktion
 - 4.9.2 Initialer Herzrhythmus
 - 4.9.3 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams
 - 4.9.4 Dauer der CPR
 - 4.9.5 Defibrillation
 - 4.9.6 Intravenöse Medikation

5. Zusammenfassung

6. Literaturverzeichnis

7. Anhänge

8. Eidesstattliche Versicherung

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CPR | Cardiopulmonary Resuscitation; kardiopulmonale Reanimation |
| EDV | Elektronische Datenverarbeitung |
| ROSC | Return of Spontaneous Circulation; Wiedereinsetzen des Kreislaufs nach kardiopulmonaler Reanimation |
| MET | Medical Emergency Team |
| DNAR | Do Not Attempt Resuscitation; keine Reanimation einleiten |
| SD | Standard deviation; Standardabweichung |
| OR | Odds Ratio; Quotenverhältnis |
| KI | Konfidenzintervall |
| VF/VT | Kammerflimmern/pulslose ventrikuläre Tachykardie |
| PEA | Pulslose elektrische Aktivität |
| BCLS | Basic Cardiac Life Support; Basismaßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation |
| ACLS | Advanced Cardiac Life Support, erweiterte Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation |
| CPC | Cerebral Performance Categories Scale |
| HDM | Herzdruckmassage |
| EKG | Elektrokardiogramm |

1. Einleitung

Seit der Einführung der geschlossenen Herzdruckmassage in die klinische Praxis bei Herzkreislaufstillstand ^[1] ist mittlerweile ein halbes Jahrhundert vergangen. Die Therapie des Herzkreislaufstillstandes hat sich über die Jahre weiterentwickelt und ist bis in die Gegenwart immer ein aktuelles Thema geblieben.

Mittlerweile ist auf diesem Gebiet viel geforscht worden und es sind internationale Richtlinien zur kardiopulmonalen Reanimation (CPR) herausgegeben worden, die aktuell in einem fünfjährigen Rhythmus reevaluiert und aktualisiert werden, zuletzt 2010 ^[2]. Herzalarmteams sind in vielen Zentren Standard für die Behandlung des innerklinischen Herzkreislaufstillstandes geworden. Zudem wird das Konzept von METs (Medical Emergency Team) diskutiert. Das Ziel der METs ist, den kritisch kranken Patienten zu erkennen und diesen auf eine Überwachungsstation aufzunehmen, um eine Verschlechterung des Zustands frühzeitig zu erkennen und therapieren zu können.

Wie aktuell das Krankheitsbild des innerklinischen Herzkreislaufstillstandes ist, zeigt sich an der Präsenz des Themas in den Medien. So ist der Herzkreislaufstillstand das Krankheitsbild, welches am häufigsten in Fernsehfilmen gezeigt wird. Nur leider fehlt hier oft der Bezug zur Realität, wie beispielsweise die Ursächlichkeit des Herzkreislaufstillstandes und vor allem die Überlebensraten ^[3].

Die Überlebensraten nach kardiopulmonaler Reanimation schwanken von Zentrum zu Zentrum deutlich (0-42 %). Allgemein lässt sich sagen, dass die Überlebensraten im Mittel um 15-20 % betragen ^[4].

In der vorliegenden Arbeit wurden die Überlebensraten nach innerklinischen Herzkreislaufstillstand am Klinikum der Universität München – Standort Großhadern über einen Zeitraum von drei Jahren analysiert und die Ergebnisse mit denen einer älteren Arbeit aus dem gleichen Haus verglichen. Zusätzlich wurden die verschiedenen Einflussgrößen beim innerklinischen Herzkreislaufstillstand untersucht und unterschiedlichen Überlebensendpunkten (Outcome) entgegengesetzt.

2. Herkunft der eigenen Daten aus dem Klinikum Großhadern der Jahre 2004-2006

2.1 Klinik-Variablen

Das Klinikum der Universität München umfasst zwei Standorte: den Campus Innenstadt und den Campus Großhadern. Die vorliegende Arbeit betrifft ausschließlich den Campus Großhadern. Das Klinikum Großhadern ist mit 1400 Betten, davon 166 Intensivbetten, und jährlich ca. 80000 stationären Aufnahmen und 385000 ambulanten Aufnahmen ein Krankenhaus der maximalen Versorgungsstufe^[5]. Von den 166 Planbetten für Intensivtherapie am Standort Großhadern konnten im Untersuchungszeitraum nur 125 Betten betrieben werden. Das Klinikum Großhadern umfasst alle medizinischen und chirurgischen Fachbereiche außer Augenheilkunde, Dermatologie, Kinderchirurgie, Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie und Pädiatrie.

2.2 Patienten-Kollektiv

Das Patienten-Kollektiv, das im Rahmen der Herzalarmeinsätze versorgt wurde, setzt sich aus den stationären, teilstationären und ambulanten Patienten, sowie aus Besuchern und Klinikpersonal zusammen. Es gibt Stationen im Haus, die die Versorgung der Notfälle meistens selbst übernehmen und bei kardiopulmonalen Reanimationen in der Regel die Unterstützung durch das Herzalarmteam nicht benötigen. Dazu gehören: die neurologischen, internistischen, chirurgischen, neonatologischen, und anästhesiologischen Intensivstationen. Auf diesen Stationen ist das Personal durch die tägliche Versorgung schwerstkranker Patienten mit der hausinternen Notfallversorgung vertraut und erfahren.

2.3 Herzalarm-Organisation

Das Herzalarmteam setzt sich aus mindestens einem diensthabenden Arzt einer anästhesiologischen Intensivstation und mindestens zwei ausgebildeten Anästhesiepflegekräften zusammen. Ein Notruf kann von jedem Telefon des Klinikums abgegeben werden. Die Telefonzentrale benachrichtigt daraufhin über Funk mit Gegensprechtechnik sowohl den im Herzalarmteam diensthabenden Arzt

und die diensthabenden anästhesiologischen Pflegekräfte. Die jeweils zuständigen Pflegekräfte sind Fachpflegekräfte für Anästhesie und Intensivmedizin, mit einer zusätzlichen hausinternen Ausbildung zur kardiopulmonalen Reanimation und Erfahrung im Bereich der hausinternen Notfallversorgung. Die ärztlichen Mitarbeiter werden durch die Klinik für Anästhesiologie regelmäßig geschult.

Für den Fall, dass mehrere Alarme gleichzeitig ausgelöst werden, ist vorgesorgt. Tagsüber wird bei gleichzeitiger Alarmierung der diensthabende anästhesiologische Oberarzt, der für die Anästhesie-Arbeitsplätze außerhalb des zentralen OP-Bereichs zuständig ist, über den hausinternen Funk verständigt. Nachts wird bei gleichzeitiger Alarmierung der 1. Dienst (Facharzt der anästhesiologischen Dienstmanschaft) über den hausinternen Funk benachrichtigt, so dass die Versorgung der einzelnen Notfälle gewährleistet ist.

Das Herzalarmteam steht 24 Stunden am Tag zur Verfügung. Das Haupthaus erstreckt sich über eine Länge von ca. 205 Meter. Das Herzalarmteam erreicht in der Regel den Notfallort ein bis zwei Minuten nach Eingang des Notrufes.

Die kardiopulmonale Reanimation wird bei jedem Patienten begonnen, sofern nichts Gegenteiliges auf der Patientenakte vermerkt ist oder mit dem behandelnden Arzt besprochen wird. Falls eine nicht mit dem Leben vereinbare Situation vorliegt, oder wenn der Patient bereits sichere Todeszeichen aufweist, wird von einer kardiopulmonalen Reanimation abgesehen.

Im Klinikum Großhadern existiert keine allgemeingültige, stationsübergreifende DNAR-Richtlinie (Do Not Attempt Resuscitation; keine Reanimation einleiten), die als einheitlicher Standard verwendet wird. Stationsabhängig gibt es intern jedoch DNAR-Richtlinien.

2.4 Einschlusskriterien und Definition der CPR

Um die Ergebnisse der Untersuchungen zur kardiopulmonalen Reanimation vergleichen zu können, muss die Definition des Herzkreislaufstillstandes international einheitlich gewählt werden. Die Utstein-Kriterien für die innerklinische Reanimation 1995 ^[6], sowie die Überarbeitung und Vereinfachung der Utstein-Kriterien für

Innerklinische Reanimation 2004, sind in der Literatur international verbreitet und anerkannt. Als Utstein Definition für den Herzkreislaufstillstand versteht man das Fehlen von mechanischer Herztätigkeit, bestätigt durch folgende fehlende Kreislaufzeichen: nicht palpabler Puls, Reaktionslosigkeit ohne Angabe von Gründen und Apnoe, agonale Atmung oder Beatmung ^[7].

2.5 Beschreibung der erhobenen Variablen

Die äußere Form der Herzalarmprotokolle ist über die Jahre 2004-2006 zweimal verändert worden, sodass es insgesamt drei verschiedene Protokolle über diesen Zeitraum gibt. Der Grund hierfür ist die medizinische Weiterentwicklung und die Anpassung an die aktuellen Bedürfnisse.

2.5.1 Herzalarmprotokoll bis März 2004

Dieses Herzalarmprotokoll ist ein zweiseitiges Protokoll. Es ist gegliedert in:

- Organisatorisches
- Anamnese und Arbeitsdiagnose
- Befund bei Ankunft des Herzalarmteams
- Maßnahmen/ Behandlungsverlauf
- Kardiopulmonale Reanimation
- Verlegung und Übergabestatus
- Befund am nächsten Tag
- Bemerkungen

Unter „Organisatorisches“ wird das Patientenetikett mit Namen und Geburtsdatum, das Datum des Herzalarmeinsatzes, die Klinik und Station, sowie die Uhrzeit des Herzalarmeinsatzes dokumentiert.

Bei „Anamnese“ gibt es ein Textfeld ohne Vorgaben mit einem übergeordnetem Feld mit der Arbeitsdiagnose.

Unter „Befund bei Ankunft“ werden sowohl die Vitalparameter: Atmung, Rhythmus, Blutdruck, Herzfrequenz und Aussehen, als auch der neurologische Befund: Bewusstsein und Pupillenstatus dokumentiert.

Im Protokoll folgt daraufhin eine halbe Seite mit einem freien Textfeld für die Maßnahmen und den Behandlungsverlauf. Hierbei gibt es zusätzlich noch Kontrollfelder zum Ankreuzen mit: kardiopulmonale Reanimation, Intensivstation, peripherer Venenzugang, Zentralvenenkatheter, Defibrillation, Stand-by und intravenöse Medikation.

Auf der zweiten Seite wird speziell für die Kardiopulmonale Reanimation weiter unterteilt in: Reanimationsdauer, Defibrillationshäufigkeit und Defibrillationsstärke, Zeit ohne suffiziente Reanimationsmaßnahmen, beste kardiogene Antwort, Kreislauf nach Reanimation mit Blutdruck und Herzfrequenz.

Zusätzlich wurden die Verlegung, der Befund am nächsten Tag und ob ein Arztbrief angelegt wurde, dokumentiert.

Im Protokoll folgt eine halbe Seite mit einem freien Textfeld für Bemerkungen.

Am Ende des Protokolls gibt es zwei Felder für die Unterschriften des diensthabenden Arztes und des Oberarztes.

HERZLICH PROTOKOLL

Lfd. Nr.: _____

Datum: _____

Klinik/Station: _____

Uhrzeit: von _____ bis _____

Arbeitsdiagnose: _____

Anamnese:

Befund bei Ankunft: Bewußtsein: _____ Pupillen: _____

Atmung: _____ Aussehen: _____ Rhythmus: _____ RR: _____

Frequenz: _____ Sonstiges: _____

Maßnahmen/Behandlungsverlauf:

- | |
|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> CPR |
| <input type="checkbox"/> INT |
| <input type="checkbox"/> PV |
| <input type="checkbox"/> ZVK |
| <input type="checkbox"/> DEFI |
| <input type="checkbox"/> STAND BY |
| <input type="checkbox"/> i.v. MED |

bitte wenden

Institut für Anästhesiologie der LMU München
Abteilung für Anästhesie in der Neurochirurgie

HERZALARM-PROTOKOLL

Nur bei CPR ausfüllen! Reanimationsdauer: _____ Defibrillierbarkeit/-stärke: _____

Zeit ohne SuFF-Reaßnahmen: _____ Beste kardiogene Antwort: _____

Kreislauf nach Rea: _____ RR: _____ Frequenz: _____

Verteugung nach (Klinika/Station): _____

Übergabestatus: _____

Befund am nächsten Tag: _____

Arztbrief erbeten: ja nein

Arztbrief abgeheftet

Anwesende: _____

Bemerkungen:

Unterschrift Diensthabender

Unterschrift Oberarzt

Abb.1 Herzalarmprotokoll des Klinikums Großhadern bis März 2004

2.5.2 Herzalarmprotokoll von März 2004-Oktober 2005

Dieses Herzalarmprotokoll ist ein einseitiges Protokoll. Es ist gegliedert in:

- Organisatorisches
- Einsatzort
- Ereignis beobachtet
- ACLS bei Eintreffen
- Unmittelbare Ursache
- Reanimation
- Initialer Zustand
- Initialer Rhythmus
- Zeitlicher Ablauf
- CPR beendet
- Spontane Zirkulation
- Anamnese, durchgeführte Maßnahmen, Medikamente

Unter „Organisatorisches“ wird das Patientenetikett mit Namen und Geburtsdatum, das Datum des Herzalarmeinsatzes und die Anwesenden, dokumentiert.

Unter „Einsatzort“ besteht die Möglichkeit aus vier Kontrollfeldern zum Ankreuzen auszuwählen: Normalstation, Intensivstation, Funktionsbereich oder andere Orte.

Weiter wird dokumentiert, ob ein Ereignis beobachtet wurde: ja/nein, und ob Monitoring vorhanden war: ja/nein.

Bei „ACLS bei Eintreffen“ kann aus fünf Kontrollfeldern zum Ankreuzen gewählt werden: Keine Maßnahmen, iv-Zugang, iv-Medikamente, EKG-Monitoring und Intubiert. Es besteht die Möglichkeit zur Mehrfachantwort.

Als „unmittelbare Ursache“ gibt es sieben Kontrollfelder zum Ankreuzen: Arrhythmien, Hypotension, respiratorische Insuffizienz, metabolische Ursache, Myokardinfarkt/Ischämie, unbekannte Ursache oder andere Ursachen.

Im Herzalarmprotokoll folgen speziell für die Reanimation acht Kontrollfelder zum Ankreuzen: ob eine Reanimation begonnen wird, wenn ja, ob eine Herzdruckmassage und/oder eine Defibrillation durchgeführt wird, und ob die

Atemwege gesichert sind. Falls keine Reanimation begonnen wird, wird unterschieden: Sichere Todeszeichen, DNAR oder infauste Prognose.

Unter „Initialer Zustand“ werden die Vitalparameter: Bewusstsein, Atmung und Puls dokumentiert.

Als „Initialer Rhythmus“ kann aus sechs Kontrollfeldern zum Ankreuzen ausgewählt werden: VF, VT, PEA, Bradykardie, Asystolie oder Rhythmus mit Puls.

Im Herzalarmprotokoll folgt der zeitliche Ablauf des Herzalarmeinsatzes. Hier wird die Uhrzeit und die Dauer in Minuten dokumentiert: Kollaps/Beginn, Alarmierung Herzalarmteam, Ankunft Herzalarmteam, Beginn CPR, 1. Defibrillation, Atemweg gesichert, 1. Adrenalingabe und CPR beendet.

Warum die CPR beendet wird, kann in vier Kontrollfeldern zum Ankreuzen benannt werden: ROSC, Tod, infaust, DNAR.

Wenn ein Spontankreislauf wieder einsetzt wird der Zeitpunkt und die Dauer für wie lange er besteht in Kontrollfeldern zum Ankreuzen dokumentiert: <20 min, 20min-24h, >24h oder niemals erreicht.

Weiter folgt im Herzalarmprotokoll ein freies Textfeld für Anamnese, durchgeführte Maßnahmen und Medikamente.

Am Ende des Protokolls gibt es zwei Felder für den Namen des Dienstarztes und dessen Unterschrift.

Herzalarm Protokoll

Datum: _____
 Anwesende: _____

Einsatzort:
 Normalstation _____
 Intensivstation _____
 Funktionsbereich _____
 Andere Orte _____

Ereignis beobachtet: J N
Monitoring J N

ACLS bei Eintreffen:
 Keine Maßnahmen
 iv-Zugang
 iv-Medikamente
 EKG-Monitoring
 Intubiert

Unmittelbare Ursache:
 Arrhythmien
 Hypotension
 Respiratorische Insuffizienz
 Metabolische Ursache
 Myokardinfarkt/Ischämie
 Unbekannte Ursache
 Andere Ursachen _____

Reanimation begonnen _____
 Ja
 HDM
 Defibrillation
 Atemwege
 Nein
 Sichere Todeszeichen
 DNAR
 infauste Prognose

Initialer Zustand
 Bewusstsein: _____
 Atmung _____
 Puls _____

Initialer Rhythmus
 VF
 VT
 PEA
 Bradykardie
 Asystolie
 Rhythmus mit Puls

Ereignis Zeiten / zeitlicher Ablauf
 Kollaps/Beginn _____:_____
 Alarmierung Herzalarmteam _____:_____
 Ankunft Herzalarmteam _____:_____
 Beginn der CPR _____:_____ = _____ min
 1. Defibrillation _____:_____ = _____ min
 Atemweg gesichert _____:_____ = _____ min
 1. Adrenalingabe _____:_____ = _____ min

CPR beendet _____:_____
 Warum?
 ROSC Infaust
 Tod DNAR

Spontane Zirkulation
 Wieder eingesetzt, wenn ja, Zeitpunkt
 (ROSC): _____:_____
bestehend für <20 min, 20 min-24 h,
 >24 h
 Niemals erreicht

Anamnese/durchgeführte Maßnahmen/Medikamente:

Dienstarzt _____

Unterschrift _____

Abb.2 Herzalarmprotokoll des Klinikums Großhadern von März 2004 bis Oktober 2005

2.5.3 Herzalarmprotokoll ab Oktober 2005

Dieses Herzalarmprotokoll ist ein zweiseitiges Protokoll und wurde im Haus entwickelt. Es ist eine Mischung aus Notarztprotokoll und Narkoseprotokoll und deckt sich gut mit dem DIVI-Protokoll (Deutschen interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin) für Notarzteinsätze. Es ist gegliedert in:

- Organisatorisches
- Maßnahmen der Ersthelfer vor Eintreffen des Herzalarmteams
- Erstbefund
- Anamnese, Erstdiagnose, Verletzungen
- Verlauf
- Maßnahmen
- Atmung
- Bemerkungen

Unter „Organisatorisches“ wird das Patientenetikett mit Namen und Geburtsdatum, das Datum des Herzalarmeinsatzes, der Einsatz- und Verlegungsort, die Anwesenden und die Zeiten der Alarmierung-, Ankunft des Herzalarmteams, sowie das Einsatz- und das Aufbereitungsende dokumentiert.

Die Maßnahmen der Ersthelfer bei Eintreffen des Herzalarmteams werden durch Kontrollfelder zum Ankreuzen dokumentiert: Sauerstoffsättigung, nicht invasive Blutdruckmessung, EKG, Sauerstoffgabe, intravenöser Zugang, Maskenbeatmung, Intubation, Herzdruckmassage, Defibrillation oder keine Maßnahmen.

Der Erstbefund stellt eine Zusammenfassung der Vitalparameter, der EKG Rhythmus-Analyse und des neurologischen Befundes dar.

Als Vitalparameter werden der Blutdruck, die Herz- und Atemfrequenz, der Blutzucker und die Temperatur erfasst. Atemmuster werden durch Kontrollfelder zum Ankreuzen unterteilt in: nicht untersucht, unauffällig, Dyspnoe, Zyanose, Spastik, Rasselgeräusche, Stridor, Atemwegsverlegung, Schnappatmung, Apnoe, Beatmung/Tubus, Hyperventilation.

Der initiale Herzrhythmus wird durch Kontrollfelder zum Ankreuzen dokumentiert: Sinusrhythmus, absolute Arrhythmie, AV-Block (II° Typ Wenckebach, II° Typ Mobitz, III°), schmale/breite QRS-Tachykardie, Kammerflattern/-flimmern, elektro-mechanische Dissoziation, Asystolie, Schrittmacherrhythmus.

Für die neurologische Beurteilung werden die Glasgow-Coma-Scale, die Bewusstseinslage, die Extremitätenbewegung, die Pupillenweite und die Lichtreaktion, sowie der Meningismus dokumentiert.

Auch die psychische Verfassung des Patienten wird durch Kontrollfelder zum Ankreuzen erfasst: unauffällig, verwirrt, aggressiv, verlangsamt, depressiv, euphorisch, wahnhaft, nicht beurteilbar.

Im unteren Viertel der ersten Seite des Herzalarmprotokolls ist ein freies Textfeld für die Anamnese, Erstdiagnose und Verletzungen.

Auf der zweiten Seite des Protokolls wird der Verlauf des Herzalarmeinsatzes dokumentiert. Dies geschieht durch Ausfüllen eines angelehnten Anästhesieprotokolls und der Fixierung der durchgeführten Maßnahmen wie:

Herzdruckmassage, Defibrillation/Kardioversion (wenn ja, monophasisch/biphasisch, Anzahl und Joule), peripherer/ zentral venöser Zugang, Schrittmacher, endotracheale Medikamentengabe mit Name und Menge.

Die Atmung wird mit Kontrollfeldern zum Ankreuzen dokumentiert: keine, Sauerstoffgabe, Freimachen der Atemwege, Absaugen, Intubation, Tubusgröße und Beatmungsparameter.

Weiter besteht in einem freien Textfeld die Möglichkeit zu Bemerkungen.

Am Ende des Protokolls gibt es zwei Felder: ein Freifeld zur Dokumentation des Namens der Organisationseinheit bzw. des Arztes an die oder den der Patient übergeben wurde und ein weiteres für die Unterschrift.

Herzalarm Protokoll

Nr.

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Datum <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | Klinik <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ESA <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Arbeitspl. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | Alarmierung <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Ankomst Team <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | Einsatzende <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Aufbereitung Ende <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | Arzt <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | Pflegekraft <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> |
| Ersthelfer: _____ _____ _____ | Einsatzort <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> _____ |
| | Verlegt nach <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> _____ |

Massnahmen der Ersthelfer bei Eintreffen Herzalarmteam:

| | | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| SaO ₂ <input type="checkbox"/> | O ₂ -Gabe <input type="checkbox"/> | Intubation <input type="checkbox"/> | Keine Massnahmen <input type="checkbox"/> |
| NIBP <input type="checkbox"/> | iv-Zugang <input type="checkbox"/> | Herzdruckmassage <input type="checkbox"/> | _____ <input type="checkbox"/> |
| EKG <input type="checkbox"/> | Maskenbeatmung <input type="checkbox"/> | Defibrillation <input type="checkbox"/> | _____ <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Erstbefund Zeitpunkt <input type="text"/> | | Bewußtseinslage <input type="text"/> | | Meßwerte am Notfallort | |
| Neurologie unauffällig <input type="checkbox"/> | | narkotisiert/sediert <input type="checkbox"/> | | RR <input type="text"/> | HF <input type="text"/> |
| Glasgow-Coma-Scale <input type="text"/> | | orientiert <input type="checkbox"/> | | BZ <input type="text"/> | Atemfrequenz <input type="text"/> |
| | | getrückt <input type="checkbox"/> | | pSaO ₂ <input type="text"/> | Temp. <input type="text"/> |
| | | bewußtlos <input type="checkbox"/> | | regelmäßig <input type="checkbox"/> | |
| | | bewußtlos <input type="checkbox"/> | | et CO ₂ <input type="text"/> | |
| | | bewußtlos <input type="checkbox"/> | | mit / <input type="checkbox"/> ohne O ₂ <input type="checkbox"/> | |
| | | bewußtlos <input type="checkbox"/> | | Schmerz: 0 _____ 5 _____ 10 _____ | |
| Augen öffnen | | Extremitätenbewegung | | EKG | |
| spontan 4 | <input type="checkbox"/> | normal 3 Arm | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Sinusrhythmus | <input type="checkbox"/> Schmale QRS-Tachykardie |
| auf Aufforderung 3 | <input type="checkbox"/> | leicht vermindert 2 Bein | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> absolute Arrhythmie | <input type="checkbox"/> breite QRS-Tachykardie |
| auf Schmerzreiz 2 | <input type="checkbox"/> | stark vermindert 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> AV-Block II° Typ Wenckebach | <input type="checkbox"/> Kammerflattern/-flimmern |
| kein Augenöffnen 1 | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> AV-Block II° Typ Mobitz | <input type="checkbox"/> elektromechanische Dissoziation |
| beste verbale Reaktion | | Pupillenweite | | <input type="checkbox"/> AV-Block III° | |
| konversationsfähig | <input type="checkbox"/> | eng | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Extrasystolen <input type="checkbox"/> SVES <input type="checkbox"/> VES <input type="checkbox"/> monomorph <input type="checkbox"/> polymorph | |
| orientiert 5 | <input type="checkbox"/> | mittel | <input type="checkbox"/> | Atmung | |
| desorientiert 4 | <input type="checkbox"/> | weit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> nicht untersucht | |
| inadäquate Äußerung (Wortsalat) 3 | <input type="checkbox"/> | entrundet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> Rasselgeräusche <input type="checkbox"/> Apnoe | |
| unverständliche Laute 2 | <input type="checkbox"/> | nicht beurteilbar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Dyspnoe <input type="checkbox"/> Stridor <input type="checkbox"/> Beatmung/Tubus | |
| keine 1 | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Zyanose <input type="checkbox"/> Atemwegverlegung <input type="checkbox"/> Hyperventilation | |
| beste motor. Reaktion | | Keine Lichtreaktion | | <input type="checkbox"/> Spastik <input type="checkbox"/> Schnappatmung | |
| folgt Aufforderung | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | Psych. Zustand | |
| gezielte Abwehr 5 | <input type="checkbox"/> | Meningismus | | <input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> aggressiv <input type="checkbox"/> depressiv <input type="checkbox"/> wahnhaft | |
| ungezielte Abwehr 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> verwirrt <input type="checkbox"/> verlangsamt <input type="checkbox"/> euphorisch <input type="checkbox"/> nicht beurteilbar | |
| Beugesynergismen 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| Strecksynergismen 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| keine Abwehr 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| Summe <input type="text"/> | | | | | |

Anamnese, Erstdiagnose, Verletzungen:

2.6 Methoden der Datenerhebung und -bearbeitung

2.6.1 Herkunft der Datenbank

Die Daten der Herzalarmprotokolle über den Zeitraum 2004-2006 wurden in eine Microsoft®-Excel Tabelle übertragen. Ergänzt und vervollständigt wurde die Tabelle durch die Daten aus den Krankenakten der Patienten. So entstand eine umfangreiche Microsoft®-Excel Tabelle, die die unmittelbare Grundlage für die statistische Auswertung darstellt. Mit enthalten sind zusätzlich zu den Daten der Fälle mit Herzkreislaufstillstand alle Daten der Fälle ohne Herzkreislaufstillstand, die das Herzalarmteam 2004-2006 versorgt hat.

2.6.2 Klinik-EDV-Daten

Durch die von der Klinikverwaltung erstellten Fallnummern konnten Patienten eindeutig identifiziert werden und fehlende Daten der Personalien bei den Herzalarmprotokollen, wie fehlendes Geburtsdatum oder fragliche Geschlechtszugehörigkeit, ergänzt werden.

Abgesehen von Personalien konnten Entlassungsdatum und -uhrzeit, sowie Todesdatum und -uhrzeit, weitere stationäre oder ambulante Aufenthalte im Klinikum erfasst werden. Durch Ermittlung dieser Daten war es möglich, bei Unvollständigkeit der Akten den weiteren Verlauf zu verfolgen oder zu überprüfen.

Die genaue Todesuhrzeit war für die Patientengruppe wichtig, deren Todesdatum einen Tag nach erfolgter CPR lag, zur Feststellung des Überlebensstatus nach 24 Stunden.

Bei zwei Patienten waren die Datensätze inkomplett und ließen sich auch nicht über die Krankenakten vervollständigen. Diese Patienten wurden von der Gesamtuntersuchung ausgeschlossen.

2.7 Pre-Arrest-Variablen

2.7.1 Geschlecht

Das Geschlecht wurde in jedem Fall auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert. Bis auf einen Fall war dies eindeutig. Bei dem nicht eindeutigen Fall wurde die fragliche Geschlechtszugehörigkeit über die Fallnummer und die Klinik-EDV ermittelt.

2.7.2 Alter

Das Geburtsdatum und das Datum des Herzalarmereignisses wurden auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert.

Das Alter in Jahren errechnete sich aus dem Geburtsdatum und dem Datum des Herzalarmereignisses. Zur Auswertung wurde die Variable Alter statistisch sowohl in kontinuierlichen Form (d.h. als Mittelwertvergleich), als auch in gruppierter (dichotomer) Form zum Überleben berechnet. In dichotomer Form wurden die Altersgruppen der von unter und über 65 Lebensjahren unterschieden.

2.7.3 CPR Tag/Nacht

Die Einsatzzeit wurde auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert. Zur Auswertung wurde der Zeitpunkt der kardiopulmonalen Reanimation in zwei Gruppen unterteilt. Die Zeiteinteilung wurde willkürlich gewählt, da angenommen wurde, dass ab 20 Uhr eine reduzierte Besetzung der Ärzte und des Pflegepersonals anwesend ist.

Die Tag-Gruppe von 8:00 Uhr bis 19:59 Uhr und die Nacht-Gruppe von 20:00 Uhr bis 7:59 Uhr. Bei fünf Patienten wurde keine Angabe zur Uhrzeit des Herzalarmeinsatzes gemacht. Diese Patienten wurden für die Untersuchung in Bezug auf die Tages- oder Nachtzeit zum Überleben ausgeschlossen. Bei keinem dieser fünf Patienten war die Uhrzeit für das „24-Stunden Überleben“ relevant, da keiner dieser Patienten am Tag nach dem Herzkreislaufstillstand verstorben ist.

2.7.4 Ort des Herzalarmeinsatzes

Der Ort des Herzalarmeinsatzes wurde auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert. Für die Auswertung wurden die Orte zu folgenden Gruppen zusammengefasst:

- Normalstation (darunter jede Station ohne Überwachungseinheit)
- Intensivstation und Überwachungsstation
- Nothilfe
- Herzkatheterlabor
- Andere Diagnostik

Bei einem Patienten fehlten Angaben zum Ort des Herzalarmeinsatzes. Dieser wurde von der Analyse in Bezug auf den Ort des Einsatzes zum Überleben ausgeschlossen.

2.7.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand (Witnessed arrest)

Ein im Herzalarmprotokoll dokumentierter beobachteter Stillstand wurde für die Auswertung als beobachteter Herzkreislaufstillstand definiert. Zusätzlich aufgenommen wurden die Patienten, die einen Herzkreislaufstillstand auf einer Intensivstation, Überwachungsstation oder im Herzkatheterlabor erlitten, da hier von einer kontinuierlichen Anwesenheit von Zeugen oder eine Monitorüberwachung vorausgesetzt werden durfte.

Die Patienten, die einen Herzkreislaufstillstand in der Nothilfe oder einer anderen diagnostischen Einheit erlitten, wurden aus der Gruppe der beobachteten Herzkreislaufstillstände ausgeschlossen, da eine Monitorüberwachung oder eine kontinuierliche Anwesenheit von Pflege- oder ärztlichem Personal aufgrund der Struktur der Einheiten wohl für die meisten Patienten bestand, aber nicht für jeden Fall ausreichend dokumentiert wurde.

2.7.6 Arbeitsdiagnose

Die Arbeitsdiagnose wurde vom behandelnden Arzt des Herzalarmteams gestellt, basierend auf dem klinischen Bild, der Fremdanamnese und der Aktenlage.

Für jeden Herzalarmeinsatz wurde im Protokoll eine Arbeitsdiagnose genannt. Für die Auswertung wurden die reanimierten Patienten folgenden Gruppen zugeordnet:

- lebensbedrohliche Arrhythmie
- Myokardinfarkt
- Respiratorische Insuffizienz
- Blutung
- Hypotension
- Metabolisches Ungleichgewicht
- Andere

Zudem wurden die Arbeitsdiagnosen in eine angenommene kardiale Ätiologie (lebensbedrohliche Arrhythmie und Myokardinfarkt) und eine angenommene nicht-kardiale Ätiologie (respiratorische Insuffizienz, Blutung, Hypotension, metabolisches Ungleichgewicht und andere Ursachen) eingeteilt.

2.7.7 Komorbidität

In den Herzalarmprotokollen fanden sich häufig Anmerkungen zu aktuellen oder bereits länger bestehenden Erkrankungen, die jedoch nicht bei allen Patienten ausgefüllt waren. Diese wurden durch die Daten der Patientenakten ergänzt und die am häufigsten genannten Symptome und Diagnosen wurden in die Datenbank aufgenommen. Trotzdem ist kein vollständiger Datensatz anzunehmen. Die am häufigsten genannten Symptome und Diagnosen waren die koronare Herzerkrankung, die arterielle Hypertonie, die Herzinsuffizienz, der Diabetes mellitus, eine aktuelle Pneumonie, die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung, ein Tumorleiden, die Niereninsuffizienz, die Sepsis und die cerebrovaskuläre Insuffizienz.

Zusätzlich wurde dokumentiert, ob in vorausgegangener Zeit ein chirurgischer Eingriff durchgeführt worden war. In die Untersuchung „Komorbidität und Überleben“ wurden nur Patienten eingeschlossen, deren chirurgischer Eingriff maximal vier Wochen vor dem Herzalarmereignis lag.

2.8 Intra-Arrest-Variablen

2.8.1 Pupillen und Lichtreaktion

Die Dokumentation des Pupillenstatus beim Eintreffen des Herzalarmteams wechselte mit den unterschiedlichen Versionen der Herzalarmprotokolle. Es bestand die Möglichkeit zum Ausfüllen eines vorgefertigten Feldes (Herzalarmprotokoll Version 1; bis März 2004), zum Vermerk im freien Text (Version 2; März 2004 bis Oktober 2005) oder zum Ankreuzen (Version 3; ab Oktober 2005). Hierbei wurden drei unterschiedliche Angaben registriert: „weit“, „mittelweit“ und „normal/eng“.

Auch die Dokumentation der Lichtreaktion der Pupillen wechselte mit den unterschiedlichen Herzalarmprotokollen. Bei Version 1 und 2 bestand die Möglichkeit zum Vermerk im freien Text. Bei Version 3 wurde „keine Lichtreaktion“ oder „positive Lichtreaktion“ registriert.

Bei 78 Patienten fehlten Angaben zum Pupillenstatus und bei 128 Patienten fehlten Angaben zur Lichtreaktion beim Eintreffen des Herzalarmteams. Diese Patienten wurden in Bezug auf die Analyse des Pupillenstatus und des Überlebens von der Untersuchung ausgeschlossen.

2.8.2 Herzrhythmus

Der initiale Herzrhythmus wurde auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert.

Für die Auswertung wurden folgende Unterteilungen zusammengefasst:

- Asystolie
- Pulslose elektrische Aktivität
- Pulslose ventrikuläre Tachykardie/Kammerflimmern
- Bradykarde Rhythmusstörung
- Schrittmacher
- Sinusrhythmus
- Andere Rhythmen

Der initiale Herzrhythmus wurde bei der Auswertung in zwei Gruppen unterteilt: defibrillierbar und nicht defibrillierbar. Diese Unterteilung wurde basierend auf der

Literatur gewählt ^[4,8-15]. Zur Gruppe „initialer Herzrhythmus defibrillierbar“ zählten die pulslose ventrikuläre Tachykardie und das Kammerflimmern. Zur Gruppe „initialer Herzrhythmus nicht defibrillierbar“ zählten die Asystolie, die pulslose elektrische Aktivität, die Bradykardie, der Schrittmacherrhythmus, der Sinusrhythmus und andere Rhythmen. Bei zwei Patienten fehlten Angaben zum initialen Herzrhythmus, so dass diese von der Analyse in Bezug auf den Herzrhythmus und Überleben ausgeschlossen wurden.

2.8.3 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams

Wenn bereits vor Eintreffen des Herzalarmteams mit Basismaßnahmen (Herzdruckmassage und Atemspende) begonnen wurde, so wurde dies auf dem Herzalarmprotokoll vermerkt. Wer die Basismaßnahmen durchführte wurde nicht im Einzelnen dokumentiert. Zu diesem Personenkreis zählen: Ärzte, Pflegepersonal, Angehörige und Besucher.

2.8.4 Dauer der CPR

Die Dauer der kardiopulmonalen Reanimation wurde auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert. Die gewählte Zeiteinheit war Minuten. Unterteilt wurden die Patienten in eine Gruppe mit einer Reanimationsdauer bis zu 15 Minuten und eine Gruppe mit über 15 Minuten. Diese Einteilung wurde basierend auf der Literatur gewählt ^[12,16,17]. Zusätzlich wurde die mittlere CPR-Dauer analysiert.

Bei der Angabe zum Zeitpunkt und zu den Zeitintervallen handelt es sich in den meisten Fällen um Schätzwerte.

In der ersten Version der Herzalarmprotokolle wurde die Uhrzeit zu Beginn und Ende des Herzalarmeinsatzes, die Reanimationsdauer und die Zeit ohne suffiziente Reanimationsmaßnahmen dokumentiert. In der überarbeiteten zweiten Version existiert ein Abschnitt für den zeitlichen Ablauf mit: Kollaps/Beginn, Alarmierung Herzalarmteam, Ankunft Herzalarmteam, Beginn CPR, 1. Defibrillation, Atemweg gesichert, 1. Adrenalingabe, Zeitpunkt ROSC, ROSC bestehend für weniger als 20 Minuten, bis zu 24 Stunden, größer 24 Stunden. In der darauf folgenden dritten Version wurden die Zeiten der Alarmierung, der Ankunft des Teams, des Einsatzendes und des Aufbereitungs-Endes dokumentiert. Zusätzlich konnten in

einem vereinfachten Anästhesieprotokoll graphisch die Zeiten der Ereignisse bis zu einer Dauer von 2,5 Stunden dokumentiert werden.

Die Reanimationsdauer wurde definiert als die Zeit zwischen Beginn der lebensrettenden Sofortmaßnahmen nach Feststellung des Herzkeislauftstillstandes und dem Beenden der Maßnahmen aufgrund von Wiedereintritt eines Spontankreislaufes oder Feststellung des Todes des Patienten.

2.8.5 Defibrillation

Auf dem Herzalarmprotokoll wurde dokumentiert, ob bei einem Patienten eine Defibrillation durchgeführt wurde, und wenn ja, wie oft. Zur Auswertung wurden folgende Gruppen zusammengefasst:

keine Defibrillation, 1-4 Defibrillationen, 5-10 Defibrillationen und über 10 Defibrillationen.

Bei einem Patienten fehlten Angaben zur Defibrillation, so dass dieser Patient von der Untersuchung in Bezug auf die Defibrillation und Überleben ausgeschlossen wurde.

2.8.6 Intravenöse Medikamente

Bei kardiopulmonalen Reanimationen wurden an intravenösen Medikamenten Adrenalin, Argipressin und Bicarbonat dokumentiert. Die Gesamtmenge der verwendeten Medikamente wurde im Herzalarmprotokoll erfasst.

Die Einheiten der Medikamente waren: Adrenalin in mg, Argipressin in I.E. und Bicarbonat in ml.

Die Gesamtdosis an Adrenalin wurde zur Auswertung in vier Gruppen aufgeteilt: 0-4 mg, 5-9 mg, 10-14 mg und ≥ 15 mg. Diese Unterteilung wurde willkürlich gewählt.

Angegeben wurde ferner, ob Argipressin gegeben wurde.

Bei 19 Patienten fehlten Angaben zur gesamten Adrenalinosis, bei einem Patienten zu Argipressin. Diese Patienten wurden von der Analyse in Bezug auf die intravenöse Medikamentengabe und Überleben ausgeschlossen.

2.9 Outcome-Variablen

Für die Auswertung wurden verschiedene Endpunkte definiert:

- ROSC nach CPR (Return of spontaneous circulation; Spontankreislauf)
- 24-Stunden Überleben
- Lebend entlassen
- 12-Monate Überleben

Die primäre Outcome-Variable für die vorliegende Arbeit war „Lebend entlassen“.

2.9.1 ROSC nach CPR

Als Zeichen für ROSC (Return of spontaneous circulation) nach CPR gelten selbstständiges Atmen, Husten oder Bewegung des Patienten. Nach den Utstein Kriterien ist die Definition von ROSC eine Wiederherstellung eines spontanen Rhythmus mit Durchblutung, palpablen Puls und messbarem Blutdruck^[7].

Das Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs nach kardiopulmonaler Reanimation wurde auf dem Herzalarmprotokoll dokumentiert. Zu dieser Gruppe zählten alle Patienten, die nach kardiopulmonaler Reanimation einen Spontankreislauf wiedererlangten, der mindestens 20 Minuten andauerte.

2.9.2 Exitus letalis ohne ROSC

Auf dem Herzalarmprotokoll wurde auch dokumentiert, wenn ein Patient nicht erfolgreich reanimiert werden konnte. Zur Gruppe „Exitus letalis ohne ROSC“ zählten alle Patienten, die einer kardiopulmonalen Reanimation unterzogen wurden, bei denen jedoch kein Wiedereinsetzen des Spontankreislaufes erreicht werden konnte, wie auch die Patienten, bei denen der Kreislauf wieder einsetzte, jedoch nur für eine Dauer von unter 20 Minuten. Zur Gruppe „Exitus letalis ohne ROSC“ zählten nicht die Patienten, die beim Eintreffen des Herzalarmteams bereits sichere Todeszeichen aufwiesen, oder bei denen keine kardiopulmonale Reanimation durchgeführt wurde.

2.9.3 24-Stunden Überleben

In der Krankenakte der Patienten wurde der Verlauf nach kardiopulmonaler Reanimation dokumentiert. Zur Gruppe „24-Stunden Überleben“ zählten alle Patienten, die mindestens 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand noch am Leben waren.

2.9.4 Exitus letalis nach ROSC innerhalb von 24 Stunden

In der Krankenakte der Patienten wurde der Verlauf nach kardiopulmonaler Reanimation dokumentiert. Falls in der Krankenakte der genaue Todeszeitpunkt nicht dokumentiert war, ließ sich der Todestag und die Todesuhrzeit über das zentrale elektronische Datenverarbeitungssystem der Klinik ermitteln. Zur Gruppe „Exitus letalis nach ROSC innerhalb von 24 Stunden“ zählten alle Patienten, die mindestens einen Spontankreislauf von 20 Minuten hatten, jedoch vor Ablauf von 24 Stunden nach Herzkeislaufstillstand verstorben waren.

2.9.5 Lebend entlassen

In der Krankenakte der Patienten wurde der Verlauf nach kardiopulmonaler Reanimation dokumentiert. Zur Gruppe „Lebend entlassen“ zählten alle Patienten, die nach kardiopulmonaler Reanimation aus dem Krankenhaus entlassen wurden. Für die vorliegende Arbeit war dies die primäre Outcome-Variable. Es wurde kein Patient vor Ablauf von 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand entlassen. Ob die Patienten in ein anderes Krankenhaus verlegt wurden, oder ob sie nach Hause entlassen wurden, wurde für die vorliegende Arbeit nicht weiter verfolgt.

2.9.6 Exitus letalis nach 24 Stunden, vor Krankenhausentlassung

In der Krankenakte der Patienten wurde der Verlauf nach kardiopulmonaler Reanimation dokumentiert. Zur Gruppe „Exitus letalis nach 24 Stunden, vor Krankenhausentlassung“ zählten alle Patienten, die 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand noch am Leben waren, jedoch vor der Entlassung verstorben waren.

2.9.7 12-Monate Überleben

Angaben zum Follow-Up der Patienten wurden durch spätere Krankenhausaufenthalte, Rücksprache mit dem behandelnden niedergelassenen Arzt, Angehörige oder vom Patienten selbst, vervollständigt. Zur Gruppe „12 Monate Überleben“ zählten alle Patienten, die 12 Monate nach kardiopulmonaler Reanimation noch am Leben waren. Bei sieben Patienten waren Angaben zum Follow-Up nicht möglich. Diese wurden als nach der Entlassung verstorben gewertet.

2.9.8 Exitus letalis nach Krankenhausentlassung

Angaben zum Follow-Up der Patienten wurden durch spätere Krankenhausaufenthalte, Rücksprache mit dem behandelnden niedergelassenen Arzt, Angehörigen oder vom Patienten selbst vervollständigt. Zur Gruppe „Exitus letalis nach Krankenhausentlassung“ zählten alle Patienten, die nach kardiopulmonaler Reanimation entlassen wurden, jedoch vor Ablauf von 12 Monaten verstorben waren.

2.10 Statistische Analyse

Um einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und dem Überleben feststellen zu können, wurde ein univariates logistisches Regressionsmodell angewandt. Variablen die dabei statistisch signifikant mit dem Überleben korrelierten wurden daraufhin schrittweise in einem multivariaten logistischen Regressionsmodell analysiert. Als statistisch signifikant wurde $p \leq 0,05$ gewertet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit MedCalc für Windows, Version 11.3.3.0 (MedCalc Software Mariakerke, Belgien).

3. Ergebnisse

3.1 Allgemeine Ergebnisse

3.1.1 Übersicht aller Herzalarmeinsätze

Von 591 Herzalarmeinsätzen waren 199 Einsätze mit Herzkreislaufstillstand, 390 Einsätze ohne Herzkreislaufstillstand. Bei zwei Einsätzen wurde kein Datensatz erhoben.

Unter den 199 Einsätzen mit Herzkreislaufstillstand wiesen drei Patienten beim Eintreffen des Herzalarmteams sichere Todeszeichen auf, bei fünf Patienten gab es eine stationsinterne DNAR-Anweisung (Do Not Attempt Resuscitation) und zwei Patienten mit Herzkreislaufstillstand wurden wegen inkompletten Datensatz von der Untersuchung ausgeschlossen. Von 591 Herzalarmeinsätzen wurde 189 Patienten mit Herzkreislaufstillstand (32 %) für die Untersuchung aufgenommen.

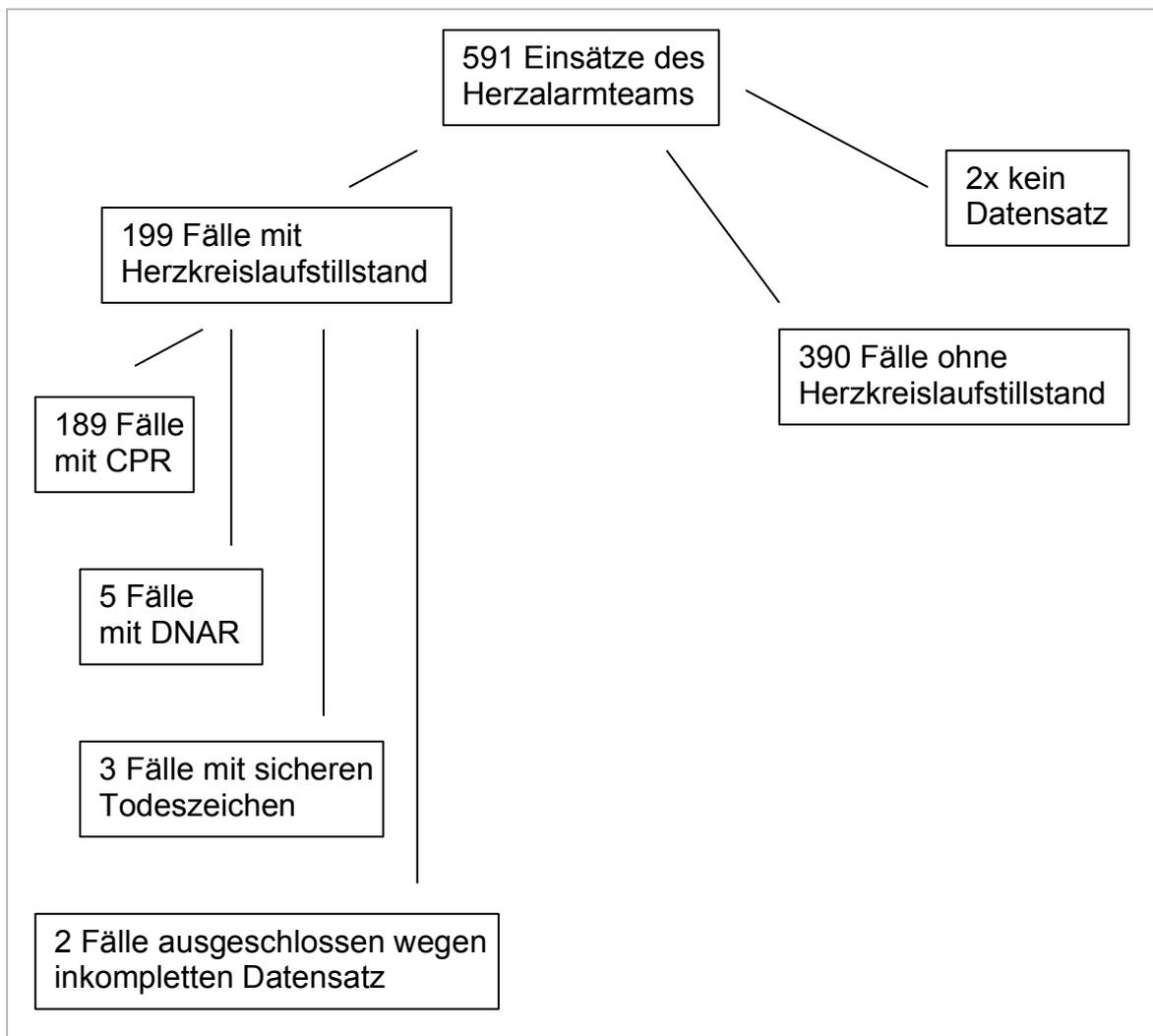


Abb.4 Übersicht über alle Herzalarmeinsätze von 2004-2006

3.1.2 Übersicht der Herzalarmeinsätze ohne Herzkreislaufstillstand

Bei 390 Herzalarmeinsätzen (66 %) waren die Kriterien für einen Herzkreislaufstillstand nicht erfüllt. Die häufigsten Symptome und Diagnosen in diesen Fällen waren in 116 Fällen (29,7 %) Atemwegsprobleme, in 75 Fällen (19,2 %) neurologische Notfälle, in 68 Fällen (17,4 %) Patienten mit Kreislaufkollaps und vasovagale Synkopen, in 52 Fällen (13,3 %) kardiale Notfälle, jedoch ohne Herzinfarkt, in 20 Fällen (5,1 %) Blutungen, in 14 Fällen (3,6 %) Traumata, in 11 Fällen (2,8 %) anaphylaktische Reaktionen. 34 Fälle (8,7 %) wurden nicht näher klassifiziert. Es ist anzunehmen, dass es sich in der letztgenannten Gruppe aber um keine lebensbedrohlichen Zustände handelte.

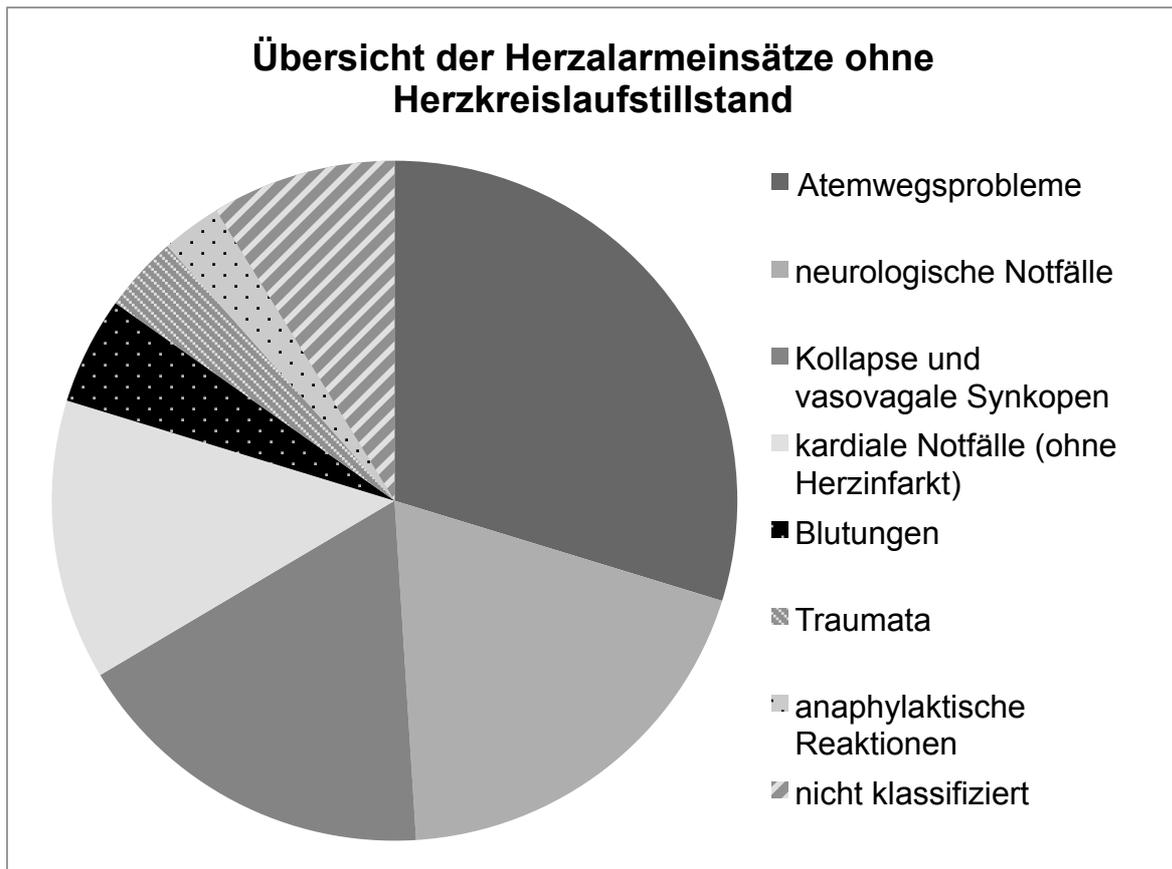


Abb.5 Übersicht aller Herzalarmeinsätze, ohne ursächlichen HerzKreislaufstillstand, mit deren häufigsten Arbeitsdiagnosen.

3.1.3 Gesamtoutcome

189 Patienten erhielten eine kardiopulmonale Reanimation (CPR).

124 Patienten (65,6 %) erreichten einen Spontankreislauf für mindestens 20 Minuten (ROSC, Return Of Spontaneous Circulation) nach CPR. 65 Patienten (34,4 %) verstarben, ohne einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten wieder zu erlangen.

97 Patienten (51,3 %) überlebten die ersten 24 Stunden nach CPR. 27 Patienten (14,3 %) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten nach CPR, verstarben aber vor Ablauf von 24 Stunden.

57 Patienten (30,2 %) konnten nach CPR lebend entlassen werden. 40 Patienten (21,2 %) überlebten 24 Stunden nach CPR, verstarben aber bevor sie entlassen werden konnten.

35 Patienten (18,5 %) lebten nach 12 Monaten nach CPR. 22 Patienten (11,6 %) verstarben nach Entlassung, aber vor Ablauf von 12 Monaten.

Bei 7 Patienten (3,7 %) war ein Follow-Up nach Entlassung nicht möglich. Diese Patienten wurden als lebend entlassen, aber vor Ablauf von 12 Monaten verstorben gewertet.

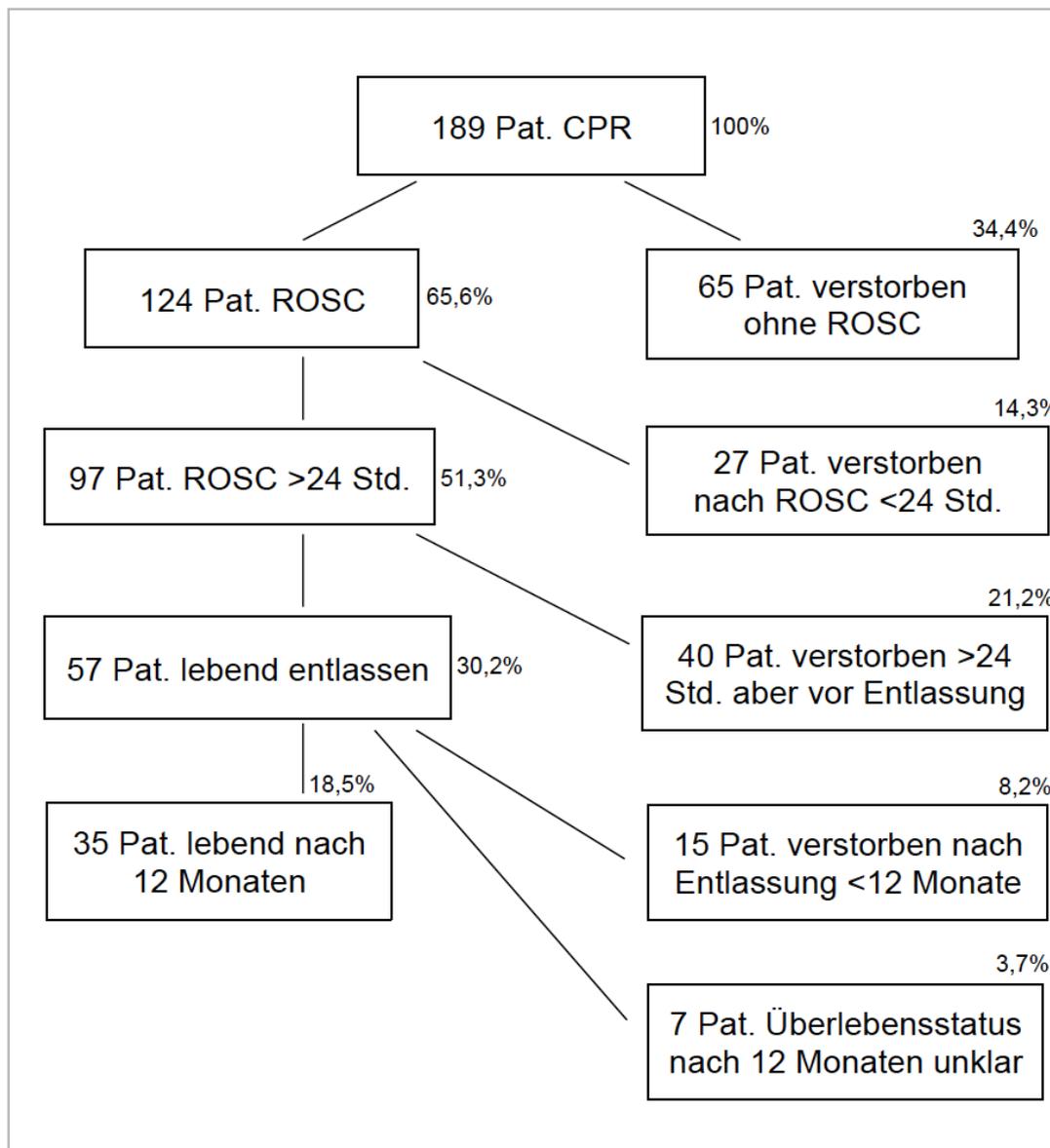


Abb.6 Gesamtoutcome der Patienten mit kardiopulmonaler Reanimation nach Herzkreislaufstillstand

3.2 Outcome und Pre-Arrest-Variablen

3.2.1 Geschlecht und Überleben

Von den 189 Patienten mit kardiopulmonaler Reanimation waren 57 (30,2 %) weiblich und 132 (69,8 %) männlich.

57,9 % der Frauen (n=33) und 68,9 % der Männer (n=91) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten (p=0,144).

40 % der Frauen (n=23) und 56,1 % der Männer (n=74) überlebten 24 Stunden (p=0,048).

26,3 % der Frauen (n=15) und 31,8 % der Männer (n=42) wurden lebend entlassen (kein statistisch signifikanter Unterschied, p=0,394).

Nach 12 Monaten lebten 20 % der Frauen (n=11) und 18,9 % der Männer (n=24) (p=0,863).

Die Überlebensrate für die ersten 24 Stunden nach kardiopulmonaler Reanimation war bei Männern größer, als bei Frauen.

Für die Endpunkte „ROSC“, „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Geschlecht und dem Überleben.

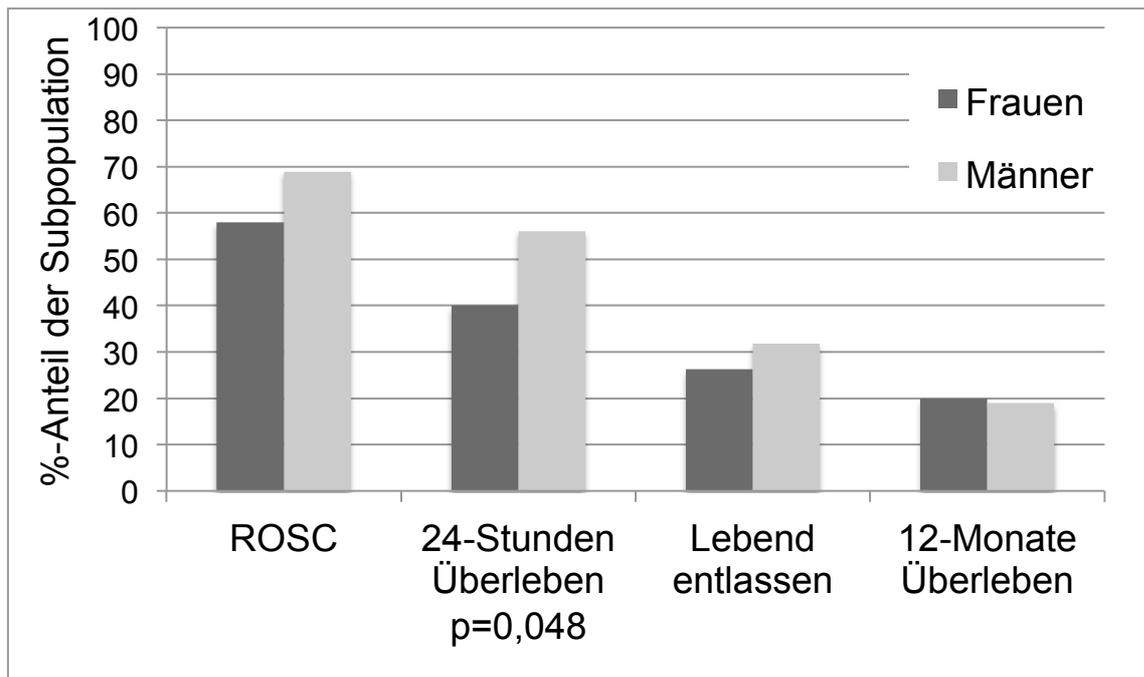


Abb.7 Geschlecht und Überleben

3.2.2 Alter und Überleben

Das Durchschnittsalter der Gesamtpopulation war 65,2 (SD 16,1) Jahre. Das Durchschnittsalter der Frauen war 68,1 Jahre, das der Männer 64 Jahre. Zum Zeitpunkt der kardiopulmonalen Reanimation waren die Männer durchschnittlich vier Jahre jünger. Der älteste Patient war 95 Jahre alt, der jüngste Patient ein sechs Wochen alter Säugling.

Das Durchschnittsalter der Patienten, die einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten erreichten, betrug 63,4 Jahre (SD 17,9) im Vergleich zu 68,8 Jahre (SD 11,2) bei den Patienten, die keinen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten erreichten (p=0,028).

Das Durchschnittsalter der Patienten, die mindestens 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand lebten, war 62,6 Jahre (SD 18,9) im Vergleich zu 66,4 Jahre (SD 21,1) bei den Patienten, die nach Erreichen eines Spontankreislaufs, jedoch vor Ablauf von 24 Stunden verstarben (p=0,018).

Das Durchschnittsalter der Patienten, die lebend entlassen wurden, betrug 62,4 Jahre (SD 21,1) im Vergleich zu 62,8 Jahre (SD 15,5) bei den Patienten, die nach Erreichen eines Spontankreislaufs, jedoch vor der Entlassung verstarben (p=0,069).

Das Durchschnittsalter der Patienten, die 12 Monate nach Herzkreislaufstillstand lebten, war 57,9 Jahre (SD 23,8) im Vergleich zu 71,5 Jahre (SD 7,2) bei den Patienten, die nach Entlassung, jedoch vor Ablauf von 12 Monaten verstarben ($p=0,002$).

Für das Alter in kontinuierlicher Form, als Mittelwertvergleich, waren die Endpunkte „ROSC“, „24-Stunden-Überleben“ und „12-Monate Überleben“ von statistischer Signifikanz.

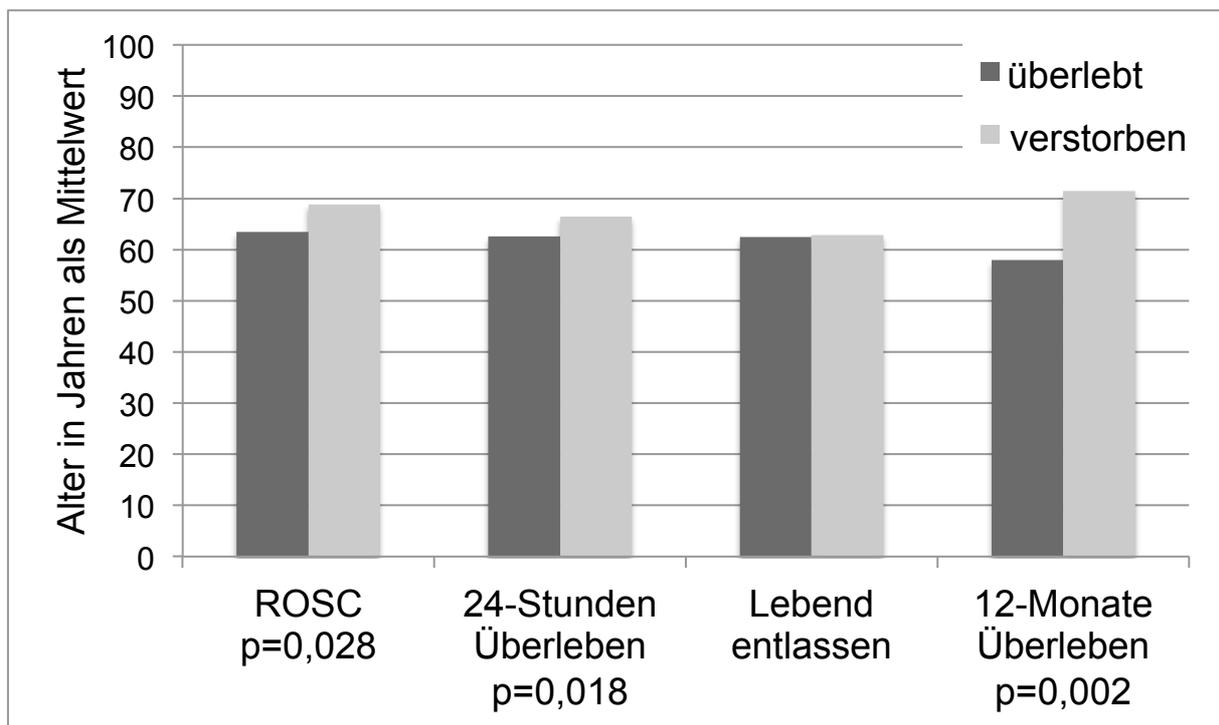


Abb.8 Alter in Jahren als Mittelwert und Überleben

79 Patienten (41,8 %) waren unter 65 Jahre alt und 110 Patienten (58,2 %) waren 65 Jahre alt und älter.

72,2 % der unter 65-Jährigen ($n=57$) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den 65- und über 65 Jährigen ($n=67$) erreichten 60,9 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0,110$).

55,7 % der unter 65-Jährigen (n=44) überlebten 24 Stunden. Von den 65- und über 65-Jährigen (n=53) überlebten 48,2 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,311)

31,6 % der unter 65-Jährigen (n=25) wurden lebend entlassen. Von den 65- und über 65-Jährigen (n=32) wurden 29,1 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,577).

25,9 % der unter 65-Jährigen (n=20) lebten nach 12 Monaten. Von den 65- und über 65-Jährigen (n=15) lebten 14,2 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war von statistischer Signifikanz (p=0,048).

Für das Alter in dichotomer Form war nur der Endpunkt „12-Monate Überleben“ statistisch signifikant (p=0,048). Zu allen anderen Endpunkten zeigte sich keine statistische Signifikanz.

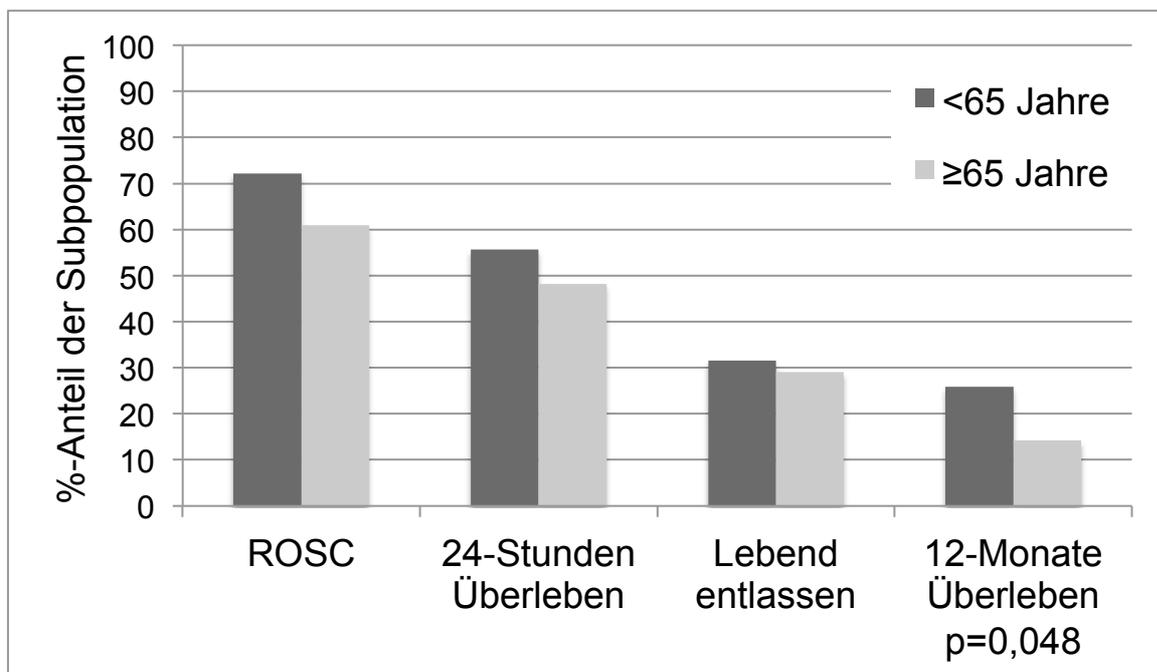


Abb.9 Alter in dichotomer Form und Überleben

3.2.3 Tageszeit und Überleben

95 Patienten (51,6 %) wurden tagsüber zwischen 8:00 Uhr und 19:59 Uhr und 89 Patienten (48,4 %) nachts zwischen 20:00 Uhr und 7:59 Uhr einer CPR unterzogen.

In 5 Fällen (2,6 %) war keine Zeitangabe dokumentiert, diese wurden für die Untersuchung „Tageszeit und Überleben“ ausgeschlossen.

In der Tagesgruppe erreichten 69,5 % der Patienten (n=66) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. In der Nachtgruppe erreichten 60,7 % der Patienten (n=54) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,253).

In der Tagesgruppe überlebten 52,6 % der Patienten (n=50) 24 Stunden. In der Nachtgruppe überlebten 48,3 % der Patienten (n=43) 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,611).

In der Tagesgruppe wurden 29,5 % der Patienten (n=28) lebend entlassen. In der Nachtgruppe wurden 28,1 % der Patienten (n=25) lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,994).

In der Tagesgruppe lebten nach 12 Monaten 16,8 % der Patienten (n=16). In der Nachtgruppe lebten nach 12 Monaten 18 % der Patienten (n=16). Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,780).

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen der Uhrzeit der CPR und dem Überleben zu keinem der Endpunkte.

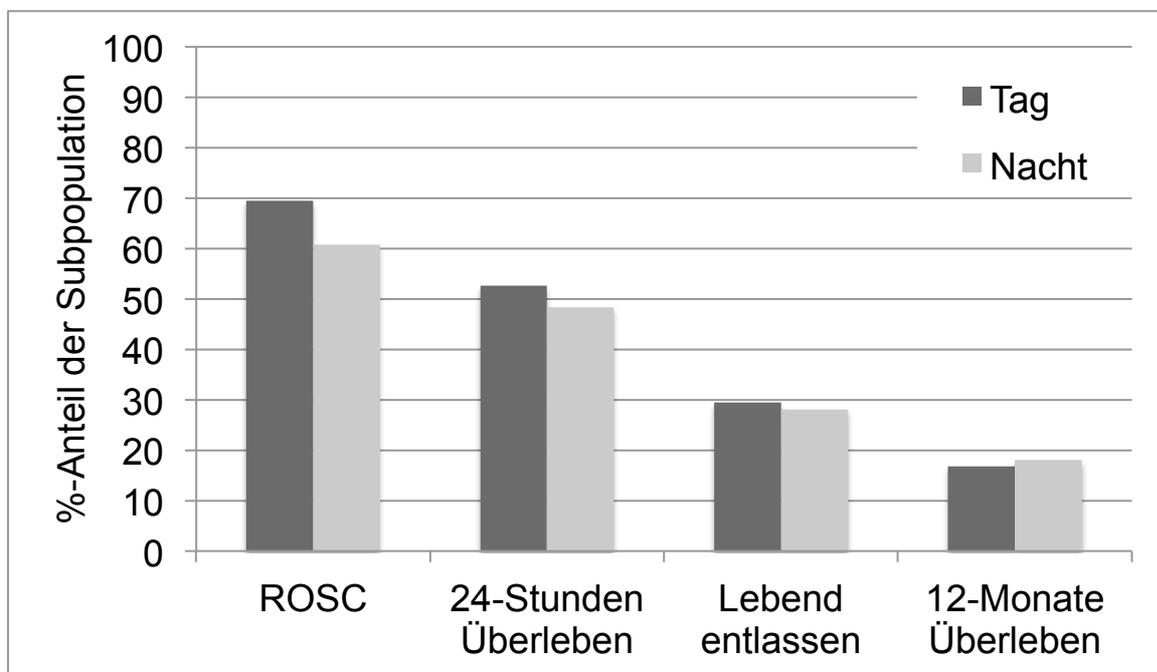


Abb.10 Tages- und Nachtzeit und Überleben

3.2.4 Ort des Herzalarmeinsatzes und Überleben

134 Patienten (71,3 %), und damit die mit Abstand größte Gruppe, wurden auf Normalstationen reanimiert. 17 Patienten (9,0 %) wurden in der Nothilfe reanimiert, jeweils 12 Patienten (6,4 %) auf der Intensivstation/Überwachungsstation und im Herzkatheter-Labor und 13 Patienten (6,9 %) in anderen diagnostischen Einheiten.

Von den Patienten mit Notfallort Normalstation erreichten 66,4 % der Patienten (n=89) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten ($p=0,654$), 51,5 % der Patienten (n=69) überlebten 24 Stunden ($p=0,965$), 27,6 % der Patienten (n=37) wurden später entlassen ($p=0,131$) und 13,4 % der Patienten (n=18) lebten noch nach 12 Monaten ($p=0,005$).

Von den Patienten mit Notfallort Nothilfe erreichten 52,9 % der Patienten (n=9) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten ($p=0,266$), 47,1 % der Patienten (n=8) überlebten 24 Stunden ($p=0,713$), 35,3 % der Patienten (n=6) wurden später entlassen ($p=0,691$) und 23,5 % der Patienten (n=4) lebten noch nach 12 Monaten ($p=0,559$).

Von den Patienten mit Notfallort Intensivstation und Überwachungsstation erreichten 75 % der Patienten (n=9) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten ($p=0,474$), 58,3 % der Patienten (n=7) überlebten 24 Stunden ($p=0,631$) und 50 % der Patienten (n=6) wurden lebend entlassen ($p=0,139$) und lebten auch nach 12 Monaten ($p=0,005$).

Von den Patienten mit Notfallort Herzkatheter-Labor erreichten 75 % der Patienten (n=9) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten ($p=0,482$), 66,7 % der Patienten (n=8) überlebten 24 Stunden ($p=0,274$), 58,3 % der Patienten (n=7) wurden lebend entlassen ($p=0,032$) und 50 % der Patienten (n=6) lebten noch nach 12 Monaten ($p=0,005$).

Von den Patienten mit Notfallort „andere diagnostische Einheiten“ erreichten 53,8 % der Patienten (n=7) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten ($p=0,366$), 38,5 % der Patienten (n=5) überlebten 24 Stunden ($p=0,329$), 15,4 % der Patienten

(n=2) wurden lebend entlassen (p=0,213) und ein Patient lebte noch nach 12 Monaten (p=0,272).

Patienten, deren Notfallort die Intensivstation, die Überwachungsstation oder die Normalstation waren, hatten für das „12-Monate Überleben“ eine signifikant höhere Überlebensrate. Patienten, deren Notfallort das Herzkatheter-Labor war, hatten für das Outcome „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ signifikant höhere Überlebensraten.

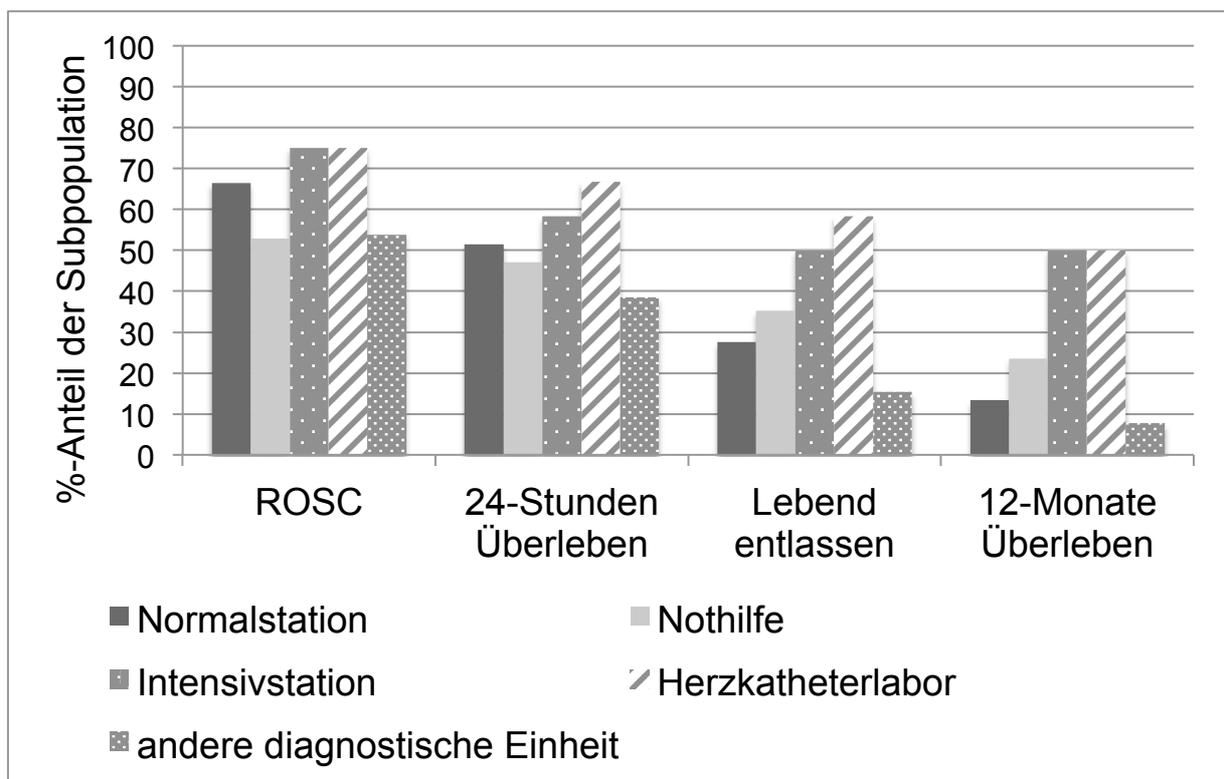


Abb.11 Ort des Herzalarmeinsatzes und Überleben

3.2.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand und Überleben

99 Patienten (52,4 %) hatten einen beobachteten Herzkreislaufstillstand. Bei 90 Patienten (47,6 %) war der Herzkreislaufstillstand unbeobachtet.

71,7 % der Patienten mit beobachteten Herzkreislaufstillstand (n=71) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten mit unbeobachteten Herzkreislaufstillstand (n=53) erreichten 58,9 % einen

Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant.

59,6 % der Patienten mit beobachteten Herzkreislaufstillstand (n=59) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten mit unbeobachteten Herzkreislaufstillstand (n=38) überlebten 42,2 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,017).

37,4 % der Patienten mit beobachteten Herzkreislaufstillstand (n=37) wurden lebend entlassen. Von den Patienten mit unbeobachteten Herzkreislaufstillstand (n=20) wurden 22,2 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,016).

26,3 % der Patienten mit beobachteten Herzkreislaufstillstand (n=26) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten mit unbeobachteten Herzkreislaufstillstand (n=9) lebten 10 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,003).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die einen beobachteten Herzkreislaufstillstand hatten, für die Endpunkte „24-Stunden Überleben“, „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ statistisch signifikant höher, als bei Patienten, die keinen beobachteten Herzkreislaufstillstand hatten.

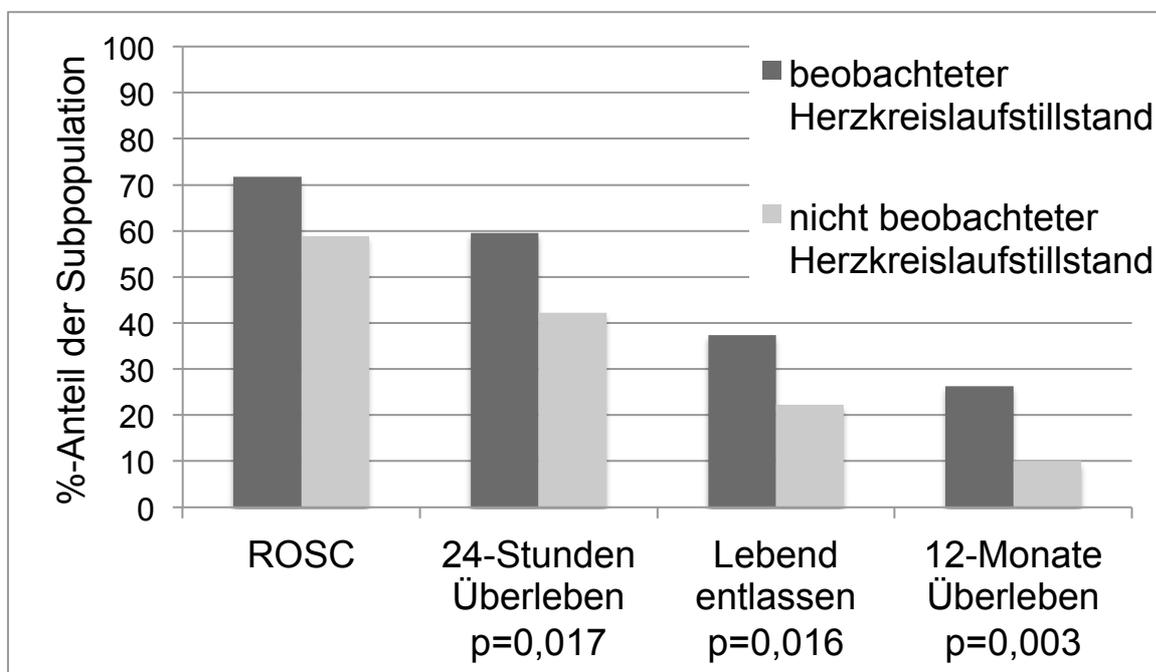


Abb.12 Beobachteter Herzkreislaufstillstand und Überleben

3.2.6 Arbeitsdiagnose und Überleben

Von 189 Patienten mit Herzkreislaufstillstand lag bei 145 Patienten (77,5 %) eine kardiale Ätiologie vor. Davon hatten 118 Patienten eine lebensbedrohliche Arrhythmie und 29 Patienten einen Myokardinfarkt. Bei 42 Patienten (22,5 %) ohne kardiale Ätiologie hatten 21 Patienten eine respiratorische Insuffizienz, 14 Patienten eine Blutung, jeweils zwei Patienten ein metabolisches Ungleichgewicht oder eine Hypotension und drei Patienten eine andere Arbeitsdiagnose.

Bei zwei Patienten fehlten Daten zur Arbeitsdiagnose, sodass diese von der Analyse ausgeschlossen wurden.

Bei Herzkreislaufstillstand mit kardialer Ätiologie erreichten 69 % der Patienten (n=100) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten im Vergleich zu 52,4 % bei den Patienten ohne kardiale Ätiologie (n=22). Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,047).

Bei Herzkreislaufstillstand mit kardialer Ätiologie überlebten 55,9 % der Patienten (n=81) 24 Stunden im Vergleich zu 33,3 % bei den Patienten ohne kardiale Ätiologie (n=14). Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,010).

Bei Herzkreislaufstillstand mit kardialer Ätiologie wurden 33,8 % der Patienten (n=49) lebend entlassen im Vergleich zu 16,6 % bei den Patienten ohne kardiale Ätiologie (n=7). Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,033).

Bei Herzkreislaufstillstand mit kardialer Ätiologie lebten 20,7 % der Patienten (n=30) nach 12 Monaten im Vergleich zu 7,1 % bei den Patienten ohne kardiale Ätiologie (n=3). Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,038).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die eine kardiale Ätiologie für den Herzkreislaufstillstand hatten, für alle Endpunkte statistisch signifikant höher, als bei Patienten, die keine kardiale Ätiologie für den Herzkreislaufstillstand hatten.

In der multivariaten Analyse zeigten Patienten mit kardialer Ätiologie ein signifikant besseres Outcome sowohl für das 24-Stunden-Überleben (p=0,004, 95%-Konfidenzintervall: 1,68-14,26 / Odds Ratio 4,89), als auch für das 12-Monate Überleben (p=0,072, 95%-Konfidenzintervall: 0,88-20,41 / Odds Ratio 4,24).

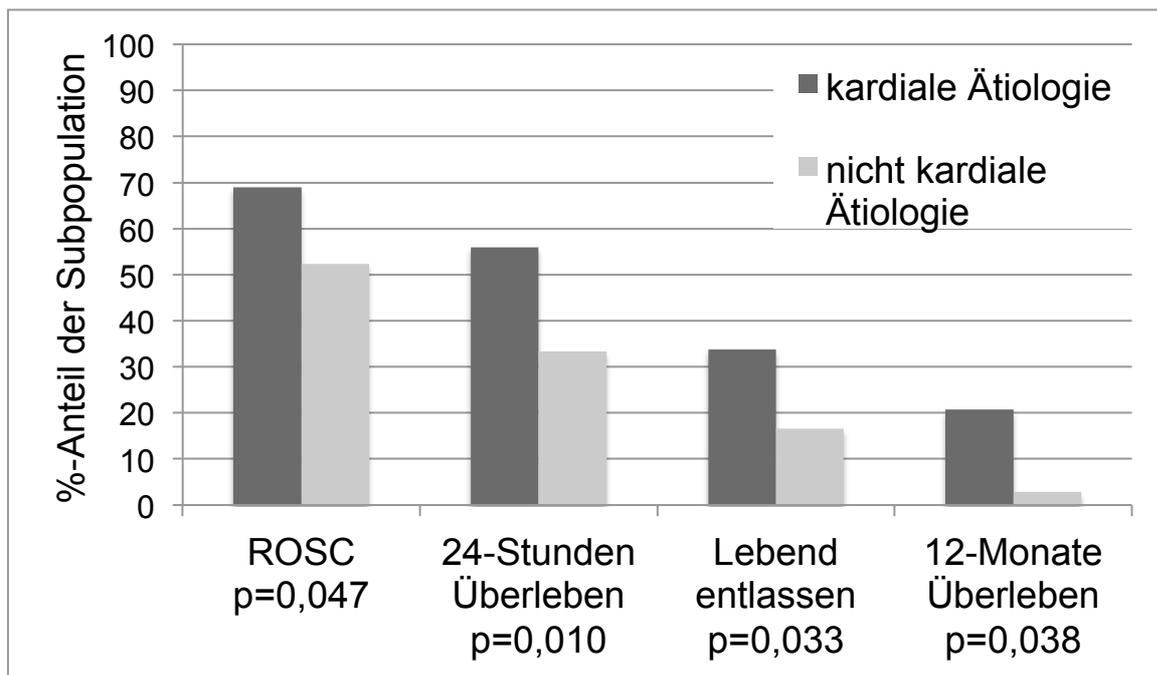


Abb.13 kardiale oder nicht-kardiale Ätiologie des HerzKreislaufstillstandes und Überleben

3.2.7 Komorbidität und Überleben

28 Patienten (14,8 %) hatten innerhalb der letzten vier Wochen vor dem Herzalarmereignis einen chirurgischen Eingriff. 161 Patienten (85,2 %) hatten keinen chirurgischen Eingriff vor der CPR.

85,7 % der Patienten mit chirurgischen Eingriff (n=24) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten ohne chirurgischen Eingriff (n=100) erreichten 62,1 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,015).

78,6 % der Patienten mit chirurgischen Eingriff (n=22) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten ohne chirurgischen Eingriff (n=75) überlebten 46,6 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,002).

60,7 % der Patienten mit chirurgischen Eingriff (n=17) wurden lebend entlassen. Von den Patienten ohne chirurgischen Eingriff (n=40) wurden 24,8 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant (p<0,001).

48 % der Patienten mit chirurgischen Eingriff (n=12) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten ohne chirurgischen Eingriff (n=23) lebten 14,6 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Patienten die einen chirurgischen Eingriff innerhalb der letzten vier Wochen vor CPR hatten, hatten hochsignifikant bessere Überlebenschancen für alle Endpunkte, als Patienten ohne chirurgischen Eingriff.

Bei drei Patienten mit chirurgischen Eingriff gab es keine Angabe zum „12-Monate Überleben“. Diese Fälle wurden von der Untersuchung Komorbidität und Überleben ausgeschlossen.

Die Wahrscheinlichkeit nach einem Jahr am Leben zu sein, war für diese Patienten 2,26 mal höher als für die Patienten ohne chirurgischen Eingriff. (Hazard ratio 2,26; 95%-Konfidenzintervall: 1,42-3,79)

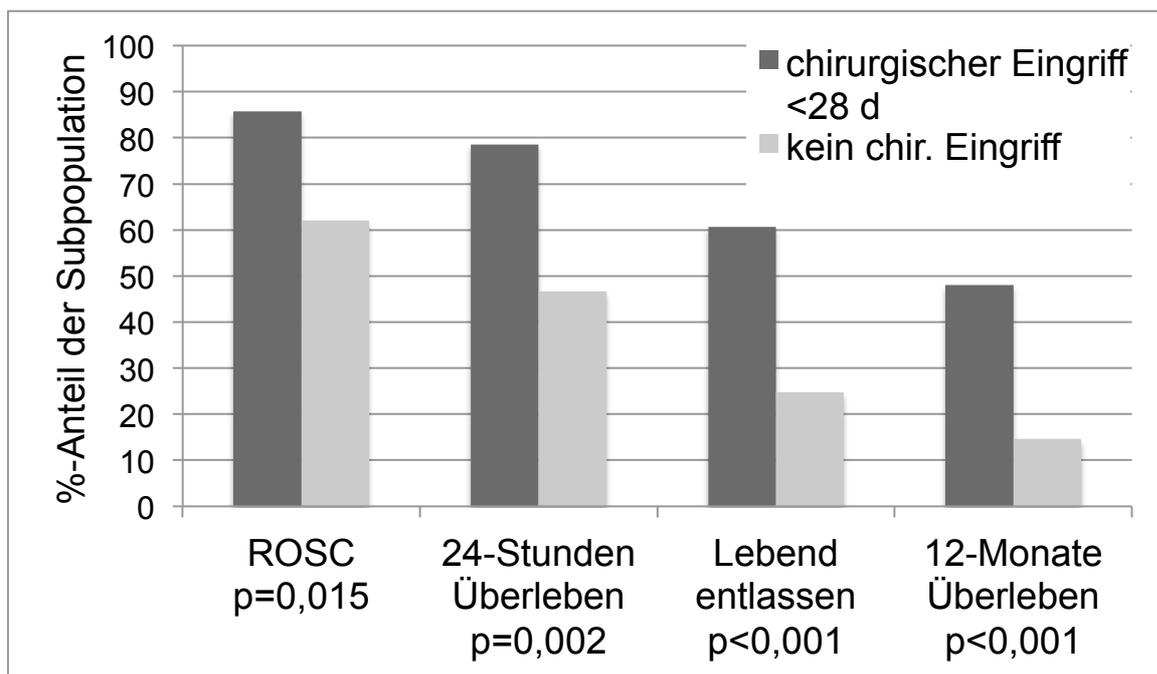


Abb.14 Chirurgischer Eingriff <28d und Überleben

Die Auswertung der Abhängigkeit des Überlebens von den weiteren Komorbiditäten, im Folgenden dargestellt, muss unter Vorbehalt aufgrund der hohen Zahl an fehlenden Primärdaten betrachtet werden.

13 Patienten (6,9 %) hatten als Begleiterkrankung einen Diabetes mellitus. 176 Patienten (93,1 %) hatten keinen Diabetes mellitus.

92,3 % der Patienten mit Diabetes mellitus (n=12) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten ohne Diabetes mellitus (n=112) erreichten 63,6 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,036).

76,9 % der Patienten mit Diabetes mellitus (n=10) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten ohne Diabetes mellitus (n=87) überlebten 49,4 % 24 Stunden.

61,5 % der Patienten mit Diabetes mellitus (n=8) wurden lebend entlassen. Von den Patienten ohne Diabetes mellitus (n=49) wurden 27,8 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,012).

41,7 % der Patienten mit Diabetes mellitus (n=5) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten ohne Diabetes mellitus (n=30) lebten 17,6 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,042).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die einen Diabetes mellitus hatten, für alle Endpunkte signifikant höher, als bei Patienten ohne Diabetes mellitus.

Bei einem Patienten mit Diabetes mellitus gab es keine Angabe zum „12-Monate Überleben“. Dieser Fall wurde von der Untersuchung Komorbidität und Überleben ausgeschlossen.

Bei 11 Patienten (5,8 %) war als Begleiterkrankung arterielle Hypertonie angegeben. 178 Patienten (94,2 %) hatten keine arterielle Hypertonie.

Alle Patienten mit arterieller Hypertonie (n=11) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten ohne arterielle Hypertonie (n=113) erreichten 63,5 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,013).

81,8 % der Patienten mit arterieller Hypertonie (n=9) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten ohne arterielle Hypertonie (n=88) überlebten 49,4 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,037).

45,5 % der Patienten mit arterieller Hypertonie (n=5) wurden lebend entlassen. Von den Patienten ohne arterielle Hypertonie (n=52) wurden 29,2 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,276).

36,4 % der Patienten mit arterieller Hypertonie (n=4) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten ohne arterielle Hypertonie (n=31) lebten 18,1 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant (p=0,138).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die eine arterielle Hypertonie hatten, für die Endpunkte „ROSC“ und „24-Stunden Überleben“ signifikant höher.

Für die Endpunkte „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ zeigte sich keine statistische Signifikanz.

Weitere Nebendiagnosen, die auf den Herzalarmprotokollen dokumentiert wurden, waren die koronare Herzerkrankung, die Herzinsuffizienz, eine Pneumonie, die chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD), ein Tumorleiden, die Niereninsuffizienz, die Sepsis und die cerebrovaskuläre Insuffizienz. Für diese Begleiterkrankungen zeigte sich keine statistische signifikante Unterschied zu keinem der vier Endpunkte.

3.3 Outcome und Intra-Arrest-Variablen

3.3.1 Pupillenstatus und Überleben

34 Patienten zeigten initial enge oder normal weite Pupillen, während 77 Patienten eine Mydriasis aufwiesen. Bei 78 Patienten wurde der Pupillenstatus nicht dokumentiert. Diese Patienten wurden von der Untersuchung Pupillenstatus und Überleben ausgeschlossen.

In der ersten Version des Herzalarmprotokolls (bis März 2004; n=23) wurde bei 17,3 % (n=4) der Patienten der Pupillenstatus nicht dokumentiert, im Vergleich zu 67,6 % (n=69) bei der zweiten Version des Herzalarmprotokolls (März 2004 bis Oktober 2005; n=102).

Der Unterschied in der Dokumentation von der ersten Version zur zweiten Version des Herzalarmprotokolls war statistisch signifikant (p<0,001).

In der dritten Version des Herzalarmprotokolls (ab Oktober 2005; n=64) wurde bei 7,8 % (n=5) der Patienten der Pupillenstatus nicht dokumentiert.

Der Unterschied in der Dokumentation von der zweiten Version zur dritten Version des Herzalarmprotokolls war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

73,5 % der Patienten mit initial engen oder normal weiten Pupillen (n=25) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten mit initialer Mydriasis (n=41) erreichten 53,2 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,045$).

55,9 % der Patienten mit initial engen oder normal weiten Pupillen (n=19) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten mit initialer Mydriasis (n=30) überlebten 39 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p = 0,100$).

38,2 % der Patienten mit initial engen oder normal weiten Pupillen (n=13) wurden lebend entlassen. Von den Patienten mit initialer Mydriasis (n=10) wurden 13 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,002$).

21,9 % der Patienten mit initial engen oder normal weiten Pupillen (n=7) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten mit initialer Mydriasis (n=6) lebten 7,9 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,042$).

Die Überlebensrate war bei Patienten mit initial engen oder normal weiten Pupillen für die Endpunkte „ROSC“, „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ signifikant höher, als bei Patienten mit initial nachgewiesener Mydriasis.

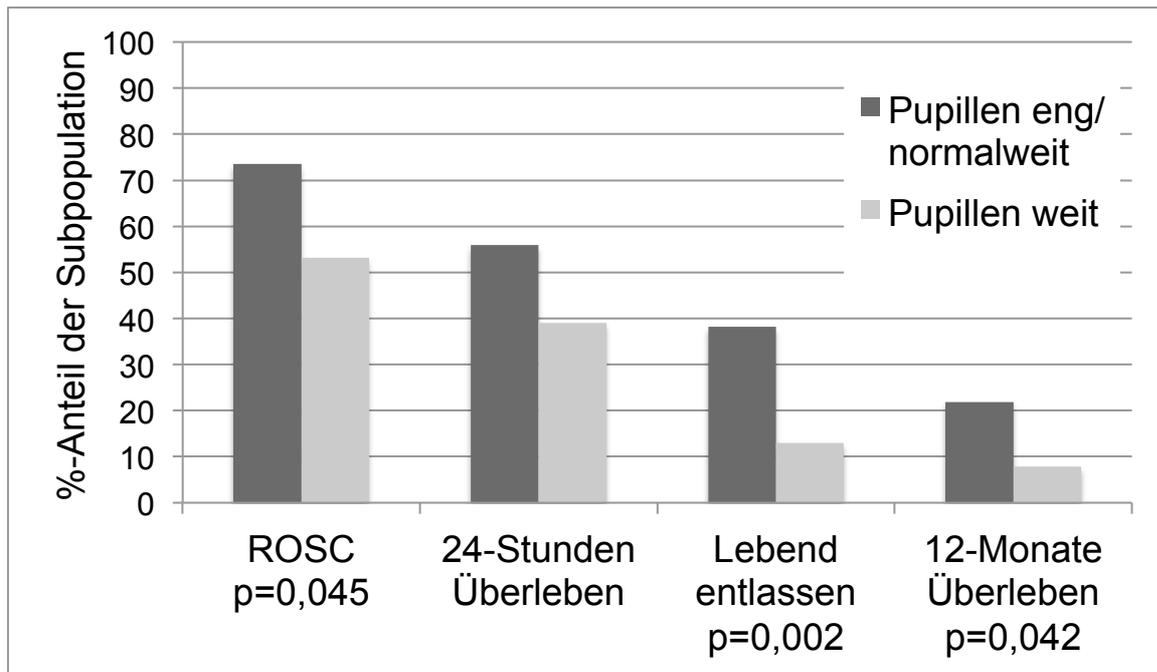


Abb.15 Pupillenstatus und Überleben

3.3.2 Lichtreaktion und Überleben

6 Patienten zeigten initial eine positive Lichtreaktion, während 55 Patienten keine Lichtreaktion aufwiesen. Bei 128 Patienten wurden keine Angaben zur Lichtreaktion gemacht. Diese Patienten wurden von der Untersuchung „Lichtreaktion und Überleben“ ausgeschlossen.

Alle Patienten mit positiver Lichtreaktion (n=6) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten ohne Lichtreaktion (n=28) erreichten 50,9 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,021).

83,3 % der Patienten mit positiver Lichtreaktion (n=5) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten ohne Lichtreaktion (n=21) überlebten 38,2 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,034).

50 % der Patienten mit positiver Lichtreaktion (n=3) wurden lebend entlassen. Von den Patienten ohne Lichtreaktion (n=6) wurden 10,9 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,010).

33,3 % der Patienten mit positiver Lichtreaktion (n=2) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten ohne Lichtreaktion (n=4) lebten 7,3 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,043).

Die Überlebensrate war für Patienten mit positiver Lichtreaktion für alle Endpunkte signifikant höher, als bei Patienten ohne Lichtreaktion.

Die relative Wahrscheinlichkeit nach einem Jahr am Leben zu sein, war bei den Patienten mit positiver Lichtreaktion 2,4 mal höher als bei den Patienten ohne Lichtreaktion. (95%-Konfidenzintervall: 1,0663-6,1325).

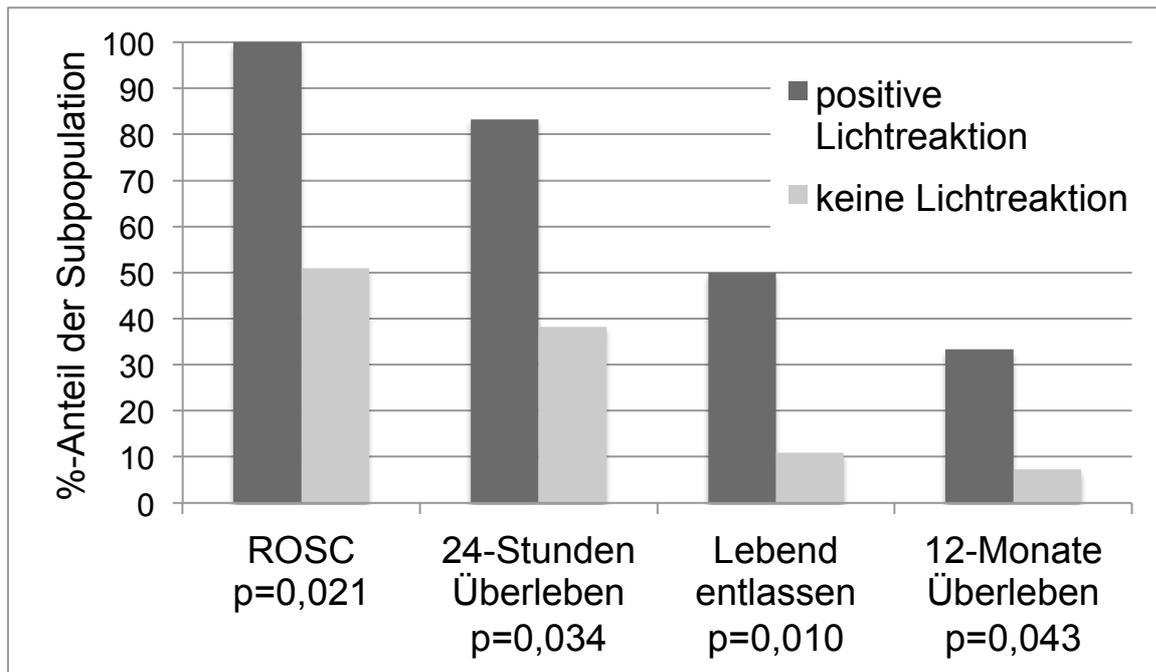


Abb.16 Lichtreaktion und Überleben

3.3.3 Initialer Herzrhythmus und Überleben

Nur 61 Patienten von 126 Patienten (32,6 %) zeigten einen initial defibrillierbaren Herzrhythmus. 126 Patienten (67,4 %) zeigten einen initial nicht defibrillierbaren Herzrhythmus. Zwei Patienten wurden wegen fehlender Daten von der Analyse „initialer Herzrhythmus und Überleben“ ausgeschlossen.

72,1 % der Patienten mit initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=44) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten ohne initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=80) erreichten 63,5 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war nicht statistisch signifikant (p=0,244).

65,6 % der Patienten mit initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=40) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten ohne defibrillierbaren Herzrhythmus (n=57) überlebten 45,2 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,009).

49,2 % der Patienten mit initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=30) wurden lebend entlassen. Von den Patienten ohne defibrillierbaren Herzrhythmus (n=27) wurden 21,4 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,001).

31 % der Patienten mit initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=18) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten ohne initial defibrillierbaren Herzrhythmus (n=17) lebten 13,9 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant (p=0,007).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die initial einen defibrillierbaren Herzrhythmus hatten, für die Endpunkte „24-Stunden Überleben“, „lebend entlassen“ und „12-Monate Überleben“ signifikant höher, als bei Patienten ohne initial defibrillierbaren Herzrhythmus.

Für den Endpunkt „ROSC“ zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied.

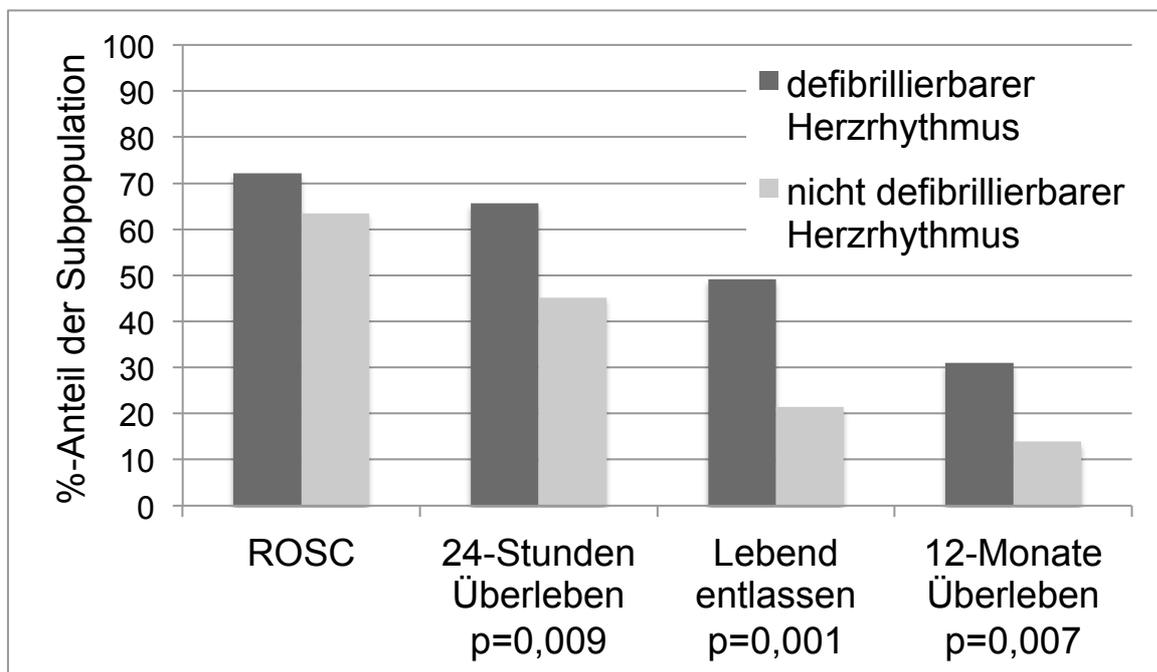


Abb.17 Initialer Herzrhythmus und Überleben

3.3.4 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams und Überleben

102 Patienten (54 %) wurden bereits vor Ankunft des Herzalarmteams Basismaßnahmen zugeführt, bei 87 Patienten (46 %) war dies nicht der Fall.

72,5 % der Patienten, die bereits vor Ankunft des Herzalarmteams reanimiert wurden (n=74), erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten, die erst vom Herzalarmteam reanimiert wurden (n=50), erreichten 57,5 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p=0,030$).

62,7 % der Patienten, die bereits vor Ankunft des Herzalarmteams reanimiert wurden (n=64), überlebten 24 Stunden. Von den Patienten, die erst vom Herzalarmteam reanimiert wurden (n=33), überlebten 37,9 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p=0,001$).

36,3 % der Patienten, die bereits vor Ankunft des Herzalarmteams reanimiert wurden (n=37), wurden lebend entlassen. Von den Patienten, die erst vom Herzalarmteam reanimiert wurden (n=20), wurden 23 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p=0,034$).

21,6 % der Patienten, die bereits vor Ankunft des Herzalarmteams reanimiert wurden (n=22) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten, die erst vom Herzalarmteam reanimiert wurden (n=13), lebten 14,9 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war nicht statistisch signifikant ($p=0,184$).

Die Überlebensrate war bei Patienten, die bereits vor Eintreffen des Herzalarmteams einer CPR unterzogen wurden, für die Endpunkte „ROSC“, „24-Stunden Überleben“ und „lebend entlassen“ signifikant höher, als bei Patienten, die erst vom Herzalarmteam reanimiert wurden.

Für den Endpunkt „12-Monate Überleben“ zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen CPR vor Ankunft des Herzalarmteams und dem Überleben.

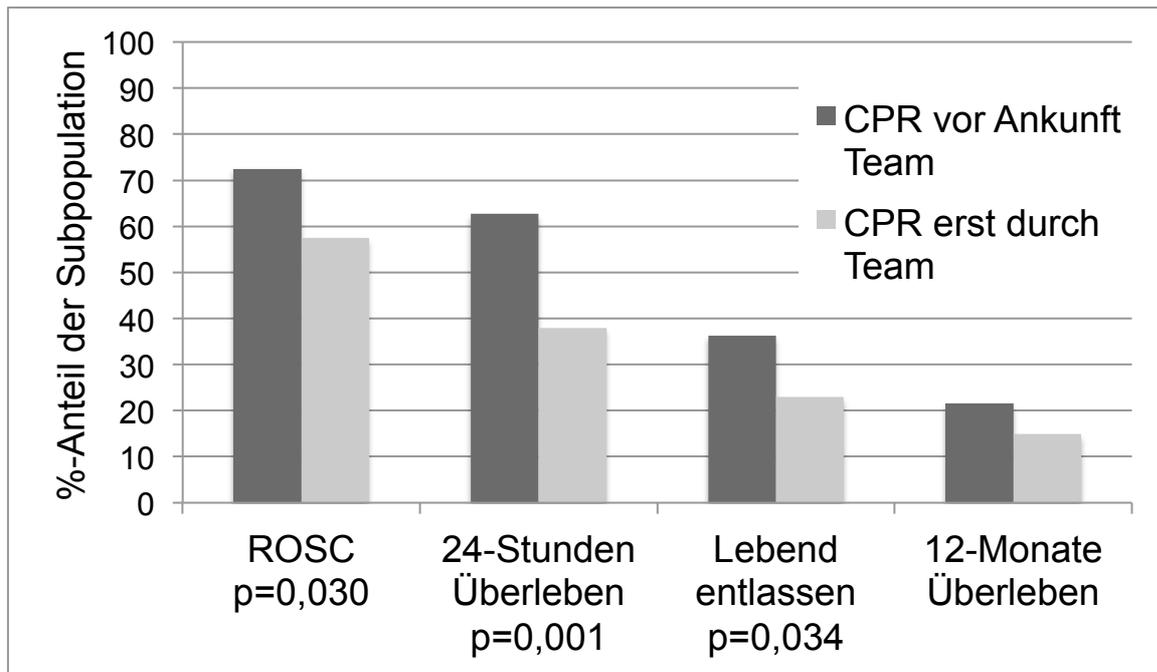


Abb.18 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams und Überleben

3.3.5 Dauer der CPR (15-Minuten Grenze) und Überleben

88 Patienten (46,6 %) hatten eine CPR-Dauer von bis zu 15 Minuten, hingegen 101 Patienten (53,4 %) von über 15 Minuten.

94,3 % der Patienten mit kürzerer CPR-Dauer (n=83) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten mit längerer CPR-Dauer (n=41) erreichten 40,6 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

80,7 % der Patienten mit kürzerer CPR-Dauer (n=71) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten mit längerer CPR-Dauer (n=26) überlebten 25,7 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

51,1 % der Patienten mit kürzerer CPR-Dauer (n=45) wurden lebend entlassen. Von den Patienten mit längerer CPR-Dauer (n=12) wurden 11,9 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

33 % der Patienten mit kürzerer CPR-Dauer (n=29) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten mit längerer CPR-Dauer (n=6) lebten 5,9% 12 Monate. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

Patienten, die eine CPR-Dauer von bis zu 15 Minuten hatten, hatten zu allen Endpunkten eine höhere Überlebensrate als Patienten die eine CPR-Dauer von über 15 Minuten hatten.

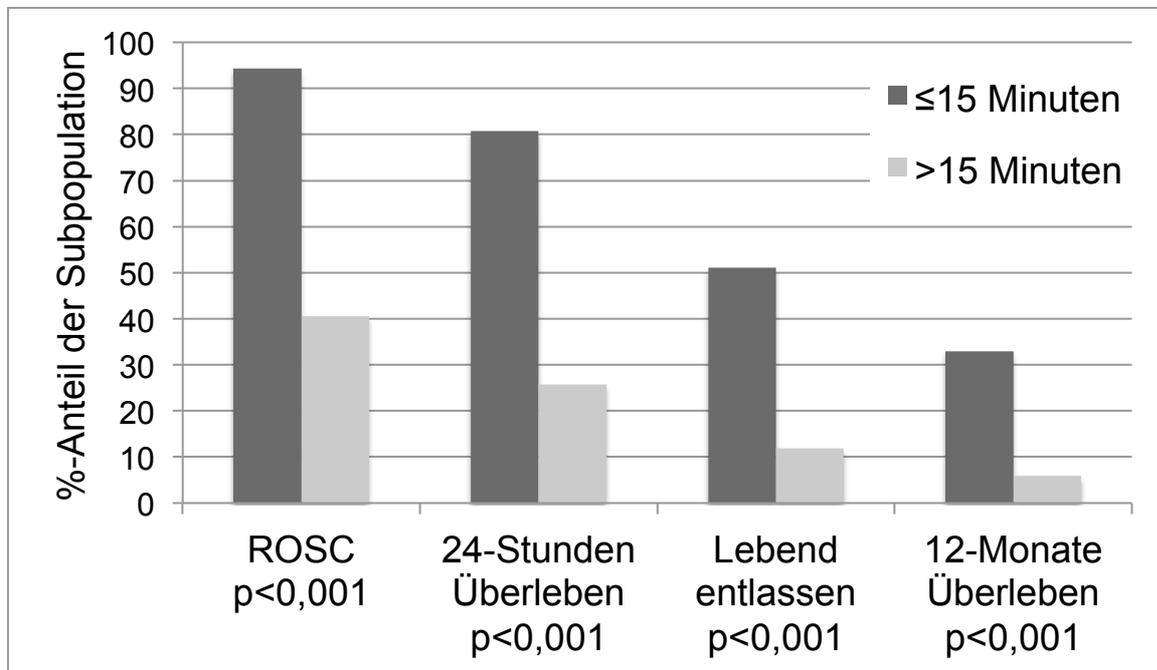


Abb.19 CPR Dauer (15-Minuten Grenze) und Überleben

3.3.6 Mittlere CPR-Dauer und Überleben

Die mittlere Reanimationsdauer betrug 20,4 Minuten (SD 17,7), die mediane Reanimationsdauer betrug 18,0 Minuten (IQR 5,0/29,0). Die kürzeste dokumentierte Dauer war eine Minute, die längste 100 Minuten.

Bei den Patienten, die einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten erreichten (n=124) betrug die mittlere CPR-Dauer 13,1 Minuten (SD 11,7) im Gegensatz zu 34,2 Minuten (SD 18,7) bei den unmittelbar nach dem Ereignis verstorbenen Patienten (n=65). Der Unterschied war statistisch signifikant (p<0,001).

Bei den 24-Stunden-Überlebenden (n=97) war die mittlere CPR-Dauer 12,2 Minuten (SD 12,2) im Gegensatz zu 29,0 Minuten (SD 18,3) bei den bis dahin Verstorbenen (n=92). Der Unterschied war statistisch signifikant (p<0,001).

Bei den lebend Entlassenen (n=57) betrug die mittlere CPR-Dauer 10,9 Minuten (SD 12,8) im Gegensatz zu 24,6 Minuten (SD17,8) bei den bis dahin Verstorbenen (n=132). Der Unterschied war statistisch signifikant ($p<0,001$).

Bei den 12-Monate-Überlebenden (n=35) war die mittlere CPR-Dauer 9,8 Minuten (SD 14,4) im Gegensatz zu 22,8 Minuten (SD 17,4) bei den insgesamt Verstorbenen (n=154). Der Unterschied war statistisch signifikant ($p<0,001$).

In dieser Gruppe befindet sich ein Extremwert mit einer Reanimationsdauer von 78 Minuten bei einem sechs Wochen alten Säugling. Ohne diesen Extremwert betrug bei den 12-Monate-Überlebenden (n=34) die mittlere CPR-Dauer 7,8 Minuten (SD 8,5).

Für alle Endpunkte zeigte sich eine hochsignifikante Korrelation zwischen der mittleren CPR-Dauer und dem Überleben.

Die Patienten, die einen Exitus letalis ohne ROSC erlitten, hatten eine fast 3,5-mal so lange CPR-Dauer wie die 12-Monate-Überlebenden (34,2 Minuten gegenüber 9,8 Minuten).

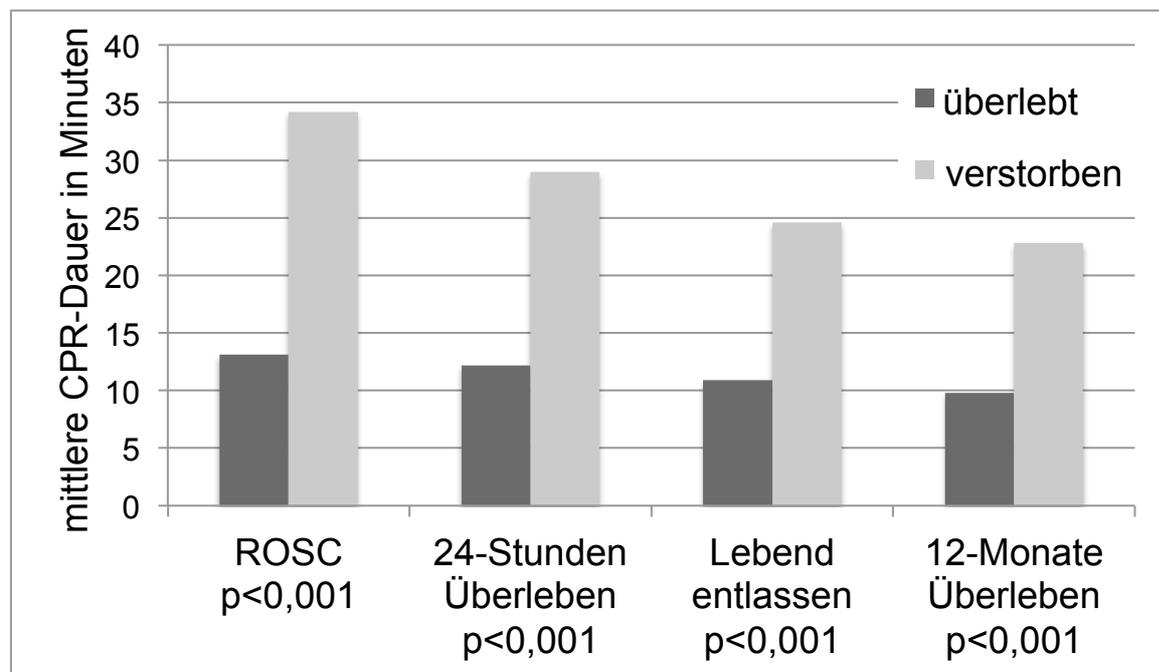


Abb.20 CPR-Dauer in Minuten als Mittelwert und Überleben

3.3.7 Defibrillationshäufigkeit und Überleben

111 Patienten (59,0 %) wurden keiner Defibrillation unterzogen, 59 Patienten (31,4 %) erhielten zwischen 1-4 mal eine Defibrillation, 13 Patienten (6,9 %) erhielten zwischen 5-10 mal eine Defibrillation und 5 Patienten (2,7 %) bekamen mehr als 10 mal eine Defibrillation.

Von den Patienten, die keine Defibrillation erhielten erreichten 64,9 % (n= 72) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 45,9 % (n=51) überlebten 24 Stunden, 22,5 % (n=25) wurden lebend entlassen und 13,5 % (n=15) lebten nach 12 Monaten.

Von den Patienten, die zwischen 1-4 mal eine Defibrillation erhielten, erreichten 76,3 % (n=45) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 67,8 % (n=40) überlebten 24 Stunden, 47,5 % (n=28) wurden lebend entlassen und 28,8 % (n=17) lebten nach 12 Monaten.

Von den Patienten, die zwischen 5-10 mal eine Defibrillation erhielten, erreichten 38,5 % (n=5) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 30,8 % (n=4) überlebten sowohl 24 Stunden und wurden auch lebend entlassen und 15,4 % (n=2) lebten nach 12 Monaten.

Von den Patienten, die mehr als 10 mal eine Defibrillation erhielten, erreichten 20 % (n=1) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten und überlebten auch 24 Stunden. Es wurde aber kein Patient lebend entlassen.

Es bestand zu keinem Endpunkt eine signifikante Korrelation zwischen der Defibrillationshäufigkeit und dem Überleben.

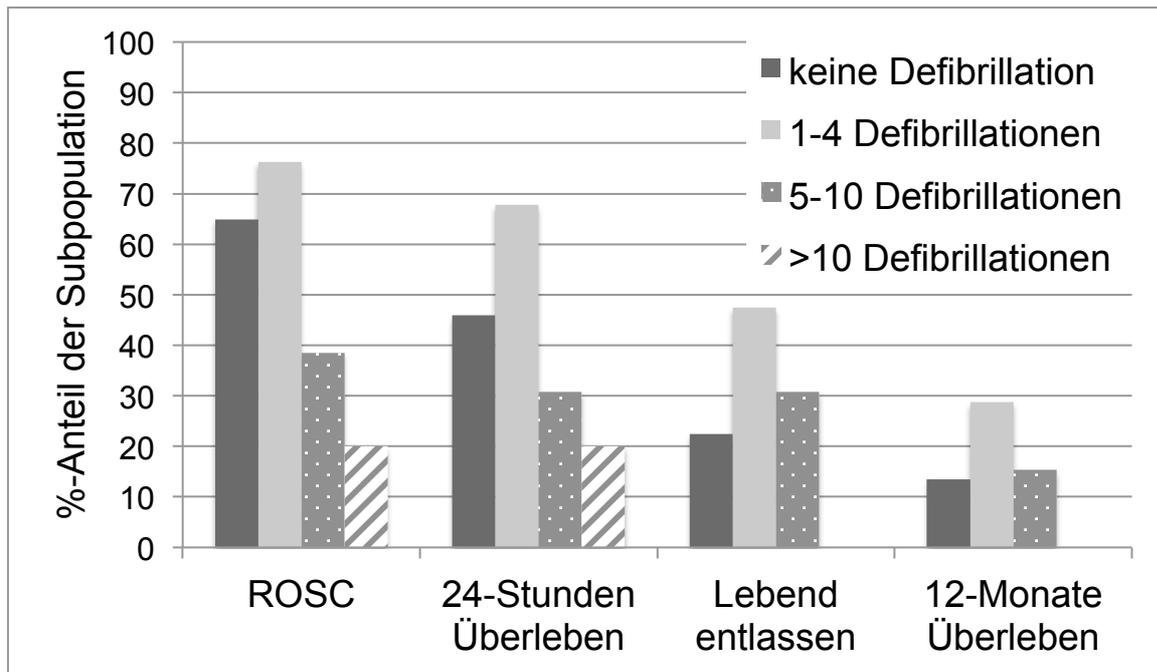


Abb.21 Defibrillationshäufigkeit und Überleben

3.3.8 Gesamte Adrenalindosis und Überleben

107 Patienten (62,9 %) erhielten während der kardiopulmonalen Reanimation zwischen 0-4 mg Adrenalin, 28 Patienten (16,5 %) bekamen 5-9 mg, 19 Patienten (11,2 %) erhielten 10-14 mg und 16 Patienten (9,4 %) bekamen ≥ 15 mg. Bei 19 Patienten gab es keine Angabe zur Adrenalindosis. Diese Fälle wurden von der Untersuchung gesamte Adrenalindosis und Überleben ausgeschlossen.

Von den Patienten die zwischen 0-4 mg Adrenalin erhielten, erreichten 82,3 % der Patienten (n=88) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 72 % der Patienten (n=77) überlebten 24 Stunden, 44,9 % der Patienten (n=48) wurden lebend entlassen und 29 % der Patienten (n=31) lebten nach 12 Monaten nach Herzkreislaufstillstand ($p < 0,001$).

Von den Patienten denen zwischen 5-9 mg Adrenalin verabreicht wurden, erreichten 53,6 % der Patienten (n=15) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 28,6 % der Patienten (n=8) überlebten 24 Stunden, 14,3 % der Patienten (n=4) wurden lebend entlassen und 7,1 % der Patienten (n=2) lebten 12 Monate nach Herzkreislaufstillstand ($p < 0,001$).

Von den Patienten, die zwischen 10-14 mg Adrenalin erhielten, erreichten 36,8 % der Patienten (n=7) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 21,1 % der Patienten (n=4) überlebten 24 Stunden, 15,8 % der Patienten (n=3) wurden lebend entlassen, aber kein Patient lebte 12 Monate nach Herzkreislaufstillstand ($p < 0,001$).

Von den Patienten die ≥ 15 mg Adrenalin erhielten, erreichten 25 % der Patienten (n=4) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, 1 Patient überlebte 24 Stunden, aber kein Patient wurde lebend entlassen ($p < 0,001$).

Patienten, denen während der kardiopulmonalen Reanimation Adrenalin verabreicht wurde, hatten für alle Endpunkte eine signifikant niedrigere Überlebensrate.

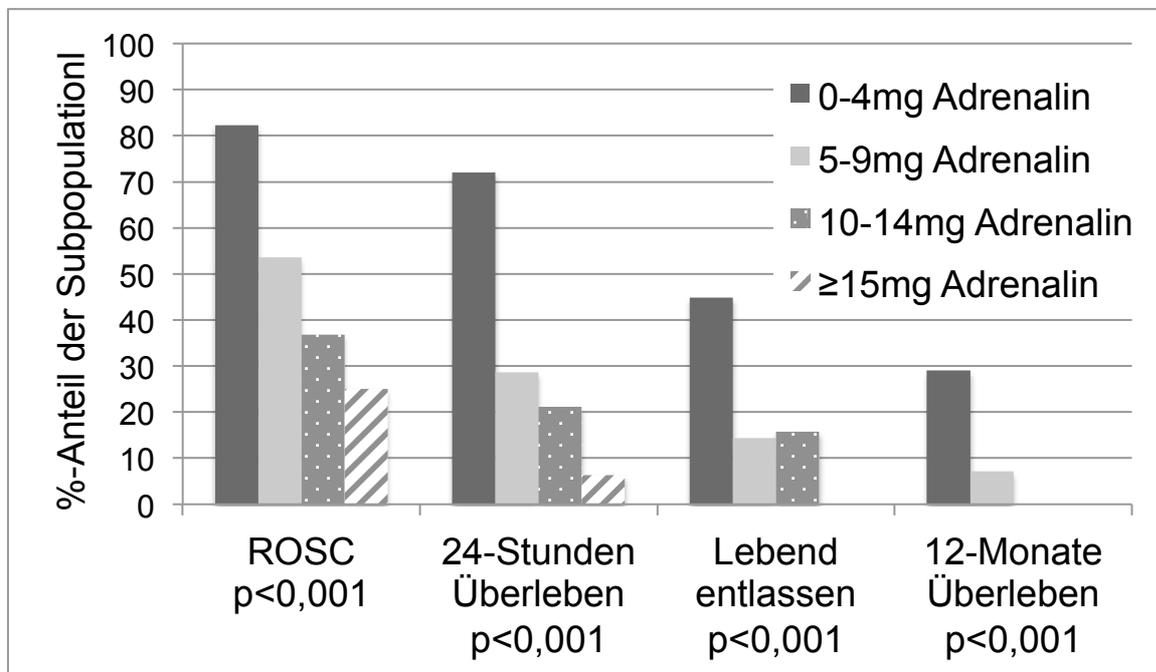


Abb.22 Gesamte Adrenalinosis und Überleben

3.3.9 Argipressin und Überleben

49 Patienten (26,1 %) erhielten während der kardiopulmonalen Reanimation Argipressin, 139 Patienten (73,9 %) nicht.

73,4 % der Patienten, die kein Argipressin erhielten (n=102) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Von den Patienten, die Argipressin

bekamen (n=21), erreichten 42,9 % einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

59,7 % der Patienten, die kein Argipressin bekamen (n=83) überlebten 24 Stunden. Von den Patienten, die Argipressin erhielten (n=13), überlebten 26,5 % 24 Stunden. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

37,4 % der Patienten, die kein Argipressin erhielten (n=52) wurden lebend entlassen. Von den Patienten, die Argipressin bekamen (n=5), wurden 10,2 % lebend entlassen. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,001$).

23 % der Patienten, die kein Argipressin bekamen (n=32) lebten nach 12 Monaten. Von den Patienten, die Argipressin erhielten (n=2), lebten 4,1 % nach 12 Monaten. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,002$).

Für alle Endpunkte zeigte sich eine hochsignifikante negative Korrelation zwischen dem Gebrauch von Argipressin während der kardiopulmonalen Reanimation und den Überlebensaussichten zu allen Endpunkten. Patienten, die Argipressin erhielten, hatten eine signifikant niedrigere Überlebensrate.

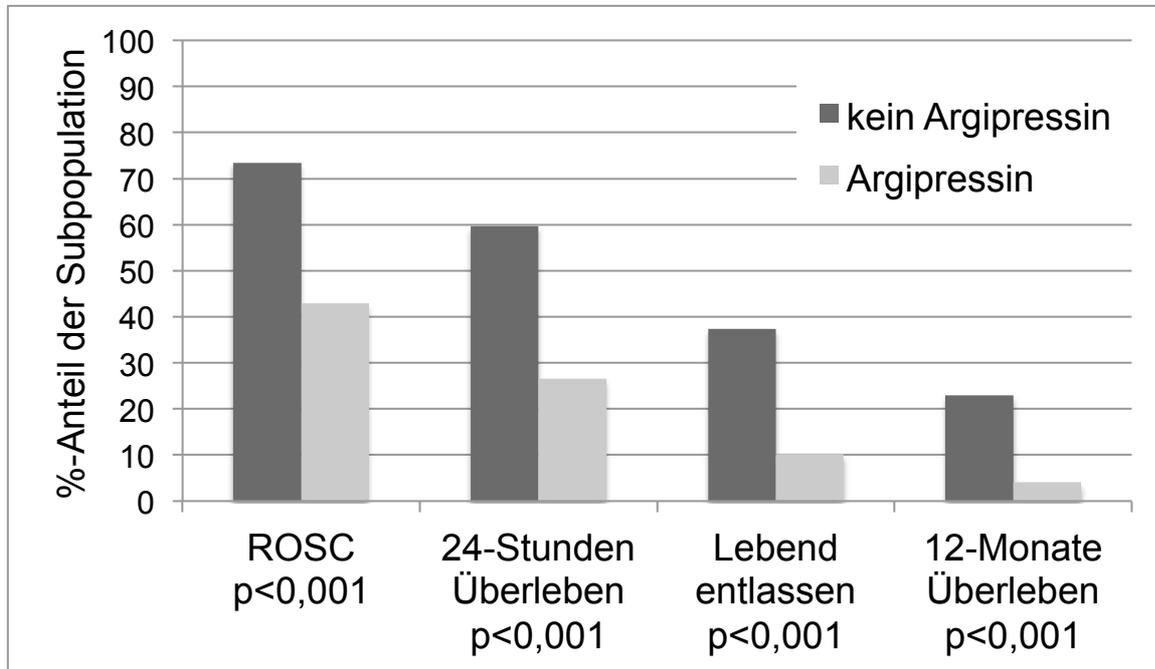


Abb.23 Gabe von Argipressin und Überleben

3.4 Zusammenfassung der univariaten Analyse

| | ROSC | 24-Stunden Überleben | Lebend entlassen | 12-Monate Überleben |
|-----------------------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Geschlecht | | p=0,048 | | |
| Alter | p=0,028 | p=0,018 | | p=0,002 |
| Herzkatheter-Labor | | | p=0,032 | p=0,005 |
| angenommene kardiale Ursache | p=0,047 | p=0,010 | p=0,033 | p=0,038 |
| chirurgischer Eingriff <28 d | p=0,015 | p=0,002 | p<0,001 | p<0,001 |
| Diabetes mellitus | p=0,036 | p=0,056 | p=0,012 | p=0,042 |
| arterieller Hypertonus | p=0,013 | p=0,037 | | |
| beobachteter Stillstand | | p=0,017 | p=0,016 | p=0,003 |
| Pupillenstatus | p=0,045 | | p=0,002 | p=0,042 |
| Lichtreaktion | p=0,021 | p=0,034 | p=0,010 | p=0,043 |
| initial defibrillierbarer Rhythmus | | p=0,009 | p=0,001 | p=0,007 |
| CPR vor Ankunft Team | p=0,030 | p=0,001 | p=0,034 | |
| CPR-Dauer 15 Minuten-Grenze | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 |
| mittlere CPR-Dauer | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 |
| gesamte Adrenalindosis | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 |
| Argipressin | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 | p<0,001 |

Folgende Faktoren zeigten keine statistisch signifikante Relation zu den Outcomeparametern (alle Zeitpunkte): Tageszeit, Orte außer Herzkatheter, KHK, Pneumonie, COPD, Herzinsuffizienz, Tumor, Niereninsuffizienz, Sepsis, cerebrovaskuläre Insuffizienz, Defibrillationshäufigkeit.

3.5 Ergebnisse der multivariaten Analyse ^[18]

| | ROSC | 24-Stunden Überleben | Lebend entlassen | 12-Monate Überleben |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Gesamte Adrenalindosis | OR 0,89 (0,83-0,97) p=0,006 | OR 0,81 (0,73-0,90) p<0,001 | | OR 0,56 (0,36-0,85) p=0,007 |
| Alter | OR 0,95 (0,90-0,99) p=0,026 | OR 0,96 (0,93-0,99) p=0,015 | | OR 0,97 (0,94-1,00) p=0,076 |
| CPR-Dauer | OR 0,86 (0,81-0,92) p<0,001 | OR 0,92 (0,88-0,95) p<0,001 | OR 0,90 (0,82-0,99) p=0,022 | OR 0,93 (3,02-78,79) p=0,001 |
| Beobachteter Stillstand | | OR 2,56 (1,01-6,50) p=0,048 | | OR 3,34 (1,05-10,65) p=0,041 |
| angenommene kardiale Ursache | | OR 4,89 (1,68-14,26) p=0,004 | | OR 4,24 (0,88-20,41) p=0,072 |
| initial defibrillierbarer Rhythmus | | | OR 13,41 (1,69-106,22) p=0,014 | |
| chirurgischer Eingriff <28 d | | | | OR 15,42 (3,02-78,79) p=0,001 |

Multivariates logistisches Regressionsmodell für Überleben:

Für das Outcome „ROSC“ wurden mit diesem Modell 80,6 % der Fälle richtig klassifiziert. Die Fläche unter der ROC-Kurve (receiver operating characteristic curve; Grenzwertoptimierungskurve) war 0,92 (SD 0,03; 95%-Konfidenzintervall 0,85-0,96).

Für das Outcome „24-Stunden Überleben“ wurden 80,5 % der Fälle richtig klassifiziert. Die Fläche unter der ROC-Kurve betrug 0,91 (SD 0,02; 95%-Konfidenzintervall 0,85-0,95).

Für das Outcome „Lebend entlassen“ wurden mit diesem Modell 85,7 % der Fälle richtig klassifiziert. Die Fläche unter der ROC-Kurve war 0,84 (SD 0,085; 95%-Konfidenzintervall 0,85-0,95).

Für das Outcome „12-Monate Überleben“ wurden mit diesem Modell 89,9 % der Fälle richtig klassifiziert. Die Fläche unter der ROC-Kurve betrug 0,93 (SD 0,085; 95%-Konfidenzintervall 0,88-0,96).

3.6 Allgemeine Ergebnisse von 1995-1997 ^[19]

Von 607 Herzalarmeinsätzen waren 267 Einsätze mit Herzkreislaufstillstand (44 %) und 340 Einsätze ohne Herzkreislaufstillstand (56 %).

Von den 267 Patienten, die einen Herzkreislaufstillstand hatten, erreichten 189 Patienten (70,7 %) einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten. 78 Patienten (29,3 %) verstarben ohne einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten zu erreichen.

122 Patienten (45,7 %) überlebten die ersten 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand. 67 Patienten (25,1 %) erreichten einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten, verstarben aber vor Ablauf von 24 Stunden.

67 Patienten (25,1 %) konnten nach Herzkreislaufstillstand lebend entlassen werden.

3.7 Ergebnisse der multivariaten Analyse von 1995-1997 ^[19]

| Effektgröße | Signifikanz | OR | 95%-KI |
|--------------------------------------------|-------------|------------|------------|
| CPR-Dauer: ≤15 Min. vs. >15 Min. | p<0,0001 | 9,3 | 3,83-22,66 |
| Zeugenpräsenz: Ja vs. Nein | p=0,0260 | 3,0 | 1,14-7,76 |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|-----------|
| Initialer Rhythmus: Sinusrhythmus vs. Kammerflimmern und -tachykardien | p=0,0776 p=0,0543 | 2,9 | 0,98-8,56 |
| Initialer Rhythmus: Sinusrhythmus vs. Asystolie, Kammerersatzrhythmus und Schrittmacherrhythmus | p=0,0912 | 2,3 | 0,87-6,31 |

Effektgrößen der signifikanten Variablen des logistischen Regressionsmodells als relative Risiken (OR=Odds Ratios mit 95 %-Konfidenzintervallen).

Mit diesem Modell wurden 83 % der Fälle richtig klassifiziert.

4. Diskussion

4.1 Gesamtoutcome

Die Entlassungsrate nach erfolgter kardiopulmonaler Reanimation nach innerklinischem Herzkreislaufstillstand schwankt in der Literatur deutlich. Eine Metaanalyse von 35 Studien im Zeitraum 1986-2008 ^[20] zeigt eine Entlassungsrate nach CPR von 0 % bis 32 % mit einer studienübergreifenden Entlassungsrate von 17,5 %. Eine Medline-Research von 1981-2006 ^[4] zeigt eine Entlassungsrate nach CPR von 0 % bis 42 %, mit der häufigsten Spanne zwischen 15 % und 20 %.

In unserer Klinik wurden nach erfolgter CPR im Zeitraum 2004-2006 (vorliegende Arbeit) 30,2 % und im Zeitraum 1995-1997 ^[19] 25,1 % der Patienten lebend entlassen. Somit liegen unsere Ergebnisse durchaus im Rahmen der Literatur, doch sind sie zweifelsohne sehr hoch. 18,5 % der Patienten lebten 12 Monate nach kardiopulmonaler Reanimation, dies entspricht 61,4 % der lebend Entlassenen. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass für sieben Patienten ein Follow-Up 12 Monate nach CPR nicht möglich war. Diese Patienten wurden bei unklarem Überlebensstatus als lebend entlassen, aber vor Ablauf von 12 Monaten verstorben, gewertet. Sandroni beschreibt in seiner Übersichtsarbeit ^[4], dass ein Jahr nach erfolgreicher CPR noch 53 - 86 % der Patienten, die lebend entlassen wurden, leben.

Der Vergleich der Überlebensrate in der eigenen Klinik zeigte eine Verbesserung von 25,1 % auf 30,2 %, das entspricht 5,1 % in ca. 10 Jahren. In oben genannter Metaanalyse verbessert sich das Outcome „survival to discharge“ stetig alle 10 Jahre um 3,9 %. Girotra ^[21] beschreibt in einer aktuellen umfassenden Studie von 2000-2009 mit 84.625 Fällen von innerklinischen Herzkreislaufstillstand eine Verbesserung der Entlassungsrate von 13,7 % im Jahr 2000 auf 22,3 % im Jahr 2009. Hierbei liegt die Verbesserung über ca. 10 Jahre bei 8,6 %.

4.2 Ausschluss systematischer Fehler

Zu allererst muss genannt werden, dass die Fallzahlen unserer Klinik mit 189 kardiopulmonalen Reanimationen zwischen 2004 und 2006, und 267 zwischen 1995 und 1997, nicht den Größenordnungen großer Multicenterstudien entspricht [4,15,20-25]. Es finden sich in der Literatur aber durchaus Studien die ähnliche Fallzahlen, oder sogar weniger, behandeln [8-12,26-32].

Do Not Attempt Resuscitation (DNAR) Anweisungen sind über die Jahre häufiger geworden, so dass dementsprechend bei den Patienten, die tatsächlich reanimiert werden, die Überlebensrate steigen sollte [20]. In der vorliegenden Arbeit existierte bei fünf Patienten von 199 Fällen mit Herzkreislaufstillstand die Maßgabe DNAR. Dies entspricht 2,5 % aller Fälle mit Herzkreislaufstillstand. Das überdurchschnittlich gute Gesamtoutcome lässt sich hiermit nicht erklären.

Wenn überdurchschnittlich viele Fälle mit beobachteten Herzkreislaufstillstand vorkommen, dann beeinflusst dies das Outcome, da Patienten mit einem beobachteten Herzkreislaufstillstand eine signifikant höhere Überlebenschance haben, als Patienten, bei denen der Herzkreislaufstillstand nicht beobachtet wurde. In der vorliegenden Arbeit sind 52,4 % Fälle mit beobachtetem Herzkreislaufstillstand bei 47,6 % Fälle mit nicht beobachtetem Herzkreislaufstillstand. Es handelt sich hierbei um zwei nahezu gleichgroße Populationen. Verglichen mit der Literatur wurden im Klinikum Großhadern von 2004 bis 2006 eher wenig Fälle mit beobachtetem Herzkreislaufstillstand dokumentiert. Häufig finden sich Werte von 79 % bis 91 % für Fälle mit beobachteten Herzkreislaufstillstand [12-14,22,24,25,32-34]. Auch hiermit lässt sich die hohe Überlebensrate nicht erklären.

Auch überdurchschnittlich viel dokumentierte Fälle mit initialen Rhythmus Kammerflimmern oder pulslose ventrikuläre Tachykardie (VF/VT) könnten potentiell Einfluss auf die Überlebensrate nehmen, da Patienten mit einem initial defibrillierbaren Rhythmus signifikant bessere Überlebenschancen haben, als Patienten ohne initial defibrillierbaren Rhythmus. In der vorliegenden Arbeit sind 32,3 % der Fälle als initial defibrillierbaren Rhythmus dokumentiert. Die Zahlen sind vergleichbar zu Angaben in der Literatur zwischen 20 % und 35 % [4].

4.3 Underreporting

Wenn bei einem innerklinischen Herzkreislaufstillstand das Herzalarmteam nicht gerufen wurde, so wurden diese Fälle nicht für die Statistik dokumentiert. Dies kann daran liegen, dass man den Reanimationsversuch für aussichtslos befand. Damit errechnen sich höhere Überlebenschancen für die Patienten, die in die Statistik aufgenommen wurden.

Jedoch darf nicht vergessen werden, dass im Klinikum Großhadern sich viele Stationen überwiegend selbst um stationsinterne Notfälle kümmern. Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Intensivstationen. Diese Fälle sind in der Statistik nicht dokumentiert, da das Herzalarmteam nicht gerufen wurde. Eine Dunkelziffer ist zu vermuten. Bei Patienten, die einen Herzkreislaufstillstand auf einer Intensivstation hatten, war die Chance lebend entlassen zu werden signifikant höher, als bei Patienten, die einen Herzkreislaufstillstand auf der Normalstation hatten. Durch das „Nicht-Dokumentieren“ (Underreporting) dieser Fälle verschlechtert sich das Gesamtoutcome.

Zusammenfassend lässt sich annehmen, dass sowohl das Nicht-Dokumentieren der aussichtslosen Reanimationen, als auch die der nicht-dokumentierten Fälle von Herzkreislaufstillstand der Intensivstationen, das Gesamtoutcome nicht wesentlich verändern sollten.

4.4 Overreporting

Mehrfache kardiopulmonale Reanimationen bei ein und demselben Patienten während eines Krankenhausaufenthalts könnten potentiell die Analyse beeinflussen. In der vorliegenden Arbeit wurde kein Patient häufiger als ein Mal während eines Krankenhausaufenthalts reanimiert.

4.5 Qualität der Dokumentation

Über die Jahre 2004-2006 hat sich das Herzalarmprotokoll am Klinikum Großhadern zweimal verändert. Allen Protokollen gleich ist die Unterteilung in eine Kontrollliste, die es auszufüllen gilt, und die Möglichkeit zum freien Text. Allgemein sind die Kontrollfelder über diesen Zeitraum ausführlicher geworden. Von Protokoll zu Protokoll entstanden zum leichteren und schnelleren Ausfüllen immer mehr Kontrollfelder.

In dem für unseren Auswertungszeitraum ersten Protokoll gibt es ein Feld für den Pupillenstatus, im darauf folgenden überarbeiteten Protokoll fehlt dieses Feld und wurde erst in der nächsten Auflage wieder aufgenommen und mit einem Feld für die Lichtreaktion der Pupillen ergänzt. Angaben zum Pupillenstatus erfolgten signifikant häufiger bei Protokollen mit entsprechendem Kontrollfeld als bei Protokollen ohne Kontrollfeld und der Möglichkeit der freien Texteingabe. ($p < 0,001$).

Eine einheitliche ausführliche Dokumentation ist die Grundlage für die Qualitätssicherung in der Notfallmedizin. Über klare Zieldefinitionen können die Struktur, Prozess- und Ergebnisqualität in der Notfallmedizin analysiert werden und Ansatzpunkte für Verbesserungsstrategien identifiziert werden ^[35] Als einen Ausblick für die Zukunft kann man eine retrospektiven Studie mit 154 Fällen von Katzer et al. sehen. Es wird gezeigt, dass sich, durch die Einführung eines elektronischen Notfallprotokolls, die Dokumentation im Vergleich zu einem Papierprotokoll um 36 % verbessert hat ^[36].

4.6 CPR-Qualität

Im Klinikum Großhadern wird das Herzalarmteam von der Klinik für Anästhesiologie geschult. Regelmäßige Basic und Advanced Cardiac Life Support (BCLS und ACLS) Schulungen geben den Ärzten und Pflegekräften des Herzalarmteams Sicherheit und Routine im Arbeitsablauf und steigern somit auch die Qualität der CPR. Moretti et al. ^[37] berichten, dass die Chance für eine erfolgreiche CPR bei einem Reanimationsteam mit mindestens einer ACLS-trainierten Person 2,06 mal höher

war, als bei einem Reanimationsteam ohne ACLS-trainierten Personen (OR 2,06; 95 % Konfidenzintervall 1,038-4,078; $p=0,037$). ACLS-trainierte Reanimationsgruppen hatten eine signifikant kürzere mittlere CPR-Dauer bis zum Eintritt eines Spontankreislaufs (11,5 Minuten vs. 30,0 Minuten), als ohne ACLS-trainierte Reanimationsgruppen ($p=0,026$).

Obwohl die Herzdruckmassage eigentlich simpel ist, wird sie nur selten so gemacht, wie es die Richtlinien ^[2] empfehlen. Abella et al. ^[31,38] berichten, dass in einem Drittel der Fälle die Rate pro Minute zu niedrig (<90 /min) und nicht ausreichend tief ist. Ein Fünftel der CPR-Dauer besteht aus no-flow-time (Zeit ohne Blutfluss). Bei Herzdruckmassage-Pausen nimmt der koronare Blutfluss drastisch ab. Es werden mehrere Kompressionen benötigt, bis der koronare Blutfluss seine vorhergehende Flussgeschwindigkeit wieder erreicht. In 60 % der Fälle ist die Ventilationsrate erhöht (>20 /min).

Im Tierversuch zeigt eine erhöhte Ventilationsrate eine Steigerung des intrathorakalen Drucks und dadurch einen verringerten venösen Rückstrom zum rechten Vorhof. Daraus resultiert eine geringere hämodynamische Wirksamkeit der CPR ^[39].

Die Utstein-style Empfehlungen ^[6,7] stellen eine internationales Übereinkommen dar, wie man Daten für innerklinische Reanimation sammelt und auswertet. Sie bieten eine Vorlage zur Erfassung aller relevanten Variablen. Durch diese Einheitlichkeit lassen sich die Ergebnisse vergleichen.

Bereits 2007 wurde festgestellt, dass der Vergleich der Ergebnisse unter Vorbehalt geschehen sollte, da die Utstein-style Empfehlungen die Qualität der CPR nicht berücksichtigen ^[40].

4.7 Zusammenfassung Gesamtoutcome

Die, durchaus im Rahmen der Literatur, aber überdurchschnittlich hohe, Entlassungsrate in der vorliegenden Arbeit mit 30,2 % lässt sich nicht durch systematische Fehler oder Under- und Overreporting erklären. Eine mögliche

Erklärung wäre, dass regelmäßige Schulungen des Herzalarmteams, wie von Moretti et al. beschrieben ^[37], das Outcome verbessern.

Aufgrund fehlender Daten zum neurologischen Outcome muss die hohe Entlassungsrate kritisch betrachtet werden. Das neurologische Outcome ist, mit Hilfe der CPC-Scale (Cerebral Performance Categories Scale), Teil der Kerndaten der Utstein-Style Empfehlungen ^[7]. Wie viele Patienten einen CPC Score von ≥ 3 (1-2 gut; ≥ 3 schlecht) hatten, ist in der vorliegenden Arbeit nicht bekannt.

4.8 Pre-Arrest-Variablen

4.8.1 Geschlecht

In der Literatur findet sich nur bei einer Studie das Geschlecht als Prädiktor für das Überleben ^[41]. Hierbei war die Chance lebend entlassen zu werden für Frauen 1,66-fach höher als für Männer (OR 1,66).

In der vorliegenden Arbeit war nur in der univariaten Analyse für den Endpunkt „24 Stunden Überleben“ das Geschlecht signifikant. 40 % der Frauen und 56,1 % der Männer lebten 24 Stunden nach Herzkreislaufstillstand ($p=0,048$). Es ließ sich durchaus ein Trend erkennen, dass Frauen früher nach einer kardiopulmonalen Reanimation verstarben als Männer. Das Ergebnis nivellierte sich bereits bis zur Entlassung.

4.8.2 Alter

Inwiefern das Alter Prädiktor für eine erfolgreiche kardiopulmonale Reanimation ist, bleibt Gegenstand vieler Diskussionen. Bereits 1992 wurde in der BRESUS-Studie (Survey of cardiopulmonary resuscitations in British hospitals) ^[42] festgestellt, dass weniger als 10 % der über 75-Jährigen, hingegen aber 20 % der 25 bis 44-Jährigen ein Jahr nach CPR lebten. Eine Studie mit 266 Patienten von Schultz et al. ^[26] zeigt, dass Patienten unter 60 Jahre mit 15 % ein signifikant besseres Outcome haben, als Patienten über 60 Jahre mit 6,2 % ($p=0,02$).

Die Altersgrenze 60 Jahre beschreibt auch Cooper et al. ^[16]. Patienten unter 60 Jahre hatten eine fast dreifache Chance lebend entlassen zu werden, verglichen mit über 60-Jährigen (OR 2,97). Für Patienten zwischen 60 und 70 Jahre war die Chance lebend entlassen zu werden nur noch doppelt so hoch, wie bei über 70-Jährigen (OR 2,13).

Ebell et al. beschreibt in einer großen Metaanalyse mit 96.499 Fällen ^[20], dass Patienten über 70, 75 und 80 Jahren, eine signifikant niedrigere Entlassungsrate aufwiesen, als Patienten unter 70 Jahre. Die Chance zu versterben, bevor man entlassen werden konnte, war mit über 70 Jahren 1,5-fach, mit über 75 Jahren 2,8-fach und mit über 80 Jahren 2,7-fach erhöht (OR 1,5; 2,8 und 2,7). Für alle Patienten dieser Metaanalyse (Alter zwischen 40 und >90 Jahre) war die Überlebensrate 17,5 %. Im Gegensatz hierzu zeigt eine große epidemiologische Studie mit 433.985 Patienten aus dem New England Journal of Medicine von 2009 ^[23], die allein das Überleben von >65-Jährigen nach erfolgter kardiopulmonaler Reanimation betrifft, eine Überlebensrate von 18,3 %.

In der vorliegenden Arbeit hatten <65-Jährige nur für den Endpunkt „12-Monate Überleben“ statistisch signifikant höhere Überlebensraten, als >65-Jährige ($p=0,048$). Für das Alter in kontinuierlicher Form zeigte sich eine statistische Signifikanz für die Endpunkte „ROSC“ ($p=0,028$), „24-Stunden Überleben“ ($p=0,018$) und „12-Monate Überleben“ ($p=0,002$). Für den Endpunkt „lebend entlassen“ ließ sich ein Trend erkennen ($p=0,068$).

Eine Studie, die die Überlebensrate zwischen Kindern und Erwachsenen vergleicht ^[25] zeigt, dass Kinder eine deutlich höher Entlassungsrate haben als Erwachsene (27 % vs. 18 %). Kinder und Erwachsene haben unterschiedliche Ursachen für den Herzkreislaufstillstand. Bei Erwachsenen ließ sich der Herzkreislaufstillstand am häufigsten auf die koronare Herzkrankheit und myokardiale Ischämie zurückführen, bei Kindern waren die respiratorische Insuffizienz und Hypoxie, die Azidose oder der Kreislaufschock ursächlich.

Was unterhält die Diskussion über das Alter als Prädiktor für eine erfolgreiche CPR? Ein Aspekt sind die unterschiedlichen Einschlusskriterien bei unterschiedlichen

Untersuchungen ^[43]. Einige Studien betreffen nur Erwachsene, manche nur Kinder oder wie in der vorliegenden Arbeit Kinder und Erwachsene. Dass man ab dem 18. Lebensjahr als Erwachsener definiert wird, ist in vielen Studien einheitlich, jedoch ab wann beginnt ein älterer Erwachsener? Wird die Grenze bei 60 Jahren gesetzt, oder bei 65- oder gar 70 Jahren? Die Utstein-style Richtlinien ^[7], die gerade durch ihre Einheitlichkeit die Möglichkeit zum Vergleich verschiedener Studien bieten, geben für das Alter keine Untergruppen für dichotome oder trichotome Analysen vor.

4.8.3 Tageszeit

In der Literatur finden sich nur wenige Studien, bei denen die Tageszeit der kardiopulmonalen Reanimation Einfluss auf die Überlebensrate hat ^[10,16,22,30,33]. Die Überlebenschance war bei der Studie von Herlitz et al. ^[33] doppelt so hoch bei office hours (Bürozeiten 8:00-16:30 Uhr) verglichen zu anderen Tages-/Nachtzeiten (OR 2,07).

In der vorliegenden Arbeit bestand keine signifikante Korrelation zwischen der Uhrzeit der kardiopulmonalen Reanimation und dem Überleben zu keinem der Endpunkte. Hierbei wurde die Tageszeit von 8:00-19:59 Uhr gewertet, und die Nachtzeit von 20:00-7:59 Uhr.

4.8.4 Ort des Herzalarmeinsatzes

Patienten, deren Ort des Herzalarmeinsatzes eine Intensivstation, Überwachungsstation oder das Herzkatheter-Labor war, hatten die besten Überlebenschancen. 50 % dieser Patienten lebten noch nach 12 Monaten. Auch Patienten, deren Notfallort die Nothilfe war, hatten überdurchschnittlich gute Überlebenschancen. 23,5 % dieser Patienten lebten noch nach 12 Monaten. Hingegen hatten Patienten, deren Ort des Herzalarmeinsatzes die Normalstation oder gar andere diagnostische Einheiten war, eine deutlich schlechtere Prognose. 13,4 % bzw. 7,7 % dieser Patienten lebten noch nach 12 Monaten.

Der deutliche Unterschied lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass Patienten, die sowohl auf einer Intensivstation und Überwachungsstation, als auch

im Herzkatheter-Labor reanimiert wurden, einen beobachteten HerzKreislaufstillstand hatten. Patienten, die einen beobachteten HerzKreislaufstillstand erlitten, hatten die 2,5-fache Chance 24 Stunden zu überleben (Odds Ratio 2,56; Konfidenzintervall 1,01 – 6,50) und die über dreifache Chance noch nach 12 Monaten zu leben (Odds Ratio 3,34; Konfidenzintervall 1,05 – 10,65), im Vergleich zu Patienten ohne beobachteten HerzKreislaufstillstand. Die Patienten mit dem Notfallort Nothilfe zählten nicht zu den beobachteten Fällen von HerzKreislaufstillstand, da eine kontinuierliche Anwesenheit von Zeugen nicht mit Sicherheit gewährleistet war. Die Möglichkeit für einen beobachteten HerzKreislaufstillstand war jedoch hier sicher eher gegeben als auf der Normalstation.

Die Untersuchung von 1995-1997 im Hause ergab, dass 58 % der Patienten mit Notfallort Intensivstation und nur 9,5 % der Patienten mit Notfallort Herzkatheter lebend entlassen wurden ^[19]. Eine mögliche Ursache für die deutliche Verbesserung der Überlebensrate von 9,5 % auf 58,3 % innerhalb von 10 Jahren kann der generelle Fortschritt in der Medizin sein. Damals wurden hauptsächlich perkutane transluminale koronare Angioplastien (PTCA) durchgeführt, 10 Jahre später hauptsächlich koronare Stents implantiert, die eine bessere Reperfusion der Koronarien ermöglichen. Dies allein wird eine Verbesserung der Entlassungsrate von 9,5 % auf 58,3 % jedoch nicht erklären.

Die Mehrzahl der Studien berichten über eine bessere Überlebensrate von Fällen mit HerzKreislaufstillstand auf Intensiv- und Überwachungsstationen als auf Normalstation ^[4,10,15,34,42,44,45]. Nur wenige sehen keine unterschiedliche Entlassungsrate zwischen Intensivstation und Normalstation ^[17,26]. Eine mögliche Erklärung, warum Intensivpatienten eine höhere Überlebensrate haben als Patienten von Normalstation, ist: sie werden dauerhaft überwacht und haben somit einen beobachteten HerzKreislaufstillstand, sie sind jünger als Patienten von Normalstation und ACLS-trainiertes Personal ist direkt vor Ort ^[4].

4.8.5 Beobachteter Herzkreislaufstillstand

Zusätzlich zu den Patienten, deren Herzkreislaufstillstand beobachtet wurde, wurden zu dieser Gruppe auch Patienten gezählt, die auf einer Intensivstation, Überwachungsstation oder im Herzkatheter-Labor reanimiert wurden. Eine kontinuierliche Anwesenheit von Zeugen und/oder Monitor konnte hier gewährleistet werden.

Patienten, die einen beobachteten Herzkreislaufstillstand erlitten, hatten eine 2,56-fach höhere Chance (OR 2,56; Konfidenzintervall 1,01-6,50; $p=0,048$) die ersten 24 Stunden nach erfolgreicher Reanimation zu überleben und eine 3,34-fach höhere Chance (OR 3,34; Konfidenzintervall 1,05-10,65; $p=0,041$) 12 Monate danach am Leben zu sein, als Patienten die keinen beobachteten Herzkreislaufstillstand hatten. Dass ein Herzkreislaufstillstand unter Zeugenpräsenz ein besseres Outcome hat, wird in der Literatur bestätigt ^[9,12,14,30].

Sind die guten Gesamtüberlebensraten in der vorliegenden Arbeit auf eine hohe Inzidenz des beobachteten Herzkreislaufstillstandes zurückzuführen?

Von 189 Herzkreislaufstillständen waren 99 beobachtete Herzkreislaufstillstände. Dies entspricht 52,4 % der Gesamtstichprobe. In der Literatur finden sich hierzu deutlich höhere Zahlen ^[12-15,22,24,25,32-34,41]. Zwischen 74% und 91% der Fälle waren hier beobachtete Herzkreislaufstillstände. Nur Brindley ^[30] beschreibt mit 57,9 % eine ähnliche Inzidenz des beobachteten Herzkreislaufstillstandes. Dass die guten Gesamtüberlebensraten durch eine überdurchschnittliche Häufung an beobachteten Fällen von Herzkreislaufstillstand beeinflusst wurden, lässt sich somit nicht bestätigen.

4.8.6 Arbeitsdiagnose

Drei Viertel der Gesamtstichprobe hatten eine angenommene kardiale Ursache für den Herzkreislaufstillstand. Die Chance 24 Stunden zu überleben war bei Patienten mit angenommener kardialer Ätiologie beinahe fünf mal so hoch, wie bei Patienten ohne kardiale Ätiologie (OR 4,89; Konfidenzintervall 1,68-14,26; $p=0,004$). Auch die Möglichkeit ein Jahr nach Herzkreislaufstillstand am Leben zu sein war vier mal so

hoch, bei Patienten mit kardialer Ursache, verglichen mit Patienten ohne kardiale Ursache (OR 4,24; Konfidenzintervall 0,88-20,41; $p=0,072$). In der Literatur findet sich häufig ein großer Anteil an Patienten mit einem kardialen Hintergrund für einen Herzkreislaufstillstand [8,10,14,16,20,22,27,30,33,34,44,46]. In mehreren Arbeiten fanden sich eine signifikant größere Chance für eine erfolgreiche kardiopulmonale Reanimation, wenn dem Herzkreislaufstillstand eine kardiale Ätiologie zugrunde lag [10,12,20,44].

4.8.7 Komorbidität

Die Angaben zur Komorbidität wurden aus den Herzalarmprotokollen und den Patientenakten entnommen. Auf den Herzalarmprotokollen wurde die Hauptdiagnose für den Krankenhausaufenthalt dokumentiert. Zusätzliche Nebendiagnosen sind nur bedingt dokumentiert worden. Man muss annehmen, dass die Daten zu den Begleiterkrankungen unvollständig sind. Aus diesem Grund sind die folgenden Erkrankungen: die koronare Herzerkrankung, die arterielle Hypertonie, die Herzinsuffizienz, der Diabetes mellitus, eine aktuelle Pneumonie, die chronisch – obstruktive Lungenerkrankung, ein Tumorleiden, die Niereninsuffizienz, die Sepsis und die cerebrovaskuläre Insuffizienz, aus der multivariaten Analyse, in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit, ausgeschlossen.

Nebendiagnosen wie Niereninsuffizienz, metastasierter Tumor, heimgebundener Lebensstil und Apoplex gehen mit einer schlechten Prognose nach Herzkreislaufstillstand einher [43]. Schultz et al. [26] beschreibt, dass Patienten mit weniger als zwei Komorbiditätsfaktoren bessere Überlebensraten haben, als Patienten mit mehr Komorbiditätsfaktoren (13 % vs. 4,2 %; $p=0,04$).

14,8 % der Patienten hatten einen chirurgischen Eingriff bis maximal 28 Tage vor Herzkreislaufstillstand. Diese Patienten hatten eine 15-fach höhere Chance (OR 15,42; Konfidenzintervall 3,02-78.79) 12 Monate nach erfolgreicher kardiopulmonaler Reanimation am Leben zu sein, als Patienten, die keinen chirurgischen Eingriff vor Herzkreislaufstillstand hatten. Ursächlich dafür mag bei diesen Patienten eher ein akutes Geschehen postoperativ sein im Gegensatz zu einem Endstadium einer unheilbaren Erkrankung.

4.9 Intra-Arrest-Variablen

4.9.1 Pupillenstatus und Lichtreaktion

Der Pupillenstatus und die Lichtreaktion bei Eintreffen des Herzalarmteams zeigen in unserer univariaten Untersuchung eine prognostische Aussagekraft. Da in unserer Datenerhebung die Dokumentation des Pupillenstatus und der Lichtreaktion unvollständig war, konnten die Ergebnisse nicht für die multivariate Analyse berücksichtigt werden. Für den Pupillenstatus fehlten mehr als 40 % der Daten, für die Lichtreaktion sogar mehr als 65 %. Der Grund hierfür findet sich in der wechselnden Form des Herzalarmprotokolls über den Zeitraum 2004-2006. Im ersten Protokoll gab es ein Feld eigens für den Pupillenstatus, im darauf folgenden überarbeiteten Protokoll fehlte dieses Feld und wurde erst in der nächsten Auflage wieder aufgenommen und sogar mit einem Feld für die Lichtreaktion ergänzt.

In den zwei Versionen der Herzalarmprotokolle, die ein Feld für den Pupillenstatus hatten (bis März 2004 und ab Oktober 2005) fehlten nur 17,3 % bzw. 7,8 % der Daten, im Vergleich zu 67,6 % bei der Version (März 2004 bis Oktober 2005), die kein Feld eigens für die Pupillenreaktion hatte. Ein weiterer Grund war die unterschiedliche Auffassung des Arztes was dokumentationswürdig erschien, und was nicht. Es ist anzunehmen, dass ein pathologischer Befund eher dokumentiert wurde als ein Normalbefund.

Trotz der hohen Anzahl an fehlender Daten lässt sich bemerken, dass Patienten mit initial engen Pupillenstatus und/oder initial positiver Lichtreaktion eine deutlich bessere Überlebensrate hatten als Patienten mit initialer Mydriasis und/oder keiner Lichtreaktion.

Steen-Hansen et al. ^[28] bestätigt die bessere Überlebensrate bei initial positiver Lichtreaktion und erweitert die Kenntnisse um einen weiteren Befund: Patienten, deren Pupillen initial dilatiert waren, dann aber während der kardiopulmonalen Reanimation enger wurden, haben eine gute Prognose lebend entlassen zu werden (30 %). Er berichtet auch, dass die Anoxie-Zeit bei Patienten mit positiver Lichtreaktion kürzer war.

Im Tierversuch ^[47] wurde festgestellt, dass die dynamische Veränderung der Pupillen und die Lichtreaktion während eines Herzkreislaufstillstandes und der kardiopulmonalen Reanimation mit dem koronaren Perfusionsdruck einhergehen, und somit beides Prädiktoren für eine erfolgreiche Reanimation sind. Hierbei gilt es zu beachten, dass die dynamische Veränderung unter kardiopulmonaler Reanimation wegweisend ist, und nicht einzig der initiale Befund.

4.9.2 Initialer Herzrhythmus

Der initiale Herzrhythmus hat einen hohen prädiktiven Wert für die Überlebensrate nach innerklinischem Herzkreislaufstillstand. Hierbei werden die defibrillierbaren von den nicht-defibrillierbaren Rhythmen unterschieden. Zu den defibrillierbaren Rhythmen zählen die pulslose ventrikuläre Tachykardie und das Kammerflimmern. Zu den nicht-defibrillierbaren Rhythmen zählen die Asystolie, die pulslose elektrische Aktivität, die Bradykardie, der Schrittmacherrhythmus, der Sinusrhythmus und andere Rhythmen. In der vorliegenden Arbeit wurden 49,2 % der Patienten mit einem initial defibrillierbaren Rhythmus lebend entlassen, jedoch nur 21,4% der Patienten ohne defibrillierbaren Rhythmus (OR 13,41; Konfidenzintervall 1,69-106,22; p=0,014).

Die Chance für eine erfolgreiche kardiopulmonale Reanimation war für Patienten mit einem defibrillierbaren Rhythmus 13-mal höher, als für Patienten ohne defibrillierbaren Rhythmus. In der Literatur sind deutlich bessere Entlassungsraten für Patienten mit initial pulsloser ventrikulärer Tachykardie oder Kammerflimmern dokumentiert (18-64 %), als für Patienten mit initialer Asystolie oder pulsloser elektrischer Aktivität (1,2-24 %) ^[4,8-12,16,24,25,27,29,30,32-34,48,49]. Die vorliegenden Ergebnisse liegen im oberen Bereich der vergleichbaren Literatur, jedoch durchaus im Rahmen. Die Ursächlichkeit für die höheren Entlassungsraten bei der pulslosen ventrikulären Tachykardie oder dem Kammerflimmern findet sich einerseits durch die prompte Behandlungsmöglichkeit mittels Defibrillation und andererseits weist ein Vorhandensein einer pulslosen ventrikulären Tachykardie oder des Kammerflimmerns auf eine frühes Geschehen des Herzkreislaufstillstandes hin. Nun liegt die Frage nahe, mit welcher Inzidenz trat ein defibrillierbarer Rhythmus in der vorliegenden Arbeit auf? 32,3 % der Gesamtstichprobe (61/189) hatten einen initial

defibrillierbaren Rhythmus. Sandroni ^[4] beschreibt in seiner großen Übersichtsarbeit eine Prävalenz von 20-35 % für eine pulslose ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern. Auch hier zeigt sich eine Übereinstimmung, jedoch wieder im verhältnismäßig oberen Bereich.

Das Ergebnis der Überlebensrate der vorliegenden Arbeit allein auf eine hohe Inzidenz von initial defibrillierbaren Rhythmen und deren hoher Entlassungsraten zurückzuführen, kann nicht bestätigt werden. Eine positive Beeinflussung hingegen ist sicher gegeben.

4.9.3 CPR vor Ankunft des Herzalarmteams

Die Bedeutung von Zeitintervallen für die erfolgreiche Therapie des Herzkreislaufstillstandes ist weltweit bekannt. Durch Laientraining und automatisierte externe Defibrillatoren (AED), die strategisch in der Öffentlichkeit stationiert sind, ist die Letalität des präklinischen Herzkreislaufstillstandes gesunken. Auch für die innerklinische Reanimation gilt es, das Zeitfenster vom Auftreten des Herzkreislaufstillstandes bis zur professionellen Hilfe so klein wie möglich zu halten. Je eher ein Patient nach einem Herzkreislaufstillstand kardiopulmonal reanimiert wird, desto besser sind die Erfolgsaussichten. Wie erfolgreich die kardiopulmonale Reanimation in der vorliegenden Arbeit war, bevor das Herzalarmteam eintraf, war aus den Daten nicht ersichtlich. Möglicherweise war in manchen Fällen bei Wiedereinsetzen des Spontankreislaufs vor Eintreffen des Herzalarmteams ein Eingreifen des Herzalarmteams nicht mehr notwendig. Eine Interpretation hierüber war aufgrund der mangelnden Informationen nicht möglich.

Bei 54 % der Patienten (102/189) wurde bereits vor Eintreffen des Herzalarmteams mit der kardiopulmonalen Reanimation begonnen. 46 % der Patienten (87/189) wurden erst vom Herzalarmteam reanimiert. In der univariaten Analyse zeigte sich für die Endpunkte „ROSC“, „24-Stunden Überleben“ und „lebend entlassen“ ein signifikant besseres Überleben für die Patienten, die bereits vor Eintreffen des Herzalarmteams reanimiert wurden. In der multivariaten Analyse konnte dies nicht bestätigt werden.

Bleibt zu beantworten, wie viel Zeit verging bis das Herzalarmteam eintraf? Die genaue Zeitspanne von Alarmierung bis Ankunft des Herzalarmteams wurde nicht auf jedem Herzalarmprotokoll ausreichend dokumentiert, so dass wegen mangelnder Datenlage eine Auswertung nicht möglich war. Anhand des Krankenhausgrundrisses, dem Aufbau des Herzalarmsystems und zufälliger Beispiele kann mit einer geschätzten Zeit von Alarmierung bis Ankunft des Herzalarmteams von 90-120 Sekunden gerechnet werden. Damit liegt die Zeit durchaus im akzeptablen Bereich ^[32].

4.9.4 Dauer der CPR

Die Dauer der CPR war in der vorliegenden Arbeit für alle Endpunkte in der multivariaten Analyse ein unabhängiger Prädiktor. Hierbei wurde dichotom die Reanimationsdauer von bis zu 15 Minuten und über 15 Minuten unterschieden.

Zusätzlich wurde die mittlere CPR-Dauer ermittelt. Die Entlassungsrate war bei Patienten, deren Reanimationsdauer bis zu 15 Minuten betrug 4-mal häufiger, als bei Patienten deren Reanimationsdauer über 15 Minuten betrug (51,1 % vs. 11,9 %). In der Literatur finden sich zwei unterschiedliche Grenzwerte: bis zu 15 Minuten/über 15 Minuten ^[16,17,50] und bis zu 10 Minuten/über 10 Minuten ^[26,29,49].

Eine aktuelle Multicenterstudie mit 64.339 Patienten ^[15] zeigt eine mediane CPR-Dauer der Gesamtpopulation von 17 Minuten. Hierbei hatten Patienten, die einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten erreichten eine mediane CPR-Dauer von 12 Minuten (6-21 Minuten) und Patienten, die ohne Erreichen eines Spontankreislaufes von mindestens 20 Minuten verstarben eine mediane CPR-Dauer von 20 Minuten (14-30 Minuten). Dies ist durchaus vergleichbar mit den Ergebnissen aus dem Klinikum Großhadern zwischen 2004-2006 mit einer medianen CPR-Dauer für die Gesamtpopulation von 18 Minuten (5,0/29,0). Patienten, die einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten erreichten hatten eine mittlere CPR-Dauer von 13,1 Minuten (SD±11,7). Patienten, die verstarben ohne vorher einen Spontankreislauf von mindestens 20 Minuten zu erreichen, hatten eine mittlere CPR-Dauer von 34,2 Minuten. Patienten, die ein Jahr nach erfolgreicher Reanimation lebten hatten eine mittlere CPR-Dauer von 9,8 Minuten (SD±14,6). Verglichen mit

den Patienten mit Exitus letalis ohne ROSC hatten die Langzeitüberlebenden eine Reanimationsdauer von weniger als ein Drittel.

Je kürzer die Reanimationsdauer, desto eher handelt es sich um ein reversibles Problem ^[4] und nicht um das Endstadium einer unheilbaren Krankheit, welches die gute Langzeitprognose von Patienten mit kurzer Reanimationsdauer bestätigt. Eine lange CPR-Dauer spricht wiederum für eine generalisierte Gewebsminderperfusion mit den Folgen eines hypoxischen Gehirnschadens.

4.9.5 Defibrillation

Patienten, bei denen zwischen 1-4 mal eine Defibrillation angewendet wurde, hatten die besten Überlebenschancen (47,5 % lebend entlassen) im Vergleich zu Patienten, bei denen entweder gar keine Defibrillation angewendet wurde (22,5 % lebend entlassen) oder mehr als 4-mal. (5-10 Defibrillationen 30,8 % lebend entlassen; >10 Defibrillationen 0 % lebend entlassen). Der Grund hierfür wurde durch verschiedene Faktoren bestimmt. Bei Patienten, bei denen zwischen 1-4mal eine Defibrillation angewendet wurde, konnte von einer kurzen Reanimationsdauer bis zum Eintreten des Spontankreislaufes ausgegangen werden. Je häufiger bei einem Patienten eine Defibrillation angewendet wurde, desto länger dauerte die kardiopulmonale Reanimation, was wiederum ein negativer Prädiktor für das Überleben darstellt ^[10,42].

Einer Defibrillation unterzogen wurden nur Patienten, die eine pulslose ventrikuläre Tachykardie oder Kammerflimmern aufzeigten. Patienten mit einem initial defibrillierbaren Rhythmus hatten im Vergleich zu den Patienten ohne defibrillierbaren Rhythmus eine signifikant bessere Überlebenschance (49,2 % vs. 22,2 % lebend entlassen).

In der multivariaten Analyse für die Outcome-Variable „Lebend entlassen“ waren sowohl die Reanimationsdauer ($p=0,022$, 95%-Konfidenzintervall 0,82-0,99 , OR 0,90) als auch der initial defibrillierbare Rhythmus ($p=0,014$, 95%-Konfidenzintervall 1,69-106,22 , OR 13,41) signifikant mit dem Überleben assoziiert. Wichtig ist die Zeit vom Beginn des Herzkreislaufstillstandes bis zur ersten Defibrillation. Chan et al. ^[46] beschreiben, dass bei verspäteter Defibrillation (>2 Minuten), die Wahrscheinlichkeit

lebend entlassen zu werden nur zirka halb so groß ist, wie bei früher Defibrillation (≤ 2 Minuten) (OR 0,48; Konfidenzintervall 0,42-0,54; $p < 0,001$).

4.9.6 Intravenöse Medikation

Die gesamte Adrenalindosis und die Gabe von Argipressin korrelierten in der univariaten Analyse hochsignifikant negativ mit dem Überleben. Die Ursächlichkeit hierfür findet sich einerseits in der prolongierten Reanimation bei hohen Dosen an verabreichtem Adrenalin. Eine lange CPR-Dauer gilt als negativer Prädiktor für eine erfolgreiche kardiopulmonale Reanimation. Andererseits wird Adrenalin und Argipressin bei nicht defibrillierbaren Rhythmen verwendet, die wiederum mit einer niedrigeren Entlassungsrate verbunden sind, als defibrillierbare Rhythmen.

Gwinnutt et al. ^[10] beschreiben, dass jegliche Gabe von Adrenalin die Entlassungsrate negativ beeinflusst (OR 0,17; Konfidenzintervall 0,091-0,32, $p < 0,0001$). Es existiert keine Obergrenze für die kumulative Adrenalindosis ^[51], jedoch zeigten Behringer et al., dass kein Patient, der in der Summe mehr als 13 mg Adrenalin erhielt, ein gutes neurologisches Outcome erreichte.

5. Zusammenfassung

Die Entlassungsrate nach innerklinischer kardiopulmonaler Reanimation ist in der vorliegenden Arbeit, im Vergleich zu Angaben aus der Literatur, überdurchschnittlich hoch. Es wurden 30,2 % der Patienten lebend entlassen, wohingegen die Literatur ^[20] durchschnittlich eine Entlassungsrate von 17,5 % berichtet.

Die Gründe für die hohe Entlassungsrate sind multifaktoriell. Im Klinikum der Universität München wird das Herzalarmteam regelmäßig geschult. Dies gibt in einer Notfallsituation, wie sie der Herzkreislaufstillstand darstellt, Sicherheit und Routine im Arbeitsablauf. Moretti et al. ^[37] berichten, dass die Chance für eine erfolgreiche CPR bei einem Reanimationsteam mit mindestens einer ACLS-trainierten Person mehr als doppelt so hoch war, als bei einem Reanimationsteam ohne ACLS-trainierten Person.

Mindestens ebenso bedeutend ist die CPR-Qualität. Unter der Qualität der CPR versteht man die richtige Umsetzung der Leitlinien zur Reanimation mit adäquater Drucktiefe und Herzdruckfrequenz und zudem eine nicht erhöhte Ventilationsfrequenz.

In der vorliegenden Arbeit konnte eine Beeinflussung der Ergebnisse durch systematische Fehler, wie beispielsweise überdurchschnittlich viele Fälle von DNAR-Anweisungen, beobachteter Fälle von Herzkreislaufstillstand, initialer defibrillierbarer Rhythmen, ausgeschlossen werden. Ebenso lässt sich annehmen, dass weder Underreporting noch Overreporting die Qualität der Daten beeinträchtigt hat..

Dennoch muss die Aussagekraft der hohen Entlassungsrate kritisch betrachtet werden. Mit 189 Patienten handelt es sich um eine relativ geringe Fallzahl. Zudem fehlen die Daten über das neurologische Outcome, welches wiederum zu den Kerndaten der Utstein-Kriterien ^[7] zählt.

Ein mögliches Entwicklungspotenzial stellt der Faktor Zeit dar. Je kürzer die Zeit zwischen Eintritt des Herzkreislaufstillstandes und der professionellen Versorgung des Patienten mittels kardiopulmonaler Reanimation, desto höher sind die Überlebensraten bei besserer Lebensqualität.

Auch die Prävention des innerklinischen Herzkreislaufstillstandes bietet Verbesserungsmöglichkeiten. Es gibt aktuell Empfehlungen, dass Patienten die sich in einem potentiell kritischen Zustand befinden, mit Hilfe von MET (Medical Emergency Team), auf Überwachungsstationen aufgenommen werden sollten. Hier kann es durchaus sein, dass durch die kontinuierliche Überwachung eine Verschlechterung des Patienten frühzeitig erkannt wird und der Herzkreislaufstillstand abgewendet werden kann.

Ein Rückgang der Anzahl an kardiopulmonalen Reanimationen wäre ein Beweis für ein gut funktionierendes MET-System, da es durch frühzeitiges Eingreifen den kritisch kranken Patienten erkennt; denn die Prophylaxe ist stets besser als die Therapie.

Bereits Niccolò Machiavelli schrieb im 16. Jahrhundert in seinem Werk „Il principe“ (Der Fürst), dass eine Krankheit zu Beginn einfach zu heilen, aber schwierig zu erkennen ist. Im Laufe der Zeit wird sie leichter erkannt, ist dann aber schwieriger zu heilen.

6. Literaturverzeichnis

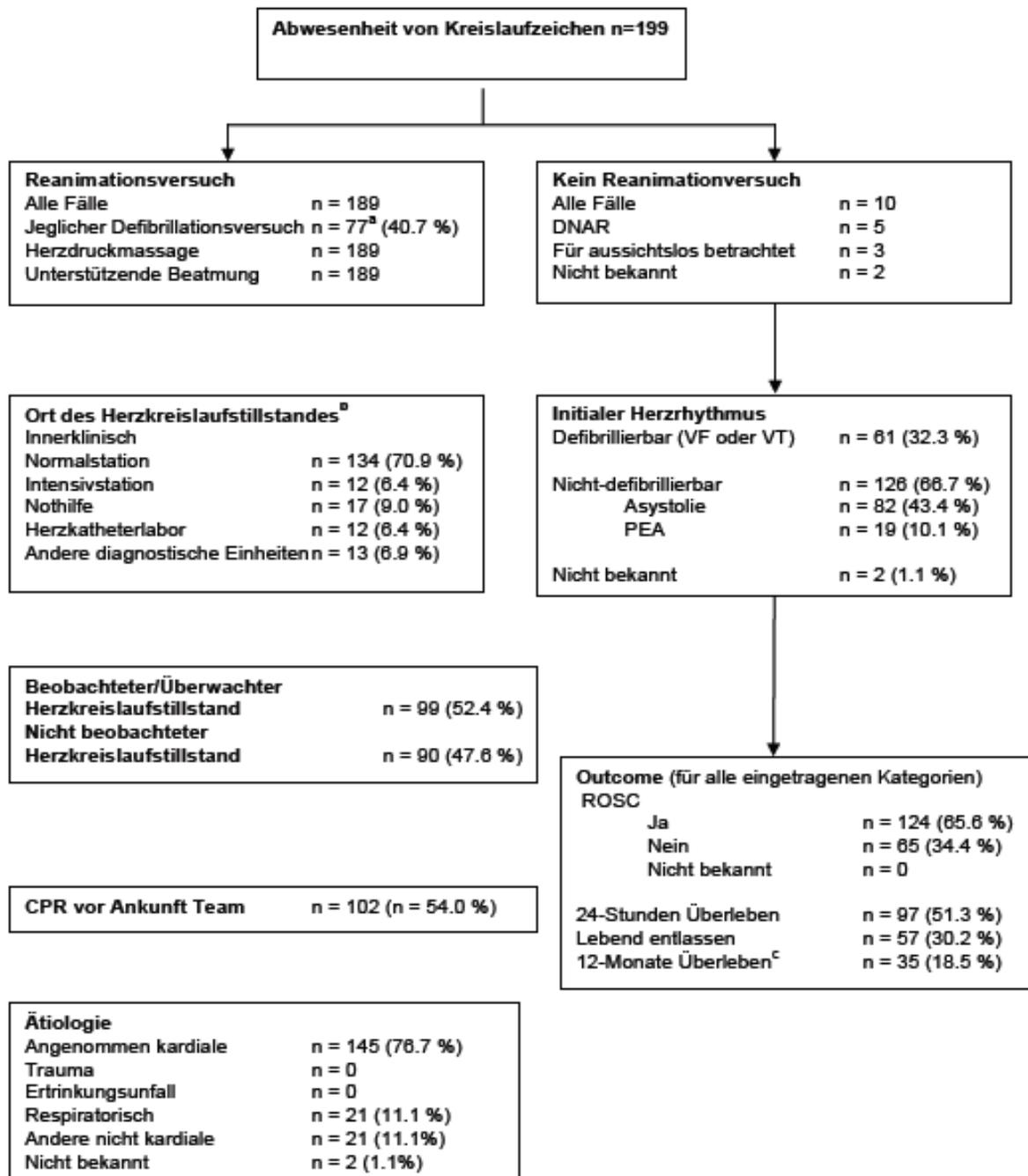
1. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA* 1960;173:1064–7.
2. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2010;81:1305–52.
3. Diem SJ, Lantos JD, Tulsy JA. Cardiopulmonary resuscitation on television. Miracles and misinformation. *N. Engl. J. Med.* 1996;334:1578–82.
4. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med* 2007;33:237–45.
5. Klinikum der Universität München Jahresbericht 2010. 2010;
6. Cummins RO, Chamberlain D, Hazinski MF, Nadkarni V, Kloeck W, Kramer E, et al. Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on in-hospital resuscitation: the in-hospital “Utstein style.” *American Heart Association. Circulation* 1997;95:2213–39.
7. Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, Berg RA, Billi JE, Bossaert L, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries. A statement for healthcare professionals from a task force of the international liaison committee on resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa). *Resuscitation* 2004;63:233–49.
8. Skogvoll E, Isern E, Sangolt GK, Gisvold SE. In-hospital cardiopulmonary resuscitation. 5 years' incidence and survival according to the Utstein template. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999;43:177–84.
9. Skrifvars MB, Rosenberg PH, Finne P, Halonen S, Hautamäki R, Kuosa R, et al. Evaluation of the in-hospital Utstein template in cardiopulmonary resuscitation in secondary hospitals. *Resuscitation* 2003;56:275–82.
10. Gwinnutt CL, Columb M, Harris R. Outcome after cardiac arrest in adults in UK hospitals: effect of the 1997 guidelines. *Resuscitation* 2000;47:125–35.
11. Patrick A, Rankin N. The in-hospital Utstein style: use in reporting outcome from cardiac arrest in Middlemore Hospital 1995-1996. *Resuscitation* 1998;36:91–4.
12. Bialecki L, Woodward RS. Predicting death after CPR. Experience at a nonteaching community hospital with a full-time critical care staff. *Chest* 1995;108:1009–17.

13. Jones-Crawford JL, Parish DC, Smith BE, Dane FC. Resuscitation in the hospital: circadian variation of cardiopulmonary arrest. *Am. J. Med.* 2007;120:158–64.
14. Fredriksson M, Aune S, Thorén A-B, Herlitz J. In-hospital cardiac arrest--an Utstein style report of seven years experience from the Sahlgrenska University Hospital. *Resuscitation* 2006;68:351–8.
15. Goldberger ZD, Chan PS, Berg RA, Kronick SL, Cooke CR, Lu M, et al. Duration of resuscitation efforts and survival after in-hospital cardiac arrest: an observational study. *The Lancet* 2012; 380:1473-81
16. Cooper S, Janghorbani M, Cooper G. A decade of in-hospital resuscitation: outcomes and prediction of survival? *Resuscitation* 2006;68:231–7.
17. Tortolani AJ, Risucci DA, Rosati RJ, Dixon R. In-hospital cardiopulmonary resuscitation: patient, arrest and resuscitation factors associated with survival. *Resuscitation* 1990;20:115–28.
18. Möhnle P, Hüge V, Polasek J, Weig I, Atzinger R, Kreimeier U, et al. Survival after cardiac arrest and changing task profile of the cardiac arrest team in a tertiary care center. *ScientificWorldJournal* 2012;2012:294512.
19. Atzinger R. Die innerklinische Reanimation - Eine multivariate Analyse der relevanten Einflußgrößen. (Dissertation) Klinikum der Universität München 2000;
20. Ebell MH, Afonso AM. Pre-arrest predictors of failure to survive after in-hospital cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Fam Pract* 2011;28:505–15.
21. Girotra S, Nallamothu BK, Spertus JA, Li Y, Krumholz HM, Chan PS, et al. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2012;367:1912–20.
22. Peberdy MA, Ornato JP, Larkin GL, Braithwaite RS, Kashner TM, Carey SM, et al. Survival from in-hospital cardiac arrest during nights and weekends. *JAMA* 2008;299:785–92.
23. Ehlenbach WJ, Barnato AE, Curtis JR, Kreuter W, Koepsell TD, Deyo RA, et al. Epidemiologic study of in-hospital cardiopulmonary resuscitation in the elderly. *N. Engl. J. Med.* 2009;361:22–31.
24. Peberdy MA, Kaye W, Ornato JP, Larkin GL, Nadkarni V, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation of adults in the hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resuscitation* 2003;58:297–308.
25. Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, Carey SM, Kaye W, Mancini ME, et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA* 2006;295:50–7.
26. Schultz SC, Cullinane DC, Pasquale MD, Magnant C, Evans SR. Predicting in-hospital mortality during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*

- 1996;33:13–7.
27. Andréasson AC, Herlitz J, Bång A, Ekström L, Lindqvist J, Lundström G, et al. Characteristics and outcome among patients with a suspected in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1998;39:23–31.
 28. Steen-Hansen JE, Hansen NN, Vaagenes P, Schreiner B. Pupil size and light reactivity during cardiopulmonary resuscitation: a clinical study. *Crit. Care Med.* 1988;16:69–70.
 29. Hendrick JM, Pijls NH, van der Werf T, Crul JF. Cardiopulmonary resuscitation on the general ward: no category of patients should be excluded in advance. *Resuscitation* 1990;20:163–71.
 30. Brindley PG, Markland DM, Mayers I, Kutsogiannis DJ. Predictors of survival following in-hospital adult cardiopulmonary resuscitation. *CMAJ* 2002;167:343–8.
 31. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:305–10.
 32. Skogvoll E, Nordseth T. The early minutes of in-hospital cardiac arrest: shock or CPR? A population based prospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2008;16:11.
 33. Herlitz J, Bång A, Alsén B, Aune S. Characteristics and outcome among patients suffering from in hospital cardiac arrest in relation to whether the arrest took place during office hours. *Resuscitation* 2002;53:127–33.
 34. Herlitz J, Bång A, Aune S, Ekström L, Lundström G, Holmberg S. Characteristics and outcome among patients suffering in-hospital cardiac arrest in monitored and non-monitored areas. *Resuscitation* 2001;48:125–35.
 35. Moecke HP. Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin. *Der Anaesthetist* 1997;:1–14.
 36. Katzer R, Barton DJ, Adelman S, Clark S, Seaman EL, Hudson KB. Impact of implementing an EMR on physical exam documentation by ambulance personnel. *Applied Clinical Informatics* 2012;3:301–8.
 37. Moretti MA, Cesar LAM, Nusbacher A, Kern KB, Timerman S, Ramires JAF. Advanced cardiac life support training improves long-term survival from in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2007;72:458–65.
 38. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005;111:428–34.
 39. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirrallo RG, Yannopoulos D, McKnite S, Briesen von C, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2004;109:1960–5.

40. Kramer-Johansen J, Edelson DP, Losert H, Köhler K, Abella BS. Uniform reporting of measured quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Resuscitation* 2007;74:406–17.
41. Herlitz J, Rundqvist S, Bång A, Aune S, Lundström G, Ekström L, et al. Is there a difference between women and men in characteristics and outcome after in hospital cardiac arrest? *Resuscitation* 2001;49:15–23.
42. Tunstall-Pedoe H, Bailey L, Chamberlain DA, Marsden AK, Ward ME, Zideman DA. Survey of 3765 cardiopulmonary resuscitations in British hospitals (the BRESUS Study): methods and overall results. *BMJ* 1992;304:1347–51.
43. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med* 2006;33:237–45.
44. Ebell MH, Becker LA, Barry HC, Hagen M. Survival after in-hospital cardiopulmonary resuscitation. A meta-analysis. *J Gen Intern Med* 1998;13:805–16.
45. Sandroni C, Ferro G, Santangelo S, Tortora F, Mistura L, Cavallaro F, et al. In-hospital cardiac arrest: survival depends mainly on the effectiveness of the emergency response. *Resuscitation* 2004;62:291–7.
46. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK, American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* 2008;358:9–17.
47. Zhao D, Weil MH, Tang W, Klouche K, Wann SR. Pupil diameter and light reaction during cardiac arrest and resuscitation. *Crit. Care Med.* 2001;29:825–8.
48. Parish DC, Dane FC, Montgomery M, Wynn LJ, Durham MD, Brown TD. Resuscitation in the hospital: relationship of year and rhythm to outcome. *Resuscitation* 2000;47:219–29.
49. Ferguson RP, Phelan T, Haddad T, Hinduja A, Dubin NH. Survival after in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *South. Med. J.* 2008;101:1007–11.
50. Saklayen M, Liss H, Markert R. In-hospital cardiopulmonary resuscitation. Survival in 1 hospital and literature review. *Medicine (Baltimore)* 1995;74:163–75.
51. Behringer W, Kittler H, Sterz F, Domanovits H, Schoerhuber W, Holzer M, et al. Cumulative epinephrine dose during cardiopulmonary resuscitation and neurologic outcome. *Ann. Intern. Med.* 1998;129:450–6.

7. Anhänge



^afehlende Daten für jegliche Defibrillationsversuche für einen Patienten.

^bfehlenden Daten für Ort des Herzkreislaufstillstandes für einen Patienten.

^cfehlende Daten für das 12-Monate Überleben für 7 Patienten.

Anhang 1 Daten-Aufbereitung nach Utstein-Kriterien ^[18]

| | Alle Patienten mit CPR | ROSC | 24-Stunden Überleben | Lebend entlassen | 12-Monate Überleben ^a |
|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|
| | 189 | 124 (65.6%) | 97 (51.3%) | 57 (30.2%) | 35 (18.5%)^a |
| Alter in Jahren | 65.2 (±16.1) | | | | |
| ≤ 65 Jahre | 79 | 57 | 44 | 25 | 20 |
| > 65 Jahre | 110 | 67 | 53 | 32 | 15 |
| | | | | | |
| Männlich | 132 | 91 | 74 | 42 | 24 |
| Weiblich | 57 | 33 | 23 | 15 | 11 |
| | | | | | |
| Beobachteter Herzkreislaufstillstand ^b | 99 | 71 | 59 | 37 | 26 |
| Nicht beobachteter Herzkreislaufstillstand | 90 | 53 | 38 | 20 | 9 |
| | | | | | |
| CPR bevor Ankunft Team | 102 | 74 | 64 | 37 | 13 |
| CPR erst durch Team | 87 | 50 | 33 | 20 | 22 |
| | | | | | |
| CPR Dauer in Minuten | 18.0 (5.0/29.0) | | | | |
| ≤15 Minuten | 88 | 83 | 71 | 45 | 29 |
| >15 Minuten | 101 | 41 | 26 | 12 | 6 |
| | | | | | |
| Initial defibrillierbarer Herzrhythmus ^c | 61 | 44 | 40 | 30 | 18 |
| Initial nicht defibrillierbarer Herzrhythmus | 126 | 80 | 57 | 27 | 17 |
| | | | | | |
| Anzahl an Defibrillationen ^d | | | | | |
| 0 | 111 | 72 | 51 | 25 | 15 |
| 1-4 | 59 | 45 | 40 | 27 | 17 |
| 5-10 | 13 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| >10 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|----|----|
| Gesamte Adrenalindosis ^e | | | | | |
| 0-4 mg | 107 | 88 | 77 | 48 | 31 |
| 5-9 mg | 28 | 15 | 8 | 4 | 2 |
| 10-14 mg | 19 | 7 | 4 | 2 | 0 |
| ≥ 15 mg | 16 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| Verwendung von Argipressin ^f | 49 | 21 | 13 | 4 | 2 |
| Argipressin nicht verwendet | 139 | 102 | 83 | 52 | 32 |
| | | | | | |
| HerzKreislaufstillstand zwischen 8:00 - 19:59 Uhr ^g | 96 | 66 | 50 | 28 | 16 |
| HerzKreislaufstillstand zwischen 20:00 - 7:59 Uhr | 89 | 54 | 43 | 25 | 16 |
| | | | | | |
| angenommene kardiale Ätiologie ^h | 145 | 100 | 81 | 48 | 30 |
| nicht angenommene kardiale Ätiologie | 42 | 22 | 14 | 7 | 3 |
| | | | | | |
| Tumorleiden | 57 | 38 | 32 | 15 | 6 |
| kein Tumorleiden | 132 | 86 | 65 | 42 | 29 |
| | | | | | |
| chirurgischer Eingriff <28 d | 28 | 24 | 22 | 17 | 12 |
| kein chirurgischer Eingriff | 161 | 100 | 75 | 41 | 23 |
| | | | | | |
| Ort des Herzalarneinsatzes ⁱ | | | | | |
| Normalstation | 134 | 89 | 69 | 36 | 18 |
| Intensivstation/ Überwachungsstation | 12 | 9 | 7 | 6 | 6 |
| Nothilfe | 17 | 9 | 8 | 6 | 4 |
| Herzkatheterlabor | 12 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| andere diagnostische Einheiten | 13 | 7 | 5 | 2 | 1 |

Das Alter ist als Mittelwert mit Standardabweichung angegeben. Die CPR Dauer ist als Median mit Interquartilen Abstand angegeben.

^a Bei sieben Patienten war ein Follow up nach Entlassung nicht möglich. Diese Patienten wurden als lebend entlassen, aber vor Ablauf von 12 Monaten verstorben gewertet.

Für folgende Parameter fehlen Daten ^b für 10 Patienten, ^c für 2 Patienten, ^d für 1 Patienten, ^e für 19 Patienten, ^f für 1 Patienten, ^g für 4 Patienten, ^h für 2 Patienten, und ⁱ für 1 Patienten.

Als "initial defibrillierbare Herzrhythmen" zählen das Kammerflimmern und die pulslose ventrikuläre Tachykardie. Als "initial nicht defibrillierbare Herzrhythmen" zählen die Asystolie, die pulslose elektrische Aktivität, die Bradykardie, der Schrittmacherrhythmus, der Sinusrhythmus oder andere Rhythmen.

Als "angenommene kardiale Ätiologie" gelten der Myokardinfarkt, die Arrhythmie oder andere kardiale Ursächlichkeit als Arbeitsdiagnose für den Herzkreislaufstillstand.

Als "Tumorleiden" werden alle Diagnosestellungen von malignen Tumoren während des Krankenhausaufenthaltes zu jedmöglichen Zeitpunkt vor Herzkreislaufstillstand verstanden.

Als "chirurgischer Eingriff" zählen nur Eingriffe, die maximal 28 Tage vor Herzkreislaufstillstand stattfanden.

Anhang 2 Tabellarische Auflistung aller Variablen ^[18]

8. Eidesstattliche Versicherung

Ich, Isabella Weig, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin